Gestión Tecnológica: Obtención del Perfil Tecnológico para Laboratorios en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander

Por:
Ingeniera Ana María Vargas Quijano





Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Maestría en Ingeniería, Área Ingeniería Eléctrica
Bucaramanga

2012

Gestión Tecnológica: Obtención del Perfil Tecnológico para Laboratorios en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander

Ingeniera Ana María Vargas Quijano

Trabajo de Investigación para optar al título de Magister en Ingeniería, Área Ingeniería Eléctrica

Director Doctor Gilberto Carrillo Caicedo

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Maestría en Ingeniería, Área Ingeniería Eléctrica
Bucaramanga
2012

TABLA DE CONTENIDO

IN	NTRODUCCI	ÓN	.15
1.	. PLANTE	AMIENTO DEL PROBLEMA	.17
2.	. MARCO	TEÓRICO	.19
	2.1 ANTE	ECEDENTES DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA	.19
		CEPTOS BÁSICOS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA	
		RAMIENTAS DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA	
	2.3.1	Vigilancia Tecnológica	
	2.3.2	Prospectiva Tecnológica	
	2.4 Mod	ELOS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA	
	2.4.1	Modelo de Ray Geanhi	.23
	2.4.2	Gestión Tecnológica por Thamhain	.24
	2.4.3	Modelo Propuesto por la Fundación para la Innovación COTEC	.24
	2.4.4	Gestión Tecnológica por Bernal y Laverde	.25
	2.4.5	Modelo Propuesto por Antonio Hidalgo Nuchera	.25
	2.4.6	Modelo de las Seis Facetas.	.26
		OS DE A PLICACIÓN	
		TIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	
	2.6.1	Universidades Latinoamericanas	
	2.6.2	Universidades Nacionales	
	2.6.3	Universidad Industrial de Santander	.29
3.	. METODO	DLOGÍA	.30
	3.1 REVI	ISIÓN DE LABORATORIOS A NIVEL NACIONAL	.30
		SPECTIVA TECNOLÓGICA EN EL ÁREA ENERGÍA	
	3.2.1	Ejercicio de Prospectiva, Área de Energía, Fundación Española para la Ciencia y	la
	Tecnolog	ía	
	3.2.2	Ejercicio de Prospectiva del Sector Eléctrico Colombiano, CIDET	.40
	3.2.3	Éjercicio de Prospectiva Área Energía de la Universidad Industrial de Santander	
		FIL DEL INGENIERO ELECTRICISTA UIS	
		TIFICACIÓN DE LABORATORIOS PARA INGENIERÍA ELÉCTRICA	
		ABLECIMIENTO DE COMPETENCIAS	
	3.5.1	Energía y Medio Ambiente	
	3.5.2	Uso Racional de la Energía	
	3.5.3	Calidad del Suministro de Energía Eléctrica	
	3.5.4	Sistemas de Potencia	
		LANCIA TECNOLÓGICA: REVISIÓN DE TECNOLOGÍAS	
	3.6.1	Laboratorio de Generación Alternativa	
	3.6.1.1		
		1.1.1 SCE: Simulador de Regulación y Control de Centrales Eléctricas (Edibon)	
	3.6.1.2		.00
	3.0.	1.2.1 Solar PV Troubleshooting learning System 950-SPT1 (AMATROL)	.00 57
	ა.ნ. გ. გ	1.2.2 . Solar PV Array Station 950-SPA1 (AMATROL)	ים. ים
	3.0.	I.2.3 Entrenador de Énergía Solar Fotovoltaica DL Solar A+ Adquisición de datos Q-RE + Software DL RE-SW (D´Lorenzo)	DL 67
	3 E .	1.2.4 Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar B+ Adquisición de datos	יט.
	3.0. DAC	Q-RE + Software DL RE-SW (D'Lorenzo)	67
	טאט	(IL Collinate De Ile Off (D Ecitif2)	.07

	Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar C+ Adquisición de dato	
DL DAQ-	RE + Software DL RE-SW (D'Lorenzo)	67
3.6.1.2.6	Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar D1+ Adquisición de dat	os
DL DAQ-	RE + Software DL RE-SW (D´Lorenzo)	67
	EPH 2 Energía fotovoltaica para avanzados (Lucas Nülle)	
	2.7.1 EPH 2.1. Análisis de módulos solares	
	2.7.2 EPH 2.2. Estructura de plantas fotovoltaicas con funcionamiento en isla	
	2.7.3 EPH 2.3. Estructura de plantas fotovoltaicas con funcionamiento parale	
0.0.1.2	68	,,,
36128	EESFC: Equipo de energía solar fotovoltaica contralada por computador	
(Edibon)		
		60
	MINI EESF: Entrenador modular de energía fotovoltaica (Edibon) istemas de Generación Solar Térmica	
		08
	Solar Thermal Open-Loop Troubleshooting Learning System 950-STOLI	00
(AMATRO	DL)	68
	Solar Thermal Closed-Loop Troubleshooting Learning System 950-STCLI	
	OL)	
	Entrenador de energía térmica para agua caliente DL-Termho A (D´Lorenz	
	Sistema de entrenamiento de energía solar térmica Modelo 46121-00 (Lab	-
Volt)	69	
	EESTC: Equipo de Energía Solar Térmica (Edibon)	
	MINI-EESTC: Equipo básico de energía solar térmica (Edibon)	
	istemas de Generación Eólica	
3.6.1.4.1	Turbine Electric Hub troubleshooting learning System 950-TEH1 (Amatrol).	70
3.6.1.4.2	Wind Turbine generator control troubleshooting learning system 950-TGC1	
(Amatrol)	70	
	Turbine Nacelle troubleshooting learning system 950 TNC 1 (Amatrol)	71
3.6.1.4.4	Entrenador de energía eólica con aerogenerador DL WIND A+ Adquisición	de
datos DL	DAQ-RE + Software DL RE-SW (D'Iorenzo)	71
	Entrenador de energía eólica con tunel de viento DL WIND B+ Adquisición	
datos DL	DAQ-RE + Software DL RE-SW (D'Iorenzo)	71
	EWG1 Plantas Eólicas (Lucas Nülle)	
	EWG2 Plantas Eólicas Pequeñas (Lucas Nülle)	
	EEEC: Equipo de energía eólica controlado por computador (Edibon)	
	MINI-EEC: Equipo Básico de energía eólica (Edibon)	
	istemas de Generación Híbridos	
	Sistema de Entrenamiento Solar y eólico Modelo 46120-00 (Lab Volt)	
	DL Sun-Wind (D´Lorenzo)	
36153	Soleosis: Solar Panels and Wind Turbine (Schneider Electric)	73
	pratorio de Uso Racional de la Energía/Eficiencia Energética	
	L Eficiencia A - Eficiencia Energética en Motores Eléctricos (D´Lorenzo	
	L2130B Motor KEPPE - Motor AC/DC de Alta eficiencia (D´Lorenzo)	
	ficiencia Energética en Sistemas de Motores Eléctricos (D´Lorenzo)	
	SSI energy efficiency modular offer (Schneider Electric)	
	NX energy efficiency modular offer (Schneider Electric)	
	nergy efficiency ventilation case (Schneider electric)	
	idalub: management of public lighting (Schneider electric)	
	UC 1 Consumidores Complejos y medición de consumo de energía (Lu	cas
Nülle) 81		
	UC 2 Consumidores Dinámicos (Lucas Nülle)	82
	UC 3 Compensación de potencia reactiva accionada manual y	
	mente (Lucas Nülle)	
	oratorio de Calidad en el Suministro de la Potencia	
3.6.3.1 G	eneradores de perturbaciones	86

3.6.3.1.1	Industrial Power Corruptor – IPC (Power Standars Labs)	86
3.6.3.1.2	Harmonics and Flicker Generator - HFG01(York EMC Services Ltd)	86
	Tester for voltage dips, interruptions and variations - PLINE1610 (Haefely	
Technolog	gy)	86
	Power Fail Simulator - PFS 503N (Emtest)	
3.6.3.1.5	Programmable AC Power Source (Chroma)	87
	quipos de Monitoreo	
	Analizador PQube Portable grado IP65 (Power Standars Labs)	
	Analizador trifásico de calidad de la energía FLUKE 435 (FLUKE)	
	Multifunctional Power Quality Analysers MI 2292 (Metrel)	
	Digital Power Analyzer WT 3000 (Yokogawa)	
	Analizador de calidad de energía trifásico PowerPad Modelo 8335 (AEMC)	
3.6.3.3 Te	elurometros	89
	Medidor GEO avanzado de resistencia de tierra FLUKE 1625 (FLUKE)	
3.6.3.3.2	Earth Insulation Tester MI2088-20 (METREL)	89
	Telurometro S1 Series (MEGGER)	
	argas lineales, no lineales, electrónicas y motores	
	odulo IGBT rectificador e inversor	
	Itros Activos y Pasivos	
	LCL 36-4A-480 Cod: R73202 (Circuitor)	
	FB3T Cod: R78221 (Circuitor)	
	AF-3W6-25-400 Cod: R7G472 (Circuitor)	
	PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF) PCS5050D5N1 (Schneider	
Electric)		
	pratorio de Sistema de Potencia	
	dvanced Electrical Power System Simulator APSS (Edibon)	
	dvanced Electrical Power System and Mechanical Power Plants Simula	
	ibon)	
	odular Power System Simulator MPSS (Edibon)	97
	odular Power System Simulator with Scada Control System MPSSC	
(Edibon) 97		
3.6.4.5 El	ectrical Power Engineering TPS 11 (LD Didactic)	97
	ectric Power Transmission Training System Modelo 8055 (Lab Volt)	
	ectric Power Transmission Training System Modelo 8059 (Lab Volt)	
	aboratorio de sistemas de potencia y redes inteligentes de energía Sma	
	Nülle)	
	ower System Simulator PSS1 (Tecquipment)	
3.6.4.10 Pc	ower System Simulator Laboratory PST 2200 (Terco)	99
CONCLUSIONES		.103
DIDL IOOD ATÍ A		104
BIBLIOGRAFIA		. 104

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ETAPAS DEL PROCESO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	21
FIGURA 2.	MODELOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	22
	MODELO PROPUESTO POR ANTONIO NUCHERA	
	MODELO DE LAS SEIS FACETAS	
	LABORATORIOS DE INGENIERÍA ELECTRICA PARA LA E3T	

LISTA TABLAS

Tabla 1.	LABORATORIOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN UNIVERSIDADES DE COLOMBIA	32
Tabla 2.	INVENTARIO DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIOS DE INGENIERÍA ELECTRICA DE LA E3T	36
Tabla 3.	RESULTADOS DEL ESTUDIO PROSPECTIVA PARA EL ÁREA DE ENERGÍA DE LA FUNDACIÓN	
ESPAÑ	OLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	
Tabla 4.	RESULTADOS DEL ESTUDIO PROSPECTIVA PARA EL SECTOR ELÉCTRICO DEL CIDET	41
Tabla 5.	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA PARA EL ÁREA DE ENERGÍA DE LA UNIVERSID	AD
INDUST	RIAL DE SANTANDER	
Tabla 6.	COMPARACIÓN PERFIL INGENIERO UIS VS ESTUDIOS DE PROSPECTIVA	
Tabla 7.	LISTADO DE ASIGNATURAS/LABORATORIOS	
Tabla 8.	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE	
Tabla 9.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE - SABER	
Tabla 10.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE - HACER	
Tabla 11.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE - SER	
Tabla 12.	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA USO RACIONAL DE LA ENERGÍA	
Tabla 13.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA USO RACIONAL DE LA ENERGÍA - SABER	
Tabla 14.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA USO RACIONAL DE LA ENERGÍA - HACER	
Tabla 15.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA USO RACIONAL DE LA ENERGÍA - SER	
Tabla 16.	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA CALIDAD DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	61
Tabla 17.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA CALIDAD DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA	
ELÉCTF	RICA - SABER	62
Tabla 18.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA CALIDAD DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA	
_	RICA - HACER	62
Tabla 19.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LA ASIGNATURA CALIDAD DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA	
_	RICA - SER	-
Tabla 20.	CONTENIDO DE LAS ASIGNATURAS SISTEMAS DE POTENCIA I Y II	
Tabla 21.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LAS ASIGNATURAS SISTEMAS DE POTENCIA I Y II - SABER	
Tabla 22.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LAS ASIGNATURAS SISTEMAS DE POTENCIA I Y II - HACER	
Tabla 23.	COMPETENCIAS ASOCIADAS A LAS ASIGNATURAS SISTEMAS DE POTENCIA I Y II - SER	
Tabla 24.	RESUMEN DE BÚSQUEDAS PARA EL LABORATORIO DE GENERACIÓN ALTERNATIVA	
Tabla 25.	RESUMEN DE BÚSQUEDAS PARA EL LABORATORIO DE USO RACIONAL DE LA ENERGÍA	84
Tabla 26.	TIPO DE EQUIPOS PARA EL LABORATORIO DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO DE LA POTENCIA	86
Tabla 27.	RESUMEN DE BÚSQUEDAS PARA EL LABORATORIO DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO DE LA	
	CIA	
Tabla 28. C	OMPETENCIAS RELACIONADAS PARA LAS AGRUPACIONES DE EQUIPOS	
Tabi a 29.	RESUMEN DE BÚSQUEDAS PARA EL LABORATORIO DE SISTEMAS DE POTENCIA	102

LISTA DE ANEXOS

1. ELÉ	ANEXO1 SCE: SIMULADOR DE REGULACIÓN Y CONTROL DE CENTRALES CTRICAS107
2.	ANEXO2: SOLAR PV TROUBLESHOOTING LEARNING SYSTEM 950-SPT1116
3. TRO	ANEXO3: TABLA DE OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DEL MÓDULO 950-SPT1 SOLAR P\ DUBLESHOOTING LEARNING SYSTEM119
4.	ANEXO4: : ENTRENADOR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DL SOLAR A122
5.	ANEXO5: ADQUISICIÓN DE DATOS DL DAQ-RE + SOFTWARE DL RE-SW123
6.	ANEXO 6: : ENTRENADOR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DL SOLAR B124
7.	ANEXO 7: ENTRENADOR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DL SOLAR C125
8.	ANEXO 8: ENTRENADOR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DL SOLAR D126
9.	ANEXO 9: ANÁLISIS DE MÓDULOS SOLARES127
10. EN I	ANEXO 10: ESTRUCTURA DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS CON FUNCIONAMIENTO SLAS129
11. PAR	ANEXO 11: : ESTRUCTURA DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS CON FUNCIONAMIENTO
12.	ANEXO 12: MANUALES SISTEMAS FOTOVOLTAICOS134
13. POR	ANEXO 13: EESFC: EQUIPO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONTRALADA COMPUTADOR140
14.	ANEXO 14: MINI EESF: ENTRENADOR MODULAR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA148
15. 950-	ANEXO 15: SOLAR THERMAL OPEN-LOOP TROUBLESHOOTING LEARNING SYSTEM STOLI154
16. SYS	ANEXO 16: SOLAR THERMAL CLOSED-LOOP TROUBLESHOOTING LEARNING TEM 950-STCLI156
17. TER	ANEXO 17: ENTRENADOR DE ENERGÍA TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE DL-MHO A158
18. 4612	ANEXO 18: SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MODELO 21-00160
19.	ANEXO 19: EESTC: EQUIPO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA170
20.	ANEXO 20: MINI-EESTC: EQUIPO BÁSICO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA177
21. TEH	ANEXO 21: TURBINE ELECTRIC HUB TROUBLESHOOTING LEARNING SYSTEM 950- 1 182
22.	ANEXO 22183
23. SYS	ANEXO 23: WIND TURBINE GENERATOR CONTROL TROUBLESHOOTING LEARNING TEM 950-TGC1186
24.	ANEXO 24187
25.	ANEXO 25: TURBINE NACELLE TROUBLESHOOTING LEARNING SYSTEM 950 TNC 1 190

26. NACE	ANEXO 26: TABLA DE OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DEL MÓDULO TURBINE ELLE TROUBLESHOOTING LEARNING SYSTEM 950 TNC 1	192
27.	ANEXO 27: ENTRENADOR DE ENERGÍA EÓLICA CON AEROGENERADOR DL WI 195	ND A
28.	ANEXO 28: ENTRENADOR DE ENERGÍA EÓLICA CON TUNEL DE VIENTO DL WIN 196	ID B
29.	ANEXO 29: EWG1 PLANTAS EÓLICAS	197
30.	ANEXO 30: EWG2 PLANTAS EÓLICAS PEQUEÑAS	212
31.	ANEXO 31: EEEC: EQUIPO DE ENERGÍA EÓLICA CONTROLADO POR COMPUTA 226	DOF
32.	ANEXO 32: MINI-EEC: EQUIPO BÁSICO DE ENERGÍA EÓLICA	231
33.	ANEXO 33: SISTEMA DE ENTRENAMIENTO SOLAR Y EÓLICO MODELO 46120-00	.236
34.	ANEXO 34: DL SUN-WIND	243
35.	ANEXO 35: SOLEOSIS: SOLAR PANELS AND WIND TURBINE	245
36. ELÉC	ANEXO 36: DL EFICIENCIA A - EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES TRICOS	246
37.	ANEXO 37: DL2130B MOTOR KEPPE - MOTOR AC/DC DE ALTA EFICIENCIA	247
38.	ANEXO 38: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE MOTORES ELÉCTRICOS	5.249
39.	ANEXO 39: RSSI ENERGY EFFICIENCY MODULAR OFFER	257
40.	ANEXO 40: KNX ENERGY EFFICIENCY MODULAR OFFER	258
41.	ANEXO 41: ENERGY EFFICIENCY VENTILATION CASE	259
42.	ANEXO 42: DIDALUB: MANAGEMENT OF PUBLIC LIGHTING	260
43. ENER	ANEXO 43: EUC 1 CONSUMIDORES COMPLEJOS Y MEDICIÓN DE CONSUMO DE	
44.	ANEXO 44: INDUSTRIAL POWER CORRUPTOR – IPC	280
45 .	ANEXO 45: HARMONICS AND FLICKER GENERATOR - HFG01	284
46. PLINE	ANEXO 46: TESTER FOR VOLTAGE DIPS, INTERRUPTIONS AND VARIATIONS -	288
47.	ANEXO 47: POWER FAIL SIMULATOR - PFS 503N	290
48.	ANEXO 48: PROGRAMMABLE AC POWER SOURCE	293
49.	ANEXO 49: ANALIZADOR PQUBE PORTABLE GRADO IP65	299
50.	ANEXO 50: ANALIZADOR TRIFÁSICO DE CALIDAD DE LA ENERGÍA FLUKE 435	304
51.	ANEXO 51: MULTIFUNCTIONAL POWER QUALITY ANALYSERS MI 2292	316
52.	ANEXO 52: DIGITAL POWER ANALYZER WT 3000	318
53. MODE	ANEXO 53: ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGÍA TRIFÁSICO POWERPAD ELO 8335	337
54.	ANEXO 54: MEDIDOR GEO AVANZADO DE RESISTENCIA DE TIERRA FLUKE 162	
55.	ANEXO 55: EARTH INSULATION TESTER MI2088-20	349

56.	ANEXO 56: TELUROMETRO S1 SERIES	.353
57.	ANEXO 57: CARGAS LINEALES, NO LINEALES, ELECTRÓNICAS Y MOTORES	.359
58.	ANEXO 58: MODULO IGBT RECTIFICADOR E INVERSOR	.361
59.	ANEXO 59: CARGA ELECTRONICA PROGRAMABLE AC Y DC	.365
60.	ANEXO 60: LCL 36-4A-480 COD: R73202	.371
61.	ANEXO 61: FB3T COD: R78221	.374
62.	ANEXO 62: AF-3W6-25-400 COD: R7G472	.376
63.	ANEXO 63: PCS ACCUSINE FILTRO ACTIVO DE ARMÓNICOS (AHF) PCS5050D5N 378	1
64.	ANEXO 64: ADVANCED ELECTRICAL POWER SYSTEM SIMULATOR APSS	.390
65. PLAN	ANEXO 65: ADVANCED ELECTRICAL POWER SYSTEM AND MECHANICAL POWE	
66.	ANEXO 66: MODULAR POWER SYSTEM SIMULATOR MPSS	.426
67. Syste	ANEXO 67: MODULAR POWER SYSTEM SIMULATOR WITH SCADA CONTROL	.438
68.	ANEXO 68: ELECTRICAL POWER ENGINEERING TPS 11	.453
69.	ANEXO 69: ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM MODELO 805	5487
70.	ANEXO 70: ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM MODELO 8059	9494
71. DE EN	ANEXO 71: LABORATORIO DE SISTEMAS DE POTENCIA Y REDES INTELIGENTES	
72.	ANEXO 72: POWER SYSTEM SIMULATOR PSS1	.528
73.	ANEXO 73: : POWER SYSTEM SIMULATOR LABORATORY PST 2200	.532

RESUMEN

TITULO: Gestión Tecnológica: Obtención del Perfil Tecnológico para

Laboratorios en Ingeniería Eléctrica de la Universidad

Industrial de Santander

AUTOR: Ana María Vargas Quijano**

PALABRAS CLAVES: Tecnología, gestión tecnológica, prospectiva, líneas de

investigación, laboratorios, energía

DESCRIPCIÓN:

Para su ejercicio profesional, un ingeniero electricista debe contar no solo conocimientos teóricos, sino también conocimientos y habilidades prácticas que refuerzan su fundamentación técnica, contribuyendo de esta manera a su eventual desarrollo exitoso en el ámbito laboral.

Para la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electronica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander es primordial contar con tecnologías adecuadas en sus laboratorios de prácticas, que estén acordes con los objetivos de aprendizaje propuestos para cada de los elementos curriculares (asignaturas, cursos, seminarios, talleres, proyectos, etc...) que constituyen su proyecto educativo el cual se expresa primordialmente en el plan de estudios vigente.

Por esta razón, el trabajo de investigación cuyos resultados se expresan en este documento, está relacionado con la identificado identificación de las características generales de los laboratorios que satisfacerían las necesidades establecidas, en este mismo proyecto, considerando las líneas de investigación mayor pertinencia actual en el campo nacional e internacional específicamente en el área de energía además del perfil del ingeniero electricista UIS, y de acuerdo con este propósito, se realizó la búsqueda e identificación de diversas tendencias tecnológicas que deberían utilizarse en cada uno de los laboratorios seleccionados.

Para lo anterior se planteó un seguimiento de estudios de prospectiva tecnológica en el área de energía, junto con la identificación de las competencias asociadas a los currículos relacionados con los laboratorios establecidos como necesarios, con lo que se obtuvo como resultado un listado de las tecnologías apropiadas para su uso en los laboratorios de ingeniería eléctrica de la Escuela.

- * Trabajo de Investigación
- ** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Director Doctor Gilberto Carrillo Caicedo

ABSTRACT

TITTLE: Technology Management: Technological Profile for the

Industrial University of Santander electrical engineer

laboratories..

AUTHOR: Ana María Vargas Quijano

KEY WORDS: Technology, technology management, technology foresight,

energy research lines, energy, labs.

DESCRIPTION:

A practicing electrical engineer must have not only theoretical knowledge, but also knowledge and practical skills that reinforce his technical basis, contributing in this way to his eventual successful development in all fields of work.

To the electric, electronic and telecommunications School at The Industrial University of Santander, it is very important to have appropriate technologies in the practice laboratories. These must be consistent with the proposed learning objectives in each of the curricular elements (subjects, courses, seminars, workshops, projects, etc...) in the educational project, which is expressed primarily in the current curriculum.

For this reason, the research work, the results of which are expressed in this document, is related to the identification of the general features of the laboratories that would satisfy the identified needs, in this project. Considering the most important research lines in the national and international field, specifically in the energy field of the UIS electrical engineer profile and in accordance with the purpose of this project, the search and identification of several technological tendencies that should be used on each of the selected laboratories has been conducted.

For all of the above, a prospective studies follow up in the energy field was proposed, along with the identification of skills related to the curriculums of the laboratories that had been established as required. As a result, a list of the appropriate technologies to be used in the electrical engineering school laboratories was obtained.

- * Master's Work
- ** Faculty of Physicist mechanicals engineerings. School of Electrical, Electronics and Telecommunications Engineerings.

Director PhD. Gilberto Carrillo Caicedo

INTRODUCCIÓN

Actualmente se están experimentando cambios importantes en los sectores productivos, surgiendo un enfoque nuevo en la concepción de los negocios y los factores de competitividad¹ en donde el conocimiento es un elemento que cobra un valor cada vez más importante. Es por esta razón que las instituciones de educación superior, como entes que llevan a cabo los procesos de formación de los profesionales e investigadores que liderarán el desarrollo y el progreso del país, deben proveer de los ambientes y/o escenarios en donde se estimule la generación y adecuación de los conocimientos y habilidades necesarias para que a futuro estos profesionales e investigadores propongan soluciones a problemas disciplinares en diferentes entornos. Sin embargo, en muchas instituciones de educación superior no se cuenta con espacios lo suficientemente dotados o actualizados tecnológicamente para llevar a cabo dichos procesos.

El programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander tiene áreas de fundamentación profesional con un alto contenido tecnológico, por lo tanto los temas teóricos deben ir acompañados de componentes de aplicación práctica que le permitan a los estudiantes familiarizarse con las diferentes tecnologías existentes que se utilizan en el campo profesional de manera que tenga una visión acorde con la práctica profesional, además de permitirles consolidar los conceptos fundamentales de su disciplina relacionándolos con su sentido físico o práctico.

Por lo anterior se requiere que la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) cuente con laboratorios de alta calidad, por lo cual se busca a través de prácticas de gestión tecnológica, encontrar la tecnología acorde a las necesidades planteadas en los planes curriculares de ingeniería eléctrica para un ingeniero electricista. En este documento se presentan las necesidades consolidadas de laboratorios de ingeniería eléctrica, así como un listado de tecnologías disponibles comercialmente seleccionadas de acuerdo con las necesidades identificadas.

La distribución de los capítulos se realizó de la siguiente manera: En el capítulo 1 se presenta una introducción, en el capítulo 2 se presenta el planteamiento del problema donde se dan a conocer cuáles fueron las motivaciones para llevar a cabo la investigación, en el capítulo 3 se trata el marco teórico, donde se definen conceptos básicos, herramientas principales y modelos de de gestión tecnológica además de una revisión de investigaciones a nivel superior en el tema. En el

15

[&]quot;Elementos que definen la superioridad de una empresa con respecto de sus competidores, que le son propios y que conforman barreras de entrada al mercado" definición dada en [36].

capítulo 4 se encuentra la metodología de desarrollo del trabajo de investigación junto con los resultados encontrados y el listado de tecnología apropiadas para cada uno de los laboratorios: En el capitulo 5 se citan las conclusiones y aportes del trabajo. En el capitulo 6 se encuentra la bibliografía de referencia y en el capítulo 7 se encuentran los anexos que en su mayoría consisten en las fichas técnicas de cada uno de los equipos de laboratorio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objetivo de la educación en ingeniería es preparar a los estudiantes para la práctica profesional. Para lograr este objetivo, los ingenieros deben tener un conocimiento no solo teórico, sino también práctico [1][2]. Es por esto que algunos de los elementos curriculares (e.g. asignaturas) que conforman el plan de estudios en ingeniería eléctrica, además de contener su parte teórica o de cátedra, deben estar complementadas por experiencias en un laboratorio de prácticas. Según la definición dada por el diccionario de de la Real Academia Española un laboratorio es "un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico" [3]

De acuerdo con [4], la mayoría de publicaciones están de acuerdo en afirmar que los objetivos de realizar trabajos prácticos en laboratorios, están resumidos en cuatro grupos principales. El primero tiene que ver con el aprendizaje cognitivo, que a menudo es entendido como la integración de la teoría con la práctica. El segundo es la metodología de indagación o formación en la investigación, que se relaciona con la formulación de la hipótesis, diseño experimental, metodología y evaluación de resultados. El tercero son los objetivos vocacionales que incluyen el conocimiento de la práctica disciplinar y la inculcación de la ética profesional y finalmente el desarrollo de habilidades personales tales como la comunicación oral y escrita y el trabajo en grupo.

Por otra parte, es necesario tener cuenta que la importancia del trabajo en un laboratorio no se debe medir por la cantidad de tiempo que un estudiante pasa allí, también debe tenerse en cuenta que las prácticas que se realicen, se encuentren acordes con los contenidos curriculares de los cursos y las asignaturas establecidas y en general con todo lo dispuesto por el proyecto educativo que rige al programa de formación. Con esto, se brinda una contribución invaluable a la profesionalización de un ingeniero [4].

Teniendo en cuenta lo anterior, la E3T desea modernizar los laboratorios con los que cuenta, de tal manera que se ofrezcan a los estudiantes, espacios con dotaciones tecnológicas actuales y aplicaciones cercanas a la realidad, a través de los cuales se fortalezcan los conceptos teóricos aprendidos y se desarrollen sus habilidades y destrezas profesionales para su posterior aplicación como graduados. Con el establecimiento del perfil tecnológico para los laboratorios de ingeniería eléctrica, la Universidad en cabeza de la E3T, permitirá guiar al estudiante de ingeniería eléctrica a prepararse para enfrentar los retos profesionales de la ingeniería en las áreas tecnológicas de mayor relevancia.

La implementación de un modelo de gestión tecnológica en los laboratorios de ingeniería eléctrica es necesaria para la Escuela, ya que permitirá que se consoliden las competencias adquiridas teóricamente por los estudiantes utilizando infraestructuras acordes a las necesidades impuestas por la tecnología

actual. Se hace indispensable contar con parques tecnológicos que permitan crear un flujo de conocimiento y de externalidades, y al mismo tiempo garantizar que los profesionales e investigadores formados en la universidad puedan desarrollar sus conocimientos fronteras adentro.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Gestión Tecnológica

Las teorías de administración y de gestión contemporáneas están basadas en los desarrollos históricos y en la evolución de los procesos productivos. Estos han pasado por la producción en línea de ensamblaje (1910), los equipos multidisciplinarios (1940), el desarrollo extensivo en la investigación de operaciones a través de la simulación de colas (1950-1960), la automatización (1980), la calidad total y la reingeniería (1990) , la ingeniería concurrente y la cadena de valor (2000) [14].

De acuerdo con [8] la evolución temporal de la gestión empresarial se puede resumir como se presenta a continuación:

- Entre 1945 y 1955 el aumento de la productividad estaba basado en la gestión de la producción.
- A partir de 1955 y hasta 1965 se centró la atención en los recursos financieros.
- En 1965 y hasta 1975 el enfoque al mercado adquiere relevancia estratégica y con ello la gestión de los recursos comerciales y marketing.
- De 1975 hasta 1985 se centra la atención el desarrollo de la gestión de los recursos humanos.
- Ya a partir de la década de los 80 se considera el factor tecnológico como factor estratégico para el desarrollo de una empresa, ya que contribuye a la innovación en productos y procesos.

A partir de 1985 el acelerado desarrollo científico y tecnológico ha promovido cambios en la concepción y en la práctica de la ingeniería, en el desarrollo de los procesos y productos y en la filosofía de la gestión. La tecnología se ha convertido en uno de los factores estratégicos para el crecimiento organizacional y el incremento de la ventaja competitiva se centra en una adecuada gestión de la tecnología. Por lo tanto es necesaria una gestión de los recursos tecnológicos integrada con las demás funciones estratégicas de la empresa.

2.2 Conceptos Básicos de Gestión Tecnológica

Existen diversas definiciones acerca del concepto de gestión² tecnológica como la dada en las publicaciones de CINDA "Proceso de adopción y ejecución de decisiones sobre las políticas, estrategias, planes y acciones relacionadas con la creación, difusión y uso de la tecnología" [5] o también puede definirse como un proceso que mezcla la ciencia, el conocimiento y la administración para planear, organizar y ejecutar actividades relacionadas con la tecnología de manera estratégica y que contribuyan al alcance de los objetivos empresariales [10], es

² De acuerdo con lo citado en [13] gestión es equivalente a administración.

decir; la gestión tecnológica como procedimiento ayuda a las empresas a desarrollarse en forma estratégica centrándose en el fortalecimiento de sus habilidades y destrezas [7] [11][12].

Es importante notar que en estos conceptos se toma como idea estratégica la tecnología³, la cual dentro de este contexto se relaciona con la aplicación de los conocimientos científicos para la generación de bienes y/o servicios. En la Gestión Tecnológica se identifican necesidades y oportunidades tecnológicas, y se planifican, diseñan, desarrollan e implantan soluciones tecnológicas [6].

La implementación de la gestión tecnológica dentro de una empresa es necesaria para racionalizar los procesos de acumulación del conocimiento, desarrollar procesos de aprendizaje efectivo acerca de las tecnologías existentes y finalmente desarrollar, asimilar y aplicar las nuevas tecnologías. Desde este punto de vista existen dos modelos para aplicar la gestión tecnológica: El primero, empresas usuarias de tecnología, aplican un modelo de gestión tecnológica basado en la transferencia, negociación, impacto y asimilación de tecnologías bajo el esquema de proyecto de adquisición. El segundo, empresas productoras de tecnología, aplican en la gestión tecnológica la transferencia, desagregación, asimilación y adaptación de tecnologías bajo el esquema de proyecto científico tecnológico [10].

2.3 Herramientas de la Gestión Tecnológica

De acuerdo con [37], el segundo campo de mayor relevancia en Latinoamérica se centra en dos herramientas principales de la gestión tecnológica: la vigilancia tanto tecnológica como comercial y la prospectiva tecnológica. Adicionalmente también se encuentran estudios de inteligencia competitiva, inteligencia tecnológica⁴ e inteligencia comercial. Entre otras herramientas importantes se encuentran el diagnostico tecnológico y el bechmarking.

2.3.1 Vigilancia Tecnológica

De acuerdo con [7], la vigilancia tecnológica aparece como una de las herramientas claves para la gestión de la tecnología. Esto porque para mantener actualizada la estructura tecnológica de una organización o un sector se hace primordial la detección de los cambios de tendencias y las nuevas tecnologías con la suficiente anticipación para poder evaluarlas y prepararse, bien sea para su adopción o explotación o para entender las dinámicas del conocimiento en un área determinada.

El propósito principal de la vigilancia tecnológica es apoyar la toma de decisiones en una empresa avisando sobre posibles amenazas y oportunidades, aportando

³ "Es el conjunto organizado de conocimientos científicos y empíricos para su empleo en la producción, comercialización y uso de bienes y servicios" citado en [13].

⁴ La Inteligencia tecnológica es un integrador de diversas herramientas de gestión tecnológica y dependiendo de la complejidad del sistema que se requiera analizar se deben utilizar más o menos herramientas.

nuevos elementos y enfoques y a su vez reduciendo el riesgo. De acuerdo con [46] la vigilancia es el esfuerzo sistemático y organizador por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad o amenaza para ella. Teniendo en cuenta estos aspectos, en [37] se define la vigilancia como la actividad de identificar las evoluciones y novedades de la tecnología, tanto en proceso como en producto con el fin de determinar las oportunidades y amenazas que vienen del entorno, que puedan incidir en el futuro de las variables tecnológicas en la organización y sus procesos productivos.

Para la identificación de tendencias tecnológicas, en las actividades de vigilancia tecnológica se parte del hecho de que los resultados científicos y tecnológicos se transmiten por medios escritos, por lo tanto las publicaciones son uno de los resultados de la vigilancia. Por otra parte, se tiene que dichas publicaciones se deben recoger en bases de datos, por lo cual las consulta de estas en un buen método para obtener información [40]. Por esta razón los insumos principales de la vigilancia tecnológica son las bases de datos de artículos y de patentes.

La vigilancia tecnológica es un ejercicio sistemático, que se desarrolla en un ciclo, por lo cual varios actores han formulado modelos que pueden ser resumidos en cuatro grandes fases, que se muestran a continuación:

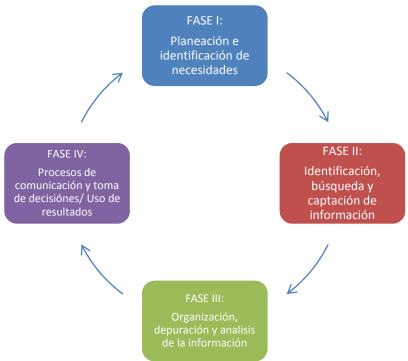


Figura 1. Etapas del Proceso de Vigilancia Tecnológica⁵

.

⁵ Adaptado de [37].

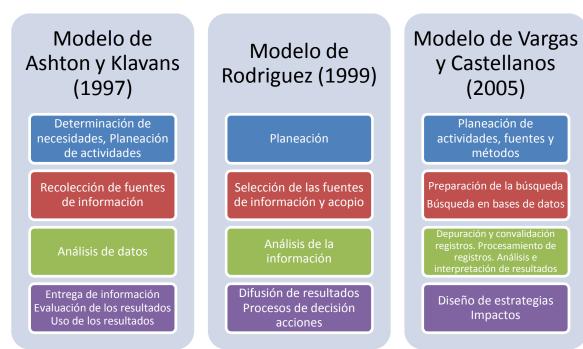


Figura 2. Modelos de Vigilancia Tecnológica⁶

El esquema que representa el ciclo de la vigilancia tecnológica muestra que el proceso requiere la adquisición de información tanto del interior como del entorno y busca proyectarla de manera tal que permita apoyar la toma de decisiones en la organización. Cada una de las fases a su vez, presenta procesos, tareas, elementos, consideraciones y características que llevan a que su ejecución se realice de manera adecuada.

2.3.2 Prospectiva Tecnológica

De acuerdo con [37], dentro de las corrientes que estudian el futuro, se comparte la opinión que estos permiten construir el futuro sabiendo de antemano que existe una amplia gama de posibilidades y que lo que se requiera hacer para lograr alguna de ellas es un esfuerzo fruto de una visión compartida.

Los estudios del futuro son una disciplina, la cual se creó a partir de la necesidad del hombre de visualizar el futuro a largo plazo. Dentro de este contexto, en [38] se nombran por lo menos cinco grandes enfoques: proyecciones, predicciones, previsión, pronósticos y prospectiva. Los primeros cuatro enfoques parten del presente y del pasado para acceder al futuro, a diferencia de la prospectiva que parte del futuro.

Po lo anterior la prospectiva es una de las corrientes más difundidas a nivel latinoamericano y mundial, pues como se mencionó anteriormente parte del futuro y enfoca las acciones presentes hacia él, teniendo en cuenta las posibilidades o limitaciones que brinda la evolución pasada para alcanzar un futuro deseado [39].

⁶ Adaptado de [37].

De acuerdo con [7], [39], [40], citados en [37], la prospectiva tecnológica está constituida por un conjunto de análisis y estudios encaminados a explorar o predecir, con cierto nivel de confianza, posibles estados futuros de la tecnología y su influencia en la organización, de tal manera que ayude a comprender mejor cuáles son las fuerzas que pueden modelar el futuro a largo plazo.

Los análisis prospectivos tienden hacia el diseño de un escenario probable y de varios alternos, para lo cual ser requiere realizar una fase previa donde se identifiquen las variables que integran los escenarios. Después esto, se determinan las estrategias necesarias para alcanzar el escenario más favorable [37]. Aún así, en los estudios de prospectiva tecnológica realista se deben hacer presentes varias posibles soluciones, hasta quedar reducidas a una única de acuerdo con el avance del tiempo [39].

Los ejercicios de prospectiva tecnológica tienen varios elementos esenciales a considerar: requieren una movilización de gran cantidad de personas, anticipación con respecto a tendencias y necesidades sociales, económicas y tecnológicas, son la elaboración de visiones estratégicas que proporcionan información para tomas de decisiones y de compromisos que se deben adquirir en el presente [43].

Algunas herramientas utilizadas en los ejercicios de prospectiva pueden ser: Definición de variables, matriz DOFA, lluvia de ideas, árbol de competencias, análisis de pertinencia, analisis estructural, matriz de análisis relacional, método MIC MAC, IGO, abaco de Regnier, método de expertos, encuesta MIC MAC, método de escenarios, análisis Morfológico, ejes de Schwartz, métodos multicriterios, MULTIPOL, árbol de pertinencia y planeación estratégica [42].

Por ejemplo, en las situaciones actuales del sector energético a nivel mundial, adquiere cada día mayor importancia el dotarse de sistemas energéticos con mayor sostenibilidad, los cuales se puedan utilizar causando menores efectos nocivos para el ambiente y que a su vez impulsen el crecimiento económico. Es por esta razón que se han venido realizando esfuerzos en investigaciones y desarrollo en identificar y buscar nuevas tecnologías energéticas que se ajusten a las necesidades futuras, trayendo con ello la realización de diversos estudios de prospectiva tecnológica.

2.4 Modelos de Gestión Tecnológica

2.4.1 Modelo de Ray Geanhi

El modelo planteado en [15] expresa que, aunque en los mercados globalizados actuales, la tecnología es uno de los factores críticos para el crecimiento y la supervivencia de las organizaciones, la gestión de esta tecnología requiere de la asignación de recursos la innovación, el desarrollo de nuevos productos y el talento humano especializado, entre otros

Este autor presenta un modelo de gestión para industrias de base tecnológica. Divide la gestión tecnológica en tres subsistemas: subsistema de transformación, subsistema de recursos y subsistema de integración y visión.

A. Subsistema de transformación: Hace referencia a la gestión de competencias en el núcleo de los procesos transformacionales, es decir, aquellos que convierten

propiedad intelectual en operaciones y desarrollo de nuevos productos. Este subsistema está compuesto por las siguientes competencias:

- La gestión de las operaciones de producción y la ingeniería de automatización.
- La gestión del "know-how" y la propiedad intelectual
- La gestión del desarrollo de productos, la confianza del cliente y el mercado.
- B. Subsistema de recursos: Está relacionado con la gestión de tres recursos de apoyo claves para la gestión tecnológica:
 - Gestión de la calidad en los productos y servicios y la gestión de la confiabilidad de la producción.
 - Gestión del procesamiento de la información y la comunicación.
 - Gestión del personal, incluyendo equipos y cultura de cambio e innovación.
- C. Subsistema de integración y visión: Está orientado a la gestión de la integración entre las competencias de los dos subsistemas anteriores y comprende:
 - La gestión de proyectos tecnológicos y de integración.
 - La gestión del liderazgo y la dirección visionaria para la ganancia.

2.4.2 Gestión Tecnológica por Thamhain

Thamhain [12] define la gestión tecnológica como el arte y la ciencia de crear valor usando la tecnología junto con otros recursos de la organización.

A partir de la definición del National Research Council (1987): "La gestión de tecnología vincula las disciplinas de la ingeniería, la ciencia y la administración para planear, desarrollar e implementar capacidades tecnológicas para trazar, ejecutar las metas estratégicas y operacionales de una organización". También hace énfasis en 7 dimensiones involucradas en la gestión tecnológica:

- La gestión de la ingeniería, las ciencias naturales y las ciencias sociales.
- Las ciencias administrativas para la planeación, la selección, el desarrollo y la implementación de la tecnología.
- El desarrollo de capacidades operacionales y servicios de campo.
- Los procesos operacionales, herramientas, técnicas y personal.
- La dirección y el liderazgo hacia el desarrollo de nuevos productos y servicios.
- El ambiente de negocios, la cultura organizacional y la estrategia de negocios y su influencia recíproca.
- La gestión de muchos componentes interdisciplinarios, la gestión de su integración en un solo sistema y la gestión de dicho sistema.

2.4.3 Modelo Propuesto por la Fundación para la Innovación COTEC

De acuerdo con [7], se reconoce la gestión de la tecnología como una práctica esencial de cualquier negocio y resalta la relación entre la tecnología y la innovación en los procesos de gestión tecnológica. Además describe la gestión tecnológica a partir de tres modelos que explican aquello que requiere la gestión de la tecnología, la forma como se articula en una empresa y la razón para realizarla.

Modelo 1. Elementos clave del proceso de innovación: Expone los elementos claves para gestionar de forma exitosa el cambio tecnológico en los productos y servicios: focalizar las señales, desarrollar una respuesta estratégica, adquirir el conocimiento necesario, implantar la solución y aprender

Modelo 2. Gestión de la tecnología y procesos de innovación empresarial: Describe la forma en que se pueden articular procesos de innovación como la formulación de una estrategia tecnológica o el desarrollo de nuevos productos para obtener de estos el máximo valor

Modelo 3. Importancia de la gestión de la tecnología: Muestra la forma en que se pueden relacionar la gestión de la tecnología y otras funciones de gestión para mejorar el rendimiento empresarial. Puede ser utilizado para mostrar el impacto de la innovación y la gestión de la tecnología en los negocios y cómo ellos pueden contribuir a la gestión de la tecnología

De acuerdo con el modelo planteado por la fundación Cotec para la innovación tecnológica, para alcanzar los puntos clave de innovación, las empresas deben integrar procedimientos particulares y luego agruparlos en procedimientos empresariales [7].

2.4.4 Gestión Tecnológica por Bernal y Laverde

Bernal y Laverde [16] proponen que la gestión tecnológica debe ser extendida hacia todas las áreas imperantes de una organización a través de cuatro procesos principales: La gestión del conocimiento (aprendizaje individual, aprendizaje en equipo, conocimientos y valores organizacionales), la administración de la información (búsqueda, generación, acopio, manejo participativo), la administración de los procesos productivos (asimilación, adaptación, diseño de materiales y materias primas), y la gerencia de procesos administrativos y directivos (mecanismos de evaluación, manejo, negociación y transferencia de tecnologías

2.4.5 Modelo Propuesto por Antonio Hidalgo Nuchera

En este modelo el autor propone que para llevar a cabo una gestión tecnológica eficiente se deben definir un conjunto de relaciones que especifiquen como se deben llevar a cabo los procesos para gestión exitosa y a su vez deben existir la aplicación de unas herramientas para la gestión tecnológica que permitan un control de las actividades [8].



Figura 3. Modelo Propuesto por Antonio Nuchera.

.

⁷ Adaptado de [8]

El modelo está enmarcado en dos procesos, un proceso activo y el proceso de apoyo. Dentro del proceso activo se encuentra la evaluación de la competitividad, el diseño de la estrategia tecnológica, el incremento del patrimonio tecnológico y la implementación de las fases de desarrollo.

Se definen las herramientas⁸ asociadas a cada función, ya sea activa o de apoyo siendo unas de las más importantes el análisis DOFA, auditoria tecnológica, gestión de proyectos, adquisición tecnológica, mapa tecnológico y gestión de competencias.

Se presenta la gestión tecnológica de una forma sistemática, claramente estructurada, en la cual se identifican las fases básicas para la implementación de los modelos de gestión, la forma como se relacionan y la secuencialidad de las mismas

2.4.6 Modelo de las Seis Facetas⁹.

Según dice [Kearns, et al. (2005)] el modelo de las seis facetas está concebido para implementar nuevas tecnologías innovadoras dentro de una organización, es decir; moldea y evalúa la implementación de nuevos procesos tecnológicos dentro de una organización [33]

El modelo está compuesto por seis facetas de gestión: Evaluación de la Tecnología, Integración de los procesos y productos, Planeación, Implementación, Entrenamiento y Cambio. Este modelo es especial organizaciones donde los cambios en la tecnología se dan continuamente. El modelo se muestra gráficamente en la Figura 9. Se puede observar que cada una de las facetas del modelo está relacionada con las demás por medio de traslapo entre las facetas adyacentes, con lo cual se indica que cada una ellas es tan importante como las demás. Este significado infiere a pensar que dentro de la implementación de cualquier nuevo proceso de tecnología y del modelo, si no se tienen en cuenta las seis facetas por igual, los resultados obtenidos no serían productivos o confiables [33]

De acuerdo con [Kearns, et al. (2005)] la faceta de evaluación de la tecnología envuelve la selección de tecnología y evaluación de la implementación y post-implementación. Es necesario el mejoramiento continuo para asegurar que la tecnología es siempre efectiva. La integración de Procesos y Productos se determina como una tecnología puede ser introducida en el ambiente organizacional y la necesidad de interacción con el proceso. En la faceta de Planeación se define un alcance que previene que tareas complejas consuman recursos, es decir; las únicas tareas a las que se dedicará es a las planeadas y esto se consigue básicamente con un plan del proyecto. En la faceta de implementación se realiza todo lo propuesto en el plan, específicamente la implementación planeada de la nueva tecnología. El éxito de una tecnología depende de su compatibilidad para ser usada y el factor humano de implementar dicha tecnología. La faceta de Entrenamiento se refiere al aprendizaje de la utilización de la nueva tecnología y finalmente en la faceta de Cambio se refiere a la innovación organizacional la cual conlleva a una implementación exitosa de la tecnología [33].

-

⁸ Son necesarias para ser adaptadas a la cultura de la empresa para adecuarse a sus propios fines y situaciones

⁹ Del inglés "The Six Facets Model"

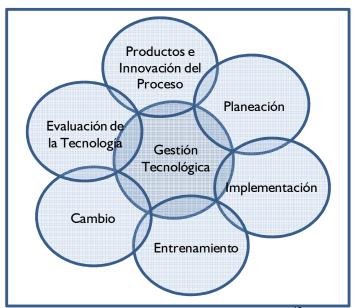


Figura 4. Modelo de Las Seis Facetas¹⁰

2.5 Casos de Aplicación

Dado que la gestión tecnológica no es un campo del saber puramente teórico sobre la tecnología y su desarrollo, sino también una práctica basada en un conocimiento derivado del análisis y la interpretación de las observaciones del comportamiento del desarrollo tecnológico, se presentan a continuación algunos casos de aplicación de la gestión tecnológica en diversos contextos:

Mejía [6], utilizó un instrumento para valorar el desarrollo tecnológico de una compañía con base en el conocimiento sobre los procesos y productos que desarrolla, el grado de proactividad establecido por la gerencia, la posición de la empresa en el mercado, y el manejo de información.

Moreno y Matamoros [17] realizaron un análisis sobre el proceso de transferencia de tecnología en Latinoamérica, la legislación del comercio internacional de tecnología y la apertura hacia mercados internacionales, y el papel de los empresarios y funcionarios públicos en los procesos de selección y compra de tecnología.

Fernández de Lucio [18] desarrolló un modelo de tres fases con el objetivo de mejorar la capacidad de interacción y comunicación de los elementos clave del proceso innovador: el conjunto de empresas de infraestructura industrial, los centros de I&D y las acciones de las administraciones. Las fases de evolución del modelo son: dinamización, cooperación e integración sectorial.

El Programa nacional de prospectiva tecnológica e industrial de COLCIENCIAS pretende construir una plataforma de generación e intercambio de conocimiento prospectivo, experiencias y mejores prácticas, utilizando modernas técnicas de gestión de conocimiento y comunicación. Está compuesto por una serie de actividades relacionadas con el desarrollo de capacidades nacionales en prospectiva, vigilancia tecnológica e industrial, generación de aplicaciones y ejercicios concretos y exitosos

_

¹⁰ Adaptado de [33]

2.6 Gestión Tecnológica en Instituciones de Educación Superior

2.6.1 Universidades Latinoamericanas

Universidad Santiago de Chile: Cuenta dentro de su vicerrectoría de investigación y desarrollo, con un departamento de Gestión Tecnológica encargado de dar apoyo a las actividades de asistencia técnica y a la gestión de proyectos relacionados con la adaptación y desarrollo de tecnologías, asistencia técnica, educación continua y prestación de servicios técnicos.

Universidad Nacional de La Plata en Argentina: A través de unidades de vinculación tecnológica promueve la identificación, selección y formulación de proyectos de investigación y desarrollo, transmisión de tecnología y asistencia técnica.

Universidad Nacional del Rosario en Argentina: Promueve actividades de investigación y desarrollo tecnológico, que involucran a miembros de las distintas unidades académicas con la comunidad y el sector productivo, a través de la oficina de vinculación tecnológica. Su objetivo es contribuir al desarrollo social y productivo de la región, al crecimiento académico y al impulso de la investigación hacia el interior de la misma.

Universidad Nacional Autónoma de México. Centro para la Innovación Tecnológica (CIT). El CIT tiene una doble misión: la académica, que realiza mediante la investigación y formación de recursos humanos en materia de administración de la innovación tecnológica; y la de servicio a otras dependencias universitarias, que lleva a cabo mediante acciones diversas de vinculación entre las capacidades tecnológicas de la UNAM y los requerimientos del sector productivo.

2.6.2 Universidades Nacionales

Universidad Nacional: Propone una metodología para la investigación, el desarrollo y la aplicación de la gestión tecnológica. Esta metodología se plantea en dos niveles: uno orientado al fortalecimiento de la gestión tecnológica como tal y otro, hacia su investigación y desarrollo. El modelo se compone de siete elementos: Enfoque conceptual; relación gestión tecnológica-sector de estudio; dimensiones de la gestión; estructuración del proceso de investigación y desarrollo en gestión; formulación de principios; definición de estructuras y planteamiento de estrategias [19]

Como parte de su estructura organizacional, la universidad cuenta con una Unidad de Gestión Tecnológica, encargada de proponer enlaces para la realización de proyectos de desarrollo tecnológico, económico, industrial, social y cultural, enmarcados en el contexto de la innovación, la competitividad y la construcción del conocimiento

Universidad de Antioquia: A través de la Vicerrectoría de Investigación ofrece servicios de gestión tecnológica relacionados con la innovación, generación, adecuación, transferencia o actualización de tecnología; y con la difusión, comercialización y protección de la propiedad intelectual de procesos tecnológicos, resultantes de las actividades de investigación, docencia o asistencia, realizadas por las diferentes unidades de la Universidad. Además cuenta con un programa de gestión tecnológica que buscar fortalecer la capacidad investigativa y una unidad de transferencia tecnológica encargada de dinamizar y gestionar las actividades de generación de conocimiento y la colaboración científica

La Universidad del Valle: Ha desarrollado un modelo de gestión de tipo sistémico para la gestión de la ciencia y la tecnología en la institución en procura de mejores condiciones

de competencia frente a otras entidades, de recursos para la investigación y el desarrollo tecnológico, y de lograr un mayor impacto de la investigación en la modernización de la docencia y el mejoramiento académico en general.

Universidad Tecnológica de Pereira: Dispone de una Unidad de Gestión Tecnológica que desarrolla las siguientes funciones: la transferencia de tecnología relacionada con la demanda y oferta tecnológica, la transferencia de resultados tecnológicos al medio (sistema regional y nacional de tecnología, otras instituciones de investigación), la acreditación de laboratorios, y el fomento a la creación de empresas de base tecnológica en la comunidad académica.

De acuerdo con lo mencionado en [37], se puede notar una tendencia de aumento en los trabajos desarrollados de gestión tecnológica, específicamente en tres áreas del conocimiento: la gestión tecnológica con respecto a la creación de programas de maestría y especialización en el tema, la administración de empresas tanto en pregrado como en posgrado y la ingeniería especialmente en pregrado.

2.6.3 Universidad Industrial de Santander

En la Universidad Industrial de Santander se han generado algunas de la gestión de tecnologías como producto de la investigación a nivel de pregrado y postgrado, y asesorías a empresas de diversos sectores a nivel regional, nacional e internacional. Estas investigaciones incluyen una contextualización de la gestión tecnológica al entorno académico haciendo énfasis en la definición de su cadena de valor y en el estudio del nivel tecnológico de algunos laboratorios de la facultad de ingenierías físico- mecánicas, en el área de ingeniería eléctrica y electrónica [21].[23].

Se han construido modelos de gestión tecnológica para empresas del sector eléctrico [20] [25] y metodologías de inteligencia competitiva aplicadas al análisis de mercados de energía [26] para reconocidas empresas del sector eléctrico colombiano, y de algunos países de América Latina [27] [28] con el fin de generar estrategias para aumentar su ventaja competitiva y obtener una mayor disposición y capacidad para planear, desarrollar e implementar soluciones tecnológicas para el logro de sus objetivos estratégicos y técnicos.

Se ha incursionado también en la asesoría de empresas del sector petrolero [29] con el diseño de una metodología de inteligencia competitiva como soporte a las estrategias de mejora continua de los procesos de información técnica del Instituto Colombiano de Petróleos

Para el sector metalmecánico[22] y el sector eléctrico [24] se han diseñado y aplicado procedimientos e instrumentos para evaluar el nivel tecnológico de la infraestructura de algunas empresas, como primera fase de un modelo de gestión tecnológica que puede ser adaptado y aplicado a otras empresas, lo cual se ha depurado a nivel internacional [30].

En el Centro de Investigación en Innovación y Tecnología INNOTEC de la Escuela de Estudios Industriales, se han desarrollado proyectos relacionados con la identificación de líneas estratégicas de investigación de la Universidad Industrial de Santander en áreas de tecnologías de la información y comunicación: tics y recursos energéticos, a través de la aplicación de metodologías de vigilancia tecnológica y prospectiva [31][32].

3. METODOLOGÍA

El presente trabajo se divide en dos partes principales, en la primera se busca identificar cuáles son los laboratorios que se deben implementar en la escuela de ingeniería eléctrica, basados en la revisión de ejercicios de prospectiva tecnológica y su confrontación con el perfil del ingeniero electricista definido por la Escuela.

En la segunda parte y a partir de los resultados obtenidos en la primera parte, se busca obtener un listado de tecnologías disponibles para dotar los laboratorios determinados en la primera parte. Inicialmente se determinan las competencias asociadas a las asignaturas correspondientes a los laboratorios identificados. Después se procede a realizar la vigilancia tecnológica de equipos disponibles para cada uno de los laboratorios, teniendo en cuentas sus características técnicas, costo, garantía y las competencias que refuerza cada uno de los equipos encontrados.

A continuación se especifican los pasos realizados y los resultados obtenidos.

3.1 Revisión de Laboratorios a Nivel Nacional

Se realizó una búsqueda de las instituciones de educación superior a nivel nacional que cuentan con el programa académico de ingeniería eléctrica. Para la recopilación de esta información se consultó la base de datos de la página web SNIES¹¹: A partir de las instituciones obtenidas, y a través de la página web respectiva, se realizó la búsqueda de información de los tipos de laboratorios de ingeniería eléctrica. Sin embargo, no en todas las páginas se encontró la información disponible, por lo cual solo se listan las instituciones que tenían disponibilidad de este tipo de información en la tabla a continuación.

NOMBRE INSTITUCIÓN	LABORATORIOS	
Universidad de Antioquia	Máquinas eléctricas	
	Electricidad general	
	Electrónica básica y circuitos,	
	Alta tensión (Servicios)	
	Calidad de la energía	
	Accionamientos y control de máquinas	
Universidad Nacional de Colombia -	Alto Voltaje (Docencia, Investigación y	
Sede Medellín	Extensión)	
	Electricidad, electrónica y automatización	
	(Docencia Investigación y extensión)	
	Diagnóstico de maquinaria – aula de	
	docencia (Docencia, investigación)	
	Máquinas y medidas eléctricas	
	(Docencia, investigación y extensión)	
Universidad Pontificia Bolivariana -	Circuitos eléctricos (Docencia)	
Medellín	Electricidad y magnetismo (Docencia)	
	Laboratorio de máquinas eléctricas	
	(Docencia)	
Universidad del Norte	Sala de Investigación de sistemas de	
	potencia	

¹¹ Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, Ministerio de Educación Nacional

-

	Laboratorio de aprendizaje activo y colaborativo de ingenierías en ambientes digitales. Salón laboratorio 1 Salón laboratorio 2
Universidad de la Salle	No se tiene información detallada
Universidad de los Andes	Básico Digital Avanzado Calidad de potencia Sistemas de potencia Sala de aprendizaje activo Sistemas de Control
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	No se tiene información detallada
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	No se tiene información detallada
Universidad Nacional de Colombia	Máquina Eléctricas Mediciones Compatibilidad Electromagnética (Investigación) Electronica de Potencia Ensayos Eléctricos e Industriales: Área de ensayos de impulso, termoeléctricos, multiprueba e iluminación. Área de metrología (Servicios)
Corporación Universitaria de la Costa	,
Universidad del Sinú	Electricidad y electrónica Accionamientos Eléctricos
Universidad de Pamplona	Máquinas eléctricas Máquinas potenciales Controles industriales
Universidad Tecnológica de Pereira	Circuitos Eléctricos Electrónica Máquinas eléctricas Medidas eléctricas Laboratorio de Revelación (digitales y automatización industrial) Control Electronica de Potencia Nuevas Tecnologías Metrología
Universidad Autónoma del Occidente	Química Física Conversión de energía (Circuitos Eléctricos, Máquinas Rotativas y Estáticas, Accionamientos Eléctricos,

	Automatización Integrada,		
	Subestaciones y Sistemas Eléctricos Integrados)		
	Máquina Eléctricas		
	Transformadores		
	Circuitos Eléctricos y Electrónica		
	Lógica Cableada y Programada		
	Eficiencia Energética (mediciones con		
	equipos de calidad de energía).		
Universidad del Valle	Accionamientos y electrónica de potencia		
	Alta tensión		
	Patronamiento de equipo eléctrico		
	Circuitos eléctricos		
	Automática		
	Robótica		
	Electronica		
	Instrumentación		
	Secuenciales y tiempo real		
	Visión artificial		
	Máquinas eléctricas		
	Fuentes alternas de energía		

Tabla 1. Laboratorios de Ingeniería Eléctrica en Universidades de Colombia

De acuerdo con la información anterior, se puede observar que la mayoría de los establecimientos cuentan con laboratorios de docencia para las materias básicas de ingeniería como son circuitos, electrónica, máquinas eléctricas, control de máquinas y electrónica de potencia. Tres de los establecimientos cuentan con laboratorios para la simulación de sistemas de potencia y otros tres cuentan con laboratorio de calidad de la energía.

A nivel de investigación la Universidad Nacional cuenta con un laboratorio especifico para la investigación en temas relacionados con compatibilidad electromagnética.

A nivel de prestación de servicios, se realizó una búsqueda en la base de datos de la ONAC¹² para verificar los laboratorios que se encuentran acreditados para la realización de pruebas de calibración y ensayos.

Como laboratorios de ensayo, se encontró que los laboratorios de patronamiento de equipo eléctrico y alta tensión de la Universidad del Valle cuentan con certificación en el área de equipamiento eléctrico. Al igual que el Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "Fabio Chaparro" de la Universidad Nacional Sede Bogotá.

Como laboratorios de calibración, se encontró que el Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "Fabio Chaparro" de la Universidad Nacional Sede Bogotá cuenta con certificación en el área de electricidad alta frecuencia.

_

¹² Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. http://www.onac.org.co

Ya particularmente en la Universidad Industrial de Santander, la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, para su área de ingeniería eléctrica cuenta con laboratorios de docencia en las áreas de alta tensión, máquinas eléctricas, formación básica (electrónica básica, circuitos eléctricos y mediciones eléctricas) y sistemas digitales. Actualmente no se cuenta con laboratorios acreditados para la prestación de servicios de pruebas y/o calibración.

EQUIPOS DE LABORATORIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
		JINAS ELÉCTRIC		
EQUIPOS	CANTIDAD	MARCA	CARACTERÍSTICAS	
Transformador Trifásico	2	BURKLE	8 kVA, 60 Hz, 220/110 V	
Transformador Monofásico variable	1	FOSTER		
Transformador Trifásico variable	2	FOSTER		
Máquina sincrónica	1	HUBNER	10 kVA, 127/220 V Δ/Y, 1800 rpm	
Multirotor de CC	1	THE	5 kVA, 60 Hz, 220 V,	
		MARCFARLAN	1800 rpm	
Grupo Motor-Generador de CC	2	ASSOCIATED		
		ELECTRIC	3 kW, 110 V, 1800 rpm	
Arrancador	2	ASSOCIATED		
		ELECTRIC	5 HP, 110 V	
Motor sincrónico	1	SIEMENS	5.5 HP	
Telurómetro medidor de				
resistividad	1	METRE		
Cosenofímetro	1	YEW		
Vatímetro	2	YEW		
Puente de Wheatstone	1	YEW		
Multímetro dígital	4	FLUKE		
Transformador Monofásico	2	ONAR	2 kVA, 132/264 V, 60 Hz	
Transformador Monofásico	2	ONAR	5 kVA, 220/440 V, 60 Hz	
Transformador Trifásico	2	ONAR	8 kVA, 220/127 V, 60 Hz	
Estroboscopio	1	GENERAL RADIO		
Lámpara estroboscópica	1			
Tacómetro digital sin contacto	4	EXTECH		
Osciloscopio digital con software	2	FLUKE		
Medidor de aislamiento	2	FLUKE		
Multímetro gráfico u osciloscopio	6	EXTECH		
Voltímetro de hierro móvil	10	DE LORENZO		
Osciloscopio análogo o digital	5	DE LORENZO	300 MHz	
Autotransformador Trifásico	5	DE LORENZO	6.24 kVA, Vin:400 V, Vout:0-450 V, 50/60 Hz	
Máquina sincrónica trifásica	10	DE LORENZO	1.5 kVA, 127/220 V Δ/Y, 1800 rpm	
Motor de inducción monofásico	5	DE LORENZO	0.37 kW, 110/220 V, 1700 rpm	
Motor de inducción trifásico jaula de ardilla	5	DE LORENZO	1.5 kW, 127/220 V Δ/Y, 1700 rpm	
Motor de inducción trifásico de rotor devanado	5	DE LORENZO	1.5 kW, 127/220 V Δ/Y, 1680 rpm	
Máquina de derivación de CC	5	DE LORENZO	1.8 kW, 200 V, 1800 rpm	

l			0.42 kW, 240-205 V,
Motor universal	5	DE LORENZO	3000 rpm
Wotor universal	<u> </u>	DE CONCINZO	0.1 kW, 127/220 V Δ/Y,
Motor de reluctancia	5	DE LORENZO	1800 rpm
Variador de velocidad	<u> </u>	EUROTHERM	1666 16111
Variador do Volocidad	5	DRIVES	
Vatímetro monofásico digital	10	HAMEG	
Vatímetro monofásico	27	DE LORENZO	1000/1 W
Amperimetro análogo de CC	10	DE LORENZO	10:00 a.m.
Amperimetro análogo de CC	10	DE LORENZO	20 A
Miliamperimetro de CC	5	DE LORENZO	
Miliamperimetro de CA	5	DE LORENZO	
Milivoltmetro de CC	5	DE LORENZO	
Fototacómetro digital	5	DE LORENZO	
Carga resistiva	5	DE LORENZO	3X500 W
Carga inductiva	5	DE LORENZO	3X500 Var
Carga capacitiva	5	DE LORENZO	3X500 Var
Multímetro digital	10	DE LORENZO	
Amperimetro análogo de CC	10	DE LORENZO	02:00 a.m.
Amperimetro análogo de CA	10	DE LORENZO	05:00 a.m.
Amperimetro análogo de CA	10	DE LORENZO	10:00 a.m.
Voltímetro análogo CC/CA	20	DE LORENZO	20 V
Voltímetro análogo CC/CA	20	DE LORENZO	300 V
Analizador de calidad de potencia			
portatil	2	DRANETZ-BMI	
LABOR	ATORIO DE A	ALTA TENSIÓN	
EQUIPOS	CANTIDAD	MARCA	CARACTERÍSTICAS
EQUIPOS Generador de impulsos de tensión	CANTIDAD 1	MARCA HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV,
·			Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ,
·			Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso
·			Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90%
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra)
·			Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600,
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600,
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación
Generador de impulsos de tensión	1	HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación calibrada: 10555/1
Generador de impulsos de tensión Transformador de pruebas	1	FOSTER	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación
Generador de impulsos de tensión Transformador de pruebas Espinterómetro	1	HAEFELY FOSTER HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación calibrada: 10555/1 Diámetro de esferas: 25 cm
Generador de impulsos de tensión Transformador de pruebas	1	FOSTER	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación calibrada: 10555/1 Diámetro de esferas: 25 cm Máxima tensión de salida:
Generador de impulsos de tensión Transformador de pruebas Espinterómetro	1	HAEFELY FOSTER HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación calibrada: 10555/1 Diámetro de esferas: 25 cm Máxima tensión de salida: 60 kV, 60 Hz, separación
Generador de impulsos de tensión Transformador de pruebas Espinterómetro Chispometro	1	HAEFELY HAEFELY SIEMENS	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación calibrada: 10555/1 Diámetro de esferas: 25 cm Máxima tensión de salida: 60 kV, 60 Hz, separación entre electrodos: 2,5 mm
Generador de impulsos de tensión Transformador de pruebas Espinterómetro	1	HAEFELY FOSTER HAEFELY	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación calibrada: 10555/1 Diámetro de esferas: 25 cm Máxima tensión de salida: 60 kV, 60 Hz, separación entre electrodos: 2,5 mm Relación 720,5:1,
Generador de impulsos de tensión Transformador de pruebas Espinterómetro Chispometro	1	HAEFELY HAEFELY SIEMENS	Tensión nominal: 800 kV, Energía máxima: 20 kJ, Eficiencia: 95% (Impulso atmosférico) - 90% (Impulso de maniobra) Transformador tipo tanque, monofásico, 60 Hz, Relación de transformación: 1 a 600, 20 kVA, Tensión nominal primario: 500 V, Tensión nominal secundario: 300 kV, Corriente nominal secundario: 63 mA. Incluye divisor de tensión resistivo con relación calibrada: 10555/1 Diámetro de esferas: 25 cm Máxima tensión de salida: 60 kV, 60 Hz, separación entre electrodos: 2,5 mm

			(Impulso atmosférico) - 1000 KV (Impulso de maniobra) Osciloscopio Fluke 105,
Osciloscopio	1	FLUKE	100 kHz
Computador	1	DELL	Computador Procesador Pentium 3,4 GHz, RAM 1 GB, Monitor 15".
LABORATOF	RIO FORMACIO	ÓN BÁSICA CIVI	L 111
EQUIPOS	CANTIDAD	MARCA	CARACTERÍSTICAS
Oscilocopio digital 60 MHz		GW Instek	Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA
Generador de señales		BK Precision	Ref 4040A,120 VAC 40A
Fuente de alimentación dual		BK Precision	Ref 1672, 120 VAC, 3A
Multimetro digital		BEK	Ref 66B2660
Multimetro Análogo	12	Mastech	Ref 6030
		ÓN BÁSICA CIVI	
EQUIPOS	CANTIDAD	MARCA	CARACTERÍSTICAS
Oscilocopio digital 60 MHz	15	GW Instek	Ref GDS 1062, 120 VAC, 18 W, 40 VA
Generador de señales 2 MHz		Hung chang	Ref 9205C, 120 VAC, 70 VA
Fuente de alimentación dual		BK Precision	Ref 1672, 120 VAC, 3 A
Medidor de impedancias		Philips	120 VAC, 13 W
Multímetro digital	6		Ref 66B2660
LABORATOR	_		
LABURATUR	IIU FURIVIACIO	ON BASICA CIVI	L I IO
	CANTIDAD	MARCA	CARACTERÍSTICAS
EQUIPOS	CANTIDAD	MARCA	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC,
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz	CANTIDAD 8	MARCA GW Instek	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales	CANTIDAD 8 8	MARCA GW Instek BK Precision	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual	8 8 8	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital	8 8 8 8	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT	8 8 8 8 8 ORIO DE SIST	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS	8 8 8 8	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT	8 8 8 8 8 ORIO DE SIST	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS	8 8 8 8 ORIO DE SIST	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz	8 8 8 8 ORIO DE SIST CANTIDAD GW Instek BK	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC)
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz	8 8 8 8 ORIO DE SIST	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC)
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz	8 8 8 8 7 ORIO DE SIST CANTIDAD GW Instek BK Precision BK	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz	8 8 8 8 CORIO DE SIST CANTIDAD GW Instek BK Precision	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz Fuente de alimentación dual Computadores	BK Precision BK Precision BK Precision BK Precision	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10 10	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A (entrada); 18.3 VDC, 6 A (salida)
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz Fuente de alimentación dual Computadores Multímetro digital	BK Precision BK Precision BK Precision BK PRECISION BK	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10 10 10 10	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A (entrada); 18.3 VDC, 6 A
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz Fuente de alimentación dual Computadores Multímetro digital Tarjeta Spartan 3AN	BK Precision BK Precision BK Precision BK Precision BK Precision MAC	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10 10 10 10 10 10	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A (entrada); 18.3 VDC, 6 A (salida)
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital LABORAT EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz Fuente de alimentación dual Computadores Multímetro digital Tarjeta Spartan 3AN Tarjeta Spartan 3A	BEK Xilinx Xilinx R R R R R R R R R R R R R R R R R R	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A (entrada); 18.3 VDC, 6 A (salida)
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz Fuente de alimentación dual Computadores Multímetro digital Tarjeta Spartan 3AN Tarjeta Spartan 3A Tarjeta Coolrunner-II Starter Kit	BEK Xilinx Xilinx Xilinx Xilinx Xilinx	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A (entrada); 18.3 VDC, 6 A (salida)
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz Fuente de alimentación dual Computadores Multímetro digital Tarjeta Spartan 3AN Tarjeta Spartan 3A Tarjeta Coolrunner-II Starter Kit Tarjeta DEMOQE	BEK Xilinx Xilinx R R R R R R R R R R R R R R R R R R	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A (entrada); 18.3 VDC, 6 A (salida)
EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales Fuente de alimentación dual Multímetro digital EQUIPOS Oscilocopio digital 60 MHz Generador de señales 20 MHz Fuente de alimentación dual Computadores Multímetro digital Tarjeta Spartan 3AN Tarjeta Spartan 3A Tarjeta Coolrunner-II Starter Kit	BEK Xilinx Xilinx Xilinx Xilinx Xilinx	MARCA GW Instek BK Precision BK Precision BEK EMAS DIGITALI MARCA 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	CARACTERÍSTICAS Ref GDS 1062,120 VAC, 18 W, 40 VA Ref 4040A,120 VAC 40A Ref 1672, 120 VAC, 3A Ref 66B2660 ES CARACTERÍSTICAS 120 VAC, 45 W (AC únicamente), 60 W (AC + Batería DC) 120 VAC, 0.2 A 120 VAC, 3 A, 3 Salidas de alimentacion reguladas. Mini MAC 120 VAC, 2 A (entrada); 18.3 VDC, 6 A (salida)

Software ORCAD 9.2	
--------------------	--

Tabla 2. Inventario de los equipos de laboratorios de Ingeniería Electrica de la E3T

Los laboratorios básicos de ingeniería y sistemas digitales fueron modernizados en el año 2008. El laboratorio de máquinas eléctricas fue renovado totalmente por equipos didácticos para la enseñanza en ingeniería.

3.2 Prospectiva Tecnológica en el Área Energía

A continuación se presentan tres estudios de prospectiva tecnológica en el área de energía que se consideraron para el desarrollo del presente trabajo principalmente a su enfoque de líneas de investigación, que es lo que se busca reforzar con los laboratorios de ingeniería eléctrica.

3.2.1 Ejercicio de Prospectiva, Área de Energía, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología

Con el objetivo de establecer nuevos objetivos estratégicos en el sistema de investigación y desarrollo en España, una de las entradas principales para ello, fue la realización de un ejercicio Nacional de Prospectiva en España, que fue puesto en marcha por la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación del MEC a través de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), con la colaboración de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEC) y la Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica e Industrial (OPTI). Se pretendía incluir los resultados obtenidos en los procesos de toma de decisiones y de diseño en la acción pública en materia de investigación y desarrollo e innovación. Este ejercicio contó con diferentes informes en los que fueron analizadas las tendencias del futuro de doce grandes áreas de conocimiento científico-tecnológico [43].

El resultado del ejercicio arroja como resultado cinco tendencias, dentro de las cuales se agrupan líneas prioritarias, las cuales fueron propuestas por un panel de expertos investigadores y tecnólogos con amplia experiencia en las diferentes áreas energéticas. A continuación se presenta un resumen de las tendencias y las líneas que las agrupan.

Tendencias Identificadas	Líneas Prioritarias
Diversificación Energética mediante el	Generación Eólica distribuida y su
uso de energías renovables	integración en la red
	Plantas de concentración de energía solar.
	Tecnologías de torre. Tecnologías de
	captadores solares cilindro parabólicos y
	lineales. Generación directa de vapor.
	Tecnologías de disco solar. Sistemas de
	almacenamiento y transferencia de calor.
	Mejora de las tecnologías de fabricación de
	células solares y módulos fotovoltaicos
	Tecnologías de producción de obleas de
	silicio para aplicaciones fotovoltaicas,
	incluyendo producción de láminas. Ultra
	purificación de silicio. Tecnologías de
	lámina delgada.

	Sistemas y componentes fotovoltaicos para edificios
	Componentes para sistemas fotovoltaicos:
	convertidores, seguidores, acumulación etc.
	Células solares orgánicas. Células de
	tercera generación y nuevos conceptos.
	Sistemas de concentración fotovoltaica.
	Células con énfasis en células multi unión,
	óptica, módulos, seguidores y paneles
	Cultivos agro energéticos
	Tecnologías de conversión termoquímica y
	limpieza de gases (combustión, gasificación
	y pirolisis) para cultivos agro energéticos,
	residuos orgánicos y lodos de depuradora
	Combustión y/o gasificación de biomasa.
	Procesos de corrosión y escorificación.
	Tecnologías de valorización de cenizas.
	Desarrollo e integración de sistemas se
	limpieza y tratamiento de gases.
	Biocarburantes de primera generación.
	Bioetanol, biodiesel y biogás.
	Desarrollo del concepto de biorrefinería
	para el aprovechamiento integral de la
	biomasa como fuente de energía,
	combustibles y productos de alto valor
	añadido.
Redes de transporte y distribución	Sistemas electro quimicos para
Troubb do transporto y diotribuoion	almacenamiento y regulación de energía
	eléctrica.
	Monitorización, estabilidad y confiabilidad
	de grandes redes
	Penetración de renovables en la red de
	distribución. Gestión y control de red.
	Nuevas tecnologías de protecciones para
	generación distribuida. Predicción de
	energía.
Dila a da a sush sastibil	Gestión activa de la demanda
Pilas de combustible	Integración de sistemas y desarrollo de
	procesos de fabricación para PEMFC,
	SOFC y MCFC
	Modelización y simulación de procesos en
	pilas de combustible, control de procesos,
	simulación y balance de planta.
	Desarrollo de sistemas de reformado
	Desarrollo de sistemas de reformado interno para la producción de hidrógeno y
	Desarrollo de sistemas de reformado interno para la producción de hidrógeno y su integración con pilas de combustible
	Desarrollo de sistemas de reformado interno para la producción de hidrógeno y

	electricidad y frío.
	Desarrollo de sistemas de pilas de
	combustible estacionarias tipos
	MCFC/SOFC
	Pilas de combustible PEM para la
	propulsión de vehículos. Desarrollo de
	unidades auxiliares de potencia para
	aplicaciones de demostración en el
	transporte (transporte pesado, aéreo, naval
	y ferrocarril).
	Integración de pilas de combustible en
	pequeñas aplicaciones. Pilas de
	combustible de hidrógeno o metanol directo
	como fuente de energía en aplicaciones
	portátiles
Hidrogeno	Tecnologías de producción de hidrogeno a
	partir de combustibles fósiles y de biomasa
	mediante reformado de gas y procesos de
	descarbonización, incluyendo la
	gasificación del carbón y de la biomasa.
	Conversión de la energía procedente de
	fuentes renovables en hidrógeno mediante
	electrólisis y electrolizadores avanzados.
	Electrólisis de alta temperatura mediante
	energía solar de concentración. Ciclos
	termoquímicos basados en energía solar de
	alta temperatura.
	Fotolisis para disociación directa del agua
	Desarrollo de procesos termoquímicos para
	la disociación del agua y la producción de
	hidrógeno en reactores nucleares
	avanzados de alta temperatura Desarrollo de redes de distribución,
	logística y la infraestructura de suministro a
	los usuarios finales (automoción, aplicaciones estacionarias portátiles).
	Tecnologías para almacenamiento de
	hidrógeno en pequeñas aplicaciones
	distribuidas.
	Desarrollo de membranas cerámicas de alta
	temperatura
	Seguridad activa y pasiva. Desarrollo de
	sensores y dispositivos para el transporte y
	almacenamiento
Tecnologías limpias de combustión	Tecnologías de gasificación del carbón.
1 contrologias impias de combastion	Tecnologías de limpieza de gases y
	reducción de contaminantes: elementos
	traza (mercurio, metales, partículas
	traza (moroano, motalos, particulas

	submicrónicas, materia particulada condensable y VOCs)
	Ciclos super críticos: calderas de carbón
	pulverizado y lecho fluido.
	Sistemas avanzados de combustión de baja
	emisión de NO.
	Técnicas de separación de CO2. Pre
	combustión, oxicombustión y postcombustión.
	Exploración y técnicas de caracterización
	de emplazamientos geológicos. Modelos y
	análisis de comportamiento, estabilidad y
	riesgos (difusión, permeabilidad, etc)
	Sistemas para la gestión y diagnóstico de
	procesos en plantas con mejoras notables
	de eficiencia.
Energía nuclear	Nuevas características de diseño en
	reactores avanzados. Simulación,
	evaluación y licenciamiento. Reactores de Generación IV y participación en la Global
	Nuclear Energy Parternship.
	Tecnologías para inspeccionar y evaluar los
	mecanismos de degradación de
	componentes y el control del
	envejecimiento, para mejorar las
	condiciones de explotación y sustitución de
	componentes en centrales. Extensión de
	vida.
	Tecnologías para el reciclado, separación y
	transmutación de radioisotopos de vida larga contenidos en el combustible nuclear
	gastado.
	Estudio y desarrollo de materiales para
	reactores de fusión. Fuentes neutrónicas
	FMIF. (Fusión Material Irradiation Facility)
Eficiencia energética	Conversión eficiente de la energía eléctrica
	en los electrodomésticos, electrónica de
	consumo y equipos de oficina. Reducción
	de pérdidas en espera (stand by) Tecnologías para el desarrollo de edificios
	inteligentes y energéticamente eficientes.
	Características de la envoltura del edificio y
	de las instalaciones. Acoplamiento y control
	de las instalaciones convencionales y
	solares para el acondicionamiento térmico
	de los edificios. Evaluación energética en
	condiciones reales de uso.

Tabla 3. Resultados del Estudio Prospectiva para el área de energía de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología

3.2.2 Ejercicio de Prospectiva del Sector Eléctrico Colombiano, CIDET

La Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico Colombiano CIDET, en 2002 adelantó un ejercicio de prospectiva con el objetivo de identificar los desarrollos tecnológicos que en los próximos años demandarían las empresas del sector en su necesidad de insertarse adecuadamente en las nuevas dinámicas de mercados y para definir su propio rol que como centro de investigación y desarrollo tecnológico le correspondía para colaborar a las empresas del sector. El ejercicio contó con la participación de más de 150 expertos en el sector y pertenecientes a 29 instituciones colombianas. [44].

Como resultado de este ejercicio se obtuvieron 19 áreas temáticas, las cuales fueron definidas como prioritarias y se encuentran ubicadas lo largo de la cadena de la cadena productiva generación, transporte, distribución, comercialización, usuario final y regulación del sector eléctrico. A continuación se presenta el resumen.

PROSPECTIVA TECNOLOGICA DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO CIDET
Áreas temáticas identificadas
Integración eléctrica entre países
Políticas públicas, regulación y normatividad
Inversión pública y privada
Tecnologías de gestión
Diseño, consultoría y servicios técnicos
Formas no convencionales de suministro de energía
Fuentes de energía
Líneas de alta capacidad de transporte de energía
Tecnologías antiterroristas
Telecomunicaciones y servicios de valor agregado
Conflicto interno
Desarrollo de nuevos materiales
Control de pérdidas
Tecnologías de mantenimiento y diagnóstico
Software para vigilancia, control y operación remotas
Calidad del servicio de energía
Equipos y dispositivos
Telemedición y control
Equipos de consumo eficiente URE

Tabla 4. Resultados del Estudio Prospectiva para el sector eléctrico del CIDET

3.2.3 Ejercicio de Prospectiva Área Energía de la Universidad Industrial de Santander

En 2009 se desarrollaron proyectos de grados en cabeza de la escuela de ingeniería industrial con el objetivo de identificar líneas estratégicas de investigación a impulsar en la Universidad Industrial de Santander en varias áreas estratégicas definidas por el comité operativo de investigación y extensión que identificó áreas en las cuales se podrían asociar la mayor cantidad posible de grupos de investigación y fueran estratégicas para el desarrollo de la universidad y la región dentro. Una de estas áreas fue la de recursos energéticos

Este proyecto desarrolló una metodología propia del grupo de investigación INNOTEC y consistió en confrontar los resultados de una etapa de vigilancia tecnológica de grupos de investigación y publicaciones relacionadas con el área de recursos energéticos con seis megatendencias definidas y después con la ayuda de un experto se confirmó su relación. A continuación se presenta un resumen de los resultados [31].

TENDENCIAS		LINEAS A IMPULSAR
Diversificación Energetica mediante el uso de energías renovables	Reducción de costos	Centrales solares termoeléctricas en configuración híbrida (central electro solar con apoyo de combustibles fósiles) o solo solar (2006-2010). Aerogeneradores de grandes tamaños (2004-2009). Tecnologías que permitan los costos de reducción de fabricación a 200 euros/m2 (2004-2009).
	costos	Parques eólicos comercialmente competitivos en conexión a redes de distribución (2004-2009). Aerogeneradores sin caja de multiplicación y generadores síncronos multipolos (2004-2009). Desarrollo de módulos fotovoltaicos basados en células de lámina delgada con nuevos materiales con mejores rendimientos > 15% (Más del 2014).
	Integración de sistemas renovables a la red energética	Sistemas de concentración fotovoltaica (Más del 2014). Cultivos agroenergéticos en combinación con residuos agroforestales para producción de Calor y electricidad (2004- 2008). Generalización del uso de Biogás de vertederos como fuente energética (2009-2013).
	Integración de sistemas renovables en el sector de la edificación	Utilización de generadores eléctricos sumergidos (2004-2008). Utilización práctica de módulos fotovoltaicos en edificios, desarrollo de componentes fotovoltaicos para la edificación (antes del 2003).

Descentralización: Sistemas distribuidos de energía eléctrica	Cogeneración y aprovechamiento de energías residuales en procesos térmicos	Utilización generalizada de sistemas solares para el suministro de agua caliente sanitaria en hogares con sistemas centralizados y descentralizados (2004-2008). Sistemas de cogeneración (2006-2010).
	Pilas de combustible	Pilas de combustible en aplicaciones de generación distribuida a escala industrial (2006-2010) y en hogares para cogeneración de calor y electricidad (2015).
	Tecnologías para garantizar el suministro de calidad	Contadores bidireccionales (2006). Dispositivos basados en electrónica de potencia (2006-2010).
Tecnologías de almacenamiento y transporte de energía	Vector hidrogeno	Utilización de hidruros metálicos para el almacenamiento de hidrógeno (2006-2010). Sistemas de almacenamiento de hidrógeno líquido en depósitos criogénicos en súper aislamiento (2006-2010). Sistemas para el almacenamiento de hidrógeno basados en absorción de nanotubos y fibras de carbono (2006-2010). Conversión de la energía procedente de fuentes limpias o renovables en hidrógeno como vector energético (2011- 2015).
	Otros sistemas de almacenamiento	Utilización de baterías convencionales para la regulación de potencia requerida por la red (2006-2010). Volantes de inercia convencionales (2006-2010). Volantes de inercia para almacenar electricidad, basados en superconductores (2011- 2015). Sistemas basados en anillos superconductores donde la energía se almacena en campos magnéticos (2011- 2015).
	Tecnologías más eficientes y reducción en el costo de transporte de	Reducción de costes en redes de transporte para grandes distancias mediante el uso de nuevos sistemas de cables y aislantes (2006-2010). Superconductores de alta temperatura (Más del
Tecnologías de uso limpio de combustibles fósiles	electricidad Plantas de uso limpio Control de	2015). Cámaras de combustión presurizadas con calderas de carbón pulverizado (Más del 2015). Licuefacción del carbón Gasificación del carbón Sistemas avanzados de combustión de baja

ĺ	emisiones	emisión NO2 (2005-2009).			
	011110101100	Combustión de lecho fluidizado			
		Almacenamiento del CO2 producido en las			
		centrales de combustibles fósiles de carbón			
		(2010-2015).			
		Sistemas expertos para la gestión automatizada			
		de procesos en plantas con mejoras notables de			
		eficiencia y rendimiento (Antes del 2005).			
		Centrales de gas de ciclo combinado			
	Centrales	Repotenciación de plantas energéticas (2005-			
	avanzadas	2009).			
		Tecnologías de Catálisis (2010- 2015).			
		Utilización de hidrógeno como combustibles de			
		turbinas de gas (2010-2015).			
		Turbinas de hidrógeno			
Diversificación		Madurez en la oferta de automóviles eléctricos			
Energetica en el		(baterías recargables e híbridos que permita			
sector transporte		alcanzar una penetración en el parque > a 5%			
		(2006-2010).			
		Empleo alternativo de biocarburantes (bioetanol			
		y biodiesel) en los sistemas de transporte en			
		sustitución de la gasolina y gasóleos alcanzando			
		una cuota del mercado mayor al 2%(2006-			
		2010).			
	Pilas de combustibles y sistemas de repost				
		con costos que permitan alcanza r			
		penetración comercial en el parque de			
		automóviles (2006-2010).			
		Empleo del hidrógeno en el transporte como			
		sustituto de los productos petrolíferos para			
Et		motores de combustión interna (Más del 2010).			
Eficiencia		Reducción del consumo específico de los			
energética		automóviles en un 30% adicional en los diversos			
		segmentos.			
	Sector transporte	Mejoras 30% en eficiencia de transporte de			
	·	mercancías.			
		Mejoras tecnológicas en el trasporte colectivo			
		permiten sustituir al privado en un 10% (2011-			
		2015).			
		Sistemas de cogeneración en edificios del sector			
	Sector industrial	terciario (2005).			
	Seciol industrial	Nuevos procesos en la industria manufacturera			
		reduciendo el consumo energético en 1/3			
		conforme al actual (2006-2010).			
	Contar regidencial	Sistemas de iluminación y climatización muy			
	Sector residencial	eficientes y autoregulables (2006-2010).			
	y terciario	La incorporación de la arquitectura bioclimática			
Ī	i	contribuye a un 50% en la mejora de la			

eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
Electrodomésticos 50% más eficientes que los actuales.

Tabla 5. Resultados del Estudio de Prospectiva para el área de energía de la Universidad Industrial de Santander

3.3 Perfil del Ingeniero Electricista UIS

De acuerdo con el proyecto educativo de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electronica y Telecomunicaciones [41], el Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Industrial de Santander es un profesional solidario, responsable, ético, creativo, tolerante, comprometido con el trabajo, cuidadoso con el medio ambiente, vinculado a redes temáticas, con capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios y con habilidades para la comunicación en español y en una segunda lengua.

Tiene competencias para aprender autónomamente y adaptarse a las realidades del medio, en consonancia con el continuo cambio tecnológico y científico. Asimismo, es un ingeniero emprendedor, motivado por la calidad y con capacidad para plantear, especificar, analizar, organizar, planificar, diseñar, liderar, gestionar y controlar proyectos de ingeniería en su área de competencia.

Posee sólida fundamentación en matemáticas, ciencias naturales, procesamiento de señales, electrónica, administración, economía, algoritmia e informática, finanzas, evaluación y gerencia de proyectos, máquinas eléctricas, líneas de transmisión de energía eléctrica, sistemas de distribución de energía eléctrica, instalaciones eléctricas, sistemas de potencia, electrónica de potencia y sistemas de control.

Además, dependiendo de sus preferencias, posee competencias investigativas y profesionales específicas en alguna de las siguientes áreas: automatización industrial, calidad de la energía eléctrica, operación y expansión de sistemas de potencia, uso racional de energía y generación alternativa, o mercados de energía eléctrica.

Su formación le permite crear, seleccionar e implantar soluciones innovadoras y pertinentes, desde la perspectiva de los negocios relacionados con la producción, transporte, distribución, comercialización y utilización de la energía eléctrica. En ese sentido, puede participar en el desarrollo, operación y mantenimiento de sistemas que utilizan o producen energía eléctrica, así como en actividades comerciales y técnicas que se derivan de considerar la energía eléctrica como un producto; todo ello para el beneficio de la sociedad.

3.4 Identificación de Laboratorios para Ingeniería Eléctrica

Para identificar las necesidades de laboratorio para la carrera de ingeniería eléctrica, se parte del perfil del ingeniero electricista, definido por la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. A partir de este, se hace una confrontación con las tendencias definidas por cada uno de los estudios de prospectiva revisados. Las necesidades de laboratorios se definen por las líneas de investigación que se repiten en cada uno de los estudios y se identifican en el perfil definido. A continuación se presenta la confrontación realizada y sus resultados.

PERFIL	PERFIL DEL EGRESADO DE INGENIERÍA		ESTUD	IOS DE PROSPECTIV	/ A
	ELÉCTRICA		SISE	UIS	CIDET
Generales	Sociales y Humanísticas	Es un profesional solidario, responsable, ético, creativo, tolerante, comprometido con el trabajo, cuidadoso con el medio ambiente, vinculado a redes temáticas, con capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios y con habilidades para la comunicación en español y en una segunda lengua			
	Organizacionales	Tiene competencias para aprender autónomamente y adaptarse a las realidades del medio, en consonancia con el continuo cambio tecnológico y			

ı	/6:	Ī	l I
	científico.		
	Asimismo, es un		
	ingeniero		
	emprendedor,		
	motivado por la		
	calidad y con		
	capacidad para		
	plantear,		
	especificar,		
	analizar,		
	organizar,		
	planificar, diseñar,		
	liderar, gestionar y		
	controlar		
	proyectos de		
	ingeniería en su		
	área de		
	competencia		
Ciencias Básicas	Matemáticas y		
	ciencias		
	naturales		
Básicas de	Procesamiento		
Ingeniería	de señales,		
	electrónica,		
	administración,		
	economía,		
	informática,		
	finanzas,		
	evaluación y		
	gerencia de		
	proyectos.		
Básicas de	Máquinas		
Ingeniería	eléctricas		Equipos y dispositivos
Eléctrica			

		transmisión de energía eléctrica			capacidad de transporte de energía Tecnologías antiterroristas
					Equipos y dispositivos
					Control de Pérdidas
					Tecnologías de
		Sistemas de			mantenimiento y
		distribución de energía eléctrica			diagnostico Equipos y dispositivos
		Instalaciones			Diseño, consultoría y
		eléctricas			servicios técnicos
		Electronica de potencia			
		Sistemas de			
	Profesionales	control Automatización			
	Especificas	industrial			
		Calidad de	Redes de Transporte y	Descentralización: Sistemas Distribuidos de	Calidad del servicio
		energía eléctrica	distribución	energía eléctrica	de energía
		_	Redes de Transporte y		Software para
D. II.		Operación y	distribución	Tecnologías de	vigilancia, control y
Particulare s		expansión de sistemas de	Diversificación energética mediante el uso de	almacenamiento y transporte de	operación remotas Telemedición y
5		potencia	energías renovables	energía	control
		Uso racional de	- Chargina Constants	Eficiencia	Equipos de consumo
		la energía	Eficiencia Energética	Energética	eficiente URE
		Generación	Diversificación energética	Diversificación	Formas no
		alternativa	mediante el uso de	Energética	convencionales de
			energías renovables Redes de Transporte y	mediante el uso de energías	suministro de energía Fuentes de energía
			Distribución	renovables	r defiles de effergla

	Pilas de Combustible	Descentralización: Sistemas Distribuidos de energía eléctrica Tecnologías de Uso limpio de combustibles fósiles	
Mercados de energía	Redes de Transporte y distribución Diversificación Energética mediante el uso de energías renovables	Diversificación Energética mediante el uso de energías renovables	Integración eléctrica entre países Políticas públicas, regulación y normatividad Inversión pública y privada

Tabla 6. Comparación Perfil Ingeniero UIS vs Estudios de Prospectiva

De acuerdo con la tabla anterior se observan las tendencias agrupadas en cinco temas, por lo cual los laboratorios necesarios en la carrera de ingeniería eléctrica se definen a continuación.



Figura 5. Laboratorios de Ingeniería Electrica para la E3T

3.5 Establecimiento de competencias

Se debe tener un cuenta que la dotación tecnológica de un laboratorio debe ir ligada con los conceptos que se quieran reforzar en cada una de las áreas de conocimiento. Un laboratorio se encuentra bien estructurado tecnológicamente, si los equipos de los que se compone permiten llevar a cabo prácticas que refuerzan competencias exigidas en el plan de estudios de cada una de las asignaturas.

Por anterior, se procedió a revisar el plan de estudios de la carrera de ingeniería eléctrica, identificando las asignaturas que deben tener horas prácticas y horas teóricas, identificando los laboratorios con los que se cuenta para realizar las prácticas. A continuación se presentan los resultados.

	Código		Horas	Horas	Laboratorios
NIVEL	Asignatura	Nombre Asignatura	Teóricas	Prácticas	Existentes
		CULTURA FISICA Y			
I	23423	DEPORTIVA	0	2	-
					Laboratorios de
2	22950	FISICA I	4	2	Física
					Laboratorios de
9	22953	FISICA II	4	2	Física
3		DIBUJO EN			
	23328	INGENIERIA	3	1	-

					Laboratorios de
4	22956	FISICA III	4	2	Física
					Laboratorio de
					Formación
					Básica de
5		CIRCUITOS			Ingeniería
	21620	ELECTRICOS II	3	2	LP 114
		TRATAMIENTO DE			
	23332	SEÑALES	3	1	CENTIC
					Laboratorio de
		MAQUINAS	_	_	Máquinas
	21624	ELECTRICAS I	4	2	LAT 101
					Laboratorio de
					Formación
6					Básica de
		MEDICIONES	_		ingeniería
	23350	ELECTRICAS	3	1	LP 115
		EL EGED ON LOA			Laboratorio de
	00054	ELECTRONICA		0	Electrónica
	23354	ANALOGICA	4	2	LAT-206
		A A A O LUNIA O			Laboratorio de
	0.4.005	MAQUINAS	4	•	Máquinas
7	21625	ELECTRICAS II	4	2	LAT 101
7					Laboratorio de
		CICTEMAC			Sistemas
	00057	SISTEMAS	4	0	Digitales
	23357	DIGITALES	4	2	LAT 207
					Laboratorio de
		SISTEMAS DE			Instrumentación LAT 209
	22250	CONTROL	4	2	CENTIC
	23330	SISTEMAS DE	4		NO TIENE
8	23359		4	0	LABORATORIO
O	20009	TOTLINGIAT	+	U	Laboratorio de
					Formación
					Básica de
		ELECTRONICA DE			ingeniería
	23361	POTENCIA	4	2	LP 114
	20001	SISTEMAS DE	+	۷	NO TIENE
	22602	POTENCIA II	4	0	LABORATORIO
	22002	I OTENOIA II	_ T	U	Laboratorio de
9					Redes de
					Computación y
		ACCIONAMIENTOS			Simulación LAT-
	23364	ELECTRICOS	4	2	205
		ENERGIA Y MEDIO	•		NO TIENE
10	23366		4	0	LABORATORIO
ELECTIVAS	21635	ALTA TENSION	3	2	Laboratorio de
	2.300	, ,, , , , , , , , , , , , , , , , , ,	3	_	

				Alta Tensión lat-112
21673	ILUMINACION CALEFACCION E INSTALACIONES	5	2	NO TIENE LABORATORIO
23428	CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA	4	0	NO TIENE LABORATORIO
11195	USO RACIONAL DE LA ENERGÍA	3	0	NO TIENE LABORATORIO

Tabla 7. Listado de Asignaturas/Laboratorios

Con el procedimiento anterior, se pudo establecer que en el plan de estudios actual, no se tienen estipuladas horas prácticas para las asignaturas correspondientes a las necesidades de laboratorios identificadas en el numeral anterior, por lo cual se hace necesario que la escuela haga una revisión de este plan de estudios e incluya las horas prácticas que cada una de estas asignaturas requiere.

Ya con las necesidades de laboratorios identificadas, se procedió a revisar el contenido de las asignaturas Energía y Medio Ambiente, Uso Racional de la Energía, Calidad del suministro de Energía Eléctrica y Sistemas de Potencia, para establecer cuáles son las competencias que debe tener un ingeniero en cada una de estas áreas. El laboratorio de mercados de energía queda para futuros desarrollos.

Esta identificación de competencias se realizó a través de la revisión del contenido y la puesta en común con el docente encargado de cada una de las áreas, separando las competencias en tres aspectos diferentes: saber, hacer y ser. A continuación se presentan los resultados.

3.5.1 Energía y Medio Ambiente

A continuación se presenta el contenido de la asignatura

1.CLASES DE ENERGIA

- **1.1. Energía Solar** (3 Horas)
- 1.1.1. Conceptos climáticos fundamentales
- 1.1.2. La radiación solar y su absorción
- 1.1.3. Células solares, que es un colector y cuales son sus partes
- 1.1.4. Tipos de conexiones (serie y paralelo)
- 1.1.5. Disposiciones de los colectores (orientación, combinados, dimensiones)
- 1.1.6. Energía solar fotovoltaica y solar térmica
- 1.1.7. Aplicación para calefacción de agua (piscinas), serpentines de cobre y de polietileno, calefacción solar pasiva, los acumuladores de energía y sus características
- 1.1.8. Consideraciones básicas a tener en cuenta en el cálculo y dimensionamiento de una instalación solar domiciliaria
- 1.1.9. Aspectos económicos e impacto ambiental

1.2. Energía eólica(2 Horas)

- 1.2.1. Conceptos básicos de las fuerzas inducidas por el viento y su transformación en energía eléctrica.
- 1.2.2. Análisis del proceso de transformación de energía, el aerogenerador y sus partes (góndola, alabes, eje, multiplicador, generador eléctrico, torre)

- 1.2.3. Efectos del terreno en el rendimiento del aerogenerador
- 1.2.4. Dimensionamiento y disposiciones de parque eólicos
- 1.2.5. Aspectos económicos e impacto ambiental

1.3. Energía mareomotriz (3 Horas)

- 1.3.1. Principios físicos
- 1.3.2. Fuerzas centrifugas y efectos gravitacionales inducidos por la rotación relativa entre la tierra y la luna
- 1.3.3. Como se originan las mareas, que es la fuerza de coriolisis, aporte energético de las mareas, características y técnicas de plataformas marinas, cableado submarino
- 1.3.4. Aspectos económicos e impacto ambiental

1.4. Energía geotérmica (3 Horas)

- 1.4.1. Principios físicos de las fuentes geotérmicas
- 1.4.2. Ventajas de la energía geotérmica
- 1.4.3. Tipos de campos geotérmicos
- 1.4.4. Tipos de centrales, Cámaras magmáticas, los geiser, corrientes de convecino en el manto, puntos calientes
- 1.4.5. Efectos en el terreno circundante
- 1.4.6. Instalaciones a gas y vapor (partes de la instalación)
- 1.4.7. Usos directos de las aguas geotérmicas
- 1.4.8. Principios físicos de las fuentes geotérmicas
- 1.4.9. Principios físicos de las fuentes geotérmicas

1.5. Biomasa y biocombustible (3 Horas)

- 1.5.1. Materia orgánica e inorgánica
- 1.5.2. La descomposición de la materia
- 1.5.3. Gases derivados del proceso de descomposición, biomasa natural, biomasa residual seca, biomasa residual húmeda, cultivos energéticos, biocarburantes, el biodigestor y sus partes
- **1.6. Energía Química** (4 Horas)
- 1.6.1. Generalidades sobre energía fósil (carbón, petróleo)
- **1.7. Energía nuclear** (4 Horas)
- 1.7.1. Conceptos básicos de química (átomos, tabla periódica)

2. CENTRALES HIDRAULICAS

2.1. Generalidades de centrales hidráulicas (4 Horas)

- 2.1.1. Presa y/o azud
- 2.1.2. Instalaciones de derivación y tomas
- 2.1.3. Canales de carga
- 2.1.4. Conducción y desvío (perdidas primarias y secundarias)
- 2.1.5. Galerías de inspección
- 2.1.6. Cuarto e maguinas
- 2.1.7. Tanques de amortiguado y dados
- 2.1.8. Vías de transporte de material y empleados
- 2.1.9. Válvulas y tubería de alivio
- 2.1.10. Vertederos
- 2.1.11. Rejillas
- 2.1.12. Cámaras de inspección
- 2.1.13. Materiales utilizados para la construcción
- 2.1.14. Obras para el almacenamiento y residencia de obra
- 2.1.15. Almacén

2.2. Aspectos de la ingeniería eléctrica y electrónica (2 Horas)

- 2.2.1. Análisis de transformación de la energía
- 2.2.2. Condiciones de demanda y capacidad de generación
- 2.2.3. Definición y funcionamiento de la minicentral hidroeléctrica
- 2.2.4. Tipología de minicentrales
- 2.2.5. Generador
- 2.2.6. Subestación
- 2.2.7. Equipos de control y automatización
- 2.2.8. Líneas de transmisión y distribución
- 2.2.9. Convertidores
- 2.2.10. Protecciones

2.3. Aspectos concernientes a la geología de la zona (2 Horas)

- 2.3.1. Cartografía geológica (levantamiento topográfico).
- 2.3.2. Descripción Litológica (mineralogía).
- 2.3.3. Estudio Geotécnico "Mecánica de Rocas" (porosidad, permeabilidad, capacidad de carga).
- 2.3.4. Pruebas de laboratorio (modos de falla, mineralogía, esfuerzos).

2.4. Generalidades sobre turbomáquinas hidráulicas

- 2.4.1. Introducción, clasificación y elementos característicos. (1 Hora)
- 2.4.2. Balance energético en una máquina hidráulica (2 Horas)
- 2.4.2.1. Ecuación de conservación de la energía total.
- 2.4.2.2. Ecuación de conservación de la energía interna.
- 2.4.2.3. Ecuación de conservación de la energía mecánica.
- 2.4.2.4. Balance de energía mecánica y rendimientos en bombas hidráulicas,
- 2.4.2.5. Balance de energía mecánica y rendimientos en turbinas hidráulicas.
- 2.4.3. Teoría ideal de turbomáquinas hidráulicas (1 Hora)
- 2.4.3.1. Introducción.
- 2.4.3.2. Sistemas de referencia.
- 2.4.3.3. Volumen de control.
- 2.4.3.4. Ecuación de conservación de la masa.
- 2.4.3.5. Ecuación de conservación del momento cinético.
- 2.4.3.6. Teorema de Euler.
- 2.4.3.7. Ecuación de Bernoulli en el movimiento relativo al rotor.
- 2.4.4. Teoría ideal bidimensional de turbomáquinas radiales (1 Hora)
- 2.4.4.1. Introducción.
- 2.4.4.2. Influencia del número de álabes.
- 2.4.4.3. Movimiento de un fluido incompresible en un rotor centrífugo.
- 2.4.4.4. Desviación angular del flujo en la salida del álabe.
- 2.4.5. Teoría ideal bidimensional de turbomáguinas axiales (1 Hora)
- 2.4.5.1. Movimiento bidimensional a través de una cascada fiia.
- 2.4.5.2. Movimiento relativo bidimensional en el rotor.
- 2.4.5.3. Conjunto rotor-estator.
- 2.4.5.4. Grado de reacción.
- 2.4.5.5. Equilibrio radial en una turbomáguina axial.
- 2.4.6. Pérdidas y fenómenos de cavitación en turbomáquinas flujo real en turbomaquinas hidráulicas. (1 Hora)
- 2.4.6.1. Introducción.
- 2.4.6.2. Flujo real en una turbomáquina.
- 2.4.6.3. Capas límite y flujos secundarios en turbomáquina radiales.

- 2.4.6.4. Capas límite y flujos secundarios en turbomáquina axiales
- 2.4.7. Pérdidas y curvas características reales en turbomáquinas con flujo real. (2 Horas)
- 2.4.7.1. Introducción.
- 2.4.7.2. Pérdidas por fricción en el disco y por fugas.
- 2.4.7.3. Pérdidas, rendimientos y curvas características.
- 2.4.7.4. Curas de rendimientos.
- 2.4.8. Fenómenos de cavitación en turbomáquinas (2 Horas)
- 2.4.8.1. Fundamentos y efectos de la cavitación.
- 2.4.8.2. Altura neta de aspiración.
- 2.4.8.3. Condiciones de cavitación en una turbomáquina hidráulica.
- 2.4.8.4. Cavitación en Turbinas Hidráulicas.
- 2.4.9. Máquinas e instalaciones hidráulicas reales (1 Hora)
- 2.4.9.1. Elementos para el calculo e instalación de turbinas hidráulicas.
- 2.4.9.2. Selección e instalación de turbinas hidráulicas.
- 2.4.9.3. Curvas características de las turbinas hidráulicas.
- 2.4.9.4. Efecto del distribuidor de álabes orientables.
- 2.4.9.5. Curvas características de las turbinas de reacción en función del régimen de giro.
- 2.4.9.6. Aspectos del diseño de las turbinas Francis.
- 2.4.9.7. Aspectos del diseño de las turbinas Pelton.
- 2.4.9.8. Aspectos del diseño de las turbinas Kaplan.

3. CENTRALES TÉRMICAS (A GAS / VAPOR)

3.1. Entropía (3 Horas)

- 3.1.1. Generalidades.
- 3.1.2. Principio de incremento de entropía, procesos isoentrópicos, cambio de entropía de sólidos líquidos y gases.
- **3.2. Energía** (3 Horas)
- 3.2.1. Trabajo reversible e irreversibilidad.
- 3.2.2. Cambio de exergía de un sistema.
- 3.2.3. Transferencia de exergía por calor, trabajo y masa.
- 3.2.4. Principio de decremento de exergía y destrucción de la exergía.
- 3.3. Transformación de energía mecánica y de fluido en el rodete (3 Horas)
- 3.3.1. Deducción de la ecuación de Euler.
- 3.3.2. Formas de ecuación de Euler en las turbomáguinas.
- 3.3.3. Velocidades absolutas, velocidades periféricas y velocidades relativas.
- 3.3.4. Grado de reacción de un escalonamiento de las turbomáquinas.
- 3.4. El ciclo básico de las turbinas de vapor (3 Horas)
- 3.4.1. Introducción al ciclo básico de las turbinas de vapor
- 3.4.2. El ciclo de Carnot con vapor de agua
- 3.4.3. El ciclo de Rankine o ciclo básico ideal de las turbinas de vapor
- 3.4.4. Balance energético del ciclo real de las turbinas de vapor
- 3.4.5. Rendimientos

3.5. El ciclo básico de las turbinas de gas (3 Horas)

- 3.5.1. Introducción al ciclo básico de las turbinas de gas
- 3.5.2. El ciclo abierto de Brayton o ciclo básico ideal de las Turbinas de Gas
- 3.5.3. El ciclo abierto real de Brayton o ciclo básico real de las Turbinas de
- 3.5.4. Consideración de las pérdidas en la turbina y en el compresor
- **3.6. Ciclos de potencia combinados** (3 Horas)

- 3.6.1. Generalidades
- 3.6.2. Cogeneración
- 3.6.3. Ciclos de potencia combinados de gas vapor

4. FUNDAMENTOS PARA UNA BASE AMBIENTAL – SOCIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

- **4.1. Marco Legal** (3 Horas)
- 4.1.1. Legislaciones a nivel Mundial (Protocolo de Kyoto, Ginebra, Libro Verde, etc.)
- 4.1.2. Legislaciones a nivel Nacional
- 4.1.3. Derecho de Aguas La información pública y la caducidad de las concesiones
- 4.1.4. La normativa de impacto ambiental
- 4.1.5. La legislación de las Comunidades Autónomas sobre protección de aguas Nacionales, pesca fluvial, comunidades Indígenas, etc.
- 4.1.6. Normativa referente a la calidad y características de los materiales para construcción y diseño
- 4.1.7. Referentes a los contratos laborales y de prestación de servicios
- **4.2.** Aspectos socioeconómicos de la producción energética (2 Horas)
- 4.2.1. Estado de la arte
- 4.2.2. Coste total de la energía
- 4.2.3. Externalidades no medioambientales Competitividad y costes externos
- 4.2.4. Aplicación de la evaluación de Externalidades
- **4.3.** Análisis del estudio de impacto ambiental en proyectos hidroeléctricos (2 Horas)
- 4.3.1. Descripción de los recursos naturales
- 4.3.2. Valoración de los recursos naturales
- 4.3.3. Espacios naturales protegidos
- 4.3.4. Directiva de Hábitat, Directiva de Aves, Catálogos de Especies Amenazadas
- 4.3.5. Determinación de los impactos que causa la Minicentral Hidroeléctrica
- 4.3.6. Valoración de los impactos que causa la Minicentral Hidroeléctrica
- 4.3.7. Propuesta de medidas correctoras para minimizar los impactos
- **4.4. Análisis del estudio de impacto ambiental en proyectos termoeléctricos** (3 Horas)
- 4.4.1. Determinación de los impactos ambientales que causa una termoeléctrica (ozono, smog y lluvia ácida
- 4.4.2. El efecto invernadero: el cambio del clima y calentamiento global por las emisiones
- 4.4.3. Valoración de los impactos causados por una termoeléctrica
- 4.4.4. Medidas correctora para minimizar los impactos

Tabla 8. Contenido de la asignatura energía y medio ambiente

De la revisión realizada con el docente del área se identificaron las siguientes competencias

SABER

- 1. Identificar tipos de energías renovables existentes y sus aplicaciones
- 2. Caracterizar tipos de energías renovables proyectando las futuras aplicaciones
- 3. Conocer las tendencias tecnológicas más utilizadas en la generación renovable de energía
- 4. Dominar los aspectos económicos relacionados con las energías renovables
- 5. Interpretar la reglamentación actual vigente con respecto al impacto ambiental

asociados a proyectos de energías renovables.

- 6. Especificar aspectos básicos y de funcionamiento de una central de generación de energía hidráulica
- 7. Especificar aspectos básicos y de funcionamiento de una central de generación de energía térmica
- 8. Especificar aspectos básicos y de funcionamiento de una central de generación de energía eólica
- 9. Especificar aspectos básicos y de funcionamiento de una central de generación de energía solar fotovoltaica
- 10. Especificar aspectos básicos y de funcionamiento de una central de generación de energía solar térmica
- 11. Especificar aspectos básicos y de funcionamiento de una central de generación de energía eléctrica a partir de biomasa
- 12. Interpretar el marco legal vigente mundial y nacional con respecto al impacto ambiental y desarrollo sostenible asociado a la generación de energía
- 13. Conocer aspectos sociales y económicos con la respecto a la generación de energía
- 14. Conocer los aspectos básicos de un estudio ambiental
- 15. Manejar la reglamentación y normativa vigente para el diseño de las instalaciones eléctricas de proyectos de generación renovable
- 16. Asimilar y adquirir nuevos conocimientos con destreza para su aplicación en los proyectos

Tabla 9. Competencias asociadas a la asignatura energía y medio ambiente - Saber

HACER

- 17. Diseñar sistemas de generación a partir de energía hidráulica de acuerdo con la conceptualización aprendida.
- 18. Realizar diseños de sistemas de generación a partir de energía térmica con base en los conceptos aprendidos
- 19. Diseñar sistemas de generación de energía eólica de acuerdo con la conceptualización aprendida.
- 20. Dimensionar sistemas de generación a partir de energía solar fotovoltaica de acuerdo con los criterios aprendidos
- 21. Diseñar sistemas de generación a partir de energía solar térmica de acuerdo con la conceptualización aprendida.
- 22. Diseñar sistemas de generación a partir de biomasa de acuerdo con la conceptualización aprendida.
- 23. Manejar las herramientas de cómputo para el procesamiento de la información
- 24. Manejar la normatividad ambiental vigente
- 25. Interpretar estudios de impacto ambiental relacionados con proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovable
- 26. Seleccionar componentes tecnológicos para los diseños realizados
- 27. Analizar, organizar y presentar datos numéricos

Tabla 10. Competencias asociadas a la asignatura energía y medio ambiente - Hacer

SER

28. Integrar equipos de trabajo interdisciplinarios	Cooperación
29. Presentar de forma clara y comprensible los	
resultados obtenidos	Orden
30. Mantener el respeto y la buena comunicación	
con el equipo de trabajo y/o superiores	Tolerancia
31. Poseer disposición actitudinal para el desarrollo	
de las actividades	Actitud
32. Identificar problemas y ofrecer diferentes	Iniciativa/ creatividad/toma de
alternativas de solución	decisiones
33. Demostrar un interés permanente para obtener	
los resultados propuestos	Perseverancia
34. Garantizar solidez y exactitud en los análisis	
emitidos	Responsabilidad
35. Buscar continuamente el mejoramiento en la	
realización de los proyectos	Búsqueda de la excelencia
36. Visualizar las tendencias del medio con actitud	
positiva y optimista, orientando su conducta a la	
consecución de metas	Visión del futuro

Tabla 11. Competencias asociadas a la asignatura energía y medio ambiente - Ser

3.5.2 Uso Racional de la Energía

A continuación se presenta el contenido de la asignatura

- 1. Legislación energética actual en Colombia
- 1.1. Reglamentación del sector energético
- 1.2. Perspectivas de la reglamentación en Colombia
- 2. Recursos Energéticos Disponibles
- 2.1. Conceptos fundamentales. Derivados del petróleo, gas natural, carbón
- 2.2. Fuentes alternativas y combustibles alternos
- 2.2.1. Solar fotovoltaica, arquitectura solar, solar térmico
- 2.2.2. Energía eólica
- 2.2.3. Biomasa y biogás
- 2.2.4. Geotérmica
- 2.2.5. Pequeñas centrales hidráulicas
- 2.2.6. Celdas de combustible
- 3. Uso racional de la energía en la industria (Instalaciones Eléctricas)
- 3.1. Uso eficiente de energía en motores eléctricos
- 3.2. Uso eficiente en transformadores, conductores, e instalaciones de iluminación
- 3.3. Factor de potencia
- 3.4. Calidad del suministro de energía eléctrica
- 3.5. Las tarifas de electricidad en la gestión y ahorro de energía
- 3.6. Manejo de la demanda eléctrica
- 4. Comercialización de energía
- 4.1. Las tarifas de electricidad en la gestión y ahorro de energía
- 4.2. Manejo de la demanda eléctrica
- 5. Análisis y evaluación de proyectos de eficiencia energética
- 5.1. Indicadores de rentabilidad de proyectos de eficiencia energética

- 5.2. Cálculo comparativo de costos
- 5.3. Evaluación económica de proyectos URE
- 5.4. Metodología para el análisis de proyectos de gestión de la energía
- 5.5. Aspectos de financiación
- 6. Auditorias Energéticas
- 6.1. Aspectos y metodología

Tabla 12. Contenido de la asignatura uso racional de la energía

De la revisión realizada con el docente del área se identificaron las siguientes competencias

SABER
1. Conocer la situación energética del país acorde con la reglamentación
2. Conocer la perspectiva, de la reglamentación del sector eléctrico

- 3. Interpretar la reglamentación actual del sector eléctrico con respecto al uso racional de la energía
- 4. Conocer las instituciones y el sentido de las respectivas resoluciones en el contexto nacional
- 5. Caracterizar y evaluar los elementos del sistema energético nacional
- 6. Identificar las posibles mejoras acordes con la reglamentación
- 7. Conocer el ciclo energético de un determinado proceso productivo
- 8. Conocer estrategias para lograr el uso racional de la energía en instalaciones industriales y residenciales
- 9.Determinar la influencia de los parámetros y las variables eléctricas en la eficiencia de un sistema eléctrico
- 10. Conocer los efectos de la demanda de energía en la eficiencia de los sistemas eléctricos
- 11. Interpretar los conceptos tarifarios en la gestión y ahorro de energía eléctrica en los diferentes sectores
- 12. Aplicar conceptos básicos de matemática financiera
- 13. Interpretar indicadores de rentabilidad de proyectos
- 14. Identificar tendencias tecnológicas de alta eficiencia energética

Tabla 13. Competencias asociadas a la asignatura uso racional de la energía - Saber

HACER

- 15. Manejar las normas y resoluciones aplicables al sector eléctrico con respecto al uso racional de la energía
- 16. Simular procesos tecnológicos con base en software especializado
- 17. Aplicar las recomendaciones de uso racional de energía expedidas por los organismos competentes
- 18. Evaluar alternativas para mejorar el nivel de sostenibilidad energética en un determinado entorno
- 19. Diseñar estrategias para la gestión de la demanda eléctrica que garanticen el uso racional de la energía
- 20. Generar reportes sobre consumos energéticos
- 21. Monitorear parámetros eléctricos en instalaciones

- 22. Diagnosticar el estado de una instalación eléctrica de acuerdo con su consumo energético
- 23. Proponer planes de uso racional de la energía de acuerdo con los diagnósticos realizados
- 24. Diseñar planes de mejoramiento energético
- 25. Seleccionar componentes tecnológicos de alta eficiencia energética

Tabla 14. Competencias asociadas a la asignatura uso racional de la energía - Hacer

SER			
26. Integrar equipos de trabajo interdisciplinarios	Cooperación		
27. Presentar de forma clara y comprensible los			
resultados obtenidos	Orden		
28. Mantener el respeto y la buena comunicación con el			
equipo de trabajo y/o superiores	Tolerancia		
29. Poseer disposición actitudinal para el desarrollo de			
las actividades	Actitud		
	Iniciativa/		
30. Identificar problemas y ofrecer diferentes alternativas	creatividad/toma de		
de solución	decisiones		
31. Ejecutar los informes en los tiempos requeridos	Responsabilidad		
32. Demostrar un interés permanente para obtener los			
resultados propuestos	Perseverancia		
33. Garantizar solidez y exactitud en los análisis emitidos	Responsabilidad		
34. Analizar, organizar y presentar datos numéricos	Análisis financiero		
35. Asimilar y adquirir nuevos conocimientos con			
destreza para su aplicación en los proyectos	Capacidad de aprendizaje		
36. Visualizar las tendencias del medio con actitud			
positiva y optimista, orientando su conducta a la			
consecución de metas	Visión del futuro		

Tabla 15. Competencias asociadas a la asignatura uso racional de la energía - Ser

3.5.3 Calidad del Suministro de Energía Eléctrica

A continuación se presenta el contenido de la asignatura

1. Definiciones básicas

- 1.1. Definición de calidad de potencia
- 1.2. Tipos de perturbaciones que se pueden presentar en los sistemas eléctricos
- 1.3. Desbalance en sistemas trifásicos
- 1.4. Distorsión armónica
- 1.5. Fluctuaciones de tensión
- 1.6. Flicker
- 1.7. Valoración de la calidad del suministro de energía eléctrica

2. Continuidad del suministro

- 2.1. Interrupciones: causas, terminología y fiabilidad de los sistemas de potencia
- 2.2. Observación de el funcionamiento del sistema
- 2.3. Normalizaciones y regulaciones

- 2.4. Evaluación de la fiabilidad del sistema eléctrico
- 2.5. Técnicas de evaluación de la fiabilidad
- 2.6. Costos de las interrupciones
- 2.7. Relación interrupciones/inversión en la red de distribución
- 2.8. Elementos de mejora
- 2.9. Valoración económica de la continuidad
- 2.10 Interrupciones de corta duración: causas, supervisión, efectos en equipos, disparos monofásicos

3. Huecos de tensión

- 3.1. Magnitud de los huecos de tensión
- 3.2. Duración de los huecos de tensión
- 3.3. Desbalance de sistemas trifásicos
- 3.4. Caracterización de los huecos de tensión
- 3.5. Influencia de las cargas eléctricas en los huecos de tensión
- 3.6. Comportamiento de equipos eléctricos a la presencia de huecos de tensión
- 3.7. Valoración estocástica de los huecos de tensión
- 3.8. Técnicas para atenuar las interrupciones y los huecos de tensión

4. Transitorios electromagnéticos

- 4.1. Causas de las sobretensiones transitorias
- 4.2. Principios de para proteger los sistemas eléctricos de sobretensiones transitorias
- 4.3. Dispositivos de protección de sobretensiones
- 4.4. Transitorios debidos a la conexión y desconexión de condensadores
- 4.5. Protección de los sistemas eléctricos contra descargas atmosféricas
- 4.5. Transitorios debidos a la conmutación de cargas eléctricas
- 4.6. Herramientas para el análisis de transitorios electromagnéticos

5. Puestas a tierra

- 5.1. Necesidad de puestas a tierra
- 5.2. Problemas típicos debidos a falta de una puesta a tierra
- 5.3. Soluciones a los problemas debidos puestas a tierra deficientes

6. Fluctuaciones de la tensión

- 6.1. Fluctuaciones de tensión
- 6.2. Flicker en la tensión: causas y efectos

7. Armónicos

- 7.1. Definición de armónicos, subarmónicos, interarmónicos.
- 7.2. Armónicos característicos en sistemas eléctricos
- 7.3. Distorsión armónica de tensión y corriente
- 7.4. Definición de potencias en sistemas con armónicos
- 7.5. Generación de armónicos en sistemas eléctricos
- 7.6. Efecto de los armónicos en los sistemas eléctricos
- 7.7. Respuesta en frecuencia de los sistemas eléctricos
- 7.8. Técnicas para atenuar los armónicos en sistemas eléctricos

8. Técnicas de procesamiento de las señales

- 8.1. Caracterización a la frecuencia fundamental
- 8.2. Análisis de Fourier
- 8.3. Ventanas para la adquisición de las señales de tensión y corriente
- 8.4. Algoritmos de Transformada Rápida de Fourier
- 8.5. Transformadas alternativas: Wavelet

9. Supervisión de la calidad del suministro de energía eléctrica

- 9.1.Transductores
- 9.2. Instrumentación requerida para la supervisión de la calidad del suministro de energía eléctrica
- 9.3. Medición de componentes armónicas
- 9.4. Medición de transitorios electromagnéticos
- 9.5. Registro de eventos: interrupciones, huecos, fluctuaciones
- 9.6. Medición del parpadeo
- 9.7. Valoración del desbalance de tensión y corriente en sistemas trifásicos

10. Evaluación de la distorsión armónica en sistemas de potencia

- 10.1. Principales efectos de los armónicos en sistemas de transmisión y distribución
- 10.2. Análisis directo de armónicos
- 10.3. Obtención experimental de las impedancias armónicas de las redes
- 10.4. Representación individual de las componentes de los sistemas de potencia
- 10.5. Implementación del análisis de armónicos
- 10.6. Compensación de sistemas de distribución teniendo en cuenta las componentes armónicas
- 10.7. Contrastación de la simulación con las mediciones realizadas

11. Estimación de estado para la calidad del suministro de energía eléctrica

- 11.1. Modelo de variables de estado para la medición de armónicos
- 11.2. Análisis de observabilidad
- 11.3. Capacidades de análisis con la estimación de estado armónica

Tabla 16. Contenido de la asignatura calidad del suministro de energía eléctrica

De la revisión realizada con el docente del área se identificaron las siguientes competencias

SABER

- 1. Dominar los conceptos básicos con respecto a la compatibilidad electromagnética
- 2. Identificar las interrupciones en el suministro de energía caracterizando sus causas y efectos dentro de un sistema eléctrico
- 3. Identificar las perturbaciones de corta duración caracterizando sus causas y efectos dentro de un sistema eléctrico
- 4. Identificar flicker de la señal de tensión, sus causas y efectos en un sistema eléctrico
- 5. Caracterizar los armónicos, sus causas y efectos dentro de un sistema de potencia
- 6. Dominar las técnicas de compensación de los eventos de calidad de la energía eléctrica
- 7. Aplicar las técnicas de procesamiento de señales eléctricas
- 8. Identificar tipos de tecnología para la medición de parámetros de calidad de energía en un sistema eléctrico
- 9. Conocer las características físicas y funcionales de un sistema de puesta a tierra y sus efectos en la atenuación en los eventos de la calidad de energía eléctrica
- 10. Conocer el marco institucional del sector eléctrico colombiano y sus respectivas funciones
- 11. Conocer la definición de la calidad de la potencia en un sistema eléctrico de acuerdo con los diferentes estándares
- 12. Interpretar la regulación y normalización vigente con respecto a la calidad de la

energía

13. Asimilar y adquirir nuevos conocimientos con destreza para su aplicación en los proyectos

Tabla 17. Competencias asociadas a la asignatura calidad del suministro de energía eléctrica - Saber

HACER
14. Simular sistemas eléctricos considerando eventos de calidad de la energía
eléctrica
15. Analizar el flujo armónico en un sistema eléctrico
16. Manejar la tecnología que permita la monitorización de los parámetros
relacionados con la calidad de la energía eléctrica en un sistema eléctrico
17. Evaluar el estado de un sistema eléctrico con respecto a la calidad de la energía
18. Proponer soluciones a problemas generados por la calidad de la energía eléctrica
19. Evaluar el estado de un sistema de puesta a tierra en un sistema eléctrico
20. Seleccionar la tecnología adecuada para incluir dentro de los planes de
mejoramiento
21. Analizar, organizar v presentar datos numéricos

Tabla 18. Competencias asociadas a la asignatura calidad del suministro de energía eléctrica - Hacer

SER	
22. Integrar equipos de trabajo interdisciplinarios	Cooperación
23. Presentar de forma clara y comprensible los	Orden
resultados obtenidos	
24. Mantener el respeto y la buena comunicación con el	
equipo de trabajo y/o superiores	Tolerancia
25. Poseer disposición actitudinal para el desarrollo de	
las actividades	Actitud
	Iniciativa/
26. Identificar problemas y ofrecer diferentes alternativas	creatividad/toma de
de solución	decisiones
27. Demostrar un interés permanente para obtener los	
resultados propuestos	Perseverancia
28. Garantizar solidez y exactitud en los análisis emitidos	Responsabilidad
29. Buscar continuamente el mejoramiento en la	Búsqueda de la
realización de los proyectos	excelencia
30. Visualizar las tendencias del medio con actitud	
positiva y optimista, orientando su conducta a la	
consecución de metas	Visión del futuro

Tabla 19. Competencias asociadas a la asignatura calidad del suministro de energía eléctrica - Ser

3.5.4 Sistemas de Potencia

Para el caso particular de sistemas de potencia, se tomó el contenido de las asignaturas sistemas de potencia I y II. A continuación se presentan los contenidos para las dos asignaturas.

SISTEMAS DE POTENCIA I

1. Conceptos fundamentales y modelado del sistema de potencia.

- 1.1. Introducción
- 1.2. Potencia y Energía
- 1.3. Estructura del Sistema de potencia
- 1.4. Característica de la demanda
- 1.5. Conceptos fundamentales y modelados del sistema de potencia
- 1.6. Balances de potencia activa y reactiva
- 1.7. Cantidades en por unidad
- 1.8. Componentes simétricas
- 1.9. Líneas de transmisión
- 1.10. La máquina síncrona
- 1.11. Transformadores
- 1.12. Redes de secuencia
- 1.13. Representación matricial

2. Análisis de flujo de carga

- 2.1. Planteamiento del problema
- 2.2. Método de Gauss Seidel
- 2.3. Método de Newton Raphson
- 2.4. Transformadores Reguladores
- 2.5. Flujo de cargas desacoplado

3. Análisis de Fallas

- 3.1 Fallas simétricas
- 3.2 Redes de Secuencia
- 3.3 Fallas asimétricas
- 3.3 Fallas de conductor abierto

SISTEMAS DE POTENCIA II

1. Contingencias

- 1.1. Introducción
- 1.2. Adición y eliminación de líneas
- 1.3. Adición y eliminación de generadores
- 1.4. Análisis de Contingencias

2. Estimación de estado

- 2.1. Introducción
- 2.2. Método de los mínimos cuadrados
- 2.3. Tratamiento de errores
- 2.4. Método de estimación
- 2.5.Hx

3. Control del Sistema

- 3.1. Introducción
- 3.2. Modelo del generador y de la carga
- 3.3. Modelo del Primomotor y del gobernador
- 3.4. Control primario: generador sincrónico
- 3.5. Control secundario de tensiones

- 3.6. Control secundario de frecuencia e intercambios
- 3.7. Control terciario de tensiones y frecuencia

4. Operación del Sistema de generación

- 4.1. introducción
- 4.2. Despacho económico
- 4.3. Programación horaria y coordinación hidrotérmica
- 4.4. Mercados competitivos

5. Operación del Sistema de transmisión

- 5.1. Introducción
- 5.2. Estados del Sistema Eléctrico
- 5.3. Evaluación de seguridad
- 5.4. Flujo de carga óptimo
- 5.5. Confiabilidad en Sistemas de Energía Eléctrica

Tabla 20. Contenido de las asignaturas sistemas de potencia I y II

De la revisión realizada con el docente del área se identificaron las siguientes competencias

SABER
1. Definir que es un sistema de potencia
2. Identificar los elementos que constituyen un sistema de potencia
3. Conocer el funcionamiento y las aplicaciones de los elementos de un sistema de
potencia
4. Dominar técnicas matemáticas de representación de un sistema de potencia
5. Conocer el planteamiento analítico del problema del flujo de cargas
6. Conocer la formulación matemática del flujo de cargas
7. Identificar diferentes algoritmos de solución del problema de flujo de cargas
8. Conceptualizar el análisis de cortocircuito en sistemas de potencia
9. Conocer la formulación matemática del análisis de cortocircuito
10. Conocer las técnicas de solución del problema de análisis de cortocircuito
11. Caracterizar los tipos de fallas que se presentan en un sistema de potencia
12. Conocer los límites normales de operación de un sistema de potencia
13. Conocer estrategias que permitan normalizar la operación de un sistema de
potencia después de una contingencia
14. Manejar las técnicas matemáticas para la estimación del estado estable de un
sistema de potencia
15. Conocer los sistemas de control de potencia activa-frecuencia y control de
potencia reactiva-tensión

Tabla 21. Competencias asociadas a las asignaturas sistemas de potencia I y II - Saber

HACER
16. Realizar el modelado grafico y matemático de un sistema de potencia
17. Aplicar los algoritmos que den la solución de un flujo de cargas
18. Analizar flujos de carga en sistemas prototipos
19. Analizar sistemas de potencia eléctrica en sus condiciones operativas de estado
estable y transitorio

20. Manejar el software especializado para el análisis de sistemas de potencia
21. Calcular corrientes de cortocircuito
22. Realizar despachos del sistema del generación en un sistema de potencia
teniendo en cuenta diferentes situaciones de contingencia
23. Diagnosticar el estado de operación de un sistema de potencia
24. Manejar el sistema de control de la generación en potencia activa y en potencia
reactiva.
25. Preparar informes de operación del sistema de potencia.

Tabla 22. Competencias asociadas a las asignaturas sistemas de potencia I y II - Hacer

SER			
27. Integrar equipos de trabajo interdisciplinarios	Cooperación		
28. Presentar de forma clara y comprensible los	Orden		
resultados obtenidos			
29. Mantener el respeto y la buena comunicación con el			
equipo de trabajo y/o superiores	Tolerancia		
30. Poseer disposición actitudinal para el desarrollo de			
las actividades	Actitud		
	Iniciativa/		
31. Identificar problemas y ofrecer diferentes alternativas	creatividad/toma de		
de solución	decisiones		
32. Demostrar un interés permanente para obtener los			
resultados propuestos	Perseverancia		
33. Garantizar solidez y exactitud en los análisis emitidos	Responsabilidad		
34. Buscar continuamente el mejoramiento en la	Búsqueda de la		
realización de los proyectos	excelencia		
35. Visualizar las tendencias del medio con actitud			
positiva y optimista, orientando su conducta a la			
consecución de metas	Visión del futuro		

Tabla 23. Competencias asociadas a las asignaturas sistemas de potencia I y II - Ser

3.6 Vigilancia Tecnológica: Revisión de Tecnologías

26. Operar un sistema de potencia

Se procedió a hacer una revisión de equipos disponibles para cada una de las necesidades de laboratorios identificadas. Esta búsqueda se realizó teniendo en cuenta criterios de calidad de los equipos, fabricantes reconocidos, soporte técnico disponible en la postventa para disponibilidad de repuestos, garantía, costo y competencias que cada uno de los equipos refuerza.

Al finalizar la descripción de los equipos, se presenta un cuadro resumen donde se listan las características más importantes de los equipos, junto con las competencias que cada uno de ellos refuerza. Dichas competencias se encuentran enumeradas de acuerdo con los cuadros presentados en los numerales 4.51, 4.5.2, 4.5.3 y 4.5.4.

3.6.1 Laboratorio de Generación Alternativa

3.6.1.1 Sistemas de Generación Hidroeléctrica

3.6.1.1.1 SCE: Simulador de Regulación y Control de Centrales Eléctricas (Edibon).

Este equipo fue diseñado para simular el comportamiento de la regulación de una central hidroeléctrica, como aplicación didáctica a diferentes aspectos de regulación, control y simulación.

Con este equipo se puede trabajar en 2 modos:

- Modo REAL (análisis continuo o de transitorios).
- Modo SIMULADO.

El equipo se compone principalmente de una interface para el acondicionamiento de señales de entrada y salida. A su vez ésta va conectada al computador a través de un cable SCSI y una tarjeta de adquisición de datos y a los dos subsistemas a los cuales se va a ejercer el control:

- Subsistema compuerta.
- Subsistema turbina-generador.

La interface del equipo dispone de una serie de conmutadores para establecer distintas cargas a la salida del generador y diferentes condiciones del sistema real.

Este equipo permite que los 30 alumnos de la clase puedan visualizar simultáneamente todos los resultados y la manipulación del equipo durante el proceso usando un proyector. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 1.

3.6.1.2 Sistemas de Generación Solar Fotovoltaica

3.6.1.2.1 Solar PV Troubleshooting learning System 950-SPT1 (AMATROL)

El sistema solar de energía fotovoltaica 950- SPT1 de Amatrol es un sistema de aprendizaje para la solución problemas, que permite a los estudiantes desarrollar las habilidades y conocimientos especializados necesarios para trabajar con los tipos más comunes de los sistemas de energía fotovoltaicos.

El 950-SPT1 enseña a los estudiantes acerca de los temas de conexión, operación, programación y resolución de problemas de AC / DC y los sistemas conectados a la red. El plan de estudios está basado en PC multimedia que es altamente interactivo. Permite a los estudiantes utilizar el estilo de aprendizaje que se adapte mejor para ellos: leer, escuchar, visualizar.

El 950-SPT1 incluye todos los componentes necesarios para trabajar en todos los componentes específicos de energía solar, así como el equilibrio de los elementos sistemas.

El 950-SPT1 proporciona una completa experiencia de energía solar fotovoltaica para solución de problemas.

Características principales

- Puede tener conexión a la red y tiene inversores micro
- Comunicaciones modernas y programación

- Equilibrio de los componentes del sistema Replica del mundo real de sistemas fotovoltaicos
- La inserción de fallos computarizado
- Los paneles móviles, múltiples PV

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 2 y 3.

3.6.1.2.2 . Solar PV Array Station 950-SPA1 (AMATROL)

Esta estación fotovoltaica es necesaria para el funcionamiento del sistema 950-SPT1, contiene varios paneles para que los estudiantes puedan aprender a conectar una serie realista.

Los estudiantes necesitan aprender acerca de los efectos de conexiones en serie y en paralelo, que requieren más de un panel. Además, el 950-SPA1 es móvil, permite a los instructores tomar ventaja de días soleados y sin tener que mover el entrenador entero. La serie está equipada con la simulación de sol, además de permite ser usado en interiores.

3.6.1.2.3 Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar A+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW (D'Lorenzo)

Sistema didáctico para el estudio teórico-práctico de las instalaciones de energía solar fotovoltaica.

Está montado en una estructura móvil que permite ser desplazada a conveniencia para las sesiones prácticas, para así permitir al panel fotovoltaico recibir radiación solar.

El panel fotovoltaico, puede ser inclinado a través de un rango de 0° a 90°, y la células calibrada utilizada para medir la radiación solar, están por un lado, y todos los componentes de una instalación fotovoltaica básica usados para proporcionar 12 V de corriente directa y 230 V de corriente alterna se encuentran en el otro lado. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 4 y 5.

3.6.1.2.4 Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar B+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW (D'Lorenzo)

Es un entrenador modular para el estudio teórico práctico de las instalaciones eléctricas con energía solar fotovoltaica y en este se pueden configurar múltiples instalaciones.

El entrenador está montado sobre una estructura de acero sobre la cual se instalan los módulos de aplicación, así como los paneles solares fotovoltaicos que se pueden montar en soportes fijos o rodantes. . Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 5 y 6.

3.6.1.2.5 Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar C+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW (D´Lorenzo)

Entrenador para el estudio teórico-práctico de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica en una casa. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 5 y 7.

3.6.1.2.6 Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar D1+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW (D'Lorenzo) Este entrenador ha sido diseñado con el propósito de estudiar la generación de energía eléctrica a partir de módulos fotovoltaicos y su conexión con la red de distribución eléctrica. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 5 y 8.

3.6.1.2.7 EPH 2 Energía fotovoltaica para avanzados (Lucas Nülle)

Este módulo didáctico permite la realización de muchos proyectos con el empleo de componentes industriales.

El sistema ofrece una simulación cercana a la realidad de la orbita solar. También con ausencia de luz solar, en el laboratorio se pueden llevar a cabo experimentos acordes con la práctica recurriendo a emuladores.

La transmisión de conocimientos, del saber hacer y la evaluación de los datos medidos asistida por PC se ven favorecidas con el empleo del curso multimedia dedicado a la energía fotovoltaica, para avanzados, compatible con el software propio del fabricante Interactive Lab Assistant..

3.6.1.2.7.1 EPH 2.1. Análisis de módulos solares

Este módulo se encuentra enfocado en trabajar las prácticas sobre el funcionamiento y las características principales del módulo solar fotovoltaico. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 9 y 12.

3.6.1.2.7.2 EPH 2.2. Estructura de plantas fotovoltaicas con funcionamiento en islas

Este módulo se encuentra enfocado en trabajar las prácticas sobre el funcionamiento y las características principales de plantas fotovoltaicas funcionando como un sistema de generación distribuida. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 10 y 12.

3.6.1.2.7.3 EPH 2.3. Estructura de plantas fotovoltaicas con funcionamiento paralelo

Este módulo se encuentra enfocado en trabajar las prácticas sobre el funcionamiento y las características principales de plantas fotovoltaicas que se conectan a la red de distribución eléctrica. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 11 y 12.

3.6.1.2.8 EESFC: Equipo de energía solar fotovoltaica contralada por computador (Edibon)

El "EESFC" es un equipo, controlado desde computador (PC), para el estudio de la transformación de energía luminosa en energía eléctrica.

Este equipo utiliza el sistema solar por fotoconversión para la conversión directa de la radiación solar en electricidad. La energía absorbida es suministrada por la radiación solar simulada; en nuestro caso, esto se hace a través de un panel con potentes fuentes luminosas.

Hay dos módulos opcionales que se pueden adquirir para la realización de las prácticas en este módulo: EEkit: Kit de simulación de conversión y consumo y EEKit 2: Kit de inversor para la conexión a la red eléctrica, con los cuales el sistema puede permitir el funcionamiento como generación distribuida o con conexión a la red eléctrica de distribución. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 13.

3.6.1.2.9 MINI EESF: Entrenador modular de energía fotovoltaica (Edibon)

El Entrenador Modular de Energía Solar Fotovoltaica "MINI-EESF" es un equipo, a escala de laboratorio, diseñado para estudiar todos los parámetros de la conversión directa de radiación procedente del sol en electricidad.

El entrenador está basado en diferentes módulos de aplicación y en paneles solares fotovoltaicos montados en estructuras móviles.

Está especialmente diseñado para el estudio teórico y práctico de las instalaciones eléctricas con energía solar fotovoltaica, las configuraciones típicas usadas en instalaciones fotovoltaicas y el funcionamiento de los diferentes elementos que intervienen en la conversión.

Este equipo genera corriente continua, corriente alterna y se puede conectar a la red de distribución. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 14.

3.6.1.3 Sistemas de Generación Solar Térmica

3.6.1.3.1 Solar Thermal Open-Loop Troubleshooting Learning System 950-STOLI (AMATROL)

Este sistema permite a los estudiantes desarrollar sus habilidades y destrezas en sistemas de energía solar, para calentamiento de agua en lazo abierto.

El plan de estudios está basado en PC multimedia que es altamente interactivo. Permite a los estudiantes utilizar el estilo de aprendizaje que se adapte mejor para ellos - leer, escuchar, visualizar.

El 950-STOL1 incluye todos los componentes necesarios para el desarrollo práctico, habilidades de trabajo y todos los componentes específicos de energía solar, así como el equilibrio de los elementos del sistema. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 15.

3.6.1.3.2 Solar Thermal Closed-Loop Troubleshooting Learning System 950-STCLI (AMATROL)

Este sistema permite a los estudiantes desarrollar sus habilidades y destrezas en sistemas de energía solar, para calentamiento de agua en lazo cerrado.

El plan de estudios está basado en PC multimedia que es altamente interactivo. Permite a los estudiantes utilizar el estilo de aprendizaje que se adapte mejor para ellos - leer, escuchar, visualizar.

El 950-STCLI incluye todos los componentes necesarios para el desarrollo práctico, habilidades de trabajo y todos los componentes específicos de energía solar, así como el equilibrio de los elementos del sistema. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 16.

3.6.1.3.3 Entrenador de energía térmica para agua caliente DL-Termho A (D´Lorenzo)

Sistema didáctico para la enseñanza teórica y práctica de la energía solar instalaciones utilizadas para obtener agua caliente para el saneamiento, aire acondicionado y servicios similares. Es una instalación de sistema con una amplia gama de aplicaciones didácticas. Incorpora software profesional para el control y la instalación, para garantizar que el parámetro de control de la unidad se puede conectar a un PC mediante un puerto serie. Incorpora seis sensores de temperatura disponibles en cuatro diferentes puntos, y un sensor de radiación solar que se utiliza para calcular la energía. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 17

3.6.1.3.4 Sistema de entrenamiento de energía solar térmica Modelo 46121-00 (Lab-Volt)

El Sistema de entrenamiento de energía solar térmica Modelo 46121-00 es un sistema solar de calentamiento de agua.

El entrenador dispone de un colector solar, bombas de circulación, tanque de almacenamiento, intercambiadores de calor, separador de aire, tratamiento de aire, serpentín de calentamiento solar, purgador automático, termostato, y el sistema de control con sensores.

Los estudiantes serán capaces de instalar los componentes del sistema, tener en cuenta las presiones, temperaturas y caudales. Los estudiantes configuraran los diferentes entornos operativos como: calefacción por suelo radiante, calefacción de agua solares pasivos y activos, el sistema de calefacción, agua caliente y un intercambiador de calor. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 18

3.6.1.3.5 EESTC: Equipo de Energía Solar Térmica (Edibon)

Este equipo es un sistema de transformación de energía solar en energía calorífica. Este equipo utiliza el sistema de termofusión para el calentamiento del agua, o el sistema tradicional de bombeo. En ambos casos, la energía calorífica absorbida es dada por la radiación solar simulada; en nuestro caso, esto se hace a través de un panel con potentes fuentes luminosas.

Este equipo, controlado desde computador (PC), se suministra con el Sistema EDIBON de Control desde Computador (SCADA), que incluye: Caja-Interface de Control + Tarjeta de Adquisición de Datos + Software de Control y Adquisición de Datos, para el control del proceso y de los diferentes parámetros. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 19.

3.6.1.3.6 MINI-EESTC: Equipo básico de energía solar térmica (Edibon)

Este equipo transforma energía solar en energía calórica. Este equipo, controlado desde computador (PC), se suministra con el Sistema EDIBON de Control desde Computador (SCADA), que incluye: Caja-Interface de Control + Tarjeta de Adquisición de Datos + Software de Control y Adquisición de Datos. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 20.

3.6.1.4 Sistemas de Generación Eólica

3.6.1.4.1 Turbine Electric Hub troubleshooting learning System 950-TEH1 (Amatrol)

Este sistema enseña a los estudiantes las habilidades para la operación de turbinas eólicas, el ajuste y resolución de problemas en una amplia variedad de situaciones.

También permite a los estudiantes desarrollar y practicar los componentes, subsistemas y habilidades a nivel de sistema. La turbina eléctrica del sistema de aprendizaje incluye el único sistema electrónico Amatrol de inserción de fallas, lo que permite a los instructores crear electrónicamente problemas reales y luego seguir el progreso del estudiante en la fijación de la misma.

Además, el 950-TEH1 se conectará con el Sistema de Amatrol 950-TNC1 la turbina de aprendizaje en Góndola para crear una experiencia completa de turbinas eólicas de aprendizaje. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 21 y 22.

3.6.1.4.2 Wind Turbine generator control troubleshooting learning system 950-TGC1 (Amatrol)

Este sistema permite a los estudiantes desarrollar las habilidades de adaptación para el funcionamiento del generador de viento del sistema, ajuste y resolución de problemas en una amplia variedad de situaciones.

Permite a los estudiantes desarrollar y practicar habilidades de los componentes y de nivel de sistema y les da la instrucción teórica y práctica en la experiencia que se necesita en el campo de la generación eólica. El generador de turbina incluye un sistema electrónico amatrol de inserción de fallas, lo que permite a los estudiantes la experiencia de resolución de problemas reales, problemas de control de generador y recibir feedback automático sobre sus progresos. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 23 y 24.

3.6.1.4.3 Turbine Nacelle troubleshooting learning system 950 TNC 1 (Amatrol)

Enseña a los estudiantes las principales habilidades para la operación, ajuste y resolución de problemas en turbinas de viento en una amplia gama de eventos.

Incluye un sistema electrónico amatrol de inserción de fallas que permite que los estudiantes tengan la experiencia de resolver problemas e inmediatamente tener retroalimentación al respecto. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 25 y 26.

3.6.1.4.4 Entrenador de energía eólica con aerogenerador DL WIND A+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW (D´lorenzo)

Este es un sistema didáctico para la enseñanza teórica y práctica de instalaciones de energía eólica. El dispositivo incluye un conjunto de módulos de control, medidas y aplicaciones, dos opciones de aerogeneradores, según la potencia requerida, un dispositivo para medir la velocidad del viento, descriptivo y manuales prácticos. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 27.

3.6.1.4.5 Entrenador de energía eólica con tunel de viento DL WIND B+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW (D'Iorenzo)

Entrenador para la enseñanza teórica y práctica de la generación de electricidad por medio de la energía eólica.

Con este entrenador es posible cambiar el flujo del aire que llega a la turbina de viento para experimentar su funcionamiento en las diferentes cargas a fin de observar el freno que las cargas generan. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 28.

3.6.1.4.6 EWG1 Plantas Eólicas (Lucas Nülle)

Con este sistema se analiza la estructura y funcionamiento de las centrales eólicas modernas. La influencia de la velocidad del viento y la estructura mecánica de la central eólica son simuladas por medio de un banco de pruebas de servomotores y software propio. Incluye un curso multimedia con el cual se transmiten los conocimientos necesarios, se hace soporte a los montajes a realizar y permite el aprovechamiento de los datos de medición que son obtenidos a través del PC. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 29.

3.6.1.4.7 EWG2 Plantas Eólicas Pequeñas (Lucas Nülle)

Las plantas eléctricas eólicas de hasta aproximadamente 5 kW de potencia se emplean actualmente para implementar un suministro de corriente descentralizado. Se usan para la

alimentación de objetos que no disponen de energía eléctrica central como es el caso de los retransmisores de telefonía móvil ubicados en lugares apartados o las casas de campo. Estas plantas generan tensión continua. La energía se puede almacenar en acumuladores por medio de reguladores de carga. Gracias a los convertidores se pueden generar tensiones continuas que permitan el funcionamiento de los equipos que consumen energía de la red. .

Incluye un curso multimedia con el cual se transmiten los conocimientos necesarios, se hace soporte a los montajes a realizar y permite el aprovechamiento de los datos de medición que son obtenidos a través del PC. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 30.

3.6.1.4.8 EEEC: Equipo de energía eólica controlado por computador (Edibon)

Este sistema, es un equipo, a escala de laboratorio, diseñado para estudiar la energía eólica y la influencia de diferentes factores en la generación de este tipo de energía. Cuenta con el sistema Edibon de control desde el computador, SCADA.

Tiene generación en corriente continua. Para cargas AC y conexión a la red, se deben adquirir dos kit adicionales: EEkit1:Kit de Simulación de Conversión y Consumo (CA) y EEkit2: Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica. Conectado a un PLC se puede ajustar con un módulo para 30 estudiantes. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 31.

3.6.1.4.9 MINI-EEC: Equipo Básico de energía eólica (Edibon)

MINI-EEEC es una unidad pequeña escala diseñado para estudiar la energía eólica y la influencia de algunos factores en esta generación.

Un ventilador introduce aire en el túnel. Un sensor de velocidad del aire mide la velocidad del aire.

Es posible conocer, en tiempo real, el valor de la tensión, corriente y potencia entregada por el aerogenerador.

Esta unidad informática de Control se suministra con el sistema de control de EDIBON PC (SCADA), que incluye: + caja de control de interfaz de datos + Tarjeta de Adquisición de Control de PC y software de adquisición de datos, para controlar el proceso y los parámetros que intervienen. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 32.

3.6.1.5 Sistemas de Generación Híbridos

3.6.1.5.1 Sistema de Entrenamiento Solar y eólico Modelo 46120-00 (Lab Volt)

El Sistema de Formación Energía Solar/viento forma un completo sistema híbrido de entrenamiento de la energía. Este programa demuestra cómo las turbinas eólicas y paneles solares se utilizan en los mercados industriales y de consumo para complementar las necesidades del mundo de energía.

El entrenamiento se hizo con los componentes que se utilizan en la industria, los mismos componentes que los alumnos vean en sus propios hogares, escuelas o lugares de trabajo. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 33.

3.6.1.5.2 DL Sun-Wind (D'Lorenzo)

Entrenador modular para el estudio teórico-práctico de las instalaciones eléctricas con energía solar fotovoltaica y energía eólica. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 34.

3.6.1.5.3 Soleosis: Solar Panels and Wind Turbine (Schneider Electric)

Este equipo se utiliza para descubrir la producción de energía mediante paneles solares o turbinas eólicas.

Un panel solar con la tecnología fotovoltaica se recupera la energía equivalente a 100 vatios. Esto se almacena en una batería para suministrar un sistema de iluminación simple.

Este sistema se completa con un cuerpo de la turbina eólica accionada por un motor asíncrono para simular la producción de energía eólica por un máximo de 350 vatios. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 35.

LABORATORIO DE GENERACIÓN ALTERNATIVA							
Tipo de Generación	Módulo Disponible	Marca	Comentarios	Competencias Relacionadas	Precios (IVA incluido)	Garantía (Años)	
Generación Hidroeléctrica	SCE: Simulador de Regulación y Control de Centrales Eléctricas	Edibon	Modulo a pequeña escala de una central hidroeléctrica, el objetivo es hacer el control del modulo por computador. Tiene software propio SCADA y se necesita equipo de cómputo. Se pueden conectar por medio de un PLC 3o estudiantes	1, 2, 6, 16, 17, 23, 26, 27	€ 9.300	2	
Generación Solar Fotovoltaica	Solar PV Troubleshooting learning System 950- SPT1	Amatrol	Generación DC y AC, conexión de carga, tiene lámparas para simular el sol	1, 2, 3, 9, 16, 20, 23, 26, 27	\$ 92.406.006	1	
	Solar PV Array Station 950-SPA1	Amatrol	Complemento para el funcionamiento del Sistema 950- SPTI		\$26.624.058	1	
	DL Solar A+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW	D´Lorenzo	Básico funcionamiento, suministra DC y AC, Software propio	1, 2, 3, 16, 20, 23, 26, 27	\$ 20.530.657	2	
	DL Solar B+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW	D´Lorenzo	Convertidor DC/AC, Pruebas con cargas de lamparas, software propio	1, 2, 3, 16, 20, 23, 26, 27	\$26.526.220	2	
	DL Solar C+	D Lorenzo	Sistema desarrollado	1, 2, 3, 16, 20, 23, 26, 27	\$26.526.220	2	

Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW		en pequeña escala para el estudio de la energía solar fotovoltaica en una vivienda.			
DL Solar D1+ Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW	D´Lorenzo	Aplicaciones con conexión a red. Diferencia con A y B	1, 2, 3, 9, 16, 20, 23, 26, 27	\$ 45.417.630	2
EPH 2.1 Analisis de modulos solares	Lucas- Nülle	Simula dentro del aula al panel solar	1,2,3, 16, 20, 26	\$ 28.224.400	1
EPH2.2 Estructura de plantas fotovoltaicas conectadas en islas	Lucas- Nülle	Generación distribuida. Se necesita adquirir computador, con software lab assistant	1, 2, 3, 16, 20, 23, 26, 27	\$ 11.756.800	1
EPH2.3 Estructura de plantas fotovoltacas conectadas en paralelo	Lucas- Nülle	Con conexión a la red eléctrica. Se necesita adquirir computador, con software lab assistant.	1, 2, 3, 9, 16, 20, 23, 26, 27	\$ 13.173.200	1
EEFSFC: Equipo de energía solar fotovoltaica contralada por computador Eekit: Kit de simulación de conversión y consumo EEKit 2: Kit de inversor para la conexión a la red eléctrica	Edibon	Generación corriente continua. Para cargas AC y conexión a la red se deben adquirir dos kit adicionales. Software propio SCADA y se necesita un computador. Conectado a un PLC se puede ajustar con un módulo para 30	1, 2, 3, 9, 16, 20, 23, 26, 27	€ 24.900	2

			estudiantes			
	MINI EESF: Entrenador modular de energía fotovoltaica	Edibon	CC, AC y para la conexión a la red. No tiene para controlar por computador	1, 2, 3, 9, 16, 20, 26, 27	€ 5.200	2
	Solar Thermal Open- Loop Troubleshooting Learning System 950- STOL1	Amatrol	Calentamiento de agua con panel solar, tiene lamparas para simular el sol	1,2,3, 23	\$83.740.400	1
	Solar Thermal Closed-Loop Troubleshooting Learning System 950- STCL1	Amatrol	Calentamiento de agua con panel solar, tiene lamparas para simular el sol	1,2,3, 23	\$90.703.880	1
Generación Solar Térmica	Entrenador de energía térmica para agua caliente DL- Termho A	D´Lorenzo	Calentamiento de agua con panel solar	1,2,3, 23	\$53.512.437	2
	Sistema de entrenamiento de energía solar térmica Modelo 46121-00	LabVolt	Calentamiento de agua con panel solar, no funciona como central generadora	1,2,3, 23	\$75.037.500	1
	EESTC: Equipo de Energía Solar Termica	Edibon	Calentamiento de agua con panel solar, no funciona como central generadora	1,2,3, 23	€ 12.400	1
Generación Eólica	Turbine Electric Hub troubleshooting learning System 950- TEH1	Amatrol	Complemento de 950.TGC1 para funcionar como central eolica		\$261,620,397	1
	Wind Turbine generator control troubleshooting	Amatrol	Modulo para funcionar como central eolica (950-	1, 2, 3, 8, 16, 19, 23, 26, 27	\$306,758,314	1

learning system 950- TGC1		TGC1 + 950-TEH1) o (950-TGC1 + 950- TNC1)			
Turbine Nacelle troubleshooting learning systems 950-TNC1	Amatrol	Complemento de 950.TGC1 para funcionar como central eolica		\$261,620,397	1
Entrenador de energía eólica con aerogenerador DL WIND A+Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE- SW	D´Lorenzo	Funciona como generación distribuida	1, 2, 3, 16, 19, 23, 26, 27	\$ 37.363.883	2
Entrenador de energía eólica con túnel de viento DL WIND B+Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE- SW	D'Lorenzo	Funciona como generación distribuida	1, 2, 3, 16, 19, 23, 26, 27	\$53.431.572	2
EWG1 Plantas Eólicas	Lucas- Nülle	Funcionamiento de una planta de energía eólica, conectada a la red/Se puede agregar el simulador dinámico de fallos de red	1, 2, 3, 8, 16, 19, 23, 26, 27	\$ 276.244.836	1
EWG2 Planta Eólicas Pequeñas	Lucas- Nülle	Generación distribuida, almacenamiento de energía en baterías	1, 2, 3, 16, 19, 23, 26, 27	\$ 152.534.316	1
EEEC: Equipo de energía eolica controlado por	Edibon	Generación corriente continua. Para cargas AC y	1, 2, 3, 8, 16, 19, 23, 26, 27	€ 23.100	2

	computador EEkit1:Kit de Simulación de Conversión y Consumo (CA). EEkit2: Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica		conexión a la red se deben adquirir dos kit adicionales. Software propio SCADA y se necesita un computador. Conectado a un PLC se puede ajustar con un módulo para 30 estudiantes			
	MINI-EEC: Equipo Básico de energia eolica	Edibon	Para generación distribuida, software propio SCADA y se necesita un computador. Conectado a un PLC se puede ajustar con un módulo para 30 estudiantes	1, 2, 3, 16, 19, 23, 26, 27	€ 8.600	2
Sistemas Híbridos	Sistema de Entrenamiento Solar y eólica Modelo 46120-00	LabVolt	Tiene dos tipos de energía en un solo modulo, solar fotovoltaica y eólica, con simulador de viento y luz, tiene cargas eléctricas, se pueden conectar a cualquier navegador y monitorear, se medidas, se necesita adquirir computador	1, 2, 3, 8, 9, 16, 19, 20, 23, 26, 27	\$ 50.025.000	2
	DL Sun- Wind	D´Lorenzo	Tiene dos tipos de energía en un solo módulo, solar fotovoltaica y eólica,	1, 2, 3, 8, 9, 16, 19, 20, 23, 26, 27	\$ 53.790.868	2

Soleosis: Solar Panels and Wind Turbine	Schneider Electric Electric Electric Tiene dos tipos e energía en un so módulo, solar fotovoltaica y eó	olo 1, 2, 3, 8, 9, 16, 19, 20, 23, 26, 27	_* 1	*	
---	---	---	----------------	---	--

Tabla 24. Resumen de Búsquedas para el laboratorio de Generación Alternativa

Cotización en Curso

3.6.2 Laboratorio de Uso Racional de la Energía/Eficiencia Energética

3.6.2.1 DL Eficiencia A - Eficiencia Energética en Motores Eléctricos (D´Lorenzo)

Entrenador para el estudio de la eficiencia energética en el control de motores eléctricos. Permite estudiar la eficiencia energética en un circuito hidráulico con motor para accionar la bomba controlado por un inversor. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 36.

3.6.2.2 DL2130B Motor KEPPE - Motor AC/DC de Alta eficiencia (D´Lorenzo)

Este sistema es para el estudio de una nueva tecnología de motor basada en los principios de energía esenciales del Profesor Keppe´s, citados en su libro "The New Physics Derived From A Disinverted Metaphysics". El sistema permite realizar pruebas de potencia y eficiencia, comparado a los motores tradicionales. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 37.

3.6.2.3 Eficiencia Energética en Sistemas de Motores Eléctricos (D´Lorenzo)

Los motores representan el 50% del consumo del sector industrial y un gran potencial para reducir pérdidas.

Este laboratorio ha sido desarrollado para simular un amplio número de condiciones operativas de los siguientes equipos más comunes usados actualmente por la industria:

- Bombas hidráulicas
- Compresores de aire
- Ventiladores
- Aires acondicionados
- Bandas transportadoras

Además de las cargas industriales de arriba, el laboratorio cuenta con un dinamómetro para análisis dinámico de los motores.

El equipo mencionado ha sido organizado para formar cuatro estaciones de trabajo que permiten la demostración real de las operaciones electromecánicas y sus implicaciones en el consumo de energía eléctrica. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 38.

3.6.2.4 RSSI energy efficiency modular offer (Schneider Electric)

El RSSI energy efficiency modular offer permite descubrir el ahorro de energía y aspectos de gestión de energía de una instalación eléctrica. Adicionalmente, ofrece una eficiencia modular permite estudiar e instalar los componentes de una instalación eléctrica para la industria de servicios residenciales y pequeñas.

Los aspectos de ahorro de energía y gestión de la energía están cubiertos por el uso de productos tales como programadores, interruptores de luz sensible, interruptores de retardo y temporizadores. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 39.

3.6.2.5 KNX energy efficiency modular offer (Schneider Electric)

El KNX energy efficiency modular offer permite descubrir las características y los principios de un bus Konnex teniendo en cuenta la gestión económica y energética.

El KNX energy efficiency modular permite estudiar e instalar los componentes de una instalación eléctrica para edificios y la industria de servicios pequeños, teniendo en cuenta el ahorro de energía y aspectos de gestión de energía cubiertos por el uso de componentes en el bus KNX. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 40.

3.6.2.6 Energy efficiency ventilation case (Schneider electric)

Este equipo permite demostrar el ahorro de energía conseguido con un variador de velocidad en una instalación, la ventilación permite:

- comparación de consumos de energía
- de medición de energía
- control de flujo de paletas o de velocidad variable
- configuración de la unidad
- visualización del flujo por una bola en un tubo transparente
- análisis de las ventajas de la velocidad variable en comparación con una solución convencional.

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 41.

3.6.2.7 Didalub: management of public lighting (Schneider electric)

El sistema Didalub es un dispositivo diseñado para reproducir de gestión de la iluminación de una zona urbana y el estudio de su consumo eléctrico y el ahorro de energía.

El sistema se compone de un gabinete con varios tipos de lámparas representante del alumbrado público, y un gabinete que incorpora el producto Lubio VRI tipo con una potencia de 3 kVA, utilizado para:

- puesta en marcha de iluminación
- interruptor de luz encendido o apagado según la ubicación geográfica del lugar
- pasar progresivamente de la iluminación normal de la iluminación económica
- preparar un balance de energía y el estudio de medición de energía para destacar el ahorro de energía.

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 42.

3.6.2.8 EUC 1 Consumidores Complejos y medición de consumo de energía (Lucas Nülle)

Los experimentos orientados a conseguir el descenso de las cargas punta por medio de mediciones realizadas con un contador de corriente activa y de máxima intensidad, demuestran que es posible reducir la carga de la red o distribuirla homogéneamente a lo largo de las 24 horas del día.

La condición para el empleo efectivo de la técnica de medición es el análisis de la red y de las cargas o aparatos conectados. Por tanto, en los experimentos individuales, se pueden examinar en detalle las cargas estáticas, dinámicas, simétricas y asimétricas. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 43.

3.6.2.9 EUC 2 Consumidores Dinámicos (Lucas Nülle)

En la carga dinámica se emplea un motor asíncrono de corriente trifásica acoplado al banco de pruebas de servomotores. Las potencias activas y reactivas (coseno phi del motor) dependen de la carga que soporta la máquina y, por lo tanto, no son constantes. El banco de pruebas de servomotores puede actuar como accionamiento del motor asíncrono de manera que la potencia activa ingrese a la red de corriente trifásica. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 43.

3.6.2.10 EUC 3 Compensación de potencia reactiva accionada manual y automáticamente (Lucas Nülle)

En el caso de este tipo de compensación, en las redes de tensión alterna, la corriente reactiva no deseada se reduce en las cargas y, de esta manera, la potencia reactiva ligada a ella. En este caso, en un punto central de alimentación, se integran adicionalmente en el circuito cargas capacitivas dirigidas hacia todas las cargas inductivas. La potencia reactiva capacitiva opuesta debe tener, en lo posible, el mismo valor que la potencia reactiva inductiva instalada. De este modo, se reducen las corrientes reactivas no deseadas y todos los dispositivos necesarios para el suministro de este tipo de corriente no necesitan adoptar dimensiones innecesariamente exageradas. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 43.

LABORATORIO DE USO RACIONAL DE LA ENERGÍA								
Módulo Disponible	Marca	Comentarios	Competencias Relacionadas	Precios (IVA incluido)	Garantía (Años)			
DL Eficiencia A - Eficiencia Energetica en Motores Electricos	D´Lorenzo	Prácticas de eficiencia energética con un motor de una bomba hidráulica	8, 9, 10, 14, 16, 20, 21, 22, 25	\$ 32.143.841	2			
DL2130B Motor KEPPE - Motor AC/DC de Alta eficiencia	D'Lorenzo	Comparación de eficiencia entre motores, uno normal y otro de alta eficiencia	8, 9, 10, 14, 18,19,20,21, 22, 25	\$ 47.388.204	2			
Eficiencia Energética en Sistemas de Motores Eléctricos (se incluyen cuatro módulos bomba, dinamómetro, compresor, aire acondicionado y banda transportadora)	D´Lorenzo	El más completo para prácticas con diversos tipos de aplicaciones.	6,7,8, 9, 10, 11, 14, 16, 20, 21, 22, 23, 24,25	\$ 660.783.444	2			
RSSI Energy Efficiency Modular Offer	Schneider Electric	Prácticas de eficiencia energética en instalaciones residenciales.	8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25	* 1	*			
KNX Energy Efficiency Modular Offer	Schneider Electric	Se pueden hacer prácticas de eficiencia energética en instalaciones residenciales e industriales.	8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25	*2	*			
Energy Efficiency Ventilation Case	Schneider Electric	Prácticas de ahorro de energía con el uso de	7, 8, 9 ,10, 20, 21	*3	*			

Cotización en Curso

² Cotización en Curso

³ Cotización en Curso

		un variador de velocidad.			
Didalub: Management of Public Lighting	Schneider Electric	Prácticas para la gestión y el ahorro de energía en instalaciones de iluminación de una zona urbana.	8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25	*4	*
EUC 1 Consumidores Complejos y medición de consumo de energía	Lucas Nülle	Prácticas concentradas en la medición de las cargas en hora punta para disminución del consumo y ahorro de energía.	8, 9, 10, 11, 16, 17 , 19, 20 ,21, 22, 23	\$23.455.700	1
EUC 2 Consumidores Dinámicos	Lucas Nülle	Prácticas de ahorro de energía con motores eléctricos	8, 9, 10, 11, 16, 17 , 19, 20 ,21, 22, 23	\$58.051.700	1
EUC 3 Compensación de potencia reactiva accionada manual y automáticamente	Lucas Nülle	Prácticas para el manejo de energía reactiva con la finalidad de reducción del consumo de energía.	8, 9,10, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	\$ 40.377.628	1

Tabla 25. Resumen de Búsquedas para el laboratorio de Uso Racional de la Energía

⁴ Cotización en Curso

3.6.3 Laboratorio de Calidad en el Suministro de la Potencia

Para el caso especifico de este laboratorio, no hay disponibles aún tecnologías robustas didácticas para laboratorios, hasta ahora se encuentran pequeños módulos, que para las competencias que se requieren cumplir en la asignatura, no son suficiente. De acuerdo con lo anterior, con las prácticas planteadas en [45] se hizo una recopilación de las prácticas y los equipos utilizados para cada una de ellas. A continuación se presenta un resumen.

Práctica 1: Medición de huecos de tensión, sobretensiones e interrupciones (Práctica simulada en MATLAB):

- Equipo de cómputo
- Software: Simulink (MATLAB)

Práctica 2: Medición de desbalance (Práctica simulada en MATLAB):

- Equipo de computo
- Software: Simulink (MATLAB)

Práctica 3: Transitorio electromagnético

(Práctica simulada en MATLAB):

- Equipo de computo
- Software: Simulink (MATLAB)

Práctica 4: Medición de componentes armónicas

(Práctica simulada en MATLAB):

- Equipo de computo
- Software: Simulink (MATLAB)

Práctica 5: Medición de flicker

(Práctica simulada en MATLAB):

- Equipo de computo
- Software: Simulink (MATLAB)

Práctica 6: Medición de componentes armónicas y huecos de tensión utilizando el analizador de calidad

Equipos necesarios en el montaje para realizar la medición de armónicos:

- Analizador de redes
- Autotransformador (o alimentador de banco)
- Variador de velocidad
- Motor de inducción trifásico
- Reóstato

Equipos necesarios en el montaje para realizar la medición de huecos de tensión y sobretensiones:

- Analizador de redes
- Autotransformador (o alimentador de banco)
- Generador de perturbaciones

De acuerdo con lo anterior y con una revisión realizada con el docente del área, se hizo un listado de equipos requeridos que se presenta a continuación.

Tipo de equipo							
Generador de perturbaciones							
Equipos de monitoreo							
Telurometros							
Cargas lineales, no lineales, electronicas y motores							
Módulo IGBT de rectificador trifásico e inversor							
Filtros activos y pasivos							
Variadores de velocidad							
Alimentador de banco							

Tabla 26. Tipo de equipos para el laboratorio de calidad en el suministro de la potencia

3.6.3.1 Generadores de perturbaciones

3.6.3.1.1 Industrial Power Corruptor – IPC (Power Standars Labs)

El IPC es un equipo compacto y portátil que combina la unidad de recolección de datos completa con un diseño seguro para su uso en condiciones de laboratorio o experimental: Todos los datos que figuran en los archivos CSV que pueden visualizar y analizar con el software incluido o se puede ver con otros editores, como por ejemplo Excel. Una vez que se conecta al IPC de alimentación de CA y el equipo bajo prueba, todas las pruebas se pueden ejecutar desde interfaz de uso fácil del panel frontal.

El IPC crea huecos de tensión, sobretensiones e interrupciones para las pruebas de inmunidad de equipos industriales. El uso de equipos de prueba tiene un rendimiento de hasta 200 amperios.

El generador es un estándar para la certificación de equipos: SEMI F47, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-34 incorporado 29 canales de grabación osciloscopio digital. Alimentación opcional grabador de flujo para SEMI E6, también. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 44.

3.6.3.1.2 Harmonics and Flicker Generator - HFG01(York EMC Services Ltd)

Este equipo permite generar armonicos y flicker de tensión. Permite al usuario verificar periódicamente sus pruebas en los equipos, asegurando el cumplimiento de las normas y procedimientos de laboratorio de calidad. La unidad dispone de una serie de perturbaciones armónicas y flicker de un valor nominal, pero de un nivel estable.

El generador por lo tanto, se puede utilizar para verificar la estabilidad de un sistema de medición. Por otra parte, debido a su estabilidad puede ser utilizado como un estándar de transferencia de un calibrado del sistema. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 45.

3.6.3.1.3 Tester for voltage dips, interruptions and variations - PLINE1610 (Haefely Technology)

Es un generador de huecos y variaciones de tensión e interrupciones cortas. Hasta 18 pruebas pueden ser almacenados en la unidad, y estas pruebas se pueden vincular en una secuencia de programa. Hasta 18 programas se pueden definir y almacenar junto con la función de transición para todos los parámetros básicos, rutinas de prueba extremadamente complejas también se puede definir y ejecutar cómodamente. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 46.

3.6.3.1.4 Power Fail Simulator - PFS 503N (Emtest)

Es un generador de huecos y variaciones de tensión e interrupciones cortas. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 47.

3.6.3.1.5 Programmable AC Power Source (Chroma)

Es un generador de huecos y variaciones de tensión, interrupciones cortas, armónicos e interarmonicos. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 48.

3.6.3.2 Equipos de Monitoreo

3.6.3.2.1 Analizador PQube Portable grado IP65 (Power Standars Labs)

Este equipo monitorea huecos de tensión, sobretensiones e interrupciones, formas de onda y RMS gráficos, eventos de frecuencia, detección de impulso,THD, TDD, de tensión y desequilibrio de corriente, RMS Flicker, P inst, P ST, P LT.

Tiene la capacidad de hacer una programación para todos los días de las tendencias semanales, mensuales, probabilidad acumulada, histogramas, etc.

Puede ser Trifásico y monofásico de vigilancia hasta 690V, 50/60 Hz.

No requiere de software. El PQube escribe automáticamente imágenes, hojas de cálculo y archivos de texto en una SD estándar.

Además, tiene dos entradas analógicas, hasta 4 salidas de relé, y dos canales de temperatura y humedad de vigilancia. Pantalla a todo color con más de 25 idiomas. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 49.

3.6.3.2.2 Analizador trifásico de calidad de la energía FLUKE 435 (FLUKE)

Es equipo de monitoreo permite la solución de problemas en tiempo real pues se pueden analizar las tendencias utilizando los cursores y el zoom herramientas incluso durante la grabación de fondo continúa.

Tiene la más alta calificación de seguridad en la industria: 600 V Cat IV/1000 V CAT III.

Posee un modo automático transitorio en donde es posible la captura de datos de forma de onda 200 kHz en todas las fases de forma simultánea: hasta 6 kV.

Es totalmente compatible con la Clase A, se pueden realizar pruebas de acuerdo a las normas internacionales IEC 61000-4-30 Clase A estándar.

Se realiza la medición de las tres fases y neutro, incluyendo cuatro sondas de corriente.

Tiene la función autotrend, con la cual cada medida que se ve, es grabada automáticamente, sin ningún tipo de configuración.

Tiene hasta siete parámetros de calidad de la energía en una pantalla, de acuerdo a EN50160 estándar de calidad de la energía

Con el software de análisis incluido se pueden ver gráficos y generar informes.

Duración de la batería: Siete horas de funcionamiento por carga de batería NiMH.

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 50.

3.6.3.2.3 Multifunctional Power Quality Analysers MI 2292 (Metrel)

Es un equipo de monitoreo de tres fases, portátil para su uso en la industria, los servicios públicos y para realizar los diagnósticos de energía de calidad más exigentes.

- Tiene tres entradas de corriente y tensión, en combinación con un módulo de memoria interna permiten grabación de hasta 4 semanas.
- 64 parámetros pueden ser monitoreados y registrados de forma simultánea
- El equipo se puede programar ya sea directamente o a través de PC MS Windows, es compatible con PC SW PowerLink, sirve para la descarga, gestión de los datos registrados y la preparación de los informes de ensayo
- Amplia selección de accesorios hace que el instrumento adecuado para una variedad de diferentes aplicaciones.
- Medición de alta precisión y registro de parámetros de calidad de la energía (U, I, F, cos φ, FP, P, Q, S, los armónicos de corriente y voltaje de hasta 63o de pedidos, etc.)
- Poder de evaluación de la calidad según la norma EN 50160 como la medición de parpadeo y estandarizado impresión del informe en forma de gráfico y la tabla
- Mediciones de los transitorios de hasta 20 ms con nivel ajustable
- Mediciones de forma de onda con la detección de la dirección de armónicos.
 Ajuste del nivel y la pendiente desencadenantes de tensión y corriente

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 51.

3.6.3.2.4 Digital Power Analyzer WT 3000 (Yokogawa)

Es un equipo de monitoreo con las siguientes características principales:

- Precisión básica: 0.01% de la lectura
- Exactitud de alimentación básica: 0.02% de la lectura
- 2A elemento de entrada de corriente
- Buena legibilidad: La gran pantalla LCD de 8,4 pulgadas y el indicador LED de gama
- Medición simultánea con 2 unidades (8 elementos de entrada de corriente)
- Función de almacenamiento: 50 ms almacenar los datos de intervalo
- Interfaz: GP-IB, Ethernet, RS-232 y USB
- La función de cálculo avanzado: de forma de onda de cálculo, análisis FFT, el muestreo de forma de onda de guardar datos.
- IEC61000-3-2 y IEC61000-3-12: Medición de los armónicos de actualización!
- IEC61000-3-3 y IEC61000-3-11: fluctuación de voltaje / Medida del parpadeo

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 52.

3.6.3.2.5 Analizador de calidad de energía trifásico PowerPad Modelo 8335 (AEMC)

Es un equipo de monitoreo con las siguientes características principales:

- Medición de tensiones RMS verdaderas hasta 1000 Vrms CA/CC para sistemas de dos, tres, cuatro, cinco hilos.
- Medición directa de tensión y corriente del neutro
- Mediciones de armónicos (con referencia al valor fundamental o RMS) para tensión, corriente o potencia, hasta el armónico 50°.
- Visualización de secuencias y dirección de armónicos y calculo global de armónicos.
- Visualización de diagramas fasoriales a tiempo real incluyendo módulos y ángulos de fase.

- Monitorea el valor promedio de cualquier parámetro calculado hasta un intervalo de 1 segundo hasta dos horas.
- Medición de potencia activa, reactiva y aparente por fase y su valor total respectivo.
- Calculo de valor de potencia, factor de potencia de desplazamiento y factor de tangente.
- Memoria interna de registro de tendencias de 2GB ; las memorias de registros, de transitorios y alarmas están separadas.
- Calculo de factores de cresta para V y A.
- Calculo del facto K para transformadores.
- Calculo de Flicker de corto plazo
- Calculo de deseguilibrio de tensiones trifásicas
- Tres entradas de tensión y tres de corriente.

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 53.

3.6.3.3 Telurometros

3.6.3.3.1 Medidor GEO avanzado de resistencia de tierra FLUKE 1625 (FLUKE)

Son equipos de medición de resistencia de tierra que se ofrecen para facilitar los cuatro tipos de medida de la resistencia de tierra. En particular, pueden medir la resistencia de lazo de tierra utilizando solamente las pinzas con el llamado método "Sin picas". Este método no requiere el uso de picas de tierra ni la desconexión de varillas de toma de tierra.

Los métodos de medida son los siguientes:

- Caída de potencial de 3 y 4 hilos: medida de resistencia de tierra estándar con dos picas
- Comprobación Selectiva: sin desconectar las varillas de toma de tierra, el técnico puede medir la resistencia de tierra con ayuda de picas y una pinza.
- Comprobación Sin picas: innovadora solución que mide la resistencia de lazo de tierra utilizando sólo pinzas, en lugar de picas.

Características:

- Medida de la resistencia de tierra a 3 y 4 hilos
- Medida de la resistividad del terreno a 4 hilos
- Medida CA de la resistencia de tierra a 2 hilos
- Medida CC de la resistencia de tierra a 2 y 4 hilos
- Comprobación Selectiva sin necesidad de desconexión del conductor de tierra (1 pinza)
- Comprobación Sin picas; rápida comprobación de lazo de tierra (2 pinzas)
- Medida de la impedancia de tierra a 55 Hz
- Control automático de frecuencia (CAF) (94, 105, 111, 128 Hz)
- Medida de tensión conmutable 20/48 V
- Límites programables, ajustes
- Continuidad con zumbador

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 54.

3.6.3.3.2 Earth Insulation Tester MI2088-20 (METREL)

Equipo diseñado para medir la resistencia y resistividad del terreno mediante diferentes métodos. Permite medir resistencia de aislamiento y realizar prueba de varistores. Tiene una memoria con capacidad hasta 128 registros y comunicación RS232 para descargar datos y realiza análisis con ayuda del software EarthLink. Set de tierras y pinzas opcionales para medición de resistencia sin necesidad de estacas. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 55.

3.6.3.3.3 Telurometro S1 Series (MEGGER)

La serie Megger S1 de 5 kV y 10 kV probadores de aislamiento de resistencia, están diseñados específicamente para ayudar al usuario con las pruebas y el mantenimiento de equipos de alta tensión.

El usuario tiene la opción de 5 o 10 kV de capacidad de salida de tensión. La opción de 10 kV es particularmente adecuado para las pruebas de los estándares IEEE necesarios para los motores de pruebas nominal superior a 12 kV.

Todos los modelos ofrecen una salida de 5 mA de corriente para proporcionar una carga rápida y la prueba de carga de alta capacidad, tales como cables de gran longitud. Adicionalmente cuentan con la capacidad de rechazo de ruido. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 56.

3.6.3.4 Cargas lineales, no lineales, electrónicas y motores

Se encontraron varios tipos de cargas, sin embargo se proponen las cargas didácticas de la marca D'lorenzo y una especial de tipo programable de marca chroma, por considerarse las mejores opciones.

Para mayor información de estas cargas, se dan los detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 57 y 59 para la carga electrónica programable.

3.6.3.5 Modulo IGBT rectificador e inversor

Se proponen los módulos de tipo didáctico de la marca D´Lorenzo. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 58.

3.6.3.6 Filtros Activos y Pasivos

3.6.3.6.1 LCL 36-4A-480 Cod: R73202 (Circuitor)

Este tipo de filtros están especialmente diseñados para eliminar los armónicos de la corriente absorbida por convertidores de potencia de 6 pulsos, tales como variadores de frecuencia para motores, SAI, etc.

Se trata esencialmente de filtros pasivos a base de una combinación serie-paralelo de inductancias y condensadores, adaptados a filtrar la entrada de los convertidores de potencia.

- Reducción de la distorsión de la onda de corriente hacia la red y el resto de la instalación
- Cumplir con las normas IEC 61000-3-4, IEC 61000-3-12, IEC 61800-3 e IEEE-519
- Ahorro de energía por la reducción de la corriente eficaz (RMS), por tanto reducimos los kVA demandados.

- Incremento de la vida útil de equipos aguas arriba al reducir las pérdidas térmicas que se generan.
- Limita transitorios de corriente, evitando daños al convertidor y disparos por sobretensión que afectan procesos de producción

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 60.

3.6.3.6.2 FB3T Cod: R78221 (Circuitor)

Los filtros FB3 son filtros de bloqueo del 3º armónico, diseñados para la reducción de dicho armónico en instalaciones con cargas monofásicas distorsionantes.

Características técnicas

Tensión: Fase - Neutro Hasta 750 V

- Frecuencia *FB3T-5-xx, 50Hz, *FB3T-6-xx, 60Hz
- Corrientes nominales estándar IR: 6, 10, 16, 25, 32, 50, 63, 100 A
- Corriente máxima transitoria 1,5 IR (1 minuto cada 10 minutos)
- Bornes (Insertar en serie con conductor neutro) N1 N2

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 61.

3.6.3.6.3 AF-3W6-25-400 Cod: R7G472 (Circuitor)

Los equipos de la serie AF son filtros activos trifásicos/monofásicos diseñados para la compensación de armónicos.

La serie NETACTIVE AF-3W y AF-4W permite poder ofrecer diferentes soluciones de filtrado para instalaciones de 3 y 4 hilos respectivamente.

Los filtros NETACTIVE AF-2W están especialmente diseñados para la compensación de armónicos y reactiva en líneas monofásicas donde existen gran multitud de cargas monofásicas perturbadoras distribuidas. Normalmente suelen ser instalaciones que tienen un contenido elevado del 3º y 5º armónicos.

Solución óptima para aquellas instalaciones donde se requiera el filtrado de armónicos de forma centralizada en un punto y que combinen cargas tales como SAI, variadores de velocidad, lámparas de descarga, ordenadores, etc. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 62.

3.6.3.6.4 PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF) PCS5050D5N1 (Schneider Electric)

El sistema de corrección de potencia AccuSine® inyecta corriente armónica y reactiva para limitar la distorsión y mejorar el factor de potencia total para el sistema de distribución de energía eléctrica en cualquier instalación.

Con este filtro, se mide la corriente total de carga del sistema, determina la componente fundamental e inyecta a la red la componente armónica en fase opuesta, de tal forma que los armónicos quedan cancelados.

También supervisa la carga a través de transformadores de corriente montados en la línea de alimentación de la carga en cuestión. Esta información es analizada por la lógica para determinar la magnitud de la corrección a inyectar por el equipo en las líneas de AC. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 63.

	LABORATORIO DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO DE LA POTENCIA							
Tipo	Equipo Disponible	Marca	Comentarios	Precio	Garantía (Años)			
Caparadaraa da	Industrial Power Corruptor - IPC	PSL	Generador de interrupciones, sags y swells, con software. Se puede utilizar para certificar equipos en semi- f47 y clase A. LABORATORIO DE SERVICIO Sirve para evaluar el comportamiento de un sistema industrial ante perturbaciones Se puede incluir un paquete para el análisis de flujo de potencia (potencias, vectores, armonicos, espectro)	US\$107.800+IV A	1			
Generadores de Perturbaciones	Harmonics and Flicker Generator - HFG01	York EMC Services Ltda	Generador de armonicos y flicker	US\$5.835,91+IV A	1			
	Tester for voltage dips, interruptions and variations - PLINE1610	Haefely Technology	Generador de huecos, interrupciones y variaciones	US\$21.843+IVA	1			
	Power Fail Simulator - PFS 503N	Emtest	Generador huecos, interrupciones y variaciones. Diferentes capacidades de corriente, con software propio.	US\$61.175,06+I VA	1			
	Programmable AC Power Source Model 61511	CHROMA	Fuente programable generador de huecos, interrupciones, variaciones y armónicos.	US\$37.370+IVA	1			
	Analizador mPQube Portable grado IP65	PSL	Analizador de redes con dos posibilidades de instalar o portatil	\$14.950.000 + IVA	1			
Equipos de monitoreo	Analizador trifásico de calidad de la energìa FLUKE 435	FLUKE	Analizador de redes portatil	\$21.212.000	3			
	Multifunctional Power Quality	METREL	Analizador de redes portatil	\$8.616.480	1			

	Analysers MI 2292				
	Digital Power	YOKOGAW		US\$47.196	1
	Analyzer WT 3000 Analizador de	Α	Analizador de redes		
	calidad de energia			_* 1	
	trifasico PowerPad	AEMC		* '	*
	Modelo 8335		Analizador de redes portatil		
	Medidor GEO				
	avanzado de	FLUKE	Medición de resistencia de puesta a	\$9.600.000	2
	resistencia de tierra FLUKE 1625		tierra, no tiene necesidad de varillas.	,	
	Earth Insulation		Medición de resistencia de puesta a		
Telurometros	Tester MI2088-20	METREL	tierra, sin necesidad de estacas	\$2.464.000+IVA	1
	Telurimetro				
	automatico de 3 y			US\$1.747+IVA	1
	4 terminales DET4TR2		Medición de resistencia de puesta a tierra.		
-	DL 1021 Motor de		lierra.		
	inducción trifásico	D´Lorenzo		\$ 2.088.033	2
	de jaula				
	DL1017R Carga	D´Lorenzo		\$2.335.850	2
	resistiva			+	_
	DL1017L Carga inductiva	D´Lorenzo		\$3.094.740	2
	DL1017C Carga	D´Lorenzo		\$1.869.480	2
Cargas	capacitiva	D Lorenzo		φ1.009.40U	2
Jangas	DL 1017 Modulo	D/L		Φ 0 0 47 070	
	Cargas y Reostatos	D´Lorenzo		\$ 6.947.370	2
	Carga				
	programable	Chuanas		LIC©1 41 OF	4
	electronica AC	Chroma		US\$14195	1
	63800				
	DL 2635 Carga	D´Lorenzo		\$ 2.911.859	2
	Universal				

Cotización en Curso

DL2601 Rectificador de selenio	D´Lorenzo		\$1.477.253	2
DL2603 Grupo de Diodos	D´Lorenzo		\$1.377.875	2
DL2602 Diodo de Silicio	D´Lorenzo		\$ 923,300	2
DL2605 Grupo de SCR	D´Lorenzo		\$1.448.821	2
DL2604 SCR	D´Lorenzo		\$ 880,652	2
DL2611 Rectificador Trifase de Puente	D´Lorenzo		\$ 653,398	2
DL 2610 Grupo de IGBT	D´Lorenzo		\$1.278.364	2
DL 2609 IGBT	D´Lorenzo		\$ 923,300	2
LCL 36-4A-480 Cod: R73202	Circuitor	Filtrado de armónicos producidos por variadores de velocidad, convertidores de porencia y SAI	4,500 €	1
FB3T Cod: R78221	Circuitor	Filtrado del tercer armónico.	2,450 €	1
AF-3W6-25-400 Cod: R7G472	Circuitor	Filtrado de armónicos, especialmente en instalaciones monofásicas	23,500 €	1
PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF)PCS5050D5 N1	Schneider Electric	Filtrado de armónicos en sistemas de distribución	_* 2	*
	Rectificador de selenio DL2603 Grupo de Diodos DL2602 Diodo de Silicio DL2605 Grupo de SCR DL2604 SCR DL2611 Rectificador Trifase de Puente DL 2610 Grupo de IGBT DL 2609 IGBT LCL 36-4A-480 Cod: R73202 FB3T Cod: R78221 AF-3W6-25-400 Cod: R7G472 PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF)PCS5050D5	Rectificador de selenio DL2603 Grupo de Diodos DL2602 Diodo de Silicio DL2605 Grupo de SCR DL2604 SCR DL2611 Rectificador Trifase de Puente DL 2610 Grupo de IGBT DL 2609 IGBT LCL 36-4A-480 Cod: R73202 FB3T Cod: R78221 AF-3W6-25-400 Cod: R7G472 PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF)PCS5050D5 D'Lorenzo D'Lorenzo D'Lorenzo Circuitor Circuitor Circuitor Schneider Electric	Rectificador de selenio DL2603 Grupo de Diodos DL2602 Diodo de Silicio DL2605 Grupo de SCR DL2604 SCR DL2601 Rectificador Trifase de Puente DL 2610 Grupo de IGBT DL 2609 IGBT DL 2609 IGBT Circuitor Filtrado de armónicos producidos por variadores de velocidad, convertidores de porencia y SAI FB3T Cod: R78221 AF-3W6-25-400 Cod: R76472 PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF)PCS5050D5 D'Lorenzo D'Lorenzo D'Lorenzo Filtrado de armónicos producidos por variadores de velocidad, convertidores de porencia y SAI Filtrado del tercer armónico. Filtrado de armónicos, especialmente en instalaciones monofásicas Filtrado de armónicos en sistemas de	Rectificador de selenio D'Lorenzo \$1.477.253 DL2603 Grupo de Diodos D'Lorenzo \$1.377.875 DL2602 Diodo de Silicio D'Lorenzo \$923,300 DL2605 Grupo de SCR D'Lorenzo \$1.448.821 DL2604 SCR D'Lorenzo \$880,652 DL2611 Rectificador Trifase de Puente D'Lorenzo \$653,398 DL 2610 Grupo de IGBT D'Lorenzo \$1.278.364 DL 2609 IGBT D'Lorenzo \$923,300 LCL 36-4A-480 Cod: R73202 Circuitor Filtrado de armónicos producidos por variadores de velocidad, convertidores de porencia y SAI 4,500 € FB3T Cod: R78221 Circuitor Filtrado del tercer armónico. 2,450 € AF-3W6-25-400 Cod: R7G472 Circuitor Filtrado de armónicos, especialmente en instalaciones monofásicas 23,500 € PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF) PCS50500D5 Schneider Electric Filtrado de armónicos en sistemas de *2

Tabla 27. Resumen de Búsquedas para el laboratorio de calidad en el suministro de la potencia

Agrupación	Agrupación Equipos					
Grupo 1	Industrial Power Corruptor - IPC	Analizador PQube Portable grado IP65	Cargas	2, 3, 8,11, 12, 13, 14, 16,		

² Cotización en Curso

	Tester for voltage dips, interruptions and variations - PLINE1610 Power Fail Simulator - PFS 503N	Analizador trifásico de calidad de la energía FLUKE 435 Multifunctional Power Quality Analysers MI 2292		17, 18, 21
	Programmable AC Power Source Model 61511	Digital Power Analyzer WT 3000		
		Analizador de calidad de energía trifásico PowerPad Modelo 8335		
Grupo 2	Medidor GEO avanzado de resistencia	8, 9, 12, 13, 16, 17, 18,		
	Earth Insulation Tester MI2088-20			
	Telurometro automático de 3 y 4 termi		19, 21	
Grupo 3	Harmonics and Flicker Generator - HFG01	Analizador trifásico de calidad de la energía FLUKE 435		
	Programmable AC Power Source Model 61511	Multifunctional Power Quality Analysers MI 2292	Cargas Filtros Activos y	4, 5, 8, 11, 12, 13, 14, 15,
		Digital Power Analyzer WT 3000	Pasivos	16, 18, 21
		Analizador de calidad de energia trifasico PowerPad Modelo 8335		

Tabla 28. Competencias relacionadas para las agrupaciones de equipos

3.6.4 Laboratorio de Sistema de Potencia

Debido a los altos costos que representaría tener un sistema de potencia real para desarrollar prácticas de laboratorio, las propuestas aquí descritas se centran únicamente en equipos didácticos. Estos módulos se consideran los más adecuados para cubrir con las competencias requeridas en los cursos de sistemas de potencia ofrecidos por la escuela a sus estudiantes.

3.6.4.1 Advanced Electrical Power System Simulator APSS (Edibon)

Este modulo cumple con las competencias requeridas adquiriendo el kit adicional Expansion Elements for the Advanced Electrical Power System Simulator for synchronizing and area interconection APSS/S. Tambien existe la posibilidad de adquirir un simulador adicional de plantas generadoras HUB II, donde se incluyen 12 tipos diferentes de plantas generadoras.

El simulador avanzado de sistemas de potencia es un sistema simulador que tiene la posibilidad de funcionar, con uno o dos generadores. Mediante el uso de las aplicaciones permitirá combinar el sistema eléctrico y mecánico.

Como todos los modelos matemáticos se incluyen en las aplicaciones, podemos cambiar las condiciones en el consumo y ver la reacción mecánica de la planta de energía y viceversa

El sistema HUB I con Scada es el corazón del sistema, que agrupado con HUB I con G1. Generador con el Gabinete completo, incluye el regulador, con sistema de sincronización, y / o LTS1. Línea I y II del Gabinete de la subestación de transmisión y / o DSL1. Subestación de distribución I, Red de Carga y Equivalentes I, dan la operación de un sistema de potencia. Con el sistema HUB II se pueden incluir en el sistema, el funcionamiento de 12 diferentes tipos de plantas generadoras. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 64.

3.6.4.2 Advanced Electrical Power System and Mechanical Power Plants Simulator APS 12 (Edibon)

Sistema Avanzado de Energía Eléctrica y Mecánica Simulador de Centrales con 12 plantas de potencia real y software con diferentes opciones: (APSS + APLICACIONES + cualquiera de las 12 plantas + APSS / S + SCADA-NET).

El EDIBON "APS12" contiene dos sistemas principales en una, el Simulador avanzado de Energía Eléctrica de sistema (APSS), además de la mecánica avanzada, las plantas de energía y el Simulador de Energía (APPS) incluyen 12 plantas de energía con diferentes opciones de simulación como de ciclo combinado, etc. hidroeléctricas, además sincronización y SCADA-NET (ESN) está disponible también.

CONTIENE:

- APSS. Sistema simulador avanzado de energía eléctrica. (Energía eléctrica, con uno o dos generadores)
- APPS. Avanzadas plantas de energía mecánica y Simulador de Energía. (Energía mecánica con 12 plantas de energía y diferentes softwares disponibles)
- APSS / S. Elementos de expansión para el simulador de avanzada del sistema eléctrico de potencia para la interconexión de sincronización y de área. (sincronización eléctrica y / o sincronización mecánica)

ESN. EDIBON SCADA-NET sistema de enseñanza

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en los anexos 64 y 65.

3.6.4.3 Modular Power System Simulator MPSS (Edibon)

El simulador incluye las partes principales de un sistema de energía las cuales son: generación, transformación, transporte, distribución y consumo.

En este equipo se incluirán los elementos fundamentales que juegan un papel muy importante en un sistema de control de alimentación y protección, como son: regulador de voltaje automático, control automático de frecuencia, relés de protección y sincronización automática y manual. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 66.

3.6.4.4 Modular Power System Simulator with Scada Control System MPSSC (Edibon)

El MPSSC es un simulador de energía del sistema modular con sistema de control SCADA. El simulador incluye las partes principales de un sistema de energía las cuales son: generación, transformación, transporte, distribución y consumo.

En este equipo se incluirán los elementos fundamentales que juegan un papel muy importante en un sistema de control de alimentación y protección, como son: regulador de voltaje automático, control automático de frecuencia, relés de protección y sincronización automática y manual. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 67.

3.6.4.5 Electrical Power Engineering TPS 11 (LD Didactic)

Inicialmente los componentes necesarios, incluyendo sus características y capacidades especiales se tratan en cada uno de los subsistemas del sistema de potencia. Entonces la interacción mutua de los elementos individuales se explora y la conclusión de la interacción de los subsistemas se toma en consideración.

Con el fin de complementar los conocimientos teóricos con un elemento práctico en el laboratorio, los componentes de los sistemas eléctricos que operan normalmente en alta tensión, como, por ejemplo, de 380 kV línea de transmisión, se han introducido con una escala 1:1000,es decir; sólo 380v se utilizan en el laboratorio.

Con el fin de mantener un estrecho contacto con la práctica, siempre que sea de baja tensión se utilizan dispositivos en tiempo real y que están comercialmente disponibles.

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 68

3.6.4.6 Electric Power Transmission Training System Modelo 8055 (Lab Volt)

Este sistema se compone de hardware modular y el correspondiente material didáctico. Los fenómenos eléctricos, previamente estudiados únicamente mediante el uso de las matemáticas de nivel avanzado, ahora se puede observar a través de los efectos de los transitorios de tensión y oscilaciones de potencia, regulación de voltaje, control de flujo de potencia activa y reactiva, y la estabilidad del sistema, mediante la simulación de una línea de transmisión de potencia eléctrica. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 69.

3.6.4.7 Electric Power Transmission Training System Modelo 8059 (Lab Volt)

Con este sistema, se muestra cómo los cambios en la fuente, la carga, y la línea de transmisión afectan el desempeño general del sistema. En particular, son un ejemplo del significado de la potencia activa y reactiva, como la tensión al final de una línea se puede bajar o se mueve, cómo la potencia puede ser forzada a fluir a través de una línea de transmisión en lugar de otro, y cómo el sistema se comporta cuando está sometido a las perturbaciones. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 70.

3.6.4.8 Laboratorio de sistemas de potencia y redes inteligentes de energía Smart grid (Lucas Nülle)

Este sistema está organizado bajo un sistema Smart Grid. De todos los puestos de trabajo sale la conexión a la red SCADA la cual será la base física para el sistema Smart Grid (el sistema de potencia). Sobre esta red, el software de Control del Smart Grid, evalúa y controla todos los puestos de trabajo incluidos en el sistema.

En este sistema se incluye todos los módulos necesarios para la simulación de un sistema de potencia real, desde la generación de energía, transmisión, distribución hasta el consumo final y elementos de protección de línea

Con esta red podrían incluir cualquier cantidad de componentes adicionales. Con el sistema en general se puede desarrollar una red que represente la alimentación de una región o un país entero.

Se pueden desarrollar otros centros de generación con equipo propios. Para esto hay un conjunto de tres o cuatro módulos adicionales que deja hacer la integración.

Todos los bancos de trabajo se pueden interconectar entre sí, los bancos que componen de las siguientes prácticas

- Principios de Transformadores de Corriente y tensión.
- ESG 1.1: Transformadores, transporte y distribución:
 - Un banco de experimentación en transformadores con las siguientes prácticas: EUT experimentos en transformadores, ETP 1 RELÉ diferencial de transformador y ETP 2 relé temporizador de sobrecorriente.
 - Un banco de transporte de energía con las siguientes prácticas: EUL 1 estudio de líneas de corriente trifásica, EUL 2 estudios en líneas paralelas, EUL 3 estudios en líneas con compensación a tierra, EUL 4 Estudios en sistemas de transmisión con generador sincrónico, ELP 1 protección contra sobrecorriente para líneas, ELP 2 protección temporizada contra sobrecorriente para líneas en función de la corriente, ELP 3 relé digital de sobretensión y tensión mínima, ELP 4 relé direccional de potencia, ELP 5 relé tensión de contacto a tierra, ELP 6 protección de líneas paralelas y ELP 7 protección rápida de distancia..
 - Un banco de distribución de energía con las siguientes prácticas: EPD sistema trifásico de barras colectoras dobles, EDP sistema trifásico de barras colectoras dobles.
- ESG 1.2 Consumo en general como control y configuración del consumidor:

- Un banco de Gestión de energía con las siguientes prácticas: EUC1 consumidores complejos y medición de consumo de energía, EUC2 consumidores dinámicos, EUC3 compensación de potencia reactiva accionada manual y automáticamente. No totalicé la cotización porque la universidad puede sacar alguna de esas prácticas.
- ESG 1.3: Generación, el cual incluye diferentes planta eléctricas:
 - Un banco de Generadores con las siguientes prácticas: EUG 1 circuitos de sincronización accionados manualmente, EUG 2/4/5: Circuitos Automáticos De Sincronización, Control Automático De Potencia Y Del Factor De Potencia, EGP1 equipo básico protección del generador, EGP2 Protección Diferencial De Generador, EGP 3 protección contra cortocircuito a tierra del rotor.
 - Un banco de plantas eólicas EWG1
 - Un banco de plantas eólicas pequeñas EWG2
 - Un banco de energía fotovoltaica EPH2
 - Un banco de pilas de combustible EHY 1

Los detalles técnicos proporcionados por el fabricante para los sistemas de generación con renovables se encuentran en los anexos 9, 10, 11 y 12. Para la información de los módulos restantes, en el anexo 71.

3.6.4.9 Power System Simulator PSS1 (Tecquipment)

Es una unidad autónoma que simula todas las partes de los sistemas de energía eléctrica su protección, generación y utilización. El simulador contiene todo lo necesario para enseñar a los estudiantes cómo funcionan los sistemas de energía eléctrica.

Incluye todas las partes principales de un sistema de energía eléctrica, a partir de la oferta (generación) y la demanda (uso). Cada parte incluye un estándar industrial de relés de protección que realizan trabajos específicos, de protección del generador a la protección de la distancia en líneas de transmisión, y la protección del transformador y de distribución. Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 72.

3.6.4.10 Power System Simulator Laboratory PST 2200 (Terco)

El simulador de sistemas de potencia Terco comprende toda la cadena del sistema de potencia: generación, transformación, transmisión, subestaciones y distribución a los consumidores. Todos reunidos en un entorno SCADA.

Las mediciones y presentaciones se llevan a cabo por el avanzado microprocesador de nodos, por ejemplo, los gráficos de barras digitales para los procedimientos de sincronización. El sistema consta de varios medidores de energía avanzada, cada uno es capaz de mostrar más de 30 parámetros tales como el factor de potencia y las cargas no simétricas. Cuenta con una amplia selección de relés comerciales, de marca ABB.

Se basa en cinco módulos:

- PST 2210 Módulo de Planta
- PST 2220 Línea de Transmisión y Distribución del módulo
- PST 2230 Subestación de recepción del módulo

- PST 2240 Módulo de cargaPST 2250 SCADA módulo

Detalles técnicos proporcionados por el fabricante en el anexo 73.

LABORATORIO DE SISTEMAS DE POTENCIA								
Módulo Ofrecido	Marca	Comentarios	Competencias Relacionadas	Precios (IVA incluido)	Garant ía (Años)			
Advanced Electrical Power System Simulator APSS Expansion Elements for the Advanced Electrical Power System Simulator for synchronizing and area interconection APSS/S		Simulador de sistemas de potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo. Se puede realizar conexión de generadores adicionales para sincronizar áreas.	1,2,3,11, 12, 15, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26	€ 78.000	2			
Advanced Electrical Power System and Mechanical Power Plants Simulator APS 12	Edibon	Simulador de sistemas de potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo. Contiene la posibilidad de trabajar con 12 diferentes tipos de centrales generadoras. Se puede realizar conexión de generadores adicionales para sincronizar áreas. Posee sistema SCADA para conexión de 30 estudiantes en línea.	1,2,3,11, 12, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26 1,2,3,11, 12, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26	€ 168.000	2			
Modular Power System Simulator MPSS		Simulador de sistemas de potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo.	1,2,3,11, 12, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26	€ 299.187	2			
Modular Power System Simulator with Scada Control System MPSSC		Simulador de sistemas de potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo. Contiene el sistema SCADA.	1,2,3,11,12, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26	€ 364.187	2			
Electrical Power Engineering	LD Didactic	Simulador de sistemas de	1,2,3,12, 15, 18, 19, 23, 24, 25,	\$	1			

TPS 11		potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo. Se puede realizar conexión de generadores adicionales para sincronizar áreas.	26	103.914.498	
Electric Power Transmission Training System Modelo 8055	LabVolt	Simulador para sistemas de transmisión.	3, 15, 18	\$ 89.581.464	1
Electric Power Transmission Training System Modelo 8059	Labvoit	Simulador para sistemas de transmisión.	3, 15, 18	\$ 89.581.464	1
Laboratorio de sistemas de potencia y redes inteligentes de energía smart grid	Lucas Nülle	Simulador de sistemas de potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo. Se interconectan todos sus módulos y con el sistema "Smart Grid" se puede hacer una gestión de toda la cadena. Se pueden conectar sistemas de generación que no sean de la misma marca del módulo.	1,2,3,11, 12, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26	\$ 236.829.196	1
Power System Simulator PSS1	Tecquipment	Simulador de sistemas de potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo.	1,2,3,11, 12, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26	US\$ 253,757	2
Power System Simulator Laboratory PST 2200	Terco	Simulador de sistemas de potencia que incluye toda la cadena del sector: generación, transmisión, distribución y consumo. Contiene equipos desarrollados por fabricantes industriales.	1,2,3,11, 12, 15, 18, 19, 23, 24, 25, 26	US\$ 626,016	2

Tabla 29. Resumen de Búsquedas para el laboratorio de Sistemas de Potencia

CONCLUSIONES

Uno de los aportes más importantes de este trabajo, desde la perspectiva del beneficiario principal de sus resultados, la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la UIS, está constituido por el listado de tecnologías identificadas como necesarias para laboratorios destinados a formar ingenieros electricistas de acuerdo con las tendencias prospectivas del sector eléctrico. Esto se logró por la novedosa aplicación, en este contexto específico, de herramientas de gestión tecnológica, de manera que se tuvieran en cuenta no únicamente las competencias dadas por el perfil establecido por el programa sino además la satisfacción de las necesidades del sector.

Esta aplicación puede ser de gran utilidad en muchos otros contextos, donde también se deben identificar las necesidades tecnológicas que permitan mantener actualizado el patrimonio tecnológico de una organización, como en este caso, con procesos sistemáticos de detección de nuevas tendencias y tecnologías con los cuales se pueda identificar que le hace falta a cualquier organización para desarrollarse competitivamente o adecuadamente según las necesidades del entorno.

En este trabajo se verificó que es clave la identificación de las necesidades tecnológicas, pues de acuerdo con ello se desarrollan procesos de búsqueda de información tanto interna como externa orientados con criterios claros y guiados hacia la consecución de un objetivo previamente establecido. La prospectiva tecnológica se presenta entonces como una herramienta esencial para identificar las necesidades futuras de cualquier sector productivo. Sus resultados son una orientación clara acerca de los temas relevantes hacia los cuales se debe enfocar una organización para mejorar su tecnología a futuro en el largo plazo.

Como complemento a las herramientas de gestión tecnológica utilizadas en la identificación de la tecnología apropiada requerida en procesos de formación en ingeniería, en este trabajo se presenta la identificación de las necesidades reales que se tienen contenidas en los planes de estudios, identificadas a través de competencias del hacer, saber y ser, con las cuales se garantiza que el listado arrojado como resultado para los diferentes laboratorios cumpla con los niveles adecuados para quienes lo vayan a utilizar y estén acordes con los contenidos que se quieren reforzar y no cuenten con elementos que de pronto no se vayan a utilizar.

Adicionalmente se concluye que las tecnologías didácticas son una buena opción para laboratorios en ingeniería, pues se encuentran actualmente en un grado de desarrollo tecnológico de vanguardia, con el cual la mayoría de los módulos permiten su utilización para procesos de aprendizaje básico y avanzado a través de prácticas preestablecidas y con la posibilidad de que el estudiante cree nuevas prácticas y posibilidades.

Como recomendación final, se sugiere que se continúe una permanente revisión del proyecto educativo del programa, para verificar continuamente los requerimientos de actividades prácticas en los laboratorios según la evolución del entorno disciplinar y profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. D. Feisel and A. J. Rosa, "The role of laboratory in undergraduate engineering education," Journal of Engineering. Education, pp.121-130, Enero 2005
- [2] B. Wollenberg and N. Mohan, "The Importance of Modern Teaching Labs", IEEE power & energy magazine, pp 44-52, Julio/Agosto 2010
- [3] Diccionario de la Real Academia Española. Disponible en línea: http://buscon.rae.es/drael/.
- [4] Norrie S. Edward. The Rol of Laboratory work in engineering education: students and staff perceptions. International Journal of Electrical Engineering Education 39/1. Disponible en línea: http://www.manchesteruniversitypress.co.uk/.
- [5] Cordua, S Joaquín. Tecnología y Desarrollo Tecnológico. Capítulo del libro Gestión tecnológica y desarrollo universitario. CINDA. Santiago de Chile, 1994.
- [6] F. J. Mejía, "Gestión Tecnológica Dimensiones y Perspectivas", Editora Guadalupe LTDA, Santa fe de Bogotá, 1998, pág. 52.
- [7] COTEC Fundación para la Tecnología, "Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología en Innovación para Empresas" Madrid España, 1998
- [8] A. Hidalgo Nuchera, "La Gestión de la Tecnología como Factor Estratégico de la Competitividad Industrial" Economía Industrial, Nro 330, 1999/VI
- [9] K, Navarro; E, Romero; R, Bauza y B, Granadillo, "estudio sobre la gestión tecnológica y del conocimiento en una organización creadora del conocimiento" Venezuela, Nro 34, 2006, disponible en línea: www.redalyc.com
- [10] "Gestión siglo XXI: Nuevas tendencias en la gestión Organizacional" Características de la Gestión Tecnológica". Programa Universidad Virtual, Universidad Nacional de Colombia. Disponible on line: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2008551/index.html
- [11] G. Carrillo et al. Modelo de gestión tecnológica para CODENSA S.A. E.S.P. Bucaramanga, 2006. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
- [12] H. Thamhain, Management of technology, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005 "
- [13] El concepto y el alcance de la Gestión Tecnológica". Programa Aprende en Línea, Universidad de Antioquia. Disponible on line: http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?id=36466
- [14] L.E. Becerra, Nuevos conceptos administrativos y empresariales, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Diplomado en Gestión Administrativa, Bucaramanga, 2004.
- [15] R. Gehani , management of technology and operations, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey York , 1998
- [16] C.E. Bernal y J. Laverde (1995). Proyecto de modernización de las PYME. Gestión Tecnológica. Santafé de Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA
- [17] F. Moreno y M. Matamoros (1990). Contratos tecnológicos. En Bd-Secab-Cinda
- [18] I. Fernández de Lucio (1993). Gestión Tecnológica Competitividad y Empleo. Memorias VI Seminario Latinoamericano. Bogotá: ALTEC
- [19] O.F. Castellanos, Gestión en tecnología: Aproximación conceptual y perspectivas de desarrollo, en INNOVAR, revista de ciencias administrativas y sociales. No. 21, enero - junio de 2003

- [20] M.F. Navas, "Desarrollo de un Modelo de Gestión Tecnológica Aplicable a Empresas del Sector Eléctrico Colombiano". Tesis de Maestría, Universidad Industrial de Santander. 2004.
- [21] J. Amaya y S. Amaya," Desarrollo de un Modelo de Gestión Tecnológica para un Laboratorio de Ingeniería Electrónica de la E3T". Tesis de Pregrado, Universidad Industrial de Santander, 2007.
- [22] D. Velandia y X. Ortiz, "Gestión Tecnológica: Evaluación del Nivel Tecnológico de la Infraestructura de una Empresa del Sector Metalmecánico de Fabricación de Autopartes". Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander, 2006.
- [23] J. Bautista y S. Pérez, "Modelo Tipo de Gestión Tecnológica para los Laboratorios de Ingeniería Eléctrica de la E3T". Tesis de Pregrado, Universidad Industrial de Santander, 2007.
- [24] M. Carreño y L.P Jiménez, "Gestión Tecnológica: Evaluación del Nivel Tecnológico en la Cadena de Valor del Área de Distribución". Tesis de Pregrado, Universidad Industrial de Santander, 2006
- [25] G. Carrillo et al. Modelo de gestión tecnológica para CODENSA S.A. E.S.P. Bucaramanga, 2006. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- [26] R.D. Cruz et al. Modelo de análisis de mercados de energía eléctrica mediante la aplicación de una metodología que involucra inteligencia competitiva y agentes inteligentes. Bucaramanga, 2007. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- [27] N. Chacón N, M. León. Caracterización del Mercado de Generación y Transporte de Electricidad en Panamá para Inversionistas. Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- [28] V. Gómez y F. Hoyos, Caracterización del mercado de generación y transporte de electricidad de Bolivia para inversionistas. Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
- [29] B. R. Araque. "Direccionamiento del centro de información técnica -CIT- del Instituto Colombiano de Petróleo a través de la estrategia de desarrollo tecnológico, inteligencia competitiva, y el análisis interno de los procesos para la mejora continua". Bucaramanga, 2004. Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- [30] D. Rivera, Y. Jiménez, "Diseño metodológico para obtener el perfil tecnológico de la cadena de valor de una empresa prestadora de servicios urbanos (SUTEC S.A.)" Bucaramanga, 2007. Trabajo de grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- [31] D. A. Bejarano, L. J. Florez, "Análisis Estructural y de patentes para la identificación de programas estratégicos de investigación en la Universidad Industrial de Santander: Area Recursos Energéticos". Bucaramanga 2009. Trabajo de Grado
- [32] D. Higuera, "Análisis Estructural y de patentes para la identificación de programas estratégicos de investigación en la Universidad Industrial de Santander: Área Tecnologías de Información y Comunicación". Bucaramanga 2009. Trabajo de Grado
- [33] S. H. Prankhya, C. Hull "The Six Facets Model of Technology Management Under Conditions of Rapid Change: A Estudy in the Pre-Media Segment of the Printing

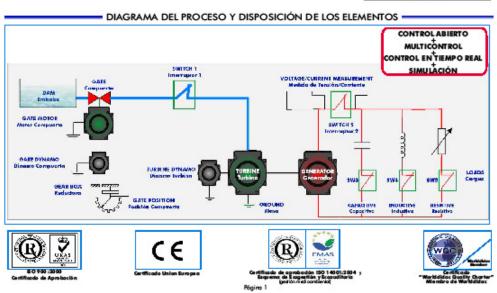
- Industry" International Journal of Innovation and Technology Management Vol 3, No. 4 pág. 407-420, 2006
- [34] S. Ortiz, A. Pedroza "Qué es la Gestión de la Innovación y la Tecnología?" Journal of Technology Management & Innovation Vol 1, No 2 pág. 64-82, 2006.
- [35] P. Drucker "The Discipline of Innovation" Harvard Business Review, Agosto R0208F.
- [36] "Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-R-052-SCFI-2006: Terminología en Gestión de la Tecnología". Disponible on line http://201.149.22.140/documento/7.pdf, Abril de 2006.
- [37] O. F. Castellanos, "Gestión Tecnológica: De un Enfoque tradicional a la inteligencia", Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, 286 p, 2007
- [38] T. Miklos, M.E. Tello, "Planeación Prospectiva: Una Estrategia para el Diseño del Futuro", Editorial Limusa S.A. México, 2001
- [39] Martín, J.A., "Prospectiva tecnológica: una introducción a su metodología y su aplicación en distintos países". México 2000.
- [40] P. Scorsa, R. Maspons y I. Ortiz, "De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva". Editorial Prentice Hall. España 2001.
- [41] Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, "Proyecto Educativo de la E3T" 2010.
- [42] Godet, M "La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estrategica". Paris, Francia 2000
- [43] Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT, "Ejercicio de Prospectiva a 2020"
- [44] L.M. Henao Vélez, C. H. Aristizabal Rendón "Una Mirada al Futuro del Sector Eléctrico: Prospectiva Cidet" Energética 32, Medellín 2004.
- [45] K. M. Niebles Tapias, J.M. Ochoa Pinto "Diseño de Prácticas de Laboratorio de Calidad de Potencia" Bucaramanga, 2010. Trabajo de grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- [46] F. Palop, J. M. Vicente "Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva" COTEC, Colección documentos oportunidades # 14. España 1999.

ANEXOS

Anexo1 SCE: Simulador de Regulación y Control de Centrales Eléctricas

SCE





DESCRIPCIÓN -

Equipo diseñado para simular el comportamiento de la regulación de una central hidroeléctrica, como aplicación didáctica a diferentes aspectos de regulación, control y simulación.

Con este equipose puede trabajar en 2 modos:

-Mada REAL (a nálisis cantinuo ade transitarias).

El equipo se compone principalmente de una interface para el acondicionamiento de seña les de entrada y solida. A su vez ésta irá conectada al computador (PC) (a través de un cable SCSI y una tarjeta de adquisición de datos) y a los dos Subsistemas que tratamos de controlar:

Subsistema compuerta.

Subsistema turbino-generador. El equipo dispone (en la interface) de un aserie de conmutadores para establecer distintas cargas a la salida del generador y diferentes condiciones del sistema real.

ESPECIFICACIONES •

DEquipo SCE:

Items incluidos en el suministro estándar

Equipo de sobre mesa. Caja metálica y principal es elementos metálicos en acero inoxidable.

Diagrama en el panel frontal con distribución simil ar a la del os elementos en el equipo real. Con este equipo se puede trabajar en 2 modos:

-Modo REAL (análisis continuo o de transitorios)

-Modo SIMULADO.

El equipo se compone principalmente de una interface para el acondicionamiento de se ñales de entrada y salida. A su vez ésta i rá conectada al computador (PC) (a través de un cable SCSI y una tarjeta de adquisición de datos) y a los dos subsistemas que tratamos de controlar:

Subsistema compuerta.

Subsistema turbi na-generador.

El equipo dispone (en la interface) de una serie de conmutadores para establecer distintas cargas a la salida del generador y diferentes condiciones del sistema real.

Subsistema compuerta: Se compone de un motor que controla la apertura del a compuerta, y unos mecanismos

que lo emulan. La tensión de control para comandar el motor de la compuerta oscilará entre 0 y 10 V.

El motor de la compuerta se encuentra acoplado, por un lado, a una dinamo, que nos dará una señal proporcional a la velocidad de giro del mismo, y por el otro a una reductora

La dinamo (Dinamo Compuerta) nos da una tensión proporcional a la velocidad de giro del motor. A la salida de la reductora nos encontramos un potenciómetro que nos da una salida en voltios proporcional a la posición en que se encuentra, simulando el grado de apertura de la compuerta.

Subsistema turbina-generador:

Este subsistema se podrá analizar de forma aislada o enlazado con el anterior, haciendo que el motor que simula la turbina gire en relación al parcentaje de apertura de la comp

Esta turbina está conectada a un sistema generador y con un sistema de diferentes cargas (inductivas, capacitivas o resistivas).

À la sali da del generador están conectadas tres cargas en paralelo, que simulan el consumo de la red de distribución de energía:

Resistencia variable (270-770 Qaprox.).

Capacitancia (1000 µF).

Inductancia (100 mH).

Interface de control

DDAB. Tarjeta de Adquisición de Datos:

Tarjeta de adquisición de datas PCI (National linstruments) para ser alaja da en un slot del computador. Bus PCI. Entrada analógica: Canales=16 single-ended ó 8 diferenciales. Resolución=16 bits, 1 en 6553 6.

Velocidad de muestre o hasta: 250 KS/s (Kilo muestras por segundo). Rango de entra da (V)=±1 OV. Transferencia de datas = DWA, interrupciones, E/S programadas. Canales DWA = 6.

Salida analógica: Canales=2. Resolución=16 bits, 1 en 65536. Máx. velocidad de solida hasta: 833 KS/s. Rango de salida $(V) = \pm 1$ (V. Transferencia de datos = DMA, interrupciones, E/S program adas. Entrada/Salida Digital: Canales=24 entradas/salidas. Frecuencia muestreo de los canales: 0 a 1 MHz.

SCE/CCSOF. Software de Control + Adquisición de Datos + Manejo de Datos + Simulación:

Compatible con los sistemos operativos Windows actuales. Simulación gráfica e intuitiva del proceso en pantalla. Compatible con los standards de la industria.

Registroy visualización de todas la svariables del proceso de forma a utomática y simultánea. Software flexible, abierto y multi-control, desarrollado con sistemas gráficas actuales de ventanas, actuando sobre todos los parámetros del procesos imultáneamente.

Manejo, manipulación, comparación y almacenamiento de los datos. Velocidad de muestreo hasta 250000 datos por segundo garantizado.

Sistema de calibración de los sensores que intervienen en el proceso.

Permite la representación gráfica en tiempo real.

Análisis comparativo de las datos obtenidos y modificación de las condiciones durante el proceso.

Software abierto, permitiendo al profesor modificar textos. Passwords del profesor y del alumno para facilitar el control del profesor sobre el alumno, y que permite el acceso a diferentes niveles de trabajo. Este software dispone de 2 modos de actuación:

Modo REAL: a través de los motores, actuadores y sensores que incluye el equipo (continuo, transitorio). Modo SIMULADO: a través de la modelización matemática de los motores anteriormente citados.

Este equipo permite que los 30 alumnos de la clase puedan visualizar simultáneamente todos los resultados y la manipulación del equi po durante el proceso usando un proyector.

Cables y Acces orios, para un funcionamiento normal.

Manuales: Este equipo se suministra aon 8 manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Interface y Software de Control, Puesta en marcha, Seguridad, Mantenimiento, Calibración y manual de Prácticas.

* Referendas 1 a 5: SCE + DAB + SCE/CCSOF + Cables y Accesorios + Manuales están incluidos en el suministro mínimo.

**Continúo...



Equipo SCE



SCE/CCSOF

www.edibon.com

Página 2

ltems complementarios al suministro estándar

PLC. Control Industrial usando PLC (7 y 8):

OPLC-Pl. Modulo PLC:

Diagrama del circuito en el panel frontal.

Bloque de entradas digitales (X) y salidas digitales:

proque de entradas aigitales (X) y salidas aigitales:
16 entradas digitales, activadas por interruptores y 16 LEDs de confirmación (rojos).
14 salidas digitales (através de conector SCSI) con 14 LEDs de aviso (verdes).
Bloque de entradas analógicas:
16 entradas analógicas (-10% a + 10%) (a través deconector SCSI).
Bloque de estidas en el fina el fina en el fina

Bloque de salidas analógicas:

4 salidas analógicas (-1 OV. a + 10V) (a través de conector SCSI).

Pantalla tóctil:

Altavisibilidad ym últiples funciones.

Funciones de recetas, display gráfico y mensa jes desplazables.

Listado de alarmas. Función multilenguaje.

Fuentes True type.

Panel trasero:

Conector de suministro eléctrico.

Fusible de 2A

Conector RS-232 a Computador (PC).

Interior:

Salidas : 24 Vcc, 12 Vcc, -12 Vcc, 12 Vcc variable.

PLC Panasonic

Alta velocidad de procesos de 0,32 µs. por instrucción basica.

Capacidad de programa de 32 K pasos. Entrado CC: 16 (24 V CC). Salido relé: 14 (250 V A AC/2 A).

Contador de alta velocidad. Control PID multi-punto.

Módul as Panasonic de entradas/salidas digitales y entradas/salidas analógicas.

Cable de comunicación RS232 wire a computador (PC).

26CE/PLC-SOF. Software de Contro I de I PLC:

Para este equipo en particular, siempre induido con el suministro del PLC.

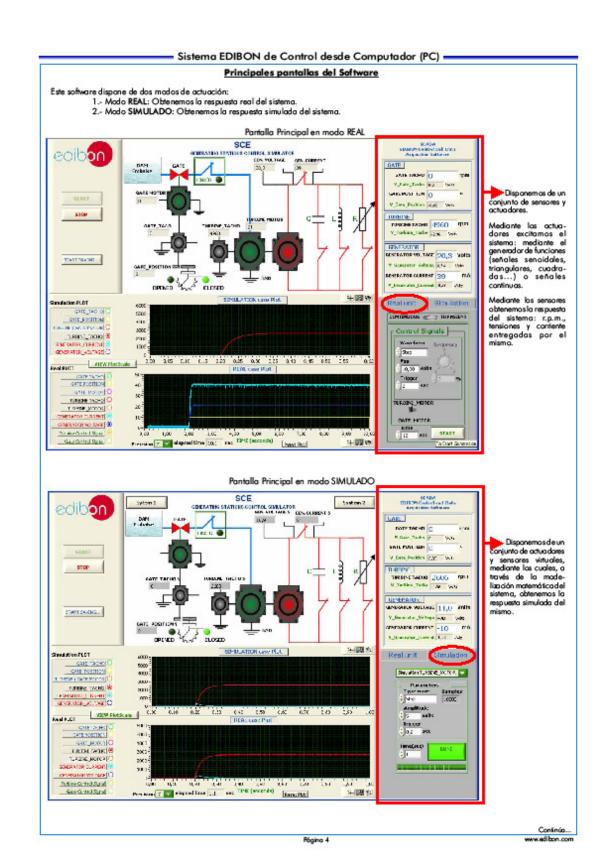
Items disponibles bajo petición

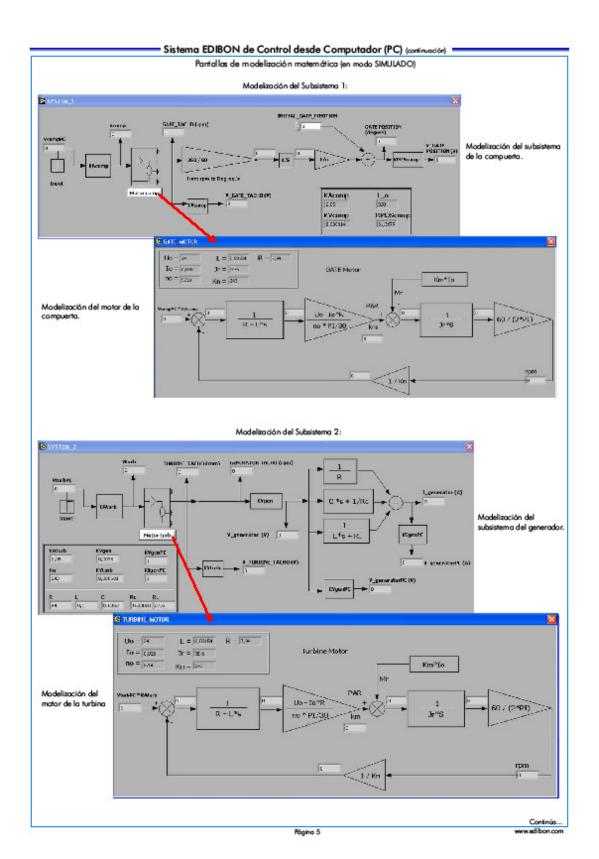
OSCE/CAL. Software de Aprendizaje Asistido desde Computador (Cálculo y Análisis de Resultados).

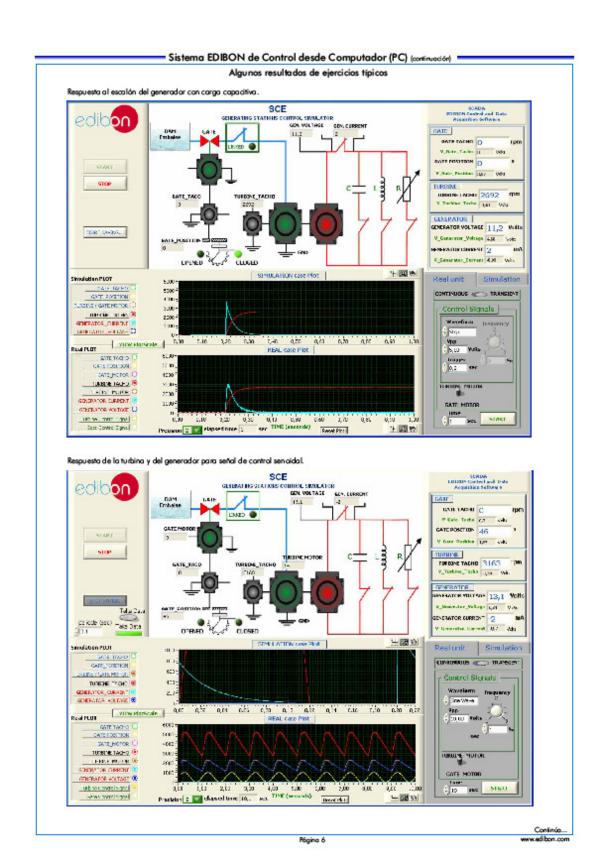
OSCE/FSS. Sistema de Simulación de Fallos.



PLC-PI







Sistema EDIBON de Control desde Computador (PC) (continuación) Algunos resultados de ejercicios típicos

Respuesta transitoria del generador para señal de cantrol al escalón.

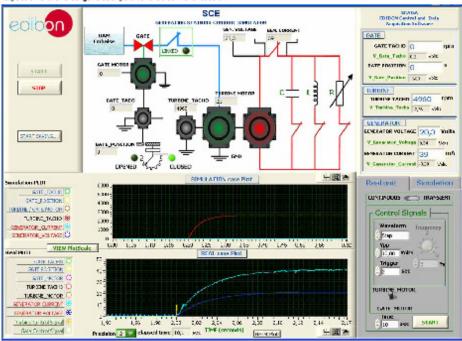
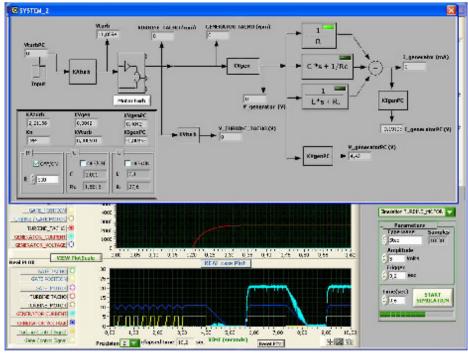


Diagrama del modelo matemático de la turbina.



Página 7

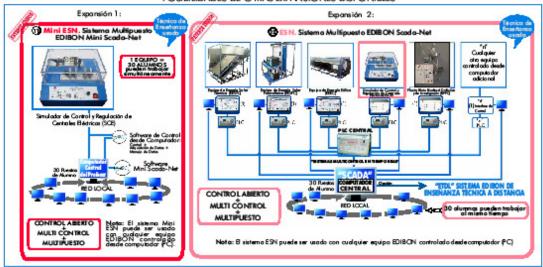
EJERCICIOS Y POSIBILIDADES PRÁCTICAS

Algunas Posibilidades Prácticas del Equipa:

- 1.- Madelización del mator como motor estándar.
- Modelización del mator con las correcciones de las constantes del modelo matemático.
- Cálculo de la constante de velocidad de las dinamas.
- 4.- Obtención de las respuestas transitorias del motor de la compuerta.
- 5.- Obtención de la respuesta transitoria del motor de la turbina.
- Obtención de la respuesta transitoria del motor simulado de la compuerta.
- 7.- Obtención de la respuesta transitoria del motor simulado de la turbina.
- Comparativa de la respuesta transitoria del mator real de la turbina con respecto a la respuesta transitoria del motor simulado para carga resistint.
- Camparativa de la respuesta transitoria del motor real de la turbina con respecto a la respuesta transitoria del motor simulado para carga capa diliva.
- Comparativa de la respuesta transitoria del motor real de la turbina con respecto a la respuesta transitoria del motor simulado para carga inductiva.

- Comparativa de la respuesta del mator real de la compuerta vs la respuesta del mator simulado de la compuerta para sertales de control continuas (manualmente desde el computa dor (PC)).
- Comparativa de la respuesta del motor real de la compuerta vs la respuesta del motor simulado de la compuerta para señales de control senoidales.
- 13.- Comparativa de la respuesta del mator real de la compuerta vs la respuesta del mator simulado de la compuerta para seriales de control cuadrados.
- 14.- Comparativa de la respuesta del motor real de la compuerta vs la respuesta del motor simulado de la compuerta para señales de control tríangulares.
- Comparativa de la respuesta al escalón entre el motor real y el mator simulado (compuerta ó turbina).

POSIBILIDADES DE OTRAS EXPANSIONES DISPONIBLES



INFORMACIÓN DE PEDIDO -

Items incluidos en el suministro estándar

La configuración mí nima para un fun do namiento normal incluye:

- Equipo: SCE. Simulador de Control y Regulación de Centrales Eléctricas.
- DAB. Tarjeta de Adquisición de Datos.
- SCE/CCS OF. Software de Control + Adquisición de Datos + Manejo de Datos + Simulación.
- Cables y Accesories, para un fun donamiento normal.
- Manual es.
- * <u>IMPORTANTE</u>: Bajo <u>SCE</u> nosotros siempre suministramos todos los elementos para un inmediato funcionamiento: 1, 2, 3, 4 y S.

Items complementarios al suministro estándar

- PLC. Control Industrial usando PLC (7 y 8):
- ■PCL-PI. Módulo PLC.
- SCE/PLC-SOF. Saftware del Control del PLC.
- SCE/FSS. Sistema de Simulación de Fallas (Disponiblebajo petición).

Expansiones

- Mini ESN. Sistema Multipuesto EDIBON Mini Scada-Net.
- **©**ESN. Sistema Multipuesto EDIBON Scada-Net.

Página 8 www.edibon.com

SERVICIOS REQUERIDOS -Suministra eléctrica: manofásica, 220V/50Hz ó 110V/60Hz. -Computador (PC). Equipo SCE: -Dimensiones: 405 x 350 x 250 mm. aprax. -Resa: 15 Kg. aprax. Módulo PLC (PLC-PI): -Dimensiones: 490 x 330 x 310 mm. aprax. -Resa: 30 Kg. aprax.

★ Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso, debido a la conveniencia de mejoras del producto.



Página 9

2. Anexo2: Solar PV Troubleshooting learning System 950-SPT1

Solar PV Troubleshooting Learning System – 950-SPT1



Installing and maintaining solar photovoltaic (PV) systems requires hands-on skills and troubleshooting ability across the types of PV systems commonly used such as AC, DC, and grid-connected. Budding engineers and designers need to understand the technologies used in these systems as well.

Amatrol's 950-SPT1 Solar Photovoltaic Troubleshooting Learning System allows students to develop the specialized skills and knowledge needed for working with the common types of PV systems. The 950-SPT1 teaches students connection, operation, programming, and troubleshooting of AC/DC and grid-connected systems. The curriculum is PC-based multimedia that is highly interactive. It allows students to use the learning style best for them – reading, listening, visual. The 950-SPT1 supports the NABCEP (North American Board of Certified Energy Practitioners) test for Certified Solar Photovoltaic

System Installer.

The 950-SPT1 includes all components needed to develop hands-on, job-ready skills: all solar specific components as well as balance of system items. The learning system contains a mobile workstation, component panels with breakers, combiner box, MPPT charge controller, lamps, batteries, meters, grid-connected inverter, a fault insertion system, PC-based multimedia student curriculum, and instructor's assessment guide. The required 95-SPA1 two-panel array provides a complete solar PV troubleshooting experience.



Computerized Fault Insertion

At the heart of a technician's skill set is the ability to troubleshoot a system. The 950-SPT1 is equipped with a wide array of electrical faults that allow instructors to replicate realistic system and component failures. For the 950-SPT1, Amatrol uses electronic fault insertion so that instructors can easily insert faults and track the student's troubleshooting results. Electric fault insertion prevents component damage while allowing instructors to see student progress. Instructors can identify specific areas the student needs to improve and target those areas. It also allows instructors to set-up faults ahead of time, allowing students to perform self-directed study when appropriate.



Balance of System Components – Replicates Real World PV System

Developing installation and troubleshooting skills for PV systems requires all the components commonly found in these systems. Elements included on the 950-SPT1 such as power distribution panels, a combiner box, disconnects, and circuit breakers are essential to create realistic systems and troubleshooting situations.

Grid-Connected and Micro Inverters

Solar applications are increasingly including grid-connected capability. In fact, grid-connected is the most common type of PV system being purchased today. This is a key component that allows maximum economic return – owners can sell excess power to the utility. Likewise, when solar power is not sufficient, additional power is often needed from the electrical grid.

Amatrol's 950-SPT1 includes a micro inverter in addition to the grid-tie inverter. This is also a very popular option that is frequently used to assign an inverter to each PV string. Both of these inverters are required to teach skills across all major types of AC systems including stand-alone AC, grid-connected AC, and grid-connected AC with storage.



Modern Communications and Programming

Modern solar technology installations frequently include network communications. The inverters and charge controller on Amatrol's Solar PV Troubleshooting enable students to learn how to network system components. Students also learn how to troubleshoot at the system level as well. The inverter and charge controller feature many modern programming capabilities which allow students to learn how to program the more sophisticated systems they are likely to encounter.



Mobile, Multiple PV Panels

(Required 95-SPA1 Solar PV Array Station)

The required PV array for the 950-SPT1 contains multiple panels so that students can learn to connect a realistic array. Most solar technology applications have multiple panels. Students need to learn about the effects of series and parallel connections, which require more than one panel. Additionally, the 95-SPA1 Solar PV Array Station is mobile, allowing instructors to take advantage of sunny days without having to move the entire trainer. The array is equipped with sun simulation as well to enable indoor use.

3. Anexo3: Tabla de Objetivos de aprendizaje del módulo 950-SPT1 Solar PV Troubleshooting Learning System

950-SPT1 Solar PV Troubleshooting Learning System

LAP 1 PV MODULE OPERATION

Segment 1	Module Operation
Objective 1	Describe the operation of a photovoltaic module
Objective 2	Describe the photovoltaic module safety rules
Objective 3	Describe how to connect and operate a photovoltaic module
Skill 1	Connect and operate a photovoltaic module
Segment 2	I-V Characteristics
Objective 4	Describe the current-voltage characteristics of a photovoltaic module
Objective 5	Describe how to measure the open circuit voltage of a PV Module
Skill 2	Measure the open circuit voltage of a PV Module
Objective 6	Describe how to measure the short circuit current of a PV Module
Skill 3	Measure the short circuit current of a PV Module
Segment 3	Output Measurement
Objective 7	Explain how to determine the operating point of a photovoltaic module
Objective 8	Describe how to measure the output of a PV module
Skill 4	Measure the output of a PV module

LAP 2 PV MODULE PERFORMANCE

Segment 1	Environmental Effects
Objective 1	Describe the environmental factors that affect PV output
Objective 2	Describe how to calculate PV output given changes in solar
	irradiance
Skill 1	Calculate PV output given changes in solar irradiance
Segment 2	Performance Ratings
Objective3	Define PV module efficiency
Skill 2	Determine PV module efficiency
Objective 4	Explain how PV modules are specified
Skill 3	Interpret PV module specifications

LAP 3 PHOTOVOLTAIC ARRAYS

Segment 1	Array Characteristics
Objective 1	Describe the current-voltage characteristics of a PV array
Objective 2	Describe how to calculate the theoretical output of a PV array
Skill 1	Calculate the theoretical power output of a PV Array
Segment 2	Array Connections
Objective 3	Describe how arrays are connected using a combiner box
Skill 2	Connect a PV array given a wiring diagram
Objective 4	Describe the operation of a bypass diode

LAP 4 SOLAR BATTERIES

Segment 1	Battery Operation
Objective 1	Describe the basic operation of a solar battery
Objective 2	Describe the basic construction of a solar battery
Objective 3	Describe solar battery safety rules
Objective 4	Describe how to measure the open-circuit voltage of a solar battery
Skill 1	Measure the open-circuit voltage of a solar battery
Segment 2	Capacity Characteristics
Objective 5	Define battery capacity and give its units of measure
Objective 6	Describe the discharge characteristics of a battery
Segment 3	Battery Types
Objective 7	Explain how solar batteries are specified
Skill 2	Interpret a solar battery specification
Segment 4	Battery Banks
Objective 8	Describe the operation of a battery bank
Skill 3	Connect a battery bank given a schematic

LAP 5 DC SOLAR PV SYSTEMS

Segment 1	Battery Charging Characteristics
Objective 1	Describe the four stages of battery charging
Objective 2	Define charge acceptance and overcharge
Segment 2	Charge Controller Operation
Objective 3	Describe the operation of an MPPT charge controller
Objective 4	Describe how to connect a charge controller
Skill 1	Connect a charge controller
Segment 3	Charge Controller Configuration
Objective 5	Describe the regulation setpoints for a charge controller
Objective 6	Describe how to adjust charge controller settings
Skill 2	Adjust charge controller settings
Segment 4	Charge-Controlled PV System Operation
Objective 7	Describe the operation of a charge-controlled PV system
Skill 3	Operate a charge-controlled PV system

LAP 6 AC SOLAR PV SYSTEMS

Segment 1	Stand Alone PV Inverters
Objective 1	Describe the operation of a stand alone PV inverter
Objective 2	Describe the operation of a stand-alone PV system
Skill 1	Connect and operate a stand-alone AC PV system
Segment 2	Interactive PV Inverters
Objective 3	Describe the operation of an interactive PV inverter
Objective 4	Describe how to connect an interactive PV system
Skill 2	Connect and operate an interactive PV system
Segment 3	Interactive PV Systems
Objective 5	Describe the operation of a grid-tie PV system with no
	storage

Skill 3	Connect and operate a grid-tie PV system
Objective 6	Describe the operation of an interactive PV system with storage
Skill 4	Connect and operate an interactive PV system with storage

LAP 7 TROUBLESHOOTING

Segment 1	PV Troubleshooting Concepts
Objective 1	Define photovoltaic troubleshooting and explain its
-	importance
Objective 2	Describe two levels of PV troubleshooting
Objective 3	Describe the types of PV troubleshooting tests
Objective 4	Describe PV troubleshooting methodologies
Segment 2	System Troubleshooting
Objective 5	Describe how to troubleshoot a stand-alone AC PV system
Skill 1	Troubleshoot a stand-alone AC PV system
Objective 6	Describe how to troubleshoot an interactive PV system
Skill 2	Troubleshoot an interactive AC PV system

4. Anexo4: : Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar A



Energías Renovables



DL SOLAR-A

Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica

Sistema didáctico para el estudio teórico-práctico de las instalaciones energía solar fotovoltaica. Está montado en una estructura móvil para poder desplazarlo al lugar de las prácticas, para que el panel fotovoltaico reciba la radiación solar. En uno de sus lados está el panel fotovoltaico, cuya inclinación se puede variar desde 0º a 90º, y la célula calibrada para medir la irradiación solar, y en el opuesto todos los componentes de una instalación fotovoltaica básica para proporcionar 12 V de continua y 230 V de alterna.

El entrenador incluye manual de prácticas, una guía del instalador de energías renovables, y un software para cálculos de energía solar.

Composición

- Panel fotovoltaico de 50 W, a 12 V.
- Célula para la medida de la irradiación solar.
- Regulador electrónico de carga programable, con amplia pantalla LCD.
- Inversor para obtener tensión alterna de 230 V, de 150 Wp semisenoidal.
- Batería de 17 A/h.
- Lámparas empleadas como cargas de 12 V y 230 V, 50 W.
- Medidor de la irradiación solar en W/m2.
- Medidor de la corriente de carga.
- Dos interruptores magnetotérmicos de protección.

Objetivos didácticos

- Identificación de todos los componentes del entrenador y asociación con su función.
- Medida de la irradiación solar.
- Medida de los parámetros de tensión y corriente del panel fotovoltaico.
- Programación del regulador de carga.
- Análisis de la instalación del entrenador.
- Suministro de energía en continua.
- Suministro de energía en alterna.

Dimensiones

Base: 400 x 620 mm, Altura (con inclinación del panel a 45º): 910 mm

5. Anexo5: Adquisición de datos DL DAQ-RE + Software DL RE-SW



Sistema de Adquisición de Datos para las Energías Renovables

Compuesto por:

- Interfaz para adquisición de datos
- Software para elaboración de datos

DL 1893 - Unidad de adquisición de datos

- Alimentación por USB, < 100mA
- 2 salidas de relais
- 2 salidas analógicas, convertidor serial D/A de 8 bit

Salida: -10/+10 V

 8 input analógicos, convertidor A/D de 12 bit Input: -10/+10 V

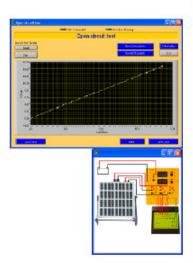
Velocidad max. de conversión: 10 kHz



DL RE-SW - Software para DL SOLAR-A, DL SOLAR-B, DL WIND-A, DL WIND-A1, DL SUN-WIND

- Adquisición de datos relativos a V, I, irradiación del panel solar y V, I, velocidad del viento del aerogenerador
- Ambiente LabView para adquisición semiautomática: control de la adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos con modelos matemáticos, gráficos 2D (I-V, P-Irr, P - velocidad del viento), exportación de datos.





De Lorenzo Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Italy Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181

www.delorenzoglobal.com

6. Anexo 6: : Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar B



Energías Renovables



DL SOLAR-B

Sistema de Energía Solar Fotovoltaica

Descripción

Entrenador modular para el estudio teórico-práctico de las instalaciones eléctricas con energía solar fotovoltaica. Con el que se pueden configurar múltiples instalaciones.

El entrenador está basado en un bastidor de acero sobre el cuál se instalan los módulos de aplicación, así como en paneles solares fotovoltaicos que se pueden montar en diferentes soportes (fijos, rodantes, etc).

Composición

- Bastidor de prácticas.
- Panel solar rodante con célula calibrada para medir la irradiación solar
- Batería de 12 V, 17 Ah.
- Módulo de cargas, con dos lámparas de 230 V, 50 W.
- Módulo de cargas, con dos lámparas de 12 V, 50 W.
- Módulo carga resistiva
- Módulo vatímetro de 750 W
- Módulo de medida de DC (0-30V) y AC (0-250V).
- Módulo de medida de irradiación solar y corriente.
- Módulo con interruptores magnetotérmicos.
- Módulo convertidor DC/AC, con salida de 230 V, 150 W.
- Módulo regulador electrónico, con pantalla LCD para presentar información de situaciones.
- Juego de cables de interconexión
- Manual de descripción y prácticas
- Software para cálculos de energía solar

De Lorenzo Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Italy Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181

7. Anexo 7: Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar C



Energías Renovables



DL SOLAR-C

Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica

Descripción

Sistema didáctico para el estudio teórico-práctico de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica que representa una vivienda.

Composicion

- Seis paneles fotovoltaicos, los cuales se pueden iluminar con luz natural
 o bien con su sistema de lámparas dicroicas. Las células disponen de
 hembrillas de 2 mm. para realizar prácticas de configuración serie, paralelo
 o mixto y hacer medidas de tensión y corriente en correspondencia con la
 luz recibida.
- Puente de iluminación. El sistema incorpora un puente de ángulo variable de 0º a 90º con dos lámparas dicroicas de 50 W y un regulador electrónico de iluminación. Con tal procedimeinto, el puente puede quedar aculto para que la luz natural incida sobre las células o bién situarlo sobre ellas y varíar su ángulo y su potencia.
- Maqueta de una vivienda. La vivienda dispone de diversos puntos de luz accionados con interruptores y un motor para extracción de agua.

El entrenador se suministra con una sólida maleta de ABS, un manual de descripción y prácticas, un tutorial en CD-ROM y un polímetro digital.

Dimensiones

Entrenador: 486 x 290 x 70 mm Maleta: 520x370x120 mm Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Itali Tal 439 02 8254551 - Bay 439 02 825518

8. Anexo 8: Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica DL Solar D



Energías Renovables



DL SOLAR-D

Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica

Descripción

Sistema didáctico para el estudio teórico-práctico de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica con conexión a red.

Composicio

- Dos módulos fotovoltaicos de 24 V, 75 W o más montados sobre una estructura rodante con variación de la inclinación.
- Interruptor magnetotérmico de protección.
- Sistema medidor de la irradiación solar con escala en W/m2.
- Potenciómetro de potencia para obtener la gráfica de corriente/tensión de los módulos fotovoltaicos sometidos a prueba.
- Instrumentos de medida de tensión, corriente e irradiación.
 Contados eléctrico para medir la energía eléctrica (Ku/h) instrumentos
- Contador eléctrico para medir la energía eléctrica (Kw/h) inyectada en la red.
- Inversor de red de 300 vatios, con salida a 230 V.
- Panel de interconexión entre los módulos fotovoltáicos.

Todos los componentes incorporan hembrillas de seguridad de 4 mm. Para las interconexiones.

El entrenador se suministra con juego de cables de interconexión, manual de descripción y prácticas y un libro "Guía del instalador de energías renovables".

Dimensiones

Dimensiones: 1702 x 1455 x 750 mm.

Peso: 72 kg.

De Lorenzo Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Ita Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 82551

9. Anexo 9: Análisis de módulos solares





1. EPH 2.1 ANÁLISIS DE MÓDULOS SOLARES

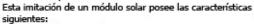
Contenidos de aprendizaje:

- Verificación de la instalación óptima de módulos solares
- Registro de curvas características de módulos solares
- Análisis de la respuesta ante ensombrecimiento
- Análisis del funcionamiento con diodos de derivación
- Tipos de conexión de los módulos solares

Equipo básico compuesto de:

REPRODUCCIÓN TRIPLE DE MÓDULO SOLAR, 23V / CO3208-1A 2A

El panel que sirve para esta reproducción pone a disposición tres imitaciones de módulos solares con los que se pueden realizar emulaciones cercanas a la práctica. La implementación de circuitos en serie y en paralelo permite generar tensiones o corrientes más elevadas. Se puede seleccionar por separado la intensidad de radiación de cada unidad y conectar adicionalmente un diodo de derivación. A través de terminales MC3 (conectores para aplicaciones solares) se puede integrar un módulo solar verdadero al panel.



- Tensión de circuito abierto: 3 x 23V
- Corriente máxima de cortocircuito: 3 x 2 A
- Intensidad de radiación ajustable de 20% a 100%
- Diodo de derivación conectable
- A prueba de controcircuitos
- Potencia: 3 x 40 VA
- Display: voltímetro 0 ... 15 V (analógico), amperímetro 0 ... 2,5 A (analógico)
- Conexiones: PV-ADBP3, PV-ADSP3, casquillos de seguridad de 4 mm
- Tensión de servicio: 88 ... 264 V c.a., 47 ... 63 Hz
- Dimensiones: 297 x 456 x 210 mm (hxbxp)
- Peso: 6,8 kg







MÓDULO SOLAR CON EMULADOR DE LA ALTURA CO3208-1B DEL SOL

El bastidor contiene un módulo solar policristalino y un proyector halógeno empleado para simular la presencia del sol. La luminosidad del proyector halógeno se puede definir por medio de un regulador. Por medio del ajuste de la inclinación del módulo se pueden reproducir diferentes ángulos de emplazamiento de tejados y analizar las consecuencias que ello tendría sobre el módulo solar. El proyector halógeno se aloja en un apoyo inclinable por lo que se puede reproducir la trayectoria del sol a lo largo de un día. El ángulo de inclinación que describe la órbita solar también se puede modificar por lo que es posible variar esta trayectoria en función de las diferentes épocas del año.

Datos técnicos del proyector halógeno:

- Potencia: 500W
- Tensión de alimentación: 230 V
- Datos técnicos del módulo solar:
 Tensión de circuito abierto: 21 V
- Corriente de cortocircuito: 650 mA
- Potencia máxima: 10 Wp
- Peso: 10 kg



1

UNIDAD DE CARGA 1KOHMIO, 500W

Resistencia de carga para módulos y plantas solares. Resistencia utilizable en:

- Reproducción de módulo solar para registro de curvas características y resistencia de carga
- Regulador de carga solar como resistencia de carga
- Inversor de corriente como resistencia de carga La carga para módulo solar posee las siguientes propiedades:
- Resistencia: 0...1kohmio / 500W de ajuste continuo, con devanado escalonado
- Corriente:
 - 0 50ohmios máx. 6A
 - 51 200ohmios máx 2A
 - 201- 1kohmios máx 0,6A
- Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 228 x 160 mm (hxbxp)
- Peso: 4,3 kg





10. Anexo 10: Estructura de plantas fotovoltaicas con funcionamiento en islas





2. EPH 2.2 ESTRUCTURA DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS CON FUNCIONAMIENTO EN ISLA

Contenidos de aprendizaie:

- Instalación de plantas fotovoltaicas
- Estructura y prueba de funcionamiento en operación directa de una planta fotovoltaica configurada en isla
- Estructura y prueba de funcionamiento en operación de carga de una planta fotovoltaica configurada en isla
- Estructura y prueba de una planta fotovoltaica configurada en isla para generar 230V de tensión alterna

Complemento del equipo básico EPH 2.1. compuesto de:

REGULADOR DE CARGA SOLAR 12/24V, 6A

Este regulador vigila el estado del acumulador protegiéndolo contra sobrecargas y evitando su descarga total. Para la carga del acumulador de plomo, el regulador emplea el procedimiento basado en tensión y corriente constantes. Los LED informan acerca del estado de servicio y del nivel de carga.

El regulador posee las siguientes propiedades:

- Conmutación automática 12/24 V
- Corriente de carga y descarga: 6 A
- Regulación del gaseado
- Conexiones para:
 - Generador solar
 - Acumulador solar
 - Carga de corriente continua
- Display: voltímetro 0 ... 15 V (analógico), amperímetro 0 ... 10 A (analógico)
- · Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 228 x 105 mm (hxbxp)
- Peso: 1,1 kg

ACUMULADOR SOLAR 12V, 7AH

Los acumuladores de plomo se emplean en las plantas solares modernas, configuradas en isla, para el almacenamiento de energía. Este panel solar posee un acumulador de plomo cerrado que no necesita mantenimiento. Su malla absorbente de fibra de vidrio permite un uso independientemente de su emplazamiento.

El acumulador solar posee las siguientes propiedades:

- Tensión: 12 V
- Capacidad: 7 Ah

CO3208-1D



1











- Recargable
- Protección contra sobrecorriente
- Display: voltímetro 0 ... 15 V (analógico), amperímetro -6 ... 6 A (analógico)
- · Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 228 x 135 mm (hxbxp)
- Peso: 3,7 kg

INVERSOR AISLADO 230V, 275A

Para que los aparatos eléctricos comunes en el comercio puedan funcionar alimentados por la planta solar configurada en isla, la tensión continua generada se debe convertir en tensión alterna. El panel consta de un inversor aislado que genera una tensión de salida de 230 V c.a. a partir de una tensión de entrada de 12 V c.c. El inversor posee una protección contra descarga total por lo que se puede conectar directamente al acumulador de plomo.

El inversor en isla posee las siguientes propiedades:

- Conmutador on/off
- Indicación del estado de servicio por medio de LED
- Emisor de señales acústicas de advertencia y alarma
- Tensión de salida: senoidal 230V +/- 5%
- Potencia: 275VA
- Coeficiente de rendimiento: 93%
- Funciones de protección:
 - Desconexión ante sobretensión en la batería
 - Protección contra temperaturas excesivas y sobrecargas
 - Protección contra cortocircuitos
- Protección contra polarización inversa
- Tomacorriente con puesta a tierra
- Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 228 x 145 mm (hxbxp)
- Peso: 3,1 kg

CO3208-1F







PANEL DE LÁMPARAS DE 12V

Este panel permite analizar y comparar entre sí lámparas halógenas y de LED. Las fuentes luminosas poseen la misma intensidad y se pueden conectar individualmente. Así se pueden determinar los diferentes niveles de consumo de potencia.

El panel de lámparas posee las características siguientes:

- Lámpara halógena de 25W
- Lámpara de LED de 2W
- Tensión de servicio: 12
- Dimensiones: 297 x 114 x 210 mm (hxbxp)
- Peso: 1,2 kg



CO3208-1K

1

1

PANEL DE LÁMPARAS DE 230V

El panel de lámparas permite el análisis y la comparación entre bombillas, lámparas de bajo consumo y de LED. Las fuentes luminosas alumbran con la misma intensidad y las tres se pueden conectar individualmente. Así se pueden determinar los diferentes niveles de consumo de potencia. El panel de lámparas posee las características siguientes:

- Bombilla de 25W
- Lámpara de bajo consumo de 4W
- Lámpara de LED de 4W
- Tensión de servicio: 230V/ 50/60Hz
- 3 portalámparas E27
- Dimensiones: 297 x 114 x 210 mm (hxbxp)
- Peso: 1,8 kg





11. Anexo 11: : Estructura de plantas fotovoltaicas con funcionamiento paralelo





3. EPH 2.3 ESTRUCTURA DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS CONECTADAS EN PARALELO

CO3208-1G

Contenidos de aprendizaje:

- Instalación de plantas fotovoltaicas
- Estructura y prueba de una planta fotovoltaica con alimentación de red
- Medición de la energía generada por una planta fotovoltaica
- Determinación de la eficiencia del inversor de red
- Análisis de la respuesta de una planta fotovoltaica al cortarse la energía de la red

Complemento del equipo básico EPH2.1, compuesto de:

INVERSOR FOTOVOLTAICO INDUSTRIAL

Las plantas solares modernas alimentan la red con energía eléctrica por medio de inversores. En este panel, este dispositivo consta de un inversor string y de una unidad de vigilancia. Además de un conmutador principal e interruptor de protección contra corriente de fallo, la unidad de vigilancia también posee un dispositivo (ENS) para monitorización de la red con los correspondientes elementos de conmutación. El ENS controla la tensión de la red, al igual que su frecuencia e impedancia, y desconecta el sistema en el caso de que se presenten discrepancias.

El inversor de red posee las siguientes propiedades:

- El dispositivo ENS cumple con las exigencias de la norma DIN VDE 0126-1-1 (de la Asociación de Electricistas Alemanes)
- Rango de tensión de entrada: 45-135V
- Tensión de salida: 230V / 50Hz
- Máxima corriente de entrada: 5A
- Máximo coeficiente de rendimiento: 95,5%
- Potencia de salida: 300W
- Ampliable hasta con 12 inversores string (aumento de la potencia a 3600 W)
- Tomacorriente con puesta a tierra
- Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 456 x 305 mm (hxbxp)
- Peso: 5,8 kg







MONITOR DE ENERGÍA

El monitor digital de energía es un contador monofásico de corriente alterna que permite medir sencillamente la energía generada por la planta solar o la energía consumida por un aparato eléctrico. El rango de indicación va de los vatios/hora a los megavatios/hora. El monitor de energía puede medir la potencia consumida o entregada incluso a partir de un vatio. Si se introduce el factor costes, el monitor no sólo permite la visualización del gasto actual sino que también permite predecir los costes

en semanas, meses y años. El monitor de energía posee las siguientes propiedades:

- Pantalla LCD de gran formato y visibilidad
- Medición de energía en un rango de 0,000 Wh ... 99,99
 MWh
- Medición de la potencia activa
- Medición de la tensión de red en un rango de 200 ...
- Indicación de la duración de la medición de 0:00 min a 65,53 kh
- Indicación y predicción de los costes de energía de 0,00 a 9,999 €
- · Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 114 x 110 mm (hxbxp)
- Peso: 0,7 kg

ALIM. MONOFÁ. CON INTERR. DE PROTEC. DE LÍNEA Y CAJA DE ENCHUFE "SCHUKO"

Alimentación de tensión de red con interuptor para circuitos monofásicos con protección de equipos, así como enchufe monofásico para conexión de consumidores adicionales

- Dispositivo de protección:
 Disyuntor de protección de motor ajustable de 16A
 Pulsador de parada de emergencia
 Interruptor llave ON (operación a dos manos)
- Conexión a la red: 1x 230V, 50Hz
- Salidas: 5 clavijeros de seguridad de 4 mm (L1, N, PE), enchufe monofásico
- Dimensiones: 297 x 228 x 155mm (hxbxp)
- Peso: 0,8kg

CO3208-1H

1







12. Anexo 12: Manuales Sistemas Fotovoltaicos





4. MANUALES

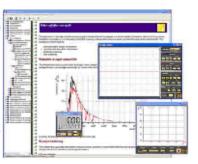
SO2800-3A

INTERACTIVE LAB ASSISTANT: ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS

El manual de experimentación es un curso compatible con el Interactive Lab Assistant Este curso multimedia conduce a los estudiantes paso a paso a través de la temática de las modernas plantas fotovoltaicas. Los fundamentos físicos se transmiten por medio de animaciones de fácil comprensión. Junto con los instrumentos virtuales, el Interactive Lab Assistent conforma un entorno confortable de experimentación.

Particularidades:

- Montajes de experimentación interactivos
- Los valores medidos y los gráficos se pueden almacenar en las instrucciones de experimentación arrastrándolos y soltándolos con el ratón
- Los instrumentos virtuales se pueden iniciar directamente desde las instrucciones de experimentación
- Preguntas con comentarios y lógica de evaluación para controlar el nivel de aprendizaje
- Documento que permite una confortable impresión de las instrucciones de experimentación con las soluciones
- CD-ROM con el navegador Labsoft, software del curso e instrumentos virtuales







5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

MULTÍMETRO ANALÓGICO/DIGITAL, VATÍMETRO Y CO5127-1Z 1 MEDIDOR DE FACTOR DE POTENCIA, SOFTW.

Las áreas de máquinas eléctricas, electrónica de potencia y tecnología de accionamientos plantean elevadas exigencias a los instrumentos de medición. Además de una alta protección contra sobrecargas, el registro de los valores medidos debe realizarse independientemente de la forma de curva. El instrumento de medición universal está concebido especialmente para estas exigencias. Sustituye, al mismo tiempo, hasta 4 diferentes aparatos de medición: es amperímetro, voltímetro, vatímetro y medidor del ángulo de fase al mismo tiempo. El display gráfico permite su utilización tanto en experimentos de estudiantes como en experimentos de demostración. El software VI-Starter, incluido en el suministro, permite la visualización en el PC de las magnitudes medidas.

- Medición simultánea, independiente de la forma de curva, de la tensión y la corriente (máx. 600 V, 20 A) (medición de tensiones sincrónicas)
- Cálculo de potencia activa, reactiva y aparente, y del factor de potencia
- Medición del valor eficaz total (RMS-AC+DC); valor eficaz de corriente alterna (RMS-AC) y valor medio aritmético (AV-AC+DC)
- Eléctricamente indestructible hasta 20 A/600 V
- Display gráfico de gran tamaño, rico en contrastes, con iluminación de fondo (5,7")
- Visualización grande o visualización de hasta 4 valores medidos
- Visualización digital o casi analógica
- Interfaz USB
- Resistencia interna: circuito de medición de corriente 10mOhm, circuito de medición de tensión 10MOhm
- Rangos de tensión: 30; 300; 600V
- Rangos de corriente: 1; 10; 20A
- Precisión de medida: 2%
- Selección automática o manual del rango de medición
- Instrumento de medición de demostración para servicio en la red
- Tensión de servicio: 230V, 50Hz
- Dimensiones: 297 x 228 x 140mm (hxbxp)
- Peso: 2kg

Con el software VI-Starter se pueden representar en el







ordenador todas las magnitudes medidas. Se pueden abrir hasta 17 vistas diferentes.

- Representación de oscilogramas de tensión, corriente y potencia
- Contador para la visualización de la potencia consumida y la entregada
- Logger de datos para 14 magnitudes de medida diferentes
- Exportación de los datos del Logger
- Trazador de curvas características
- Controlador Labview y ejemplos como parte del suministro
- Versión de 32 bits para Windows

6. ACCESORIOS

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO CON DERIVACIÓN

- SO5126-9R
 - 5

20

- · Máxima corriente constante: 24A
- Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V



CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO

- Máxima corriente constante: 24A
- · Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V

SO5126-9Y

SO5126-9U

- Máxima corriente constante: 24A
- Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, ROJO

- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V





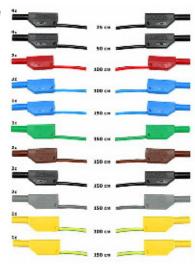


JUEGO DE CABLES DE MEDICIÓN DE SEGURIDAD SO5148-1L 1 4MM (23 PZ)

Cables de medición de seguridad con conector macho de 4mm, de colores, aislamiento de PVC, alta flexibilidad Cada juego se compone de: 4 x 25cm de longitud, negro 4 x 50cm de longitud, negro

- 2 x 100cm de longitud, azules 2 x 100cm de longitud, rojos 1 x 100cm de longitud, verde/amarillo

- 1 x 150cm de longitud, azul 1 x 150cm de longitud, verde/amarillo 2 x 150cm de longitud, verde/amarillos
- 2 x 150cm de longitud, marrón 2 x 150cm de longitud, negro
- 2 x 150cm de longitud, gris



CABLE DE MEDICIÓN DE SEGURIDAD 4MM 50CM ROJO







7. MUEBLES

BANCO MÓVIL DE EXPERIMENTACIÓN, PERFIL DE ST7200-3A AL., 3 NIV., 4 TOMAS,1250X750X1955MM

Banco de experimentación y demostración móvil, de alta calidad, de la serie SybaPro, con patas de mesa de perfil de aluminio, compatible con todos los componentes de montaje y ampliación del sistema SybaPro. El banco móvil de experimentación se suministra como

El banco móvil de experimentación se suministra como equipo modular cuyo montaje corre a cargo del propio cliente.

Tablero de mesa:

- Tablero de mesa de 30 mm, de varias láminas de viruta fina de alta compresión, en conformidad con la norma DIN EN 438-1
- Color gris RAL 7035, con cubierta laminada de 0,8mm por ambas caras (Resopal), de estructura simple, acorde con la norma DIN 16926
- Resistente a una gran cantidad de sustancias químicas y reactivos, tales como los ácidos y las bases diluidos.
- Insensible al calor, por ejemplo, al estaño líquido de soldadura así como al calentamiento puntual producido por pistolas de soldar o brasas de cigarrillo.
- Borde del tablero de mesa con cantos de protección macizos, a prueba de golpes, de plástico de 3mm de espesor, con teñido de penetración de color RAL 7047.
- · Revestimiento y cubrecantos sin PVC.
- Alimentación de tensión por medio de regleta de tomacorrientes quíntuple, montada en la parte inferior del tablero de mesa, cable de 2 m y enchufe con protección de puesta a tierra

Armazón:

- 2 perfiles de aluminio extruido con ranuras múltiples, 1800 x 120 x 40mm (bxhxp)
- 8 ranuras de igual tamaño en el perfil extruido de aluminio (3 en cada lado y 1 en cada extremo)
- Ranuras para la inserción de soportes de norma industrial
- 4 perfiles de aluminio en H, de 1150mm, para emplazamiento de 3 niveles de paneles de experimentación DIN A4
- Espacio libre para integración de un canal de alimentación de energía
- Patas de mesa de tubo rectangular con 4 ruedas dobles dirigibles, 2 de ellas frenadas







- Marco de mesa de combinación estable y continua de tubos rectangulares
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80 µm, color RAL 7047

Dimensiones:

- · Altura del tablero de mesa: 760 mm
- 1250 x 1955 x 760mm (bxhxp)

SOPORTE DE PC PARA BANCO DE EXPERIMENTACIÓN SYBAPRO, ALTURA Y ANCHURA AJUSTABLE

Soporte de PC para mesa de laboratorio de la serie SybaPRO de chapa de acero perforada de 1,5mm, para montaje en perfil de aluminio.

- · Montaje altura ajustable
- Anchura regulable (160 255mm)
- Montable a la izquierda o a la derecha
- Incluye material de montaje (4 tornillos, 4 tuercas en ranura)
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80µm, color RAL 7047



ST7200-5A

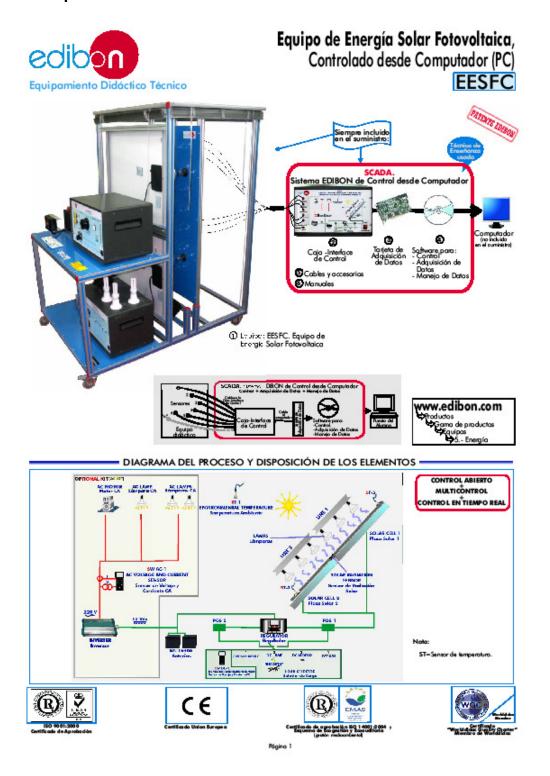
SOPORTE PANTALLA PLANA HASTA 5KG, FIJACIÓN ST8010-4L EN PERFIL DE ALUMINIO VESA 75/100

Soporte pivotante de monitor para montaje en perfiles de aluminio del sistema SybaPRO. Permite posicionar óptimamente el monitor para trabajar y experimentar sin fatiga.

- Brazo plegable con articulación doble
- Cierre rápido para ajuste de altura continuo en el perfil de aluminio extruido
- Fijación VESA 7,5 x 7,5 cm
- el adaptador VESA 75 (7,5x7,5) VESA 100 (10x10)
- 2 abrazaderas de cable
- Dispositivo deslizante, capacidad de carga de hasta 12 kg
- Brazo plegable, capacidad de carga de hasta 5 kg
- El monitor TFT se puede girar hasta quedar paralelo al canto de la mesa
- Distancia de 105 a 480 mm de ajuste continuo



13. Anexo 13: EESFC: Equipo de energía solar fotovoltaica contralada por computador



DESCRIPCIÓN =

El "EESFC" es un equipo, controlado desde computador (PC), para el estudio de la transformación de energía luminosa en energía eléctrica.

Este equipo utiliza el sistema solar por fotoconvensión para la convensión directa de la radiación solar en electricidad. La energía absorbida es suministrada por la radiación solar simulada ; en nuestro caso, esto se hace através de un panel con potentes fuentes luminosas.

- Básica mente está compuesto por:
 Paneles Solares Fatovoltaicos.
 Simula dor Solar compuesto de lámparas solares.
 Regulador para Cargas CC y Baterias.

 - Cargador auxiliar de baterías.
 2 Baterías.

 - Módulo de Cargas de CC.
 - -Maduade Carga de CC.
 Sensores (temperatura, radiación solar, contente CC y voltaje CC).
 Setema EDIBON de Control desde Computador (SCADA), induyendo: Caja-Interface de Control +Tarjeta de Adquisición de Datos + Software de Control desde Computador y Adquisición de Datos, para el control del procesoy de las diferentes parámetros.

Opcianal (NO incluído en el suministro estándar):

- EE-KIT. Kit de Conversión y Simulación de Cansumo (CA):
Inversor monofásico.

Módulo de Cangas de CA:
Lámpara são 220 V 240 V, 50-60 Hz, 15 W; Ventilador de 23 (V; y Selector de 4 Posiciones.

Sensores de voltaje y confente CA.

- EE-KIT2. Kit de Inversor para la Canesián a la Red Eléctrica.



ltems incluidos en el suministro estándar

@EguipoEESFC:

iquip o EESFC: Estructura de alumini o anodizado y paneles en acero pintado (pintura epaxy). Diagrama en el panel frontal con distribución similar a la de los elementos en el equipo real. 2 Paneles solares fotovoltaicos (policristalinos): Módulos de cristal con alto nivel de transmisividad. Encapsul ante esti-viniloacestato modificado. Marco fabricado en aluminio.

Marco tabricado en aluminio.
mulador solar:
Estructura de aluminio regulable en posición horizontal.
11 lamparas de espectro solar de 300 Wcada una, distribuidas en dos circuitos independientes regulables en tensión.
Seguridad eléctrica por medio de magnetotérmico trifásico.
Cables dealimentación.
stema de ventilación que nospermite analizar el efecto de la temperatura sobre rendimiento del sistema.

l rendimi ento del sistema.

agulador para Cargas CC y Baterias:

Regulación de Carga CC. Regulación PWM. Carga escalonada. Carga rápida.

Carga de flotación. Desconexión por baja tensión y mensajes de advertencia.

Reconexión. Desconexión por alta tensión. Protección contra altas temperaturas.

Protección contra al ta tensión en las baterias. Protección contra la sobrecarga de corriente en el módulo y en la carga. Protección contra la polaridad inversa en los paneles sol ares, las baterias y la carga. Protección contra la flujo de corriente inversa. Protección contra la flujo de corriente inversa. Protección contra la flujo de corriente.

Cargador auxiliar de baterias. 2 Baterias: Baterias deciclo profundo de carga. Placas con materiales activos de alta densidad. 24 Amp/hora.

Módulo de Cargas de CC:
Caja metálica. Diagrama en el panel frontal.
Lámparas CC de 12Vcc. Motor CC de 24-36Vcc. Reostato de 300W.

Conexión independiente de cada carga con ayuda del Selector de 4 Posiciones: Con el se lector de cargas en posición 1, los panelessolares funcionan con tensión

Con el selectior de cargas en posición 1, los panelessolares funcionan con tensión de circuito abierto.

Con el selector de cargas en posición 2, el reostato y las lámparasse conectan directamente a las paneles solares, en función de lo que se haya seleccionado en el ordenador. Estas cargas se pueden conectar independientemente o en paralelo con la ayuda de interruptores.

Con el selector de cargas en posición 3, el motor CC seconecta directamente a los paneles solares.

Con el selector de cargas en posición 4, la carga CC no se conecta y los paneles solares se conectan directamente al regulador de carga de baterias.

Sensares:

3 sensores de temperatura (uno en el panel solar 1, otro en el panel solar 2 y otro de temperatura ambiental).
Sensor de radiación solar. Sensor de carriente CC y sensor de voltaje CC.
El equipo incorpora ruedas para facilitar su movilidad.

Opcional (NO incluido en el suministro estándar):

- EE-KIT. Kit de Conversión y Simulación de Consumo (CA):

El-Ni, trate Conversion y simulación de Consumo (CA):
Invesor monodísico.
Módulio de Cargas de CA:
Lá mparas de 2201/2401/50-60Htz, 15W; Ventilador de 230V; y Selector de 4 Posiciones.
Sensones de voltaje y de contente CA.
EE-KITZ. Kit de Inversor para la Conoxión a la Red Eléctrica.

SESFC/CIB. Caja - Interface de Control:

EEKITZ. Kid e Inversor para la Conexión a la Red Electrica.

EESFC/CIB. Caja - Interface de Control:

Cajo-Interface de Control: Con diagrama del proceso en el panel frontal , con la misma distribución que los elementos en el equipo, para un fácil entendimiento por parte del alumno.

Todas los sensores, consus respectivos señades, están adecuadamente preparados para salida a computador de -10V. a +10V. Los conectores de los sensores en la interface tienen diferente numero de pinte (de 2 a 1 6) para evitar encresa de control. Coble entre la caja interface de control y el computador.

Los elementos de control del equipo están permanentemente controlados desde el computador, sin necesidod de combios o coneciones durante los de el procesos de ensayo. Visualización simultárina en el computador de todos los parámetros que intervienen en el proceso. Calibración de todos los sensores que intervienen en el proceso. Representación en tiempo red de los curvos de las respuestas del sistema. Almoceramiento de todos los dos del procesos y resultados en un archivo. Representación gráfico, entiempo red, de todos las respuestas del sistema (almoceramiento de todos los dos dos del procesos y resultados en un archivo. Representación gráfico, entiempo red, de todos las respuestas del sistema (almoceramiento de todos los del control de la computador el andisis de las curvas y respuestas del proceso completo. Todos los valores de los actuadores pueden ser combiados en aculquier momento desde el teclado, permitiendo el andisis de las curvas y respuestas del proceso completo. Todos los valores de los actuados en un enten portal de proceso. Control en tiempo real con flexibilidad de modificaciones de los parámetros desde el teclado del computador, en cualquier momento de unarte el proceso. Control en tiempo real con flexibilidad de modificaciones de los parámetros desde el teclado del computador, en cualquier momento de unarte el proceso. Control en tiempo real con flexibilidad de modificaciones, en cualquier momento y entiempo real, d

que intervienen en el proceso simultó neamente. Tras niveles de seguridad, uno mecánico en el equipo, otro electrónico en la interface de control y el tercero en el software de control.

als oftware de control.

**DDAB. Tarjeta de Adquisición de Datos:
Tarjeta de Adquisición de dos PCI (Notional Instruments) paraser alojado en unslot del computador. Bus PCI.
Entrada analógica: Canales = 1 ó single-endet ó 8 diferenciales. Resolución = 1 ó bist, 1 en 65536. Velocidad de
muestreo hasta: 250 KS/s (Kilo muestres por segundo). Rango de entrada (N=± 10V.
Iransterencia de datos = DMA, interrupciones, E/S programados. Numero de canales DMA = 6.

Salida analógica: Canales = 2. Resolución = 1 ó bist, 1 en 65536. Año, velocidad de solidabrato: 833 KS/s.
Rango de salida(V) =±1 0V. Transterencia de datos = DMA, interrupciones, E/S programados.

Entrada/Salida Digital: Canales = 2.4 entradas/salidas. Frecuencia muestreo de los canales: 0 a 1 MHz.

Temportzación: Cantador/temportzadores = 2. Resolución: Contador/temportzadores: 32 bits

**DEESFC/CCSOF. So fitware de Control + Adquisición de Datos + Manejo de Datos:
Compatible con los sistemas os genetivos Windows actuales. Simuladón gráfica e intuitiva del proceso en partalla.

DEESFC/CCSOF. Software de Control + Adquisición de Datos + Manejo de Datos:

Compatible con los sitamdards de la industria. Registro y visualización de todas los variables del proceso en partalla.

Compatible con los sitamdards de la industria. Registro y visualización de todas los variables del proceso de forma automática y simultánea. Software llevible, abierto y multi-control, desarrollado con sistemas gráticos actuales de ventanas, actuando sobre todas los parimetros del proceso simultán ecomente.

Manejo, manipulación, comparación y almacenamiento de los datos. Velocidad de muestreo hasta 250000 datos por segundo garantizado. Sistema de calibración de los sanoseros que intervienen en el proceso. Permit el registro del estado de los alarmasy de la representación graftica en tiempo real.

Análisis comparativade los datos obtenidos, posterior al proceso ymodificación de los condiciones durante el proceso. Software abierto, permitiendo al profesor modificar textos, instrucciones. Passwords del profesor y del alumno pora facilitar el control del profesor sobre el dumno, y que permite el acceso a discentes niveles de trabajo.

Este equipo permite que los 30 alumnos de la dase puedan visualizar simultáneamente todos los resultados y la manipulación del equipo durante el proceso usando un proyector.

Cables y Accesorios, para un funcionamiento normal.

Software de Control Puesta en mancho, Seguidad, Mantenimiento, Calibración y manual de Prácticos.

*Referencias 1 a 6: EESFC + EESFC/CIB + DAB + EESFC/CCSOF + Cables y accesorios + Manuel.

* Referencias 1 a 6: EESFC + EESFC/CIB + DAB + EESFC/CCSOF + Cables y accesorios + Manuales están incluidos en el

suministro mínimo.



Equipo EESFC



EESFC/CIB





EESFC/CCSOF

ESPECIFICACIONES (confinuación)

Opciona

EE-KIT. Kit de Conversión y Simulación de Consumo (CA):

Inversor monofásico:

Manafásico.

Tecnología de cambio de modo de 25 kHz.

Patencia de a manque de un 200%.

Protección de contacircuita.

Protección de sobretemperatura.

Protección de sobrecarga.

Indicador LED del estado de operación.

Interru ptor trasero de conexión/desconexión.

• Módulo de Caraas de CA:

Cajametálica.

Diagrama en el panel frontal.

Ventiladorde 230V.

Lámparas de 220V - 240V., 50-60 Hz., 15W.

Conexión independiente de cada carga con ayuda del Selector de 4 Ventilado Posiciones:

- Con el selector de cargas en posición 1, el inversor funciona sin carga.
- Con el selector de cargas en pasición 2, se conecta el motor del ventilador.
- -Con el selector de cargas en posición 3, se conecta una lámpara de CA.
- Con el selector de cargos en posición 4, se conectan dos lámparas de CA enparalelo.

Inversor AC AC A STATE OF THE ACT OF THE





. Sensores de Voltaje y Corriente CA.

EE-KIT2. Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica:

Un invesor usado para la conversión e invección a la red eléctrica de la patencia generada a través de una fuente de energía renovable simulada. La fuente simulada se trata de un simulador para la generación de energía para obteneruna patencia variable para la invección a la red.

El modo de aperación es mostrado mediante un LED indicador en el frontal del equipo.

Está equipado con una serie de medidas de seguridad que garantizan que se apagará tan pronto como el enchufe de CA sea desconectado de la pared o della red pública en una operación emánea.

El inversor puede ser conectado al PC mediante comunicación RS232 para visualizar parámetros tales como tensión y corriente de entrada, voltaje y frecuencia principales, potencia máxima CA, Kwh, etc.

· Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica:

Entrada (CC):

Potencia nominal @ 25°C: 535 W. Potencia máxima @ 25°C: 600 W. Potencia PV: 160-700 Wp. Voltaje MPP: 40-125V CC.

Voltaje máximo: 155V CC. Corriente nominal: 8 A.

Salida (CA):

Voltaje: 85% ~ 110% Un (195-253 V).

Patenda naminal: 525 W.

Corriente máxima/fusible: 2,25 A / 3,15 A.

Frecuencia: $49,5 \sim 50,5 \, \text{Hz}$.



· Simulador de Generación de Eneraía.

Continúo...

Página 4 www.edibon.com

ESPECIFICACIONES (continuación)

Items complementarios al suministro estándar

PLC. Control Industrial usando PLC (7 y 8):

PLC-PI. Modulo PLC:

Diagrama del circuito en el panel frontal. Panel frontal:

Bloque de entradas digitales (X) y salidas digitales:

16 entradas digitales, activadas por interruptores y 1 6 LEDs de confirmación (rojos). 14 salidas digitales (a través de con ector SCSI) con 1 4 LEDs de aviso (verdes).

Blaque de entradasanal ágicas: 1 é entradas analógicas (-1 0V. a + 10V) (a través de conector SCSI).

Blaque de satidas analógicas: 4 satidas analógicas (-1 0V. a + 10V) (a través de conector SCSI).

Partralla táctil: Alta visibilidad y múltiples funciones. Funciones de recetas, display gráfico y mensajes desplayables. Ustado de alarmas. Función multilinguaje. Fuentes True trape.

Panel trasero: Conector de suministra eléctrico. Fusible de 2A. Conector RS-232 a Computador (PC).

Salidas: 24 Vcc, 12 Vcc, -12 Vcc, 12 Vcc variable.

PLC Panasonic:

Alta velocidad de procesos de 0,32 µs. por instrucción basica. Capacidad de programa de 32 K pasos. EntradoCC: 16 (24 V CC). Salida relé: 14 (250 V A AC/2 A). Contador de alta velocidad. Control PID multi-punto.

Módulos Panasonic de entradas/salidas digitales y entradas/salidas analógicas. Cablede comunicación RS232 wirea computador (PC).

BEESFC/PLC-SOF. Software de Control de I PLC:

Para este equipo en particular, siempre incluido con el suministro del PLC.

Items disponibles bajo petición

@EESFC/CAL. Software de Aprendizaje Asistido de sde Computador (Cakulo y Análisis de Resultados).

GEESEC/ESS. Sistema de Simulación de Fallos:

EESFC/FSS es una aplicación de software con la que el instructor puede configurar una secuencia de fallos en la ejecución del equipo. El alumno, cuando accede al software, debe identificar dicha secuencia.

Pantalla de acceso mado de fallos



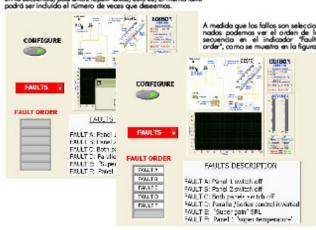
Pantalla principal mode fallos



Una vez accede camos dos posibilidades configurar (botón "configure" los fallos o resetearlos

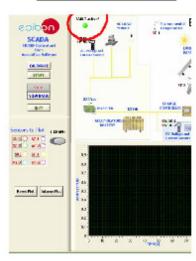
Configuración secuencia de fallos

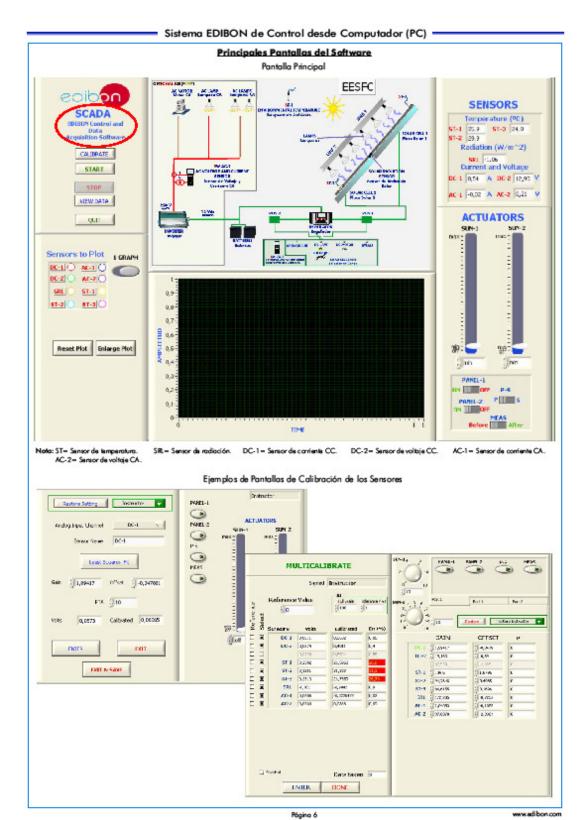
El software nos solicita desde el primer al sesto fallo, pudiendo seleccionarios mediante el despegable de color rojo faults". En la secuenda, podremos repetir tallos, esto es, el mismo fallo podrá ser induído el número de vecas que deseemos.



Mada de fallos activo/inactivo (indicador)

PLC-PI





2⁸200

Algunas Posibilidades Prácticas del Equipo:

- 1.- Determinación de los parámetros característicos de los paneles solares.
- Estudio de la relación existente entre la potencia generada y la potencia de radiación solar.
- 3.- Estudio del rendimiento máximo de los paneles solares.
- Estudio de la influencia de la temperatura sobre la tensión de circuito abiertode los paneles solares.
- Estudio del comportamiento de los paneles solares conectados en paralelo.
- Estudio del comportamiento de los paneles solares conectados en serie.
- Estudio del comportamiento del sistema conectado en paralelo en función de la temperatura.
- 8.- Estudio del perfil de illuminación de las lámparas.
- 9.- Determinación experimental de la eficiencia.
- 10.-Influencia del ángulo de incidencias obre la temperatura.
- 11.-Determinación del lado p yn de unacélula solar.
- 12.-Determinación del material que constituye la célula solar.
- Determinación del primer cuadrante de la curva I-V sin illuminación de la célula solar.
- 14.-Determinación de la corriente inversa o de saturación de una célula solar sin illuminación.
- Determinación de la resistencia serie y paralelo de una célula solar sin fluminación.
- 16.-Dependencia de la tensión de circuito abierto (V_) con los lúmenes.
- Determinar los parámetros característicos de una célula solar en lluminación.
- 18.-Relación de la potencia máxima frente a la potencia de alimentación.
- Determinación de los parámetros que definen la calidad de una célula solar.
- 20.-Medida de la energiasolar.
- 21.-Medida de la tensión del panel solar en vacío.
- 22.-Determinación de la disposición de las células en un panel solar.
- 23.-Medida de la potencia máxima del panel solar con carga.
- Aledida de la tensión del panel solar en vacío con illuminación constante y distinta temperatura.
- 25.-Estudio de VI,W en función de diferentes cargas.
- 26.-Familiarización con los parámetros del regulador.
- Estudio de funcionalidad del sistema fotovoltaico serie/paralelo con conexión de diferentes cargas y sin respaldo de la sbaterias.
- Estudio de funcionalidad del sistema fotovoltaico serie/paralelo con conexión de diferentes cargos CC y con respoldo de la sbaterías.

29.-Conexión de cargas a tensión continua.

Otras posibles prácticas:

30.- Calibración de los sensores.

Prácticas para ser realizadas con el KIT OPCIONAL "EE-KIT":

- Estudio de funcionalidad del sistema fotovoltaico serie/paralelo con conexión de diferentes cargos y sin respaldo de las baterías.
- Estudio de funcionalidad del sistema fotovoltaico serie/paralelo con conexión de diferentes cargas CA y con respaldo de las baterias.
- 33.-Conexión de cargas atensión alterna de 220V.

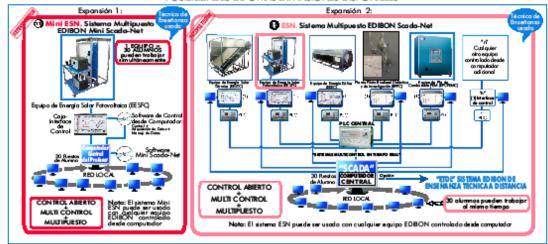
Prácticas para ser realizadas con el KIT OPCIONAL "EE-KIT2":

34.-Estudio del inversor con conexión a la redeléctrica.

Prácticas para ser realizadas con el Modulo PLC (PLC-PI) + Saftware de Control del PLC:

- Control del proceso del equipo EESFC a través de la interface de control, sin el computador.
- Visualización de todos los valores de los sensores usados en el proceso del equipo EESFC.
- 37.-Calibración de todos los sensares incluidos en el proceso del equipo EESFC.
- Manejo de todos los actuadores que intervienen en el proceso del equipo EESFC.
- Realización de diferentes experimentos, de forma automática, sin tener delante el equipo. (Este experimento puede ser decidido previamente).
- Simulación de acciones externas en los casos en que no existan elementos hardware. (Por ejemplo: test de depósitos complementarios, entorno industrial complementario al praceso a estudiar, etc.).
- 41.-Uso general y manipulación del PLC.
- 42.-Aplicación del proceso del PLC para el equipo EESFC.
- 43.-Estructura del PLC.
- 44.-Configuración de las entradas y salidas del PLC.
- 45.-Posibilidades de configuración del PLC.
- 46.-Lenguajes de programación del PLC.
- 47.-Diferentes lenguajes standard de programación del PLC.
- 48.-Nueva configuración y desarrollo de nu evos procesos.
- 49.-Manejo de un proceso establecido.
- Observar y ver los resultados y realizar comparaciones con el proceso del equipo EESFC.
- 51.-Posibilidad de crear nuevas procesas relacionadas con el equipo EESFC.
- 52.-Ejercidos de programación del PLC.
- Aplicaciones del PLC propias de acuerdo con las necesidades del profesor y del alumno.

POSIBILIDADES DE OTRAS EXPANSIONES DISPONIBLES



Página 7 www.edibon.com

INFORMACIÓN DE PEDIDO

Items incluidos en el suministro estándar

La configuración mínima para un fundo namiento normal incluye:

- D Equipo: EESFC. Equipo de Energía Solar Fotovoltaica.
- EESFC/CIB. Caja-Interface de Control.
- DAB. Tarjeta de Adquisición de Datos.
- EESFC/CCSOF. Software de Control + Adquisición de Datos + Manejo de Datos.
- Cablesy Accesories, para un fun donamiento normal.
- & Manuales.

 IMPORTANTE: Bajo EESFC nosotros siempre suministramos todos los elementos para un inmediato fundonamiento: 1, 2, 3, 4, 5 v.6.

Items complementarios al suministro estándar

PLC. Control Industrial usando PLC (7 y 8):

- PCL-Pl. Módulo PLC.
- SEESFC/PLC-SOF. Software del Control del PLC.
- @EESFC/CAL. Software de Aprendiza je de Asistido desde Computador (Cálculo y Análisis de Resultados). (Disporible bajo petición).
- GEESFC/FSS. Sistema de Simulación de Fallos.

Expansiones

- Mini ESN. Sistema Multipuesto EDIBONMini Scada-Net.
- BESN. Sistema Multipuesto EDIBON Scada-Net.

SERVICIOS REQUERIDOS

-Sum inistro eléctrico: trifásico, 400V, 50-60 Hz., y potencia mínima 5000VA.
 -Computador (PC).

DIMENSIONES Y PESOS

Equipo EESFC: -Dimensiones: 2200 x 1200 x 2005 mm. aprox.

-Pesa: 300 Kg. aprax.

Caja-Interface de Control: -Dimensiones: 490 x 330 x 310 mm. aprox.

-Pesa: 10 Kg. aprox. Módulo PLC (PLC-PI): -Dimensiones: 490 x 3

-Dimensiones: 490 x 330 x 310 mm. aprox.

-Pesa: 30 Kg. aprox.

OPCIONAL -

- EE-KIT. Kitde Conversión y Simulación de Consumo (CA):

Inversor monofásico.

Módulo de Cargas de CA:

Lámparas de 220V-240V, 50-60Hz, 15W; Ventilador de 230V; y Selector de 4 Posiciones.

Sensores de voltaje y corriente CA.

- EE-KIT2. Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica:

Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica. Simulador de Generación de Energía.

- PSA/PC. Panel solar fotovoltaico policristalino. (2 unidades)
- -PSA/MC. Panel solar fotovoltaico monocristalino. (2 uridades)
- PSA/AM. Panel solar fotovoltai co amorfo. (2 unidades)

VERSIONES DISPONIBLES

Ofrecido en este catálogo:

- EESFC. Equipo de Energía Solar Fotovoltaica, Controlado desde Computador (PC).

Ofrecido en otro catálogo:

- EESFB. Equipo de Energía Solar Fotovoltaica.

*Especificadones sujetas a cambio sin previo aviso, debido a la conveniencia de mejoras del producto.



C/ Del Agua, 14. Polígono industrial San José de Valderas. 28918 LEGANÉS, (Madrid). ESPAÑA. 11: 34-91-6199363 FAX: 34-91-6198647 E-mail: edibon@edibon.com WEB site: www.edibon.com

Edición: ED02/10 Fecha: Mayo/2010 REPRESENTANTE:

Página 8

14. Anexo 14: MINI EESF: Entrenador modular de energía fotovoltaica

Entrenador Modular de Energía Solar Fotovoltaica (Completo)





ESPECIFICACIONES •

Principales características:

Suministro y Consumo a 12 V (CC).

Suministro y Consumo en corriente alterna (CA).

Suministro a la red eléctrica pública.

Módulo fotovoltaico:

Panel solar (policristalino) montado sobre una estructura de aluminio anodizado, con ruedas para su movilidad, con célula calibrada para medir la irradiación solar.

Está compuesto de una serie de 36 células fotovoltaicas (35 x 55 mm) de alto rendimiento y fiene una potencia típica de 50Wp a una tensión de 17 VCC.

Tanto las protecciones como los materiales utilizados le confieren una muy buena resistencia al agua, a la abrasión, al impacto de granizo y a otros facto res ambientales adversos.

Datos técnicos:

Potencia máxima no minal: 66W.

Voltaje en el punto máximo de potencia (Vmpp): 17,8V.

Corriente en el punto máximo de potencia (Impp): 3,70A.

Corriente de corto circuito (Isc): 4,05A.

Tensión de circuito abierto (Voc): 22,25V.

Dimensiones: 660 x 35,5 x 780 mm. Peso: 3 Kg. a prox.

Batería, que ofrece unas óptimas prestaciones en aplicaciones de baja potencia. Capacidad: 32 Ah con 96 Wh por día.

Conjunto de cables de interconexión.

Bastidor en aluminio a nodizado para la colocación de los módulos.

Módulos:

ES10. Controla dor de carga solar con detección automática del volta je de o peración de 12V ó 24V. Monitoriza varios pará metros ta les como la tersión, corriente y nivel de carga de la batería, la corriente de carga y el estado, los valores acumulativos, etc. Funciones adicionales que pueden ser activad as como los a justes, la función de luz noctuma y el autotest. El regulador está equipado con varios dispositivos para proteger su electrónica, a la batería y a las cargas.

ES20. Módulo de cargas que incorpora dos lámparas de 124,50W, con interrupto res independientes.

ES30. Inversor CC/CAque produce una potencia de salida con forma de onda senoidal de 230V/50Hz ± 2% (ó 115V/60Hz ± 3%) con un voltaje nominal de entrada de 12VCC. Dos modos de operación diferentes: modo continuo y modo ASB (Auto Standby) para reducir el consumo. Está provisto de un sistema de diagnosis que indica al usuario el estado mediante diferentes secuencias de flashes.

Continúa... www.edibon.com

Página

ESPECIFICACIONES (continuación)

ES40. Módulo de medidas de tensión CA hasta 250 V. y CC hasta 250 V.

ES50. Módulo de cargas que incorpora dos lámparas de 220% ó 110%, 50 %, con interruptores independientes.

ES80. Módul o de medidas de la irradiación solar (W/m²) y la corriente hasta 10 A.

ES90. Módulo de carga dor de baterías de 12 VCC.

EE-KIT2. Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica.

Un inversor usado para la conversión e inyección a la red eléctrica de la potencia generada a través de una fuente de energía renovable simulada. La fuente simulada se trata de un simulador para la generación de energía para obtener una potencia variable para la inyección a la red.

El modo de operación es mostrado mediante un LED indicador en el frontal del equipo.

Está equipado con una serie de medidas de seguridad que garantizan que se apagará tan pronto como el enchufe de CA sea desconectado de la pared o de la red pública en una o peración errónea.

El inversor puede ser conectado al PC mediante comunicación RS232 para visualizar parámetros tales como tensión y corriente de entrada, voltaje y frecuencia principales, potencia máxima CA, Kwh, etc.

0 = = 8

- Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica:

Entrada (CC):

Potencia nominal @ 25°C: 535 W. Potencia máxima @ 25°C: 600 W.

Potencia PV: 160-700 Wp. Voltaje MPP: 40-125V CC.

Voltaje máximo: 155V CC.

Corriente nominal: 8 A.

Salida (CA):

Voltaje: 85% ~ 110% Un (195-253 V).

Potencia nominal: 525 W.

Corriente máxima/fusible: 2,25 A / 3,15 A.

Frecuencia: 49,5 ~ 50,5 Hz.

Cables y Accesorios, para un funcio namiento normal.

Manuales:

Este equipo se suministra con los siguientes manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Puesta en marcha, Seguridad, Mantenimiento y manual de Prácticas.

EJERCICIOS Y POSIBILIDADES PRÁCTICAS

Algunas Posibilidades Prácticas del Equipo:

- 1.- Determinacion del material que constituye la célula solar.
- Determinación del primer cuadrante de la curva I-V sin illuminación de la célula solar.
- Determinación de la corriente inversa o de saturación de una célula solar sin il uminación.
- Determinación de la resistencia serie y paralelo de una célula solar sin i luminación.
- Dependencia de la tensión de circuito abierto (V_{od}) con los lúmenes.
- Determinación de los parámetros que definen la calidad de una célula solar.
- 7.- Medida de la energía solar.
- 8.- Medida de la tensión del panel solarsin carga.

- Determinación de la disposición de las células en una panel solar.
- 10. Familiarización con los parámetros del regulador,
- 11.-Conexión de cargas a tensión confinua de 12 V CC.
- 12.-Conexión de cargas a tensión alterna de 220 V CA.
- 13.-Estudio del inversor con conexión a la red eléctrica.
- 14.-Carga de la batería.

DIMENSIONES Y PESOS -

MINI-EESF:

Bastidor con los módulos: Dimensiones: 1300x370x750 mm. aprox.

Peso: 35 Kg. aprox.

Módulo fotovo Itaico: Dimensiones: 730 x 51 0x 1 150 mm. aprox.

Peso: 10 Kg. aprox.

Kit Inversor para Conexión a la Red Eléctrica: Dimensiones: 490 x 330 x 410 mm. aprox.

Peso: 15 Kg. aprox.

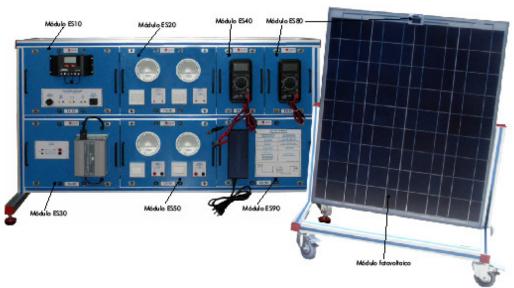
Página 3

www.adibon.com

^{*} Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso, debido a la conveniencia de mejoras del producto.

Entrenador Modular de Energía Solar Fotovoltaica (Intermedio)

MINI-EESF/M



ESPECIFICACIONES •

Principales características:

Suministro y Consumo a 12 V (CC).

Suministro y Consumo en corriente alterna (CA).

Módulo fotovoltaico:

Panel solar (policristalino) montado sobre una estructura de aluminio anodizado, con ruedas para su movilidad, con célula calibrada para medir la irradiación solar.

Está compuesto de una serie de 3 ó células fotovoltaicas (35 x 55mm) de alto rendimiento y tiene una potencia típica de 50W p a una tensión de 1 7 VCC.

Tanto las protecciones como los materiales utilizados le confieren u na muy buena resistencia al agua, a la abrasión, al impacto de granizo y a otros factores ambientales adversos.

Datos técnicos:

Potencia máxima nominal: 66 W. Voltaje en el punto máximo de potencia (Vmpp): 17,8 V.

Corriente en el punto máximo de potencia (Impp): 3,70 A.

Corriente de cortocircuito (Isc): 4,05 A. Tensión de circuito a bierto (Voc):22,25 V.

Dimensiones: 660 x 35,5 x 780 mm. Peso: 3 Kg. aprox.

Bateria , que ofrece un asóptimas prestaciones en aplicaciones de baja potencia. Capacidad: 32 Ah con 96 Wh por dia.

Con junto de cables de intercon exión.

Bastidor en aluminio ano diza do para la colo cación de los módulos.

Módulos:

- ES10. Controlador de carga solar con detección automática del voltaje de operación de 12V ó 24V. Monitoriza varios parámetros tales como la tensión, corriente y nivel de carga de la bateria, la corriente de carga y el estado, los valores acumulativos, etc. Funciones adicionales que pueden ser activadas como los ajustes, la función de luz nocturna y el autotest. El regulador está equipa do con varios dispositivos para proteger su electrónica, a la batería y a las cargas.
- ES20. Módulo de cargas que incorpo ra dos lámparas de 12 V, 50 W, con interruptores independientes.
- ES30. Inversor CC/CA que produce una potencia de salida con forma de onda senoidal de 230V/50Hz ± 2% (6 115V/60Hz ± 3%) con un voltaje nominal de entrada de 12VCC. Dos modos de operación diferentes: modo continuo y modo ASB (Auto Standby) para reducir el consumo. Está provisto de un sistema de diagnosis que indica al usuario el estado mediante diferentes secuencias de flashes.
- ES40. Mód ulo de medidas de tensión CA hasta 250V. yCC hasta 250 V.
- ES50. Mód ulo de cargas que incorpo ra dos lámparas de 220% ó 110%, 50 %, con interrupto res independientes.
- ES80. Módulo de medidas de la irradiación solar (W/m²) y la corriente hasta 10 A.
- ES90. Módulo de cargador de baterías de 12 VCC.

Cables y Accesorios, para un funcionamiento normal.

Manuales: Este equipo se suministra con los siguientes manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Puesta en marcha, Seguridad, Mantenimiento y manual de Prácticos.

figino 4 www.edibon.co

EJERCICIOS Y POSIBILIDADES PRÁCTICAS

Algunas Posibilidades Prácticas del Equipo:

- 1.- Determinacion del material que constituye la célula solar.
- Determinación del primer cuadrante de la curva I-V sin iluminación de la célula solar.
- Determinación de la corriente inversa o de saturación de una célula solar sin il uminación.
- Determinación de la resistencia serie y paralelo de una célula solar sin i luminación.
- Dependencia de la tensión de circuito abierto (V_{oc}) con los lúmenes.
- 6.- Determinación de los parámetros que definen la calidad de una célula solar.
- 7.- Medida de la energía solar.
- 8.- Medida de la tensión del panel solar sin carga.

- 9.- Determinación de la disposición de las células en una panel solar.
- 10.-Familiarización con los parámetros del regulador.
- 11.-Conexión de cargas a tensión continua de 12V CC.
- 12.-Conexión de cargas a tensión alterna de 220 V CA.
- 13.-Carga de la batería.

DIMENSIONES Y PESOS —

MINI-EESF/M:

Bastidor con los módulos: Di mensiones: 1300 x 370 x 750 mm. aprox.

Peso: 35 Kg. aprox.

Módulo fotovoltaico: Dimensiones: 730x 510 x 1150 mm. aprox.

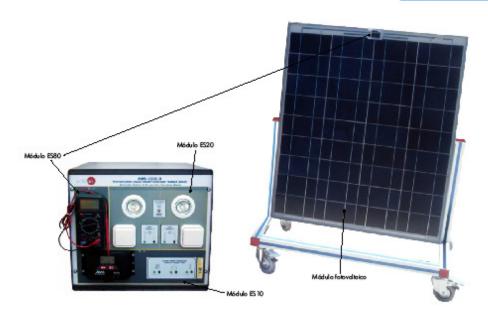
Peso: 10 Kg. aprox.

Pógino 5 www.edibon.com

[★] Especificaciones su jetas a cambio sin previo aviso, debido a la conveniencia de mejoras del producto.

Entrenador Modular de Energía Solar Fotovoltaica (Básico)

MINI-EESF/B



ESPECIFICACIONES

Principales características:

Suministro y Consumo a 12 V (CC).

Módulo fotovoltaico:

Panel solar (policristalino) montado sobre una estructura de aluminio anodizado, con ruedas para su movilidad, con célula calibrada para medir la irradiación solar.

Está compuesto de una serie de 36 célu las fotovol taicas (35 x 55 mm) de alto rendimiento y tiene una potencia típica de 50 Wp a una tensión de 17 VCC.

Tanto las protecciones como los materiales utilizados le confieren una muy buena resistencia al agua, a la abrasión, al impacto de granizo y a otros factores ambientales adversos.

Datos técnicos:

Potencia máxima nominal: 66 W. Voltaje en el punto máximo de potencia (Vmpp): 17,8 V.

Corriente en el punto máximo de potencia (Impp): 3,70 A.

Corriente de cortocircuito (Isc): 4,05 A. Tensión de circuito abierto (Voc):22,25 V.

Dimensiones: 660 x 35,5 x 780 mm. Peso: 3 Kg. aprox.

Batería, que ofrece un asóptimas prestaciones en a plicaciones de baja potencia. Capacida d: 32 Ah con 96 Wh por día.

Conjunto de cables de intercon exión.

Caja metálica (dimensiones: 490 x 450 x 470 mm. aprox.), que incluye los siguientes módulos:

- ES10. Controlador de carga solar con detección automática del voltaje de operación de 12V ó 24V. Monitoriza varios parámetros tales como la tensión, corriente y nivel de carga de la bateria, la corriente de carga y el estado, los valores acumulativos, etc. Funciones adicionales que pueden ser activadas como los ajustes, la función de luz noctuma y el autotest. El regulador está equipado con varios dispositivos para proteger su electrónica, a labatería y a las cargas.
- ES20. Módulo de cargas que incorpora dos lámparas de 12 V, 50W, con interrupto res independientes.
- ES80. Módulo de medidas de la irradiación solar (W/m²) y la corriente hasta 10 A.

Cables y Accesorios, para un funcionamiento normal.

Manuales: Este equipo se suministra con los siguientes manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Puesta en marcha, Seguridad, Mantenimiento y manual de Prácticos.

Página 6 www.adibon.com

EJERCICIOS Y POSIBILIDADES PRÁCTICAS —

Algunas Posibilidades Prácticas del Equipo:

- 1.- Determinacion del material que constituye la célula solar.
- 2.- Determinación del primer cuadrante de la curva I-V sin iluminación de la célula solar.
- 3.- Determinación de la corriente inversa o de saturación de una célula solar sin iluminación.
- 4.- Determinación de la resistencia serie y paralelo de una célula solar sin iluminación.
- Dependencia de la tensi\u00e3n de circuito abierto (V_∞) con los l\u00eamenes.
- 6.- Determinación de los parámetros que definen la calidad de una célula solar.
- 7.- Medida de la energía solar.
- 8.- Medida de la tensión del panel solar sin carga.
- 9.- Determinación de la disposición de las células en una panel solar.
- 10. Familiarización con los parámetros del regulador.
- 11.-Conexión de cargas a tensión continua de 12VCC.

DIMENSIONES Y PESOS —

MINI-EESF/B:

Caja: Dimensiones: 490 x 450 x 470 m m. aprox.

Peso: 25 Kg. aprox.

Módulo fotovoltaico: Dimensiones: 730 x 51 0x 1 150 mm. aprox.

Peso: 10 Kg. aprox.

* Específicaciones su jetas a cambio sin previo aviso, debido a la conveniencia de mejoras del producto.

ELEMENTOS OPCIONALES

- PSA/PC. Panel solar fotovoltaico policristalino.
- PSA/MC. Panel solar fotovoltaico monocristalino.
- PSA/AM. Panel solar fotovoltaico am orfo.

Pógino 7 www.adibon.com

15. Anexo 15: Solar Thermal Open-Loop Troubleshooting Learning System 950-STOLI

Solar Thermal Open-Loop Troubleshooting Learning System – 950-STOL1



Request Information

Installing and maintaining solar thermal open-loop systems require hands-on skills and troubleshooting ability across both drainback and pressurized systems. Likewise, engineers and designers need to understand the technologies used in these systems as well.

Amatrol's 950-STOL1 Solar Thermal Open-Loop Troubleshooting Learning System (shown at right with optional sun simulator) allows students to develop the specialized skills and knowledge needed for working with open-loop system configurations and situations. The 950-STOL1 teaches students connection, programming, and troubleshooting problems system wide. The curriculum is PC-based multimedia that is highly interactive. It allows students to use the learning style best for them – reading, listening, visual. The 950-STOL1 supports the NABCEP (North American Board of Certified Energy Practitioners) test for Certified Solar Thermal System Installer.

The 950-STOL1 includes all components needed to develop hands-on, job ready skills: all solar specific components as well as balance of system items. The learning system contains a mobile workstation, multiple component circuit panels, a solar collector unit, fault insertion, PC-based multimedia student curriculum, and instructor's assessment guide. An optional sun simulator is available to facilitate classes indoors when outdoor conditions do not support solar heating.

Fault Insertion For Both Electrical and Fluid Systems

At the heart of a technician's skill set is the ability to troubleshoot a system. The 950-STOL1 is equipped with a wide array of both electrical and fluid faults that allow instructors to replicate realistic system and component failures. Students will learn to independently solve the many common types of situations they will encounter on the job.

Balance of System Components – Replicates Real World Thermal Systems

Developing installation and troubleshooting skills for solar thermal systems requires all the components commonly found in these systems. Amatrol includes elements such as vacation bypass, check valves, relief valves, flow meters, and tempering valves are essential to create realistic systems and troubleshooting situations. Amatrol also includes a digital differential controller that features many programming capabilities which allow students to learn how to program the more sophisticated thermal systems they are likely to encounter.

Optional Sun Simulator (95-STS1)

Amatrol offers an optional sun simulator, the 95-STS1, for use indoors with the 950-STOL1. The Solar Thermal Open-Loop Learning System's two thermal collectors work either outside with direct sunlight or inside with the sun simulator.

16. Anexo 16: Solar Thermal Closed-Loop Troubleshooting Learning System 950-STCLI

Solar Thermal Closed-Loop Troubleshooting Learning System – 950-STCL1



Installing and maintaining solar thermal closed-loop systems require hands-on skills and troubleshooting ability across both drainback and pressurized systems. Likewise, engineers and designers need to understand the technologies used in these systems as well.

Amatrol's 950-STCL1 Solar Thermal Closed-Loop Troubleshooting Learning System (shown at right with optional sun simulator attached) allows students to develop the specialized skills and knowledge needed for working with the two common types of thermal closed-loop systems: drainback and pressurized. The 950-STCL1 teaches students connection, operation, programming, and troubleshooting of both drainback and pressurized systems. The curriculum is PC-based multimedia that is highly interactive. It allows students to use the learning style best for them – reading, listening, or visual. The 950-STCL1 supports the NABCEP (North American Board of Certified Energy Practitioners) test for Certified Solar Thermal System Installer.

The 950-STCL1 includes all components needed to develop hands on, job-ready skills: all solar specific components as well as balance of system items. The learning system contains a mobile workstation, multiple component circuit panels, two solar collectors, fault insertion, PC-based multimedia student curriculum, and instructor's assessment guide. An optional sun simulator is available to facilitate classes indoors when outdoor conditions do not support solar heating.

Fault Insertion For Both Electrical and Fluid Systems

At the heart of a technician's skill set is the ability to troubleshoot a system. The 950-STCL1 is equipped with a wide array of both electrical and fluid faults that allow instructors to replicate realistic system and component failures. Students will learn to independently solve the many common types of situations they will encounter on the job.

Balance of System Components – Replicates Real World Thermal Systems

Developing installation and troubleshooting skills for solar thermal systems requires all the components commonly found in these systems. Elements such as vacation bypass, check valves, relief valves, flow meters, and tempering valves are essential to create realistic

systems and troubleshooting situations. Amatrol also includes a digital differential controller that features many programming capabilities which allow students to learn how to program the more sophisticated thermal systems they are likely to encounter.

Two Types of Closed-Loop Thermal Systems

Solar technicians will encounter both drainback and pressurized closed loop solar thermal systems. Across any given region that experiences freezing conditions, both of these systems are used extensively. Amatrol includes the components needed to configure either system, including both an expansion tank and drainback tank. Students can switch between the two systems with valving.

17. Anexo 17: Entrenador de energía térmica para agua caliente DL-Termho A



Energías Renovables

DL THERMO-A

ENTRENADOR DE ENERGÍA SOLAR







Sistema didáctico para la enseñanza teórica y práctica de la energía solar instalaciones utilizadas para obtener agua caliente para el saneamiento, aire acondicionado y servicios similares.

Es una instalación de sistema con una amplia gama de aplicaciones didácticas. Incorpora software profesional para el control y la instalación, para garantizar que el parámetro de control de la unidad se puede conectar a un PC mediante un puerto serie.

Incorpora seis sensores de temperatura disponibles en cuatro diferentes puntos, y un sensor de radiación solar que se utiliza para calcular la energía .

PROPOSITOS DIDÁCTICOS

El DL THERMO-A es un entrenador para la enseñanza teórica y estudio práctico de las instalaciones de energía solar, lo que permite las siguientes actividades de aprendizaje:

- Identificación de todos los componentes y la forma en que están asociados con su operación.
- · Interpretación de los parámetros técnicos de todos los componentes.
- Criterios de dimensionamiento de instalaciones de ACS, aire acondicionado, etc
- Criterios de montaje y mantenimiento de instalaciones.
- Interpretación de los datos

De Lorenzo Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Italy Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181

www.delorenzoglobal.com

Energías Renovables

CONFIGURACIÓN

El entrenador se compone de tres unidades operativas, como sigue:

MÓDULO PRINCIPAL

Sistema de laminado metálico pintado con resina epoxica1(400 x 1200 x 600 mm), contienen componentes para la circulación, almacenamiento y control de líquidos en los circuitos primario y secundario.

Estos componentes se colocan verticalmente sobre una base, facilitando un cómodo acceso a todas las partes para el montaje y desmontaje durante las operaciones llevadas acabo, las sesiones prácticas están descritas en su manual.

La parte frontal del panel de control se encuentra en la parte superior de la implantación del sistema. Las dimensiones son 1070 x 455 mm, y se compone de:

- Instalación marcado
- Centro de control electrónico con una pantalla LCD para ver datos, conectado a un PC.
- Luces de situación.

Las tomas hidráulicas de entrada de agua fría y salida de agua caliente sanitaria, conexión con el panel solar, etc, se encuentran en la parte trasera del móvil sistema.

PANEL SOLAR

El panel solar es pequeño (2 litros), para facilitar la instalación y desinstalación durante las sesiones prácticas, en el supuesto de que no se mantiene en una posición fija.

El panel está instalado en una estructura metálica y está conectado a la base a través de tubos flexibles, sin embargo otro procedimiento puede adoptarse si es instalado en una posición fija. Llenado, la seguridad y la fuga de las válvulas están instaladas en estas tuberías.

Un simulador de panel solar alimentado por la red eléctrica se puede suministrar con el entrenador, a fin de que las sesiones prácticas que ha de darse dentro de la casa.

CALENTADOR

Como un medio de aplicación de el agua caliente producida, una unidad de calefacción está disponible para usarse conectado a través de tubos flexibles.

Este componente nos permite experimentar con los efectos de obtener agua caliente con este sistema. Sin embargo, el sistema es lo suficientemente abierto para permitir la facilidad de uso con otras aplicaciones, tales como el suministro de agua caliente sanitaria, la calefacción por suelo, etc

Nale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Italy el. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181

18. Anexo 18: Sistema de entrenamiento de energía solar térmica Modelo 46121-00



Alternative & Renewable Energy

SOLAR THERMAL ENERGY TRAINING SYSTEM MODEL 46121



GENERAL DESCRIPTION

System is a solar hot water heating system. Students radiator, and hydronic floor heating system to teach will be able to install system components, observe pressures, temperatures, and flow rates. Students will set up various realistic operating environments, such as radiant floor heating, passive and active solar water heating, space heating, and hot water heat exchang-

The Lab-Vott 46121 Solar Thermal Energy Training This system provides a small-scale hot water supply, students how solar radiant energy can be harnessed from the sun and converted to solar thermal energy in order to elevate air, water, and surface temperatures within a residential home or commercial business.

> The trainer can be configured to exchange and store thermal energy. The training system permits experi-

SOLAR THERMAL ENERGY TRAINING SYSTEM MODEL 46121

menting with open- and closed-loop heating systems. The main (primary) loop can collect thermal energy and a secondary loop can distribute and apply heat to a gas, liquid, or solid in order to dissipate the thermal energy.

Courseware

The courseware for each of the topics consists of a student manual and an instructor guide as well as a textbook titled Solar Water Heating, written by Bob Ramlow and Benjamin Nusz. Each student manual consists of a series of job sheets. The job sheets include a description of the objectives, a list of required equipment, a list of safety procedures, and a list of steps required to attain the objectives. However, to obtain detailed information about the covered topic, students should ask their instructor to guide their learning process.

All student manuals and instructor guides are fully illustrated and color printed. All Lab-Volt student manuals and instructor guides are available as pdf files on a CD-ROM (P/N 87330-A0).

TABLE OF CONTENTS

General Description	1
Table of Contents of the Student Manuals	2
Equipment List	3
Module Description	4
Specifications	12

TABLE OF CONTENTS OF STUDENT MANUAL

- Introduction to Solar Thermal Energy (87330-20)
 - -Thermal Energy Fundamentals
 - Trainer Familiarization and Safety
 - Site Analysis
 - System Sizing
- Solar Thermal Energy Systems (87331-20)
 - Solar Heating and Cooling Systems
 - Collecting Thermal Energy

- Storing/Exchanging Thermal Energy
- Supplying/Controlling Thermal Energy
- Multi-Loop Systems (87332-20)
 - Closed-Loop Water Heating
 - Closed-Loop Surface Heating
 - Closed-Loop Air Heating
 - Closed-Loop Drainback Systems
- Closed-Loop Combination Systems

SOLAR THERMAL ENERGY TRAINING SYSTEM MODEL 46121

MODULE DESCRIPTION

Model 46500 - Mobile Workstation



The mobile workstation consists of a sturdy, welded steel frame painted using powder-coated paint for a durable surface. The unit is mounted on four swivelling casters with a lock mechanism to allow easy motion as well as stable operation. Workstation includes three perforated work surfaces.

Model 6394 - Digital Multimeter



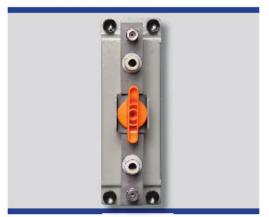
The Digital Multimeter, Model 6394, is a portable meter for measuring AC/DC voltage, AC/DC current, DC resistance, and circuit continuity.

Model 6360 - 24Vdc Power Supply



The Model 6360 power supply input is rated for 120Vac, 1.25A and is used with the Model 6531 Radiator.

Model 6520 - Shut-Off Valve



The manually-operated Shut-Off Valve, Model 6520, controls fluid flow in an ON or OFF fashion and also helps to ensure that a system component is safely isolated from other parts of the system, when necessary.

4

Model 6531 - Radiator



The Model 6531 Radiator (with power supply, Model 6360, and magnetic surface thermometer, Model 87244) contains a 6" square radiator element that acts as a heat exchanger to transfer thermal energy from water to air. This unit allows manual blower speed control for changing the air flow rate. The maximum air flow rate is 106 ft³/min (3,060 Vmin). The dual blower consists of two electric motors with fan blades that are powered by a 24Vdc, 2.4A power supply output. The blower fans can also be reversed.

Model 6550 - Flow Meter



The Model 6550 Flow Meter, also called a rotameter, is an analog device that measures the flow rate of a fluid as the material pushes on a floating indicator. The flow meter also helps to ensure that system fluid flow rates are normal and passageways are not excessively restricted or blocked, which could dramatically raise fluid pressure. The meter is calibrated in both gallons per minute (gpm) and liters per minute (lpm), and the clear tapered tube permits visual inspection of the internal fluid to observe trapped air bubbles, dirt, and debris within a system loop. Measurement range is from 0 to 5 gpm.

Model 6553 - Pressure Gauge



The Model 6553 Pressure Gauge is an analog device that measures the pressure of a fluid using an internal Bourdon tube to indicate a calibrated value in either pounds per square inch (psi) or kilopascals (kPa). This device also helps to ensure that system fluid pressure ratings are not exceeded. Measurement range is from 0 to 15 psi.

5

SOLAR THERMAL ENERGY TRAINING SYSTEM MODEL 46121

Model 46501 - Thermometer



The Model 46501 analog thermometer provides a quick indication of fluid temperature in degrees Fahrenheit (°F) or Celsius (°C). The device uses a coiled bimetallic strip to indicate the fluid temperature sensed in a brass immersion well. This device also helps to ensure that system fluid temperature ratings are not exceeded. Measurement range is from 32°F to 250°F.

Model 46502 - Differential Controller



The Differential Controller, Model 46502, is a digital device that controls circulators by using the difference between two temperatures to determine operating set points for its circulator. The differential temperature range can be set between 2°F and 40°F. This controller uses several remotely-located 1,000-ohm (1k Ω) platinum (Pt) resistance temperature detector (RTD) sensors (Model 46509), and includes a digital display and three push-button switches (forward, backward, and set) to select various options. This device is also called a Temperature Differential Indicating Controller (TDIC). It is rated for controlling a 120 Vac pump or relay at 2A maximum.

Model 46503/46504 - Pressure Relief Valve



The Pressure Relief Valve – also called a safety relief valve – opens at a safety-rated fluid pressure level. This device also helps to ensure that system fluid pressure ratings are not exceeded. A Discharge Line (left and right side modules included) safety redirects fluid as it is expelled from a relief valve The training system can operate safety without pressure relief valves, but these devices were included to demonstrate the normal safety precautions necessary in an actual system installation.

Model 46505 - Plate Heat Exchanger



The Plate Heat Exchanger, an external device, is a copper, brazed-plate type of heat exchanger for transferring thermal energy through a fluid containment wall. This device has a thermal transfer area of 1.3 ft², and a volume of 0.03 gal.

Model 46506 - Thermostat Controller



The Model 46506 Thermostat Controller is an electromechanical switch that uses a temperature threshold to activate or deactivate a circulator. This controller uses a remote sensing bulb with a fluid-filled capillary tube to detect temperature levels and trigger the switch as needed. The temperature set point is screwdriveradjustable from 40°F to 180°F and is compensated for ambient. The single-pole, single-throw (SPST) switch breaks (opens the circuit) when the temperature rises to the manually-adjusted set point, and makes (closes the circuit) when the temperature falls 5°F below the set point. Contacts are rated for 8A at 120Vac.

SOLAR THERMAL ENERGY TRAINING SYSTEM MODEL 46121

Model 46507 - Check Valve Assembly



The Model 46507 Check Valve Assembly, also called a flow check valve or non-return valve, is an automatic device for controlling fluid flow in only one direction, as indicated on the device. Two boiler drain valves can be used to fill, drain, or purge the system. This device also helps to ensure that system fluid travels in only one direction to maintain safe operating conditions. It should not be positioned pointing downward.

Model 46509 – Temperature Sensor



The Model 46509 two-wire, $1k\Omega$ (at 25°C) platinum RTD temperature sensor is specifically intended for use with the Model 46502 Differential Controller provided in the training system.

Model 46508 - Circulator Pump



The 120 Vac, 0.75 A water pump, Model 46508, is driven by an integrated electric motor and impeller assembly that must be controlled electronically. Maximum flow rate is 19.5 gpm at one ft of head, and minimum flow rate is three gpm at 15 ft of head. This three-speed, 1/12-hp pump is not equipped with a built-in check valve.

Model 46510 - Expansion Tank



The Model 46510 Expansion Tank contains a flexible diaphragm and a pressurized secondary fluid (air) that permits the safe thermal expansion and contraction of its primary fluid (water). This fluid separation allows changes to occur in primary fluid volume that are directly related to changes in primary fluid temperature. The Expansion Tank will accept a maximum of 0.9 gallons of water (100 psi, 200°F) and is air pressurized to 12 psi.

8

Model 46511 - Automatic Air Vent



The Model 46511 Automatic Air Vent (float type with valve) is an automatically-operated valve that permits trapped air to bleed from a liquid-based system. This device also helps to ensure that other system components operate efficiently and do not overheat. The manually-adjusted valve on top of the air vent can be closed so that no air can enter or escape.

Model 46512 - Radiant Floor



The Model 46512 eight-inch square Radiant Flooring (hydronic type) is constructed with copper tubing bonded to a ceramic tile (6.8 mm thick). The flooring acts as a heat exchanger that permits the thermal energy from hot water to partially heat the top floor surface and partially radiate into the ambient air. It also provides some limited heat storage, and has a thermal mass volume of 1.428 ft³ (280.8 m³) dimensionally, or 1.16lb (526g) by weight. Underside construction of this module is visible through a window in the back.

Model 46519 - Fill Bowl



The Model 46519 Fill Bowl, also called a manual air vent or manual fluid feeder, consists of a funnel and ball valve that (when open) permits trapped air bubbles to escape from a liquid system, and also allows liquid to be added to the system to replace the air. This device also helps to ensure that other system components operate efficiently and do not overheat.

Model 46520 - Tubing Kit



The Model 46520 Tubing Kit includes an assortment of 12", 24", 36", and 72" tubing. These pre-fabricated rubber interconnection hoses feature special one-way valves at each end to help prevent accidental system draining.

SOLAR THERMAL ENERGY TRAINING SYSTEM MODEL 46121

Model 46521 - Power Box



The Model 46521 120Vac, 15A Power Box with Emergency Stop provides four AC outlets (AC receptacles) for powering various trainer accessories, such as the dual work light, circulator controllers and pumps, and the radiator blower power supply. AC power is available from a ground-fault circuit interrupter (GFCI) duplex outlet and a tamper-resistant (TR) duplex outlet. All four AC outlets are ground-fault protected by the internal GFCI circuit breaker. The large red push-button safety switch is intended to be easy to locate in an emergency situation. Activation of the emergency stop switch immediately removes all AC power from the training system. The power box is normally plugged into a nearby AC power mains receptacle.

Model 46522 - Thermostat Connection Block



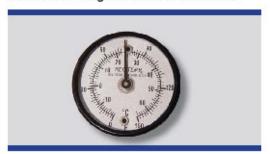
The Thermostat Connection Block, Model 46522, acts as an interconnection point for wiring the thermostat controller, circulator pump, and AC power mains together. The necessary circuit junctions and wire configurations for electric temperature control are connected at these terminal strips. This module allows the electrical terminations to be positioned a safe distance away from the water supply.

Model 87038 - Dual Work Light



The Dual Work Light, Model 87038, flood light set contains two 500W lamps for a total of 1-kW (two lamps) that are powered by 120 Vac. The two lamps are intended to be directed at the solar collector with their light evenly distributed to simulate radiant energy from the sun.

Model 87244 - Magnetic Surface Thermometer



The Model 87244, Magnetic Surface Thermometer, can be placed between the Model 6531 Radiator blower vents (slightly above the center) to monitor output temperature. Its measurement range is from 0°F to 150°F.

Model 87517 - Solar Collector



The Model 87517 Solar Collector (flat-plate type) converts radiant energy (light) into thermal energy (heat) and transfers that heat into a fluid, commonly water or a water and antifreeze mixture. The aluminum box is thermally-insulated with 50 mm thick polyurethane resin insulation and contains upper and lower copper tube manifolds that are joined by copper tubing risers with a copper sheet absorber attached. The absorber has a selective coating rated to 95% absorption. Glazing is achieved by a 3.2 mm thick, low-iron, clear glass pane. Content volume is 0.75L with an absorption area of 1.00 m², and a thermal capacity of 3.06 kJ. Its outer dimensions are 43.9" x 40" (1115 mm x 1015 mm), which approximates a 3.5 ft square. Outlet includes a detachable vacuum breaker.

Model 87518 - Storage Tank



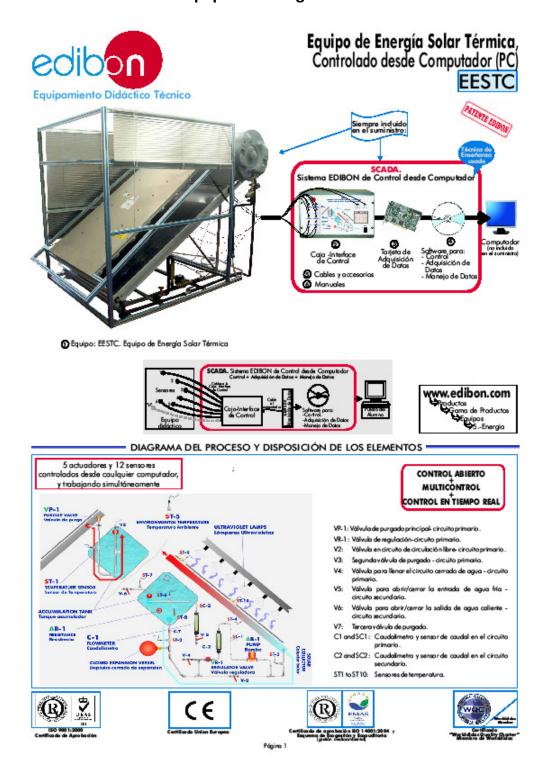
The Storage Tank, Model 87518, is a stainless-steel, thermally-insulated vessel used to hold thermal energy (heat) in a storage medium (water) for later use. It contains two internal heat exchangers and a temperature sensor. The tank includes a drain port with shut-off valve and a return port and can hold up to 13.5 gallons.

Evacuated Tube Module (Optional)



The optional Evacuated Tube Module connects to the Solar Thermal Trainer with two additional hoses, which are included with this option. The cart contains a functional direct flow collector as well as a non-functional heat pipe collector which is provided for study purposes.

19. Anexo 19: EESTC: Equipo de Energía Solar Térmica



DESCRIPCIÓN =

Este equipo es un sistema de transformación de energía solar en energía calorífica . Este equipo utiliza el sistema de termosifón para el calenta miento del aqua, o el sistema tradicional de bombeo. En ambos casos, la energía calorífica absorbida es dada por la radiación solar simulada; en nuestro caso, esto se hace a través de un panel con potentes fuen tes luminosas.

Este equipo, controlado desde computador (PC), se suministra con el Sistema EDIBON de Control desde Computador (SCADA), que incluye: Caja-Interface de Control + Tarjetade Adquisición de Datos + Software de Control y Adquisición de Datos, para el control del proceso y de los diferentes parametros.

ESPECIFICACIONES

Items incluidos en el suministro estándar

(DEquipo EESTC:

Estructura de alumini o anodizado. Principales elementos metálicos en acero.

Diagrama en el panel frontal con distribución similar a la de los elementos en c^o cquipo roa.

Panel solar (cal ector solar térmico):

Estructura en acero.

Estructura en acero. Tuberlas (ya preparadas) para la interconexión entre el panel y el acumulador. Tuberlas de cobre.

Llave des eguridad de sobre presiones. Manómetro, rango: 0-4 bar. Sans cres de temperatura, tipo "1", rango: -40 a 750" C. epósito termo-acumulador (de 150 a 2001. aprox.): Caldera vitrificada en vacio, circuito de calefacción de alto rendimiento, y

protecciones contra la corrosión.

Dispone de un grupo calefactor de apoyo, con resistenc calentamiento. Rango de la resistencia: 3000W. Termostato de contacto para el control de temperatura. con resistencia eléctrica de

Simulador Solar:

intulado solor: Estructura de aluminio, regulable en altura. Diocisó is lámparas de espectro solar, de 300 W cada una. Conjunto de seguridad eléctrica, constituído por 3 magnetotérmicos.

Conjumo de seguridad escunica, con la composición.

Este equipo permite simular tres posibilidades de funcionamiento: con todas las lámparas encendidas (1 6), con la mitad de las lámparas encendidas (8), y con una sal a lámpara encendida.

de Bombe a: a de impulso, controlada desde computador, rango: 0-21./min.; 0,6 bar

Bomba de impulso 3 Caudal imetros:

Uno de 4-60cc/min. en el circuito primario (circulación forzada, con bambo).
Uno de 4-60cc/min. en el circuito primario (circulación libre, sin bambo).
Uno de 2-10 I./min. en el circuito secundario.
Sensores de coudal, rango: 0,2 a 6,5 I./min.
10 Sensores de temperatura, tipo "2", rango: -40 a 750 °C.
Cortinas de protección.

DEESTC/CIB. Caja - Interface de Control: Caja-Interface de Control con diagrama del proceso en el panel frontal, con la misma distribución que los elementos en el equipo, para unitá di entendimiento por parte del alumno.

elementos en erequipo, para untraci emendamento por parre del aumino.

Todos los sensores, con sus respectivas señales, están adecuadamente preparados para solida a computador de -1 (V. Los conactores de las sensores en la interface tienen diferente numero de pines (de 2 a 1 é) para evitar emares de consción. Cable entre lacajo - interface de control y el computador.

Los elementos de control del equipo están permanentemente controlados desde el computador, sin necesidad de combios o coneciones durante todo el proceso de ensayo. Visualización simultánea en el computador de todos los parámetros que intervienen en el proceso.

Calibración de todos las sensores que intervienen en el proceso. Representación en tiempo real de las curvas de las respuestas del sistema. Almocenamiento de todos los datos del proceso y resultados en un archivo. Representación gráfica, en tiempo real, de todos las respuestas del

sistema/proceso. Todas lo valores de los actuadores pueden ser cambiados en cualquier momento desde el teclado, permitiendo el análisis de las curvas y respuestas del proceso completo. Todos los valores de los actuadores y sensores y sus respuestas se muestran en un amisma pantalla en el computador.

y sus respectos se mesaran en un managamento en a composición.

Señales protegidas y filtradas para evitar interferencias externas.

Control en fiempo real can flexibilidad de modificaciones de los parámetros desde el teclado del computador, en cualquier momento durante el proceso. Control en tiempo real para bombas, compresores, resistencias, válvulas de control, etc. Control en tiempo real para bombas, compresores, resistencias, válvulas de control, etc. Control en tiempo mante.

Tiers nivelas de seguridad, uno mecánico en el equipo, otro electrónico en la interface de control, val tercero en el software de control.

Als. Toriesto de Adquisición de Datos:

en el software de control.

3DAB. Tarjeta de Adquisición de Datos:
Tarjeta de Adquisición de dota PCI (National Instruments) para ser alojado en un slot del computador. Bus PCI.
Entrada analógica: Canales = 1 ó single-ended ó 8 diferenciales. Resolución = 1 ó bits, 1 en 65536. Valocidad
de muestreo hasta: 250 KS/s (Killo muestras par segundo). Rango de entrada (N=±10V.
Iransferencio de datos = DMA, interrupciones, E/s programados. Numero de canales 140.
Salida analógica: Canales = 2. Resolución = 1 ó bits, 1 en 65536. Máx. velocidad de solida hasta: 833 KS/s.
Rango salida (N=±10V. Transferencia de datos = DMA), interrupciones, E/S programados.
Entrada/Salida Digital: Canales = 24 entradas/salidas. Frecuenda muestreo de los canales: 0 a 1 MHz.

GEESTC/CCSO F. Software de Control + Adquisición de Datos + Manejo de Datos:
Compatible con los sistemas operativos Vindova actuales. Simulación gráfica e intuitiva del proceso en pantalla.
Compatible con los sistemas operativos Vindovas actuales. Simulación gráfica e intuitiva del proceso en pantalla.
Registro y Visualización de todas los variables del proceso de forma automática y simulativa. Software flexible, abierto y multi-control, desarollada consistemas gráficos actuales de ventanas, actuando so bre todos los parámetros del proceso simultáneamente.

parámetros del proceso simultáneamente. Manejo, manipulación, comparación y

Manejo, manipulación, comparación y almacenamiento de los datos. Velocidad de muestreo hasta 250000 datos por segundo garantizado. Sistema de calibración de los sensores que intervienen en el proceso.

Permite el registro del estado de las alarmas y de la representación gráfica en tiempo real.

Análisis comparativo de las datos obtenidos, posterior al proceso y modificación de las condiciones durante el proceso. Só trivare abiento, permitiendo al profesor modificar textos, instrucciones. Passwords del profesor y del alumno para facilitar el control del profesor y del alumno para facilitar el control del profesor sobre el alumno, y que permite el acceso a diferentes niveles de

Este equipo permite que los 30 alumnos de la clase puedan visualizar si multáne amente todos los resultados y la manipulación del equipo durante el proceso usando un proyector.

GCables y Accesorios, para un funcionamienton armal.

Manuales: Este equipo se suministra con 8 manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Interface y
Software de Control , Puesta en marcha, Seguridad, Mantenimiento, Calibración y manual de Prácticas.

* Referencias 1 a 6: EESTC + EESTC/CIB + DAB + EESTC/CCSOF + Cables y Accesorios + Manuales están incluidos en el suministro minimo.

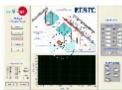


Equipo EESTC



EESTC/CIB





EESTC/CCSOF

ESPECIFICACIONES -

ltems complementarios al suministro estándar

PLC. Cantrol Industrial usando PLC (7 y 8):

PLC-PI. Modulo PLC:

Diagrama del circuito en el panel frontal.

Panel frontal:

Bloque de entradas digitales (X) y salidas digitales:

16 entradas digitales, activadas por interruptores y 1 6 LEDs de confirmación (rojos). 14 salidas digitales (a través de conector SCSI) con 1 4 LEDs de aviso (verdes).

Bloque de entradas analógicas:

16 entradas analógicas (-10V. a + 10V.) a través de conector SCSI).

Bloque de salidas analógicas:

4 salidas analógicas (-10V. a+ 10V) (através de conector SCSI).

Pantalla táctil:

Alta visibilidad y múltiples funciones.

Funciones de recetas, displaygráfico y mensajes desplazables.

Listado de alarmas.

Fundón multilenguaje.

Fuentes True type.

Panel trasero:

Conector de suministro eléctrico.

Fusiblede 2A.

Canectar RS-232 a Camputador (PC).

Interior

Salidas: 24 Vcc, 12 Vcc, -12 Vcc, 12 Vcc variable.

PLC Panasonic:

Alta velocidad de procesos de 0,32 μs. por instrucción basica.

Capacidad de programa de 32 K pasos.

Entrada CC: 16 (24 V CC).

Salida relé: 14 (250 VA AC/2 A).

Contador de alta velocidad.

Control PID multi-punto.

Módulos Panasonic de entradas/salidas digitales y entradas/salidas analógicas.

Gable de comunicación RS232 wire a computador (PC).

SEESTC/PLC-SOF. Software de Control de I PLC:

Para este equipo en particular, siempre incluido con el suministro del PLC.

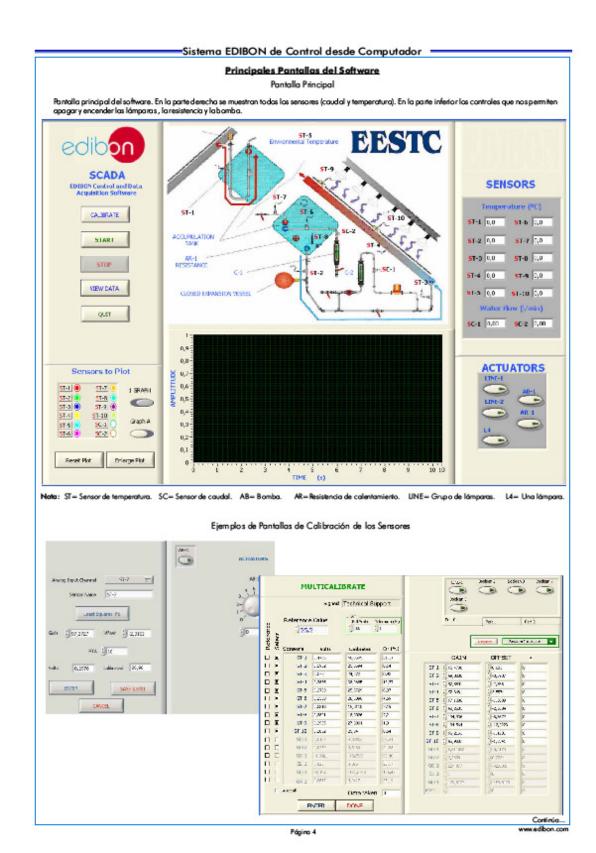
Items disponibles baio petición

- EESTC/CA L. Software de Aprendiza je As istido desde Computador (Cálculo y Análisis de Resultados).
- @ EESTC/FSS. Siste ma de Simulación de Fallos.



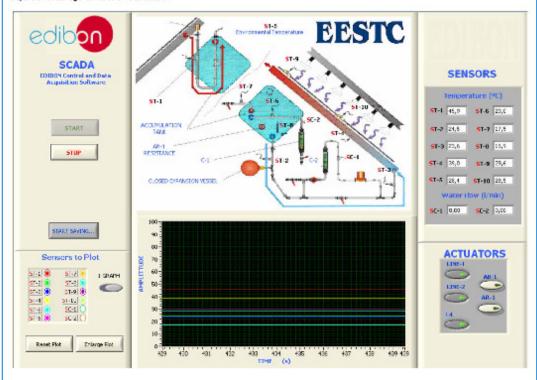
PLC-PI

www.adibon.com Página 3



Algunos resultados de ejercicios típicos

Cuando realizamos los experimentos, las lecturas procedentes de los sensores que se han seleccionado pueden ser representados gráficamente en tiempo real. Los datos se guardan cuando pulsamos el botón "start saving". En este caso, podemos ver las diferencias entre las lecturas de las sensores de temperatura, dependiendo del lugar donde estánlocalizados.



Págire 5 www.edbon.com

EJERCICIOS Y POSIBILIDADES PRÁCTICAS -

Algunas Posibilidades Prácticas del Equipa:

- 1.- Estudio del funcionamiento del termasifón.
- 2.- Estudio del perfil de illuminación de las lámparas.
- 3.- Estudio del rendimiento del panel solar.
- Estudio de la influencia del ángulo de indinación del panel de lámparas sobre el rendimiento del colector.
- 5.- Relación entre el flujo y la temperatura.
- 6.- Balance energético del colector solar.
- 7.- Balance energético del tanque acumulador.
- 8.- Determinación experimental de la eficiencia.
- 9.- Influencia del ángulo de incidencia sobre la temperatura.

Otras posibles prácticas:

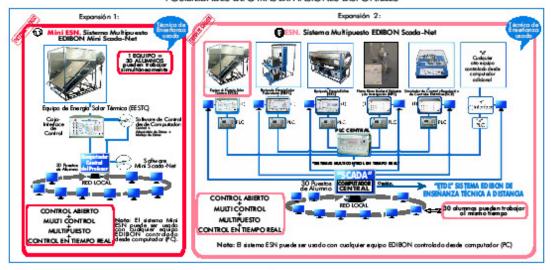
- 10.- Calibración de lassensares.
- 11.- Calibración del medidor de caudal (caudalimetro).

Prácticas para ser realizadas con el Módulo PLC (PLC-PI)+ Software de Control del PLC:

- Control del proceso del equipo EESTC a través de la interface de control, sin el computador.
- Visualización de todos los valores de los sensores usados en el proceso del equipo EESTC.
- 14.- Calibración de todos los sensores incluidos en el proceso del equipo EESTC.
- Maneja de todas los actuadores que intervienen en el proceso del equipo EESTC.

- 16.- Realización de diferentes experimentos, de forma automática, sin tener delante el equipo. (Este experimento puede serdecidido previamente).
- Simulación de acciones externas en los casos en que no existan elementos hardware. Por ejemplo: test de depósitos complementarios, entomo industrial complementario al proceso a estudiar, etc.).
- 18.- Uso general y manipulación del PLC.
- 19.- Aplicación del proceso del PLC para el equipo EESTC.
- 20.- Estructura del PLC.
- 21.- Configuración de las entradas y salidas del PLC.
- 22.- Posibilidades de configuración del PLC.
- 23.- Lenguajes de programación del PLC.
- 24.- Diferentes lengua jes standard de programación del PLC.
- 25.- Nueva configuración y desarrollo de nuevas procesos.
- 26.- Manejo de un proceso establecido.
- Observary ver los resultados y realizar comparaciones con el proceso del equipo EESTC.
- 28.- Pasibilidad de crear nuevos procesos relacionados con el equipo EESTC.
- 29.- Ejercicios de programación del PLC.
- Aplicaciones del PLC propias de acuerdo con las necesidades del profesory del alumno.

POSIBILIDADES DE OTRAS EXPANSIONES DISPONIBLES



INFORMACIÓN DE PEDIDO -

ltems incluidos en el suministro estándar

La configuración mínima para un fun do namiento normal incluye:

- Equipo: EESTC. Equipo de Energía Solar Térmica.
 EEEC/CIB. Caja-Interface de Control.
- DAB. Tarjeta de Adquisición de Datos.
- EEEC/CCS OF. Software de Control+Adquisición de Datos + Manejo de Datos.
- Cables y Accesarios, para un fundonamiento normal.
- Manuales.
- IMPORTANTE: Bajo EESTC nosotros siempre suministramos todos los elementos para un inmediato funcionamiento: 1, 2, 3, 4,5 y 6.

ltems complementarios al suministro estándar

- PLC. Control Industrial usan do PLC (7 y 8):
- PCL-PI. Modulo PLC.
- EESTC/PLC-SOF. Software del Control del PLC.
- © EESTC/CAL. Software de Aprenditoje de Asistido desde Computador (Cálculo y Análisis de Resultadas). (Disponible bojo patición).
- ♠ EESTC/FSS. Sistema de Simulación de Fallas. (Disporible bajo pelición).

Expansiones

- Mini ESN. Sistema Multipuesto EDIBON Mini Scada-Net.
- SESN. Sistema Multipuesto EDIBON Scada Net.

Págino 6 www.edibon.com

SERVICIOS REQUERIDOS

- Suministro eléctrico: monofásico, 220V. /50 Hz ó 110V/60 Hz, potenda mínima 6000 W.
- Su ministro de agua: 2 bares.
- Computador(PC).

DIMENSIONES Y PESO

Equipo EESTC: -Dimensiones: 2200 x 1200 x 2005 mm. aprox.

-Pesa: 290 Kg. approx.

Caja-Interface de Control: -Dimensiones: 490 x 330 x 310 mm. aprox.

-Pesa: 10 Kg. aprox.

-Dimensiones: $490 \times 330 \times 310$ mm. aprox. -Pesa: $30 \, \text{Kg}$, a prox. Módulo PLC (PLC-PI):

VERSIONES DISPONIBLES -

Ofrecido en este catálogo:

-EESTC. Equipo de Energía Solar Térmica, Controlado desde Computador (PC).

Ofrecido en otros catálogos:

E quipo de Energía Solar Térmica. -EEST.

-MINI-EESTC. Equipo Básico de Energía Solar Térmica, Controlado desde Computador (PC).

-MINI-EEST. Equipo Básico de Energía Solar Térmica.

Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso, debido a la conveniencia de mejoras del producto.



C/Del Agua, 14. Poligono Industrial San José de Valderas. 28918 LEGANÉS (Madrid), ESPAÑA. Tl.: 34-91-6199363 FAX: 34-91-6198647 E-mail: ediban@ediban.com WEB site: www.ediban.com

Edición: ED01/10 Fecha: Agosto/2010

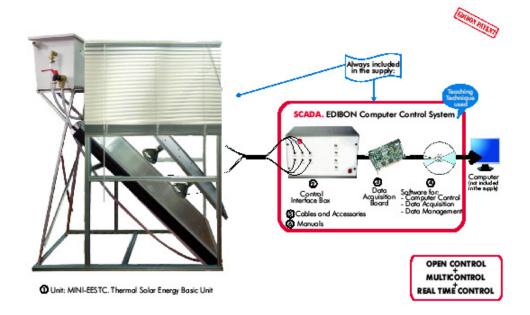
REPRESENTANTE:

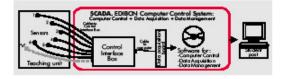
Página 7

20. Anexo 20: MINI-EESTC: Equipo básico de energía solar térmica



Computer Controlled Thermal Solar Energy Basic Unit MINI-EESTC







DESCRIPTION

The unit is a system that transforms solar energy into calorific energy. It uses the thermosiphon system to heat water or the traditional pumping system. In both cases, the absorbed calorific energy is given by the solar radiation simulated, in our case, by a panel with powerful luminous sources.

This Computer Controlled Unit is supplied with the EDIBON Computer Control System (SCADA), including: Control Interface Box + Data Acquisition Board + Computer Control and Data Acquisition Software, for controlling the process and the parameters involved.









SPECIFICATIONS

Items supplied as standard

MINI-EESTC, Unit:

Anodized aluminium structure.

Main metallic elements in steel.

Diagram in the front panel with simil or distribution to the elements in the real unit.

Solar panel (Thermal solar collector):

Metallicstructure.

Pipes (already prepared) to connect the panel and the accumulator.

Temperature sensors, type"J", range: -40 to 750°C.

Accumulator tank of 30 l. approx.

Solarsimulator:

Aluminium structure.

Solar spectrum lamps of 300W each one.

Feed wire

Pumping equipment:

Impulse pump, computer controlled, range: 0-21./min.; 0.6 bar.

Flowmeters

Flowsensors, range: 0.2 - 6.5 L/min.

4Temperature sensors, type "J", range: -40 to 750" C.

Lamps intensity control.

Protection curtains.

MINI-EESTC/CIB. Control Interface Box:

Control interface box with process diagram in the front panel and with the same distribution that the different elements located in the unit, for an easy understanding by the student.

All sensors, with their respective signals, are properly manipulated for -10V. to +10V computer output. Sensors connectors in the interface have different pines numbers (from 2 to 16), to avoid connection errors. Single cable between the control interface box and computer.

The unit control elements are permanently computer controlled, without necessity of changes or connections during the whole process test procedure. Simultaneously visualization in the computer of all parameters involved in the process.

Calibration of all sensors involved in the process.

Real time curves representation about system responses. Storage of all the process data and results in a file. Graphic representation, in real time, of all the process/system responses.

All the advators' values can be changed at any time from the keyboard allowing the analysis about curves and responses of the whole process. All the advators and sensors values and their responses are placed in only one computer screen.

Shield and filtered signals to avoid external interferences.

Real time computer control with flexibility of modifications from the computer keyboard of the parameters, at any moment during the process. Real time computer control for pumps, compressors, resistances, control valves, etc. Open control allowing modifications, at any time and in a real time, of parameters involved in the process simultaneously.

Three safety levels, one mechanical in the unit, other electronic in control interface and the third one in the control software.

DAB. Data Acquisition Board:

PCI Data acquisition board (National Instruments) to be placed in a computerslat. Bus PCI.

Analog input: Number of channels = 16 single-ended or 8 differential. Resolution = 16 bits, 1 in 65536.

Sampling rate up to: 250 KS/s (Klo samples persecond). Input range (V)=11 0V. Data transfers = DMA, interrupts, programmed I/0. Number of DMA channels = 6.

Analog output: Number of channels=2. Resolution=16 bits, 1 in 65536.

Maximum output rate upto: 833 KS/s.

Output range(V)=±1 0V. Data transfers=DMA, interrupts, programmed I/O.

Digital Input/Output: Number of channels = 24 inputs/outputs. D0 or DI Sample Clock frequency: 0 to 1 Mhz.

Timing: Counter/timers=2. Resolution: Counter/timers: 32 bits.

MINI-EESTC/CCSOF. Computer Control+Data Acquisition+Data Management Software:

Compatible with actual Windows operating systems. Graphic and intuitive simulation of the process in screen. Compatible with the industry standards.

Registration and visualization of all process variables in an automatic and simultaneously way.

Flexible, open and multicontrol software, developed with actual windows graphic systems, acting simultaneously anall process parameters. Management, processing, comparison and storage of data.

Sampling velocity up to 250,000 data per second guaranteed.

Calibration system for the sensors involved in the process.

It allows the registration of the alarms state and the graphic representation in real time.

Comparative analysis of the obtained data, after the process and modification of the conditions during the process. Open software, allowing to the teacher to modify texts, instructions. Teacher's and student's passwords to facilitate the teacher's control on the student, and allowing the access at different work levels.

This unit allows that the 30 students of the dassroom can visualize simultaneously all results and manipulation of the unit, during the process, by using a projector.

Cables and Accessories, for normal operation.

Manuals:

This unit is supplied with 8 manuals: Required Services, Assembly and Installation, Interface and Control Software, Starting-up, Safety, Maintenance, Calibration & Practices Manuals.

* References 1 to 6: MINI-EESTC + MINI-EESTC/CIB + DAB + MINI-EESTC/CCSOF + Cables and Accessories + Manuals are included in the minimum supply, enabling a normal operation.

Continue



MINI-EESTC. Unit



MINI-EESTC/CIB



MINI-EESTC/CCSOF

www.edbon.com

Complementary items to the standard supply

PLC. Industrial Control using PLC (7 and 8):

PLC-Pl. PLC Module:

Circuit diagram in the front panel.

Front panel:

Original inputs (X) and Digital autputs (Y) block:
16 Digital inputs, activated by switches and 16 LEDs for confirmation (red).
14 Digital autputs (through SCSI can nector) with 14 LEDs for message (green).

Analog inputsblock: 16 Analog inputs (-10% to + 10%) (through SCSI connector).
Analog outputs block:

4 Analog outputs (-10V, to + 10V) (through SCSI connector).

Touch screen:

High visibility and multiple functions. Display of a highly visible status.

Recipe function.

Bargraph function.

Flow displayfunction.

Alam list.

Multi language function.

True type fonts.

Back panel:

Power supply connector.

RS-232 connector to PC.

Inside:
Power supply outputs: 24 Vdc, 12 Vdc, -12 Vdc, 12 Vdc variable.

Panasonic PLC:

High-speed scan of 0.32 µsec. for a basic instruction.
Program capacity of 32 Ksteps, with a sufficient comment area.
Free input AC voltage (100 to 240 V AC).
DC input: 16 (24 V DC).
Relay output: 14 (250 V A AC/2 A).

High-speed counter. Multi-pointPID control.

Digital inputs/outputs and analog inputs/outputs Panasonic modules. Communication RS232 wire, to computer (PC).

MINI-EESTC/PLC-SOF. PLC Control Software:

For this particular unit, always included with PLC supply.

Items available on request

MINI-EESTC/CAL. Computer Aided Learning Software (Results Calculation and Analysis).

MINI-EESTC/FSS. Faults Simulation System.



PLC-PI

www.edibon.com Page 3

EXERCISES AND PRACTICAL POSSIBILITIES

Some Practical Possibilities of the Unit:

- 1 .- Study of how the thermosiphon works.
- 2.- Study of the lamp illumination profile.
- 3.- Study of the solar collector efficiency.
- 4 .- Relation ship between the flow and the temperature.
- 5.- Experimental efficiency determination.

Other possible practices:

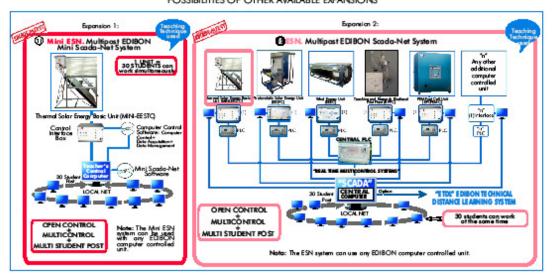
- 6.- Sensors calibration.
- 7.- Flowmeter calibration.

Practices to be done by PLC Module (PLC-PI) + PLC Control Software:

- Control of the MINI-EESTC unit process through the control interface box without the computer.
- Visualization of all the sensors values used in the MINI-EESTC unit process.
- 10.- Calibration of all sensors included in the MINI-EESTC unit process.
- 11.- Hand on of all the actuators involved in the MINI-EESTC unit process.
- Realization of different experiments, in automatic way, without having in front the unit. (This experiment can be decided previously).
- 13.- Simulation of outside actions, in the cases do not exist hardware elements. (Example: test of complementary tanks, complementary industrial environment to the process to be studied, etc).
- 14.- PLC hardware general use and manipulation.

- 15.- PLC process application for MINI-EESTC unit.
- 16 PLC structure.
- 17.- PLC inputs and outputs configuration.
- 18.- PLC configuration possibilities.
- PLC program languages.
- PLC different programming standard languages (iteral structured, graphic, etc.).
- 21.- New configuration and development of new process.
- 22 Hand on an established process.
- 23.- To visualize and see the results and to make comparisons with the MINI-EESTC unit process.
- 24.- Possibility of creating new process in relation with the MINI-EESTC unit.
- 25.- PLC Programming Exercises.
- Own PLC applications in accordance with teacher and student requirements.

POSSIBILITIES OF OTHER AVAILABLE EXPANSIONS



ORDER INFORMATION

Items supplied as standard

Minimum configuration for normal operation includes:

Qunit: MINI-EESTC. Thermal Solar Energy Basic Unit.

MINI-EESTC/CIB. Control Interface Box.

DAB. Data Acquisition Board.

MINI-EESTC/CCSOF. Computer Control + Data Acquisition + Data Management Software.

Cables and Accessories, for normal operation.

6 Manual

 IMPORTANT: Under MINI-EESTC we always supply all the elements for immediate running as 1, 2, 3, 4, 5 and 6.

Complementary items to the standard supply

PLC. Industrial Control using PLC (7 and 8):

- PCL-PLPLC Module.
- MINI-EESTC/PLC-SOF, PLC Control Software.
- MINI-EESTC/CAL. Computer Aided Learning Software (Results Calculation and Analysis). (Available on request).
- @MINI-EESTC/FSS. Faults Simulation System. (Available on request).

Expansions

@Mini ESN. Multipast E DIBON Mini Scada-Net System.

@ESN. Multipast EDIBON Scada-Net System.

Page 4 www.edibon.com

REQUIRED SERVICES -

DIMENSIONS & WEIGHTS -

- Electrical supply: single-phase, 220V./50 Hz or 110V/60 Hz.

- Water supply.

- Computer (PC).

Unit: -Dimensions: 950 x 650 x 1200 mm. approx.

-Weight: 60 Kg. approx.

Control Interface Box: -Dimensions: 490 x 330 x 310 mm. approx.

-Weight: 10 Kg. approx.
PLC Module (PLC-Pl): -Dimensions: 490 x 330 x 310 mm. approx.

-Weight: 30 Kg. approx.

AVAILABLE VERSIONS -

Offered in this catalogue:

-MINI-EESTC. Computer Controlled Thermal Solar Energy Basic Unit.

-MINI-EEST. Thermal Solar Energy Basic Unit.

-EESTC. Computer Controlled Thermal Solar Energy Unit.

-EEST. Thermal Solar Energy Unit.

*Specifications subject to change without previous natice, due to the convenience of improvements of the product.



C/ Del Agua, 1.4. Polígano Industria I San José de Valderas. 2891 8 LEGANÉS (Madrid) SPAIN. Phone: 34-91-6199363 FAX: 34-91-6198647 E-mail: edibon@edibon.com WEB site: www.edibon.com

leue: ED01/10 Date: April/2010

REPRESENTATIVE:

Page 5

21. Anexo 21: Turbine Electric Hub troubleshooting learning System 950-TEH1

Turbine Electric Hub Troubleshooting Learning System – 950-TEH1



Wind turbine electric hubs present unique operation and maintenance challenges. Wind turbine technicians must be able to pinpoint and resolve a wide variety of situations where the hub is key, especially in changing load conditions. Their troubleshooting and problem solving skills have to be excellent to effectively handle their jobs and keep wind turbines operational.

Amatrol's 950-TEH1 Turbine Electric Hub Troubleshooting Learning System teaches students adaptive skills for wind turbine operation, adjustment and troubleshooting in a wide variety of situations. The 950-TEH1 allows students to develop and practice component, subsystem, and system level skills. It is fully functional like a utility-scale turbine electric hub. The Turbine Electric Hub Troubleshooting Learning System includes Amatrol's unique electronic fault insertion system, which allows instructors to electronically create realistic hub problems and then track the student's progress in fixing it. Additionally, the 950-TEH1 will connect to Amatrol's 950-TNC1 Turbine Nacelle Learning System to create a complete wind turbine learning experience.

The 950-TEH1 is an effective training platform for wind turbine technicians. The Turbine Electric Hub Troubleshooting Learning System includes a mobile workstation, blade simulator with 3-axis servo system, pitch control unit, emergency power unit, blade simulator, pitch control software, fault insertion system, PC-based multimedia curriculum, and instructor's guide. Amatrol's 950-TEH1 provides essential skills for wind turbine technicians.

Real World, Utility Scale Turbine Electric Hub Experience

Amatrol's Turbine Electric Hub Troubleshooting Learning System enables students to develop operation skills essential to wind turbine technicians. The system features pitch control software that enables a student to learn how to start-up, test, and shut-down the hub portion of wind turbine systems. The 950-TEH1 includes major components found in utility scale wind turbine electric hubs such as a pitch control unit, pitch control software, electric servo drives, brakes, slip ring, battery-powered emergency power unit, pitch position encoders, and feather position sensors. The system features 3 axes so students can gain visual understanding of the synchronized positioning of blade operation.

Computer Based Fault Insertion Across All Key Subsystems

Troubleshooting skills are essential for wind turbine technicians. At the heart of teaching troubleshooting skills is the ability of an instructor to create realistic problems or faults that students must identify and resolve. It is what they will have to do, by themselves, on top of a wind turbine tower. The 950-TEH1 includes over 30 faults distributed across all key subsystems — electrical and mechanical. This will allow instructors to create realistic troubleshooting situations that a wind turbine technician will encounter on the job.

Amatrol uses electronic fault insertion so that instructors can easily insert faults and track the student's troubleshooting results. Electronic fault insertion prevents component damage while allowing instructors to see student progress. Instructors can identify specific areas the student needs to improve and target those areas. It also allows instructors to set-up faults ahead of time, allowing students to perform self-directed study when appropriate.

Links to Amatrol's 950-TNC1 Turbine Nacelle Troubleshooting and 950-TGC1 Turbine Generator Control Learning Systems

While an independent learning system, the 950-TEH1 will also link to Amatrol's 950-TNC1 Turbine Nacelle Troubleshooting and Turbine Generator Control Learning Systems. These three systems combine to create a realistic operating and troubleshooting wind turbine environment. Fiber optic communications connect the controls of the three systems and control the entire system using the turbine control software, just as they would on a real wind turbine. Students can actually bring the turbine online with the grid.

22. Anexo 22

950-TEH1: Turbine Electric Hub Troubleshooting Learning System

LAP 1 HUB OPERATION

Segment 1	Hub Functions
Objective 1	Describe the functions of a utility scale wind turbine hub
Objective 2	Describe the functions of the wind turbine electric hub subsystems
Objective 3	Define wind turbine pitch position measurement
Objective 4	Describe the operation states of a utility-scale wind turbine hub
Segment 2	Hub Safety
Objective 5	Describe utility-scale wind turbine electric hub safety rules
objective 6	Describe how to perform a lock-out / tag-out on a wind turbine hub
Segment 3	Pitch Control Software
Objective 7	Describe the functions of wind turbine pitch control HMI software
Objective 8	Describe how to use pitch control HMI software to monitor wind turbine electric hub operation
Skill 1	Use pitch control HMI software to monitor wind turbine electric hub operation
Segment 4	Hub Power
Objective 9	Describe the power distribution system of a wind turbine electric hub
Objective 10	Describe how to manually turn on turbine pitch control digital

	outputs
Skill 2	Manually turn on pitch control digital outputs
LAP 2 PITCH CONTROL SYSTEM	

LAF 2 FITCH CONTROL STSTEM	
Segment 1	Servo Pitch Operation
Objective 1	Describe the functions of the components of a wind turbine electric servo hub system
Objective 2	Describe the operation of a wind turbine electric servo pitch system
Objective 3	Describe how to test a wind turbine electric servo pitch system
Skill 1	Test a wind turbine electric servo pitch system
Segment 2	Servo Reference Position Adjustment
Objective 4	Describe how to set the absolute position of wind turbine blades
Skill 2	Set the absolute position of wind turbine blades
Segment 3	Sensor Operation
Objective 5	Describe the logic operation of wind turbine servo pitch limit switches
Objective 6	Describe how to test the operation of wind turbine pitch limit switches
Skill 3	Test the operation of wind turbine pitch limit switches
Segment 4	Emergency Feather Operation
Objective 7	Describe how to command a pitch control to an emergency feather condicition
Skill 4	Command a pitch control to an emergency feather condition
Objective 8	Describe how to perform an emergency feather test
Skill 5	Perform an emergency feather test
LAP 3 BATT	ERY POWER

Segment 1	Battery Operation
Objective 1	Describe the basic operation of a battery
Objective 2	Describe the basic construction of a battery
Objective 3	Describe battery safety rules
Objective 4	Describe how to measure the open-circuit voltage of a battery
Skill 1	Measure the open-circuit voltage of a battery
Segment 2	Capacity Characteristics
Objective 5	Define battery capacity and give its units of measure
Objective 6	Describe the discharge characteristics of a battery
Objective 7	Describe how to calculate battery discharge rate
Skill 2	Calculate battery discharge rate
Segment 3	Battery Types
Objective 8	Explain how batteries are specified
Skill 3	Interpret a battery specification
Segment 4	Battery Banks

Objective 9	Describe the operation of a battery bank
Objective 10	Describe how to connect a battery bank given a schematic
Skill 4	Connect a battery bank given a schematic

LAP 4 PNEUMATIC SPEED CONTROL CIRCUITS

Segment 1	Battery Charging
Objective 1	Describe the four stages of battery charging
Objective 2	Describe the operation of a wind turbine hub battery charging system
Skill 1	Monitor battery system charge status
Segment 2	Emergency Feather Control
Objective 3	Describe the operation of a wind turbine hub emergency power unit
Objective 4	Describe the operation of a wind turbine hub safety protection
	system
Objective 5	Describe how to perform an emergency state recovery test
Skill 2	Perform an emergency state recovery test
Segment 3	Power-Voltage Verification
Objective 6	Describe how to perform a wind turbine EPU voltage verification
	test
Skill 3	Perform a wind turbine EPU voltage verification test
Objective 7	Describe how to perform a wind turbine EPU power verification test
Skill 4	Perform a wind turbine EPU power verification test

LAP 5 HUB TROUBLESHOOTING

Segment 1	Hub Fault Messages
Objective 1	Describe how to respond to wind turbine hub warning messages
Objective 2	Describe how to respond to wind turbine EFC fault messages
Skill 1	Respond to a hub fault message
Segment 2	Individual Blade Troubleshooting
Objective 3	Describe how to troubleshoot a wind turbine blade fault
Segment 3	System Troubleshooting
Objective 4	Describe how to troubleshoot a wind turbine blade fault
Segment 4	Battery Maintenance
Objective 5	Describe how to test a battery
Skill 2	Test a battery

23. Anexo 23: Wind Turbine generator control troubleshooting learning system 950-TGC1

Wind Turbine Generator Control Troubleshooting Learning System – 950-TGC1



The generator control system is the heart of a utility-scale wind turbine, converting mechanical rotation of the hub into clean, 3-phase power that synchronizes with the utility grid. To operate and maintain a wind turbine effectively, wind turbine technicians must have the special skills needed to service, operate, and troubleshoot the generator control system, which includes the generator, rectifier, generator control unit, power distribution panel, pad mounted transformer, and generator control software.

The 950-TGC1 Turbine Generator Control Troubleshooting Learning System teaches students adaptive skills for generator system operation, adjustment and troubleshooting in a wide variety of situations. It allows students to develop and practice component and system level skills and gives them the classroom instruction and hands-on experience they need to succeed in the emerging and growing field. The Turbine Generator Control Troubleshooting Learning System includes Amatrol's unique electronic fault insertion system, which allows students to experience troubleshooting of realistic generator control problems and receive automatic feedback on their progress.

The 950-TGC1 provides an effective training platform with a workstation containing a fully-operational generator system; fault insertion system; PC-based interactive, multimedia curriculum; instructor's assessment guide; and installation guide. Additionally, the 950-TGC1 connects to the Amatrol's Nacelle and Hub workstations to create a comprehensive wind turbine learning laboratory.

Real World, Utility Scale Turbine Generator Control Experience

Amatrol's Turbine Generator Control Troubleshooting Learning System enables students to develop operation and troubleshooting skills for wind turbine generator control systems. The system features generator control software that enables a student to learn how to start-up, test, and shut-down the wind turbine systems. The 950-TGC1 includes major components and circuitry found in utility scale wind turbine generator control systems such as a generator control unit, power distribution panel, transformer, transducers, main line contactor, power factor correction capacitor network, inductive filter, revenue meter, shunt trip circuit breaker, and 3-phase inverter.

Computer Based Fault Insertion Across All Key Subsystems

Troubleshooting skills are essential for wind turbine technicians. At the heart of teaching troubleshooting skills is the ability of an instructor to create realistic problems or faults that students must identify and resolve. It is what they will have to do, by themselves, on top of a wind turbine tower. The 950-TGC1 includes 29 faults including six different types of faults: Operational, Bus, Line, Drive, Temperature, and Generator faults. This will allow instructors to create realistic troubleshooting situations that a wind turbine technician will encounter on the job. Amatrol uses electronic fault insertion so students can easily insert faults and track the student's troubleshooting results. Electronic fault insertion prevents component damage while allowing instructors to see student progress. Instructors can identify specific areas the student needs to improve and target those areas. It also allows students to perform self-directed study.

Links to Amatrol's Nacelle and Hub Troubleshooting Learning Systems

While an independent learning system, the 950-TGC1 will also link to Amatrol's 950-TNC1 Turbine Nacelle Troubleshooting and the 950-TEH1 Turbine Electric Hub Troubleshooting Learning Systems. These three systems combine to create a realistic operating and troubleshooting wind turbine environment. Fiber optic communications connect the controls of the three systems and control the entire system using the turbine control software, just as they would on a real wind turbine. Students can actually bring the turbine online with the grid.

24. Anexo 24

950-TGC1

Turbine Generator Control Troubleshooting Learning System

LAP 1 POWER GENERATION

Segment 1	Generator System Overview
Objective 1	Describe the basic operation of a utility scale wind turbine power
	generation system
Objective 2	Describe the main components of a wind turbine generator control unit
Objective 3	Describe the operation states of a wind turbine generator control unit
Objective 4	Describe the state of the generator control unit during wind turbine
	operation
Segment 2	Generator Control Unit Safety
Objective 5	Describe wind turbine generator control unit safety rules
Objective 6	Describe how to perform a lockout/ tagout on a wind turbine
	generator control unit
Skill 1	Perform a lockout/ tagout on a wind turbine generator control unit
Segment 3	Fiber Optic Communications
Objective 7	Describe the functions of wind turbine generator control
	communications
Objective 8	Describe the operation of a fiber optic communications
Objective 9	Describe how to connect fiber optic communications cables

Skill 2	Connect wind turbine fiber optic communications cables
Segment 4	Generator Control Software
Objective 10	Describe the functions of wind turbine generator control HMI software
Objective 11	Describe how to use HMI software to monitor a wind turbine generator control unit
Skill 3	Use HMI software to monitor a wind turbine generator control unit

LAP 2 SYSTEM OPERATION

Segment 1	Generator System Components
Objective 1	Describe the operation of an induction-type wind turbine generator
Objective 2	Describe the operation of a permanent magnet type wind turbine generator
Objective 3	Describe the operation of a wind turbine rectifier
Objective 4	Describe the operation of a wind turbine generator control unit power elements
Objective 5	Describe the operation of a wind turbine generator control unit control elements
Segment 2	Generator Control Unit Power-On
Objective 6	Describe how to power up a wind turbine generator control unit
Objective 7	Describe how to shut down a wind turbine generator control unit
Skill 1	Power up a wind turbine generator control unit
Skill 2	Shut down a wind turbine generator control unit
Segment 3	Generator Control Unit Commissioning Tests
Objective 8	Describe how to perform a matrix test of a wind turbine generator control unit
Skill 3	Perform matrix test of a wind turbine generator control unit
Objective 9	Describe how to perform a full operation test of a wind turbine generator control unit
Skill 4	Perform a full operation of test a wind turbine generator control unit
Segment 4	System Data Collection
Objective 10	Describe how to configure datalogging software of a wind turbine generator control unit
Skill 5	Configure datalogging software of a generator control unit
Objective 11	Describe how to view and interpret data logged by a wind turbine generator control HMI software
Skill 6	View and interpret data logged by a wind turbine generator control HMI software

LAP 3 TROUBLESHOOTING

Segment 1	Troubleshooting Measurements
Objective 1	Describe the types of generator control system faults
Objective 2	Describe how to view and interpret generator control unit fault
	history
Skill 1	View and interpret generator control unit fault history
Objective 3	Describe how to take electrical measurements from an energized
-	generator control unit

Skill 2	Take electrical measurements from an energized generator control
	unit
Segment 2	Troubleshooting operational and line faults
Objective 4	Describe how to troubleshoot a generator control unit operational
	fault
Skill 3	Troubleshoot a generator control unit operation fault
Objective 5	Describe how to troubleshoot a generator control unit line fault
Skill 4	Troubleshoot a generator control unit line fault
Segment 3	Troubleshooting bus and generator faults
Objective 6	Describe how to troubleshoot a generator control unit bus fault
Skill 5	Troubleshoot a generator control unit bus fault
Objective 7	Describe how to troubleshoot a generator control unit generator
	fault
Skill 6	Troubleshoot a generator control unit generator fault
Segment 4	Troubleshooting temperature faults and drive faults
Objective 8	Describe how to troubleshoot a generator control unit temperature
	fault
Skill 7	Troubleshoot a generator control unit temperature fault
Objective 9	Describe how to troubleshoot a generator control unit drive fault
Skill 8	Troubleshoot a generator control unit drive fault

25. Anexo 25: Turbine Nacelle troubleshooting learning system 950 TNC 1

Turbine Nacelle Troubleshooting Learning System – 950-TNC1



Operating and maintaining utility scale wind turbine nacelle systems requires unique skills. A wind turbine technician handles a wide breadth of operational and maintenance issues at the top of hundred meter towers. Their troubleshooting and problem solving skills have to be excellent to effectively handle their jobs and keep wind turbines operational.

Amatrol's 950-TNC1 Turbine Nacelle Troubleshooting Learning System teaches students adaptive skills for wind turbine operation, adjustment and troubleshooting in a wide variety of situations. The 950-TNC1 allows students to develop and practice component, subsystem, and system level skills. It is fully functional like a utility scale nacelle. The Turbine Nacelle Troubleshooting Learning System includes Amatrol's unique electronic fault insertion system, which allows instructors to electronically create realistic nacelle problems and then track the student's progress in fixing it. Additionally, the 950-TNC1 will connect to Amatrol's 950-TEH1 Turbine Electric Hub Learning System as well as the 950-TGC1 Turbine Generator Control Learning System to create a complete wind turbine learning experience.

The 950-TNC1 is an effective training platform for wind turbine technicians. The Turbine Nacelle Troubleshooting Learning System includes a mobile workstation, turbine control unit, nacelle module, hydraulic brake system, wind simulator, monitoring and control software, fault insertion system, PC-based multimedia curriculum, and instructor's assessment guide. Amatrol's 950-TNC1 provides essential skills for wind turbine technicians.

Real World, Utility Scale Wind Turbine Nacelle Experience

Amatrol's Turbine Nacelle Troubleshooting Learning System enables students to develop operation and troubleshooting skills essential to wind turbine technicians. The system features turbine control software that enables a student to learn how to start-up and shutdown wind turbine systems. The 950-TNC1 includes major components found in utility scale wind turbines such as a turbine control unit, hydraulic system with cartridge valves, brakes, yaw drive with dual motor drive, twistbox, and an ultrasonic anemometer. The wind simulator allows students to test the operation of the system under varying wind speed and direction conditions, teaching students to operate the yaw control and turbine safely.

Computer Based Fault Insertion Across All Key Subsystems

Wind turbine technicians must have good troubleshooting skills. At the heart of teaching troubleshooting skills is the ability of an instructor to create realistic problems or faults that students must identify and resolve. It is what they will have to do, by themselves, on top of a wind turbine tower. The 950-TNC1 includes over 30 faults distributed across all key subsystems – electrical, mechanical and hydraulic. This will allow instructors to create realistic troubleshooting situations that a wind turbine technician will encounter on the job. Amatrol uses electronic fault insertion so that instructors can easily insert faults and track the student's troubleshooting results. Electronic fault insertion prevents component damage while allowing instructors to see student progress. Instructors can identify specific areas the student needs to improve and target those areas. It also allows instructors to set-up faults ahead of time, allowing students to perform self-directed study when appropriate.

Links to Amatrol's 950-TEH1 Turbine Electric Hub Troubleshooting and 950-TGC1 Turbine Generator Control Learning Systems

While an independent learning system, the 950-TNC1 will also link to Amatrol's Turbine Electric Hub (950-TEH1) and Turbine Generator Control (950-TGC1) Learning Systems. These three systems combine to create a realistic operating and troubleshooting wind turbine environment. Fiber optic communications connect the controls of the three systems and control the entire system using the turbine control software, just as they would on a real wind turbine. Students can actually bring the turbine online with the grid.

26. Anexo 26: Tabla de objetivos de aprendizaje del módulo Turbine Nacelle troubleshooting learning system 950 TNC 1

950-TNC1

TURBINE NACELLE TROUBLESHOOTING LEARNING SYSTEM

LAP 1 Turbine Control System

Segment 1	Turbine Control States
Objective 1	Describe the functions of the major wind turbine control
	subsystems
Objective 2	Describe the functions of the auxiliary wind turbine control
	subsystems
Objective 3	Describe the operation states of a utility-scale wind turbine
Segment 2	Turbine Safety
Objective 4	Describe utility-scale wind turbine safety rules
Objective 5	Describe how to perform a lock-out / tag-out on a wind turbine
	nacelle
Segment 3	Turbine Control Software
Objective 6	Describe the functions of wind turbine HMI software
Objective 7	Describe how to use HMI software to monitor wind turbine
	operation
Skill 1	Use HMI software to monitor wind turbine operation
Segment 4	Turbine Control Power
Objective 8	Describe the power distribution system of a wind turbine control
	system
Objective 9	Describe how to manually turn on turbine digital outputs
Skill 2	Manually turn on turbine digital outputs

LAP 2 HYDRAULIC POWER

Segment 1	Turbine Hydraulic Power Supply
Objective 1	Describe the function of a wind turbine hydraulic system
Objective 2	Describe the operation of a wind turbine hydraulic power supply
Segment 2	System Monitoring and Adjustment
Objective 3	Describe how to monitor wind turbine hydraulic operation
	parameters
Skill 1	Monitor wind turbine hydraulic operation parameters
Segment 3	Manual Operation
Objective 4	Describe how to manually override hydraulic cartridge valves
Skill 2	Manually override a solenoid-operated hydraulic cartridge valve

LAP 3 BRAKES AND LUBRICATION

Segment 1	Yaw Brakes
Objective 1	Describe the operation of a wind turbine brake
Objective 2	Describe the operation of a wind turbine yaw brake system
Objective 3	Describe how to test the operation of a wind turbine yaw brake
	system
Skill 1	Test the operation of a wind turbine yaw brake system
Segment 2	Parking Brakes, Rotor Lock and Lubrication
Objective 4	Describe the operation of a wind turbine parking brake system

Objective 5	Describe how to test the operation of a wind turbine parking brake system
Skill 2	Test the operation of a wind turbine parking brake system
Segment 3	Rotor Lock
Objective 6	Describe the operation of a wind turbine rotor lock system
Objective 7	Describe how to test the operation of a wind turbine rotor lock
	system
Skill 3	Test the operation of a wind turbine rotor lock system
Segment 4	Turbine Lubrication
Objective 8	Describe the operation of a wind turbine lubrication system
Objective 9	Describe how to check a wind turbine lubrication system
Skill 4	Test the operation of the wind turbine lubrication system

LAP 4 YAW SYSTEM

Segment 1	Yaw Drive
Objective 1	Describe the operation of a wind turbine yaw drive system
Objective 2	Define wind turbine yaw position measurement
Objective 3	Describe how to test the operation of a wind turbine yaw drive
	system
Skill 1	Test the operation of a wind turbine yaw drive system
Segment 2	Twist Box
Objective 4	Describe the operation of a wind turbine twist box system
Objective 5	Describe how to test the operation of a wind turbine twist box
	system
Skill 2	Test the operation of a wind turbine twist box system
Segment 3	Meteorological System
Objective 6	Describe the operation of a wind turbine meteorological sensor
	system
Objective 7	Describe how to align and test an ultrasonic anemometer
Skill 3	Align and test an ultrasonic wind turbine anemometer
Segment 4	Yaw System Operation
Objective 8	Describe how to test a wind turbine yaw system
Skill 4	Test a wind turbine yaw system

LAP 5 MONITORING AND COMMUNICATIONS

Segment 1	Safety Protection System
Objective 1	Describe the operation of a wind turbine safety protection system
Objective 2	Describe how to perform a wind turbine safety loop test
Skill 1	Test a wind turbine safety loop
Segment 2	Speed Measurement and Protection
Objective 3	Describe the operation of the turbine speed measurement system
Objective 4	Describe the operation of the over-speed protection system
Segment 3	Turbine Communications
Objective 5	Describe the communications system in a utility-scale wind turbine

LAP 6 NACELLE TROUBLESHOOTING

Segment 1	Turbine Fault Messages
Objective 1	Describe how to respond to wind turbine warning messages
Objective 2	Describe how to respond to wind turbine fault messages

Objective 3	Describe how to respond to wind turbine EFC fault messages
Skill 1	Respond to an HMI software fault message
Segment 2	Hydraulic Troubleshooting
Objective 4	Describe how to troubleshoot a wind turbine hydraulic power system
Objective 5	Describe how to troubleshoot a wind turbine yaw brake
Segment 3	Yaw Troubleshooting
Objective 6	Describe how to troubleshoot a wind turbine meteorological system
Objective 7	Describe how to troubleshoot a wind turbine yaw system
Objective 8	Describe how to troubleshoot a wind turbine communications faults
Objective 9	Describe how to troubleshoot wind turbine speed and rotation faults

27. Anexo 27: Entrenador de energía eólica con aerogenerador DL WIND A



Energías Renovables

DL WIND-A

ENTRENADOR MODULAR DE ENERGÍA EÓLICA



Sistema didáctico para la enseñanza teórica y práctica de la energía eólica instalaciones. El dispositivo incluye un conjunto de módulos de control, medidas y aplicaciones, dos opciones de aerogeneradores, según la potencia requerida, un dispositivo para medir la velocidad del viento, descriptivo y manuales prácticos.

MODULOS

- o Módulo de instrumentos
- o Módulo de conversión CC/CA
- Módulo de control de baterías
- Módulo de lámparas de 12 V
- Módulo de lámparas de 220 V
- o Batería 17 A, 12 V

AEROGENERADOR

o 400 W, 12 V

SENSOR DE VIENTO

 Anemómetro y sensor de la dirección del viento montado sobre un soporte

El sistema incluye:

- o Bastidor
- Un juego de cables de conexión
- o Un manual descriptivo y práctico
- El manual de instrucción de aerogenerador

De Lorenzo Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Italy Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181

www.delorenzoglobal.com

28. Anexo 28: Entrenador de energía eólica con tunel de viento DL WIND B



Energías Renovables

DL WIND-B

ENTRENADOR DE ENERGÍA EÓLICA CON TÚNEL DE VIENTO



Entrenador para la enseñanza teórica y práctica de la generación de electricidad por medio de la energía eólica.

Con este entrenador es posible cambiar el flujo del aire que llega a la turbina de viento para experimentar su funcionamiento en las diferentes cargas a fin de observar el freno que las cargas generan.

Está compuesto de un túnel de viento en el que hemos instalado:

- Un ventilador industrial monofásico con regulador electrónico de velocidad;
- Un aerogenerador de 12 V, 40 W, con un mecanismo de ± 30 ° con respecto al cambio de la fuente del viento;
- Un anemómetro;
- Instrumentos de medición de la velocidad, tensión y corriente;
- Cargas resistivas.

Incluye una conexión para transferir los datos de viento, voltaje y corriente a un sistema de adquisición de datos (opcional).

Dimensiones: 1810 x 690 x 1324 mm.

De Lorenzo Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 825

www.delorenzoglobal.com

29. Anexo 29: EWG1 Plantas Eólicas





Ciudad: Bucaramanga

LN207/11

Señores: Fecha: Mayo 2 de 2011

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Ing. Rubén Darío Cruz Rodríguez

Director de las Escuelas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Les agradecemos su interés en nuestro Programa de Formación y Entrenamiento.

Adjunto encontrarán las condiciones técnicas y comerciales de nuestra representada Lucas — Nülle, Lehr — und Messgeräte GMBH.

EWG 1 PLANTAS EÓLICAS



Este equipamiento analiza la estructura y el funcionamiento de las modernas plantas eólicas. La influencia de la velocidad del viento y la estructura mecánica de la central eólica se puede simular con fidelidad a los detalles por medio del banco de pruebas de servomotores y el software WindSim. La unidad de control de la máquina asíncrona de doble alimentación (el generador de la planta eólica) permite un servicio confortable y la visualización de los procesos durante la





experimentación. El correspondiente curso multimedia, compatible con el Interactive Lab Assistant, transmite los conocimientos necesarios, soporta montajes de experimentación interactivos y permite el aprovechamiento asistido por PC de los datos de medición. Contenidos de aprendizaie:

- Comprensión de la estructura y el funcionamiento de las modernas plantas eléctricas eólicas
- Estudio de los fundamentos físicos: "Del viento a las ondas"
- Aprendizaje de diferentes conceptos relacionados con las plantas eléctricas eólicas
- Estructura y puesta en marcha de un generador asíncrono de alimentación doble
- Servicio del generador con intensidades variables de viento y regulación de la tensión y frecuencia de salida
- Determinación de los puntos de operación óptimos frente a condiciones atmosféricas variables
- Análisis de la respuesta ante fallos de la red ("fault ride through")

Descripción del sistema de paneles de experimentación con impresión fotorrealista a color

Los paneles de experimentación son de placas de 5 mm, de lámina prensada, recubiertas por ambas caras con resina de melamina resistente. El color básico de los paneles es RAL7035 (gris claro). El tamaño es uniforme en altura, lo cual corresponde al formato DIN A4 (297mm). Se dispone de tres variantes en lo que respecta a la anchura: 114mm, 228mm ó 456mm. Con el fin de reducir las posibilidades de que se produzcan lesiones, los vértices de los paneles han sido redondeados con un radio de 3 mm. En la parte frontal se integran en negro los símbolos del equipo o bien del circuito correspondiente, en conformidad con las más recientes directrices DIN, pudiendo emplearse también pintura ultravioleta de color, con mayor riqueza de contrastes. En el caso de que sea posible y razonable, la impresión de los paneles frontales se complementa con gráficos a color o fotografías. La pintura ultravioleta mantiene una tonalidad estable incluso si está sometida a la radiación solar. Un procedimiento especial por el que se aplica una capa adicional de laca protectora asegura, por una parte, la robustez y la resistencia a las ralladuras, pero no reduce la transparencia y claridad de la impresión de los paneles frontales. Las conexiones eléctricas salen al exterior a través de casquillos de seguridad de 4mm. La parte posterior está protegida contra contactos por medio de una cubierta de protección.

Para conseguir una mayor claridad didáctica y en conformidad con la norma DIN72551, el bus de alimentación de tensión se ubica en los bordes superior e inferior del panel, lo cual se destaca cromáticamente.

Los paneles pueden insertarse en bastidores especiales de experimentación sin necesidad de usar herramientas. De manera alternativa, para todos los paneles de experimentación con consola existe también la posibilidad de que ésta se pueda emplear directamente tras su emplazamiento sobre una mesa o si se encuentra en el interior de la maleta.





Equipo básico compuesto de:

CONTROL DE GENERADOR ASÍNCRONO, DOBLE ALIM., PARA PLANTA EÓLICA INCL. SOFTWARE

Las plantas eléctricas eólicas modernas suministran potencia eléctrica a la red por medio de generadores asíncronos de doble alimentación. La unidad de mando permite controlar y poner en funcionamiento en el laboratorio de pruebas un generador asíncrono de alimentación doble y número variable de revoluciones. Con la unidad de control se pueden emular y analizar todos los estados de operación relevantes para la práctica. El software "WindSim" contenido en el volumen de suministro facilita el manejo del sistema y la visualización de los valores medidos.

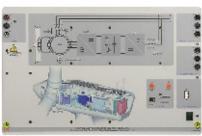
La unidad de control presenta las siguientes características de equipamiento:

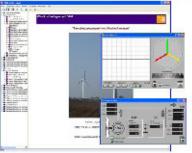
- Unidad de mando con dos inversores trifásicos controlados
- Funcionamiento supersincrónico y subsincrónico del generador asíncrono de alimentación doble
- Disyuntor de corte en carga integrado para la conexión del generador a la red
- Regulación autárquica de las potencias reactiva y activa, de la frecuencia y la tensión
- Sincronización manual y automática con la red
- Interfaz USB
- · Entrada para sensor incremental
- Un chopper de frenado integrado permite realizar experimentos de superación de fallos de tensión ("fault ride through")
- Tensión de conexión: 3 x 300V, 50...60Hz
- Potencia máxima de salida: 1kVA
- Dimensiones: 297 x 460 x 210mm (hxbxp)
- Peso: 8,3kg

El software WindSim asume el mando de la unidad de control del generador asíncrono de doble alimentación y del banco de pruebas de servomotores. Se pueden seleccionar y emular diferentes velocidades y perfiles de viento. En el eje del generador se producen de esta manera los mismos acontecimientos que se presentan en una planta eólica real. Al mismo tiempo, este software permite el control, el ajuste y visualización de todos los parámetros de servicio relevantes del generador asíncrono de alimentación doble.

Particularidades:

CO3208-3A 1









- Emulación detallada de una planta eólica eléctrica moderna
- Medición, cálculo y representación gráfica de todas las magnitudes mecánicas y parámetros eléctricos de servicio (SCADA)
- Servicio automático o manual
- Predeterminación de valores prescritos de potencia activa y reactiva
- Definición y emulación de velocidades y perfiles de viento
- Servicio con diferentes velocidades de viento inclusive regulación por control del ángulo de pala
- Puesta en marcha paso a paso como método de ilustración del funcionamiento
- Posibilidad de exportar los gráficos y los valores medidos
- Versión de 32 bits para Windows

El manual de experimentación es un curso compatible con el Interactive Lab Assistant Este curso multimedia conduce a los estudiantes paso a paso a través de la temática de las modernas plantas eólicas eléctricas Los fundamentos físicos y los procesos mecánicos se transmiten por medio de animaciones de fácil comprensión. El asistente interactivo de laboratorio conforma junto con el software WindSim un confortable entorno de experimentación. Particularidades:

- Montajes de experimentación interactivos
- Los valores medidos y los gráficos se pueden almacenar en las instrucciones de experimentación arrastrándolos y soltándolos con el ratón
- El software WindSim se puede iniciar directamente desde las instrucciones de experimentación
- Preguntas con comentarios y lógica de evaluación para controlar el nivel de aprendizaje
- Documento que permite una confortable impresión de las instrucciones de experimentación con las soluciones
- CD-ROM con el navegador Labsoft, el software del curso y el software WindSim

Volumen de suministro:

- Unidad de control del generador asíncrono de doble alimentación
- Software WindSim
- Interactive Lab Assistant para el generador asíncrono de doble alimentación





MÁQUINA TRIFÁSICA MULTIFUNCIONAL 1KW

Motor asíncrono de corriente trifásica con anillos colectores y uso adicional como máquina sincrónica

- Tensión nominal: 400/230V, 50Hz
- Corriente nominal: 2,0A / 3,5A
- Velocidad nominal de giro: 1400 / 1500min⁻¹
- · Potencia nominal: 0,8kW
- cos phi: 0,75
- Tensión de excitación: 130VAC / 24VDC
- Corriente de excitación: 4AAC / 11ADC
- Dimensiones: 500 x 220 x 250mm (bxhxp)
- Peso: 20kg



SE2662-6W

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE AISLAMIENTO DE 1KW PARA PLANTA EÓLICA

Transformador trifásico para suministro de energía de planta eólica de doble alimentación

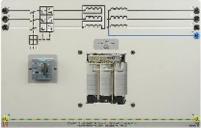
Tensión primaria: 3 x 400 V
Tensión secundaria: 3 x 300 V
Potencia nominal: 1000 VA

 Fusible: 1 fusible automático de 1,6 A a 2,5 A (ajustable)

Entradas y salidas: casquillos de seguridad de 4 mm
 Dimensiones: 297 x 456 x 150 mm

Peso: 11kg

CO3208-3B 1



SENSOR INCREMENTAL DE POSICIÓN DE 1024 IMPULSOS

Además, posee las siguientes propiedades:

- 1024 impulsos
- Velocidad de giro: 6000 rpm.
- Par de giro: <= 1Ncm
- Par de inercia: 35gcm²
- Peso: 170g
- un extremo de eje

SE2662-5T



COMPLEMENTO PARA EL EXPERIMENTO FRT

Contenidos de aprendizaje:

- Análisis de la respuesta del aerogenerador ante fallos de red
- Implementación de escenarios de fallos simétricos
- Implementación de escenarios de fallos asimétricos





- Adaptación de parámetros de regulación
- Representación de variables en los dominios del tiempo al igual que en el sistema propio y en el opuesto

CO3208-3C

Compensación de componentes del sistema opuesto

SIMULADOR DINÁMICO DE FALLO DE RED

Hoy en día, las plantas eólicas o los inversores de red fotovoltaicos deben reaccionar a los fallos de red sin que se desconecten sencillamente. Esta respuesta es lo que se conoce como tecnología "Fault ride through"

El simulador dinámico de fallos permite emular los correspondientes fallos de red. De esta manera es posible analizar la respuesta de los equipos integrados a continuación en el circuito.

El simulador de fallos posee las siguientes características de equipamiento:

- Duración de irrupción en la red ajustable entre 50ms y 1000ms
- Irrupción de tensión en cada fase, ajustable en 5 niveles
- · Selección de fallos de red simétricos y asimétricos
- Selección entre fallos con o sin contacto a tierra
- Ángulo inicial ajustable para el análisis "Fault ride through"
- Pantalla gráfica
- Tensión de conexión: 3 x 400V, 50...60Hz
- Dimensiones: 297 x 460 x 210mm (hxbxp)

El software FRT asume el registro y la visualización de los valores de medición.

Particularidades:

- Representación de valores momentáneos
- Representación de valores eficaces
- Predeterminación de valores prescritos de potencia activa y reactiva
- Posibilidad de exportar los gráficos y los valores medidos
- Versión de 32 bits para Windows

El manual de experimentación es un curso compatible con el Interactive Lab Assistant. Este curso multimedia conduce a los estudiantes paso a paso a través de la temática de la tecnología "Fault ride through". Particularidades:

- Montajes de experimentación interactivos
- Los valores medidos y los gráficos se pueden almacenar en las instrucciones de experimentación arrastrándolos y soltándolos con el ratón
- Preguntas con comentarios y lógica de evaluación para



Ć





controlar el nivel de conocimientos

- Documento que permite una cómoda impresión de las instrucciones de experimentación con las soluciones
- CD-ROM con el navegador Labsoft, el software del curso y el software WindSim

Volumen de suministro:

- Simulador dinámico de fallos
- Software FRT para generadores eólicos de alimentación doble
- Interactive Lab Assistant "Fault ride Through" en generadores eólicos de alimentación doble

EOUIPO DE PRUEBAS DE MÁOUINAS CON SISTEMA DE SERVO FRENO

BANCO DE PRUEBAS DE SERVO PARA MOTORES DE CO3636-6W 1KW & SOFTWARE ACTIVESERVO (D,GB,F,E)

El banco de pruebas de servomáquinas es un completo sistema de verificación para el análisis de máquinas eléctricas y accionamientos. Se compone de una unidad de control digital, un freno y del software AktiveServo. El sistema conjuga la más moderna tecnología con un servicio sencillo.

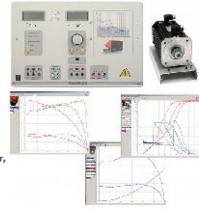
Además, con el sistema se pueden realizar operaciones manuales y automáticas de sincronización.

La unidad de control brinda las siguientes prestaciones:

Operación dinámica y estática en cuatro cuadrantes

- 10 modos de operación seleccionables / modelos de máquinas de trabajo (control de pares de giro, de velocidad de giro, masa volante, accionamiento elevador, enrrollador / calandria, ventilador, compresor, accionamiento de bobina, carga de definición libre en función del tiempo, sincronización de red manual y automática)
- Amplificador de medida integrado, con aislamiento galvánico, para mediciones de corriente y tensión
- Display de velocidad de giro y par
- Monitor de cuatro cuadrantes
- Interfaz USB
- Control térmico de la máquina de prueba
- Comprobación de la presencia de la cubierta de eje
- Tensión de conexión: 320...528V, 45...65Hz
- Potencia máxima de salida: 10kVA
- Dimensiones: 297 x 460 x 420mm (hxbxp)
- Peso: 14,3kg

El freno conforma una unidad de servofreno asíncrono,







autorrefrigerado, con resolvedor.

La conexión de cables del motor y el sensor se realiza por medio de un conector insertable a prueba de polarización inversa. La máquina posee control térmico y conforma con la unidad de control un sistema de accionamiento y de freno libre de deriva y que no necesita calibración.

- Máxima velocidad de giro: 4000min-1
- Máximo par de giro 30Nm
- Control de temperatura: sensor continuo de temperatura (KTY)
- Resolución del resolvedor: 65536 impulsos por revolución
- Dimensiones: 275 x 210 x 210mm (hxbxp)
- Peso: 6kg

ActiveServo es un programa para el registro de características de máquinas y para la determinación estática y dinámica del punto de operación. Se pueden ajustar y parametrizar 7 máquinas de carga diferentes (masa volante, bomba, calandria, accionamiento elevador, compresor, accionamiento de bobina, carga de parametrización libre en función del tiempo). Particularidades:

- Medición, cálculo y representación gráfica de las magnitudes mecánicas y eléctricas
- (Velocidad de giro, par, potencia mecánica, corriente, tensión, potencias activa, reactiva y aparente, eficiencia, factor de potencia)
- Representación simultánea de las magnitudes medidas y las calculadas (por ejemplo, visualización directa de la eficiencia)
- Medición de corriente y tensión (como valor eficaz, incluso para magnitudes no sinusoidales)
- Operación con control automático de velocidad de giro y de par
- Registro de magnitudes en el tiempo
- Valores límite predefinidos de velocidad o de par de giro para evitar que actúen cargas no permitidas sobre el objeto de prueba
- Operación en los cuatro cuadrantes (visualización del par generador)
- Funciones de rampa de definición libre para la ejecución de experimentos de carga controlados por PC
- Representación de características de varios experimentos para ilustrar las modificaciones de parámetros
- Exportación de gráficos y de valores medidos
- Versión de 32 bits para Windows





MANGUITO DE ACOPLAMIENTO 1kW

SE2662-6A

Manguito de caucho para acoplamiento de dos máquinas

- Permite un montaje rápido y seguro
- Diseño de corona dentada interior
- Material: caucho (Neopren)
- Dimensiones: 40 x 58mm (largo x diámetro)
- Peso: 0,1kg



CUBIERTA DE ACOPLAMIENTO 1kW

SE2662-6B

2

2

Cubierta de metal, insertable, con protección contra contacto con el acoplamiento giratorio de dos máquinas acopladas

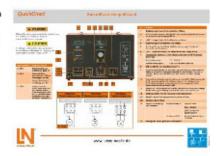
- Material: chapa de acero negra, achaflanada, con conector de funciones
- Dimensiones: 140 x 75 x 80mm (hxbxp)
- Peso: 0,1kg



QUICKCHART BANCO DE PRUEBA DE SERVO PARA SO6200-7D MOTORES - INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO (D)

Documentación breve para una rápida puesta en marcha de aparatos y montajes de experimentación complejos.

- · Asignación de conexiones, notas de seguridad, ayuda
- Diagrama de circuito o de montaje
- Impresión a color en formato DINA3
- Laminado: 2x250µm







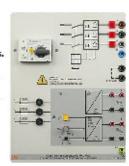
FUENTE DE ALIMENTACIÓN

ALIMENTACIÓN UNIVERSAL PARA CC Y CORRIENTE TRIFÁSICO

Alimentación de tensión de red para corriente continua, alterna y trifásica, y para excitación de máquinas sincrónicas. La alimentación de la red se ha adaptado especialmente para su aplicación con máquinas eléctricas.

- Salidas:
 - Corriente trifásica: L1, L2, L3, N a través de clavijeros de seguridad de 4 mm Corriente continua: 0...240VDC variable, estabilizada y protegida electrónicamente contra sobrecarga y cortocircuitos 210VDC, 6A fija
- Corriente de salida: 3...10A (límite de corriente ajustable)
- Dispositivo de protección:
 Disyuntor de protección del motor, ajustable de 6,3...16A
 Disparador de mínima tensión
 Desconexión de seguridad
- Conexión a la red: 3x 230/400V, 50Hz por medio de conector CEE con cable de 1,8m
- Dimensiones: 297 x 228 x 140mm (hxbxp)
- Peso: 3kg

CO3212-5U







INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN:

MULTÍMETRO ANALÓGICO/DIGITAL, VATÍMETRO Y CO5127-1Z MEDIDOR DE FACTOR DE POTENCIA, SOFTW.

Las áreas de máquinas eléctricas, electrónica de potencia y tecnología de accionamientos plantean elevadas exigencias a los instrumentos de medición. Además de una alta protección contra sobrecargas, el registro de los valores medidos debe realizarse independientemente de la forma de curva. El instrumento de medición universal está concebido especialmente para estas exigencias. Sustituye, al mismo tiempo, hasta 4 diferentes aparatos de medición: es amperímetro, voltímetro, vatímetro y medidor del ángulo de fase al mismo tiempo. El display gráfico permite su utilización tanto en experimentos de estudiantes como en experimentos de demostración. El software VI-Starter, incluido en el suministro, permite la visualización en el PC de las magnitudes medidas.

- Medición simultánea, independiente de la forma de curva, de la tensión y la corriente (máx. 600 V, 20 A) (medición de tensiones sincrónicas)
- Cálculo de potencia activa, reactiva y aparente, y del factor de potencia
- Medición del valor eficaz total (RMS-AC+DC); valor eficaz de corriente alterna (RMS-AC) y valor medio aritmético (AV-AC+DC)
- Eléctricamente indestructible hasta 20 A/600 V
- Display gráfico de gran tamaño, rico en contrastes, con iluminación de fondo (5,7")
- Visualización grande o visualización de hasta 4 valores medidos
- Visualización digital o casi analógica
- Interfaz USB
- Resistencia interna: circuito de medición de corriente 10mOhm, circuito de medición de tensión 10MOhm
- Rangos de tensión: 30; 300; 600V
- Rangos de corriente: 1; 10; 20A
- Precisión de medida: 2%
- Selección automática o manual del rango de medición
- Instrumento de medición de demostración para servicio en la red
- Tensión de servicio: 230V, 50Hz
- Dimensiones: 297 x 228 x 140mm (hxbxp)
- Peso: 2kg

Con el software VI-Starter se pueden representar en el ordenador todas las magnitudes medidas. Se pueden abrir hasta 17 vistas diferentes.







- Representación de oscilogramas de tensión, corriente y potencia
- Contador para la visualización de la potencia consumida y la entregada
- Logger de datos para 14 magnitudes de medida diferentes
- Exportación de los datos del Logger
- Trazador de curvas características
- Controlador Labview y ejemplos como parte del suministro
- · Versión de 32 bits para Windows

ACCESORIOS

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO CON DERIVACIÓN

SO5126-9R

20

20

- Máxima corriente constante: 24A
- · Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V



CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO

- Máxima corriente constante: 24A
- Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V



SO5126-9Y

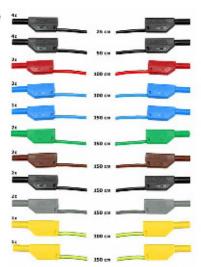




JUEGO DE CABLES DE MEDICIÓN DE SEGURIDAD 4MM (23 PZ)

Cables de medición de seguridad con conector macho de 4mm, de colores, aislamiento de PVC, alta flexibilidad

- Cada juego se compone de: 4 x 25cm de longitud, negro
- 4 x 50cm de longitud, negro
- 2 x 100cm de longitud, azules
- 2 x 100cm de longitud, rojos
- 1 x 100cm de longitud, verde/amarillo
- 1 x 150cm de longitud, azul
- 1 x 150cm de longitud, verde/amarillo
- 2 x 150cm de longitud, verde/amarillos
- 2 x 150cm de longitud, marrón
- 2 x 150cm de longitud, negro
- 2 x 150cm de longitud, gris



1

2

SO5148-1L

BANCO MÓVIL DE EXPERIMENTACIÓN, PERFIL DE ST7200-3A AL., 3 NIV., 4 TOMAS,1250X750X1955MM

Banco de experimentación y demostración móvil, de alta calidad, de la serie SybaPro, con patas de mesa de perfil de aluminio, compatible con todos los componentes de montaje y ampliación del sistema SybaPro.

El banco móvil de experimentación se suministra como equipo modular cuyo montaje corre a cargo del propio cliente.

Tablero de mesa:

- Tablero de mesa de 30 mm, de varias láminas de viruta fina de alta compresión, en conformidad con la norma DIN EN 438-1
- Color gris RAL 7035, con cubierta laminada de 0,8mm por ambas caras (Resopal), de estructura simple, acorde con la norma DIN 16926
- Resistente a una gran cantidad de sustancias químicas y reactivos, tales como los ácidos y las bases diluidos.
- Insensible al calor, por ejemplo, al estaño líquido de soldadura así como al calentamiento puntual producido por pistolas de soldar o brasas de cigarrillo.







- Borde del tablero de mesa con cantos de protección macizos, a prueba de golpes, de plástico de 3mm de espesor, con teñido de penetración de color RAL 7047.
- Revestimiento y cubrecantos sin PVC.
- Alimentación de tensión por medio de regleta de tomacorrientes quíntuple, montada en la parte inferior del tablero de mesa, cable de 2 m y enchufe con protección de puesta a tierra

Armazón:

- 2 perfiles de aluminio extruido con ranuras múltiples, 1800 x 120 x 40mm (bxhxp)
- 8 ranuras de igual tamaño en el perfil extruido de aluminio (3 en cada lado y 1 en cada extremo)
- Ranuras para la inserción de soportes de norma industrial
- 4 perfiles de aluminio en H, de 1150mm, para emplazamiento de 3 niveles de paneles de experimentación DIN A4
- Espacio libre para integración de un canal de alimentación de energía
- Patas de mesa de tubo rectangular con 4 ruedas dobles dirigibles, 2 de ellas frenadas
- Marco de mesa de combinación estable y continua de tubos rectangulares
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80 µm, color RAL 7047

Dimensiones:

- Altura del tablero de mesa: 760 mm
- 1250 x 1955 x 760mm (bxhxp)

SOPORTE DE PC PARA BANCO DE EXPERIMENTACIÓN SYBAPRO, ALTURA Y ANCHURA AJUSTABLE

Soporte de PC para mesa de laboratorio de la serie SybaPRO de chapa de acero perforada de 1,5mm, para montaje en perfil de aluminio.

- Montaje altura ajustable
- Anchura regulable (160 255mm)
- Montable a la izquierda o a la derecha
- Incluye material de montaje (4 tornillos, 4 tuercas en ranura)
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80µm, color RAL 7047

ST7200-5A







SOPORTE PANTALLA PLANA HASTA 5KG, FIJACIÓN ST8010-4L **EN PERFIL DE ALUMINIO VESA 75/100**

Soporte pivotante de monitor para montaje en perfiles de aluminio del sistema SybaPRO. Permite posicionar óptimamente el monitor para trabajar y experimentar sin

- · Brazo plegable con articulación doble
- Cierre rápido para ajuste de altura continuo en el perfil de aluminio extruido
- Fijación VESA 7,5 x 7,5 cm
- el adaptador VESA 75 (7,5x7,5) VESA 100 (10x10)
- 2 abrazaderas de cable
- Dispositivo deslizante, capacidad de carga de hasta 12 kg
- Brazo plegable, capacidad de carga de hasta 5 kg
 El monitor TFT se puede girar hasta quedar paralelo al canto de la mesa
- Distancia de 105 a 480 mm de ajuste continuo



30. Anexo 30: EWG2 Plantas Eólicas Pequeñas





EWG 2 PLANTAS EÓLICAS PEQUEÑAS



Las plantas eléctricas eólicas de hasta aproximadamente 5 kW de potencia se emplean actualmente para implementar un suministro de corriente descentralizado. Se usan para la alimentación de objetos que no disponen de energía eléctrica central como es el caso de los retransmisores de telefonía móvil ubicados en lugares apartados o las casas de campo. Estas plantas generan tensión continua. La energía se puede almacenar en acumuladores por medio de reguladores de carga. Gracias a los convertidores se pueden generar tensiones continuas que permitan el funcionamiento de los equipos que consumen energía de la red.

La influencia de la velocidad del viento y de la estructura mecánica de la central eólica se puede simular con fidelidad a los detalles con el banco de pruebas de servomotores y el software WindSim. El correspondiente curso multimedia de la serie Interactive Lab Assistant transmite los conocimientos necesarios, soporta los montajes de experimentación interactivos y permite el aprovechamiento asistido por PC de los datos de medición.

Contenidos de aprendizaie:

- Comprensión de la estructura y el funcionamiento de las modernas plantas eléctricas eólicas
- Estudio de los fundamentos físicos: "Del viento a las ondas"





- Aprendizaje de diferentes conceptos relacionados con las plantas eléctricas eólicas
- Estructura y puesta en servicio de un generador de brisas suaves
- Funcionamiento con diferentes velocidades de viento en operación como acumulador
- Almacenamiento de energía, optimización de la planta
- Estructura de una planta configurada en isla para generación de tensión alterna de 230V
- Conocimiento de sistemas híbridos para alimentación autárquica de corriente en función de la fuerza del viento y los fenómenos fotovoltaicos

Descripción del sistema de paneles de experimentación con impresión fotorrealista a color

Los paneles de experimentación son de placas de 5 mm, de lámina prensada, recubiertas por ambas caras con resina de melamina resistente. El color básico de los paneles es RAL7035 (gris claro). El tamaño es uniforme en altura, lo cual corresponde al formato DIN A4 (297mm). Se dispone de tres variantes en lo que respecta a la anchura: 114mm, 228mm ó 456mm. Con el fin de reducir las posibilidades de que se produzcan lesiones, los vértices de los paneles han sido redondeados con un radio de 3 mm. En la parte frontal se integran en negro los símbolos del equipo o bien del circuito correspondiente, en conformidad con las más recientes directrices DIN, pudiendo emplearse también pintura ultravioleta de color, con mayor riqueza de contrastes. En el caso de que sea posible y razonable, la impresión de los paneles frontales se complementa con gráficos a color o fotografías. La pintura ultravioleta mantiene una tonalidad estable incluso si está sometida a la radiación solar. Un procedimiento especial por el que se aplica una capa adicional de laca protectora asegura, por una parte, la robustez y la resistencia a las ralladuras, pero no reduce la transparencia y claridad de la impresión de los paneles frontales. Las conexiones eléctricas salen al exterior a través de casquillos de seguridad de 4mm. La parte posterior está protegida contra contactos por medio de una cubierta de protección.

Para conseguir una mayor claridad didáctica y en conformidad con la norma DIN72551, el bus de alimentación de tensión se ubica en los bordes superior e inferior del panel, lo cual se destaca cromáticamente.

Los paneles pueden insertarse en bastidores especiales de experimentación sin necesidad de usar herramientas. De manera alternativa, para todos los paneles de experimentación con consola existe también la posibilidad de que ésta se pueda emplear directamente tras su emplazamiento sobre una mesa o si se encuentra en el interior de la maleta.



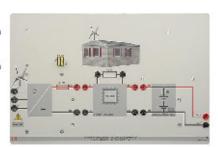


Equipo básico compuesto de:

REGULADOR DE CARGA PARA GENERADOR DE 12V CO3208-3E DE BRISA SUAVE

El regulador de carga ha sido diseñado especialmente para que opere con plantas eléctricas eólicas de pequeña escala. Se encarga de que el acumulador conectado mantenga su carga óptima. En el caso de que el acumulador ya no pueda absorber energía, ésta se disipa por medio de resistencias de carga. De esta manera se asegura que el generador eólico siempre funcione bajo carga y no gire a un número elevado y no permitido de revoluciones. Además del regulador también se han integrado el acumulador y las resistencias de carga. El regulador posee las siguientes propiedades:

- Tensión de batería: 12V
- Corriente de carga y descarga: 20A
- Resistencia de carga: 0,34 ohmios / 300W
- Capacidad del acumulador: 7Ah
- Conexiones: casquillos de seguridad de 4mm
- Dimensiones: 297 x 456 x 105mm (hxbxp)
- Peso: 6,3 kg



GENERADOR SÍNCRONO 12V, CON IMANES PERMANENTES, PLANTA EÓLICA DE BRISA SUAVE

El generador es un componente sincrónico, de excitación permanente, con el mismo diseño que se emplea en las plantas eléctricas eólicas.

- Tensión de circuito abierto: 19V
- Corriente nominal: 10A
- · Revoluciones por minuto: 1000 r.p.m.
- Potencia nominal: 0,3kW
- Dimensiones: 340 x 210 x 210mm (bxhxp)
- Peso: 9kg

SE2673-1M







PANEL DE LÁMPARAS DE 12V

Este panel permite analizar y comparar entre sí lámparas halógenas y de LED. Las fuentes luminosas poseen la misma intensidad y se pueden conectar individualmente. Así se pueden determinar los diferentes niveles de consumo de potencia.

El panel de lámparas posee las características siguientes:

- Lámpara halógena de 25W
- Lámpara de LED de 2W
- Tensión de servicio: 12
- Dimensiones: 297 x 114 x 210 mm (hxbxp)
- Peso: 1,2 kg



CO3208-1J

CO3208-1K

1

1

UNIDAD DE CARGA 1KOHMIO, 500W

Resistencia de carga para módulos y plantas solares. Resistencia utilizable en:

- Reproducción de módulo solar para registro de curvas características y resistencia de carga
- Regulador de carga solar como resistencia de carga
- Inversor de corriente como resistencia de carga La carga para módulo solar posee las siguientes propiedades:
- Resistencia: 0...1kohmio / 500W de ajuste continuo, con devanado escalonado
- Corriente:
 - 0 50ohmios máx, 6A 51 – 200ohmios máx 2A
 - 201- 1kohmios máx 0,6A
- · Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 228 x 160 mm (hxbxp)
- Peso: 4,3 kg

INVERSOR AISLADO 230V, 275A



CO3208-1F





Para que los aparatos eléctricos comunes en el comercio puedan funcionar alimentados por la planta solar configurada en isla, la tensión continua generada se debe convertir en tensión alterna. El panel consta de un inversor aislado que genera una tensión de salida de 230 V c.a. a partir de una tensión de entrada de 12 V c.c. El inversor posee una protección contra descarga total por lo que se puede conectar directamente al acumulador de plomo.

El inversor en isla posee las siguientes propiedades:

- Conmutador on/off
- Indicación del estado de servicio por medio de LED
- Emisor de señales acústicas de advertencia y alarma
- Tensión de salida: senoidal 230V +/- 5%
- Potencia: 275VA
- Coeficiente de rendimiento: 93%
- Funciones de protección:
 - · Desconexión ante sobretensión en la batería
 - Protección contra temperaturas excesivas y sobrecargas
 - · Protección contra cortocircuitos
 - Protección contra polarización inversa
- Tomacorriente con puesta a tierra
- Conexiones: casquillos de seguridad de 4 mm
- Dimensiones: 297 x 228 x 145 mm (hxbxp)
- Peso: 3,1 kg

CO3208-1L

1



PANEL DE LÁMPARAS DE 230V

El panel de lámparas permite el análisis y la comparación entre bombillas, lámparas de bajo consumo y de LED. Las fuentes luminosas alumbran con la misma intensidad y las tres se pueden conectar individualmente. Así se pueden determinar los diferentes niveles de consumo de potencia. El panel de lámparas posee las características siguientes:

- Bombilla de 25W
- Lámpara de bajo consumo de 4W
- Lámpara de LED de 4W
- Tensión de servicio: 230V/ 50/60Hz
- 3 portalámparas E27
- Dimensiones: 297 x 114 x 210 mm (hxbxp)
- Peso: 1,8 kg





EOUIPO DE PRUEBAS DE MÁQUINAS CON SISTEMA DE SERVO FRENO

BANCO DE PRUEBAS SERVO PARA MÁQUINAS DE CO3636-6V 0,3KW Y SOFTWARE ACTIVESERVO (D,GB,F,E)

El banco de pruebas de servomáquinas es un completo sistema de verificación para el análisis de máquinas eléctricas y accionamientos. Se compone de una unidad de control digital, un freno y del software AktiveServo. El sistema conjuga la más moderna tecnología con un servicio sencillo.

Además, con el sistema se pueden realizar operaciones manuales y automáticas de sincronización.

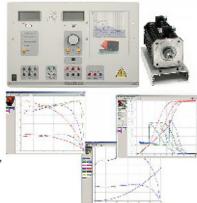
La unidad de control brinda las siguientes prestaciones:

- Operación dinámica y estática en cuatro cuadrantes
- 10 modos de operación seleccionables / modelos de máquinas de trabajo (control de pares de giro, de velocidad de giro, masa volante, accionamiento elevador, enrrollador / calandria, ventilador, compresor, accionamiento de bobina, carga de definición libre en función del tiempo, sincronización de red manual y automática)
- Amplificador de medida integrado, con aislamiento galvánico, para mediciones de corriente y tensión
- Display de velocidad de giro y par
- Monitor de cuatro cuadrantes
- Interfaz USB
- Control térmico de la máquina de prueba
- Comprobación de la presencia de la cubierta de eje
- Tensión de conexión: 320...528V, 45...65Hz
- Potencia máxima de salida: 4kVA
- Dimensiones: 297 x 460 x 420mm (hxbxp)
- Peso: 13,3kg

El freno conforma una unidad de servofreno asíncrono, autorrefrigerado, con resolvedor.

La conexión de cables del motor y el sensor se realiza por medio de un conector insertable a prueba de polarización inversa. La máquina posee control térmico y conforma con la unidad de control un sistema de accionamiento y de freno libre de deriva y que no necesita calibración.

- Máxima velocidad de giro: 4000min-1
- Máximo par de giro 10Nm
- Control de temperatura: sensor continuo de temperatura (KTY)
- Resolución del resolvedor: 65536 impulsos por revolución







- Dimensiones: 275 x 210 x 210mm (hxbxp)
- Peso: 6kg

ActiveServo es un programa para el registro de características de máquinas y para la determinación estática y dinámica del punto de operación. Se pueden ajustar y parametrizar 7 máquinas de carga diferentes (masa volante, bomba, calandria, accionamiento elevador, compresor, accionamiento de bobina, carga de parametrización libre en función del tiempo). Particularidades:

- Medición, cálculo y representación gráfica de las magnitudes mecánicas y eléctricas
- (Velocidad de giro, par, potencia mecánica, corriente, tensión, potencias activa, reactiva y aparente, eficiencia, factor de potencia)
- Representación simultánea de las magnitudes medidas y las calculadas (por ejemplo, visualización directa de la eficiencia)
- Medición de corriente y tensión (como valor eficaz, incluso para magnitudes no sinusoidales)
- Operación con control automático de velocidad de giro y de par
- Registro de magnitudes en el tiempo
- Valores límite predefinidos de velocidad o de par de giro para evitar que actúen cargas no permitidas sobre el objeto de prueba
- Operación en los cuatro cuadrantes (visualización del par generador)
- Funciones de rampa de definición libre para la ejecución de experimentos de carga controlados por PC
- Representación de características de varios experimentos para ilustrar las modificaciones de parámetros
- Exportación de gráficos y de valores medidos
- Versión de 32 bits para Windows

MANGUITO DE ACOPLAMIENTO 0,3KW

SE2662-2A

Manguito de goma para acoplamiento de dos máquinas Posibilita un montaje rápido y seguro

- Modelo con corona dentada interna
- Material: caucho (Neopren)
- Medidas: 40 x 45mm (longitud x diámetro)
- Peso: 0,1kg







CUBIERTA DE ACOPLAMIENTO TRANSPARENTE 0,1/0,3KW

SE2662-7B 1

Cubierta de plástico, insertable, como protección contra contacto para el acoplamiento giratorio de dos máquinas acopladas

Material: makrolon claro con conector de función

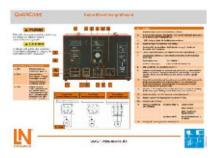
- Dimensiones: 115 x 90 x 60mm (hxbxp)
- Peso: 0,1kg



QUICKCHART BANCO DE PRUEBA DE SERVO PARA SO6200-7D MOTORES - INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO (D)

Documentación breve para una rápida puesta en marcha de aparatos y montajes de experimentación complejos.

- Asignación de conexiones, notas de seguridad, ayuda
- Diagrama de circuito o de montaje
- Impresión a color en formato DINA3
- Laminado: 2x250µm



1

MANUALES

ILA: ASSISESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE SO2800-3C LOS AEROGENERADORES PEQUEÑOS

El manual de experimentación es un curso compatible con el asistente Interactive Lab. Este curso multimedia nos lleva paso a paso a través de la temática que aborda la estructura y el funcionamiento de las plantas eléctricas eólicas en pequeña escala. Los principios físicos se transmiten por medio de animaciones de fácil comprensión. Junto con los instrumentos virtuales, el asistente Interactive Lab conforma un entorno cómodo de experimentación.

Particularidades:

- Montajes de experimentación interactivos
- Los valores medidos y los gráficos se pueden almacenar en las instrucciones de experimentación arrastrándolos y soltándolos con el ratón
- Los instrumentos virtuales se pueden iniciar



1





directamente desde las páginas de las instrucciones de experimentación

- Preguntas con comentarios y lógica de evaluación para controlar el nivel de conocimientos
- Documento que permite una cómoda impresión de las instrucciones de experimentación con las soluciones
- CD-ROM con el navegador Labsoft, software del curso e instrumentos virtuales

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

MULTÍMETRO ANALÓGICO/DIGITAL, VATÍMETRO Y CO5127-1Z MEDIDOR DE FACTOR DE POTENCIA, SOFTW.

Las áreas de máquinas eléctricas, electrónica de potencia y tecnología de accionamientos plantean elevadas exigencias a los instrumentos de medición. Además de una alta protección contra sobrecargas, el registro de los valores medidos debe realizarse independientemente de la forma de curva. El instrumento de medición universal está concebido especialmente para estas exigencias. Sustituye, al mismo tiempo, hasta 4 diferentes aparatos de medición: es amperímetro, voltímetro, vatímetro y medidor del ángulo de fase al mismo tiempo. El display gráfico permite su utilización tanto en experimentos de estudiantes como en experimentos de demostración. El software VI-Starter, incluido en el suministro, permite la visualización en el PC de las magnitudes medidas.

- Medición simultánea, independiente de la forma de curva, de la tensión y la corriente (máx. 600 V, 20 A) (medición de tensiones sincrónicas)
- Cálculo de potencia activa, reactiva y aparente, y del factor de potencia
- Medición del valor eficaz total (RMS-AC+DC); valor eficaz de corriente alterna (RMS-AC) y valor medio aritmético (AV-AC+DC)
- Eléctricamente indestructible hasta 20 A/600 V
- Display gráfico de gran tamaño, rico en contrastes, con iluminación de fondo (5,7")
- Visualización grande o visualización de hasta 4 valores medidos
- Visualización digital o casi analógica
- Interfaz USB
- Resistencia interna: circuito de medición de corriente 10mOhm, circuito de medición de tensión 10MOhm
- Rangos de tensión: 30; 300; 600V
- Rangos de corriente: 1; 10; 20A
- Precisión de medida: 2%







- Selección automática o manual del rango de medición
- Instrumento de medición de demostración para servicio en la red
- Tensión de servicio: 230V, 50Hz
- Dimensiones: 297 x 228 x 140mm (hxbxp)
- Peso: 2kg

Con el software VI-Starter se pueden representar en el ordenador todas las magnitudes medidas. Se pueden abrir hasta 17 vistas diferentes.

- Representación de oscilogramas de tensión, corriente y potencia
- Contador para la visualización de la potencia consumida y la entregada
- Logger de datos para 14 magnitudes de medida diferentes
- Exportación de los datos del Logger
- Trazador de curvas características
- Controlador Labview y ejemplos como parte del suministro
- · Versión de 32 bits para Windows

ACCESORIOS

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO CON DERIVACIÓN

- Máxima corriente constante: 24A
- Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V

H

SO5126-9R

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO

- Máxima corriente constante: 24A
- Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V



SO5126-9Y

20

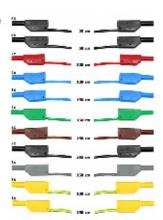




JUEGO DE CABLES DE MEDICIÓN DE SEGURIDAD SO5148-1L 4MM (23 PZ)

Cables de medición de seguridad con conector macho de 4mm, de colores, aislamiento de PVC, alta flexibilidad Cada juego se compone de:

- 4 x 25cm de longitud, negro
- 4 x 50cm de longitud, negro
- 2 x 100cm de longitud, azules
- 2 x 100cm de longitud, rojos
- 1 x 100cm de longitud, verde/amarillo
- 1 x 150cm de longitud, azul
- 1 x 150cm de longitud, verde/amarillo
- 2 x 150cm de longitud, verde/amarillos
- 2 x 150cm de longitud, marrón
- 2 x 150cm de longitud, negro
- 2 x 150cm de longitud, gris



BANCO MÓVIL DE EXPERIMENTACIÓN, PERFIL DE ST7200-3A AL., 3 NIV., 4 TOMAS,1250X750X1955MM

Banco de experimentación y demostración móvil, de alta calidad, de la serie SybaPro, con patas de mesa de perfil de aluminio, compatible con todos los componentes de montaje y ampliación del sistema SybaPro.

El banco móvil de experimentación se suministra como equipo modular cuyo montaje corre a cargo del propio cliente.

Tablero de mesa:

- Tablero de mesa de 30 mm, de varias láminas de viruta fina de alta compresión, en conformidad con la norma DIN EN 438-1
- Color gris RAL 7035, con cubierta laminada de 0,8mm por ambas caras (Resopal), de estructura simple, acorde con la norma DIN 16926
- Resistente a una gran cantidad de sustancias químicas y reactivos, tales como los ácidos y las bases diluidos.
- Însensible al calor, por ejemplo, al estaño líquido de soldadura así como al calentamiento puntual producido por pistolas de soldar o brasas de cigarrillo.
- Borde del tablero de mesa con cantos de protección macizos, a prueba de golpes, de plástico de 3mm de espesor, con teñido de penetración de color RAL 7047.







- Revestimiento y cubrecantos sin PVC.
- Alimentación de tensión por medio de regleta de tomacorrientes quíntuple, montada en la parte inferior del tablero de mesa, cable de 2 m y enchufe con protección de puesta a tierra

Armazón:

- 2 perfiles de aluminio extruido con ranuras múltiples, 1800 x 120 x 40mm (bxhxp)
- 8 ranuras de igual tamaño en el perfil extruido de aluminio (3 en cada lado y 1 en cada extremo)
- Ranuras para la inserción de soportes de norma industrial
- 4 perfiles de aluminio en H, de 1150mm, para emplazamiento de 3 niveles de paneles de experimentación DIN A4
- Espacio libre para integración de un canal de alimentación de energía
- Patas de mesa de tubo rectangular con 4 ruedas dobles dirigibles, 2 de ellas frenadas
- Marco de mesa de combinación estable y continua de tubos rectangulares
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80 µm, color RAL 7047

Dimensiones:

- Altura del tablero de mesa: 760 mm
- 1250 x 1955 x 760mm (bxhxp)

SOPORTE DE PC PARA BANCO DE EXPERIMENTACIÓN SYBAPRO, ALTURA Y ANCHURA AJUSTABLE

Soporte de PC para mesa de laboratorio de la serie SybaPRO de chapa de acero perforada de 1,5mm, para montaje en perfil de aluminio.

- Montaje altura ajustable
- Anchura regulable (160 255mm)
- · Montable a la izquierda o a la derecha
- Incluye material de montaje (4 tornillos, 4 tuercas en ranura)
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80µm, color RAL 7047



1

ST7200-5A





SOPORTE PANTALLA PLANA HASTA 5KG, FIJACIÓN ST8010-4L EN PERFIL DE ALUMINIO VESA 75/100

Soporte pivotante de monitor para montaje en perfiles de aluminio del sistema SybaPRO. Permite posicionar óptimamente el monitor para trabajar y experimentar sin fatiga.

- Brazo plegable con articulación doble
- Cierre rápido para ajuste de altura continuo en el perfil de aluminio extruido
- Fijación VESA 7,5 x 7,5 cm
- el adaptador VESA 75 (7,5x7,5) VESA 100 (10x10)
- 2 abrazaderas de cable
- Dispositivo deslizante, capacidad de carga de hasta 12 kg
- Brazo plegable, capacidad de carga de hasta 5 kg
- El monitor TFT se puede girar hasta quedar paralelo al canto de la mesa
- Distancia de 105 a 480 mm de ajuste continuo



1

1

Pequeña planta eólica para exteriores y presentaciones

Contenidos de aprendizaje:

- Comprensión de la estructura y el funcionamiento de los pequeñas centrales eólicas modernas
- Estructura, puesta en marcha y servicio de una pequeña central eléctrica eólica real
- Estudio de los fundamentos físicos: "Del viento a las ondas"
- Estructura y puesta en servicio de un aerogenerador pequeño
- · Funcionamiento en exteriores

PEQUEÑA CENTRAL ELÉCTRICA EÓLICA DE 370W, CO3208-3F INCLUIDO POSTE DE DEMOSTRACIÓN

La pequeña central eléctrica eólica es útil para realizar demostraciones en el laboratorio al igual que en exteriores. El generador sincrónico integrado, de excitación constante, suministra una tensión continua que se puede almacenar en un acumulador. Las palas del rotor poseen una inclinación similar a la que se presenta en las plantas eólicas de gran tamaño.

La pequeña central eléctrica eólica posee las siguientes propiedades:

- Potencia: 370W
- Velocidad nominal del viento: 12,5m/s
- Diámetro del rotor: 1,2m
- La regulación de las palas del rotor depende de la velocidad del viento
- · Generador de excitación permanente, trifásico, con







rectificador

- Poste de demostración con base, material: V2A
- Altura del buje del aerogenerador pequeño: 1,5m
- Peso: 18,3kg

JUEGO DE POSTE PARA PEQUEÑA CENTRAL ELÉCTRICA EÓLICA

CO3208-3G

1

El juego de poste permite el empleo de la central eléctrica en exteriores. Contiene una prolongación de poste, cuerda de tensar, tensores y anclaje de suelo. Si se emplea este juego, la altura del buje del aerogenerador llega a 3m. El set contiene los siguientes componentes:

- Prolongación de poste de 1,5m con ojales para tensar, material: VA
- 3 cuerdas tensoras de 3mm de diámetro, material: acero
- 3 sujetadores de cuerdas
- 3 anclajes de suelo
- Peso: 8,3kg



31. Anexo 31: EEEC: Equipo de energía eólica controlado por computador



DESCRIPCIÓN -

"EEE" es un equipo, a escala de laboratorio, diseñado para estudiar la energía eólica y la influencia de diferentes factores en la generación de este tipo de energía.

Básicamente está compuesto por:

- Túnel.
- Aerogenerador.
- Ventiladoraxial.
- Regulador para Cargas y Batería.
- Cargador auxiliar de batería.
- Batería.
- Módulo de Cargas de CC.
- Sensores (temperatura, velocidad).
- Medidor de corriente/Medidor de voltaje.
- Consola Electrónica.

Un ventilador axial introduce aire en el túnel. Un sensor no permite medir la velocidad del aire.

Es posible conocer los valores de tensión y corriente dados por el aero generador, medidos <u>antes y después del regulador.</u>

Podemos medir, mediante un sensor, la velocidad rotacional del aerogenerador (r.p.m.).

Hay un sensor de temperatura antes del rotor, con el propósito de obtener la temperatura para el cálculo de la densidad.

Opcional (NO incluido en el suministro estándar):

- EE-KIT. Kit de Conversión y Simulación de Consumo (CA):

Inversor mono fásico.

Módulo de Cargas de CA:

Lámparas de 220V-240V, 50-60Hz, 15W; Ventilador de 230V; y Selector de 4 Posiciones.

Sensores de voltaje, corriente y potencia CA. - EE-KIT2. Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica.



moo.nodiba.www Página 2

ESPECIFICACIONES =

Estructura de aluminio ano dizado y paneles en acero pintado (pintura epoxy).

Principa les elementos metálicos en acero i noxidable.

Diagrama en el panel frontal con distribución similar a la de los elementos en el equipo real.

Túnel de acero inoxidable de 2000 x 550 x 550 mm. a prox., que incluye dos ventanas transparentes de 1100 x 200 mm. a prox.

Aero genera dor de 6 pa las, potencia: 60W, diá metro del aerogenera dor: 51 0mm.:

Velocidad del aire al inicio: 2,0 m/s.

Max. potencia 60W (25,7 m/s.).

Ventilador axial con variación de velocidad para la simulación del viento.

2800 r.p.m.

Potencia: 0,37kW. Caudal: 5700 m³/h.

Regulador para Cargas y Batería:

Regulación de Carga.

Regulación PWM 30Hz.

Carga escalonada.

Carga rápida.

Carga de flotación.

Desconexión porbaja tensión ymensajes de advertencia.

Reconexión.

Desconexión por alta tensión.

Protección contra altas temperaturas.

Protección contra alta tensión en las baterías.

Protección contra la sobrecarga de corriente en el módulo y en la carga.

Protección contra el flujo de corriente inversa.

Cargador auxiliar de batería de 12Vcc.

Batería:

Batería de ciclo profundo de carga. Placas con materia les activos de alta densi dad. 24 Amp/hora. 12 Vcc.

Módulo de Cargas de CC:

Caja metálica.

Diagrama en el panel frontal.

Lámparas CC de 12Vcc.

Motor CC de 24-36Vcc.

Reostato de 300W.

Selector de 4 posiciones.

Sensor de temperatura (tipo "J").

Sensor de velocidad del aire.

Sensor de velocidad (aerogenera dor).

Medid or de volta je.

Medid or de corriente.

Consola Electrónica:

Caja metálica.

Conexión para el sensor de temperatura.

Display digital para el sensor de temperatura.

Display digital para el sensor de velocidad.

Display del medid or de volta je.

Display del medid or de corriente.

Regulador de velocidad del ventila dor.

Cables y Accesorios, para un funcionamiento normal.

Manuales:

Este equipo se suministra con varios manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Puesta en marcha, Seguidad, Mantenimiento y manual de Prácticas.

Continúa... www.edibon.com

Opcional

EE-KIT. Kit de Conversión y Simulación de Consumo (CA):

Inversor mono fásico:

Monofásico.

Tecnología de cambio de modo de 25 kHz.

Potencia de arranque de un 200%.

Protección de cortocircuito.

Protección de sobretemperatura.

Protección de sobrecarga.

Indicador LED del estado de operación.

Interruptor trasero de conexión/desconexión.

Módu lo de Cargas de CA:

Caja m etálica.

Diagrama en el panel frontal.

Vertilador de 230V.

Lámparas de 220V - 240V., 50-60 Hz., 15W.

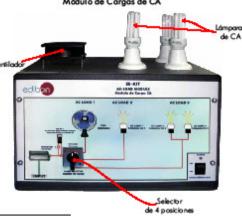
Conexión independiente de cada carga con ayuda del Selector de 4 Posiciones:

- Con el selector de cargas en posición 1, el inversor funciona sin carga.
- Con el selector de cargas en posición 2, se conecta el motor del ventilador.
- Con el selector de cargas en posición 3, se conecta una lámpara de CA.
- Con el selector de cargas en posición 4, se conectan dos lámparas de CA en paralelo.

· Sensores de voltaje, corriente y potencia CA.

Inversor AC

Módulo de Cargas de CA



EE-KIT2. Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica:

Un inversor usado para la conversión e inyección a la red eléctrica de la potencia generada a través de una fuente de energía renovable simulada. La fuente simulada se trata de un simulador para la generación de energía para obtener una potencia variable para la inyección a la red.

El modo de operación es mostrado mediante un LED indicador en el frontal del equipo.

Está equipado con una serie de medidas de seguridad que garantizan que se apagará tan pronto como el enchufe de CA sea desconectado de la pared o de la red pública en una operación errónea.

El inversor puede ser conectado al PC mediante comunicación RS232 para visualizar parámetros tales como tensión y corriente de entrada, voltaje y frecuencia principales, potencia máxima CA, Kwh, etc.

Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica:

Entrada (CC):

Potencia nominal @ 25°C: 535W. Potencia máxima @ 25°C: 600W. Potencia PV: 160-700 Wp. Voltaje MPP: 40-125VCC. Voltaje máximo: 155VCC.

Corriente nominal: 8 A. Salida (CA):

Voltaje: 85% ~ 110% Un (195-253 V).

Potencia nominal: 525W.

Corriente máxima/fusible: 2,25A/3,15A.

Frecuencia: 49,5 ~ 50,5 Hz.

Simulador de Generación de Eneraía.



Página 4 www.edbon.com

EJERCICIOS Y POSIBILIDADES PRÁCTICAS =

Algunas Posibilidades Prácticas del Equipo:

- Estudio del funcionamiento del aerogenerador en función de la variación de la velocidad del viento.
- 2.- Variación del ángulo de incidencia.
- 3.- Influencia de la variación de carga en el aerogenerador.
- 4.- Estudio de la tensión, potencia y corriente.
- 5.- Estudio de V, I, W en función de diferentes cargas.
- 6.- Determinación experimental de la eficiencia.
- 7.- Medida de la energía eólica.
- 8. Familiarización con los parámetros del regulador.

- Estudio de la potencia generada por el aerogenerador dependiendo de la velocidad del viento.
- Estudio de la potencia generada por el aerogenerador dependiendo del ángulo de incidencia del aire.
- 11.- Conexión de cargas a tensión confinua.

Prácticas para ser realizadas con el KIT OPCIONAL "EE-KIT":

12.- Conexión de cargas a tensión alterna de 220V.

Prácticas para ser realizadas con el KIT OPCIONAL "EE-KIT2":

13.- Estudio del inversor con conexión a la red eléctrica.

SERVICIOS REQUERIDOS

Suministro eléctrico: monofásico, 220V/50Hz o 110V/60Hz., 5kVA.

DIMENSIONES Y PESOS =

EEE:

Equipo: -Dimensiones: 2300x630x1080 mm. aprox.

-Peso: 120Kg. aprox.

Consola Electrónica: -Dimensiones: 490 x 330 x 310 mm. aprox.

-Peso:15 Kg. aprox.

OPCIONAL =

- EE-KIT. Kit de Conversión y Simulación de Consumo (CA):

Inversor monofásico.

Módulo de Cargas de CA:

Lámparas de 220V-240V, 50-60Hz, 15W; Ventilador de 230V; y Selector de 4 Posiciones.

Sensores de voltaje, corriente y potencia CA.

- EE-KIT2. Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica:

Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica.

Simulador de Generación de Energía.

VERSIONES DISPONIBLES -

Ofrecido en este catálogo:

EEE. Equipo de Energía Eólica.

Ofrecido en atro catálogo:

EEEC. Equipo de Energía Eólica, Controlado desde Computador (PC).

★ Específicaciones sujetas a cambio sin previo aviso, debido a la conveniencia de mejoras del producto.



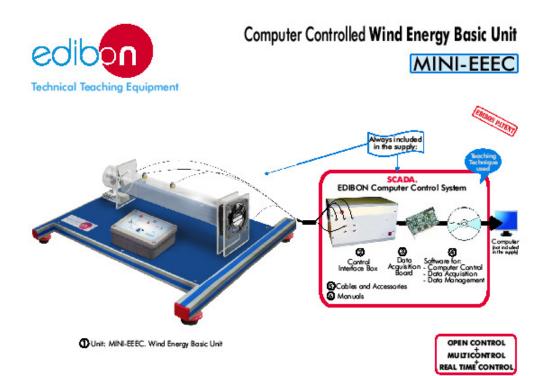
C/ Del Agua, 14. Palígono industrial San José de Valderas. 289 18 LE GANÉS. (Madrid). ESPAÑA. TL: 34-91-6199363 FAX: 34-91-6198647 E-mail: edibon@edibon.com WEB site: www.edibon.com

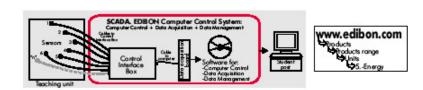
Edición: ED01/10 Fecha: Octubre/2010

REPRESENTANTE:

Página 5

32. Anexo 32: MINI-EEC: Equipo Básico de energía eólica





DESCRIPTION

MINI-EEEC is a small-scale unit designed to study the eolicenergy and the influence of some factors on this generation.

A fan introduces air in the tunnel. An air speed sensor measures air speed.

It is possible to know, in real time, the value of voltage, current and power given by aero generator.

The rotational speed of the aerogenerator (r.p.m.) can be measured.

This Computer Controlled Unit is supplied with the EDIBON Computer Control System (SCADA), including: Control interface Box + Data Acquisition Board + Computer Control and Data Acquisition Software, for controlling the process and the parameters involved.









SPECIFICATIONS =

Items supplied as standard

MINI-EEEC. Unit:

Bench-top unit.

Anodized aluminium structure and panels in painted steel (epoxy paint).

Main metal licelements in stainless steel.

Diagram in the front panel with similar distribution to the elements in the real unit.

Transparent tunnel.

Aerogenerator.

Set of blades.

Angle of incidence variation.

Fan with speed variation for the wind simulation, computer controlle

DC loads module with a variable load and a fixed load:

-Potentiometer. -LEDs.

Sensors

Airspeed sensor.

Speed sensor (aerogenerator).

Voltage, current and powersensors

MINI-EEEC/CIB. Control Interface Box:

Control interface box with process diagram in the front panel and with the same distribution that the different elements located in the unit, for an easy understanding by the student.

All sensors, with their respective signals, are properly manipulated from -10V. to +10V computer output.

Sensors connectors in the interface have different pines numbers (from 2 to 16), to avoid connection errors. Single cable between the control interface box and computer.

The unit control elements are permanently computer controlled, without necessity of changes or connections during the whole process test procedure.

Simultaneously visualization in the computer of all parameters involved in the process.

Calibration of all sensors involved in the process.

Real time curves representation about system responses. Storage of all the process data and results in a file. Graphic representation, in real time, of all the process/system responses

All the actuators' values can be changed at any time from the keyboard allowing the analysis about curves and responses of the whole process.

All the actuators and sensors values and their responses are placed in only one computer screen.

Shield and filtered signals to avoid external interferences.

Real time computer control with flexibility of modifications from the computer keyboard of the parameters, at any moment during the process. Real time computer control for pumps, compressors, resistances, control valves, etc.

Open control allowing modifications, at any time and in a real time, of parameters involved in the process simultaneous ly.

Three safety levels, one mechanical in the unit, other electronic in control interface and the third one in the control software.

D DAB. Data Acquisition Board:

PCI Data acquisition board (National Instruments) to be placed in a computer slot. Bus PCI.

Analog input: Channels = 16 single-ended or 8 differential. Resolution = 16 bits, 1 in 65536.

Sampling rate up to: 250 KS/s (Kilo samples per second). Input range (V)=±10V. Data transfers = DMA, interrupts, programmed I/O. Number of DMA channels = 6.

Analog output: Channels = 2. Resolution = 16 bits, 1 in 65536. Maximum output rate up to: 833 KS/s. Output range (V)=±10V. Data transfers= DMA, interrupts, programmed I/O.

Digital Input/Output: Channels=24 inputs/outputs. D0 or DISample Clock frequency: 0 to 1 MHz. Timing: Counter/timers=2. Resolution: Counter/timers: 32 bits.

MINI-EEEC/CCSOF. Computer Control + Data Acquisition + Data Management Software:

Compatible with actual Windows operating systems. Graphic and intuitive simulation of the process in screen. Compatible with the industry standards.

Registration and visualization of all process variables in an automatic and simultaneously way.

Flexible, open and multicontrol software, developed with actual windows graphic systems, acting simultaneously on all process parameters.

Management, processing, comparison and storage of data.

Sampling velocity up to 250,000 data per second guaranteed.

Calibration system for the sensors involved in the process.

It allows the registration of the alarms state and the graphic representation in real time.

Comparative analysis of the obtained data, after the process and modification of the conditions during the

passwords to facilitate the teacher's control on the student, and allowing the access at different work levels. Open software, allowing to the teacher to modify texts, instructions. Teacher's and student's

This unit allows that the 30 students of the classroom can visualize simultaneously all results and manipulation of the unit, during the process, by using a projector.

Cables and Accessories, for normal operation.

Manuals:

This unit is supplied with 8 manuals: Required Services, Assembly and Installation, Interface and Control

Software, Starting-up, Safety, Maintenance, Calibration & Practices Manuals.

References 1 to 6: MINI-EEEC + MINI-EEEC/CIB + DAB + MINI-EEEC/CCSOF + Cables and Accessories + Manuals are included in the minimum supply, enabling a normal operation. Continue. Page 2



MINI-EEEC. Unit

MINI-EE EC/CIB





MINI-EEEC/CCSOF

moo.nodibe.www

Complementary items to the standard supply

PLC. Industrial Control using PLC (7 and 8):

PLC-PI. PLC Module:

Grout diagram in the front panel.

Front panel:

rom pane:

Digital inputs (X) and Digital outputs (Y) block:

16 Digital inputs, activated by switches and 16 LEDs for confirmation (red).

14 Digital outputs (through SCSI connector) with 14 LEDs for message (green).

Analog inputs block:

16 Analog inputs (-10V, to +10V) (through SCSI connector).

Analog outputs block:

4 Analog outputs (-10V. to + 10V) (through SCSI connector).

Touch screen: High visibility and multiple functions.

Displayofa highly visible status.

Redpefunction. Bargraphfunction.

Flow display function. Alarm list.

Multi language function.

True type fonts.

Back panel:

Power supply connector. Fuse 2A.

RS-232 connector to PC. USB2.0 connector to PC.

Inside:

Power supply outputs: 24 Vdc, 12 Vdc, -12 Vdc, 12 Vdc variable. Panasonic PLC:

High-speed scan of 0.32 usec, for a basic instruction.

Program capacity of 32 Ksteps, with a sufficient comment area. Free input AC voltage (100 to 240 V AC).

DC input:16 (24 V DC).

Relayoutput: 14 (250 VA AC/2 A). High-speed counter.

Multi-paint PID control.

Digital inputs/outputs and analog inputs/outputs Panasonic modules.

Communication RS232 wire, to computer (PC).

MINI-EEEC/PLC-SOF. PLC Control Software:

For this particular unit, always included with PLC supply.

Items available on request

- MINI-EEEC/CAL. Computer Aided Learning Software (Results Calculation and Analysis).
- @ MINI-EEEC/FSS. Faults Simulation System.



PLC-PI

www.adibon.com Page 3

EXERCISES AND PRACTICAL POSSIBILITIES

Some Practical Possibilities of the Unit:

- Study of the aerogenerator operation in function of the wind speed variation.
- 2.- Angle of incidence variation.
- 3.- Load variation influence on the aerogenerator.
- 4.- Study of the voltage, power and current.
- 5.- Study of V.I., Win function of different loads.
- 6.- Efficiency experimental determination.
- 7.- Wind energy measurement.
- Study of the power generated by the aerogenerator depending on the wind speed.
- Study of the power generated by the aerogenerator depending on the air incident angle.
- 10.- Connection of loads to direct voltage.
- 11.- Study of the charging of the battery with the aerogenerator.
- 12.- Study of the discharging of the battery with the loads.

Other possible practices:

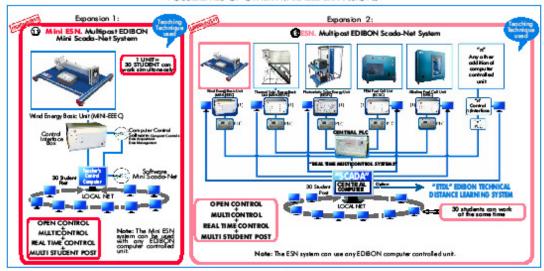
13.- Sensors calibration.

Practices to be done by PLC Module (PLC-PI)+PLC Control Software:

- 14.- Control of the MINI-EEEC unit process through the control interface box without computer.
- Visualization of all the sensors values used in the MINI-EEEC unit process.

- 16.- Calibration of all sensors included in the MINI-EEEC unit process.
- 17.- Hand on of all the actuators involved in the MINI-EEE Cunit process.
- Realization of different experiments, in automatic way, without having in front the unit. (This experiment can be decided previously).
- Simulation of outside actions, in the cases do not exist hardware elements (Example: test of complementary tanks, complementary industrial environment to the process to be studied, etc).
- 20.- PLC hardware general use and manipulation.
- 21.- PLC process application for the MINI-EEEC unit.
- 22.- PLC structure.
- 23.- PLC inputs and outputs configuration.
- 24.- PLC configuration possibilities.
- 25.- PLC program languages.
- 26.- PLC different programming standard languages.
- 27.- New configuration and development of new process.
- 28.- Hand on an established process.
- To visualize and see the results and to make comparisons with the MINI-EEE Cunit process.
- 30.- Possibility of creating new process in relation with the MINI-EEEC unit.
- 31.- PLC Programming Exercises.
- Own PLC applications in accordance with teacher and student requirements.

POSSIBILITIES OF OTHER AVAILABLE EXPANSIONS



ORDER INFORMATION -

Items supplied as standard

Minimum configuration for normal operation includes:

- Unit: MINI-EEEC. Wind Energy Basic Unit.
- MINI-EEEC/CIB.Control Interface Box.
- DAB. Data Acquisition Board.
- MINI-EEEC/C CSOF Computer Control + Data Acquisition + Data Management Software.
- Cables and Accessories, for normal operation.
- Manuals.
- IMPORTANT: Under MINI-EEEC we always supply all the elements for immediate running as 1, 2, 3, 4, 5 and 6.

Complementary items to the standard supply

PLC. Industrial Control using PLC (7 and 8):

- PCL-PI.PLC Module.
- MINI-EEEC/PLC-SOF.PLC Control Software.
- MINI-EEEC/CAL. Computer Aided Learning Software (Results Calculation and Analysis). (Available on request).
- MINI-EEEC/FSS. Faults Simulation System. (Available on request).

Expansions

- Mini ESN. Multipost EDIBON Mini Scada-Net System.
- **G**ESN. Multipost EDIBON Scada Net System.

Page 4 www.edibon.com

REQUIRED SERVICES

- Electrical supply: single phase, 220V/50Hzor 110/60Hz.

- Computer (PC).

DIMENSIONS & WEIGHTS

MINI-EEEC. Unit: -Dimensions: 600 x 400 x 300 mm. approx.

-Weight: 20 Kg. approx.

Control Interface Box: -Dimensions: 490 x 330 x 310 mm. approx.

-Weight: 10 Kg. approx.

PLC Module (PLC-PI): -Dimensions: 490 x 330 x 310 mm. approx.

-Weight: 30 Kg. approx.

OTHER AVAILABLE VERSIONS

-MINI-EEE. Wind Energy Basic Unit.

-EEEC. Computer Controlled Wind Energy Unit.

-EEE. Wind Energy Unit.

 $\textcolor{red}{*} \textit{Specifications subject to change without previous natice, due to the convenience of improvements of the product.}$



C/Del Agua , 14. Polígono Industrial San José de Valderas. 289 18 LEGANÉS (Madrid) SPAIN. Phone: 34-91-6199363 FAX: 34-91-6198647 E-mail: ediban@ediban.com WEB ste: www.ediban.com

laue: ED01/10 Date: September/2010 REPRESENTATIVE:

Page 5

33. Anexo 33: Sistema de Entrenamiento Solar y eólico Modelo 46120-00



Solar/Wind Energy Training System Model 46120-00

Lab-Volt Systems, Inc. is proud to lead the way in offering new hands-on training systems in Alternative, Renewable, and Sustainable Energy Technology.

The Solar/Wind Energy Training System is our initial offering in this series and includes state-of-the-art components and curricu-

lum. Lab-Volt's Alternative Energy training programs are not only for those who can make a difference to-day, but also for those who will shape the future of these technologies.

Renewable energy is derived from regenerative resources that are naturally replenished, such as sunlight and wind. The prime source of renewable energy comes from the sun via solar radiation. Solar energy can generate electricity in many ways, including using photovoltaic (PV) cells and concentrated solar engines. Wind energy can generate electricity using turbines and generators.

The Solar/Wind Energy Training System forms a complete hybrid energy training system. This program demonstrates how wind turbines and solar cells are being used in the consumer and industrial markets to supplement the world's power needs. The program explores solar and wind as energy sources that can be used to help reduce dependence on non-renewable fuel sources. Students gain a global perspective when they understand the economics, efficiency, and low environmental impact of producing energy from non-polluting, renewable sources.

Solar/Wind Energy Training System includes:

- · 85W Photovoltaic Solar Module
- · 400W Wind Turbine Generator
- 50A Stop Switch
- · 30A PWM Solar Charge Controller
- · 35A Diversion Load Controller
- · 600W Resistive Dump Load
- Digital Multimeter (DMM)
- Power/Usage Monitor
- Three Analog 30A DC Ammeters
- · Two 120V AC Watt-Hour (kWh) Meters
- Battery: 12V DC, 110Ah Sealed Lead-Acid AGM Storage Battery
- 1kW DC-to-AC Sinusoidal Power Inverter
- · Four Battery Disconnect Switches with Keys
- · Lockout/Tagout Module with Hasp

- 120V AC Circuit Breaker Box with Two 30A and Two 15A Resettable Circuit Breakers
- . Three 12V DC, 50A Circuit Breakers
- Three 120V AC/12V DC, 15A Duplex Outlets
- · 120V AC, 15A Duplex Outlet
- · Four 120V AC/12V DC, 15A Wall Switches
- · Four Light Socket Adapters
- 120V AC Incandescent, Fluorescent, and LED Lamps
- 12V DC Incandescent, Fluorescent, and LED Lamps
- 12V DC Power Bus Bar
- · 12V DC Power Distribution Panel
- · 90V DC Motor and Controller (Wind Simulator)
- · 120V AC Flood Lamp (Sun Simulator)

The Solar/Wind Energy Training System includes everything required to function as a stand-alone, hands-on learning workstation: Instructor Guide, Student Guide, training modules with fault insertion, and power-generating equipment. The trainer is made with real-world components that are used in industry; the same components that students will see in their own homes, schools, or workplace. Lab-Volt training systems are engineered for extreme ease of use and durability, and are manufactured to the highest quality standards.

In the Solar/Wind Energy curriculum, students will learn about how solar and wind energies are converted, transmitted, and stored. The lesson plan includes an Instructor Guide that provides information for the installation, configuration, and operation of the trainer. It also includes learning outcomes, testing and evaluation procedures, answer keys, student skills response, inventory list, and print CD.



Wind turbine generator powered by DC motor drive without turbine blades, for classroom safety.

Blades are included for display purposes only.



Energy Fundamentals

- · Sources of Energy
- · Power and Work
- · Measurements and Units

Trainer Familiarization and Safety

- · Trainer Components
- · Safety Practices
- · Lockout/Tagout Procedure
- · Proper Grounding
- · Equipment Protection

Solar Module

- · Siting
- · Photovoltaic Module
- · Charge Controller
- · Loading
- · Battery Bank

Wind Turbine

· Siting

- Turbine Generator
- · Stop Switch
- · Loading
- · Battery Bank

Solar/Wind Systems

- · Diversion Load and Controller
- · DC to AC Inverter
- · Power Consumption
- Power Efficiency
- · Power Transmission and Distribution
- · On/Off Grid Operation
- Hybrid Generator
- Troubleshooting

Going Green

- · Solar Energy History
- · Wind Energy History
- · Solar/Wind Industry Careers

 $\begin{bmatrix} 3 \end{bmatrix}$











Energías Renovables

DL SUN-WIND

ENTRENADOR MODULAR DE ENERGIA SOLAR Y EOLICA



Nota: la foto muestra el entrenador DL SUN-WIND con algunos módulos para la adquisición de datos.

Entrenador modular para el estudio teórico-práctico de las instalaciones eléctricas con energía solar fotovoltaica y energía eólica.

Compuesto por:

- Un módulo fotovoltaico inclinable, 65W, 12V, con una celda para la medición de la radiación solar y con un sensor de temperatura.
- Un aerogenerador
 - Aerogenerador 12 Vdc, 400 W
 - Estructura de soporte1.5 m.
 - Anemomometro y sensor de la dirección del viento.

De Loren zo Jiale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Ita Fel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 82551

www.delorenzoglobal.com



Energías Renovables

- Un juego de módulos con una estructura de soporte:
 - Un módulo de control de batería, 12V, 32A, con batería.
 - Un módulo de carga. Incluye dos lámparas de 12V, dichroica de 35W y de LED de 3W, con interruptores independientes.
 - Un módulo de carga. Incluye dos lámparas de tensión de red, dichroica de 35W y de LED de 3W, con interruptores independientes.
 - Un módulo de regulación electrónica, con pantalla de cristal líquido.
 - Un reóstato.
 - Un módulo para medir la radiación solar (W/m²), la temperatura del panel solar (°C), corriente, tension y potencia.
 - Un módulo para medir la velocidad y la dirección del viento.
 - Un motor para utilizar el aerogenerador en el laboratorio.
 - Un módulo convertidor de CC a CA, con salida sinusoidal a tensión de red y de potencia media: 300 W.

El entrenador es completo de cables de connexion y de manual de experimentos.

Opción:

DL DAQ-RE

Sistema de Adquisición de Datos para las Energías Renovables

Para informaciones relativas al sistema de adquisición de datos consultar su ficha técnica.

De Lorenzo Viale Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Italy Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181

35. Anexo 35: Soleosis: Solar Panels and Wind Turbine



Soleolis: Paneles solares y turbinas eólicas

Especificaciones técnicas y Mecánicas

Alimentación: 230 V 1Ph + tierra / 200 VA Dimensiones, peso: 1320 x 770 x 1700 mm - 130 kg

Descripción del contenido

Este producto, destinado principalmente tecnológicos secciones de secundaria, se utiliza para descubrir la producción de energía mediante paneles solares o turbinas eólicas.

o El banco incluye

Un panel solar con tecnología fotovoltaica y una superficie de 1 m2, recupera una energía equivalente a 100 vatios que se almacena en una batería para suministrar un tipo de iluminación simple. Este sistema se completa con un cuerpo de la turbina eólica accionada por un motor asincrónico para simular la producción de energía eólica

Un controlador de velocidad de viento simula diferentes dosificaciones para una producción máxima de 350 watts Un pequeño PLC Twido se puede utilizar para combinar la producción ya sea en las islas (Autonomía) o mediante la red de servicios públicos.



Schneider Electric de Colombia S.A.

Carrera 102A N*25D-40 Bogotà Tel. 57 (1) 4 269700 Fax. 57 (1) 4 269740 Centro de Atención Clientes

cacschnelder@co.schnelder-electric.com CAC (1) 4269733 - 01 900 33 12345 www.schnelder-electric.com.co

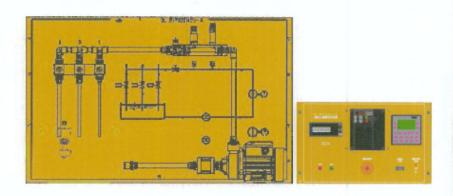


36. Anexo 36: DL Eficiencia A - Eficiencia Energética en Motores Eléctricos



DL EFFICIENCY-A

ENERGY EFFICIENCY IN ELECTRIC MOTORS



Trainer for the study of the energy efficiency in the control of electric motors. The trainer allows studying the energy efficiency in a hydraulic circuit with motor driven.

pump controlled by an inverter. The trainer is composed of:

- A didactic panel on which the components of a hydraulic circuit are assembled. The
 circuit simulates, in a schematic way, an aqueduct. From a reservoir tank the water is
 flown, by means of a pump, through an instrumented hydraulic circuit that ends with
 a set of 3 water intakes of different diameters and controlled by electro-valves.
- A control module containing: a PLC, an inverter, a network analyzer with its interface module.

Technical specifications:

- 3-phase motor driven pump, 0.37 kW, with cast iron body and brass impeller, max. flow rate 40 l/min.
- Three 2-way NC electro-valves, direct control, brass body
- . Flow-rate transducer, 1 to 40 l/min.
- Pressure transducer, 0 to 10 bar, output signal range 0-10 V
- · Pressure transducer, 1 to 12 bar
- PLC, 12 digital inputs, 4 analogue inputs, 6 relay outputs
- · Inverter, 0.4 kW, PID control mode as standard, 7 user-configurable preset speeds
- Multifunction network analyzer, line voltages and currents, total active and reactive power, power factors, active and reactive energies, etc.
- Software for data acquisition and processing in LabView environment

De Lorenzo Viele Romagna 20 20089 Rozzano (MI) Italy Tel. +39 02 825/351 - Fax +39 02 8255181

37. Anexo 37: DL2130B Motor KEPPE - Motor AC/DC de Alta eficiencia

DL 2130B MOTOR KEPPE - MOTOR AC/DC UNIVERSAL DE ALTA EFICIENCIA



Sistema para el estudio de una nueva tecnología de basada en los principios de energía esenciales del Profesor Keppe's, citados en su libro "The New Physics Derived From A Disinverted Metaphysics". sistema permite realizar pruebas potencia eficiencia. У comparado а los motores tradicionales.

La teoría del Prof. Keppe, en oposición a la física actual que enseña que la energía se deriva de la materia, afirma que la materia es un subproducto de la "energía esencial del universo". Una transformación natural de tal energía en una de sus formas secundarias es el magnetismo. Por lo tanto, los dipolos magnéticos se pueden considerar como pequeños vórtices desde los cuales la "energía esencial" fluye en un movimiento espiral doble y se transforma por sí solo en fuerzas magnéticas bipolares de atracción y repulsión. Como consecuencia natural de dichas leyes físicas, la materia es formada/aglutinada en el espacio y tiempo de acuerdo a estos patrones simples de resonancia bipolar.

Principios del motor

Este nuevo principio ha dado origen al motor Keppe, un motor magnético resonante conducido por impulsos de CC. El motor Keppe incluye uno o más discos de rotor magnético permanente para capturar el magnetismo del entorno y las bobinas sin núcleo de cono que simulan a gran escala los pequeños vórtices naturales de los dipolos magnéticos. Por lo tanto, el motor Keppe tiene un sistema conmutado que naturalmente responde a la fuente de alimentación de entrada hasta que la resonancia es alcanzada. En consecuencia natural del estado de resonancia entre las fuerzas magnéticas del rotor y las bobinas del estator es que la eficiencia del motor es maximizada.

El sistema educacional

El DL 2130B ha sido diseñado para el estudio de la eficiencia del motor Keppe cuando se utiliza para mover un ventilador convencional de corriente alterna.

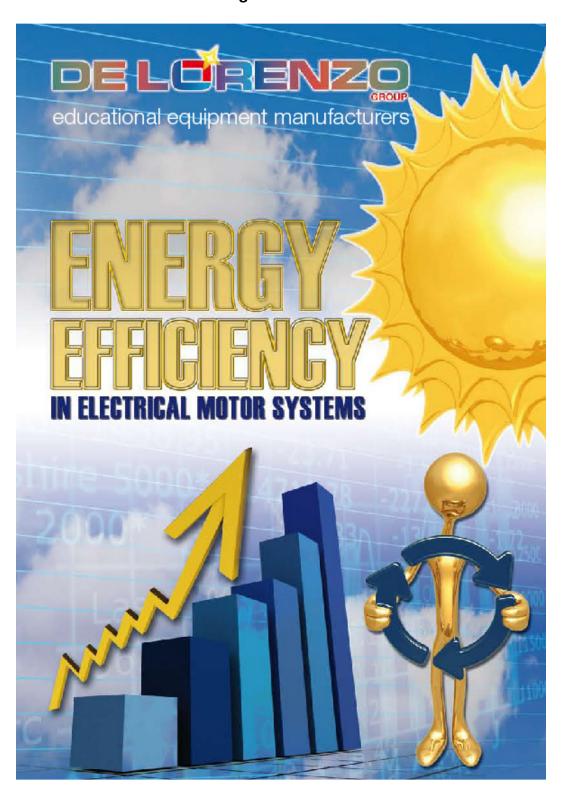
 El sistema está compuesto de: Un ventilador con un Motor Keppe de 127 Vac (D=85mm); con una velocidad de trabajo máxima de 1300 rpm con carga por medio de aspas de 50 cm de diámetro, con un consumo de 40 W.

- Un ventilador con un motor monofásico de CA convencional de 127 Vca con la mismas aspas en un diámetro de 50 cm, consumiendo 140 W a la máxima velocidad de trabajo de 1300 RPM
- Un panel con un inversor de 400 W, 12 Vcd/115 Vca, varios medidores analógicos, medidor de potencia de CA digital y conductor de motor Keppe.
- Un transformador para una batería 12V
- Un motor Keppe de salida de 8W
- Un medidor de Velocidad

Propósito del sistema

Para el estudio de alternativas para la eficiencia energética mediante la comparación de un motor convencional contra la nueva tecnología basada en el principio de funcionamiento del motor Keppe. Su diseño y construcción permite medir el consumo y compararlo con un ventilador equivalente accionado por un motor convencional, ambos ajustados a la misma potencia de salida mecánica. Además de esto, el sistema permite entender los principios de trabajo de conmutación de un puente MOSFET y la medición de la eficiencia del inversor.

38. Anexo 38: Eficiencia Energética en Sistemas de Motores Eléctricos





ELECTRICAL MOTOR SYSTEMS

STRUCTURE OF THE LABORATORY

This laboratory has been developed to simulate a large number of operative conditions of the following most common equipment currently used by the industry:

- Hydraulic pumps
 Air compressors
 Fans

- Air conditioners
- Belt conveyors

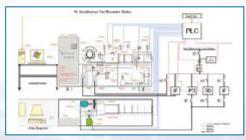
In addition to the above industrial loads, the laboratory has a Dynamometer for dynamic analysis of the

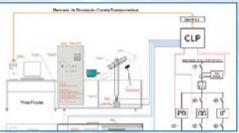
The above equipment have been arranged to form four Working Stations that allow the actual demonstration of the electro-mechanical operations and their implications in the consumption of electrical power.

The laboratory is composed of the following four ben-

- Hydraulic Pump / Dynamometer Working Station
 Air Compressor Working Station
 Air conditioner / Fan Working Station
 Belt Conveyor Working Station

In the above benches, each load is driven by two different motors, with three different control methods, to allow for large combinations of ways to control and operate similar industrial systems.





HYDRAULIC PUMP / >> DYNAMOMETER WORKING STAT

The load system of this bench is composed of a hydraulic pump of 1", with a flow capacity of 1 cubic meter per hour, driven by a 1.5 HP motor, that moves water from two 100 liter tanks, built with transparent acrylic.

Between the tanks there is a drainage tube installed with a retention valve and a manual valve connected in parallel with a solenoid valve, controlled by the PLC.

The bench also includes: a retention valve; a flow volume pneumatically controlled valve; a differential pressure transmitter with local pressure indication in Kgf/ cm; a pressure differential transmitter for the flow indication in cubic meters/hour through an orifice holes plate; a 4" petrochemical type manometer with measuring in Kgf/cm and a rotameter for the analogue indication of the flow and in the upper tank a differential pressure transmitter for level measurement with local indication in liters.

Another load system is a dynamometer with 3 HP capacity, made of a braking system by Foucault disk, for the control of the torque to the axis of the motor up to 120% of its nominal torque.











→ DESCRIPTION OF THE WORKING STATIONS

Each Working Station is composed of:

- · A workbench, complete with loads, motors and data acquisition systems. Approximate dimensions:
- 2000 mm x 800 mm x 1700 mm (h). · A control panel, with all the electric and electronic components
- arranged in an ergonometric way.

 An auxiliary table for PC, bench-top instruments and equipment like oscilloscope, multimeters, etc.

The workbench is built with structural reinforced aluminium profiles with wheels, adjusting height levels, ground locks and input sockets for equipment connection.

Each Working Station includes:

- Motors (conventional and high efficiency, 1.5 HP)
- · Load Module

- Motors driver systems: Frequency Inverter Soft-Starter
- Contactor
- Driving system and protection elements such as: Circuit breakers
- Regulators
- Switches
- Кеув
- Lights
- · Measurement system for complete input power parameters
- Mechanical and electrical data acquisition instruments
- Programmable Logical Controller (PLC)

 SCADA Software for supervision system
The student has the possibility to easily select which motor (conventional or high efficiency) will be coupled to the load.

AIR COMPRESSOR WORKING STATION



The load system of this bench is composed of a two piston air compressor, with 1.5 HP motor capacity. The air compressed tank has a capacity of up to 40 liters, regulated by an electric valve that controls the air pressure of the tank through the supervision software.

Additionally, the tank has a safety valve specified in agreement with the conditions of the tank's capabilities.

The coupling of the motors with the compressor is made of pulleys and belts in "V" shape.

The air piping allows the simulation of the load losses through holes of different diameters (5 holes), selected by solenoid type valves and activated by the supervision software. The location of these holes allows the measurement of these losses.







The motor is driven by:

- · Frequency inverter or
- · Soft start key or
- Direct start by contactors intercalated and controlled by the user through the supervisory software.

The corresponding load for each Working Station allows a variation - controlled by the supervision software - from 0 to 120% of the nominal load of the motor.

Each motor (conventional and of high-efficiency) has a PT-100 temperature sensor in the carcass and in each stator coil that allows the monitoring of this parameter through the supervision software.

The torque and rotation transducers are installed in the load axes to avoid to be moved when changing motors. All of the electrical connection for motors input power and sensors are made with fast connectors that allow for a rapid change of the motors and also protect against possible inversion of polarity.

™MEASUREMENT SYSTEM

The measurement system of the input power is composed of a Multifunction Energy Meter that measures: phase-phase and phase-neutral voltage, current, active, reactive and apparent power, three-phase and single-phase power factor, frequency and active and reactive energy.

COMMUNICATION

The communication of the Multifunction Energy Meter with the PLC is made through a serial interface with ModBus protocol and all the parameters (historical, time curve, etc.) are shown and monitored on a suitable window of the supervision software.

Also the selection of the motors drive system is made through the supervision software.

The PLC controls the driving systems, collects the pa-

AIR CONDITIONER / Fan Working Station

One of the load systems of this bench is composed of a centrifugal fan and an axial fan, both with 1.5 HP motor capability.

These fans are coupled to the same air tube. Parallel operation of the fans is possible, once they are placed in a "Y" format in the left extremity of the air tube.

The conventional and high-efficiency motors can be alternated from the fans through direct joining of an elastic glove.

An electric damper is installed in the air tube, controlled by the PLC, allowing the control of the air flow through the supervision software.

One air flow and speed transducer is installed in the air tube, after the fans, to allow for the checking of these parameters.

A further load of this bench is composed of a complete air conditioning system.

With the purpose of allowing the study and the performance of different types of compressors for air conditioning, this system has a piston hermetic type compressor and another compressor of the same capacity, but "SCROLL" type. The latter compressor is driven by a frequency inverter controlled by the PLC of the Working Station to control the speed variation of the compressor and, consequently, its performance.

The air conditioning system is complete with all its components and the compressors are dimensioned for the 20.000 BTUs capacity.







rameters from the sensors, the transmitters and the data acquisition devices through digital input/outputs and ModBus port communication and communicates with the supervision software through Ethernet.

MOTHER FEATURES

The main devices, Frequency Inverter, Soft-Starter Key, PLC and the Multifunction Energy Meter, are assembled in a didactic and ergonomic way; they are visible and easily accessible.

Shunt resistors are installed in the inputs and outputs of the driving systems, to allow for reading the voltage and current signals through an oscilloscope.

The supervision software has a main window for each Working Station, with the schematic drawing of the process and each element of the Working Station (Multifunction

Energy Meter, driver, load, etc.) has a shortcut for their corresponding monitoring window. The main components shown in the software's window are "animated" when active. Each sensor, transducer, and transmitter has its own window with a graphical representation of the component, showing its numeric value and average measurement.

Each measuring element, driver and load system has its own window. These windows supply real-time data, provided by the electrical and mechanical sensors.

The PLC is programmed in SFC, LADDER, FBD, SL and IL language.

The instrumentation used in each Working Station as well as the driving system and motors are fully industrial; in other words, the equipment used (sensors, meters, driving systems, inspection tools, etc.) are designed for industrial use, commercially available and listed in the catalogues of their respective manufacturers.

BELT CONVEYOR WORKING STATION







The load system of this bench is composed of a 1 meter long belt conveyor with inclination angle adjustment from 0 to 30 degrees.

The coupling of the motor and the conveyor is made by a speed reducer, to have a maximum conveyor speed of 0.1 m/s in full load conditions.

The mechanical system, with linear displacement controlled by a pneumatic actuator, simulates the load, exercising pressure on the belt, in agreement with the load conditions of the belt that are established by the supervision software.

The system is mainly completed with: a conveyor speed transducer, a load cell (for measurement of the pressure exercised on the conveyor, with indication of the measured values in the supervision software), a torque & rotation transducer with incorporated angle of rotation.

EXPERIMENTS

With each single Working Station it is possible to perform a large number of practical experiments. As an example, the following is a short list of performable exercises that apply to the Stations:

- Study of the energy efficiency of the motors for a 0 to 120% variation of the load
- Study of energy efficiency of the motors as a function of the use of the frequency inverter application, through the variation of the speed of the motor-load combination
- Generation of the characteristic curves of the main devices (electrical and mechanical parameters, pumps, fans, etc.)
- Generation of the characteristic curves of the motors (conventional and high efficiency)
- Comparison of the electrical and mechanical values from direct driving, soft start and frequency inverter as a function of the variation of the load
- Comparison of the consumption of energy for different configurations and types of devices
- Analysis of the energy efficiency considering different setups in the coupling between the motor and the load





39. Anexo 39: RSSI energy efficiency modular offer

Energy efficiency

RSSI energy efficiency modular offer

Package description

for training purposes in box kit form.

Teaching objectives

- To learn the concepts of energy efficiency
 To optimise energy consumption by using the most suitable products

Electrical and mechanical data

- Power supply:
 240 V AC
- Dimensions of storage boxes
 (H x W x D) weight:
 470 x 430 x 250 mm 20 kg

Main industries

- Electrical engineering
- Civil engineering







The RSSI energy efficiency modular offer allows you to study and install the components of an electrical installation for the residential and small service

The aspects of energy saving and energy management are covered by using products such as programmers, light sensitive switches, time-delay switches

The offer includes the most commonly used products in the home, adapted

The RSSI energy efficiency modular offer contains three training kits designed

the moon energy embering inductor of contains the talling his designation to enable trainees to discover, learn and use the main functions encountered when building electrical installations in residential and small service industry

premises (see RSSI modular offer and pack in the Electrical Installation chapter).
This offer can be customised by acquiring modules separately.

Example installation





Programmable timer module





MD1AM6126: energy efficiency modular offer

40. Anexo 40: KNX energy efficiency modular offer



41. Anexo 41: Energy efficiency ventilation case

Energy efficiency

Energy efficiency ventilation case



Teaching objectives

- To demonstrate an energy efficiency solution

Electrical and mechanical data

- Power supply:
- 240 V AC single phase
- Size (H x W x D) weight: 700 x 500 x 350 mm - 20 kg

Main industries

- Electrical engineering
- Civil engineering

Other industries

- Mechanical engineering
 Industrial engineering and maintenance

Package description

This case allows the energy savings achieved with a variable speed drive in a pumping and ventilation installation to be demonstrated.

The energy efficiency ventilation case allows:

- comparison of power consumptions
 energy measurement
 flow control by variable speed

- drive configuration
 visualisation of the flow by a ball in a transparent tube
 analysis of the advantages of variable speed compared with a. conventional solution.

The case includes:

- a 0.18 kW fan
- a circuit breaker contactor DOL starter
- starter via Altivar 312, 0.18 kW, single-phase
 a directivariable speed switch
- a PM9 power meter
- a flow indicator
- measurement points on safety sockets to provide the following information:
 mains voltage and current.





MD1ATVEE: energy efficiency case

38

42. Anexo 42: Didalub: management of public lighting

Energy efficiency

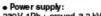
Didalub: management of public lighting

Package description

Teaching objectives



Electrical and mechanical data



- 230V 1Ph + ground, 3.2 kVA • Size (H x W x D) - weight:
- o cabinet: 1950 x 900 x 660 mm 220 kg o enclosure: 810 x 700 x 360 mm - 50 kg

Main industries

- Electrotechnical professional university school
- Electrotechnical technical high school
 Energy and environment technical high school

The Didalub system is a device designed to reproduce management of the lighting of an urban zone and to study its electrical consumption and protective

The system is made up of a cabinet with various types of lamps and an enclosure incorporating the Lubio VRI type product with a power of 3 kVA, used to:

- start up lighting

- switch lighting on or off according to the geographical location of the site
 move progressively from normal lighting to economic lighting
 prepare a power balance and study energy metering to highlight energy

The package is delivered as standard with: • a software CD with interface

- 20 to 20 000 luxmeter.

The cabinet consists of a set of lamps representative of public lighting, namely a lighting column, high pressure sodium and metal iodide lamps.

These lamps are installed in ramps with various cable lengths. Measurement

points allow access to current and voltage information for the various lighting

Other industry

All environmental and energy industries

The Didalub system is used to treat the following subjects:

- on-line voltage drop (depriming of lamps) and influence of cable cross-section and length
- energy management and savings
 lighting lamp technologies
- light flux setting (luxmeter)
- · operation of protective devices (short-circuit,
- overloads, surge arrester)

 network quality: measurement of qualitative and quantitative energy consumption and supply in reduced and nominal mode upstream and downstream or directly.



Open lamp cabinet





Open Lubio endosure



Lubio enclosure



MDG99300: complete package cabinet + enclosure MDG99309: Lubio enclosure support trolley

44

43. Anexo 43: EUC 1 Consumidores Complejos y medición de consumo de energía





Ciudad: Bucaramanga

LN209/11

Señores: Fecha: Mayo 2 de 2011

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Ing. Rubén Darío Cruz Rodríguez

Director de las Escuelas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y

Telecomunicaciones

Les agradecemos su interés en nuestro Programa de Formación y Entrenamiento.

Adjunto encontrarán las condiciones técnicas y comerciales de nuestra representada Lucas — Nülle, Lehr — und Messgeräte GMBH.

GESTION DE ENERGÍA



Debido a razones económicas y a exigencias técnicas relativas al medio ambiente, se vuelve cada vez más necesario un consumo más racional de energía. Los experimentos sobre compensación manual y automática de potencia reactiva, así como sobre disminución de cargas punta, con un contador de valor máximo y de corriente eficaz muestran cómo se puede reducir la carga de la red, o bien repartirla homogéneamente durante 24 horas. Por medio de contadores con un mecanismo de doble tarifa, así como con un reloj conmutador de tarifas, se puede medir técnicamente el ahorro en los costes. La condición para el empleo efectivo de la técnica de





medición es el análisis de la red y de los consumidores conectados. Por tanto, en los experimentos individuales, se pueden examinar en detalle las cargas estáticas, dinámicas, simétricas y asimétricas.

EUC ESTUDIO DE CONSUMIDORES COMPLEJOS

- Compensación de potencia reactiva accionada manualmente
- Compensación de potencia reactiva accionada automáticamente
- Medición de consumo de energía
- Control de carga máxima

Descripción del sistema de paneles de experimentación con impresión fotorrealista a color

Los paneles de experimentación son de placas de 5 mm, de lámina prensada, recubiertas por ambas caras con resina de melamina resistente. El color básico de los paneles es RAL7035 (gris claro). El tamaño es uniforme en altura, lo cual corresponde al formato DIN A4 (297mm). Se dispone de tres variantes en lo que respecta a la anchura: 114mm, 228mm ó 456mm. Con el fin de reducir las posibilidades de que se produzcan lesiones, los vértices de los paneles han sido redondeados con un radio de 3 mm. En la parte frontal se integran en negro los símbolos del equipo o bien del circuito correspondiente, en conformidad con las más recientes directrices DIN, pudiendo emplearse también pintura ultravioleta de color, con mayor riqueza de contrastes. En el caso de que sea posible y razonable, la impresión de los paneles frontales se complementa con gráficos a color o fotografías. La pintura ultravioleta mantiene una tonalidad estable incluso si está sometida a la radiación solar. Un procedimiento especial por el que se aplica una capa adicional de laca protectora asegura, por una parte, la robustez y la resistencia a las ralladuras, pero no reduce la transparencia y claridad de la impresión de los paneles frontales. Las conexiones eléctricas salen al exterior a través de casquillos de seguridad de 4mm. La parte posterior está protegida contra contactos por medio de una cubierta de protección.

Para conseguir una mayor claridad didáctica y en conformidad con la norma DIN72551, el bus de alimentación de tensión se ubica en los bordes superior e inferior del panel, lo cual se destaca cromáticamente.

Los paneles pueden insertarse en bastidores especiales de experimentación sin necesidad de usar herramientas. De manera alternativa, para todos los paneles de experimentación con consola existe también la posibilidad de que ésta se pueda emplear directamente tras su emplazamiento sobre una mesa o si se encuentra en el interior de la maleta.





1. EUC1 CONSUMIDORES COMPLEJOS Y MEDICIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA

Contenidos de aprendizaje

- Consumidor de corriente trifásica en conexión estrella (carga R, L, C, RL, RC o RLC)
- Medición con contadores de consumo de potencia activa y reactiva
- para cargas RL simétricas y asimétricas
- con fallo de fase
- con sobrecompensación (carga RC)
- con carga activa
- · con inversión del flujo energía

Equipo básico compuesto de:

CARGA RESISTIVA TRIFÁSICA, 1KW

Tres resistencias toroidales ajustables (devanado con puntos intermedios) con escala de 100% a 0% y fusible en la conexión del deslizador.

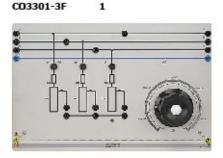
- · Apta para circuitos en paralelo, en serie, en estrella y en triángulo
- Resistencia: 3 x 750ohmios
- Corriente: 3 x 2A
- Entradas y salidas: casquillos de seguridad de 4mm
- Dimensiones: 297 x 456 x 125mm (hxbxp)
- · Peso: 8kg

CARGA CAPACITIVA TRIFÁSICA, 1KW

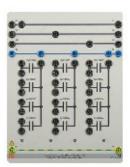
Tres grupos de condensadores MP compuesto cada uno de cuatro unidades.

- · Aptos para circuitos en paralelo, en serie, en estrella y en triángulo
- Capacidad: 3 x 2/4/8/30 µF, 450V · Entradas y salidas: casquillos de seguridad de 4mm
- Dimensiones: 297 x 228 x 150mm (hxbxp)
- Peso: 3kg

CO3301-3F



CO3301-3E





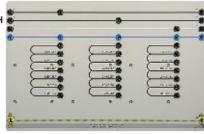


CARGA INDUCTIVA TRIFÁSICA, 1KW

Se compone de tres inductancias con tomas en 1,2H (0,65A), 1,6H (0,5A), 2H (0,45A), 2,4H (0,35A), 2,8H (0,30A), 3,2H (0,25A)

- Apta para circuitos en paralelo, en serie, en estrella y en triángulo
- Tensión: máximo 400V
- Entradas y salidas: casquillos de seguridad de 4mm
 Dimensiones: 297 x 456 x 125mm (hxbxp)
- Peso: 8kg

CO3301-3D 1







2. EUC2 CONSUMIDORES DINÁMICOS

SE2672-5G

Contenidos de aprendizaie

- Consumidor dinámico de corriente trifásica (motor asíncrono)
- · Medición de potencia para la inversión del flujo de energía

Equipo básico compuesto de:

MOTOR TRIFÁSICO CON ROTOR DE JAULA DE ARDILLA 1KW (LÍNEA INDUSTRIAL)

Motor asíncrono de corriente trifásica con pronunciado par de vuelco.

- · Tensión nominal: 690/400V, 50Hz
- Corriente nominal 1,4A, 2,4A
- Velocidad nominal de giro: 2780min⁻¹
- Potencia nominal: 1kW
- cos phi: 0,83
- Dimensiones: 380 x 220 x 250mm (hxbxp)
- Peso: 13kg



1

1

CONMUTADOR ESTRELLA-TRIÁNGULO

- · Posiciones de conmutación: O estrella delta (interruptor giratorio)
- Carga de contacto: 690V, 12A máx.
- Entradas y salidas: clavijeros de seguridad de 4mm
 Dimensiones: 297 x 114 x 125mm (hxbxp)
- Peso: 0,8kg

CO3212-2D







Equipo de pruebas de máquinas con sistema de servo freno, compuesto de:

BANCO DE PRUEBAS DE SERVO PARA MOTORES DE CO3636-6W 1KW & SOFTWARE ACTIVESERVO (D,GB,F,E)

El banco de pruebas de servomáquinas es un completo sistema de verificación para el análisis de máquinas eléctricas y accionamientos. Se compone de una unidad de control digital, un freno y del software AktiveServo. El sistema conjuga la más moderna tecnología con un servicio sencillo.

Además, con el sistema se pueden realizar operaciones manuales y automáticas de sincronización.

La unidad de control brinda las siguientes prestaciones:

- · Operación dinámica y estática en cuatro cuadrantes
- 10 modos de operación seleccionables / modelos de máquinas de trabajo (control de pares de giro, de velocidad de giro, masa volante, accionamiento elevador, enrrollador / calandria, ventilador, compresor, accionamiento de bobina, carga de definición libre en función del tiempo, sincronización de red manual y automática)
- Amplificador de medida integrado, con aislamiento galvánico, para mediciones de corriente y tensión
- Display de velocidad de giro y par
- · Monitor de cuatro cuadrantes
- Interfaz USB
- Control térmico de la máquina de prueba
- Comprobación de la presencia de la cubierta de eje
- Tensión de conexión: 320...528V, 45...65Hz
- Potencia máxima de salida: 10kVA
 Dimensiones: 297 x 460 x 420mm (hxbxp)
- Peso: 14,3kg

El freno conforma una unidad de servofreno asíncrono, autorrefrigerado, con resolvedor.

La conexión de cables del motor y el sensor se realiza por medio de un conector insertable a prueba de polarización inversa. La máquina posee control térmico y conforma con la unidad de control un sistema de accionamiento y de freno libre de deriva y que no necesita calibración.

- Máxima velocidad de giro: 4000min-1
- Máximo par de giro 30Nm
- Control de temperatura: sensor continuo de temperatura (KTY)
- Resolución del resolvedor: 65536 impulsos por revolución
- Dimensiones: 275 x 210 x 210mm (hxbxp)
- Peso: 6kg







ActiveServo es un programa para el registro de características de máquinas y para la determinación estática y dinámica del punto de operación. Se pueden ajustar y parametrizar 7 máquinas de carga diferentes (masa volante, bomba, calandria, accionamiento elevador, compresor, accionamiento de bobina, carga de parametrización libre en función del tiempo). Particularidades:

- Medición, cálculo y representación gráfica de las magnitudes mecánicas y eléctricas
- (Velocidad de giro, par, potencia mecánica, corriente, tensión, potencias activa, reactiva y aparente, eficiencia, factor de potencia)
- Representación simultánea de las magnitudes medidas y las calculadas (por ejemplo, visualización directa de la eficiencia)
- Medición de corriente y tensión (como valor eficaz, incluso para magnitudes no sinusoidales)
- Operación con control automático de velocidad de giro y de par
- · Registro de magnitudes en el tiempo
- Valores límite predefinidos de velocidad o de par de giro para evitar que actúen cargas no permitidas sobre el objeto de prueba
- Operación en los cuatro cuadrantes (visualización del par generador)
- Funciones de rampa de definición libre para la ejecución de experimentos de carga controlados por PC
- Representación de características de varios experimentos para ilustrar las modificaciones de parámetros
- Exportación de gráficos y de valores medidos
- Versión de 32 bits para Windows

MANGUITO DE ACOPLAMIENTO 1KW

SE2662-6A 1

Manguito de caucho para acoplamiento de dos máquinas

- Permite un montaje rápido y seguro
- Diseño de corona dentada interior
- Material: caucho (Neopren)
- Dimensiones: 40 x 58mm (largo x diámetro)
- Peso: 0,1kg







CUBIERTA DE ACOPLAMIENTO 1KW

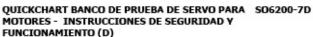
Cubierta de metal, insertable, con protección contra contacto con el acoplamiento giratorio de dos máquinas acopladas

- Material: chapa de acero negra, achaflanada, con conector de funciones
- Dimensiones: 140 x 75 x 80mm (hxbxp)
- Peso: 0,1kg

CUBIERTA DE FINAL DE EJE 1KW

Cubierta de metal, insertable, como protección contra contacto con ejes de máquinas giratorios

- Material: chapa de acero negra, achaflanada, cerrada por un lado, con chapa perforada y conector de funciones
- Dimensiones: 140 x 75 x 40mm (hxbxp)



Documentación breve para una rápida puesta en marcha de aparatos y montajes de experimentación complejos.

- · Asignación de conexiones, notas de seguridad, ayuda
- Diagrama de circuito o de montaje
- Impresión a color en formato DINA3
- Laminado: 2x250µm



SE2662-6B

SE2662-6C

1

1







3. EUC3 COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA ACCIONADA MANUAL Y AUTOMÁTICAMENTE

Contenidos de aprendizaie

- · Puesta en servicio de la máquina asíncrona y registro de características
- Cálculo de condensadores de compensación
- · Compensación con diferentes condensadores
- · Determinación de la potencia de etapas
- Reconocimiento automático de conexión del regulador potencia reactiva
- Compensación automática de potencia reactiva

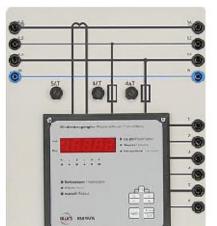
Complemento del equipo básico, compuesto de:

REGULADOR DE POTENCIA REACTIVA

El regulador de potencia reactiva determina constantemente las componentes de corriente reactiva y eficaz de la red, a partir de las señales de los circuitos de corriente (transformador de corriente) y de tensión (conexión a la red).

- Tensión de servicio: 400V
- Frecuencia: 50Hz/60Hz (48Hz a 62Hz)
- Contactos de control: 6 contactos de relé libres de potencial
- Capacidad de carga de los contactos de control: tensión de conmutación según las normas alemanas VDE 0110, grupo B 400V c.a. y VDE 0110, grupo C 250V c.a.
- · Corriente máxima de conmutación: 5A
- Potencia máxima de conmutación: 1800VA
- Contacto de aviso de alarma: susceptible de cargarse como contacto de control
- Elementos de servicio: accesibles por medio de teclado de membrana
- Entradas y salidas: casquillos de seguridad de 4mm
- Dimensiones: 297 x 456 x 115mm (hxbxp)
- Peso: 2,5kg

CO3301-5D







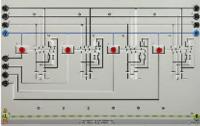
BATERÍA CONMUTABLE DE CONDENSADORES

La batería de condensadores contiene 4 etapas de conexión activables y desactivables por medio de contactores de potencia. Las etapas de conmutación están compuestas cada una por 3 condensadores conectados en estrella y también por resistencias de descarga.

- Valores de capacidad: Etapa 1 de conmutación: 3 x 2 μF, 450 V, 50Hz Etapa 2 de conmutación: 3 x 4 µF, 450 V, 50Hz Etapa 3 de conmutación: 3 x 8 µF, 400 V, 50Hz Etapa 4 de conmutación: 3 x 16 µF, 400 V, 50Hz Potencia de compensación: máx. 1546VAr
- Entradas y salidas: casquillos de seguridad de 4mm
- Dimensiones: 297 x 456 x 115mm (hxbxp)
- Peso: 2kg

1

CO3301-5E







4. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

ALIMENTACIÓN UNIVERSAL PARA CC Y CORRIENTE TRIFÁSICO

Alimentación de tensión de red para corriente continua, alterna y trifásica, y para excitación de máquinas sincrónicas. La alimentación de la red se ha adaptado especialmente para su aplicación con máquinas eléctricas.

Salidas

Corriente trifásica: L1, L2, L3, N a través de clavijeros de seguridad de 4 mm
Corriente continua: 0...240VDC variable, estabilizada y protegida electrónicamente contra sobrecarga y cortocircuitos
210VDC, 6A fija

- Corriente de salida: 3...10A (límite de corriente ajustable)
- Dispositivo de protección:

Disyuntor de protección del motor, ajustable de 6,3...16A

Disparador de mínima tensión Desconexión de seguridad

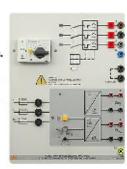
- Conexión a la red: 3x 230/400V, 50Hz por medio de conector CEE con cable de 1,8m
- Dimensiones: 297 x 228 x 140mm (hxbxp)
- Peso: 3kg

FUENTE DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA REGULABLE 0-450V/2A, 72UD

Alimentación de tensión trifásica regulable 0...255/450V, para suministro continuo de corriente trifásica

- Conexión a la red: 230/400V, 50/60Hz
- Tensión de salida: 3x 0...450V, 50/60Hz regulable por medio de transformador de ajuste trifásico
- Salida 0...250V C.C.
- Corriente de salida: 2,0A
- Clavijeros de seguridad de 4mm (L1, L2, L3, N, PE, L-, L+)
- 1 voltímetro 0...450V (instrumento de hierro móvil)
- 1 amperimetros 0...3A (instrumento de hierro móvil)
- 3 lámparas de control de fase
- 1 conmutador de punto de medición L1-N, L2-N, L3-N, L1-L2, L1-L3, L2-L3
- 1 conmutador de punto de medición I1, I2, I3
- Fusible: 3 disyuntores termomagnéticos de protección del equipo

CO3212-5U 1



ST8008-4S







Dimensiones: 3UA / 72UD

Peso: 10kg

CONSOLA PARA MÓDULOS DE 72UD PARA CONEXIÓN CEE TRIFÁSICA

Consola de 3UA y 400 V.

- Incluye cable CEE de conexión de 3,5 m
- Consola de perfil de aluminio
- Pata de apoyo abatible
- Dispositivo para la fijación de módulos de 3UA
- Anchura de módulos insertables: 48UD

ST8008-7F 1



5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

CO5127-1S

INSTRUMENTO TRIFÁSICO DE MEDICIÓN

El instrumento trifásico permite la medición y visualización de todos los parámetros relevantes de la red. Está en capacidad de realizar mediciones monofásicas, bifásicas o trifásicas. La visualización y el servicio se efectúan por medio de un menú que se presenta en una pantalla de cristal líquido o en la interfaz Ethernet integrada.

- Medición trifásica de corriente y tensión de 3x400V/5A
- Medición de tensiones de fase, tensiones entre fases y corrientes
- Determinación de la potencia aparente, activa y reactiva
- Determinación de la energía activa, reactiva y aparente
- Determinación de la frecuencia y de los factores de distorsión de corriente y tensión
- Detección de los armónicos de red y de la corriente del conductor neutro
- Medición de pulsos
- Detección de valores pico y valores medios
- Pantalla gráfica de gran tamaño, rica en contrastes, con iluminación de trasfondo
- Representación por medio de tablas de valores, diagramas y vectores
- Entrada y salida digital para asignación libre de funciones
- Interfaz Ethernet
- Guía de menú en DE/EN/FR/ES/IT/PT/TR/ZH/RU/PL
- · Instrumento de medición, de demostración, para







servicio en la red

- Tensión de servicio: 110V-230V, 50/60Hz
- Dimensiones: 297 x 228 x 140mm (hxbxp)
- Peso: 2 kg

6. MANUALES

MANUAL EUC CONSUMO DE ENERGÍA

SH5001-6P

Manual para instructores, encuadernado y en colores, de alta calidad, con lomo estable y soluciones. CD-ROM con el manual adicional para los estudiantes, con hojas de tareas y de trabajo.

Detalles:

- · Conocimientos teóricos fundamentales
- Imágenes a color, en formato CAD, representando montajes experimentales y circuitos
- Hojas de tareas y de trabajo
- Impresión en papel Color-Copy de alta calidad, de 100 g/m²; tapa del libro de 210 g/m² en papel glossy

Contenidos de aprendizaje

EUC1 Consumidores complejos y Medición de consumo de energía

- Consumidor de corriente trifásica en conexión estrella (carga R, L, C, RL, RC o RLC)
- Medición con contadores de consumo de potencia activa y reactiva
 - para cargas RL simétricas y asimétricas
 - con fallo de fase
 - con sobrecompensación (carga RC)
 - con carga activa
 - con inversión del flujo energía

EUC2 Consumidores dinámico

- Consumidor dinámico de corriente trifásica (motor asíncrono)
- Medición de potencia para la inversión del flujo de energía

EUC3 Compensación de potencia reactiva accionada manual y automáticamente

 Puesta en servicio de la máquina asíncrona y registro de características





- Cálculo de condensadores de compensación
- · Compensación con diferentes condensadores
- Determinación de la potencia de etapas
- Reconocimiento automático de conexión del regulador potencia reactiva
- Compensación automática de potencia reactiva

MANUAL EEM 4.1 MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS 1KW CON SERVOFRENO

Manual para instructores, encuadernado y en colores, de alta calidad, con lomo estable y soluciones. CD-ROM con el manual adicional para los estudiantes, con hojas de tareas y de trabajo.

Detalles:

- · Conocimientos teóricos fundamentales
- Imágenes a color, en formato CAD, representando montajes experimentales y circuitos
- Hojas de tareas y de trabajo
- Impresión en papel Color-Copy de alta calidad, de 100 g/m²; tapa del libro de 210 g/m² en papel glossy

Contenidos de aprendizaje :

- Conexión del motor
- Inversión del sentido de giro
- Conmutación manual
- Valores característicos y curvas características específicos de la máquina
- Evaluación de las mediciones
- Circuito estrella triángulo
- Circuito de arranque suave con rotor en cortocircuito
- Circuito Steinmetz
- Compensación de la potencia reactiva con condensadores de diferentes capacidades









7. SOFTWARE SCADA

SOFTWARE SCADA VIEWER

El 'SCADA Viewer' es un software apto para el control y vigilancia de instalaciones de ingeniería energética. Permite la visualización en tiempo real de todos los valores de medición, al igual que de los estados de los instrumentos integrados en el sistema. Los parámetros y señales importantes se pueden controlar por medio del

Se pueden seleccionar y registrar valores de medición y estados de los equipos y, en el transcurso del tiempo, es posible su representación gráfica, evaluación y exportación.

Con el 'SCADA Viewer' se pueden abrir y utilizar proyectos en modo de lectura.

Funciones del software:

1X2,0M AMARILLO

- Visualización en tiempo real de valores de medición y estados del proceso
- Registro diacrónico de valores de medición en diagramas
- Procesamiento, análisis y exportación de diagramas
- El SCADA Viewer contiene más de 20 proyectos predefinidos
- Susceptible de ampliación con muchos proyectos creados con el módulo SCADA Designer

CABLES DE PARCHEO CATSE 2X1M AMARILLO,





LM9057

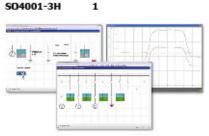
LM9056

ADAPTADOR USB A RED 10/100 BASE TX RJ45

El adaptador USB a Ethernet ofrece un acceso sencillo a la red sin necesidad de montar una tarjeta insertable. Esto resulta especialmente ventajoso si ya no se dispone de sitio en el PC para otra tarjeta o si la torre del ordenador no se debe abrir, También constituye una alternativa para los notebooks: en lugar de una tarjeta de PC con conexión Ethernet, el adaptador ofrece una posibilidad universal de conexión para todos los PC con puerto USB.



SO4001-3H







5-PORT ETHERNET SWITCH

Conmutador Ethernet de 5 puertos 5 conexiones Incluye fuente de alimentación



LM9988

8. ACCESORIOS

MÓDULO INTERRUPTOR DE CORTE EN CARGA CO3301-5P 1

El suministro de tensión se puede conectar y desconectar manualmente.

- Tensión nominal: 230V/400V, 50Hz
- Tensión de control: 24V
- · Corriente nominal de servicio: 16A, resistiva
- Función: 2 pulsadores, control a distancia de relé disyuntor
- Señales: Lámpara indicadora de estado de conexión o desconexión
- Contactos: 3 contactos de operación, 1 contacto auxiliar (todos normalmente abiertos)
- Entradas y salidas: casquillos de seguridad de 4mm
- Dimensiones: 297 x 114 x 95mm (hxbxp)
- Peso: 2kg

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO SO5126-9R CON DERIVACIÓN

- Máxima corriente constante: 24A
- · Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V



10

30

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, NEGRO

- Máxima corriente constante: 24A
- Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V



SO5126-9Y





CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, AZUL

SO5126-9V

2

2

Máxima corriente constante: 24A

- · Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V



SO5126-9W

CONECTOR DE SEGURIDAD 19MM/4MM, AMARILLO/VERDE

Máxima corriente constante: 24A

- · Técnica de contacto: conector de láminas de 4mm
- A prueba de contacto
- Clase de aislamiento CAT II / 600V

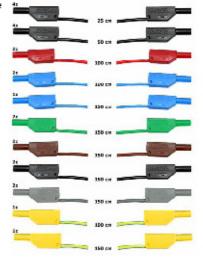


1

JUEGO DE CABLES DE MEDICIÓN DE SEGURIDAD SO5148-1L 4MM (23 PZ)

Cables de medición de seguridad con conector macho de 4mm, de colores, aislamiento de PVC, alta flexibilidad Cada juego se compone de:

- 4 x 25cm de longitud, negro
- 4 x 50cm de longitud, negro
- 2 x 100cm de longitud, azules
- 2 x 100cm de longitud, rojos
- 1 x 100cm de longitud, verde/amarillo
- 1 x 150cm de longitud, azul 1 x 150cm de longitud, verde/amarillo
- 2 x 150cm de longitud, verde/amarillos
- 2 x 150cm de longitud, marrón
- 2 x 150cm de longitud, negro
- 2 x 150cm de longitud, gris







BANCO MÓVIL DE EXPERIMENTACIÓN, PERFIL DE ST7200-3A AL., 3 NIV., 4 TOMAS,1250X750X1955MM

Banco de experimentación y demostración móvil, de alta calidad, de la serie SybaPro, con patas de mesa de perfil de aluminio, compatible con todos los componentes de montaje y ampliación del sistema SybaPro.

El banco móvil de experimentación se suministra como equipo modular cuyo montaje corre a cargo del propio cliente.

Tablero de mesa:

- Tablero de mesa de 30 mm, de varias láminas de viruta fina de alta compresión, en conformidad con la norma DIN EN 438-1
- Color gris RAL 7035, con cubierta laminada de 0,8mm por ambas caras (Resopal), de estructura simple, acorde con la norma DIN 16926
- Resistente a una gran cantidad de sustancias químicas y reactivos, tales como los ácidos y las bases diluidos.
- Insensible al calor, por ejemplo, al estaño líquido de soldadura así como al calentamiento puntual producido por pistolas de soldar o brasas de cigarrillo.
- Borde del tablero de mesa con cantos de protección macizos, a prueba de golpes, de plástico de 3mm de espesor, con teñido de penetración de color RAL 7047.
- Revestimiento y cubrecantos sin PVC.
- Alimentación de tensión por medio de regleta de tomacorrientes quíntuple, montada en la parte inferior del tablero de mesa, cable de 2 m y enchufe con protección de puesta a tierra

Armazón:

- 2 perfiles de aluminio extruido con ranuras múltiples, 1800 x 120 x 40mm (bxhxp)
- 8 ranuras de igual tamaño en el perfil extruido de aluminio (3 en cada lado y 1 en cada extremo)
- Ranuras para la inserción de soportes de norma industrial
- 4 perfiles de aluminio en H, de 1150mm, para emplazamiento de 3 niveles de paneles de experimentación DIN A4
- Espacio libre para integración de un canal de alimentación de energía
- Patas de mesa de tubo rectangular con 4 ruedas dobles dirigibles, 2 de ellas frenadas
- Marco de mesa de combinación estable y continua de tubos rectangulares
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80 µm, color RAL 7047







Dimensiones:

- · Altura del tablero de mesa: 760 mm
- 1250 x 1955 x 760mm (bxhxp)

SOPORTE DE PC PARA BANCO DE EXPERIMENTACIÓN SYBAPRO, ALTURA Y ANCHURA AJUSTABLE

Soporte de PC para mesa de laboratorio de la serie SybaPRO de chapa de acero perforada de 1,5mm, para montaje en perfil de aluminio.

- Montaje altura ajustable
- Anchura regulable (160 255mm)
- Montable a la izquierda o a la derecha
- Incluye material de montaje (4 tornillos, 4 tuercas en ranura)
- Revestimiento de resina epóxida resistente a los ácidos, de aproximadamente 80µm, color RAL 7047



1

1

ST7200-5A

SOPORTE PANTALLA PLANA HASTA 5KG, FIJACIÓN ST8010-4L EN PERFIL DE ALUMINIO VESA 75/100

Soporte pivotante de monitor para montaje en perfiles de aluminio del sistema SybaPRO. Permite posicionar óptimamente el monitor para trabajar y experimentar sin fatiga.

- Brazo plegable con articulación doble
- Cierre rápido para ajuste de altura continuo en el perfil de aluminio extruido
- Fijación VESA 7,5 x 7,5 cm
- el adaptador VESA 75 (7,5x7,5) VESA 100 (10x10)
- 2 abrazaderas de cable
- Dispositivo deslizante, capacidad de carga de hasta 12 kg
- Brazo plegable, capacidad de carga de hasta 5 kg
- El monitor TFT se puede girar hasta quedar paralelo al canto de la mesa
- Distancia de 105 a 480 mm de ajuste continuo



44. Anexo 44: Industrial Power Corruptor - IPC



Industrial Power Corruptor®



PSL's Industrial Power Corruptor makes bad quality electric power, repeatedly and reliably.

Handling single-phase and three-phase power, the IPC works with systems from 100V to 480V, and from 1 amp to 200 amps continuous per phase. And every IPC works with 50 Hz and 60 Hz.

Will your new design work with Korean power? Exactly how many kilowatt-hours does it take to process a wafer? Do you need to self-certify to SEMI F47 and SEMI E8 standards? Does your design meet the upcoming CE requirements for industrial equipment voltage sag immunity? How much inrush current does your equipment really require? Could you use a smaller circuit breaker? Do you have harmonic current issues?

Use the IPC to answer all of these questions, and more!

- Voltage sags and swells, from 0% to 125% of nominal, from 200 µSec to 30 seconds
- 100 Vrms to 480 Vrms nominal. True phase-tophase sags and swells - no neutral required.
- Built-in standards: SEMI F47, SEMI E6, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-34, SAMSUNG, FAA, MIL SPEC, CBEMA, ITIC, and more
- Safe, knob-selected phase-to-phase or phase-toneutral sags and swells
- Built-in 28-channel data acquisition system / digital oscilloscope with voltage and current sensors, complete with optional spectrum analyzer and vector scope optimized for power system harmonics
- PSL's unique TestingPartner™ program lets you perform your own certification testing

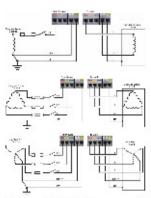
Power Standards Lab ~ 1201 Marina Village Parkway #101, Alameda, CA 94501 USA ~ TEL ++1-510-522-4400 ~ FAX ++1-510-522-4455 ~ www.PowerStandards.com - Page 1 -

IPC Brochure

Rear View of IPC

Connections

Connecting the IPC is simple. Just connect your AC source to the gray terminals on the left, and connect your load to the gray terminals on the right. The standard terminals accompodate larger conductors. Every IPC comes complete with a set of wire size adaptors for safely connecting smaller wires, too. Use the same terminals for single-phase, three-phase delta, and three-phase wye / star systems.

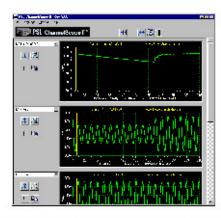


Just Insert the IPC between your AC source and your AC load. The IPC is happy with any nominal voltage between 100V and 480V, and currents up to 200 amps per phase (continuous). Both 50 Hz and 60 Hz will be accepted by any IPC. And the IPC generates true phase-to-phase sags, not simulated phase-to-phase sags generated by some other sag generators.



The IPC uses advanced, patent-pending switching technology to generate perfect voltage transitions. Special new technology permits 480V, 200 amp, 3-phase control in a single, clean, portable package less than 9 inches (23 cm) high.

And every IPC can be upgraded to higher currents and voitages, at a very reasonable cost. Ask us about upgrading classic PSL sag generators, too!



Typical result of a voltage sag - the tool's DC bus collapses (top). The industrial Power Corruptor created a 12-cycle, 50% voltage sag (middle), typical of sags that hit semiconductor abs around the world. The solution: increase the size of the bulk capacitions on the DC bus - there's no need for expensive power conditioners.

Power Standards Lab ~ 1201 Marina Village Parkway #101, Alameda, CA 94501 USA ~ TEL ++1-510-522-4400 ~ FAX ++1-510-522-4455 ~ www.PowerStandards.com
- Page 2 -

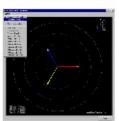


FlowScope Software

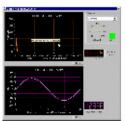
The Power Flow Analysis option turns the IPC into a powerful power flow recorder, meter, oscilloscope, spectrum analyzer, and vector scope. Record kW, kVA, kVAR, PF, THD, phase angles, and more, all optimized for analyzing power consumption in industrial equipment.

Every IPC comes with a version of this option that is limited to a certain number of uses. When you choose to purchase this option, you will receive a password. Once you install the password, this option will be permanently installed in your IPC, and you will never need to install it again.





Vector Scope



Oscilloscope / Spectrum Analyzer



Power Flow Meter

Testing Partner

PSL's unique Testing Partner™ program lets you perform your own certification testing (using your own IPC) with PSL's guidance and cooperation, and receive a universally-accepted PSL Certificate. The IPC software provides unique docu-mentation and crosschecking that allows PSL to issue Certificates rapidly and accurately, even when you do the testing yourself.











Power Standards Lab ~ 1201 Marina Village Parkway #101, Alameda, CA 94501 USA ~ TEL ++1-510-522-4400 ~ FAX ++1-510-522-4455 ~ www.PowerStandards.com - Page 3 -

Industrial Power Corruptor Specifications

General Information

Control Introduction			
Functional	Voltage SagOlip and Swell testing per SEMI F47, IEC 6100-4-11, CBEMA, ITC, ML, STD, FAA, SAMSUNG and other international standards. With Power Flow Analysis option, also performs to SEMI E6, current inrush testing, harmonic current testing, and more.		
Agency approvals	Designed to meet U.S. and Canadian safety standards, CE certification requirements, FCC requirements. Fully meets requirements of EC-1010, and EC-61000-4-11. Fully meets requirements and recommendations of SEMI F47.		
Equipment ratings	Rated as Class I equipment. Rated for installation Category II (local level, appliances, portable equipment). Rated for Pollution Degree 2 (Normally, only non-conductive pollution occurs.)		
Operating environment	Indoor use. Attitude up to 2000 m. Temperature between 5°C and 40°C. Max relative humidity 80% for temperatures up to 31°C decreasing linearly to 50% relative humidity at 40°C.		
Instrument Power 100 to 240 Vac (±10%), 50/60 Hz, 4 Amps max			
Software	Industrial Power Corruptor program for setuploperation of PC, viewing real-time and downloaded data, and collecting information for lest report generation. With Power Flow Analysis option, software includes vector scope, real-time oscilloscope, and real-time spectrum analyser. ChannelScope is software for viewing, zooming, scrolling, and synchronizing power waveforms. Flowscope software for graphing and examining power flow over time. Requires PC with Windows 98 or XP.		
Communications Front panel RJ-45 jack for serial connection to PC.			
Physical	19 Inch rack-mount unit in rugged polyethylene case measuring 21in. W x 11in. H x 30in.L (50cm x 28cm x 76cm). 130ib (59kg)		

Permissible Test Conditions

Voltage Range	100-480 Vrms, 50 or 60 Hz, 1-phase or 3-phase. Voltage is limited to 240Vrms on some model numbers.			
Voltage Configuration	Single phase or 3-phase (Yor delta) connection to unit. Voltage dropout testing can occur on all phases simultaneously. Voltage sag and swell testing on a single pair of phases, or phase to neutral. Phase selection for events is done with front panel dist.			
Load Current	Up to 200 Amps per phase continuous, depending on model number, 600 Amps peak. Front panel dial for user selection or current trip point.			

Voitage Sag / Swell Testing

Magnitude	0% to 125% of nominal votage in 2.5% steps, limited a maximum of 550/mms on IPC's rated for 480V (300/mms on IPC's rated for 240V). User can select 0% sag to be either high impedance or low impedance.		
Duration	User selected duration from 0.1 cycles to 34 seconds in 0.1 cycle steps.		
Magnitude/Duration Margin	A front panel switch allows quick 5% or 10% increase in event magnitude and duration.		
Phase Angle 0 to 359 degrees in 1-degree steps.			
Event Trigger input/Output	Manual front panel "Arm" and "Fire" switches locally trigger event. Rear panel BNC connectors provide bi-directional 24V logic level (falling edge) trigger output and input capability.		
Semiautomatic Sequencing	As well as manual event configuration, the user can semi-automatically step through a industry standard recipe on a single or 3-phase system.		
Switching Method	High speed, gapless switching, IGBT package with patent-pending override design for long duration events.		

Three Phase Voltage Dropout and Current Inrush Testing

Magnitude	Full voltage and current rating of industrial Power Corruptor		
Max instantaneous current	±1 000A instantaneous		
recording	21 oct meanancos		
Interruption Duration	0.3 to 34 seconds.		
Phase Angle	0 degrees to 355 degrees in 5 degree steps. Referenced to user selected votage channel.		
Switching Method	Mechanical relays, with calibrated switching times to 0.4 milliseconds		

Data Acquisition

Internal Analog Input Channels	13 Internal voltage channels, 6 Internal current channels, 3 protective earth current monitoring channels.
External Analog Input Channels	3 front panel ±600V (AC or DC) channels, 6 front panel ±100V (AC or DC) channels.
Analog Input Viewing	Three front panel meters (including min. and max. values) can be selected to display any data acquisition channel in real-time. Atternatively, these channels can be monitored using a connected PC and the software provided.
Resolution	15 bits equivalent per individual sample on 1000V / 1000A channels, 12 bits per individual sample on other channels, 16 bit equivalent for average and RMS measurements
Accuracy	Guaranteed accuracy ±1,0% FS on voltage and current. Typical accuracy ±0,25% FS (voltage and current), ±0,5% FS (power parameters), ±1,0% FS (harmonics), ±1" (between any voltage and current channel)
Sampling Rate	0.8 KHz to 7.68 KHz
Phase lock	With Power Flow Analysis option, software phase-lock to user-selected voltage channel - for precision harmonic and power flow calculations.

Contact Information:

Power Standards Lab, 1201 Marina Village Parkway #101, Alameda, California 94501 USA TEL ++1-510-522-4400 FAX ++1-510-522-4455 www.PowerStandards.com © 2005 Power Standards Lab ~ All rights reserved ~ Specifications subject to change ~ IPO Stroken 1.3 printed 6605 - Page 4 -

45. Anexo 45: Harmonics and Flicker Generator - HFG01



HFG01 - Harmonics and Flicker Generator



THE UNIVERSITY of York

HFG01 - Harmonics and Flicker Generator

The Harmonics & Flicker Generator (HFG01) has been designed by York BMC Services Ltd for the purpose of verifying harmonic and flicker test equipment. Until now there has been no easy and reliable way to externally check the performance of the measurement system to the EN/IEC 61000-3-2 harmonics and BN/IEC 61000-3-3 flicker standards.

The HFG01 allows the user to periodically verify their test equipment, ensuring compliance with standards and laboratory quality procedures. The unit provides a series of harmonic and flicker disturbances of a nominal but stable level. The generator may therefore be used to verify the stability of a measurement system. Alternatively due to its stability it may be used as a transfer standard from a calibrated system.

- Stable load simulation
 - ✓ Repeatable measurements
- Injects harmonics to EN61000-3-2 and flicker to EN61000-3-3
 - ✓ Evaluation of test systems spedifically to EN standards
- Compact and Portable
 - ✓ Comparisons between multi-site test environments

Operation

The unit is a standalone device and requires no additional equipment. A four way rotary switch selects the mode of operation. The modes are defined by firmware running on a micro controller. This will enable the characteristics of the generator to be reprogrammed in line with future changes to the standards.

The HFG01 simulates equipment under test (EUT), generating known, repeatable levels of harmonic and flicker disturbance in one of four modes of operation.

- In Steady State harmonics (SS) mode, a harmonic-rich current waveform is generated, allowing the harmonic measurement system to be verified. In this mode the generator simulates Class D equipment and produces harmonic levels that will fail the EN/IEC61000-3-2 (pre A14 and post A14) Class D limits. This mode will pass EN/IEC61000-3-2 (pre A14 and post A14) Class A limits.
- Fluctuating harmonics (FL) mode alternates between two distinct current waveforms over a 10s cycle. This mode again fails the EN/IEC61000-3-2 pre A14 Class D limits but passes the A14 Class D limits.
- In flicker test mode, a fixed level of mains disturbance is generated at a rate of 8.33Hz or 1Hz.
 When tested to EN/IEO61000-3-3, the 8.33Hz rate produces a Pst value >1, which lies above the limit line.
 The 1Hz setting produces a Pst value <1, which falls below the same limit.



Applications

- Harmonics and flicker measurement systems validation and verification
- Reference source for:
 - Daily pre-test check
 - Long-term performance monitoring
- Comparison of different harmonics and flicker measurement systems

Specifications

50Hz to 2kHz (40th harmonic) direct connection Frequency Range Output connector Standard mains plug to mate with local test equipment

Dimensions 330mm x 320mm x 170mm

Weight 4kg

Power supply: 230Vac, 50Hz, 400W (maximum) Indicators Thermal shutdown - red LED

Standard Order Kits

Part Number Description Parts Included

 HFG01 harmonic and flicker generator
 Standard test CAL12 HFG01KIT01 Standard HFG01 harmonics and flicker

generator kit

Output Measurement Results

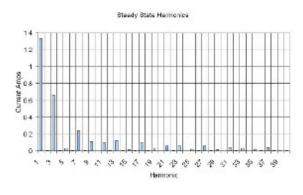
CAL12 Harmonics Measurement of load current made according to EN61000-3-2 in Steady State

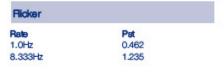
and Fluctuating Harmonics modes. Fundamental (50Hz) to 40th harmonic.

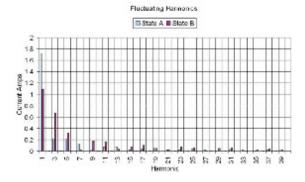
Flicker Measurements of short term flicker (Pst) made according to EN61000-3-3 with

disturbance at 1Hz and 8.33Hz rates

Typical Output Measurement Results







www.yorkemc.co.uk

York BMC Services Ltd,
The University of York,
Hestington, YOPK, YO10 5DD, UK.
Tel +44 (0)1904 434440
Fex +44 (0)1904 434434
Email enquiry@yorkemc.co.uk
www.yorkemc.co.uk/instrumentation

287

Y300FLY01

46. Anexo 46: Tester for voltage dips, interruptions and variations - PLINE1610





PLINE 1610

Tester for Voltage Dips, Interruptions and Variations

■ Voltage Dips and short Interruptions are caused by faults in the network or sudden large load changes. Voltage variations are caused by continuously varying loads connected to the network.
PLINE 1610 contains all the features expected from a top quality generator in a compact solution.
PLINE 1610 has two integrated motorized variable transformers (variacs). One transformer is used to adjust the nominal voltage, for example 230V or 120V, independently from the actual mains voltage. This is essential to ensure reproducible test results. This variac is also used for performing the voltage variations.

A second variac provides the Dips voltage level, for example 40% or 80% of the nominal voltage. In opposition to most other products, no additional external transformers, variacs, power sources, wiring etc. are required. Therefore, this totally integrated solution is easy to use and guarantees full compliance to the IEC/EN 61000-4-11 standard.



All test parameters of the PLINE 1610 can be selected in a surpassing wide range, exceeding the basic standard requirements. This also ensures that special test requirements can be fulfilled without any problems.

Up to 18 tests can be stored in the unit, and these tests can be linked in any sequence to program. Up to 18 programs can be defined and stored. Along with the transition function for all basic parameters, extremely complex test routines can also be defined and executed very comfortably. Using the integrated BNC-monitor outputs, actual voltage and current can be displayed on a CRO without any additional equipment required. PLINE 1610 contains a triple protection against overloads and therefore it is strengthened against overcurrents or short circuits that may be caused by the EUT during testing.

■ Features

- ☑ Compact and complete test system
- Predefined Tests and Programs
- ☑ Testing according to IEC/EN 61000-4-11
- ☑ Selectable current limit to protect EUT
- ☑ Automatic Test Report generation
- Flexible to meet individual needs
- ☑ Remote control via RS-232
- ☑ Centronics printer interface
- Fully automatic testing of complex test routines

■ Benefits

International application - Specifically designed to meet and exceed the requirements of IEC, EN and other standards.

Turnkey Test System - PLINE 1610 is complete. No additional boxes, cabling, etc. required as with most other products.

Easy to use - Simple test setup, no risk of operating errors.

Fully Compliant - PLINE 1610 Dips and Interrupts are fully compliant to the standard.

Totally reproducible test results - This ensures that the EUT is neither overtested nor undertested. Over- or undertesting a product may result in extensive, unnecessary costs.

Report Generation - Fully automated test report generation.

■ Applications

- ☑ Dips and Interrupts according to IEC/EN 61000-4-11 Edition 1 & Edition 2
- ☑ IEC/EN 61000-6-1
- ☑ IEC/EN 61000-6-2
- Many more international product standards
- ☑ Product development

■ Technical Specifications

Power part		Control part	
Output voltage range	0 to 264V	Memory for tests	18 locations
Frequency range	48 to 62 Hz	Memory for programs	18 locations
Output current at U nom	up to 16A rms continuous	Settable EUT current limit	1 to 16A
Output current at U 80%	up to 20A rms for 5s	Trigger	Auto, Manual, External
Output current at U 70%	up to 23A rms for 5s	BNC-Monitor output U	40:1
Output current at U 40%	up to 40A rms for 5s	BNC-Monitor output I	4 A/V
Inrush current capability	> 500A at 230V > 250A at 115V	Trigger Out	BNC connector 5V / 0V negative edge synchro
Dips voltage level range	0% to 80% resolution 1%	Trigger In	BNC connector 5V / 0V negative edge synchro
Synchronisation	Synchronous 0 to 360° resolution 1°	Transitions / ramps for	Dips voltage Phase
	Asynchronous		Interruption duration Repetition time
Dips/Interrupt duration	30us to 70 min	Printer interface	Centronics
Dips/Interrupt repet, rate	3ms to 11 hours	Remote control interface	RS-232
Test time	1s to 100 hours		
Output Impedance during interrupt	Selectable between low or high	EUT-Failed Input	BNC connector 15V. Short circuit activates function
Weight	49kg	Dimensions (w x h x d)	45 x 28 x 50 cm

■ Scope of Supply Art. No. 249555

Qty. 1 PLINE 1610 test generator Qty. 2 Safety circuit connector Qty. 1 RS 232 remote control cable

Qty. 1 Mains cable 10A country specific Qty. 1 Mains cable 16A country specific

Qty. 1 Pack of 10 spare fuses 16A F Qty. 1 Users Manual

Options and Accessories

WinFEAT&R Control and reporting software. Runs

under Windows 98, NT, ME, 2000, XP

Rack Mounting Can be mounted in a 19" Rack

for space-saving and mobility.

MAG 100 Power frequency magnetic field

test system according to IEC/EN 61000-4-8

WinFEAT&R Control Window



Headquarters Haefely Test AG Lehenmattstrasse 353 CH-4052, Basel Switzerland



North American Office Hipotronics Inc. Haefely EMC Division 1650 Route 22 Brewster, NY 10509

₽ ++1 845 279 3644 x262 # ++1 845 279 2467



47. Anexo 47: Power Fail Simulator - PFS 503N

DATA SHEET > PFS 503N-series > 20101129



PFS 503N SERIES

POWER FAIL SIMULATORS



FOR TESTS ACCORDING TO ... > EN 61000-4-11 > EN 61000-4-29 > EN 61000-4-34 > EN 61000-6-1 > EN 61000-6-2 > IEC 60601-1-2 > IEC 61000-4-11 > IEC 61000-4-29 > IEC 61000-4-34 > IEC 61326

PFS 503N SERIES - SIMULATOR FOR DIPS, SHORT INTERRUPTIONS AND VOLTAGE VARIATIONS

Electronic and electrical equipment may be affected by voltage dips, short interruptions and voltage variations of the power supply. Dips and interruptions are caused by faults in the public supply network, in installations or by sudden large change of load. Testing to such phenomena is required to proof that electronic and electrical equipment do not fall into unsafe operation conditions.

> Standalone test generator > Full-compliant three-phase system as per IEC 61000-4-11, Ed.2:2004 and IEC 61000-4-34 for testing delta and star supply systems > 6 electronic switches, short-circuit protected > Rated voltage 3x440V > Nominal current up to 100A per phase > DC signal to control external variac > Front panel operation



www.emtest.com © EM TEST > PAGE 1/3



TECHNICAL DETAILS

PFS 503N SERIES MODEL CONFIGURATION		
PFS 503N32	Max. 32A current per phase	
PFS 503N63	Max. 63A current per phase	
PFS 503N100	Max. 100A current per phase	

POWER SWITCHES				
	Three-phase application			
Voltage (p-p)	Max. 440V			
Frequency	50Hz/60Hz			
	Single phase application			
Voltage (p-n)	Mex. 250V			
Frequency	50Hz/60Hz			
DC current	Max. 25A/32A/50A			
Peak current	Better than 500A (PFS 503N32) Better than 1,000A (PFS 503N63 / PFS 503N100 as per IEC 61000-4-34)			
Fall/rise time	Between 1us and 5us for abrupt changes, generator loaded with resistive load			
	Switches are electronically protected against short-circuit			

TRIGGERING	
Automatic	Release of the events according to the settings
Repetition rate	0.01s to 9,999s
Duration td	0.02ms to 9,999s
Manual	Release of a single event via functio key
External	Release of a single event by an external trigger signal
Synchronization	0° to 360°, resolution 1°

OUTPUTS		
3-phase application	L1, L2, L3, N and PE on the rear panel	
1-phase application	L, N and PE on the front panel	

MEASUREMENTS	5	
CRO Trigger	+15V trigger signal for oscilloscope	
CRO Ī	Built-in current probe 10mV/A; max.	
	700A on each line	

Quick Start	Immediate start courts was and
Quick Start	Immediate start, easy-to-use and fast
Standard Test routines	IEC 61000-4-11, Level 1 to Level 3
User Test routines	Customer specific routines Change duration after n events
	Change phase angle after n events
	Asynchronous mode
	Voltage variation
Service	Service routines, Set-up

INTERFACES	
Serial	USB
Parallel	IEEE 488, addresses 1 to 30
Analog output	0 to 10 V DC to control an external motor variac

GENERAL DATA		
Dimensions	19*/6 HU	
Weight	app. 28kg; PFS 503N100 app. 35kg	
Supply voltage	115V/230V; +10/-15%	
Fuses	2 x T 1A (230V) or 2 x T 2A (115V)	

	Motor variac with delta/star mode selection	
MV 3P4016DS	3x440V/16A, cont. adjustable	
MV 3P4032DS	3x440V/32A, cont. adjustable	
MV 3P4063DS	3x440V/63A, cont. adjustable	
MV 3P40100DS	3x440V/100A, cont. adjustable	
	Tapped transformers with delta/star mode selection	
V 3P4016DS	3x440V/16A, taps @40%, 70% and 80% of the nominal voltage	
V 3P4032D5	3x440V/32A, taps @40%, 70% and 80% of the nominal voltage	

OPTIONS	
iec.control	Software to control the test, including standard library, test report facility and data conversion generator



COMPETENCE WHEREVER YOU ARE



CONTACT EM TEST DIRECTLY

Switzerland

EM TEST AG > Sten nhofstraße 15 > 4153 Reinach > Switzerland Phone +41 (0)61/7179191 > Fax +41 (0)61/7179199 Internet: www.emtest.ch > E-mail: sales@emtest.ch

Germany
EM TEST GmbH > Lünener Straße 211 > 59174 Kamen > Deutschland
Phone +49 (0)2307/26070-0 > Fax +49 (0)2307/17050
Internet: www.emtest.com > E-mail: info@emtest.de

France

EM TEST FRANCE> Le Trident - Parc des Collines > Immeuble B1 - Etage 3 > 36, rue Paul Cázanne > 68200 Mulhouse > France
Phone + 33 (0) 389 31 23 50 > Fax + 33 (0) 389 31 29 55

EM TEST Polska > ul. Ogrodowa 31/35, 00-893 Warszawa > Polska Phone +48 (0)518 64 35 12 Internet: www.emtest.com/pl> E-mail: info.polska@emtest.de

USA / Canada EM TEST USA Inc. > 3 Northern Blvd. Unit A-4 > Amherst > MH 03031 Phone +1 (603) 769 3477 > Fax +1 (603) 769 3499 Internet: www.embest.com > E-mail: sales@embest.com

P.R. China

EM TEST Representative Office Beijing > Rm 913, Leftbank > No. 68 Bei Si Huen Xi Lu > Heldlan District > Beijing 10080 > P.R. China Phone +86 (0)10 82 67 60 27 > Fax +86 (0)10 82 67 62 38

EM TEST (M) SDN BHD > Unit B2-6, Jalan Dataran SD2 > Dataran SD2, PJU9 > Bandar Sri Damansara > 52200 Kuala Lumpur > Malaysia Phone +60 (03)62 73 22 01 > Fax +60 (03)62 74 22 01 Internet: www.emtest.com > E-mail: sales@emtest.com.mv

Information about scope of delivery, visual design and technical data correspond with the state of development at time of release. Technical data subject to change without further notice.

© EM TEST > PAGE 3/3 www.emtest.com

48. Anexo 48: Programmable AC Power Source



PROGRAMMABLE AC POWER SOURCE MODEL 61511/61512/61611/61612

The global market for AC power testing demands for more sophisticated, high performance AC power source that is capable of simulating a wide range of AC line conditions. Chroma 61500/61600 series programmable AC source are the right solution to meet the market requirements by providing the ability to simulate various AC line input conditions and measurement of critical characteristic for products under test. These features make the 61500/61600 series ideal for commercial, power electronics, avionics, military and regulation test applications from bench-top R/D design verification, quality assurance to mass production.

Using the state of the art PWM technology, the models 61511/61512/61611/61612 can deliver the maximum output voltage up to 300Vac and output frequency from 15Hz to 1500Hz. The AC+DC modes extend the applications not only for providing pure AC voltage, but also DC component for DC offset testing in laboratory.

The 61511/61512/61611/61612 AC sources are capable of delivering up to 4 times of peak current compared to its maximum rated current that makes it ideal for inrush current test. All models possess the ability to generate pure sine waveform output with typical distortion less than 0.3% at 50/60Hz.

Chroma 61500/61600 series are able to provide precision measurements such as RMS

voltage, RMS current, true power, power factor, current crest factor and so on. By applying the advanced DSP technology, model 61511/61512 can easily simulate power line disturbance (PLD) by LIST, PULSE and STEP modes.

Chroma 61500/61600 series allow users to compose different harmonic components to synthesize various harmonic distorted waveforms. By applying this advance feature, users can program a sweeping frequency component incorporate with fundamental voltage for finding the resonance points of UUT, thus provide user with in depth analysis result.

To simulate the natural waveform, the 61500/61600 series provide an external analog input to amplify the analog signal generated from arbitrary signal generator. Thus, user can implement this feature to duplicate the unique waveform observed in the field.

The user friendly interface allows user quick access to 61511/61512/61611/61612 AC source's functions through large graphic LCD display front panel with clear indicated keypad. The GPIB (IEEE488.2), RS-232, USB and Ethernet interface are available for users to control the AC source remotely.

R5-232









Programmble AC Power Source

Key Features:

- Power rating : 61511/61611 : 12KVA

- 61512/61612 : 18KVA

 Voltage range: 0-150V/0-300V/Auto

 Frequency: DC, 15Hz-1500Hz

 Single-phase or three-phase output selectable
- Programmable slew rate setting for
- changing voltage and frequency

 Programmable voltage and current limit

 High output current crest factor, ideal for

- Turn on, turn off phase angle control
 TTL signal which indicates output transient
 LIST, PULSE, STEP mode functions for testing Power Line Disturbance (PLD)
- Voltage dips, short interruption and voltage
- Comprehensive measurement capability,
- including current harmonics

 Analog programmable interfaces

 Response interface: GPIB, RS-232, USB and
- Ethernet

 Capable of delivering power output up to 90KVA by implementing Master-slave parallel operation





1. ADVANCED PWM TECHNOLOGY

Chroma 61500/61600 series AC power source are able to provide highest power density by its advanced high speed PWM mode design. The modularized power stage design offer outstanding performance and high reliability. The modularized design allows service personnel to identify the trouble spot more efficiently and minimize the downtime. With no transformer at the output stage, it not only reduces the output impedance, but also lets 61500/61600 series be able to program DC component for simulating AC voltage with DC offset condition. This function allows user to simulate the test condition of unbalanced input current for rectified load.

2. SINGLE-PHASE AND THREE-PHASE OUTPUT

Model 61511/61512/61611/61612 AC sources are capable of delivering single or three-phase output depending on the user's application. Users can select these output modes easily through front panel

or via remote control. Model 61511/61512/61611/61612 AC sources are able to provide full power output without derating even with the output is configured as single phase.



Phase Waveform

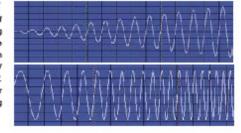


Panel



3. SLEW RATE SETTING FOR VOLTAGE AND FREQUENCY

Model 61511/61512/61611/61612 AC sources let users set the slew rate of voltage and frequency. It will follow the slew rate to reach the final setting when the output voltage or frequency is changed. This function can help the users to verify the operation range of input power. For example, user can implement this feature to sweep the voltage gradually from 90V to 264V instead of only checking several points like 90V, 115V, 230V and 264V. Another application is; in order to reduce the inrush current during motor startup or power on multiple UUT, the user can decrease the slew rate setting to achieve the objective.



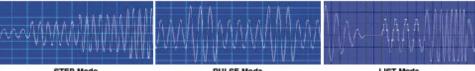
4. COMPREHENSIVE MEASUREMENTS

Chroma AC power source 61500/61600 series has a built in 16-bit measurement circuit and firmware utilities to measure the true RMS voltage, current, true power, VA (apparent power), VAR (reactive power), power factor, current crest factor, peak repetitive current and inrush current. Using the advanced DSP technology, 61500 series can measure THD and up to 40 orders of current harmonics. It makes 61500 series not only a sophisticated power source but also a powerful analyzer.

5. POWER LINE DISTURBANCE SIMULATION (61500 SERIES)

In addition to the steady output voltage and frequency programming, Chroma AC power source 61500 series provides powerful functions to simulate all kinds of power line disturbance conditions. The STEP and PULSE modes offer an easy and convenient method to execute a single step or continuous output changes. The changes may be triggered by an internal or external event. With this capability, it's easy to simulate power line disturbances such as cycle dropout, transient spike, brown out and etc.

The LIST Mode extends this function for more complex waveform generator needs, up to 100 sequences with different start-end conditions, that can perform almost any waveform by AC and DC components. In this way, Chroma AC power source 61500 series is capable of simulating all sorts of voltage dips, interruptions and variation waveforms for IEC 61000-4-11 pre-compliance test and IEC61000-4-14/IEC61000-4-26 compliance tests. It also allows users to synchronize external events as well as measurement devices with output changes.

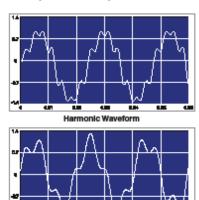


STEP Mode **PULSE Mode**

DISTORTION WAVEFORM, HARMONICS, INTERHARMONICS SYNTHESIS (61500 SERIES)

Traditional type of AC source only provides output voltage with sine waveform and this type of AC source is unable to meet and keep up with the latest test requirements for simulating the input voltage abnormal condition with distortion waveform. The WAVEFORM function allow user to set square, clipped-sine wave and 30 stored distortion waveforms. Besides that, IEC 61000-4-13 standard requires not only the harmonics waveform, but also interharmonics simulation.

Model 61500 series allow users to composite integer up to 40 orders of harmonic components based on 50Hz or 60Hz fundamental. The output will be a periodic harmonics distortion waveform. It also provides sweeping interhamonics function. This means the fundamental frequency will incorporate with a frequency sweeping component between harmonic frequencies. It can help to find the resonance or the weakest points of UUT. Chroma AC source 61500 series uses advanced DSP technology to synthesize the harmonic and interharmonics waveforms. Therefore, it is capable of generating a periodic harmonic and non-periodic harmonic distorted waveform to perform IEC 61000-4-13 compliance test.



Internarmonics Waveform

7. PROGRAMMABLE OUTPUT IMPEDANCE (61500 SERIES)

Chroma AC source 61500 series allow users to program output impedance. A current feedback control circuit makes the output voltage changed with the load. This feature is suitable for IEC 61000-3-3 Flicker tests or other test condition with particular output impedance requirement. It provides users a convenient and cost effective way to implement the reference impedance.

8. AC SOURCE (MASTER-SLAVE) PARALLEL OPERATION

The 61511/61512/61611/61612 AC source models provide the (Master-Slave) parallel operation function, which enable users to extend the AC source power output ability by connecting AC sources in parallel. The maximum allowable number of AC source implemented for the parallel operation is 5 units. Therefore, users can achieve a maximum power output up to 90KVA by combining 5 units of assorted AC source of 18KVA in (Master-Slave) parallel operation mode. The user could also use A615103 Power Stage as an alternative cost effective solution for the parallel operation, by implementing it as slave unit. Please refer to the following figures for AC source models 61511/61512/61611/61612 setup for parallel operation configuration.



Master Mode

Slave Mode

Combine two units of Model 61512 for obtaining 36KVA power output or combine AC source models 61512 + 61511 for obtaining 30KVA power output



Master Mode

Slave Mode

Slave Mode

Combine AC source Model 61512 with two units of A615103 (18KVA) for obtaining 54KVA power output

I specifications are subject to change without notice.

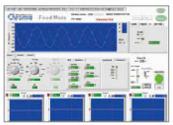


To save the hassle with arranging the input and output wiring of multiple AC sources connection in parallel operation. Users can select and Implement the Chroma input/output terminal fixture (A615104/A615105) designed specifically to solve the wiring issue.

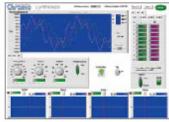
A615104: Input/Output terminal fixture for connecting 2 parallel AC source units.

9. THE 61500/61600 SERIES SOFTPANEL

Chroma Softpanel is a graphical user interface which provides extraordinary capability and convenience to user for delivering control to the unit. The 61500/61600 series Softpanel is designed specifically for offering users to control the AC source by applying user friendly interface configured in a graphical, instrument like settings. The self explanatory graphical interface makes the enabling of extensive functions of AC source with just few clicks of button. Users are able to perform online and offline waveform editing with the implementation of Softpanel. The Softpanel is also equipped with data recording function as multiple measurement data can be recorded simultaneously. One of the most powerful features for Softpanel is the availability of test environment configured specifically for conducting IEC regulation test, such as IEC 61000-4-13, IEC61000-4-13, IEC61000-4-14 and IEC61000-4-28.



Later and the second se



Main Operation Menu

Transient Voltage Programming

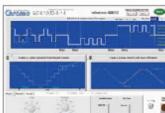
Distorted Waveform Editor



Voltage DIP, Short Interruption, Variation Regulation Test



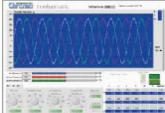
Voltage Harmonic & Interharmonic Test



Voltage Fluctuation Test



Frequency Variation Test

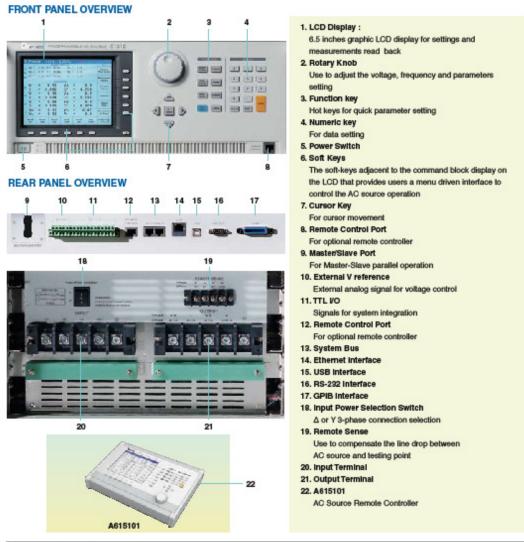


Interharmonic Test



Recording Function

PANEL DESCRIPTION



ORDERING INFORMATION

61511: Programmable AC Source 0~900V, 15~1.5KHz/12KVA, 1e/3e 61512: Programmable AC Source 0~900V, 15~1.5KHz/18KVA, 1e/3e

61611: Programmable AC Source 0~300V, 15~1.5KHz/12KVA, 1e/3e

61612: Programmable AC Source 0~300V, 15~1.5KHz/18KVA, 1e/3e

A615007: Softpanel for Model 61501~61505 Series

*A615101: AC Source Remote Controller for 61511/61512/61611/61612

A615103: Parallable power stage unit 18KVA, 1e/3e

A615104: Input/Output terminals for parallel connecting (2 units)

A615105: Input/Output terminals for parallel connecting (3 units)

Option for 277V_{uv}/480V_{tt}(5 Wires) AC input voltage are available with 61511/61512/61611/61612/A615103 models. Please contact with local sales representative for ordering information.

" Call for availability

SPECIFICATION						
Model	61511 616	11 61512	61612 61511+	A615103 61611+A615103	61512+Å615103 61612+Å6151	
Output Phase			1 or 3 selec	table		
Output Rating-AC						
Power	12KVA		KVA.	30KVA	36KVA	
ach phase	4KVA	61	(VA	10KVA	12KVA	
foltage						
lange		0~150V0~300V				
ocuracy			0.2%+0.29	6F.8.		
lesolution			0.1 V			
istortion *1			0.3% @50/60Hz , 1%@15	~1KHz,1.5%@1KHz		
ine regulation			0.1%			
oad regulation *2			0.2%			
emp. coefficient			0.02% per degree	from 25°C		
lax Current (1-phase mode						
IMS	96A / 48A		/72A	240A / 120A	288A / 144A	
eak (CF=4)	384A / 192A	D/6A	/ 288A	960A / 480A	1152A / 576A	
lax Current (each phase in			10.11			
IMS	32A / 16A	1901	/24A	80A / 40A	96A / 48A	
eak (CF=4)	128A / 64A	192A	/98A	320A / 160A	384A / 192A	
requency						
ange			DC, 15-1.5			
ocuracy			0.15%	1		
hase						
ange			0~360	r		
esalutian			0.3°			
ocuracy			<0.8°@50A	90Hz		
C Output (1-phase mode)			***			
ower	6kW		(W	15kW	18kW	
oltage	212V / 424V		/ 424V	212V / 424V	212V / 424V	
urrent	48A / 24A	72A	/36A	120A / 60A	144A / 72A	
C Output (3-phase mode)						
ower	2KVA		TVA.	5KVA	6KVA	
oltage	212V / 424V		/ 424V	212V / 424V	212V / 424V	
urrent	16A / 8A	24A	/ 12A	40A / 20A	48A / 24A	
nput AC Power (each phase	•)					
Ctype			3-phase, Delta or 1	Y connecting		
oltage range *3			190-250V (Delta:	LL, Y: L-N)		
requency range			47-63 H	(z		
fax. current	Delta: 80A Y: 70A	Delta: 12	0A Y: 90A	Delta: 200A Y: 160A	Delta: 240A Y: 180A	
leasurement						
/oltage						
lange			150V / 30	OOV		
ocuracy		0.2%+0.2%F.S.				
Resolution		0.1 V				
Current						
Range	128/32/8 A peak	192/48/1	2 A peak	320/80/20 A peak	384/96/24 A peak	
locuracy (rms)			0.4%+0.39	⊌F.8.		
ocuracy (peak)			0.4%+0.69	6F.8.		
lesolution			0.1 A			
ower						
ocuracy			0.4%+0.49	6F.S		
lesolution			0.1 W	1		
fficiency *4			0.75 (Typi	pal)		
rotect		UVP, OCP, OPP, OTP, FAN				
nterface		GPIB, RS-232, USB, Ethernet (standard)				
emperature						
peration			0°C ~40	rc		
torage			-40°C85			
lumunity		-40 C-455 C 30 %-60 %				
afety & EMC			00 1940 CE	-		
imensions (H x W x D)	1169 v 546 v 70	mm / 45.78 x 21.5 x 27		1183 v 548 v 700 mm / 45 7	8 x 21.5 x 27.56 inch x 2 units	
Veight	229.4 kg / 505.29 lb		533.92 lbs	480 kg / 1057.27 lbs	495 kg / 1090.31 lbs	
o*1 : Maximum distortion is teste o*2 : Load regulation is tested wi o*3 : Models with 277V _{IN} 480V _{IL}	d on output 125VAC (150V RANG) th sine wave and remote sense. (5 Wires) AC input voltage are ava	E) and 250VAC (300V RANG			100 197 1000.01 100	
te*4 : Efficiency is tested on input there	voltage 230V. 61511		61512	61511 + A615103	61512+ A615103	
	61611				61612+ A616103	
aveform Synthesis			40 orders 6			
armonic measurement		Voltage / Current 40 orders @ 50/80Hz				
rogrammable impedance rogrifications are subject to chan	ge without notice. Please visit our	uphallo for the most up to de	0Ω+200μH -	~ 144+1MM		
Developed and Manufacture CHROMA ATE INC.	od by :				Iributed by:	
HEADQUARTERS No. 66, Hisse-Ya 1st Rd., Hisse-Ya Technology Parik, Kuel-Shan Halang, 33383 Taoyuan County 33383 Tables	CHROMA ELECTRONICS CI (SHENZHEN) CO., LTD. NV 8F, No.4, Nanyou Tian An Si Industrial Estate. Shenzhen. Yo	PAN HROMA JAPAN CORP. IFA Building 11F 2-2-8 Inyokohama, Kouhokuku, kohama-shi, Kanagawa, 2-0033 Japan I: +81-45-470-2285 IX: +81-45-470-2287	U.S.A. CHROMA SYSTEMS SOLUTIONS, INC. 25612 Commercente Drive. Lake Forest, CA 92530-830 Tet. +1-949-800-6401 Fore: +1-949-800-6401	EUROPE CHROMA ATE EUROPE B.V. Morsestrad 32, 6716 AH Ede, The Netherlands Tel: +31-318-64232 Faz: +31-318-64238 http://www.chromaeu.com E-mail: sales@chromaeu.com	Worldwide Distribution and Service Netwo	
Fax: +886-3-327-8898		Fax: +81-45-470-2287 Toll Free: +1-888-800-8050 http://www.chromausa.com E-mail: saks/@chromausa.com			61512-200909-E-1	

49. Anexo 49: Analizador PQube Portable grado IP65

PQube Specifications

PQube Specifications Version 1.4

Refer	rence conditions for factory tests: 19°25°C, 15%°50% RH, steady-state 10/12 cycle signals. ±1/2 display count on all accuracies	
Inputs		
Mains Voltage Measuring Channels		
Connection	L1, L2, L3, N PQube screw terminals [9], [11], [13], [15]	
Frequency Range	40 Hz ~ 70 Hz and 320 Hz ~ 360 Hz. Nominal 30 Hz, 60 Hz, or 400 Hz auto, 320-360 Hz manually selected. Specifications below apply at 30/60 Hz.	
Mains Configuration	Single-phase, delta, wye or star. User selected or auto-selected	
Range of Nominal Input Voltage	100 VAC ~ 690 VAC L-L (69 VAC ~ 400 VAC L-N). User selected or auto-selected	
Measurement Channels	Line-to-Neutral, Line-to-Line, Neutral-to-Earth	
Sampling Rate	236 samples per cycle, phase-locked to input frequency	
Measurement Range	0 VAC ~ 900 VAC L-L (520 VAC L-N)	
Accuracy	±0.05% rdg ±0.05% P5 typical (10% ~ 130% of nominal). Every PQube factory tested at better than ±0.04% rdg ±0.04% PS. Note: P5 = 343 VAC or 520 VAC, selected based on nominal line-to-earth voltage.	
RMS Measurement Method	True single-cycle RMS, phase-locked to each channel, updated every 1/2 cycle. U _{BMM} per IEC 61000-4-30 Class A. Also 10/12 cycle true-RMS per IEC 61000-4-30 Class A.	
HF Impulse Detection	L1-E, L2-E, L3-E. ±450 V _{pk} nominal threshold detected through 2-pole high-pass 4.8 kHz nominal filter. Every PQube factory tested with 1-µsec 10%-to-90% impulses; trigger required at ±650 V _{pk} , must not trigger at ±250 V _{pk} .	
Unbalance – Voltage	ANSI, IEC, or GB measurement methods. Range: 0.0% ~ 100.0%. Accuracy equivalent to rms voltage specification applied to measurement method.	
THD – Voltage	Measurement method: Discrete Fourier Transform of phase-locked 256 samples-per-cycle. Range: 0.0% ~ 100.0%. Accuracy: 50.2% at 60-Hz test waveform having typical harmonic content (5% 5°, 2.5% 7°, 1.5% 9°, and 1% 11°). Samples measured through 6-pole low-pass analog anti-alias filter, 3-dB frequency 4.7 kHz.	
RIMS Flicker	P _{int} —average absolute difference between U _{MM} and 1-second RMS, in percent of nominal, multiplied by scaling factor for improved compatibility with Incandescent Ficker in IEC 61000-4-13. P _N — mean value of P _{int} over previous 10 minutes, synchronized to real-time clock. P _{II} — mean value of P _{int} over previous 2 hours, synchronized to real-time clock. Range: 0.0 ~ 2.0.0. Accuracy; ±0.1.	
Harmonics and Interharmonics	Range: $0\% \simeq 100\%$ of fundamental, measured up to the 63% order (harmonics displayed up to the 30% order). Harmonic accuracy": 1806 6300–4-7:2002 Class II, typical, up to the 30% order, for units manufactured after February 2010. Voltage: 13% U_m for $U_h \ge 3\%$ U_{max} , $\pm 10.13\%$ U_{max} for $U_m < 3\%$ U_{max} Current: $\pm 3\%$ U_m for $U_h \ge 3\%$ U_{max} , $\pm 0.3\%$ U_{max} for $U_h < 3\%$ U_{max} where U_{max} U_{max} anominal voltage or current range of the instrument, U_m , U_m = measured values *Problembary specification, subject to further evaluation	
Isolation	PQube provides more than 7500 VDC isolation to Earth, UL/IEC 61010 reinforced insulation.	
PT Input Ratio Range	1:1 to 10000:1	
Installation Category	CAT IV UL/IEC 61010 for voltages up to 300 VAC L-N (equivalent to 480 VAC L-L), CAT III for higher voltages. Pollution Degree 2	
Analog Input Channels		
Connection	AN1, AN2 PQube screw terminals [22], [30]	
Nominal Input	High range: 0~30 VAC or ±60 VDC to Earth max, Low Range: 0~7 VAC or ±10 VDC to Earth max	
Input Impedance	800 kΩ to Earth	
Pull Scale	High range: 70 VAC, ±100 VDC, Low range 7 VAC, ±10 VDC	
Measurement Channels	Standard: AN1-Earth, AN2-Earth, AN1-AN2. DC Energy Mode: DC Power and DC Energy	
User-specified Input Ratio	1:1 to 10000:1	
Sampling Rate	12.8 kHz or 15.4 kHz (measured at same rate as mains voltage measuring channels)	
Accuracy	$\pm 0.2\%$ rdg $\pm 0.2\%$ FS typical (10% $^{\sim}$ 100% FS), ANX-Earth. Every PQube factory tested at better than $\pm 0.1\%$ rdg $\pm 0.1\%$ FS AC.	
Digital Input		
Connection	DIG1 PQube screw terminal [24]	
Rating	60 VDC to Earth	
Wetting	5.4 VDC at 3 µA	

Threshold	1.5 V ±0.2 V with respect to PQube's Earth terminal		
Sampling Rate	12.8 kHz or 15.4 kHz (sampled at same rate as mains voltage measuring channels)		
Frequency Measurement			
Range	40 Hz to 70 Hz and 320 Hz to 560 Hz		
Accuracy	10.01 Hz, steady state Cycle-by-cycle zero-crossing detection on L1-E or L2-E (auto-selected). Firmware phase-locked for		
Method			
	frequency slew rate up to 3 Hz/sec. For 30/60 Hz, n dB frequency 76 Hz. For 400 Hz, measured through		
	and 3 dB frequency are auto-selected based on non		
Optional Temperature/Humidity Probe			
Connection	2.5 mm stereo jack. Functional electrical isolation fro	om PQube	
Location	Optional probes plug into the PQube directly or thro	ough PSL-provided extension cables	
Scan Time	5 seconds max		
Temperature Accuracy	Typical: ±0.59C. Max: ±29C (-20 ~+809C)		
Humidity Accuracy	Typical: ±4.5% RH (20 ~ 80% RH), max:±7.5% (0 ~ 10	o% RH)	
	Note: For optimal ambient temperature and humid	ty accuracy, use extension cable to avoid self-heati	
	of probe by PQube		
Optional Current Measuring Modules			
CT4-20A-00, CT4-50A-00			
Measurement Type	Pass-through (built-in current transformers)		
Nominal Input	20 amps RMS for CT4-20A, 50 amps RMS for CT4-50	IA.	
Crest Factor	3.5 (±70 amps instantaneous for CT4-20A, ±350 am	ps instantaneous for CT4-30A)	
Sampling Rate	12.8 kHz or 15.4 kHz (sampled at same rate as main		
Accuracy	±0.2% rdg ±0.2% PS typical (10% ~ 120% PS). Every F	Qube factory tested at better than ±0.15% rdg	
	±0.15% FS.		
Burden	less than 0.1VA		
Conductors	0.34 inches (8.6 mm) max. diameter, 600 V UL-reco	gnized insulation required	
XCT4-1A-00, XCT4-3A-00			
Measurement Type	External current transformer		
CT Input Ratio Range	1:1 to 10000:1		
Nominal Input	1 amp RMS for XCT4-1A, 5 amps RMS for XCT4-5A		
Crest Factor	3.5 (±3.5 amps instantaneous for XCT4-1A, ±17.5 an		
Sampling Rate	12.8 kHz or 15.4 kHz (measured at same rate as mai		
Accuracy - excluding external CT's	±0.2% rdg ±0.2% FS typical (10% ~ 120% FS). Every PQube factory tested at better than ±0.15% rdg ±0.15% FS.		
Burden	Less than 0.1 VA		
Wire Connection	Min. 20 AWG (0.52 mm²), max. 14AWG (2.1 mm²).	600 V UL-recognized insulation required	
Max. Screw Torque	7 inch-pounds (0.8 Nm)		
XCT5-0.333V-00, XCT5-1V-00, XCT5-5V	-00, XCT3-10V-00, CTE1		
Measurement Type	External current transformer		
CT Input Ratio Range	1:1 to 10000:1		
Nominal	0.333 V RMS, 1 V RMS, 5 V RMS, or 10 V RMS		
Crest Factor	3.5 (±1.17 V _{pb} ±3.5 V _{pb} ±17.5 V _{pb} or ±35 V _{pb})		
Sampling Rate	12.8kHz or 15.4kHz (measured at same rate as main	s voltage measuring channels)	
Accuracy - excluding external CT's	±0.2% rdg ±0.2% FS typical (10% ~ 120% FS). Every FS.	PQube factory tested at better than ±0.1% rdg ±0.1	
Wire Connection	Min. 20AWG (0,52 mm2), Max. 14AWG (2,1mm2).	500V UL- recognized insulation required	
Max. Screw Torque	5 inch-pounds (0,6Nm)		
Optional Voltage Attenuator Modules fi			
	ATT1-0600V	ATT1-1200V	
	N112 00004		
Rated Full-Scale Voltage	±600 VDC/300 VAC to Earth	±1200 VDC/600 VAC to Earth	
		±1200 VDC/600 VAC to Earth ±2000 V _{pk} to Earth	
Rated Full-Scale Voltage	±600 VDC/300 VAC to Earth		

Accuracy Dptional ATT2-0600V module for DC Po	±0.2% reading typical at DC (>1.0% FS), plus error in analog input channels. For 30/60 Hz signals, increase the analog input channel ratio by 0.1% (ATT1-0600V) or 0.4% (ATT1-1200V) per meter of cable to approximately compensate for cable capacitance.		
Optional ATTE GOOD FINANCIE IOT DE TO	wer and energy		
Voltage channel			
Rated Full-Scale Voltage	±500 VDC/300 VAC to Earth	Differential. Max common-mode voltage to Earth = ±200V	
Nominal Measurement Range	±1000 V _{pk} to Earth		
Analog Input Channel Ratio	100:1		
	DC: ±0.1% rdg ±0.1% FS	At 239C ±39C, 10% - 100% PS, in addition to	
Accuracy	50/60Hz: ±0.15% rdg ±0.15% FS	error in PQube analog channels	
Thermal drift of offset voltage	±0.005 mV/9C typical		
Thermal drift of gain	±0.01% rdg/9C typical		
Current channel	With closed-loop sensors	With open-loop sensors	
Rated Full-Scale Current	50A to 600A (depending on sensor model)	50A to 3000A (depending on sensor model)	
Maximum Input Current	150% to 200% PS (depending on sensor model)	110% to 200% FS (depending on sensor mod	
Accuracy at calibration current	0.15% rdg ±0.15% FS typical at DC	±0.3% rdg ±0.3% PS typical at DC	
Hysteresis offset voltage error	< 120 mV (after excursion of 1100% F5 current)	< ±30 mV (after excursion of ±100% FS currer	
Linearity	±0.1% rdg ±0.1% FS	±0.5% rdg ±0.5% FS	
Thermal drift of offset voltage	±0.1 mV/9C typical	±1 mV/9C typical	
Thermal drift of gain	±0.02% rdg/9C typical	±0.1% rdg/9C typical	

Power Measurements		
Definitions		
Watts (power)	Sum of true instantaneous per-phase power	
Volt-Amps (apparent power)	Sum of per-phase product of RMS voltage and RMS current, taken over the measurement interval	
Power Factor (tPF)	True power factor – ratio of Watts to Volt-Amps.	
VAR's (volt-amps reactive)	Budeanu definition	
Carbon (CO ₂ rate and accumulated)	Based on patent-pending algorithm using watts and user-selected proportions of generator sources, and user-supplied carbon generation rates for each source.	
Current unbalance	Measurement method ANSI C84.1.	
Inputs		
Voltages	L-N, or L-N _m for delta configurations. N _m defined as measurement neutral, the instantaneous average L-E voltage. All voltages scaled up to 10000:1 for potential transformers.	
Currents	L1, L2, L3, N, E currents. Optional user-selected calculated current on one channel for installations with N-1 current transformers. All voltages scaled up to 10000:1 for current transformers.	
Accuracy excluding external CT's		
Watts (power)	±0.2% typical at unity power factor, nominal voltage, 20% ~ 100% FS current. Better than ±0.25% rdg ±0.25% FS plus error due to phase angle uncertainty (<1.5° typical) for ⊕ _{kindmental} <±30°, nominal voltage, 10% ~ 120% FS current. ⊕ _{kindmental} = angle between fundamental voltage and fundamental current.	
Volt-Amps (apparent power)	Better than ±0.25% rdg ±0.25% F5 typical (10% ~ 120% F5)	
Measurement interval		
Measurement interval	Phase-locked, 10-cycles (30 Hz nominal) or 12-cycles (60 Hz nominal). Approximately 5 readings per second. Actual readings per second dependent on actual frequency.	
Instrument Power		
Screw Terminals	(AC or DC) PQube POWER screw terminals [23], [31]	
AC Input	24VAC ± 20% 50/60 Hz	
DC Input	24-48VDC ± 20% (polarity independent)	
Power Required	5VA max	

Isolation	PQube provides more than 150VDC isolation to all other circuits
Internal UPS	
Туре	Lithium Polymer Battery (replacement batteries available from PSL)
Capacity	600mAH. 30 minutes typical with new, fully-charged battery.
Backup period	User controlled. 1 to 10 minutes, 3 minute default.
Storage & Discharge Temperature	-209C to +608C
Charge Temperature	09C to +459C
Charging Cycles	>500 full cycles
Lifetime	Estimated 5+ years, depending on operating and environmental conditions
Replacement Method	User replaceable while PQube is operating (tool required)
Optional PS1 Plug-in Module	
AC Input	100°240VAC ± 10%. 50/60 Hz
Power Required	25VA max
Isolation	Module provides more than 3200VDC isolation to all other circuits
Outputs	
Signal Relay	
Connection	RLY1 PQube screw terminals [21], [29]
	RLY2 PQube screw terminals [20], [28] with factory installed RLY option
	RLY3 PQube screw terminals [19], [27] with factory installed RLY option
Rating	30 VAC/30 VDC, 300 mA max
Function	Normally closed. Contacts open for duration of event or 3 seconds (whichever is longer)
Operate time	20 milliseconds
High Current Relay	
Connection	RLY4 PQube screw terminals [17], [25]
Rating	30 VAC/30 VDC, 2 A max
Function	Normally closed. Contacts open for duration of event or 3 seconds (whichever is longer)
Operate time	20 milliseconds
Communications	
USB	
Connection	Mini-B USB socket
Future Applications	Future: USB mass storage device, and USB-based serial COM port.
Isolation	PQube provides at least 150VDC isolation to Earth (eliminates ground loops)
Optional Plug-in Ethernet Module	
Connection	Standard RJ-43 socket (wired Ethernet)
Email	Sends emails after every event with data attached; user request real-time meters via e-mail, PQube
	firmware upgrade via email, change PQube setup via email, incoming e-mail filters. Includes GIF graphs,
	CSV spreadsheet files, PQDIF, HTML and XML summaries
Web Server	Real-time meters. All event recordings, trends and statistics recordings. Includes GIF graphs, CSV spreadsheet files, PQDIF, HTML and XML summaries
Modbus over TCP	Real-time meters with update rate of approximately 1 second. Event/trend-statistics counters can be
Middlas over ICP	used for triggering downloads via FTP or web server.
FTP Server	File Transfer Protocol. Transfers files from PQube SD card to and from any computer. Limit to one
	simultaneous connection.
SNTP	Simple Network Time Protocol for synchronizing PQube real-time clock to UTC. (2 second absolute - UTC
	referenced)
Clock Timing	
Internal Real-Time Clock	
Accuracy	Typical ± 30 seconds/yr. Temperature compensated. ±120 seconds/yr max drift
Optional SNTP (Requires ETH1)	
Accuracy	±2 seconds absolute, UTC time
Operating Environment	
Ambient Conditions – Operating	-20°C ~ 50°C, 10% RH ~ 90% RH non-condensing
amend control of a pergent	and a second second second in the second sec

Transient Voltages	100kHz ring wave, 6 kV pk, IEC 61180, IEC 61000-4-3. Applied to voltage measuring terminals with Performance Evaluation Class 1. (When applied to optional power supply mains terminal, supply's fuse may operate in PE Class 3 at test levels greater than 4 kV.)	
EFT Burst Immunity	4 kV pk, IEC 61000-4-4, Performance Evaluation Class 1. Applied to power measuring terminals and	
	optional PS1 power supply mains terminals	
RF Field Strength Immunity	3V / m, IEC 61000-4-3 Test Level 2	
Magnetic Field Strength Immunity	30A / m, IEC 61000-4-8 Test Level 4	
Ingress Protection Rating (IP Rating)	IP20H, IEC 60529	
ysical		
PQube		
Dimensions	2. Sin x 3.5in x 3.2in (72mm x 90mm x 90mm)	
Weight	8.7oz (247g)	
Mounting	Standard 35mm DIN rail. Optional panel mounting clips available.	
Screw Terminal Torque	7inch-pounds (0,8Nm)	
PS1 Power Supply		
Dimensions	1.7in x 3.5in x 2.4in (43mm x 90mm x 61mm)	
Weight	4.0oz (113g)	
Mounting	Standard 35mm DIN rail. Optional panel mounting clips available.	
Screw Terminal Torque	7inch-pounds (0,8Nm)	
ETH1 Ethernet		
Dimensions	1.7in x 3.5in x 2.4in (43mm x 90mm x 61mm)	
Weight	2.1oz (60g)	
Mounting	Standard 35mm DIN rail. Optional panel mounting clips available.	
XCT4/XCT5 Current		
Dimensions	1.7in x 3.5in x 2.4in (43mm x 90mm x 61mm)	
Weight	3.5oz (99g)	
Mounting	Standard 35mm DIN rail. Optional panel mounting clips available.	
Screw Terminal Torque	7inch-pounds (0,8Nm)	
CT4 Current		
Dimensions	4.4in x 3.5in x 1.6in (112mm x 90mm x 41mm)	
Weight	8.1oz (230g)	
Mounting	Standard 35mm DIN rail. Optional panel mounting clips available.	
TH1		
Dimensions	1.8in x 0.7in x 0.4in (46mm x 18mm x 10mm)	
Weight	0.2oz (6g)	
Connection	2.5mm stereo jack	

Agency Approvals and Listings

UL (Underwriters Laboratories)	UL-recognized, cULus – File Number E220936	
RoHS	Certified – PSL Construction File PQube-001	
CE	Certified – PSL Construction File PQube-001, TUV CB Test Certificate US-TUVR-4368-A2	
пс	Certified - 20080102-01-CE, 20080326-01-RI	
TUV Bauart-mark	Certified – TUV Report 30880881.009	
ABS Shipyard	Certified - 2009 Steel Vessels Rules 1-1-4/7.7, 4-8-3/Table 2, 2008 MODU Rules: 43-3-3/Table 1	



Fluke 430 Series

Three-Phase Power Quality Analyzers

Technical Data

Pinpoint power problems faster, safer and in greater detail

The Fluke 434 and 435 three-phase power quality analyzers help you locate, predict, prevent and troubleshoot problems in three- and single-phase power distribution systems. Troubleshooting is faster with on-screen display of trends and captured events, even while background recording continues. The new IEC standards for flicker, harmonics and power quality are built right in to take the guess work out of power quality.



- · Troubleshoot real-time: Analyze the trends using the cursors and zoom tools-even while background recording continues
- Highest safety rating in the industry: 600 V CAT IV/1000 V CAT III rated for use at the service entrance
- Automatic Transient Mode: Capture 200 kHz waveform data on all phases simultaneously up to 6 kV
- Fully Class-A compliant: Conduct tests according to the stringent international IEC 61000-4-30 Class-A standard
- Measure all three phases and neutral: With included four current probes
- AutoTrend: Every measurement you see is always automatically recorded, without any setup

- . System-Monitor: Up to ten power quality parameters on one screen according to EN50160 power quality standard
- Inrush mode: For troubleshooting nuisance circuit breaker tripping
- View graphs and generate reports:
 With included analysis software
 Logger function: Configure for any test condi-
- tion with memory for over 400 parameters at user defined intervals
- Mains signaling: Measure interference from ripple control signals at specific frequencies
- · Battery Life: Seven hours operating time per charge on NiMH battery pack

 • Warranty: Rugged, handheld troubleshooter
- with Fluke three-year warranty



Applications

Frontline troubleshooting – quickly diagnose problems on-screen to get your operation back online.

Predictive maintenance – detect and prevent power quality issues before they cause downtime Quality of service compliance – validate incoming power quality at the service entrance Long-term analysis – uncover hard-to-find or intermittent issues

Load studies – verify electrical system capacity before adding loads

Energy assessments – quantify energy consumption before and after improvements to justify energy saving devices



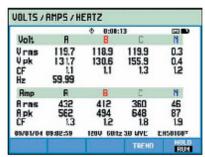
Measure all power parameters, find events and anomalies in seconds

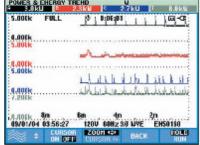
CAT IV 600 V and CAT III 1000 V safety rating

Designed to help protect you and your equipment, the Fluke 430 Series analyzers and accessories are all certified to meet the stringent standards for use in CAT IV 600 V and CAT III 1000 V environments. They are the first tools of their kind to carry the CAT IV rating for use in power connections and outlets throughout a low-voltage power distribution system.

Troubleshoot real-time

AutoTrend feature provides fast insight into changes over time. Every displayed reading is automatically recorded without having to set thresholds or intervals. Analyze the trends using the cursors and zoom tools—even while background recording continues.





AutoTrend automatically records all displayed parameters in the background. Toggle between dais and trend view, and use cursors and room to analyze measurements without interrupting the recording.

2 Fluke Corporation Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers





Fully Class-A compliant

The Fluke 435 is fully compliant with the new IEC 61000-4-30 Class-A standard. With this powerful capability, all measurements will be consistent and reliable in accordance with the latest international standard.

IEC 61000-4-30 Class-A Compliance

	435	434
Massumment algorithms		
Voltage accuracy	O.1 % of Vacca.	0.5 % of Vnon
Time synchronization	optional with CPS43O accessory	

Measures everything

Measure true-rms and peak voltage and current, frequency, dips and swells, transients, interruptions, power and power consumption, peak demand, harmonics up to the 50th, interharmonics, flicker, mains signaling, inrush and unbalance.

Logger: record the detail you need

User-configurable, long-term recording of MIN, MAX and AVG readings for up to 100 parameters on all 4 phases. Enough memory is available to record 400 parameters for up to a month with 10 minute resolution, or capture smaller variations with resolution down to 0.5 seconds.

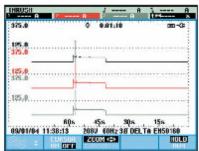
What is Class-A conformity?

Power quality measurement is a relatively new, and quickly evolving field. There are hundreds of manufacturers around the world with unique measurement methodologies. Whereas basic single- and three-phase electrical measurements like rms voltage and current were defined long ago, many power quality parameters were not previously defined, forcing manufacturers to develop their own algorithms. With so much variation between instruments, electricians tend to waste too much time trying to understand an instrument's capabilities and measurement algorithms instead of understanding the quality of the power itself!

The new IEC 61000-4-30 Class-A standard takes the guesswork out of selecting a power quality instrument. The standard IEC 61000-4-30 defines the measurement methods for each parameter to obtain reliable, repeatable and comparable results. In addition, the accuracy, bandwidth and minimum set of parameters are all clearly defined.



Simple mean structure with logical function grouping gives fast access to key measurements.



Inrush function automaticall triggers off of current, and captures start up measurements on motors and other devices to belp determine the leader.

³ Fluke Corporation Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers



Automatic transient display

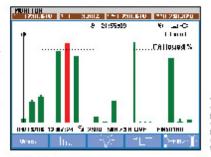
Every time an event or voltage distortion is detected, the instrument triggers and automatically stores voltage and current waveforms on all three phases and neutral. The analyzer will also trigger when a certain current level is exceeded. Up to 40 dips, swells, interruptions and transients can be captured this way. You can see voltage transients as high as 6 kV and as fast as 8 microseconds.

System-Monitor: Summary screen of overall power quality health

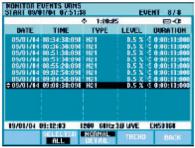
A single push of the MONITOR button delivers a dashboard display of rms voltage, harmonics, flicker, interruptions, rapid voltage changes, swells, unbalance, frequency and mains signaling. The dashboard is updated live, showing compliance of each parameter to ENSO16O limits or your own limits. Color-coded bars clearly show which parameters are inside (pass) or outside limits (fail). During a monitor session, you can easily drill down to more detail of any parameter to view and capture its trend for a report.

Extensive data analysis possibilities

The Fluke 430 Series provides three ways to analyze measurements. Cursors and zoom tools can be used 'live' while taking measurements, or 'off line' on stored measurement data. Additionally, the stored measurements can be transferred to a PC with the included software to perform custom analysis and create reports. Measurement data can also be exported to common spreadsheet programs. Store up to 10 measurement datasets and up to 50 screen captures for use in reports.



The System-Monitor overview screen gives instant insight into whether the voltage, barmonics, flicker, frequency and the number of dips and swells fall outside



A detailed list is given of all events falling outside the set limits. By scrolling through the events list and selecting an event, the event on be analyzed in detail.



Perform custom analysis and create reports with included software. Measurement data can also be exported to common spreadsheet programs.

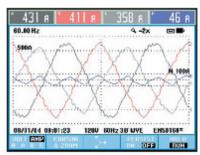


4 Fluke Corporation Pluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers

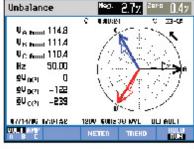


Easy-to-use

Pre-programmed setups and user-friendly screens make power quality testing as simple as you would expect from Fluke. The high-resolution color screen updates every 200 mS and displays waveforms and wiring diagrams color coded to industry standards. Handy on-screen wiring diagrams for all commonly used three-phase and single-phase configurations guide you through connections.



Scope view shows voltage and current waveforms for three phase installations. You can toggle to a phasor diagram at any time.



Phasor diagram shows voltage and current unbalance, and helps vedfy connections



The full color display uses region specific industrystandard color-coding juses selectable) to correlate measurements with actual wiring.



Generate reports and view graphs with Fluke Power Log Software

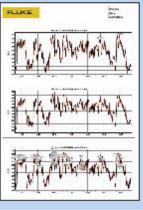
Designed to quickly view recorded data, the included Power Log software displays all

recorded parameters on interactive trends. Generate a professional report with the 'Report Writer' function, or copy and paste images into report document manually.

> View recorded data in simple graphs and tables.



Easily customize the report by selecting time period and measurements to



reate professional eports quickly and

⁵ Pluke Corporation Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers



Technical specifications

The specifications of the instrument are verified using the "implementation verification" table 3 as specified in IEC 61000-4-30 2002 Chapter 6.2. Accuracy is specified in % of reading unless otherwise specified. Specifications are valid for models Fluke 435 and Fluke 434 unless otherwise specified.

Input characteristics

input citatacterisus			
4 [3 phases + neutral] do-coupled			
1000 Vrms			
50 V to 500 V according IBC 61000-4-30. Selectable from 1 V to 1000 V.			
6 KV			
4 MΩ//5 pF			
> 10 MHz, up to 100 MHz for transfect display			
1:1, 10:1, 100:1, 1000:1 and variable			
4 [3 phases + neutral] do-coupled			
Clamp on current transformer with mV output			
1 Arms to 400 Arms with included clamps [#400s/Finke 434] 30 Arms with included clamps [#400s/Finke 435] 1 Arms to 3000 Arms with optional clamps [#300-Bex/Finke 435]			
50 kΩ			
> 10 MHz			
0.1, 1, 10, 100, 1000 mV/A, variable, i5s and i430-flex			
40 Hz to 70 Hz			
Sampling system			
16 bit analog to digital converter on 8 channels			
200 kS/s on each channel simultaneously			
5000 samples on 10/12 ² cycles according IBC 61000-4-30			
4098 samples on 10/12 ² cycles according IEC 81000-4-7			

Display modes

маркау вточка	
Waveform display	Available in Scope and Transient mode Captures 8 waveforms simultaneously Display update rate 5x per second Up to 10/12² times bodizontal mom Cursons: single vertical line showing min, max, avg reading at cursor position
Phaser	Shows real time phasor diagram Available in Scop and Uchslance mode Display update rate &x per second
Motor readings	Available in Volts/Amps/Hertz, Harmonics, Power and Energy, Flicker, Unbalance and Logger ⁴ mode
AutoTrend graph	Available in Volts,Ampa/Heriz, Dips and Swells, Harmonics, Power and Energy, Flicker, Unbalance, Inrush, Mains Signaling ⁴ Logger ⁴ and Monitor mode Curson: single vertical line showing with min, max, avg reading at cursor position
Bargraph	Available in Harmonics and Monitor mode
Ewant list	Available in Dips and Swells, Mains Signaling ⁴ , Logger ⁴ and Monitor mode

⁶ Fluke Corporation. Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers



Measurement modes

Scope	Vrms, Arms, Veussor, Acursor, Vfund, Afund, Hz, V phase angles, A phase angles		
Volts/Amps/Herts	Vrms, Vpk, V Crest Pactor, Arms, Apk, A Crest Factor, Hz		
Dips and swells	Trms %, Arms % Captures up to 1000 events with date, time, duration, magnitude and phase identification with programmatic thresholds		
Harmonies de, 1 to 80	Harmonic Voits, THD Voit, Harnonic Amps, THD Amps, K Amps, Harnonic Watts, THD Watts, K Watts, Interharmoni Voits ⁶ , Interharmonic Amps ⁶ relative to fundamental or to total rms		
Power and energy	Waits, VA, VAR, Power factor, Cos o/DFF, Arms, Vims, kWh, kVAh, kVARh, peak demand interval using trend, KYE revenue meter verification via optional input.		
Plicker	Pst(1min), Pst, Ptt, PF5, Vrms 14, Arms 14, De, Dmax, TD		
Unbalance	Vineg, Vzero, Aneg, Azero, Vfund, Afund, Hz, V phase angles, A phase angles		
Transfents	Vens, Arms, Veursor, Acursor		
Inrush currents	Inrush Current, Inrush duration, Arms ¼, Vrms ¼		
Mains signaling ⁴	Relative signaling voltage and absolute signaling voltage averaged over three seconds for two selectable frequencies		
Logger ⁴	Measures and records up to 100 parameters on all 4 phases simultaneously with selecable averaging time Captures up to 10000 events with date, time, duration, magnitude and phase identification with programmable thresholds		
System monthor	Vims, Arms, Harmonio Volks, THD Volks, PH, Vims %, Arms %, Vineg, Hz, dips and swells, unbalance All parameters are measured simultaneously in accordance with ENDO 160 Using Pagging to indicate unreliable reachings according IEOS 1COO-4-30		

Accuracy, resolution and range

	Measurement range	Resolution	Accuracy	
Volt/Empa/Hartz				
Vrms (ac+de) Fluke 435 Fluke 434	1 Vrms to 600 Vrms 600 Vrms to 1000 Vrms 1 Vrms to 1000 Vrms	0.01 Vrms 0.01 Vrms 0.1 Vrms	± 0.1 % of nominal voltage ± 0.1 % ± 0.5 % of nominal voltage	
Vpk	1 Vpk to 1400 Vpk	1 V	5 % of nominal voltage	
Voltage Crest Factor (CF)	1.0 to > 2.8	0.01	±5%	
Arms (ac+do) Fluke 435 Fluke 434 Fluke 434 with 1400s Fluke 435 with 1430Flex	O kArms to 20,00 kArms ¹ O kArms to 20,00 kArms ¹ O Arms to 40/400 Arms 30 Arms to 3000 Arms	0,001 Arms to 10 Arms ¹ 0,001 Arms to 10 Arms ¹ 0.1 and 1 Arms 1 Arms	± 0.5 % ± 5 counts ² ± 1 % ± 5 counts ³ ± 1 % ± 5 counts ³ ± 0.5 % ± 20 counts ²	
Apk using 1 mV/A scaling	O Apik to 5500 Apik	1 A	±5%	
A Creet Pactor (CF)	1 to 10	0.01	±5%	
Hr ⁵ Fluke 435 @ 50 Hr nominal Fluke 435 @ 60 Hr nominal Fluke 434 @ 50 Hr nominal Fluke 434 @ 60 Hr nominal	42.500 Hz to 57.500 Hz 51.000 Hz to 69.000 Hz 42.50 Hz to 57.50 Hz 51.00 Hz to 69.00 Hz	0.001 Hz 0.001 Hz 0.01 Hz 0.01 Hz	± 0.01 Hz ± 0.01 Hz ± 0.01 Hz ± 0.01 Hz	
Dips and swells				
Vrms½ (ac+do) Pluke 435 Pluke 434	O.O % to 200 % of nominal voltage O.O % to 200 % of nominal voltage	0.1 Vrms 0.1 Vrms	± 0.2 % of nominal voltage ± 1 % of nominal voltage	
Arma% (20+do) Pluke 435 Pluke 434 Pluke 434 with 1400s Pluke 435 with 1430Flex	O Arms to 20,000 Arms ¹ O Arms to 20,000 Arms ¹ O Arms to 400 Arms 30 Arms to 3000 Arms	0,001 Arms to 10 Arms 0,001 Arms to 10 Arms 0.1 Arms and 1 Arms 1 Arms	± 1 % ± 10 counts ² ± 2 % ± 10 counts ² ± 2 % ± 10 counts ² ± 1 % ± 20 counts ²	
Threshold levels	Programmable thresholds in percent of nominal voltage Event detection based upon \(\frac{1}{2} \), cycle rms voltages Captures dips, swells, interruptions and rapid voltage changes			
Duration.	hhh,mm,ss,mmm	Half cycle	One cycle	

⁷ Fluke Corporation Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers



Accuracy, resolution and range cont.

	Measurement range	Resolution	Accuracy				
Harmonice							
Harmonie order (n)	DC, 1 to 50 grouping: harmonic groups	according to IEC 61000-4-7					
Inter-Harmonic order	Off, 1 to 49 grouping: harmonic and interharmonic subgroups according to IEC 61000-4-7						
Vrms Relative (%f):	0.0 % to 100.0 %	0.1%	± 0.1 % ± n x 0.1 % (± 0.4 % for %r)				
Pluke 435 Absolute:	O.O Vrms to 1000 Vrms	0.1 Vrms	± 0.05 % of nominal voltage if				
			< 1 % of nominal voltage				
Pluke 434 Absolute:	O.O Vimis to 1000 Vimis	0.1 Vrms	±5% if ≥ 1% of nominal voltage ±5% ±2 counts				
Arms Relative (%f):	0.0 % to 100.0 %	0.1 %	±0.1%±nx0.1% ±0.4% for %				
Absolute:	0.0 mV to 4000 mV x damp scaling	1 mVrms x clamp scaling	±5%±5 counts				
Watte Relative:	0.0 % to 100.0 %	0.1%	±nx2%				
(Harmonics only) Absolute:	depends on clamp and voltage scaling		±5% ±n x2% ± 10 counts				
DC Relative:	0.0 % to 100.0 %	0.1 %	± 0.1 % V and A (± 2 % Watt)				
Fluke 435 Absolute V: Fluke 434 Absolute V:	0.0 V to 1000 V 0.0 V to 1000 V	0.1 V 0.1 V	± 0.2 % of nominal voltage ± 5 % ± 10 counts				
Absolute A:	0.0 mV to 4000 mV x damp scaling	1 mVms z clamp scaling 0.1 V	±5%±10 counts				
Absolute W:	depends on clamp and voltage scaling	depends on scaling	± 5 % ± 10 counts				
7HD _[x=40] (relative % or % r)	0.0 % to 100.0 %	0.1%	± 2.5 % V and A (± 5 % Watt)				
His	O Hz to 3500 Hz	1 Hz	± 1 Hz				
Phase angle Pluke 435	-360 ° to +0 °	1*	±n×1' ³				
Pluke 434	-360 ° to +0 "	1*	±n×1.5°(°)				
Power and energy							
Watt (VA, VAR) Fluke 435 Fluke 434	1.0 MW to 20.00 MW ¹ 1.0 MW to 20.00 MW ¹	0.1 kW to 1 kW ¹ 0.1 kW to 1 kW ¹	± 1 % ± 10 counts ³ ± 1.5 % ± 10 counts ²				
kWh ⁶ (kVA ⁶ , kVAR ⁶)	00.00 kWhr to 200.0 GWhr ¹	0.01 Xhr to 100 Whr ¹	± 1 % ± 10 counts ²				
EWIE- JEVA-, EVAR-)	00.00 kWhr to 200.0 GWhr ¹	0.01 Whr to 100 Whr!	± 1.5 % ± 10 counts ²				
Power Pactor	O to 1	0.01	±0.033				
Cos a/DPP	O to 1	0.01	±0.033				
Flicker							
Pet (1min), Pet, Pit, PFS instantenous	0.00 to 20.00	0.01	Within ± 5 % of tabulated values				
Plicker			according IEOS 1000-4-15				
Do%, Dmax% and Time d(t)	O.O % to ± 100.0 % for De% and	0.1 % for De% and Dmax% and 10 ms	± 1 % for Do% and Dmax% and 20 m				
exceeds limits as described per	Dmax% and 0.000 s to 9.999s for	for Time	for Time				
IEC 61000-3-3	Time						
Unbalance	I	T	I				
Volts Fluke 435 (neg. and zero seq.) Fluke 434 (neg. and zero seq.)	0.0 % to 5.0 % 0.0 % to 5.0 %	0.1 %	±0.15% ±0.5%				
Current [neg. and zero seq.]	0.0 % to 20 %	0.1 %	±1%				
Phase angle voits	-360.0° to 0.0°	01'	±2 counts				
riase angre vota	-360.0 ° to 0.0 °	01'	± 5 counts ³				
Transient capture							
Volts oursor reading	± 6000 Vpk	1 V	± 15 % of cursor reading				
rms reading	10 Vrms to 1000 Vrms	1 V	± 2.5 % of Vnominal				
Minimum detect duration	5 µs						
Sampling rate	200 kS/s						
Inrush mode							
Arms (ac+de)	O.COO kArms to 20.00 kArms!	0.001 Arms to 10 Arms ¹	± 1 % of meas ± 5 counts				
Inrush Duration	mm:ss:mmm between 7.5 s to	10 ms	± 20 ms (Fnominal = 50 Hz)				
	30 minutes selectable	<u> </u>					
Maine Signaling ⁴							
Threshold levels	* *	is programable for two independent sign	saling frequencies				
Signaling frequency	60 Hz to 3000 Hz	0.1 Hz					
Relative V%	O % to 100 % of Vnominal	0.1%	±0.4%				
Absolute V3s (3 second average)	0.0 ¥ to 1000 V	0.1 V	±5% of nominal voltage				



Trend recording

Trend recording														
Hethod	AutoTrend automatically records min, max and average values over time for all readings being displayed for the 3 phases and neutral simultaneously													
Volts/Emps/Hortz, Harmonics, Power and	Energy, F	licker, Un	balance at	nd Maims S	ignaling4 :	mode								
Sampling	5 reading	5 readings/sec continuous sampling per channel												
Recording time	Prom 30	min with 1	second dis	play resolu	tion up to 4	150 days w	dth 6 hour	display res	olution.					
Soom.	Up to 6x 1	hortzontal s	oom.											
Hemory	1800 mir	, max and	avy points	for each re	ading									
Duration.	30 min.	2.5 hrs	7.5 hrs	15 hrs	30 hrs	150 hrs	450 hrs	900 hrs	75 d	225 d	450 d			
Resolution	1 5	5.5	15 s	30 s	60 s	5 min.	15 min.	30 min.	1 hr	3 hrs	6 hrs			
Dips and Swells mode														
Sampling	100/1202	readings/s	sec continu	ous sampth	ig per char	mel								
Recording time	Prom 90	sec with 25	nsec disp	lay resolut	on up to 45	0 days wt	th 3 hrollap	lay resolut	ion.					
Soom	Up to 12:	t hortzonial	zoom.											
Hemory	3800 mir	, max and	avy points	for each re	ading									
Duration	90 s	180 s	6 min.	12 min.	30 min.	1 hr	2.5 hrs	7.5 hrs	15 hrs	30 hrs				
Resolution	25 ms	50 ms	100 ms	200 ms	500 ms	1.5	2.5 s	7.5 s	15 s	30 s				
Inrush currents and flictor PF5 mode														
Sampling	100/1202	100/1202 readings/sec continuous sampling per channel												
Recording time	From 7.5 sec with 25 msec display resolution up to 30 min with 500 msec display resolution for inrush measurements and up to 2 hr with 2.5 sec display resolution for PFS recordings													
Soom.	Up to 12:	: horizonial	zoom.											
Hemory	3800 mtr	, max and	avg points	for each re	ading									
Duration	7.5 s	15 s	30 s	90 s	180 s	6 min.	12 min.	30 min.						
Resolution	25 ms	25 ms	25 ms	25 ms	50 ms	100 ms	200 ms	500 ms						
Logyer mede														
8empling		ion of 5 rec r measured	adings/sec	and 100/1	20 ² reading	s/sec conti	nuous sam	pling per d	hannel dep	ending on	the			
Recording time	Depends	on selected	readings :	and averagi	ng time									
Soom	Two noon	n positions,	display all	or 1x										
Hemory	User conf	lgurable sh	ared memo	cy, up to 1	5 MB on Plu	ike 435, uj	to 7 MCB o	n Fluke 43	44					
No. of readings on 3 phases + N		1			10			100						
Averaging time	0.5 s	10 min.	2 hrs	0.5 s	10 min.	2 hrs	0.5 s	10 min.	2 hrs					
Max ⁷ duration using 15 MB	68 hrs	9 years	100 years	6 hrs	333 days	10 years	18 min.	31 days	1 year					
Monitor mode														
8empling	Combination of 5 readings/sec and 100/1202 readings/sec continuous sampling per channel depending on the parameter measured													
	Up to 1 week with 10 min resolution													
Recording time	Up to 1 w	CCE WILL I	C mm reso							1008 min, max and avg points for each reading, 10 minute resolution				
Hemory	_				ading, 10 n	ninule reso	lution							

Measurement method

Vrms, Arms	$10/12^2$ cycle contiguous non overlapping intervals using $500/418^2$ samples per cycle in accordance with IEC $81000-4-30$
Vpeak, Apeak	Absolute highest sample value within 10/122 cycle interval with 40 µs sample resolution
V Crest Pactor	Measures ratio between the Vpeak and Vrms
A Crest Pactor	Measures ratio between the Apeak and Arms
HI	Measured every 10 sec in accordance with IEC81000-4-30
Vrms ¼, Arms ½	Value is measured over 1 cycle, commencing at a fundamental zero crossing, and retreshed each half-cycle. This technique is independent for each channel in accordance with IEC 61000-4-30.
Harmonics	Calculated from 10/12-oyote gapless harmonic group measurements on Voltage and Amps according to IEC 81000-4-7
Watt	Selectable Total or Fundamental real power display Calculates average value of instantaneous power over $10/12$ syste period for each phase Total Active Power $P_1 - P_1 + P_2 + P_3$

⁹ Fluke Corporation Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers



Measurement method cont.

VA	Selectable total or fundamental apparent power display Calculates apparent power using Vrms x Arms value over 10/12 cycle period Total apparent power is root mean square of real and reactive power
VAR	Selectable total of fundamental reactive power display Calculates reactive power as root of VA squared minus wait squared over 10/12 cycle period. Capacitive and industrive load is indicated with capacitor and industri ions
Power Pactor	Calculated wait/VA
Cos q/DPF	Cos of angle between fundamental voltage and current
Unbalance	The supply voltage unbalance is evaluated using the method of symmetrical components according to IEC81000-4-30
Flicker	According to IEC 61000-4-15 flickermeter—functional and design specification includes 230V 50 Hz lamp and 120V 60 Hz lamp models
Transdent capture	Captures waveform triggered on signal envelope Additionally triggers on dips, swells, interruptions and Amps level as specified by IEC81000-4-30
Inmah current	The inrush current begins when the Arms half cycle rises above the inrush threshold, and ends when the Arms half cycle rms is equal to or below the inrush threshold nimus a user-selected hystecests value. The measurement is the square root of the mean of the squared Arms half cycle values measured during the inrush duration. Each half-cycle internal is configuous and non-overlapping as recommended by IEC \$1000-4-30. Markers indicate knush duration. Cursors allow measurement of peak Arms half cycle.
Mains signaling	Measurements are based on: either the corresponding 10/12-cycle rms value interharmonic bin or the rms of the four nearest 10/12-cycle rms value interharmonic bins per IEC 81000-4-30 Limit setup for Mountior mode follows ENDOIGO "Mediatecouse"
Time synchronization	Optional GPS430 timesync module provides time uncertainty \leq 20 ms or \leq 16.7 ms ² for time tagging of events and time aggregated measurements. When synchotoxisation becomes unavailable, time tolerance is \leq 1-a/24h

Wiring configurations

1Ø + NEUTRAL	Single phase with neutral
10 SPLIT PHASE	Split phase
1¢ IT NO NEUTRAL	Single phase system with two phase voltages without neutral
3Ø WYE	Three phase four wire system WYE
3Ø DELTA	Three phase three wire system Deka
3Ø 17	Three phase system without neutral WYE
эø ніян с вя	Four wire three phase Delia system with center tapped high leg
3¢ open les	Open delta three wire system with 2 transformer windings
2-ELEMENT	Three phase three wire system without current sensor on phase L2/B (2 wait meier method)
2 %-ELEMENT	Three phase four wire system without voltage sensor on phase L2/B

General specifications

Cano	
Design	Rugged, shock proof with integrated protective hoister
Drip and dust proof	IP51 according to IEC8O529 when used in tilt stand position
Shock and vibration	Shock 30 g, vibration: 3 g sinusoid, random 0.03 g ³ /Hz according to MIL-PRF-28800F Class 2
Display	
Туре	Bright full-color LCD with CCPL backlight, 80 cd/m²
Sine	115.2 mm x 88.4 mm (4.5 in x 3.4 in)
Resolution.	320 x 240 pixets
Contrast and brightness	User-adjustable, temperature compensated
Memory	
Screens	50 streen memories
Data	10 data memories for storing data including recordings
Logger	User configurable shared memory, up to 15 MB on Fluke 435, Up to 7 MB on Fluke 434 ⁴
Limit templates	2 preprogrammed, 2 administrator (programmable via FlukeView*), 2 user locations
Real-time clock	Time and date stamp for AutoTrend, Transient display and SystemMonitor

10 Fluke Corporation Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers



General specifications cont.

deneral speculcations out.	
Mechanical	
Sine	258 mm x 189 mm x 84 mm (10 in x 8.5 in x 2.5 in)
Weight	2 kg (4.5 lb)
Power	
Line power	Switchable 115 V, 230 V adapter with country specific plug
Power adapter output voltage	15 V do to 23 V do; use only power adapter BC430
Battery power	Rechargeable MMH BP190 (installed)
Battery operating time	>7 hours
Battery charging time	4 hours, 8 hours for/CO6 version (instrument off)
Power saving	Adjustable time for dinned backlight with on screen power indicator
Standards	
Measurement methods used.	IEC 81000-4-30 Class-A
Measurement performance	Fluke 435 IEC 61000-4-30 Class-A, Fluke 434 IEC 61000-4-30 Class-B
Power quality	EN 50160
Plicker	IEC 81000-4-15
Harmonics	IEC 81000-4-7
Cross talk	
Between V inputs	-80 dB @ nominal frequency
Voltage to current input	-95 dB @ nominal frequency
Safety	
Compliance	IEQEN 61010-1-2001 CAN/CSA C22.2 No 61010-1-04 UL sid No 61010-1 Safety Requirements for Rection Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use, Part 1: General requirements Ration: 800 V CAT IV/1000 V CAT III Pollution Degree 2
Max voltage on banana input	1000 V CAT III/800 V CAT IV
Max voltage on current BNC input	42 Vpeak
Environmental	
Operating temperature	O °C to +60 °C (32 °F to 122 °F) battery only, O °C to +40 °C 32 °F to 104 °F) with adapter, within spec +15 °C to +35 °C 50 °F to 95 °F)
Storage temperature	-20 °C to +60 °C (-4 °F to +140 °F)
Humidity	10 °C to 30 °C. 50 % EM non-condensing; 30 °C to 40 °C. 75 % EM non-condensing; 40 °C to 50 °C. 45 % EM non-condensing bettery only
Maximum operating altitude	3000 m. Derate to 1000 V CAT II/800 V CAT II/300 V CAT IV above 2000 m
Maximum storage altitude	12 km
Warranty	Three-years on mainframe, one-year on included accessories
Printers and Interface	
Туре	Serial, optically isolated. Compatible with PM9080 (RS-232) or 0C4USB (USB)
Band rate	1200, 2400, 9600 to 115 MB
Print out facility (B&W only)	Via optional adapter PMGOSO or PAC 91
Print protocol	Epson FI/LQ, Deskjet, LaserJet , DPU-414 or PostScript

Electro Magnetic Compatibility (EMC)

Emission and immunity	EN61326-1	Fluke $434/435$, including standard accessories, conforms with the EEC directive $80/338$ for EMC immunity, as defined by EN81326, with the addition of the table below			
Proquency	Disturbance < 0.5 %	Disturbance < 10 %			
80 MHz to 400 MHz	All ranges				
400 MHz to 600 MHz	All other ranges	125 V range			
600 MHz to 1 GHz	All ranges				
The Analyzer is susceptible for RF fields with a field strength of 10 V/m, between 400 MHz and 600 MHz (Performance criteria B).					

¹Depending on clamp scaling, voit scaling 1:1 ²50 Hz/60 Hz nominal frequency according to IBC 61000-4-30 ²Add damp accuracy and phase shift ⁴The logger and mains signaling function are optional for the Fluke 434 and standard on the Fluke 435

⁵Measured on reference vottage input A/L1 ⁶Maximum time 9990 hours ⁷Bettinated duration ⁸Add ±|n-1| x 2.5 ° for amplitude when using 1430-flex-4pk

11 Fluke Corporation Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers



Power quality analyzer selection table

	435	434*
Measures voltage, ourrent, dips, swells, interruptions, barmonics, inter-barmonics, flioker, power, energy, transients, frequency, umbalance, inrush, ENSO160 overview		
Logger function with multi-parameter logging	•	optional*
Mains signaling	•	optional*
Memory size	16 MB	8 MB
Current probes	3000 A flexible (4)	40 A/400 A clamp (4)
Carrying case	water-tight hard case with rollers	rugged hard case
Software	Fluke Power Log and FlukeViews	FlukeVlew®



Ordering information

Fluke-435 Three-Phase Power Quality Analyzer Fluke-434 Three-Phase Power Quality Analyzer

Optional accessories
i400s 40 A/400 A switchable current
clamp (included w/434)
15ePQ3 3 pack of 5 A precision current

clamps

4 pack of 3000 A flexible current probes (included w/435) Water-tight hard case with rollers i430-flex-4pk C435

(included w/435) GPS time synchronization module for Pluke 430 series Upgrade kit for 434, includes GPS430

Pluke 434/LOG

Power Log software and enables logger and mains signaling function (accuracy and memory not upgradeable)



435 Includes: Hard carrying case with rollers, four flexible our-rent probes (1430-flex), five test rent probes per 43-Det), me test leads and clips, battery changer, PhikeView software, Power Log software, optical USE edite, color localization set, Getting Started manual, Users manual on CD-ROM.



434 Includes: Hard carrying case, four current probes (1400s), five test leads and citps, battery charger, PhileeView software, optical USB cable, color localization set, Getting Started manual, Users manual on CD-ROM.

Fluk⊖. Keeping your world up and running.™

Pluke Corporation PO Box 9090, Everett, WA USA 98206 Pluke Europe B.V. PO Box 1188, 5802 BD Bindhoven, The Netherlands

For more information call: For more information call: In the U.S.A. (800) 443-5853 or Par |425| 448-5118 In Europe/M-East/Africa +31 [0] 40 2675 200 or Par +31 [0] 40 2675 222 In Canada (800)-36-PLUEE or Par |905| 800-8888 Prom other countries +1 |425| 448-5500 or Par +1 |425| 448-5118 Web access: http://www.fluke.com

©2006 Flubs Corporation. All rights reserved. Printed in U.S.A. 7/2006 2643006 D-EN-M Ray B

12 Fluke Corporation Pluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers

^{*}Optional functionality can be added with upgrade kit.

51. Anexo 51: Multifunctional Power Quality Analysers MI 2292

Power Quality Analyser Plus MI 2292

Top of range, 3-phase power quality analyser, with included EN 50160 and Flicker measurements





Power Quality Analyser Plus Is a top of range, 3-phase, portable power analyser for use In Industry, util ities and suits the most demanding power quality diagnostics.

Three current and three voltage inputs combined with an internal memory modules allow

- recording up to 4 weeks
- 64 parameters can be monitored or recorded simultaneously
- Instrument can be programmed either directly or via PC
 MS Windows compatible PC SW PowerLink serves for downloading, management of
- recorded data and preparation of test reports
- . Extensive selection of accessories makes the instrument suitable for a variety of different applications

Target applications

- . General power quality assessment in distribution and industrial low and middle voltage electric
- . Power quality analysis according to EN 50160
- . Capturing and recording of power supply events (shut-down's, interruptions, sags, dips)
- Flicker measurement
 Power factor correction equipment measurements
- Harmonics measurements and filter selection
 Transients recording and over-voltage protection devices (MO varistors) performance testing
- Assessment of UPS performance
 Consumption profile recording
- . Motor's inrush currents monitoring and recording

- High accuracy measurement and recording of power quality parameters (U,I,f, cos q, PF, P,Q,S, current and voltage harmonics up to 63*order, etc.)
- Power quality assessment according to EN 50160 including Flicker measurement and standardised. printout report in graph and table form Transients measurements down to 20 µs with adjustable level triggers
 Waveform measurements with harmonics direction detection. Adjustable level and slope
- triggers on voltage and current
- . Instrument or a group of them can be remotely controlled and programmed via GSM modern Windows compatible PowerLink PC Software supports downloading, programming, communication with the instrument and transfer of recorded data to other MS programmes (Excel, Word, etc.)

Instrument is developed and manufactured in accordance with following standards: Safety: IEC/EN 61010-1

Measurements: EN 50160 and EN 61000-4-30, Class B

General technical specifications

Display
Graphic Liquid Crystal Display with
LED backlight, 160 x 116 does resolution
Men - volatile memory
2048 Kbytes SRAM, bettery backed Digital hardware specification
A/D con., 14 bit with 128 samples per channel
per per lod (43 + 68 Hz)
Quiptu to
Communication type: RS 232 serial interface

Communication hyper. RS 232 serial i int at face Baud nitre. 2400 + 57600 bpe Commector: 9 pin. D-type Communication cable: Standard type Powers as pity Opera fing range: 230 NcC +10 % + 20 %, 45 + 85 Hz, 8 VA Optionat: 115 VAC +10 % + 20 %, 45 + 85 Hz, 8 VA De power supply: Internal 1-4 x 12 V NNM butterles Charger: Internal battley charger Vorking termperature range: 20 % + + 50 °C Mac. humbility: 65 % RH (0 + 40 °C) Pallustion degree: 2

Max. humidity. 65 % RH (0 + 40 °C)
Pollution degree: 2
Protection cless filosition: III. double insulation
Volta ge inputs: CAT III(800 °V: optional CAT IV(800 °V
Protection degree: IP 94
Dimensions: 255 × 110 × 165 m/m
Vireight: 2 kg
Recerder
Adjuste bis integration period: 1 s + 900 s.
Salected a ignate: max. 64
Satisfacts value:
Each period divided in 200 parts (0.1 ms)
Voltage encomplies:

Voltage a normalies: Based on half period, start, duration and

vivined on half period, start, duration a extremes of meas used voltage EN50180 Analysis mode: Yoltage dips., swells, sags and breeks the solution 10 ms, no gaps White period Yoltage FIMS Harmonics: up to 43st Flickers: Pat, Plt



Technical specification

AC Voltages
Three-phase AC voltage input (3 differential inputs, L1 - N, L2 - N, L3 - N) Input voltage range:

10 + 550 Visits Lin, 900 Visits Li, 600 Visits Lin (overload 10 s) 10 + 750 Visits Lin, 1000 Visits Li, 800 Visit Lin (overload 10 s)

0.1 V ± 0.5 % of reading ± 2 digits 1+1.4 @ 550 Vwerus Creat factor max: 43 + 68 Hz mains voltage Prequency range: AC Currents

AC currents
Three-cha se AC input for connection to current trans ducers with voltage output input current (voltage olput): 0.02 + 1 Vest (from 0.02 x in + in)
Resolution: 0.3 mV (0.3 A with 1000 A / 1 V)

(a0.5 % of reading a 6 dig.) + current transformer a coursey Acquiracy

1 + 2.5 @ 1 Vees Crest factor:

Miximum permissible overload: 150 % In (sinuscidal current)
Miximum input voltage: 1 Vive: Meximum input voltage:

Consider phase angle data of used current transformer.

Display options:

Waveform of pairs (L1: U1 and I1, L2: U2 and I2,

L3: U3 and I3), U1,2,2, and 8,22

METER - Power measurement

Phase values for selected measuring parameters: Measured: voltage (U), curren

outing (UI), current (I), cos φ active power (P), apparent power (S), reactive power (Q), power factor (PR) with its characteristics (C, L, none), interphase voltage Calculated:

3-phase values: Calculated:

active power (Pt), apparent power (St), reactive power (Ot), power factor (PR), neutral current (in); a 1 % of reading 0.01 of displayed value

Basic accuracy for P, Q, S,: Resolution for P, Q, S,:

SPECTRUM - Harmonics measurement
The instrument computes harmonics on signals sampled with an AID conventer.
Recording interval: 160 ms (6 cycles)

Spectrum calculation range: DC-83*
Spectrum display range: DC-25*
Displayed items for selected harmonic: Order, relative and absolute value

En ergy Displayed results:

-cumulative values (FOTAL)

-perfilol cumulative value (SUBTOTAL)
-values for last integration period (LAST IP)
Quantities Active energy (EP), capacitive energy (EQQ, inductive energy (EQI)

Basic accuracy: a 1 % of reading 0.1 of displayed value Resolution: Ricker measurement

The instrument computes flickers according to IEC 61000-4-15

Waveforms 128 scans / period Sampling rate:

level, manual, finer min. 10 periods of pre/post size, up to 7812 periods can be recorded

Channels:

Single or multi-chanel mode magnitudes generated by load, generated by utility Harmonics / direction:

Fast logging Sampling rate: Trigger:

128 scans / period, (min, max, avgrecorded each half period) level, manual, timer

pre/ post size, up to 166 minutes of recording 3 x U, 3 X I, Single or multi channel mode Buffer: Channels: Translents

Capturing: >20 us transient detectability

Level, slope, manual min. 10 periods of pre/post size, up to 1000 periods can be recorded Channels: 3 x U, 3 x I, single or multi channel mode

Measuring and Regulation Equipment Manufacturer METREL.d.d. Ljubljanska 77

SI-1354 Horiul Tel: +386 (0)1 75 58 200 Fac: +386 (0)1 75 49 226 E-mail: metrel@metrel.si http://www.metrel.si Ordering information:

- Instrument Power Quality Analyser Plus Current clamp 1000 A/1 V, 3 pcs Test tipe, 3 pcs

- nes raps., 5 pcs.
 Afligator clipps, 4 pcs.
 Voltage measurement cables, 4 pcs.
 Mairs cable.
 Power-Link PC SW ps dage with RS232 cable.
 Power-supply adapter.
 Rechargeable best aries, 4 pcs.
 Soft carrying bag for current clamps.
 User mensals.

- User manual Handbook "Modern Power Quality Measurement Techniques" on CD
- · Product verification data

Part No. MI 2292F

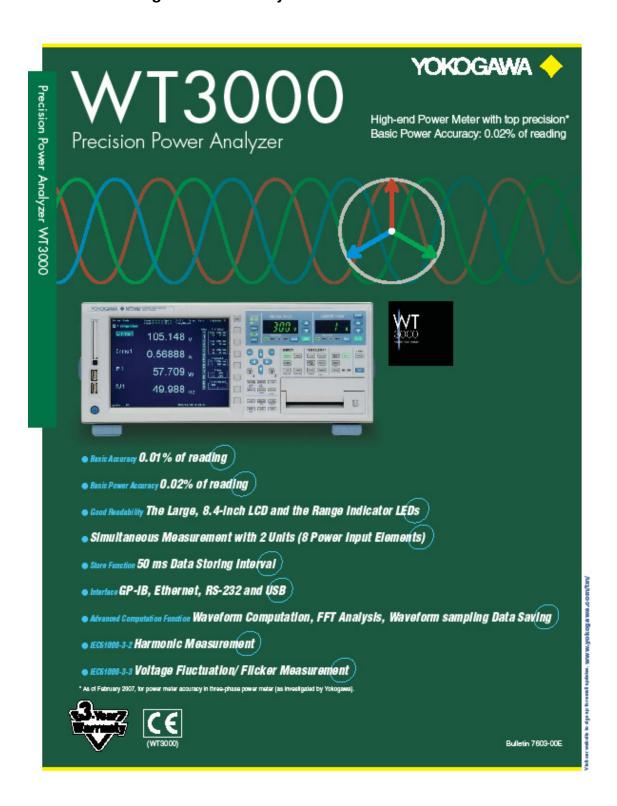


Current clamp 1000 A/1 V, 3 pcs replaced by 3-phase flexible current clamps 3000/300/30 A, 1 pcs

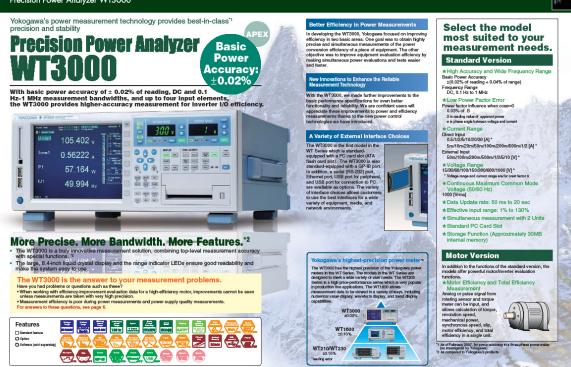
Optional accessories:

		rorrest.			
Photo	Order No.	Acc. decription			
3	A 1083	Current damp 1000 A/1 V			
41	A 1087	Current transformer 5 A/1 V			
300	A 1039	Clamp adapter (for A 1069 and A 1122)			
_	A 1089	Mini clamp 100 A/I V to be used with (A 1039)			
	A 1122	Miniclamp 5 A/1 V to be used with (A 1039)			
7 7	A 1100	Modern ST			
-	A 1101	Modern GSM			
#81	A1171	USB/RS232 converter with 1 m fixed cable			
80	A 1179	3-phase flexible current clamps 2000/200/20 A			
9 00	A 1257	3-phase flexible current clamps 3000/300/30 A			
0 %	A 1287	1-phase flexible current clamps 3000/300,80 A			
400 to 400 to 400 to	S 2014	Safety fuse a dapter			
	S 2015	Safety flat clamps			

Note! Photographs in this catalogue may slightly differ from the instruments at the time of delivery. Subject to technical change without notice.







Precision Power Analyzer WT3000

FUNCTIONS

WT3000 Controls: Simple to Use, Easy to View

The WT3000 was designed with user-friendly functions and controls In response to user requests for a simpler range setting operation and more user-friendly parameter setting display process.



Simpler range settings

Range settings using direct key input

The range indicator on the WT3000 is a seven-segment green LED, so the set range can be monitored at all times. The range can easily be switched using the up and down arrows.



from pages make it easy to set the data you want to view for each experiment

Using item pages to set display preferences

The WT3000 has nine numeric item pages for displaying measurement values. Once you set the measurement parameters you want displayed on a particular item page, you can easily switch between entire groups of displayed parameters



Easty switch between multiple item pages.

A wide range of standard functions

Formats for viewing waveforms as well as numerical values

A Variety of display formats

The WT3000 lets you display input signal waveforms in addition to numerical value data. This means you don't need to connect a special waveform analyzer just to check signal waveforms."

In addition, the optional advanced computation function lets you display vectors and bar graphs for enhanced visual presentation.

"1 Waveforms up to approximately 10 kHz can be displayed accurately. "2 Excludes single phase mod



As many as twenty user-defined formulas can be set in the WT3000. These equations can be used to calculate various parameters, such as mean active power (see "A variety of integration functions" below).

User-defined function

An easier way to input efficiency calculation formulas

A way to add user-defined measurement parameters

Efficiency calculation function

This function can be used to set up to four efficiency calculation formulas.

Apparent power integration and reactive power integration

A Variety of integration functions

Active power, current, apparent power, reactive power
in addition to the active power integration function (MP) and current integration
function (ig included in earlier models, the WT3000 also has a new apparent
power integration function (WS) and reactive power integration function (WO).
 A wide affective input range for high-precision integration.
 The WT3000 has a wide effective input range, from 1% to 130% of the
measurement more.

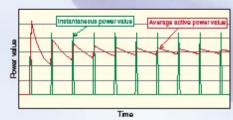
measurement range.

Average active power (using user-defined settings)

Average active power (using user-defined settings)

Average active power can be calculated over an integration interval. This feature
is useful for evaluating the power consumed by intermittent-control instruments in
which the power value fluctuates.

Average active power = integrated power (..., integrated elapsed time (H) Integrated power (WP)



Trend display High-speed measurement to capture rapid data fluctuations

50ms data updating intervals

Fast updating allows you to precisely capture rapidly changing transient states in the measurement subject.

*The WT3000 switches between two different calculation systems depending on the data updating interval. See page 19 for details.

Compensates for the loss

Compensation functions

This function compensates for the loss caused by the wiring of each element. The WT3000 has the following three types of correction functions to measure the power and efficiency.

• Wiring Compensation
This function compensatios for the loss caused by the wiring of each element.

• Efficiency Compensation
The power measurement on the secondary side of a power transformer such as an inverter includes loss caused by the measurement instrument. This loss appears as error in the efficiency computation. This function compensates for this lease.

ensation for the Two-Wattmeter Hethod

In the two-power watimater method, an error results when current flows through the neutral line. This function computes the currents that flows through the neutral line formeasurements using the two-watimater method with a three-phase, three wire (SV3A) system and adds the compensation value to the measured power. "Requires the delta computation option (/DT).

Storing measurement data*

Store Function

Voltage, current, power, and other measured data can be stored to the unit's approximately thirty megabytes of internal memory. These data can be saved in binary or ASCII formation a PC card or USB memory." "requires the /C5 option



OPTIONS

A wide variety of optional functions make it easy to perform sophisticated power evaluations.

When you purchase a WT3000 from Yokogawa, you get to select just the options you need. This approach lets you maximize performance at a lower cost.

Checking harmonic components and total harmonic distortion (THD)

Advanced Computation (/G6)

The advanced calculation function (/G8 option) meets these measuring needs with advanced, powerful features for making power analysis measurements more efficient.

 Harmonio Measurement in Normal Measurement Mode
 You can measure harmonio data while in normal measurement mode. This is effective for observing wakes from normal measurements and harmonio data at the same time. width Harmonic Measurement

This dedicated harmonic measurement function is distinct from the harmonic measurement function is distinct from the harmonic measurement made. The function is useful for accordanting the distinction factor and harmonic components in strain measurements of fundamental frequencies from 0.1 Hz to 2.6 kHz. It allows wide bandwidth measurements of signals that include high frequency waves, such as from power supplies and acceleration of motor revolution.

Warveform Computation
You can perform computations on measured waveforms, and display power (Instantaneous voltage × Instantaneous current) and other waveforms on screen.

You can analyze and display a waveform's individual frequency components. You can also check signal components other than the integer multiples of the fundamental wave.

* Waveform Sampling Data Saving
You can save sampling data of input waveforms, waveform computations, and FFT
computations. The data is available for any kind of computation by PC software.





Input signal and FFT data

Performing IEC harmonic standards tests

IEC harmonic measurement mode (/G6)

Harmonic measurement software* can be used in this dedicated mode for harmonic measurement that supports international standards. This allows confirmation of whether or not home electronics, office automation equipment, or other devices conform with harmonic standards.

IEC standard compliant harmonic measurement requires the model 761922 harmonic

Voltage Fluctuation and Flicker Measurement (/FL)

Enables voltage fluctuation/flictor/measurement conforming to IEC81000-3-3. The following values related to voltage fluctuation that are stipulated by the EC81000-3-3 standard can be calculated from the measured data: do (relative steady-state voltage change), cheax (maximum relative voltage change), directive voltage change time), short-term flotor value Pet, long-form flictor value PII, Instantaneous flictor sensation, and others, in this mode, you can judge whether voltage fluctuations in the form under test relative to a specified minimum value are within the standard.

The floker last can also be performed with the WT3000 alone. Using the model 761022 harmonic/licker measurement software (soid separately), you can displaythend graphs, CPF graphs, or reports of the du, drace, and IPS (instantaneous floker sensation) values in addition to the WT3000 judgment results.

Checking phase voltage when you measure line voltage

Delta Calculation (/DT)

This function allows you to calculate individual phase voltages from the line voltage measured in a firee-phi three-who (3V3A) system. R-S line voltage can be calculated in systems measured from a firee-phase, three-who method (using two elements).

This is useful when you want to determine the phase voltage in motors and other items under test with no neutral lines.

Note: This function cannot be used for products with only one



Output graphics at the touch of a button

Built-in printer (/B5)

The optional built-in printer is installed on the front side of the WT3000, so it is easy to use even if the WT9000 is mounted on a rack. The printer can be used to print data and waveform



Capturing cycle-by-cycle fluctuations

Cycle by Cycle Measurement (/CC)

The function takes measurements of parameters such as voltage, current, and active parameters such as vottage, current, and acti-power for such cycle, then lists the data on screen in a time series. Input frequencies from 0.1 Hz to 1000 Hz can be measured. Up to 9000 data can be saved in CSV format. Also, with the WTViewer software (model 76012, soid separately), data can be displayed in membric by current. graphs by cycle



Checking the frequencies of all inputs

Added Frequency Measurement (/FQ)

In addition to the standard two channels of frequency measurement, a sk-channel frequency measurement option is also available. This option provides traquency measurement of votings and ournet on all eight channels (with injust elements if through 4 installed). This is necessary when you want to measure votings and ourner traquency from the instrument's VO as well as votings and current frequency of more than instrument's VO as well as votings and current frequency of more than testiment's VO as well as votings and current frequency of more than the same time.

Outputting measurement values as analog signals

D/A Output (/DA)

+20 Channels

Measured values and calculated value by user-defined function can be output as ±5V F8 DC voltages from the DVA output connector on the rear panel.

Use according allows the any input signal range to be scaled to between -5V and 5V" in the DVA output as Upper and Lower ranges. This makes it possible to enlarge input signal fluctuations for observation using a recorder or logger.

The range is 6V to 5V for some functions, such as frequency measurement.

Video output for viewing on a larger screen

VGA output (/V1)

The VGA port can be used to connect an external monitor in order to view numerical value data and waveforms on a larger screen. This capability is useful if you want to simultaneously check large amounts of data on a separate screen, or view data in a separate location.

USB Port (Peripheral) Option (/C5)

You can save voltage, current, power, and other kinds of data that are stored in the WT3000 to a USB Memory. The data can be saved in binary or ASCII format. You can also connect a keyboard for easy input of user-defined math expressions.

Note: When taking measurements that incorporate measuring instrument options, certain functions, displays, and measuring functions may be limited depending on the measurement mode. For example, waveform and FFT computations may not be used simultaneously.

Precision Power Analyzer WT3000

▶ Variety of Communication Functions (GP-IB Comes Standard)

USB Port (PC) Option (/C12) * Solect USB port (PC) or RS-232

The USB port (type B connector) on the rear panel of the WT3000 allows data communications with a PC^{\dagger} .

1. USB driver required for USB communications. A USB driver is available from our Web

Ethernet port (/C7)

The optional Ethernet port (1008ASE-TX/108ASE-T) allows you to connect the WT3000 to a LAN. Once connected, images and numerical value data saived on the WT3000 can be transferred to a PC using FTP server software or other utilities.

Serial (RS-232) (/C2) * Select USBport (PC) or RS-232

APPLICATIONS

Measurement Applications to Utilize WT3000's Capabilities

Measurement of Inverter Efficiency

Measuring Efficiency with High Precision:
Simultaneous Measurement of Input and Output
The WT3000 offers up to four input elements capable of simultaneous measurement
of single-phase input/irree-phase output, or hime-phase input/irree-phase output.

Accurate Measurement of Fundamental PWM Voltage
Motor drive to chnology has become more complex in recent years; pure showavemodulated PWM is less common, and cases in which the voltage-mean differs greatly
from the fundamental voltage waveform arise frequently. With the optional harmonic
measurement function of the WT3000, accurate measurements of commonly
measured values such as a WT3000, accurate measurements of commonly
measured values such as a WT3000, accurate measurements of commonly

measured values such as active power and the fundamental or harmonic components can be taken simultaneously without changing measuring modes.

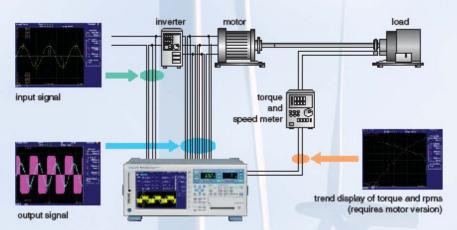
* Phase Voltage Measurement without a Neutral Line (/DT option) With the data computation function, an object under lest without a neutral line can be measured in a three-phase three-wire (3VSA) configuration, allowing calculation of each phase voltage. High Frequency and Harmonic Measurements (Requires the IG6 Option)

The fundamental frequencies of motors have become faster and faster. The WT3000 allows harmonic measurements of signals with fundamental frequencies as high as

Evaluation of Torque Speed Characteristics

[Requires motor version, the /CC Option]

Torque speed can be evaluated based on the forque and revolution speed data measured with the motor version. Also, you can confirm the cycle-by-cycle voltage, current, and power fluctuations that occur such as when starting the motor.



When remaining three-phase in publishes-phase output with a three-phase four measure in put and output sine flaseously by synchronizing between two units.

Hoteled applications

Power conversion technologies such as those used in EVs and power conditioners.

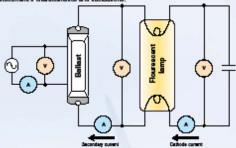
High-precision, simultaneous measurements are required in measuring conversion officiency in the conversion of a convertor's three-phase input to a DC bus, and the conversion from an invertor's DC bus to three-phase output.



Evaluation of Lighting Devices

Simultaneous Measurement of Voltage, Current, and THD
(Total Harmonic distortion)
Total go righting devices often involves measurement of voltage, current, and THD, a parameter that indicates the quality of power. This is because distortion in voltage and current waveforms is becoming more prevalent due to the increasing complexity of control systems.

The WT9000 can simultaneously measure voltage and current with THD, eliminating these inconventiones and allowing for more accurate and spid measurements of an instrument's characteristics and fluctuations.



- * THD stands for total harmonic distortion, is other words, the distortion factor.

 * Please be are set at during lighting testing, the measured values and efficiencies may not be atable size or the power conversion efficiency fluctuates over time due to the entission of lead.

El Lamp Current Measurement
Since lamp current flows halde of fluorescent tubes, normally it cannot be measured directly. However, lamp current and be displayed by measuring secondary current and cathotic current and inding the difference in their instantaneous values using the data computation function (/DT option).

Evaluation of power quality in equipment designed to be connected in a system, such as UPSs and power conditioners

Measurement of Power Consumption in Mobile Phones

You can measure power consumption in mobile phones, batteries, and other equipment powered by dry cells. You can perform a variety of operation tests for reducing power consumption by using the current or power integration function. This offers a powerful means of evaluating instruments, such as for checking control modes for lengthening battery itie.

- Major Features

 SmA range for very low current measurements

 Checking power consumption integration of mobile phones when switching modes (using integration functions)

 Visually observing trends in power consumption using trend display functions that allow checking of temporal functions

 Checking the sweetings of the consumed current
- Checking the waveform of the consumed current
 Null function can be used to subtract the DC offset

Use the 2A input element for small curre





High Accuracy Measurements of Transformers

High Accuracy Even at Low Power Factors
The WT3000 represents great improvement over previous models in terms of power factor enror (it is approximately three times more accurate). With improved measurement accuracy in the lower power factors—such as with transformers, active power values can be measured with higher precision.

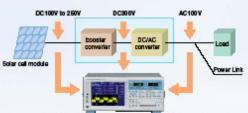
Simultaneous Measurement of RMS and MEAN of Voltage Voltage RMS (the true RMS value) and voltage MEAN (rectified mean value calibrated to the rms value) can be measured at the same time, allowing for measurement of corrected power (Pd).

Phase Voltage Candingstion.

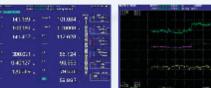
Phase Voltage Confirmation
The data computation function (/DT option) allows both star-data and delta-star conversion.

Measuring Conversion Efficiency of Power Conditioner

Conversion Efficiency Measurement
Renewable energy source of photovoltaic power generation and wind power is
converted do to accusing power conditioner. The WT3000 Procision Power Analyzer
provides measurement with world-dass DC and AC signal accuracies.



Example of Overview of a Photovoltaic Power Conditioner



Measure the DC voltage, DC current, and power conversion efficiency.

Since images can be saved, they can be pasted as-is into reports as evaluation and test data.

FE:

Reference equipment for power calibration

Basic power accuracy of ±0.02% of

reading
The WT3000 can be used as a reference
instrument for periodic in-house calibration of
general-purpose power measurement
instruments, such as the WT210 and WT230.



Temperature- and humidity-controlled

Precision Power Analyzer WT3000

SOFTWARE



Utility Software

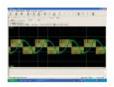
WTViewer 760122

WTVIower is an application software tool that reads numeric, waveform, and harmonic data measured with the WT3000 Prediston Power Analyzer. Communications:GP-IB, Serial (RS-232, IC2), USB(IC12), or Ethernet (IC7)

 Numeric Data
 WTVlower can simultaneously display voltage, current, power and various other measured parameters for one to four elements individually, and for ∑A control of the control of th and YB calculations.



Voltage and current waveforms can be monitored on the PC screen. You can confirm the voltage-current phase difference, waveform distortion, and

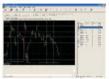


 Measuring Harmonice*
 WTVewer can numerically or graphically display the results of measured harmonics up to the 100th order for such parameters as voltage, current, power and phase profes. and phase angle. "requires/ GB option



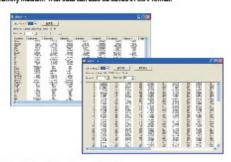
Viewing Trends

You can capture and view various data, measured with the WT3000 on your PC in a graphical trend format. This feature lets you monitor power supply voltage fluctuations, changes in current consumption and other time-based variations.



WTFileReader (free)

WT1600/WT3000 File Reader Software (off-line)
WTFIs-Reader software can load and display data measured by the WT3000
Pracision Power Analyzer or WT1600 Digital Powermeter that has been seved to a
memory medium. That data can also be saved in CSV format.



Can be downloaded free from our Web sitiz http://www.yokogawa.com/lm/wtpz/wttree/tm-wttree_04.htm

WTFileReader (free)

You can download this software program from our wob site.

LabVE Wis a registered tradersark of National Instruments Corporation.

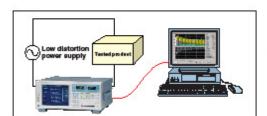


Harmonic Measurement / Voltage Fluctuation and Flicker Measurement Software (761922)

Harmonic Measurement (IG6 option)
The Harmonic Analysis Software (Model 781922) loads data measured by the W13000 and performs harmonic analysis that complies with EC61000-3-2 edition 2.2. You can use the model 761922 harmonic measurement software to perform harmonic measurement is sets conforming to EC 51000-4-7 edition 2 (window width is 10 cycles of 50 Hz and 12 cycles of 50 Hz) with W13000. Communications: GP-IB, Ethenic (IC7)
Harmonic Current Measurement Value List and Bar Graph Enables PASSFAL evaluations of harmonic measurement results in line with changed described on Alexandra.

Here of the Common Management of the Service sets of measurement results in line with changed described on Alexandra.

standard class divisions (A, B, C, D). Displays lists of measurement values, as well as boar graphs that let you compare the measured value and standard limit value for each harmonic component.



- Measurement Mode Three modes are available for harmonic
- Thee modes are available for harmonic measurement.

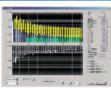
 Harmonic observation: Lets you wiew current, votings, and phase angle for each order in a bar graph.

 Waveform observation: Lets you view measured signals to confirm the suitability of the range and other factors.

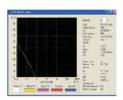
 Harmonic measurement (standards between the Carpord viting letholder between the conductions).
- Hamonic measurement (standards testing): For conducting standards tests and making the associated judgments.
 Efficiency is gained by performing tests after checking the waveform in Observation mode.

Flicker Measurement (FL option) This function enables voltage fluctuation and flicker measurements in compliance with EN81000-3-3 (Ed1:1905).

"The flicker test can also be performed with the WT3000 alone. Using the model 1741922 harmonic/flicker nesessement achieves [20d appendixly], our cast clipity frond graphs, CPF graphs, or reports of the dc, drace, and IFS (instantaneous likether annation) values in addition to the WT5000 judgment results.



Harmonic bar graph display in harmonic observation reads



Note) This software cannot communicate with the WT using a serial (RS-232) interface (/C2)



REAR PANEL

Rear Panel



Standard features

- Voitage Input terminals
 Current external sensor input terminals
 Current direct input terminals

- GP-IB port
 BNC connector for two-system synchronized measurement

Optional features

- Serial (RS-222) port (option/C2)
 or USB port (PC) (option/C12)

 Ethernet port(100BASE-TX/10BASE-T)
 (option/C7)

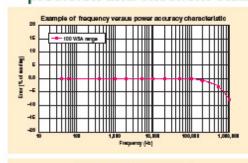
 VGA port (option/V1)

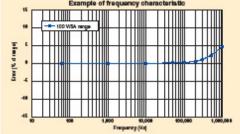
 D'A output (option/DA)

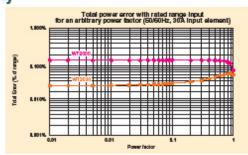
 Torque and speed input terminals
 (motor version)

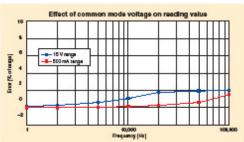
CHARACTERISTICS

Example of basic characteristics showing the WT3000's high precision and excellent stability









Precision Power Analyzer WT3000

ACCESSORIES

Related products

Current Sensor Unit

Current Transducer

Current Clamp on Probe



751521,751523

Current Sensor Unit DC to 100kHz/600Apk

- Wide dysamic range:
 400 A to 0 A to +600 A [DCI)/600 A peak (AC]
 Wide measurement frequency range:
 DC to 100 kHz (-2 dB)

- DC to 100 kHz (-9 db)

 High-precision fundamental accuracy:
 ±(505% of righ+40 µA)

 Superior noise with standing ability and CNIFR
 characteristic due to optimized desiring dissign
 781521/781529 do not conform to CE Masting



751574

Current Transducer DC to 100 kHz/600Apk

- Wide resourcement frequency range: DC and up to 100 left: (-3 db)
 High-precision fundamental accuracy: ±(0.05% of reading + 40 μA)
- Wide dynamic range:
 0-800 A (DC)/800 A peak (AC)
 ±15 V DC power supply, come



751552

Current Clamp on Probe AC1000Arms (1400Apeak)

- ACTOVARTIES (1440/Appears)

 Measurement insquency range:
 30 hb to 5 litts

 Basic accuracy: 20,3% of reading

 Mactinus silved injury
 AC 1000 Area, max (1400 Apit (AC)

 Commit captus type: 1 mAX

 A respectively sold for it terminal adaptances (78821), reseasurement
 indical (75867); etc. are explained for correction to WT0000. For data
 information, see Power Meter Accessory Callading Ballatin 7615-625.

Adapters and Cables



758917

Two leads in a set. Use 755917 in combination with 755922 or Total length: 75 cm Rating: 1000 V, 92 A



758922 Small alligator adapters



A 758929 Large alligator adapters



A 758923" Safety terminal adapter set For connection to measurement (apring-hold type) Two adapters leads (755917). Two in a set.

Rating: 1000 V



758931" Safety terminal adapter set





701959 Safety mini-oilp set (hook Type) Conversion adapte
2 please (red and black) is one
ast. Reting 1000V PNC and ternals bene



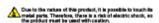
A 758924



366924/2512 BNC cable
(BNC-6NC fm2m)
For consection to simultaneously
reasurement with 2 units, or for
input external trigger signal.



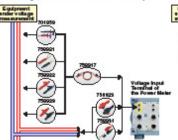
External Sensor Cable



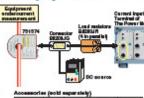
- '1 Maximum diameters of cables that can be connected to "4 Macinum distrators or variable for display of the adaptive of the adaptive

Connecting Diagram



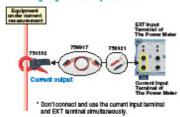


Connecting Diagram for Current Transducer



Accessories (sold separately)							
PROUR	Pating.	speciations	one quality				
сири певейс	MARINO	o-ava egn, etha saves	1				
Longressions	HOULE	10.0, 0.00 W = 4 COTTECT AIR PARAMETERS RESIDENCE TO 2.00.	ं				

Connecting Diagram for Clamp-on Probe



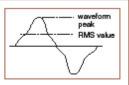
10



SUPPORTS Crest Factor 6

The crest factor is the ratio of the waveform peak value and the RMS value.

(CF, peak factor) = waveform peak



When checking the measurable crest factor of our power measuring instruments, please refer to the following equation.

Crest factor (CF) = {measuring range×CF setting (3 or 6)} measured value (RMS)

* However, the peak value of the measured signal must be less than or equal to the continuous maximum allowed input

larger than the specifications of the instrument (the crest factor standard at the rated input), you can measure signals having crest factors larger than the specifications by setting a

* The crest factor on a power meter is specified by how many times peak input value is allowed relative to rated input value. Even if some measured signals exist whose crest factors are larger than the specifications of the instrument (the crest factor standard at the rated input), you can measure signals setting of CF = 3, measurement range that is large relative to the measured signal. For example, even if you set CF = 3, CF5 or higher measurements are possible as long as the measured value (RMS) is 60% or less than the measuring range. Also, for a setting of CF = 3, measurement range that is large relative to the measured signal. the minimum effective input (1% of measuring range).

Comparison of Specifications and Functions in WT3000, Other WT Series Models, and PZ4000

				12			
			WT8000	WTSIEG	MILES	FORM	
100	Easts pather a marring (FREE Ho)		EEFE alreading a COSE alreage	0.890 directing a 0.890 of sage	07% of mosting a 000% of range	6.76 almosting a 6.00% at range	
1	Management part	er laur Filialis		DC, Effect BOOMs (notings, comm) CC, Effects (COMs (pcRe)	DD, 88Heria 1994a	DC, STHAN 1MH	
	liqui sheresia		1,1,1,4	1,3,3	1,1,14,1,4	3,1,0,4	
	Valida sada		TERRESONAL TERRESONAL STATE OF THE PROPERTY OF	полиментоск втановору (ве живлыки 2 метя)	THE SECOND CONTRACTOR OF SAME AND ASSESSED.	action supposessment scoomist/vill	
Fange	Correct range		Enter the set SANSEROSSEQUE or better destruction to the test of (s) (the constitution is 1). Enter the set of SANSER set (s) (the constitution is 2). I Sanser the set of SANSER set (s) (the constitution is 4).	MERIODO (popular antibides hartif)	Enter han 1 Section 8 to 1904 State 800 of 1919 at at 1939 120 120 (1904) (1904) model had not 11 but the Section 8 to 1904 State 8 of 1919 ar-048 0 38 190 (1914) (1914) model had in 1919	TO module: 0.1 0.2004.1 CHOTOGRAP (Filtery) 200 module: 0.1 0.2004.1 CHOTOGRAP (Filtery) 2014.0000HRNOQAAN (Filtery)	
		Married arrange Again	North Mari North Mari (1970) (A place and Parks in 2) Mari Park Hard Mari (1970) (West and Parks in 1)	10m/100m200m(i) for contribution 3 and ii)	Med 100m200-8 (Section 20 SEC SEC) (Miles constitutes in SE Section 100m20 to 111m1 (1920) (Miles constitutes in SE	oughorabited	
		photopaloreings.	76-6-120-6	TING IN THEM	796 to 17096	88-to 706	
100	Material	permies	Vellege,	cofferd, active power, francisco power, apparat power, pr	and basis (places origin, peak or lage, peak scalles), a la	e bale!	
8	Publishedpinion	mandmentation)	,		,		
8	MATERIAL		,		/	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	
1	Trings PREATON.	(m/magazine)		(naturanti)			
	PREMIUM DES	(m/mmannerse)	/ (AREP)		,	,	
	Mess universal for		/ (acridical leader)	100	/jour-inhal Booking	*	
	Arite palle area	or (NT)	,		,		
Branch .	Apparent public or	runai (WIII)	,	20			
-	Pleasing prillers	mari (PIC)	/	Second Control of the	Marian Company of the		
1 3	Propose		2 derrob (spinitulerade 66 spin (PC)	Combine subspace recruits as installed logal showers	Spin three hors of tapas or not one had deally of discounts	All initialist or layer and curvets (up to 8 absentio)	
3	Elichary			,		-	
1	Photogle beffere	place (Series and Word)	(190(m/s)	8 8			
1	Main maketin		Tempo, relating quanti input (make number (liquis)	(i)	Tempor and existence exhally impulpate)	Nagaran Perford relating by Africa Security of the SER Triple	
3	PPT species analy	sh.	(MMI)(m/4)				
	Cherry defend by a		/ potentine)		7.00	/16	
	Value, curesi, prilier		***	80,008	60,000	10 M = M 100	
Chapter	Felle annual, se	rand americal	HUM	800,008	100,000	National States	
-	Propose		10,000	1898	10,000	0,00	
- 6	Claptor		B. Strink TFT who USS	Pergrant diploy	Salva Production	ERINA TPT relation	
Display	Displaytered		Manufest rates, Fundame, Inmit, for pupie, restore	Personal rates (Creates)	Manufed rates, Manuferes, tracts for graphs, review	Named of State, Marriage, 5 and, for pupils, science 24.	
	Excepting Insuran	*	Approximately 200 Miles	ApproXimately T109/Bis	Approfitable IIII Mile	Volume 1980s	
	Harasinama		(MR)(m1)	(≠ 1	,	,	
-		handran make	(MM)(m/4)		- a		
		ethereim went	(REQ at \$100 at 100 to 110 at 100 to	(spin) (Magazini)			
2	Bidermanner		(PL)+1)	0=4			
Since and	Opele by options		(PQ)#4				
fundam	Comparation for		1				
1	Claric minutation is		(\$P\$(#4)		/(Aff are on supported)	,	
- X	Cid. coripui		20 okasanda (23.4) api.)	16 shareds	2 description		
5	Epsteriori per	-	/		/	,	
- 5				22		New, but amphiliar reserve has 100 kW dersed	
	Timego (simed re	army for during daily	opedrace toss		Appellmeidy YMM	(spin SMV/rased on beindeltel Wit spiler)	
Other	lateria ma		OF IX PERSON (CO)(mpl.)/LISE (CO) Wild colpus (MO)(mpl.) School (CO)(mpl.)	GPIE - NI-GSI	CP N or FEGUE; CC N(qui); (Promot) pic; (Villa relps)	GP-B(FB-SM) Carbains RCB(gal.)	
	Communication or	emani corquiblio		Non-Supervisionies and most			
	Correctation	emel simbols	Community BIRSHU standard	III Asker Blowler management III Million and	Corrects is \$100000 started	Commends in BIRD HILL standard	
	Chair up the lag in la		Rentmentalement concept	200-2 H=2[1]	Mari 100 m DRI Grupo Garrier Halle	Deposits or Manufacture application length and exhaustions	
1 3	Percentifications		PC and interface USB (CS)(cpl.)		PED	PED	
	Printer		Bulling take (heritako (BD)(sph)	Bull-to-printer (frantiski) (papi)	Bullita printer (Frest state()apt.)	Bullitin printer (top stife()grid)	
			The State State of contrast and described to			Out College	

Precision Power Analyzer WT3000

WT3000 SPEC

WT3000 Specifications

Inputs	
lism	Specification
Input terminal type	Voltage Plug- in terminal (sately terminal) Current - Direct input: Large binding post - External sensor input: Insulated BNC connector
Inputtypa	Voltage Realing input, resistive potential method Current Realing input, shunt input method
Measurement range	Voltage
(rated value)	15 V, 30 V, 80 V, 100 V, 150 V, 300 V, 600 V, 1000 V (torcrest tactor 3) 7.5 V, 15 V, 30 V, 50 V, 75 V, 150 V, 300 V, 500 V (for crest tactor
	6) Current (2 A Input element)
	Direct input:
	5ma, 10ma, 20ma, 50ma, 100ma, 200ma, 500ma, 1a, 2a (for crest factor 3)
	2.5mA, 5mA, 10mA, 25mA, 50mA, 100mA, 250mA, 500mA, 1A (for creet factor 6)
	 External sensor input: 50 mW, 100 mW, 200 mW, 500 mW, 1 V, 2 V, 5 V, and 10 V (for
	crest tactor 3) 25 mV, 50 mV, 100 mV, 250 mV, 500 mV, 1 V, 2.5 V, and 5 V (for crest tactor 6) Current (SOA input element)
	 Direct input: 500 mA, 1 A, 2 A, 5 A, 10 A, 20 A, and 30 A (for creat factor 3) 250 mA, 500 mA, 1 A, 2.5 A, 5 A, 10 A, and 15 A (for creat factor 8)
	 External sensor input: 50 mV, 100 mV, 200 mV, 500 mV, 1 V, 2 V, 5 V, and 10 V (for crest tactor 3, 25 mV, 50 mV, 100 mV, 250 mV, 500 mV, 1 V, 2.5 V, and 5 V (for

	crest factor 6
Input impedance	Voltage
	Input resistance: Approx. 10 MΩ, input capacitance: Approx.
	Current (2 A Input element)
	 Direct input: Approx. 500 mΩ + approx. 0.07 μ H
	 External sensor input: input resistance: Approx. 1 MO, input
	conscience, Annual 40 sE

capacitance Approx. 40 pF
Current (30A input demant)

• Direct input: Approx. 5.5 mΩ + approx. 0.03 μ H

• External sensor input: input resistance: Approx. 1 MΩ, input capacitance: Approx. 40 pF

i votage
Peak value of 2500 V or RMS value of 1500 V, whichever is less.
Current (2A input element)
• Direct input: Peak value of 9A or RMS value of 3A, whichever is

less.

- External sensor input: Peak value less than or equal to 10 times the measurement range.

Current (30A hout element)

- Direct input: Peak value of 150 A or RMS value of 50 A, whichever is less.

- External sensor input: Peak value less than or equal to 10 times the measurement range.

Votage

Continuous maximum allowable input

votage Peak value of 1800 V or RMS value of 1100 V, whichever is less. Current (2 A Input element) • Direct input: Peak value of 8 A or RMS value of 2.2 A, whichever is less.

External sensor input: Peak value less than or equal to 5 times the measurement range.
 Current (364 hight dismart)
 Direct input: Peak value of 90 A or PMS value of 33 A, whichever.

is less.

External sensor input: Peak value less than or equal to 5 times.

the measurement range.
Continuous maximum common mode voltage (50/60 Hz)

1000 Virms

Apply 1000 Vms with the voltage input terminals shorted and the current input terminals open.

50/60 Hz; ±0.01% of range or less

Reference value up to 200 MHz

*Notange ±3/mange × fix of range or less. However, 3% or less.

±3/mange × fix of range or less. However, 3% or less.

Current direct input and current sensor input

± [nace range/range] × 0.001 × fix of range or less.

However, 0.01% or more. The units of fare kHz. The max range within equations is 50 Aor 2 Aor 10 V.

Line filter	Select OFF, 500 Hz, 5.5 kHz, or 50 kHz.
Preguency litter	Select OFF, or ON
A/D converter	Simultaneous voltage and current conversion and 16-bit resolution.
	Conversion speed (sampling rate): Approximately 5 µs. See harmonic measurement items for harmonic display.
Range switching	Can be set for each input element.
Auto range functions	Increasing range value
	 When the measured values of U and I exceed 110% of the range rating
	 When the peak value exceeds approximately 390% of the range rating (or approximately 680% for creet factor 6)
	Decreasing range value
	 When the measured values of U and I fall to 90% or less of the range rating, and Upk and lpk are 300% or less of the lower range value for 600% for great factor 6)

Display

Display 8.4-Inch color TFT LCD monitor Total number of pixels" 840 (hortz.) x 480 (vert.) dots Waveform display resolution 501 (hortz.) x 432 (vert.) dots

- 501 (hortz.) x 432 (vert.) dots

 Same as the data update rate.

 Exceptions are listed below.

 The display update interval of numeric display (4, 8, and 16 items) is 250 ms when the data update rate is 50 ms or 100 ms.

 The display update interval of numeric display (ALL, Single List, and Dual List) is 500 ms when the data update rate is 50 ms to 250 ms.

 The display update rate of the first display, but graph display, and vector display is 1 s when the data update rate is 50 ms to 500 ms.

 The display update rate of the first display, but graph display, and vector display is 1 s when the data update rate is 50 ms to 500 ms.
- The display update interval of the waveform display is approximately 1 s when the data, update rate is 50 ms to 1 s. However, it may be longer depending on the trigger setting.

* Up to 0.02% of the pixels on the LCO may be defed

Calculation Functions								
			Single-phase,	Sphese, Swire	(2 voltage 2 current)	Sphase, 4 nire		
UX	nz M		(01+03)(2		(UH+UE+US)/S			
Ε.	™ M		(11+12/92		(14243)0			
PΣ			P1+P2			P1+P2+P3		
SI	IMI	TYPE1,	51+52	45 (51+52)	20 (51+52+53)	51+92+59		
		TYPES	-€ ESZ+CSZ					
αx	[wr]	TYPEI	Q1+Q2			Q1+Q2+03		
		TYPER	Baren-bare					
l		TYPES	Q1+Q2			01+02+03		
PtI	[M]		Pc1+Pc2 P			Pe1+Pc2+Pe3		
WPI	MH		WP1+WP2			WP1+WP2+WP3		
WP+I	MAI		Mb41+Mb45			商売付け商品でも開かり		
WP-Z	MH		WP-1+WP-2			WP4+WP-2+WP-2		
φI	MH		q1+q2			q1+q2+q2		
q+I	MH		q+1+q+2			9+1+9+2+9+3		
q-X	JAN		q-1+q-2			q-1+q-2+q-3		
WOX	(writ)	l	$ \frac{1}{N} \prod_{n=0}^{N} \mid CE(n) \mid \times T \text{ in a} $ $ CE(n) \mid \text{ is the nth reactive power } \Sigma \text{ function }, \text{ and } N \text{ is the number of data updates}. $					
wat lwwl		1 M 50(rt)rTime If y 50(rt)rTime SI (rt) is the rith appears power I function, and M is the number of data updates.						
AT.		PI SI						
eπ	r)		cos" (<u>PX</u>					

Set a efficiency calculation

User-defined functions F1-F20	Oreals equations combining measurement function symbols, and calculate up to twenty numerical data.				
Waveform Display (WWWE display)					



Accuracy

[Conditions] "These conditions are all accuracy condition in this section.

Temperature: 25:55°C, Humidity: 30 to 75%,RH, Input waveform: She wave, Common mode voltage-0V, Creek factor 3, Una filter: OFF, 8, (power factor): 1, After warm-up.

After zero level, compensation or range value change white wind. If is frequency (kHz), 8-

SDA input element, 2A input element (SDDmA, 1A, 2A range), Vollage input

	Vollage/current	Power
DC	E.05% alreading-E.05% alreage (U, SOA, Sensor)	0.05% of reading+0.1% of range
	0.05% of reading+8.85% of range+8uA (EA)	LISS directog-1.15 direct-3.4/10 malog(34)
0.1Hza#<30Hz	0.1% of mading+0.2% of range	0.2% of reading+0.5% of range
904trad <454tr	0.00% of reading+0.06% of range	0.05% of reading+0.05% of range
46Hz arta66Hz	0.01% of reading+0.00% of range	0.02% of reading+0.04% of range
優絶なけばは	0.00% of reading+0.06% of range	0.05% of reading+0.05% of range
164b <tu1064b< td=""><td>0.1% of reading+0.05% of range</td><td>0.15% of reading+0.1% of range</td></tu1064b<>	0.1% of reading+0.05% of range	0.15% of reading+0.1% of range
106Hz <fra50khz< td=""><td>0.5% of reading+0.1% of range</td><td>0.9% of reading+0.2% of range</td></fra50khz<>	0.5% of reading+0.1% of range	0.9% of reading+0.2% of range
506Hz <fi±1006hz< td=""><td>0.012 x1% of reading+0.2% of range</td><td>0.014 Xf%, of reading+0.5%, of range</td></fi±1006hz<>	0.012 x1% of reading+0.2% of range	0.014 Xf%, of reading+0.5%, of range
100kHz<1±500kHz	0.009 ×1% of reading+0.5% of range	0.012×FK of reading+ FK of range
500kHz <faitmhz< td=""><td>(0.022×9-7)% of reading+1% of range</td><td>(0.048x1-19)% of needing+2% of range</td></faitmhz<>	(0.022×9-7)% of reading+1% of range	(0.048x1-19)% of needing+2% of range

U: Vollage, sensor: estemal sensor hput, SA: 508mA, 1A, SA range of SA direct current input, SDA: 30A direct current input

2A input element (5mA, 10mA, 20mA, 50mA, 100mA, 200mA range)

	Current	Power
DC	0.85% of meeting-0.05% of lange (sensor)	0.05% of reading+0.1% of range (sensor)
	0.85% of meding-0.05% of range-disk (direct)	1.8% directing-1.1% diverge-bi-16 miding (direct)
0.1Hza#<30Hz	0.1% of mading+0.2% of range	0.2% of reading+0.5% of range
904aat <454a	0.00% of reading+0.06% of range	0.06% of reading+0.06% of range
45Hz art ad 6Hz	0.00% of reading+0.06% of range	0.06% of reading+0.06% of range
654b <ds164b< td=""><td>0.00% of reading+0.06% of range</td><td>0.06% of reading+0.06% of range</td></ds164b<>	0.00% of reading+0.06% of range	0.06% of reading+0.06% of range
164b <ts1064b< td=""><td>0.1% of reading+0.05% of range</td><td>0.15% of reading+0.1% of range</td></ts1064b<>	0.1% of reading+0.05% of range	0.15% of reading+0.1% of range
106Hz <fa50khz< td=""><td>0.5% of reading+0.1% of range</td><td>0.5% of reading+0.2% of range</td></fa50khz<>	0.5% of reading+0.1% of range	0.5% of reading+0.2% of range
506Hp <fs:1006hb< td=""><td>0.012×1% of reading+0.2% of range</td><td>0.014 xf% of reading+0.5% of range</td></fs:1006hb<>	0.012×1% of reading+0.2% of range	0.014 xf% of reading+0.5% of range
100kHz<1±500kHz	0.009 x1% of reading+0.5% of range	0.012 x/% of reading+ f% of range
500kHz <tatwhz< td=""><td>(0.022:45-7)% of reading+1% of range</td><td>(0.048x1-19)% of reading+2% of range</td></tatwhz<>	(0.022:45-7)% of reading+1% of range	(0.048x1-19)% of reading+2% of range

- U: Vollage, sensor: externel sensor input, direct direct current input

- U: Voltage, sentor-setemal sensor input, direct direct careat input.

 The units of Fisitha reading error equation as letter.

 20.8 kppt element(24, input sistemant.

 Exput element(24, input sistemant.

 For importance changes after zero level compensation or range change, add 0.2mA**C to the DC accouncy of the 20A point element.

 For importance changes after zero level compensation or range change, and 20LM**C to the DC accouncy of the 20A point element.

 For importance changes after zero level compensation or range change on the estimate current sensor input.

 For importance changes after zero level compensation or range change on the estimate current sensor input.

 Accouncy of waveform display data, Upit and light

 Add 3% or impage to the accouncy above. However, as 32000; selfer add00% for creat factor 6), and 3% or large -40mV for external factor 6), including the compensation of target of of

	Voltag	e/t unre	nt					OWN:		
Total power artor with respect to the range for an arbitrary power factor L (sectorie L = 1)		_			Appento 65 i All other visitues Appento 65 i All other visitue	ent powers and powers the common terms of the	er reader are are are are are are are are are a	and the very large of the control of	tollows tollows terence terence tollows terence wasting: x (power atton w 0) %3. x strage a	en 45 en or er eloe) +
Influence of line filter	When cutoff frequent '45 to 55-to Add 0.1 Linder 45 Hz. Add 0.0 When cutoff frequent '65 to 500-to Add 0.0 When cutoff frequent '500-to 500-to Add 0.0 05 to 500-to Add 0.0 05 to 500-to Add 0.0 05 to 500-to Add 0.0	ey in 5. 1.2% of a 5% of a ey in 51 0.2% o	S KHz reading eading D KHz d readin		When '65Hz 65 to 5 When '500H	eutoff fi or leas 500Hz cutoff fi c or lea	Moto 11 Hequen Add 0 Add 15 Hequen B: Add	cy in 50 ML of na ML of na cy in 5.1 LONG of Coffees cy in 50 (1.9%, or Loffees (1.9%, or	zing seding ding libi-b l reedin	
Leed/Leg Detection (d (LEAD)/G (LAG) of the	The phese lised and lag are detected correctly when the violage and current signals are both sine waves, the leading is 50% of the range rating for 100% for clear factor \$1, the fraquency is between 201-b and 10 kHz, and the phase angle is a 5" to 175" so in none.									
phase angle and nymbols for the reactive power O.T. calculation? "The a symbol shows the lauding of each element, and "-"	of more.	OF MEE	n 20 Hz	and fil	HOIZ, AN	nd the p	OR MANUAL A	angle is	*15 to	110
phase angle and synthols for the reactive power O.T. call the reactive power O.T. call the shows the leasting of each element, and "-" indicates leading.				and 10		nd the p	OTENNA A	angle is	*15.0	110
phase angle and nymbols for the reactive power O.T. calculation? "The a symbol shows the lauding of each element, and "-"	a0.02% of reading? Ulds and lot are 0 to Ulms and irms are 1 tolors 6. Ulms and irms are 10. Ulms are	Datis- a190% to 190 I to a19 I' for D rement data up roalises	18" or 2 of the N° of the 190% of the 190% of the the the the	2-40 °C measure to measure the measure to a 10 to a 10 to voltage	surement of surement surements, 1 to 1 0% of or ma, 100 a leput: pa and o	ange it range nent tar 50%, o the poe lims, 5 signal o urserti	o for 29 rge 19te vi er tan sec, 11 1 hequi	C-190%	toron	ed set
phase langle and protects for the reactive power DT cuts station The a synthol shows the landing of each demant, and "2" indicates leading. Tampassiture coefficient Chilective input sangle	a0.00% of reading." Utb and life are 0 to Umn and Irms are 1 tector 0) Umn and Irms are 1 Umn and Irms are Thouse 10 to 3 and Umn and Irms are Thouse 10 to 3 and Tho	CatS- a190% to 190 to a19 to a19 to a 19 to a	18" or 2 of the N° of th 130% of 6 0 means , and up date not of direct of direct	2-40 °C measure to measure to a 13 a loss to t voltage is the	i. summer i summer t, 1 to 1 (%" of 1 ms, 100 e imput: ps and c	ange it range nent tar 50%, o the poe lims, 5 signal o urserti	tor 29 rge 19te vier rang rang, 11 f frago riports.	C-190%	toron	ed set
phase angle and protects for the seather prover DC cate station! "The symbol should the leading of each atmest, and "- indicates leading. Temperature coefficient	ad, 00%, of reading? Ultimated for any 0 to factor of the case of the factor of 0. The case of the factor of 0. The case of t	Dats- +1000 to 4100 to	187 or 2 of the NY of the 190% of the 190% of the charte not that to of direct ment or W. refer are up to	and 10 measure in the	i. surranti i suranteri suranteri suranteri suranti i surranti i	ange ni range ni range neri sa 1 ms, 5 1 ms, 5 1 ms, 6 1 ms, 6	e jor 29 ege l'the werran nec, til d'heque npets. 1.5. ti nang é facto so dep	G-19040 diage s gs. to sec, o ency m The scr ps (or up r of 6).	and currently to the currently of the cu	ed c, fine ment. k for
phase aingle and pyrotols for the searche grown Of path shallon grown Of path shallon has been shalloned as a search grown of the saving of search shalloned as search grown, and "a" indicates leading. Temperature coefficient shalloned as search grown and shalloned as search grown as se	uil GSN, or exacting the country of the serial file area of the country of the co	Dist.5— a-1500 to 100 of to a13 00 to a13 00 to a13 orange and ou pito 00 dinne.	187 or 2 of the Not of the 190% of the 190% of the determination of direct ment rule 190% references	and 10 measure in the	i. surranti i suranteri suranteri suranteri suranti i surranti i	ange di range ni nang- neri sa SDA, 'o he poe li res, S signal o surrenti enori x surrenti	por 29 enge from wer same same, 11 friespe inputs. 1.5. et nang	G-19040 diage s gs. to sec, o ency m The scr ps (or up r of 6).	and current or an automatic or	ed c, the ment xi fift c for
phase angle and pyrotols for the searche power O' post alleful, the searche power O' post alleful, the searche of search element, and "-" indicates leading. Temperature coefficient When. display Whin. display Whin. display When. display When. display	JOSN, or eaching? Use and lot are 1% to the series of the	Datis a 1504 to 130 ito a13	18" or 2 of the No" of the 1994" of the 1994" of the 1994 of the of direct ment or 1904 or the 1905 or	and 10 9-40 °C means from mass from to 410 active the street ings not considered to 420 active the tradage 200 200 200 200 200 200 200 200 200 20	i. summer i summer ausummer a	mange nt range nert say has pow lims, 5 dignal o unwer!! ancrex unwer! ancrex a unwer! ancrex unwer! ancrex unwer! ancrex unwer! ancrex unwer!	to for 29 The vertain ser rain frage in posts. 1.5. Trinang it facto so dep	6-190% disage a ga Deep of eropy m The act	and cum and cu	ed c, the ment xi fift c for
phase angle and physicals for the searche power O' post alled of the searche power O' post alled of the searche of the the searche of the the searche of the the the the the the the the	ad 00% of reading? Did and life are 5° to those of the same of th	C at 5- a150% to 130 to a13 to a13 to a13 to a13 to a15 to a15 to a15 to a15 data up to a15 data up to 50 data up to 50 dato 50 da to 50 da dato 50 da to 50 da to 50 da dato 50 da to 50 da	HE' or 2 of the No' of the 1904' of the	and 10 To Tomeston to 10 Tomeston to	I sement is surement automorphism of the control of	mange nt range nert say has pow lims, 5 dignal o unwer!! ancrex unwer! ancrex a unwer! ancrex unwer! ancrex unwer! ancrex unwer! ancrex unwer!	to for 29 The vertain ser rain frage in posts. 1.5. Trinang it facto so dep	6-190% disage a ga Deep of eropy m The act	and cum and cu	ed c, the ment xi fift c for
phase angle and gyprach for the sucches provided for the sucches of the sucches of the success o	ad 05% of reading? Did and life as 9 % home and the set of the se	Distriction of the artistic state of the art	18" or 2 of the No" of the State of the State of the State of the Officers Comment Comment State State Comment State Sta	and 10 0-40 °C measure is measure is measure is to a12 a la 50 the free is to a12 200ms 200-b V, of sue and our	2. Instruction of the control of the	range of tange of tan	o for 29 state of the viver sent sect of the sector of the sec	diage s ca. 0 sec, o andy m The so or of 6, ands or 0.5-b	and current and current and current and current and current and current and	ed c, the next. x; for x; for 20s 0.1H
phase angle and physicals for the searche power O', cut alled of the searche power O', cut alled of the searche demant, and '-' indicates lead to, Temperature coefficient Cifective input sange Mac. display Mac. displa	un OSM, or exacting " Uther and the area of to Uther and the area of to Uther and the area of to Uther and Irms are at Uther and Irms are at Uther and Irms are at Uther and Irms area at Uther and Irms area at Power to the a 100 at 100 at	Dististing and the state of the	18" or 2 collision of the collision of t	and 10 8-40 T measure remains to the measure	2. Internet 1 in the surrenet surrenet is surrenet assurant, 1 to 1 ft. of the surrenet in a man of the surrenet in a surrenet i	range if ran	a for 29 Inge Other wer san If here posts. If neng If here and dep Ze Ze Ze Ze Ze Ze Ze Ze Ze	dage a ga. 0 sec, o ercy m. The scr pe (or up and of screen or screen	to 0.84	ed ent. c, the ment. c for ment. 200 0.114

Precision Power Analyzer WT3000

Functions		This prove		
Punctions		Triggers Trigger Type	Edge type	
Measurement method Crest factor	Digital multiplication method 3 or 6 (when inputting rated values of the measurement	Trigger Mode	Select Auto or Normal. Triggers are turned OFF automatically during integration.	
	range), and 300 relative to the minimum valid input. However, 1.8 or 3.2 at the maximum range (when inputting rated values	Trigger Source	Select voltage, current, or external clock for the input to each input element.	
	of the measurement range), and 160 relative to the minimum	Trigger Slope	Salect (Rising), (Falling), or (Rising/Falling).	
Measurement period	valid input. Interval for determining the measurement function and performing calculations.	Trigger Level	When the trigger source is the voltage or current input to the input elements. Set in the range from the center of the screen	
	Period used to determine and compute the measurement function.		to ±100% (top/bottom edge of the screen). Setting resolution: 0.1%	
	 The measurement period is set by the zero crossing of the 	Vertical axis Zoom	When the trigger source is Ext Cik, TTL level. Voltage and ourrent input to the waveform vertical axis zoom.	
	reference signal (synchronization source) when the data update interval is 50 ms, 100 ms, 5 s, 10 s, or 20 s (ecoluding		input element can be zoomed along the vertical axis. Sat in the range of 0.1 to 100 times.	
	walthour WP as well as ampere hour q during DC mode). - Measured through exponential averaging on the sampled	ON/OFF	ON/OFF can be set for each voltage and current input to the input element.	
	data within the data update interval when the data update interval is 250 ms, 500 ms, 1 s, or 2 s.	Format	You can select 1, 2, 3 or 4 splits for the waveform display.	
	For harmonic measurement, the measurement period is from	interpolation Graficule	Select dot or linear interpolation.	
	the beginning of the data update interval to 9000 points at the harmonic sampling frequency.	Other display ON/OFF	Select graticule or cross-grid display. Upper/lower limit (scale value), and waveform label ON/OFF.	
Wiring	You can select one of the following five wiring settings. 1P2W (single phase, two-wire), 1P3W (single phase, 3 wire),	Cursor measurements	When you place the cursor on the waveform, the value of that point is measured.	
	3P3W (3 phase, 3 wire), 3P4W (3 phase, 4 wire), 3P3W(3V3A) (3 phase, 3 wire, 3 volt/3 amp measurement).	Zoom function	No time axis zoom function	
	However, the number of available wiring settings varies depending on the number of installed input elements. Up to	Since the sampling frequency is approximately 200 kHz, waveforms that can be accurately reproduced are those of about 10 kHz.		
	four, or only one, two, or three wiring settings may be	 Vector Display/Bar Grap 	h Display	
Compensation Functions	available. • Efficiency Compensation	Vector display	Vector display of the phase difference in the fundamental waves of voltage and current.	
	Compensation of instrument loss during efficiency calculation - Wring Compensation	Bar graph display	Displays the size of each harmonic in a bar graph.	
	Compensation of instrument loss due to wiring • 2 Wattruster Method Compensation (/DT option)	 Trend display 		
	Compensation for 2 waterwater method	Number of measurement of	hannels Up to 16 parameters	
Scaling	When inputting output from external current sensors, VT, or CT, set the current sensor conversion ratio, VT ratio, CT ratio,		Displays trands (transitions) in numerical data of the measurement functions in a sequential line graph.	
Input filter	and power coefficient in the range from 0.0001 to 99999.9999. Line litter or frequency filter settings can be entered.	 Simultaneous display 	Two windows can be selected (from numerical display,	
Averaging	The average calculations below are performed on the normal measurement parameters of voltage U, current I, power P,		waveform display, bar graph display, or trend display) and displayed in the upper and lower parts of the screen.	
	appearent power S, reactive power Q. Power factor I and phase engle Ø are determined by calculating the average of P	Saving and Loading	Deta	
	and S.		data, numerical data, and screen image data can be saved to	
	Select exponential or moving averaging.	media."	case, resinance data, and acreen image data can be served to	
	Exponential average Selection attenuation constant of 2, 4, 8, 16, 32, or 64.	Saved settings can be load		
	Moving average	* PC card, USB memory (IC)	5 option)	
	Select the number of averages from 8, 18, 32, 64, 128, or 256. The average calculations below are performed on the	Store function		

The average calculations below are performed on the harmonic display items of voltage U, currenti, power P, apparant power S, reactive power C. Power teator its determined by calculating the average of P and O. Only exponential averaging is performed. Select an attenuation constant of 2, 4, 8, 16, 32 or 84

Select 50 ms, 100 ms, 250 ms, 500 ms, 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, or 20 s.

20 s.

Response time At maximum, two times the data update rate (only during numerical display)

Hold Holds Holds he data display.

Single Executes a single measurement during measurement hold.

Zaro laval compensation/Null Compensation the zero laval.

Select a mode of Manual, Standard, Continuous (repeat),
Real Time Control Standard, or Real Time Control Continuous
(Repeat),
Integration can be stopped automatically using the Integration
times sating. CO01th0 (m003-10000/h00m00s)
If he count own integration time reaches the maximum
integration time (10000 hours), or if the integration waite
reaches recording deplay hittogration value (£000000 MM, the
stapped time and value is salved and the operation is stopped.

± (100% of reaching
EXT START, EXT STOP, EXT RESET, EXT HOLD, EXT
SINGLE and EXT PRINT (all input signal) / INTEG BUSY
(output signal). Requires (0A option. Mode Countover

Accuracy Time accuracy Ramote control

Display

Data update rate

Humerical display function
Display resolution 800000

Select 4, 8, 16, all, single list, or dual list. Number of display items

Waveform display items
 No. of display rasters
 Display format
 Time axis

Pack-peak compressed data Range from 0.5 ms-2 sidly. However, it must be 1/10th of the data update rate.

Internal memory size Approximately 30 MB Store Internal (waveform OFF) Maximum 50mees to 99 hour 59 minutes 59 seconds. Guideline for Storage Time (Waveform Display OFF, Integration Function OFF)

Approx. 10 hr 20 m Approx. 95 hr Approx. 2 hr 90 m Approx. 24 hr

Note: Depending on the user-defined math, integration, and other settings, the actual measurement time may be shorter than stated above.

Store function can't use in combination with subo print function.

Motor Evaluation Eurotion (-MV, Motor Version)

MOIDI EVOIDOU	mobil Evaluation Purction (-mv, mobil variation)					
Weesurement Function	Method of Determination, Equation					
Rotating speed	When the input signal from the resolution sensor is DC voltage (session signal) input voltage from seculation sensor is calling factor. Scaling storm: Mamber of seculation per 19 input voltage. When the input signal from the resolution self-seculation of pulses.					
	Number of input palses from resolution sensor per minute. Number of pulses per rotation.					
Torque	When the type of Input algoral horn the toque maker is DC voltage (smaller signal voltage from toque maker as coaling factor. Input voltage from toque maker as coaling factor. Smaller factor. Turque per I V Input voltage When the type of input signal horn who toque is a uncher of pulses. Enter IV in equivalent to upper- and lower-limit hequancies to determine as a clinication from hoses two inspections, and there makely the sumber of pulses.					
SyncSp	120 x freq. of the freq. meas. source motor's number of poles.					
sib(x1	SyncSp-Speed SyncSp					
Woter output Pre	Devilpeed/Torque recalling factor					



Revolution signal, torque signal

 When revolution and torque signals are DC voltage (analog input).
 Connector type insulated BNC connector. Connector type
Input range
Iffective input range
Input restatance
Input restatance
Input restatance
Continuous necommon allowed input ±222
Continuous necommon mode voltage ±42 Vipask or leas
Acouracy
±(0.1% or leasing-0.1% of range)
±0.3% or range*C

Confliction
Accuracy
Accuracy
Temperature coefficient ±0.03% on temperature coefficient
Temperature coefficient ±0.03% on temperature coefficient
Temperature coefficient ±0.03% on temperature coefficient
Temperature coeffi han revolution and longue signate as Insulated BNC connector Prequency tange 2 Hz-200 MHz
Amphitude input range ±12 Vpeak
Effective amphitude 1 V (peak-to peak) or less input wewstorm duty ratio 69%, square wave Approximately 1 Mi2
Continuous resolvent common mode voltage ±42 Vpeak or less ±0.05% of reading+1mHz)

Added Frequency Measurement (FQ Optional)

Device under measurement Select up to two frequencies of the voltage or current input to the input elements for measurement. If the trequency option (Fig. is installed, the frequencies of the voltages and currents being input to all input elements can be measured.

Measurement reptod Reciprocal method Measurement range Date Update Rate Measuring Range.

45Hz sts 1MHz 50ms 100ms

29Hzata1MHz 250ms 500ms 10Hzaitai600kHz 5Hzařal200kHz 1s 2s 2.5Hzařal100kHz 0.16Hzaita6kHz

±0.05% of reading

±0.05% of reading When the input signal levels are greater than or equal to 25 mV (current educated sensor input), 1.5 mJ (current deficit input of 2A input element) and 150 mJ (current decir input of 30A input element) and 150 mJ (current decir input of 30A input element) respectively, and the signal is greater than or equal to 30% (0.1 Hz.-440 Hz, frequency ther CN), 10% (440 Hz.-560 Hz), or 30% (500 Hz.-1 MHz) of the measurement range. However, when the measuring frequency is smaller or equal to 20 ms of above lower frequency, the input signal is greater than or equal to 50m vi input signal input is smaller from or equal to 50 mV input signal level for each is double for creet tector 8.

Delta Calculation Function (/DT Optional)

	Hem	Specifications
Voltage(V)	difference	AU1: Offerential voltage determined by computation of and s2
	SPSW~3V3A	AD1: Line voltage that are not measured but can be computed for a three-
		phase, three-wire system
	DELTA-STAR	AU1, AU2, AU9: Line voltage that can be computed for a three phase,
		three-wire (SVSA) system
	STAR-OELTA	AU1, AU2, AU3: Neutral line vollage that can be computed for a three-
		phase, four-wire system
Current (A)	difference	Alt: Differential current determined by computation
l	SPSW~3V3A	Phase current that are not measured but can be computed
l	DELTA-STAR	Neutral line current
	STAR-OELTA	Neutral line current

D/A Output (/DA Optional)

D/A conversion resolution 16 bits

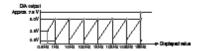
Output voltage Update rate Number of outputs Acouracy ±5 VFS (max, approximately ±7.5 V) for each rated value Same as the data update rate on the main unit. 20 channels (each channel can be set separately) ± (accuracy of a given measurement function + 0.1% of FS)

FS = 5V
Sating maximum and minimum values.
non mode voltage ±42Vpeak or less D/A zoom Continuous maximum comm Minimum load

100 NO.

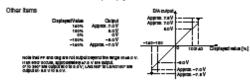
±0.05% of FBPC
EXT STAPT, EXT STOP, EXT RESET, EXT HOLD, EXT
SINGLE and EXT PRINT (all input algorit) / INTEG BUSY
(output signal) Requires (OA option Temperature coefficient Remote control

Frequency (Simplified Figure Below)



Integrated Value





Built in Printer (/B5 Optional)

Printing method Dot density Paper width Effective recording width Thermal line-dot 8 dots/mm

Recorded Information

8 dots/mm 112 mm 104 ms Screenshots, list of measured values, harmonic bar graph printedus, satings Measured values are printed out automatically However, auto print function can't use in combination with Auto print function

RGB Video Signal (VGA) Output Section (/V1 Optional)

Connector type Output format 15-pin D-Sub (receptacie) VGA compatible

Advanced Calculation (/G6 optional)

 Mide Baudwidt 	Harmonic Measurement
liam	Specifications
Measured source	All Installed elements
Format	PLL synchronization method (when the PLL source is not set to
	Smp City or external sampling clock method (when the PLL source
	is set to Smp Cik)
Frequency range	PLL synchronization method

PLL synchronization macrosa Fundamental frequency of the PLL source is in the range of 10

Fundamental frequency of the PLL source is in the range or no Hz to 2.8 kHz.
External sampling clock method input a sampling clock signal having a frequency that is 3000 times the tundamental frequency between 0.1 Hz and 66 Hz of the waveform on which to perform harmonic measurement. The input level is TTL. The input waveform is a rectangular wave with a detunation of ETEC.

a duty ratio of 50%. Select the voltage or current of each input element (external ourrent sensor range is greater than or equal to 500 mV) or the external clock (Ext Clk or Smp Clk).

external dock (Ext Clk or Simp City).

Greater than or equal to 50% of the measurement range rating when the onest factor is 3 Greater than or equal to 100% of the measurement range rating when the crest factor is 8.

Turn the frequency filer CN when the fundamental frequency is

less than or equal to 440 Hz.

FFT data length FFT processing w length Rectangular Set using a line filter (OFF, 500 Hz, 5.5 kHz, or 50 kHz).

Sample rate (sampling trequency), window width, and upper limit of measured order

PLL source

ı	PLL source synchronization method			
	Fundamental	Sample Rate	Window Width against	Upper Limit of the
	Prequency of the	(S/s)	the FFT Data Length	Measured Order
	PLL Source		(Frequency of the	
ı	(Hz)		Fundamental Wave)	
	10 to 20	1×3000	3	100
ı	20 to 40	1 × 1500	6	100
ı	40 to 55	f× 900	10	100
ı	55 to 75	f × 750	12	100
	75 to 150	f x 450	20	50
ı	150 to 440	f x 360	25	50
ı	440 to 1100	f × 150	60	50
П	1100 to 2000.	160	150	90.

EXAMPLE Sampling GOOR	method		
Fundamental Prequency of the		Window Width against the FFT Data Length	
PLL Source		(Frequency of the	
(Hz)		Rundamental Wave)	
0.1 to 68	1×3000	3	100

15

Precision Power Analyzer WT3000

Асоцгасу

· when the line that (SOURZ) is	ON	
Requency	Voltage and Current	Power
	±(reading error +	±(reading error + measurement
	measurement range error)	range error)
0.1 Hz ≤ f < 10 Hz	0.7% of reading + 0.3% of range	1.4% of reading + 0.4% of range
10 Hz ≤ 1 < 30 Hz	0.7% of reading + 0.3% of range	1.4% of reading + 0.4% of range
30 Hz ≤ 1 < 68 Hz	0.7% of reading + 0.05% of range	1.4% of reading + 0.1% of range

Prequency	Voltage and Current	Power
	±(reading error + measurement	±(reading error + measurement
	range error)	sange error)
	0.25% of reading + 0.3% of range	
	0.25% of reading + 0.3% of range	
	0.3% of reading + 0.05% of range	
	0.6% of reading + 0.05% of range	
	1% of reading + 0.05% of range	2% of reading + 0.1% of range
1 k0Hz < f≤ 2.5 k0Hz	2.5% of reading + 0.05% of range	5% of reading + 0.15% of range
2.5 kHz < f≤ 3.5 kHz	8% of reading + 0.05% of range	16% of reading +0.15% of range

If the fundamental frequency is between 1 kHz and 2.6 kHz Add 0.5% of reading to the voltage and current accuracy for frequencies greater than 1 kHz. Add 1% of reading to the power accuracy for frequencies greater than 1 kHz.

- Attributed and the state of the state of the		
Prequency	Voltage and Current	Power
	±(reading error + measurement	±(reading error + measurement
	range arror)	range error)
	0.25% of reading + 0.3% of range	
	0.25% of reading + 0.3% of range	
	0.3% of reading + 0.05% of range	
	0.7% of reading + 0.05% of range	
	0.7% of reading + 0.06% of range	
5 ktHz < 1 ≤ 10 ktHz	3.0% of reading + 0.05% of range	6% of reading +0.15% of range

If the fundamental frequency is between 1 kHz and 2.6 kHz Add 0.5% of reading to the voltage and current accuracy for frequencies greater than 1 kHz. Add 1% of reading to the power accuracy for frequencies greater than 1 kHz.

• When the line filter is OFF

Prequency	Vollage and Current	Power
	±(reading error + measurement)	±(reading error + measurement
	range enor)	range error)
		0.25% of reading + 0.4% of range
		0.25% of reading + 0.4% of range
		0.2% of reading + 0.1% of range
		0.6% of reading + 0.15% of range
10 kHz < f ≤ 55 kHz	1% of reading + 0.2% of range	2% of reading + 0.4% of range

If the fundamental frequency is between 400 Hz and 1 KHz Add 1.5% of reading to the vottage and current accuracy for frequencies greater than 10 kHz.

NHz.

Add 9% of reading to the power accuracy for frequencies greater than 10 kHz.

If the fundamental frequency is between 1 kHz and 2.6 kHz.

Add 9.5% of reading to the voltage and current accuracy for frequencies greater than 1 kHz and less than or equal to 10 kHz.

Add 7% of reading to the voltage and current accuracy for frequencies greater than 10 kHz.

Add 1% of reading to the power accuracy for frequencies greater than 1 kHz and less than

Add 14% of reading to the power accuracy for frequencies greater than 10 kHz.

Add 14% of reading to the power accuracy for frequencies greater than 10 kHz.

However, all the items below apply to all tables. • When the crest factor is set to 3

- When \(\) (power factor) = 1
 Power figures that exceed 440 Hz are reference values.

- Power figures that codeed 440 Hz are reference values.
 For external current sensor range, add 0.2 mW to the current accuracy and add (0.2 mW obtamal current sensor range rating)x:10% of range to the power accuracy.
 For 30x direct current input range, add 0.2 m k) to the current accuracy and add (0.2 m k) direct current input range rating(x:103% of range to the power accuracy.
 For 2A direct current input range, add 2 m k) to the current accuracy and add (2 "Addirect current input range rating)x: 100% of range to the power accuracy.
 For m² order component input, add (b/m+1)/95% of (the m² order reading) to the n+m² order and n-m² order of the voltage and current, and add (b/m+1)/25% of (the m² order reading) to the n-m² order reading) to the n-m² order reading to the n-m² order re
- order and nethrologies of the delayer and nether the power.

 Add (n/500/% of reading to the n* component of the voltage and current, and add (n/500/% of reading to the n* component of the voltage and current, and add (n/500/% of reading to the n* component of the power.

 Accuracy when the creat factor is 6: The acme as when the range is doubled for creat factor 3.

 The accuracy guaranteed range by frequency and voltage/current is the same as the guaranteed range of normal measurement.

Prequency	 PLL synchronization method: 2.5 Hz ai f ai 100 kHz
Measurement range	 External sampling clock method: 0.15 Hz ai 1 ai 5 kHz
Display update	Depends on the PLL source
	 PLL synchronization method: 1 s or more
	 External sampling clock method: 20 s or more
PPL Timeout value	Depends on the PLL source
	 PLL synchronization method: 5 s or more
	External sampling clock method: 40 s or more

 IEC Harmonic Me 	asurement
liam	Specifications
Measured source	Select an input element or an E wiring unit
Format	PLL synchronization method
Frequency range	Fundamental frequency of the PLL source is in the range of 45 Hz to 86 Hz.
PLL source	 Select the voltage or current of each input element (external current sensor range is greater than or equal to 500 mV) or the external clock (fundamental frequency). Input level Greater than or equal to 50% of the measurement range rating when the creat factor is 3 Greater than or equal to 100% of the measurement range rating when the creat factor is 8
FFT data length	Be sure to turn the frequency filter ON. 9000
	32 bits
FFT processing word	32 bns
langth	
Window function	Rectangular
Anti-aliasing filter	Set using a line filter (5.5 kHz).
interharmonic measurement	Select OFF, Type 1, or Type 2

Sample rate (sampling frequency), window width, and upper limit of measured order

Fundamental Preguency of the	Sample Pate (S/s)	Window/Width against the FFT Data Length	Upper Limit of the Measured Order
PLL Source	(Gra)	(Requency of the	manages cross
(Hz)		Feedamontal Wave)	
45 to 55	f× 900	10	50
55 to 68	f × 750	12	50

Accuracy

	AMINOUND ME INC. (22 KLT) I	s UN	
ı	Frequency	Voltage and Current	Power
ı		±(reading error + measurement	±(reading error + measurement
ı		tange error)	range error)
ı		0.2% of reading + 0.04% of range	
ı	68 Hz < 1 ≤ 440 Hz	0.5% of reading + 0.05% of range	1.2% of reading + 0.1% of range
ı		1% of reading + 0.05% of range	
ı	1 kHz < f≤ 2.5 kHz	2.5% of reading +0.05% of range	5% of reading + 0.15% of range
ı	2.5 kHz < f≤3.3 kHz	8% of reading + 0.05% of range	16% of reading +0.15% of range

However, all the Herns below apply.

- However, all the terms below apply.

 When the credit factor is set to 3

 When 1x (power factor) = 1

 Flower it gures that coosed 440 Hz are reterence values.

 For extraction current sensor range, add 0.03 mW to the current accuracy and add (0.03 mW cockmat current sensor range ratingly-109% of range to the power accuracy.

 For 30x direct current hiput range, add (0.1 mA/direct current input range ratingly-109% of range to the power accuracy.

 For 2x direct current input range, add (1 μA/direct current input range satingly × 109% of range to the power accuracy.
- range to the power accuracy.

 For n° order component input, add (n/(n+1))/50% of (the n° order reading) to the n+m°. For in order component input, and infinitely boths of the in-order reading to the in-time order and in-in-order or the voltage and outment, and add infinitely 1925 by (the in-order reading) to the in-time order and in-time order of the power (only when applying a single insequency).
 Accuracy when the creat factor is 6: The same as when the range is doubted for creat factor 3.
 The sociatory gustantized range by frequency and voltage/oursent is the same as the gustantized range of normal measurement.

Prequency Measurement range	45 Hz si 1 si 1 MHz
Display update	Depends on the PLL source (Approximately 200 ms when the frequency of the PLL source is 45 Hz to 86 Hz.)

*Waveform Computation Function

liam	Specifications
Computed source	Voltage, current, and active power of each input element; forque (analog input) and speed (analog input) of motor input; and motor output
Equation	Two equations (MATH1 and MATH2)
Operator	+, -, -, /, ABS (absolute value), SQR (square), SQRT (square root), LOG (natural logarithm), LOG 10 (common logarithm), EXP
	(exponent), NES (negation), AVG2, AVG4, AVG8, AVG16, AVG32, AVG84 (exponential average).
Sampling dlock	Fixed to 200 kHz
Display update	Data update interval + computing time



• FFT Function Specifications

Item	Specifications
Computed source	Voltage, ourrent, active power, and reactive power of each input
-	element.
	Active power and reactive power of an X wiring unit.
	Torque and speed signals (analog input) of motor input (option).
	Type PS (power spectrum)
Number of computations	Two computations (FFT1 and FFT2)
Maximum frequency of	100 kHz
analysis	
Number of points	20,000 points or 200,000 points
Measurement period for	100 ms or 1 s
the computation	
Frequency resolution	
Window function	Rectangular, Hanning, or Flattop
Arti-aliasing filter	Set using a line filter (OFF, 500 Hz, 5.5 kHz, or 50 kHz).
Sampling clock	Fload to 200 kHz
Display update	Data update rate or (measurement period of the FFT + FFT
	computing time), whichever is longer

The reseasement period is 1 a when the number of FFT points is 200 k (when the frequency resolution is 11td).

The reseasement period is 100 ms when the number of FFT points is 20 k (when the frequency resolution is 10 ftd).

ltem	Specifications
Measured source	All Installed elements
Format	PLL synchronization method
Frequencyrange	Range in which the fundamental frequency of the PLL source is 10 Hz to 2800 Hz
PLL source	 Select the voltage or current of each input dement (external current sensor range is greater than or equal to 500 mW) or the asternal clock (Ext City). Input level Greater than or equal to 50% of the measurement range rating when the creat factor is 3. Greater than or equal to 100% of the measurement range rating
	when the crest factor is 8 Turn the frequency filter ON when the fundamental frequency is
FFT data length	less than or equal to 440 Hz.
FFT processing word	32 bits
length	MA SHAP
Window function	Rectangular
Arti-aliasing filter	Set using a line filter (5.5 kHz or 50 kHz).

Note) To measure and display harmonic data requires a data update rate of 500 ms or more

Sample rate (sampling frequency), window width, and upper limit of measured order during PLL synchronization

On modes with the advanced computation pass option						
Fundamental	Sample Rate	Window Width against	Upper Limit of the			
the PLL Source	(S/s)	the FFT Data Length	Measured Order			
(Hz)		(Frequency of the				
- '		Fundamental Wave)				
10 to 20	1×3000	3	100			
20 to 40	1 × 1500	6	100			
40 to 55	1×900	10	100			
55 to 75	1 × 750	12	100			
75 to 150	1×450	20	50			
150 to 440	1×380	25	15			
440 to 1100	1 × 150	60	7			
1100 to 2600	1×60	150	3			

 When the line filter (5.5 kHz) i. 			
Prequency	Vollage and Cerrent	Power	
		±(teading error + measurement	
	rarge error)	range errori	
	0.25% of reading + 0.3% of range		
	0.2% of reading + 0.15% of range		
68 Hz < f≤ 440 Hz	0.5% of reading + 0.15% of range	1.2% of reading + 0.15% of range	
440 Hz < 1 ≤ 1 kHz	1.2% of reading + 0.15% of range	2% of reading + 0.15% of range	
1 kHz < f≤ 2.5 kHz	2.5% of reading + 0.15% of range	6% of reading + 0.2% of range	
25 kHz < 1 ≤ 3.5 kHz	8% of reading + 0.15% of range	16% of reading + 0.3% of range	

If the fundamental frequency is between 1 kHz and 2.8 kHz, add 0.5% of reading to the voltage and current accuracy and 1% of reading to the power accuracy when the frequency exceeds 1 kHz.

When the line mar (50 kHz) is ON					
Requency	Voltage and Current	Power			
	± freading error + measurement	±(teading error + measurement			
	range arror)	range error)			
440 Hz < 1≤ 2.5 kHz	1% of reading + 0.15% of range	2% of reading +0.2% of range			
2.5 kHz < f ≤ 5 kHz	2% of reading + 0.15% of range	4% of reading +0.2% of range			
5 kHz < f ≤ 7.8 kHz	3.5% of reading + 0.15% of range	6% of reading +0.2% of range			
	Requency	Proquency Voltage and Current			

If the fundamental frequency is between 1 kHz and 2.6 kHz, add 0.5% of reading to the voltage and current accuracy and 1% of reading to the power accuracy when the frequency exceeds 1 kHz.

· When the line filter is OFF

Prequency	Voltage and Current	Power	
	± freading error + measurement	±(leading error + measurement	
	range error)	tange error)	
10 Hz ≤1 < 30 Hz	0.15% of reading + 0.3% of range		
30 Hz ≤1 ≤ 440 Hz	0.1% of reading + 0.15% of range		
440 Hz < f≤ 2.5 kHz	0.6% of reading + 0.15% of range		
25 kHz < 1≤5 kHz	1.6% of reading + 0.15% of range		
5 kHz < 1≤ 7.8 kHz	2.9% of reading + 0.19% of range	5% of reading +0.2% of range	

If the fundamental frequency is between 1 kHz and 2.8 kHz, add 0.5% of reading to the voltage and current accuracy and 1% of reading to the power accuracy when the frequency exceeds 1 kHz.

- However, at the Items below apply to all tables.

 When averaging is CN, the averaging type is EXP, and the attenuation constant is greater than or equal to 8.

 When the creat factor is set to 3.

 Which is greater factor) = 1.

 Prover exceeding 440 Hz are reference value.

 Per external ournal sensor range, add 0.2 mW to the current accuracy and add (0.2 mW external ournal sensor range, add 0.2 mW to the current accuracy and add (0.2 mW external ournal sensor range, add 0.2 mW to the ournal accuracy and add (0.2 mW external ournal sensor range ratingly-100% of range to the power accuracy.

 For 2A detect ournal input range, add 0.2 mW to the ournal accuracy and add (0.2 mW direct ournal input range ratingly-100% of range to the power accuracy.

 For 1% other component input, add plyim-1100% of the in-in-order readingly to the new reduce ournal input range ratingly-1004, add plyim-1100% of the in-in-order readingly to the new other and new order or of the power.

 Add (mSO0% of reading to the new component of the voltage and current, and add (in/ SO0%), of reading to the new component of the power.

 Accuracy when the creat factor is 6: The acres as when the range is doubted for creat factor is 6: The acres as when the range is doubted for creat factor is 6: The acres as when the range is doubted for creat factor is 6: The acres as when the range is doubted for creat factor is 6: The acres as when the range is doubted for creat factor is 6.

- The accuracy guaranteed range by frequency and voltage/current is the same as the guaranteed range of normal measurement.

If the amplitude of the high frequency component is large, influence of approximately 1% may appear in certain orders. The influence depends on the size of the frequency component. Therefore, if the frequency component is small with respect to the range rating, this does not cause a problem.

• Waveform Sampling Data Saving Function

Parameters.	Voltage waveform, current waveform, analog input waveform of
	torque and speed waveform calculation, FFT performing data.
Data type	CSV format, WVF format
Storage	PCMCIA, USB memory (/CE option)
-	" Waveform calculation function (MATH) cannot be used with FFT
	calculation at the same time.

Precision Power Analyzer WT3000

	n/Flicker Measurement (/FL optional)	Serial (RS-232) Interf	
Normal Flicker Me	Specifications	Connector type Electrical specifications	9-pin D-Sub (plug) Conforms with EIA-574 (EIA-232 (RS-232) standard for 9-p
Measurement Herns	do Relative steady-sizie voltage change	Connection type	Point-to-point
(Measurement Functions)	dmax Maximum relative voltage change	Communication mode Synchronization method	Full dupliex Start-step synchronization
	d(f) The time during which the relative voltage change during a voltage fluctuation period acceeds the threshold level	Baud rale	Salact from the following.
	The maximum value within a observation period is displayed for		1200,2400,4800,9600,19200 bps
	the items above. Pat Short-term flicker value	USB port(PC) (/C12 0	optional) * Select USBport (PC) or RS-23
	Ptt Long-term flicker value	Connector	Type B connector (receptade)
One observation period Observation period count	30 min to 16 s		pecifications Conforms to USB Rev.1.1 Max. 12 Maps
. Management of d	max Caused by Manual Switching Mode	Number of Ports	1
tem	Specifications	Supported service Supported Systems	Remote control Models with standard USB ports that run Windows 2000 or
Measurement	dmax. Maximum relative voltage change	copported dynamic	Windows XP with USB port as a standard. (A separate device
(Measurement Functions) One observation period	1 minute		driver is required for connecting to a PC.)
Observation period count	24	USB port(Peripheral)	(/Cs Optional)
Averaging	Average of 22 measured direct values excluding the maximum and minimum values among 24 values	Connector	Type A connector (receptacle)
	militari value ariong 24 values		pecifications Conforms to USB Rev.1.1
	Measurement Modes	Speed Number of Ports	Max. 12 Mbps
tem	Specifications	Supported keyboards	2 104 keyboard (US) and 109 keyboard (Japanese) conformin
Target vollage/Inequancy Measured Item	230 W 50 Hz or 126 W80 Hz All Installed elements		to USB HID Class Ver. 1, 1devices
Measured source input	Voltage (current measurement function not available)	Supported USB memory de Power supply	Moes USB (USB memory) flash memory 5 V, 500 m.A (per port)
Flicker scale Display update	0.01 to \$400P.U. (20%) divided logarithmically into 1824 levels. 2 s (dc, dmax, and d(f))		However, device whose meximum current consumption
	For every completion of a observation period (Pst)		exceeds 100 mA cannot be connected simultaneously to the two ports.
Communication output	do. dmax, d(t), Pst, Pft, Instantaneous ficker sensation (IFS), and cumulative probability function (CPF)		ueo porta.
Printer output	Screen Image	External VO	
External storage output Accuracy	Screen Image do, dmax: 4% (at dmax = 4%)		ve Synchronization Signals
Assuracy	Pst: ±5% (at Pst = 1)	Connector type	BNC connector: Both slave and master
	Conditions for the accuracy above • Ambient temperature: 23 ± 1°C	External Clock Input Secti	ion
	• Line filter: OFF	Connector type	BNC connector TTL
	Input voltage range	input level inputting the synchronization	n source as the Ext Clk of normal measurement.
	220V to 250V at the 300V measuring range (50Hz) 110V to 130V at the 150V measuring range (80Hz)	Prequency range	Same as the measurement range for frequency measureme
		input waveform inputting the PLL source as	50% duty ratio square wave the Ext Clk of harmonic measurement.
Cycle-by-cycle me	asurement (/CC optional)	Prequency range	10 Hz to 2.5 kHz
Synch source	Select an external source of U1, I1, U2, I2, U3, I3,	input waveform Inputting the external sample	50% duty ratio square wave Ing clock (Smp Clk) of wide bandwidth harmonic measuremen
	U4, or I4. (the above parameters are measured continuously	Frequency range	3000 times the frequency of 0.1 Hz to 68 Hz
	for each cycle of the one sync source signally	Input waveform	50% duty ratio square wave
Number of measuremen Timeout time	its 10-3000 0, 1-3000 seconds (set in units of seconds), 0(approximately	For Triggers	
	24 hours)	Minimum pulse width Trigger delay time	1 μ5 Within (1 μs + 1 sample rate)
Synch scerce frequency ra	age 1 Hz to 1000 Hz (for U and I) 0.1 Hz to 1000Hz (for external syno source)		
Acouracy	U, I, P: Add [(0.3+2*1) % of reading+ ((0.05+0.05*1)	PC Card Interface	TYPE II (Flash ATA card)
	% of range) to the accuracy for normal	General Specification	00
	measurement. For external sensor input, Add (100+100*f) uV to the accuracy.		
	Freq Add [(0.3+2*1)% of reading to the accuracy	Warm-up time Operating temperature:	Approximately thirty minutes. 5–40°C
	for normal measurement. Tis kHz	Operating humidity:	20-80% (when printer not used), 35 to 80% RH (when prints
GP-IB Interface			is used) (No condensation may be present)
	Use one of the tollowing by NATIONAL INSTRUMENTS:	Operating attitude	2000 m or less
	•AT-GPIB	Storage ënvironment: Storage humidity:	-25-80°C (no condensation may be present) 20 to 90% RH (no condensation)
	PCI-GPIB and PCI-GPIB+ PCMCIA-GPIB and PCMCIA-GPIB+	Rated supply voltage	100-240 VAC `
	Use driver NI-488.2M version 1.60 or later.	Allowed supply voltage fluct	uation range 90–284 VAC 50/60 Hz
	Conforms electrically and mechanically to IEEE St'd 488-1978 (JBS C 1901-1987)	Rated supply frequency to Allowed supply frequency to	
	(JIS C 1901-1987). Punctional specification SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, PP0,	Maximum power consumptio	n 150 VA (when using built-in printer)
	DC1, DT1, and C0.	Weight	Approximately 15 kg (including main unit, 4 input elements, and options)
Encoding	Conforms to protocol IEEE Sfd 489.2-1997. ISO (ASCII)	Battery backup	Setup information and internal clock are backed up with the
Mode	Addressable mode		Mhum batlay
Address Clear remote mode	0-30 Remote mode can be cleared using the LOCAL key (except		
	during Local Lockout).		
Ethornet Commun	ications (/C7 Optional)		
Number of communication			
	pons 1 RJ-45 connector		
	al specifications Conforms to IEEE 802.3.		
Connector type Bectrical and mechanics			
Connector type Bectrical and mechanics Transmission system	Ethernet 100BASE—TX/10BASE-T 10 Minor/109Minor		
Connector type Bectrical and mechanics	Ethemet 100BASE—TX/10BASE-T 10 Mbps/100Mbps TCP/IP		
Connector type Bectrical and mechanics Transmission system Transmission rate	10 Mbps/100Mbps TCP/IP FTP server, FTP client (network drive), LPR client (network		
Connector type Blectrical and mechanics Transmission system Transmission rate Protocol	10 Mbps/100Mbps TCP/IP		

18



DESCRIPTION

ally select the appropriate calculation for each data updating period

AC signals have waveforms that fluctuate repeatedly when viewed instantaneously. Therefore, measuring the power values of AC signals requires averaging for each period in a repeated interval, or averaging the data of several periods using a filtering process. The WT5000 automatically selects the appropriate calculation method (one of the above two methods) based on the data updating period. This approach ansures fast response and high stability as suitable for the particular measurement objective.

• When the data updating period is 50ms, 100ms, 5s, 10s, or 20s.
Measurement values are determined by applying an Avarage for the Synchronous Source Period (ASSF) calculation to the sample data within the data updating period. (Note that this occludes power integrated values VIP, as well as current integrated value (in DC mode).
With ASSP, a troquery measurement circuit is used to detect the input signal period set as the synchronous source. Sample data corresponding to an interval which is an integer multiple of the input period are used to perform the calculation. Based on its fundamental principles, the ASSF method allower measurement values to be obtained simply by averaging an interval corresponding to a single period, so it is useful in cases where the

data updating period is short or when measuring the efficiency of low-frequency signals.
This method will not provide correct measurement values unless the period of the set synchronous source signal is accumitally sensed. Therefore, it is necessary to check whether the trequency of the synchronous source signal has been accurately measured and displayed. See the user's manual for notes on the synchronous source signal and trequency

When the data updating period is 250ms, 500ms, 1s, or 2s
 Measurement values are determined by applying an Exponential Average for Measuring
 Period (EARIP) calculation to the sample data with the data updating period. With EARIP, the sample data with the data updating period. With EARIP, the sample data are averaged by applying a digital filtering process. This method does not require accounts detection of the input period. EARIP provides excellent measurement value stability.

See page 12 of the specifications for information on the relationship between the data updating period and the lowest measurement frequency.

Selecting formulas for calculating apparent power and reactive po

There are several types of power—active power, reactive power, and apparent power. Generally, the following equations are satisfied: Active power P = Utions (1) Reactive power O = Ution (2) Apparent power S = UI (3)

In addition, these power values are related to each other as follows: $(Apparent power S)^2 = (Active power P)^2 + (Reactive power Q)^2$ (4)

U: Voltage FMS E: Ourself PMS C: Phase batterien current and voltage Three-phase power is the sum of the power values in the individual phases.

These defining equations are only valid for sineways. In recent years, there has been an increase in measurements of distorted waveforms, and users are been an indress in measurement or destrout everyoriting, and uses are measuring threative signals less troquarily. Distorted wevelorm measurements provide different measurement values for appearent power and reactive power depending on which of the above defining equations is selected. In addition, because there is no defining equation for power in a distorted wave, it is not necessarily clear which equation is correct. Therefore, these different formulas for calculating apparent power and reactive power for three-phase four-wire connection are provided with the WTSOOO.

TYPE1 (method used in normal mode with older WT Series models)

With this method, the apparent power for each phase is calculated from equation (3), and reactive power for each phase is calculated from equation (2). Next, the results are added to calculate the power.

Active power:

PI=P1+P2+P3

Apparent power: 8z:61+5a+6a(=U1x(1+U2x(a+U3x(d)) Reactive power: 0z:01+0a+0a(= =(U1x(1)*P1*++(U2x(a)*P2*++(U3x(a)*P3*

The apparent power for each phase is calculated from equation (3), and the results are added together to calculate the three-phase apparent power (same as in TYPE1). Three-phase reactive power is calculated from three-phase apparent power and three-phase active power using equation (4). Active power: Pt=91-192-83.

Active power: Pz=P1+P2+P3 Apparent power: Bz=S1+B2+Sa(=U1 xl1+U2xl2+U3xl3) Reactive power: Qz=pSp+P2

■ TYPES (method used in harmonic measurement mode with WT1800 and PZ4000)
This is his only marked in which the reactive power for each phase is directly calculated using sequence (2). Three-phase apparent power is calculated from equation (4).

Active power:

PSED | PZED | PZED |

Apparent power:

SED | PZED | PZED |

Apparent power:

SED | PZED | PZED |

FRESTWA power:

One 01-02-03

Accessories

Instrument Carts.



701960

Compact Instrument Cart 500 x 550 x 705 mm (WDH) /A: Keyboard and reques requel

TOP CARE	equipment net excessing as a pay - see (b) - see (c) men		
	adribumuşung mossonili rao led = ran (a) = 200 led sus		
solon wei	equipmentnet excessing aso (ve) - aso (c) - aso (vi) mm		
MICHELLE D. C M. LL III - CAL			

equipment not excessing one pay a sec (a) min equipment not excessing sec pay a sec (a) min

'W: Width D: Depth H: Height Vissimum load: 20 kg on each shelf



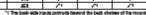
701961

Deluxe Instrument Cart 570 × 580 × 839 mm (WDH) A: Keyboard and mouse mo:

repaned softeneed	equipment not exceeding and (et) a should a some (et) min				
	" W: Width D: Depth H: Height Maximum load: 50 kg on each shelf				

■ External dimensions of Yokogawa power meters (excludes protect

	w pin jam)	mark party	mapin yamı	Compact mount Termso	pease mount 701 MT	CARREST PEUPPONE TROUBE TETRAS
MT3000	200	177	21	/		/
WT1680	400	177	400	-	/	-
20161	213		376	/		/
2000	249	192	376	-	-	-
program	-600	177	401	-21		- /1





Model and Suffix Codes

■Precision Power Analyzer WT3000

Model	Selfix Godes	Dece	aption	
V000G		WT3000 1 isput element mode		
790202		WT9000 2 isput elements mod	bi	
750203		WT3000 S input elements mod		
780204		WT3000 4 input elements reco	SI .	
Elementmumber			for 760001 model	
	-02	204 best should	for 760902 model	
	-00	30A input element	for 760809 model	
	-04	7	for 760904 model	
	-10		for 760001 model	
	-80	2A input element	for 760902 model	
	-90	20 0 000 000 000	for 760809 model	
	-40		for 760804 model	
Version	-sv	Standard Version		
	-MV	Motor Vession		
Power cord	-M	UL/CSA standard		
Options	/G6	Advanced Competation		
		(ED standard testing', hennosis	c, FFT, Wavestonin computation)	
	/B5	Bulk-in Printer		
	/IDT	Delta Calculation		
	/FQ	Add-on Frequency Measureme	est	
	/DA	20th D/A celtpet		
	N1	VGA Ostpet		
		nd Serial (RS-202) Interface		
	ACH2 or			
	/05	USB port (Periphesel)		
	ACT	Ethernet function		
	/O			
	- A	 Voltage Fluctuation, Flicier 		

*requires 79 (502 software)
Note: White got the 500 A and 2A is put elements in not supported, whether purchasing a real metallic growth and action of the 500 A and 2A is put elements in collection change the current large.
Adding input modeles after intelligence of others; will require record at the follow;
Please doors your models and configurations casefully, and implies with your sales representative if you have any questions.

■Standard accessories

Power cond, Spars power tisse, Rubberfeet, cument input protective cover, User's manual, expanded user's manual, communication interface user's manual, printer roll paper provided only with r85), commector (provided only with r85), commector (provided only with r85), Safety terminal adapter 758031 (provided two adapters in a set times input element number)

Cable 56254LK (light blee) for external current sensor input is acid separately. Safety terminal adapter 755691 is included with the WT9000. Other cables and adapters must be purchased by the user.

■Application Software

Model	Product	Description	Order O'ty
76001032	WTVener Software	Data acquisition software	1
761902	Harmonic/Vollage fluctuation/Flicter Measurement Software	Standard-compliant measurement	1

■Rack Mount

Model	Product	Description
	Rack mounting lift	RYSIA
751535-J4	Rack mounting lift	For JIS

■Accessory (sold separately)

Hoch Paeria number	Product	Description	Order Oliv
759917	Teak road net	A set of 0.5m bing, red and black test leads	1
759902 🕰	Snal aligitor-clp	Raied at 900V and used in a pair	1
759903 📤	Large allicator clip	Rated at 1000V and used in a pair	1
759903	Safety terminal adapter	japring-hold type) Two adapters to a set.	1
759934	Salety terminal adapter	pronve-testaned type) Two adapters to a set. 1.5 mm has Weeich is stacked	1
759901 🚣	Fork terminal adapter	Denant-fork adapter. Two adapters to a set	1
701959	Salety mini-clip	Hook type. Two in a set	1
750004 🚣	Conversion adapter	ENC-banana-jack/temale) adapter	1
35504 A'	990-990 cable	in	1
39565 🕏	BNC-BNC cable	2m	1
SSSS-4LK_AL	Estamal sensor cable	Current sensor input connector. Length 0.5m	1
BBS46FX.AL	Printerroll pager	Thermal paper, 10 meters (1 roll)	10

♠Due to the nature of this product, it is possible to touch shock, so the product must be used with caution.
* Use these products with twe-vollage closular (42V or less).

Model	Suffic and codes	Description	Denedption
701960		Compact mount	500°550°705mm(W, D, H)
	a.		Nev board and repuse table
701961		Delaxe mount	570"580"939mm(W, D, H)
	a.		Key board and requestable
701962		General-purpose mount	457*699*7*3mm(W. H. D)

■Current Sensor Unit

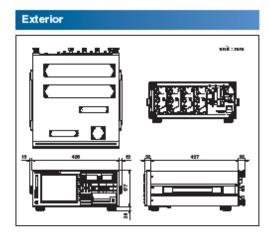
Model	Selffix cod	Description	
751521		Single-phase	DD to 1000 MHz (-3 dB) - 4000 A to 0 A to +480 A (DD)
76188	-10	Three-phase U, V	Basic accuracy: + (0.86% of rdg' + 40 m/) Superior retre
l .	-20	Three-phase U, W	withstanding ability and CWIRR characteristic due to
	-90	Three-phase U, V, W	optimized casing design
Supply vollage	-1	100 V AC (SDEDHE)	
	-0	115 V AC(50/90 Hz)	
	-7	230 V AC(50/90 Hz)	
Power card	-D	UL/OSA standard	
l	-£	VDE standard	
l	-R	SAA standard	
I	-J	QS standard	
	-H	GB standard	

751523-10 is designed for WT3000, PZ4000 are WT200 Series.
 751521/751529 do not contore to CE Marking.

■Clamp on Probe / Current transducer

Model	Product	Description
751552	Clamp-on probe	3.0 Hz to 5 kHz, 1400Apk (1000Arme)
751574	Current Insentacer	DC to 100 MHz (-SdB), 600Apk

^{*} For data lied information, see Power Meter Accessory Calalog Bullette 7515-526





YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION
Communication & Measurement Business Headquarters /Phone: (81)-422-52-6768, Fax: (81)-422-15-6768, Fax: (81 adguarters /Phone: (81)-422-52-6768, Fax: (81)-422-52-6624

Subject to change without notice. [Ed: 03/b] Copyright @2004 Printed in Japan, 702(KP)

MS-16E

53. Anexo 53: Analizador de calidad de energía trifásico PowerPad Modelo 8335

ANALIZADORES DE CALIDAD DE ENERGÍA, MEDIDORES DE ENERGÍA Y REGISTRADORES

Analizador de calidad de energía trifásico PowerPad® Modelo 8335

Características

- Medición de tensiones RMS verdaderas hasta 1000 Vrms CA/CC para sistemas de dos, tres, cuatro o cinco hilos
- Medición de corrientes RMS verdaderas hasta 6500 Arms (dependiente del sensor)
- Se incluyen marcadores de entrada de colores
- · Medición directa de tensión y corriente del neutro
- Medición de frecuencia (sistemas de 40 a 69 Hz)
- Registre y visualice datos de tendencias con tanta rapidez como un registro por segundo durante un mes para hasta 25 variables
- Detección de transitorios en todas las entradas de V e I.
- · Medición de corriente de inserción (inrush)
- Cálculo de factores de cresta para V y A
- · Cálculo del factor K para transformadores
- · Cálculo del flicker de corto plazo
- Cálculo del deseguilibrio de tensiones trifásicas
- Tres entradas de tensión y tres de corriente
- Mediciones de armónicos (con referencia al valor fundamental o RMS) para tensión, corriente o potencia, hasta el armónico 50°
- Visualización de secuencias y dirección de armónicos y calculo global de armónicos
- Visualización de diagramas fasoriales a tiempo real incluyendo módulos y ángulos de fase
- Monitorea el valor promedio de cualquier parámetro, calculado para un intervalo desde 1 segundo hasta 2 horas
- Medición de potencia activa, reactiva y aparente por fase y su valor total respectivo
- Cálculo de factor de potencia, factor de potencia de desplazamiento y factor de tangente
- Registro, etiquetado de tiempo y caracterización de la perturbación (sobretensiones, subtensiones e interrupciones, sobretensión permanente y umbrates de armónicos)
- Memoria interna de registro de tendencias de 2 GB; las memorias de registros, de transitorios y alarmas están separadas



To das los modelos contienen cinco conductores de binatón negros de 3 m (10 ples), cinco terminales tipo cocodión negras, doca anália identificados por colores, cable USB, bistaña de MMM, adeptador de altimentación con cable de altimentación de 11924 O (USA), sotivano Datal·lev^a, bolas de herantivintas clás ka grando, bolas portitál y marcial del lesuado.



Cuatro entradas de tensión y cuatro de corriente

MODELO	0225
	8336
CARACTERÍSTICAS ELÉCT	RICAS
Tasa de muestreo	256 muestras/kido
Almacenamiento de datos	Tarjeta SD de 2 6B
Tension (TRMS)	Fase - Fase: 1000 V Fase - Neutro: 1000 V
Corriente (TRMS)	Pinza Mit O a 6 Al 120 A o O a 240 A Pinza SR: O a 1200 A Pinza MR: O a 1300 A o, O a 1400 Acc Min-The : 10 a 1000 A Amp Plac*: 10 a 6500 A*
Fre cuencia (Hs)	40 a 60 Hz
Otras mediciones	KW, KVAR, KW, FP, FPD, KWh, KVARh, KVAh, factor K, flicker
Amónicos	1° a 50°, dirección, secuencia
Fuente de alimentación	Conjunto de baterias de NMH de 9,6 V recargables (incluido) Fuente de CA externa: 11 o/230 V CA ±10% (50/80 Hz)
Autonomía de la bateria	≥8 horas con la pantalla encendida; ≤35 horas con la pantalla apagada (modo de registro)
CARACTERÍSTICAS MECÂ	HCAS
Puerto de comunicaciones	USB con aislamiento optico
Pantalla	LCD a color 14 VGA (320 x 240)
Dimensiones	250 x 200 x 67 mm (9,8 x 7,8 x 2,6 pulg.)
Peso	1,95 kg (4,3 bs)
Clasificación de seguridad	EN 61010-1, 600 V CAT IV ^a , Grado de contaminación ambiental

("Factor de cresta a 6500 = 1

[™] Cuando se usa con sondas SR193 o AmpFlex*. 600 V CAT III con pinzas MN193 o MR193.

¡Pantalla grande a color!













N° DE CATÁ	LOGO DESCRIPCIÓN
2136.21	PowerPad* modelo 8335 con 4 MN93-BK
2136.22	PowerPad* modelo 8335 con 4 SR193-BK
2136.23	PowerPad* modelo 8395 con 4 AmpFlex* 103-24-BK de 61 cm (24 pulg.)
2136.24	PowerPad* modelo 8335 con 4 AmpFlex* 193-38-BK de 91,4 cm (36 pulg.)
2136.25	PowerPad* modelo 8335 con 4 MR193-BK
2136.26	PowerPad* modelo 8335 con 4 MN193-BK
2136.27	PowerPad* modelo 8395 con 4 MA193-10-BK
Accesorios (op	cionales)
2133.73	Bolsa de herramientas dásica extragrande
2140.15	Repuesto – bolsa portátil
2140.17	Caja adaptadora de 5 A (sólo bajo pedido especial)
2140.19	Repuesto – Bateria de NiMH de 9,8 V
2140.28	Sonda amperimètrica de CA modelo MR193-BK (1000 AcA/1400 Acc.)
2140.32	Sonda amperimètrica de CA modelo MN93-BK (200 A)
2140.33	Sonda amperimètrica de CA modelo SR193-BK (1200 A)
2140.34	Sensor AmpFlex* de 61 cm (24 pulg.) modelo 193-24 BK (6000 A)
2140.35	Sensor AmpFlex* de 91,4 cm (36 pulg.) modelo 193-36-BK (6500 A)
2140.38	Sonda amperimétrica de CA modelo MN193-BK (5 A/100 A)
2140.43	Repuesto – Juego de 5 cables negros, 3 m (10 pies), con 5 terminales tipo cocodrilo negros
2140.44	Cable, 1 cable negro de 3 m (10 pies) con terminal tipo cocordrilo negro
2140.45	Repuesto – Juego de 12 marcadores de ID de entrada identificados por colores
2140.48	Repuesto – Cable USB de 1,8 m (6 pies)
2140.48	Sensor Miniflex ¹⁹ de 25,4 cm (10 pulg.) modelo MA193-10-BK (1900 A)

16 www.aemc.com

Asistencia técnica (800) 343-1391





Fluke 1623 and 1625

GEO Earth Ground Testers

Technical Data

The new Fluke 1623 and 1625 GEO Earth Ground Testers offer an innovative solution, called Stakeless testing, to make your earth ground loop resistance testing quicker and easier. No need for a separate earth ground clamp.

- 3- and 4-pole Fall of Potential, earth resistance loop testing
- · 4-pole Soil Resistivity testing
- Selective earth ground rod testing using 1 clamp
- Stakeless earth ground rod testing using 2 clamps
- IP56 rated for outdoor use
- · Rugged carrying case

In addition, the Fluke 1625 offers these advanced features:

- Automatic Frequency Control (AFC) - identifies existing interference and chooses a measurement frequency to minimize its effect, providing more accurate earth ground value
- R* measurement calculates earth ground impedance at 55 Hz to more accurately reflect the earth ground resistance that a fault-toearth ground would see
- Adjustable limits for quicker testing



Stakeless testing

The Fluke 1623 and 1625 earth ground testers are able to measure earth ground loop resistances using only clamps. With this test method, two clamps are placed around the earth ground rod and each are connected to the tester. No earth ground stakes are used at all. A known, fixed voltage is induced by one clamp and the current is measured using the second clamp. Then the tester automatically determines the resistance of the earth ground rod.

This test method only works if a bonded earth ground system exists for the building or structure under test, but most are. If there is only one path to ground, like at many residential applications, the Stakelass method will not provide an acceptable value and the Pall of Potential test method must be used.

With Stakeless testing, the earth ground rod does not need to be disconnected—leaving the bonded earth ground system intact during test. Gone are the days of spending time placing and connecting stakes for each earth ground rod on your system—a major time saver. You can also perform earth ground tests in places you've not considered before: inside buildings, power pylons, or anywhere you don't have access to soil.



The most complete testers

The Fluke 1623 and 1625 are distinctive earth ground testers that can perform all four types of earth ground measurement:

- 3- and 4-Pole Fall of Potential (using stakes)
- 4-Pole Soil Resistivity testing (using stakes)
 Selective testing (using 1 damp and stakes)
- Stakeless testing (using 2 clamps only)

The testers are also easy to use. For each test, the testers inform you which stakes or clamps need to be connected and the large rotary switch can be used even with a gloved hand.

The complete model kit comes with the 1623 or 1625 tester, test leads, 4 earth ground stakes, 3 cable reels with wire, 2 damps, batteries, and manual—all inside a rugged Fluke carrying case.

1623 Specifications

General

Display: 1999 digit LCD	Display with special symbols, digit height 28 mm, fluorescent backlight
User interface	Instant measurement through YURN and START one button concept. The only operating elements are rotary switch and START button
Robust and waterproof	Instrument is designed for tough environmental conditions (rubber protective cover, IPS6)

Temperature ranges

Working temperature	-10 °C to 50 °C (14 °F to 22 °F)
Operating temperature	0 °C to 35 °C (32 °F to 96 °F)
Storage temperature	-20 °C to 60 °C (-4 °F to 140 °F)
Reference temperature	23 °C to ± 2 °C (73 °F to ± 4 °F)

The chart of four temperature ranges for the instrument exist to satisfy European Standards requirements; the instrument can be used over the full working temperature range by using the temperature coefficient to calculate accuracy at the ambient temperature of use.

Temperature coefficient	± 0.1 % of reading/K
Intrinsic error	Refers to the reference temperature range and is guaranteed for 1 year
Operating error	Refers to the operating temperature range and is guaranteed for 1 year
Climatic class	C1 (IEC 654-1), -5 °C to +45 °C (23° to +115° F), 5 % to 95 % RH
Protective type	IPS6 for case, IP40 for battery door according to EN60529
Safety	Protection by double and/or reinforced insulation, max. 50 V to earth
EMC (Emission Immunity)	IEC 61326-1:1997 Class A
Quality system	Developed, designed and manufactured according to DIN ISO 9001
External voltage	V ext, max = 24 V (dc, ac < 400 Hz), measurement inhibited for higher values
V ext rejection	> 120 dB (16%, 50, 60, 400 Hz)
Measuring time	Typical 6 sec.
Max. overload	250 V rms (pertains to misuse)
Auxiliary power	6 x 1.5 V mignon cells alkali-manganese (type AA LR6)
Battery life span	Typical > 3,000 measurements
Dimensions (WxHxD)	250 mm x 133 mm x 197 mm (9.76 in x 5.25 in x 7.35 in)
Weight	1.1 kg (2.43 lb) including batteries

2 Pluke Corporation 1623 and 1625 GBO Earth Ground Testers



R_z 3-pole ground resistance measurement (IEC 1557-5)

Switch position	Resolution	Measuring range	Intrinsic error	Operating error
R _A 3-pole	0.001 Ω to 10 Ω	0.001 Ω to 19.99 kΩ	± (2 % rdg + 3 d)	± (8 % rdg + 3 d)

For 2-pole measurements connect terminals H and S with the supplied connector cable.

Measuring principle: Current and voltage measurement

Measuring voltage	Vm = 48 V ac	
Short-circuit current	> 50 mA	
Measure frequency 128 Hz (125 Hz on request)		
Probe resistance (R_p) Max 100 k Ω		
Auxiliary earth electrode resistance (R_{g}) Max. 100 k Ω		
Additional error from R_x and R_y $R_z[k\Omega]/R_z[\Omega]/R_z[\Omega] \cdots 0.2 \%$		
Monitoring of R_a and R_{α} with error indicator		
Automatic range selection		
Measurement is not performed if the current through the current clamp is too low		

R_z 4-pole ground resistance measurement (IEC 1557-5)

Switch position	Resolution	Measuring range	Intrinsic error	Operating error
R _A 4-pole	0.001 Ω to 10 Ω	0.001 Ω to 19.99 kΩ	± (2 % rdg + 3 d)	± (5% rdg + 3d)

Measuring principle: Current/voltage measurement

Measuring voltage	Vm = 48 V ac	
Short-circuit current	>60 mA	
Measuring frequency 128 Hz (125 Hz on request)		
Probe resistance $(R_0 + R_{10})$ Max. 100 Ω		
Auxiliary earth electrode resistance ($R_{\rm I}$) Max. 100 k Ω		
Additional error from R_g and R_g $R_g[k\Omega]$ ··· $R_g[k\Omega]$ /··· $R_g[k\Omega]$ /····0.2 %		
Monitoring of R _g , and R _g with error indicator		
Automatic range selection		

R_z 3-pole selective ground resistance measurement with current clamp (R_z 3-0)

Switch position	Resolution	Measuring range	Intrinsic error	Operating error
R _A 3-pole	0.001 Ω to 10 Ω	0.001 Ω to 19.99 kΩ	± (7 % rdg + 3 d)	± (10 % rdg + 5 d)

Measuring principle: Current/voltage measurement (with external current clamp)

Measuring voltage Vm = 48 V ao		
Short-circuit current	> 50 mA	
Measuring frequency 129 Hz (125 Hz on request)		
Probe resistance (R _p) Max. 100 kΩ		
Auxiliary earth electrode resistance (R_x) Max. 100 k Ω		
Monitoring of R _p , and R _q with error indicator		
Automatic range selection		
Measurement is not performed if the current through the current clamp is too low		

³ Pluke Corporation 1623 and 1625 GEO Earth Ground Testers



R_z 4-pole selective ground resistance measurement with current clamp (R_z > C)

Switch position	Resolution	Measuring range	Intrinsic error	Operating error
R, 4-pole DO	0.001 Ω to 10 Ω	0.001 Ω to 19.99 kΩ	± (7 % rdg + 3 d)	± (10 % rdg + 5 d)

Measuring principle: Current/voltage measurement (with external current clamp)

Measuring voltage Vm = 48 V ao		
Short-circuit current	> 50 mA	
Measuring frequency 128 Hz (125 Hz on request)		
Probe resistance (R _p) Max. 100 kΩ		
Auxiliary earth electrode resistance (R_x) Max. 100 k Ω		
Monitoring of R _g , and R _g with error indicator		
Automatic range selection		
Measurement is not performed if the current through the current clamp is too low		

Stakeless ground loop measurement ()

Switch position	Resolution	Measuring range	Intrinsic error	Operating error
R _A 4-pole	0.001 Ω to 0.1 Ω	0.001 Ω to 199.9 Ω	± (7 % rdg + 3 d)	± (10 % rdg + 5 d)

Measuring principle: Stakeless measurement of resistance in closed loops using two current transformers

Measuring voltage	Vm = 48 V ac (primary)
Measuring frequency	128 Hz (125 Hz on request)
Noise current (I _{EX7})	Max. $I_{EXT} = 10$ A (ac) $\{R_A < 20 \Omega\}$
	Max. $I_{EXT} = 2 \text{ A (ac) } (R_A > 20 \Omega)$

Automatic range selection

The information regarding stakeless ground loop measurements is only valid when used in conjunction with the recommended current clamps at the minimum distance specified.

⁴ Pluke Corporation 1823 and 1825 GBO Earth Ground Testers



1625 Specifications

General

Description	Microprocessor controlled, fully automated earth measuring instrument with additional functions
Measuring function	Interference voltage and frequency, earthing resistance 2- and 4-pole with/without clip-on current transformer, resistance 2-pole with ac, 2- and 4-pole with do
Display	4 digit (2899 Digit) - 7 segment liquid crystal display, digit size 18 mm (0.71 in) with supplementary signs and active illumination
Operation	Central rotary switch and function keys



Temperature ranges

Working temperature range	-10 °C to 90 °C (14° F to 122° F)
Operating temperature range	O °C to 36 °C (32° F to 96° F)
Nominal temperature range	18 °C to 28 °C (64° F to 82° F)
Storage temperature range	-30 °C to 60 °C (-22° F to 140° F)

Note: The chart of four temperature ranges for the instrument exist to satisfy European Standards requirements; the instrument can be used over the full Working temperature range by using the temperature coefficient to calculate accuracy at the ambient temperature of use.

Temperature coefficient	± 0.1 % of range/Kelvin
Operating errors	Refer to operating temperature range and $R_g < 20 R_g$, $R_g < 100 R_g$

The maximum percentage operating error within the measurement range does not exceed \pm 30 % with the measured value as fiducial value, as determined in accordance with Table 1 in the 1825 Users Manual.

- The operating error applies under the rated operating conditions given in IEC1557-1 and the following:

 Injection of series interference voltages with system frequencies of 4CO Hz, 6O Hz, 5O Hz, 16²/s Hz or with do voltage respectively across the terminals E [ES] and S. The rms value of the series interference voltage shall be 3 %;

 resistance of the auxiliary earth electrode and of the probes: 0 to 100 x R_s but ≤ 50 kΩ;

 system voltages between 85 % and 110 % of the nominal voltage and between 99 % and 101 % of the nominal system frequency for measuring equipment with a mains supply and/or measuring equipment deriving its output voltage directly from the distribution system.

⁵ Pluke Corporation 1623 and 1625 GBO Earth Ground Testers



Limits of error	Refer to nominal temperature range		
Climate class	C1 (IEC 654-1), -5 °C to 45 °C, 5 % to 95 % RH		
Type of protection	IP56 for case, IP40 for battery door according to EN60529		
Max voltage	A socket ≥C to socket Ø @ @ Ø		
	$U_{na} = 0 \text{ V}$		
	Scokets " 😭 🖶 🐧 🗗 " to each other in any combination, max. U_m = 250 V (pertains to misuse)		
EMC (Emission Immunity) IEC 61326-1:1997 Class A			
Quality standard Developed, designed and manufactured to comply with DIN ISO 9001			
External field influence Compiles with DIN 43780 (8/76)			
Auxiliary power 6 x 1.8 V alkali-manganese-batteries (IEC LR6 or type AA)			
Battery life span	With IEC LR6/type AA: typ. 3,000 measurements ($R_g+R_g \le 1 \text{ k}\Omega$)		
	With IEC LR6/type AA : typ. 6,000 measurements ($R_g + R_g > 10 \text{ k}\Omega$)		
Dimensions (WxHxD) 250 mm x 133 mm x 187 mm (9.75 in x 5.25 in x 7.35 in)			
Weight ≤ 1.1 kg (2.43 lb) without accessories			
	≤ 5.5 kg (12.13 lb) incl. accessories and batteries in carrying case		
Case material	NORYL, shock -and scratch proof thermoplast		

Measurement of interference voltage dc + ac (U_{st})

Measuring Limits of error: m	ethod	Pullwave rectification	on	
-				
Measuring Range	Display Range	Resolution	Prequency Range	Limits of Error
1 V to 90 V	0.0 V to 50 V	0.1 V	de/ac 45 Hz to 400 Hz sine	± (5 % of rolg + 5 object)
Measuring sequence	approx. 4 measurements/s			
Internal resistance	approx. 1.5 MΩ			
Max. overload	U _{mi} = 250 V		·	·

Measurement of interference frequency (F)

Measuring method Measurement of oscillation period of the interference voltage	

Measuring Range	Display Range	Resolution	Range	Limits of Error
6.0 Hz to 400 Hz	16.0 Hz to 299.9 Hz to 999 Hz	0.1 Hz to 1 Hz	1 V to 50 V	± (1 % of rdig + 2 dligit)

Earthing resistance (Rg)

Measuring method	Current and voltage measurement with probe as IEC61957-5		
Open circuit voltage	20/49 V, ac		
Short circuit current	260 mA ac		
Measuring frequency	94, 105, 111, 129 Hz selected manually or automatic. (AFC) 55 Hz in function R*		
Noise rejection	120 dB (16 ² / ₂ , 50 , 60, 400 Hz)		
Max. overload	U _{mi} = 250 V		

⁶ Pluke Corporation 1823 and 1825 GEO Earth Ground Testers



Electrical measurement specifications

Intrinsic error or influence quantity	Reference conditions or specified operating range	Designation code	Requirements or test in accordance with the relevant parts of IEC 1557	Type of test
Intrinsic error	Reference conditions	A	Part 5, 6.1	R
Position	Reference position ± 90°	El	Part 1, 4.2	R
Supply voltage	At the limits stated by the manufacturer	E2	Part 1, 4.2, 4.3	R
Temperature	0 °C and 35 °C	E3	Part 1, 4.2	T
Series interference voltage	See 4.2 and 4.3	E4	Part 5, 4.2, 4.3	T
Resistance of the probes and auxiliary earth electrodes	0 to 100 x R _A but ≤ 50 kΩ	E5	Part 5, 4.3	T
System frequency 99 % to 101 % of the nominal frequency		E7	Part 5, 4.3	T
System voltage 95 % to 110 % of the nominal voltage		E9	Part 5, 4.3	T
Operating error B=共和+ いまを完成に成成に			Part 5, 4.3	R
A = intrinsic error				

A En R T	=	intrinsto error variations routine test type test	S[W] = ± 3 (100 %)
-------------------	---	--	--------------------

Measuring Range	Display Range	Resolution	Instrinsic Error	Max. Operating Error
0.020 Ω to	0.001 Ω to 2.999 Ω	0.001 Ω	± (2% of rdg + 2 digit)	± (5% of rdg + 5 digit)
300 kΩ	3.00 Ω to 29.99 Ω	0.01 Ω		
	30.0 Ω to 299.9 Ω	0.1 Ω		
	0.300 kΩ to 2.999 kΩ	1Ω		
	3.00 kΩ to 29.99 kΩ	10 Ω		
	30.0 kΩ to 299.9 kΩ	100 Ω		

Measuring time	typ. 8 sec. with a fixed frequency
	30 sec. max. with AFC and complete cycle of all measuring frequencies
Additional error because of probe-and auxiliary earth electrode resistance	<u>S_a (S_a + 2000 M)</u>
Measuring error of RH and RS	typ. 10 % of $R_x + R_x + R_y$
Max. probe resistance	≤ 1 MΩ
Max. auxiliary earth electrode resistance	≤ 1 MΩ

Automatic check if error is kept within the limits required by IBC81557-5.

If after a measurement of probe-, auxiliary earth electrode- and earthing resistance, a measurement error of higher than 30 % is assumed because of the influencing conditions [see diagram], the display shows a warning symbol \hat{A} , and a notice that R_g or R_g are too high.

⁷ Pluke Corporation 1623 and 1625 GEO Earth Ground Testers

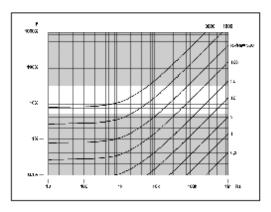


Automatic switchover of measuring resolution in dependence to auxiliary earth electrode resistance $R_{\rm n}$

RH with Umess = 48 V	RH with U _{mean} = 20 V	Resolution
< 300 Ω	< 250 Ω	1 mΩ
< 6 MΩ	< 2.5 kΩ	10 mΩ
< 60 kΩ	< 25 kΩ	100 mΩ
< 600 kΩ	< 280 kΩ	1 Ω

Selective measurement of the earthing resistance ($R_E \square C$)

Measuring method	Current and voltage measurement with probe as per EN61887-8 and current measurement in the individual branch with additional current transformer (patent applied for).
Open circuit voltage	20/49 V ac
Short circuit current	250 mA ac
Measuring frequency	94, 105, 111, 128 Hz selected manually or automatically (AFC), 55 Hz (R*)
Noise rejection	120 dB (16 ¹ / ₃ , 50, 60, 400 Hz)
Max. overload	Max. $U_{mi} = 250 \text{ V (measurement will not be started)}$



Measuring Range	Display range	Resolution	Intrinsic error*	Operating error*
0.020 Ω to 30 kΩ	0.001 to 2.999 Ω	0.001 Ω	± (7 % of rdg + 2 digit)	± (10 % of rdig + 5 diigit)
	3.00 to 29.99 Ω	0.01 Ω]	
	30.0 to 299.9 Ω	0.1 Ω]	
	0.300 to 2.999 kΩ	1Ω]	
	3.00 to 29.99 kΩ	10 Ω	1	l

^{*} With recommended current clamps/transformers.

Additional error because of probe- and auxiliary earth typ. electrode resistance	<u>н, 65, + 2000 сі)</u> з 126 з 10° % + 6 Муби	
Measuring error of R_x and R_y Typ. of 10 % of $R_{max} + R_z + R_z$		$R_x + R_y$
Measuring time	Typ. 8 sec. with a fixed frequency 30 sec. max. with AFC and complete cycle of all measuring frequencies	
Minimal current in single branch to be measured	0.5 mA With transformer (1000:1)	
	0.1 mA	With transformer (200:1)
Max. interference current through transformer	3 A	With a transformer (1000:1)

⁸ Pluke Corporation 1623 and 1625 GEO Earth Ground Testers



Resistance measurement (R~)

Measuring method	Current and voltage measurement	
Measuring voltage	O V ac, square pulse	
Short circuit current	> 250 mA ao	
Measuring frequency	94, 105, 111, 129 Hz selected manually or automatically (APC)	

Measuring range	Display range	Resolution	Intrinsic error	Operating errors
0.020 Ω to 300 kΩ	0.001 Ω to 2.999 Ω	0.001 Ω	± (2 % of rolg + 2 doight)	± (5 % of rdg + 5 digit)
	3.0 Ω to 29.99 Ω	0.01 Ω		
	30 Ω to 299.9 Ω	0.1 Ω		
	300 Ω to 2999 Ω	1 Ω]	
	3.0 kΩ to 29.99 kΩ	10 Ω		
	30.0 kΩ to 299.9 kΩ	100 Ω	1	

Measuring time	typ. 6 sec.	
Max. interference voltage	24 V, with higher voltages measurement will not be started	
Max overload	U _{max} max. = 250 V	

Resistance measurement (R==)

Measuring method	ourrent- voltage measurement as per IEC61557-4 possible	
Open circuit voltage	OV do	
Short circuit current	00 mA de	
Formation of measured value	with 4-pole measurement wires on H, S, ES can be extended without additional error.	
	Resistances > 1 Ω in wire E can cause additional error of Sm Ω/Ω .	

Measuring range	Display range	Resolution	Intrinsic error	Operating error
0.020 Ω to 3 kΩ	0.001 Ω to 2.999 Ω	0.001 Ω	± (2 % of rdg + 2 digit)	± (5 % of rdg + 5 digit)
	3.0 Ω to 29.99 Ω	0.01 Ω		
	30.0 Ω to 299.9 Ω	0.1 Ω		
	300 Ω to 2999 Ω	1Ω		

Measuring sequence	Approx. 2 measurements/s	
Measuring time	Typ. 4 sec. incl. reversal of polarity (2-pole or 4-pole)	
Max. interference voltage	≤ 3 V ac or dc, with higher voltages measurement will not be started.	
Max inductivity	2 Henry	
Max. overload	U _{mr} = 250 V	

Compensation of lead resistance (R_z)

Compensation of lead resistance (R _s) can be switched on in functions R _s 2-pole, R _s 4-pole 3.0, R-, and R= 2-pole		
Formation of measured value	R _{angery} = R _{meazone} - R _{compansion} *	

^{*} Value of setpoint entry B_t = 0.000 Ω , variable from 0.000 to 29.99 Ω by means of measuring adjustment.

⁹ Pluke Corporation 1823 and 1825 GEO Earth Ground Testers

Selection guide by user

	Field Service Technician	Industrial Haintenance Technician	Power Utilities and Telecom	
Finke 1623				
Phike 1625				

Standard earth ground test methods

	Fall of Potential		Selective	Staltelear
	3-pole	4-pole/soil	1 damp	2 damps
Phike 1623				
Fluke 1625	•	•	•	

Ordering information

Basic GEO Earth Ground Tester Kit Basic GEO Earth Ground Tester Selective/Stakeless Clamp Set for 1623 Advanced GEO Earth Ground Tester Kit Advanced GEO Earth Ground Tester Pluke-1623 Kit Pluke-1623 EI-1623 Pluke-1625 Kit Pluke-1625 EI-1625 Selective/Stakeless Clamp Set for 1625

Optional accessories

ES-162P4

Stake Set for 3-Pole Measurement Stake Set for 4-Pole Measurement Ground/Earth Stake Ground/Earth Cable Reel 25 m (81.25 ft) Ground/Earth Cable Reel 50 m (162.5 ft) 320 mm (12.6 in) Split Core Transformer Earth Stake Cable-Reel 25 m Cable-Reel 50 m





Fluke. Keeping your world up and running.

Fluite Corporation PO Box 9090, Everett, WA USA 98208 Pluke Europe B.V. PO Box 1186, 5602 BD Eindhoven, The Nethedands For more information call: For more information call:
In the U.S.A. [800] 443-5653 or
Pax [425] 446-5116
In Europe/M-Baz/Africa +31 [0] 40 2675 200 or
Pax +31 [0] 40 2675 222
In Canada [800] 36-FLURE or
Pax [905] 880-8986
Pron other countries +1 [425] 448-5500 or
Pax +1 [425] 446-5116
Web access: http://www.fute.com

©2006 Plube Corporation. All rights reserved. Printed in U.S.A. 5/2006 2634980 D-EN-N Rev A.

10 Pluke Corporation 1623 and 1625 GBO Earth Ground Testers

55. Anexo 55: Earth Insulation Tester MI2088-20

Earth-Insulation Tester

Ultimate Instruments for Testing Earth and Insulation Resistance







No. 118740

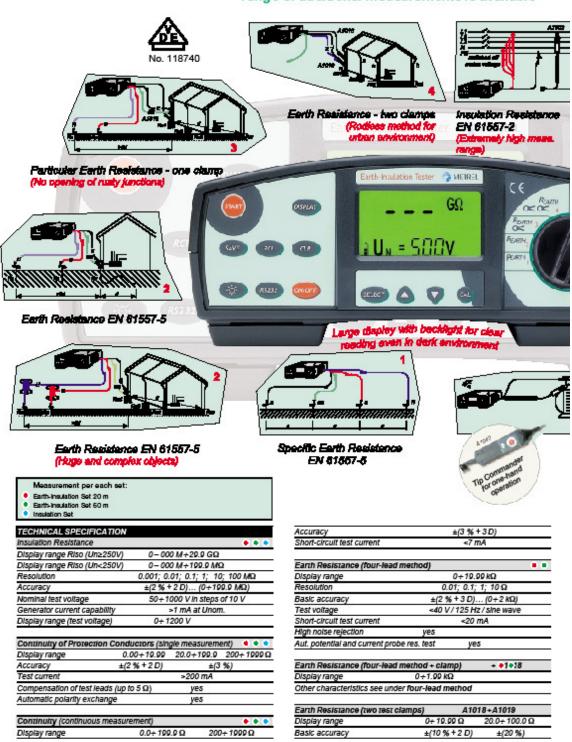
VDE 0100 BS 7671 CEI 64.8 HD 384

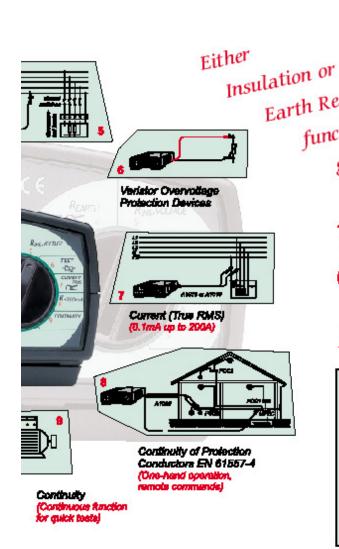
EN 61557 VDE 0413

EN 61010-1 EN 50081-1 EN 50082-1



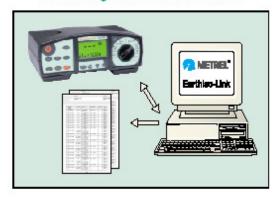
Not only Earth and Insulation Resistance, a wide range of additional measurements is available







- Tip commander enables one-hand operations
- Outstanding features even in presence of mains interferences and high probe resistance
- C SW Earthleo Link enables easy and fast arrangements of test results



Display range	50+1000 V
Accuracy	±(5 % + 10 V)
Threshold current	1 mA

Power supply	6 V (4 × 1.5 V IEC LR14)
Visual and acoustic warnings	yes
Display	custom design LCD (with backlight)
Memories	approx. 1000 measurements
Computer connection	RS 232
Dimensions (w × h × d)	265 × 110 × 185 mm
Weight (without acces., with ba	tteries) 1.7 kg
Protection classification	double insulation
Overvoltage category	CAT III/300V or CAT II/600 V
Pollution degree	2
Degree of protection	IP 54
Working temperature range	0+40°C
Max. humidity	85 % RH (0+40°C)
Auto power OFF	ves

Display range	0+1999 KΩm (KΩπ)		
Calculation	$\rho = 2\pi aRe$		
Distance between test rods	1+30 m (1+90 ft)		
Other characteristics see under	r four-lead method		
Voltage a.c./d.c.	• • •		
Display range	0+600 V		
Accuracy	±(2 % + 2 D)		
Nominal frequency range	45+65 Hz, d.c.		
Current (True RMS)	A1018, A1019		
Measurement principle	current clamp 1 A / 1 mA		
Display range	0+200 A		
Resolution	0.1; 1 mA; 0.01; 0.1; 1 A		
Basic accuracy	±(5 % +5 D) (0.5 mA+200 A)		
Nominal frequency	50/60 Hz		

Specific Earth Resistance

Nominal frequency

Varistor Overvoltage Prot. Devices – Breakdown Voltage 🔸 🗣 🔹 Measurement principle d.c. voltage ramp (500 V/s)

AND SOCIETY OF THE STATE OF THE	Earth Insulation Tester					
ORDERING INFORMATION	Earth-Insulation Set 20 m	Earth-Insulation Set 50 m	Insulation Set			
Order No.	MI 2088-20	MI 2088-50	MI 2088			
Scope of supply						
Universal test cable 2 × 1.5 m	/	/	/			
Earth test set – 20 m	/					
Earth test set – 50 m		/				
Alligator clip	/	/	,			
Test tip (red)	/	/	/			
Test tip (black)	/	/	/			
RS232 cable	/	/	/			
PC SW Earth Link (for Windows 95/98/2000/NT/XP)	/	/	/			
Soft carrying bag	/	/	/			
Instruction manual	/	/	/			
Handbook "Measurements on electric installations in theory and practice"	,	/	/			
Declaration of conformity	/	/	/			
Production verification data	/	/	/			
Declaration of warranty	/	/	/			

Tip commander	Order No. A 1002	/	/	/
Earth test set – 20 m General cable 4 * 1 m H test lead 20 m S test lead 20 m ES test lead 4.5 m E test lead 4.5 m Earth test rod 4pcs Small soft carrying bag	Order No. S 2001		,	•
Earth test set – 50 m General cable 4 * 1 m H test lead 50 m wound-up on spool S test lead 50 m wound-up on spool ES test lead 4.5 m E test lead 4.5 m Earth test rod 4pcs Soft carrying bag – small		,		,
Low-range clamp 0.5 mA up to 200 A	Order No. A 1018	/	/	/
Standard-range clamp 10 mA up to 200 A	Order No. A 1019	/	/	/
General cable 4 × 1 m	Order No. A 1021		-	/







METREL"	- Measuring a Manufactur	and Regulating er. d.d.	Equipmen
---------	-----------------------------	----------------------------	----------

Horjul 188, 1354 Horjul - SLOVENIA Tel.:+386 1755 82 00; Fax:+386 1754 92 26 Internet: http://www.metrel.si; E-mail: metrel@metrel.si

Subject to technical change without notice!

Distributor:		

Megger.

S1 Series

5-kV and 10-kV Insulation Resistance Testers

S1 Series

5-kV and 10-kV Insulation Resistance Testers



- CAT IV 600 V safety rating
- Line supply or battery operated
- Noise rejection (2mA or 4mA rms@200v and above) for use in high voltage substations or switchyards
- 5mA output current provides fast charging and testing of capacitive loads
- Measurement range to 15 TΩ (5-kV models) and 35 TΩ (10-kV models)
- Automatic insulation resistance (iR), dielectric absorption ratio (DAR), polarization index (PI), step voltage (SV), and dielectric discharge (DD) toets
- RS232 or USB download of results
- On board memory for results storage

DESCRIPTION

The new Megger S1 Series of 5 kV and 10 kV insulation resistance testers are designed specifically to assist the user with the testing and maintenance of high voltage equipment. This series of testers includes the following models and distinct capabilities including voltage, test current and noise rejection:

Model #	Output	Test Current	Noise Rejection	
\$1-552/2	5 kV	5 mA	2 mA	
\$1-1052/2	10 kV	5 mA	2 mA	
\$1-554/2	5 kV	5 mA	4 mA	
S1-1054/2	10 kV	5 mA	4 mA	

All four models are heavy duty and reliable with features that meet the most demanding testing applications in existence today.

First, the user has a choice of 5 or 10 kV voltage output capability. The 10 kV option is particularly suitable for testing to the IEEE standards required for testing motors rated greater than 12 kV.

Second, all four models provide 5 mA output current to provide fast charging and testing of high capacity loads such as long cables.

Third, all four models feature extra noise rejection capability. The Models S1-554/2 and S1-1054/2 incorporate a hardware filter designed to tolerate a industry best 4 mA rms of noise current at 50Hz and above. This filter is enabled by default, but may be switched off in order to speed up the settling time when there is little noise current. The Insulation Resistance mode offers additional firmware filtering to average out slow variations during

testing. This virtually eliminates the possibility of poor, unreliable or unstable readings being made in noisy 345-kV and above substations or switchyards.

These instruments have been designed with expanded measurement ranges, up to $15T\Omega$ for the 5kV models and up to $35T\Omega$ for the 10kV models, in order to provide trending values for testing high quality insulating materials.

A large, easy-to-read backlit ICD is provided on all models making them suitable for use in both bright sunlight and poorly lit environments. Information displayed includes resistance, voltage, leakage current, capacitance, battery status and time constant. In addition, the elapsed time is continuously displayed, removing the need for separate timers. Adjustable timers and limit alarms are included.

A built-in, integral timer starts automatically at the beginning of a test, and displays minutes and seconds. At the end of any test, the load is automatically discharged and the decay voltage is displayed. The timer enables the performance of an automatic IR test, plus the capability of preprogrammed DAR, PI, SV and DD. They each include an alarm mode, which allows the operator to preset a specific resistance level. The unit will beep until the limit is exceeded.

In addition to the preprogrammed automated testing routines, the units are equally suited for simple insulation testing. The controls of the instruments are clear and unambiguous, and a "quick start" guide is included in the lid as a permanent refresher for the operator.

A guard terminal is provided with each model to allow greater accuracy when testing complex insulation systems with multiple terminals. A guard test lead is included as standard with each instrument.

Megger.



The S1-552/2 in use at an inclustrial complex substation

All models provide variable test voltages in 10V steps below 1kV and 25V steps above 1kV to enhance their flexibility, and to eliminate the need for multiple IR test sets to meet various applications.

Fast, repeatable measurements are possible on large motors, generators and cables due to the 5mA of charging current provided by the instrument, the highest available on the market.

Testing can be performed when the instrument is powered by AC mains or when powered by its internal rechargeable battery.

Built-in safety features enhance the operation of the units. If connected to a live test specimen, the external voltage will be displayed and testing will not be allowed if above 50V with the 5kV models or above 80V with the 10kV models. At the conclusion of every test, the instruments display the voltage remaining on the connected equipment and automatically discharge the residual energy.

APPLICATIONS

The S1 Series of insulation resistance testers are designed for testing the insulation of high-voltage electric equipment. Their wide voltage range also allows applications for low-voltage equipment. Generators, motors, transformers, cables and switchgear all require effective maintenance. The test techniques on the instruments provide valuable diagnostic information.

All models test the insulation resistance of:

- High-voltage power cables and high-voltage buses
- Large motor/generator windings
- Line and substation transformers

They perform spot tests, step-voltage tests, and dielectric absorption tests for the following applications:

- Acceptance testing at an installation to check conformance to specifications.
- Routine preventive/predictive maintenance testing after installation.
- Quality assurance testing as part of the manufacturing process.
- Diagnostic testing to isolate faulty components for repair.
- Contamination testing of service aged insulation.

With their higher voltage testing capability, the 10-kV models are the perfect tool for manufacturers and users of rotating machinery. Designed in accordance with the requirements of IEEE43-2000 they are ideal for measuring the insulation resistance of armature and field windings in rotating machines rated 1hp (750 W) or greater. The standard applies to synchronous, induction and de machines as well as synchronous condensers.

FEATURES AND BENEFITS

- CAT IV 600 V safety rating allows for safe use in the widest range of applications.
- Improved operating flexibility provides the user with the choice of using these instruments via line or battery operation. Line operation also affords enhanced charging capabilities for high-capacitance test samples.
- High measurement range enables installation testing and long-term trending of higher value apparatus.
- 5 mA short circuit current allows for faster charging and testing of large capacitive and inductive loads
- Results storage and downloading enables state-of-the-art record keeping free of transposition errors.
- The S1-554/2 and S1-1054/2 provide the ultimate in noise rejection that will even cope in extreme conditions such as 345-kV to 500-kV substations and switchyards.
- Five industry-standard tests can be performed automatically, freeing operator from time-consuming manual operations.
- Backlit display enables ease of testing in poorly lit areas.
- Rugged, lightweight polypropylene case and IP65 rating make all of the instruments adaptable for all field conditions.
- A variety of measurements including applied test voltage, leakage current and capacitance, affords enhanced capabilities to diagnose insulation condition and problems.
- Redundant safety features includes automatic discharge of test item, test lockout in presence of external voltage, and design to EN61010.
- Models S1-1052/2 and S1-1054/2 incorporate the ability to apply test voltage up to 10 kV, making both fully conformable to the requirements of IEEE43-2000.
- A "quick start" guide is included in the lid, eliminating the need to carry bulky manuals to site locations.
- For greater ease of use and downloading, an RS232 or USB interface is available.
- Alarm limit mode allows for faster testing and less ambiguous result interpretation.



Circuit breaker being tested with the \$1-552/2



These unique features improve insulation testing efficiency and effectiveness



Extra data storage and download capability Run more tests and save more test data. Download results using either an RS232 or USB style connection.



Easier operation
Use a "Quick Start" guide conveniently located in the lid, always there for easy reference.



Line or battery operation

The operating flexibility you need when site conditions are unknown or long term testing is required.



Improved enclosure
Its virtually indestructible, yet ergonomic
and lightweight. It features an oversized
rubber handle and removable lid for
effective use in tight places. A lid mounted
lead storage bag is also included.



Product Features and Benefits Guide

FEATURES	\$1-552/2	51-554/2	51-1052/2	51-1054/2	BENEFITS
5-kV max test voltage					Industry standard
10-kV max test voltage					Full conformity to IEEE43-2000 Future proofs against new insulation technology
5 mA SC output current					Ultimate fast charge of capacitance
					Maintain test voltage at lower MΩ
CAT IV 600 V safety					Ultimate in safety
Full diagnostic test capability (PI, DAR, SV, DD)	•	•	•	•	Provides full information on insulation quality
Test result memory					Essential for trending results
2 mA noise immunity					High noise immunity
4 mA noise immunity		•		•	Ultimate noise immunity for locations such as 345-kV to 500-kV substations and switchyards
Shielded leads supplied std.					Additional noise protection
	_	_	_	-	



\$1-552/2 shown with included accessories



\$1-1052/2 shown with included accessories



\$1-554/2 shown with included accessories



\$1-1054/2 shown with included accessories



Megger:

SPECIFICATIONS

	Models 51-552/2	Models \$1-1052/2	
	and \$1-554/2	and S1-1054/2	
Battery Life	6 hours	4 hours	
	continuous testing	continuous testing	
	at 5kV	at 10kV	
Test Voltages	50V to 1 kV	50V to 1 kV	
_	in 10V steps	in 10V steps	
	1 kV to 5 kV	1 kV to 10 kV	
	in 25V steps	in 25V steps	
Accuracy	±5% to 1 TΩ	±5% to 2 TΩ	
_	±20% to 10 TΩ	±2(9% to 2() TΩ	
Display Range			
Digital Display (3 digit)	10 kΩ to 15 TΩ	10 kΩ to 35 TΩ	
Analog Display	100 kΩ to 1 TΩ	100 kΩ to 1 TΩ	
Capacitor Charge Time	<1.5 seconds	<3 seconds	
	per µF	per µP	
	at 5mA to 5kV	at 5mA to 10kV	
Capacitor	<120ms per µP	<250ms per µF	
Discharge Time	to discharge from	to discharge from	
_	5000V to 50V	100000V to 50V	

Voltage input range:

95-240 V ±-10% rms 50/60Hz

Guard: 2% error guarding 500 k Ω leakage with 100 M Ω load

Short circuit/charge current: 5 mA

Capacitance measurement:

10 nF to 50 µF (dependant on measurement voltage)

Capacitance measurement accuracy (23° C):

±5% ±5 nF

Voltage output accuracy (0° C to 30° C):

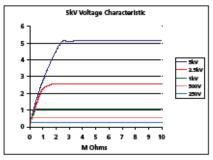
+4% ± 10 V of nominal test voltage at 1 GO load ± 25 V for test voltages less than 500 V

Current measurement range:

0.01 nA to 5 mA

Current measurement accuracy (23° C):

±5% ±0.2 nA at all voltages



Test Voltage Output Characteristics Over Insulation Resistance Range

Display:

Analog/digital 3 digits

Interference rejection:

2 mA rms @ 200 V and above (\$1-552/2 and \$1-1()52/2) 4 mARMS @ 200 V and above (\$1-554/2 and \$1-1()54/2)

Filter (models \$1-554/2 and \$1-1054/2 only

10, 30 and 100 second time constants (selectable)

Timer range:

Up to 99 minutes and 59 seconds from start of test

Memory capacity:

32kB

Pre Programmed Test Routines:

- Auto Insulation Resistance (IR)
- Polarization Index (PI)
- · Dielectric Absorption Ratio (DAR)
- Step Voltage (SV)
- Dielectric Discharge (DD)

Interface:

RS232 and USB

Data storage:

Voltage, test time, leakage current, resistance, PI, DAR, DD, capacitance and time constant

Real time output:

Serial, once per second of test voltage, current and resistance

Temperature Range:

Operating: -4°F to 122°F (-20°C to +50°C) Storage: -13°F to +149°F (-25°C to +65°C)

Ingress protection (lid closed):

IP65

Humidity:

90% RH non-condensing at 40° C

Safety:

Meets the requirements of EN61()1()-1:2001 CATIV 6()0 V EMC

Meets the requirements of EN61326-1:1998 for use in heavy

industrial areas. Dimensions:

12.7 x 6 x 14.2 in. (305 x 194 x 360 mm)

Weight:

16 lb (7.1 kg) approx.

5-kV and 10-kV Insulation Resistance Testers





- 1. Voltage at terminals Displays amount of voltage present at the terminal.
- Battery level Indicates the level of battery operation avallable.
- 3. Breakdown Indicator Indicates that breakdown mode is in operation.
- 4. High-voltage indicator indicates the presence of high voltage during operation.
- Digital display Displays the reading during a test.
- 6. Dielectric absorption ratio (DAR)
- Polarization Index (PI)
- Time constant
 - 6 through 8 Displays the ratio value or the resistance measured at the indicated time.

- 9. Capacitance display indicates the capacitance of the test sample.
- 10. Analog display Unique, patented analog display shows test voltage with real-time pointer movement.
- 11. Timer Displays the elapsed time of test. Displayed constantly, eliminating the need for a separate timer.
- 12. Data recording Indicates if data is being recorded during the test.
- 13. Alarm Indicates that alarm has been set.
- 14. Burn Indicator Indicates that burn mode is in operation.
- 15. Test modes Shows which pre-programmed test is being run.

Item	Cat. No.	Optional Accessories	
\$1-552/2 5 kV Insulation Resistance Tester	1000-384	Item	Cat. No.
S1-554/2 5 KV Insulation Resistance Tester	1000-390	HV Lead Sets:	
S1-1052/2 10 kV Insulation Resistance Tester	1000-387	3 x 3m uninsulated compact clips	8101-181
S1-1054/2 10 kV Insulation Resistance Tester	1000-393	3 x 8m uninsulated compact clips	8101-182
included Accessories for all instruments		3 x 15m uninsulated compact clips	8101-183
3m lead set medium insulated clips	6220-820	3 x 10m medium insulated clips	1000-441
RS232 cable	25955-025	3 x 15m large insulated clips	1000-442
USB cable	25970-041	3 x 3m large insulated clips	6220-811
User guide on CD-ROM	6172-988	3 x 10m large insulated clips	1000-443
Lid mounted pouch	6320-244	3 x 15m large insulated clips	1000-432
PowerDB LITE CD-ROM	DB0001	Control Circuit Test Lead Sets:	
\$1-554/2 and \$1-1054/2 also Includes		2 x 3m small insulated clips	6220-822
10 m shielded lead set, compact clips	6220-861	Shielded HV Test Lead Sets:	1980000000
Accessory carry bag	6420-143	1 x 3m 5-kV, uninsulated compact clip	6220-835
\$1-1052/2 and \$1-1054/2 also includes		1 x 15m, 5-kV, uninsulated compact clip	6311-080
		1 x 3m, 10-kV, uninsulated compact clip	6220-834
3 x 3 m, lead set large insulated clips	6220-811	1 x 10m, 10-kV, uninsulated compact clip	6220-861
		1 x 15m, 10-kV, uninsulated compact clip	6220-833

Archcliffe Road, Dover CT17 9EN England T +44 (0) 1 304 502101 F +44 (0) 1 304 207342

UNITED STATES

UNITED STATES 4271 Bronze Way Dallas, TX 75237-1019 USA T 1 800 723 2861 (USA only) T +1 214 333 3201 F+1 214 331 7399

OTHER TECHNICAL SALES OFFICES
Taby SWEDEN, Norristown USA,
Sydney AUSTRALIA, Toronto CANADA,
Trappes FRANCE, Kingdom of BAHRAIN,
Mumbai INDIA, Johannesburg SOUTH
AFRICA, and Chonburl THAILAND

ISO STATEMENT

Registered to ISO 9001:2000 Reg so. Q 09250 Registered to 50 14001 Reg no.EMS 61997 51 SERIES/2_D5_USen_V02

www.megger.com Megger is a registered trademark

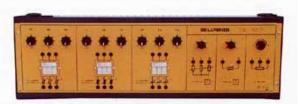
57. Anexo 57: Cargas lineales, no lineales, electrónicas y motores

CARGAS Y REOSTATOS

DL 1017 - MODULO CARGAS Y REOSTATOS

Adecuado para realizar cargas mono-trifásicas capacitivas, resistivas e inductivas, variables de grados. Completo de reóstatos para el arranque a mitad del par de los motores trifásicos y de corriente continua, variables de grados, y de reóstato lineal de excitación. Potencia máxima:

3 x (275 VARcap + 400 W + 300 VARind)



DL 1017C - CARGA CAPACITIVA

Carga mono-trifásica capacitiva, variable de grados.

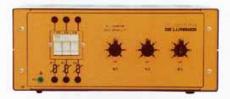
Potencia máxima: 3 x 275 VAR Tensión máxima: 220/380 V Δ/Y



DL 1017R - CARGA RESISTIVA

Carga mono-trifásica resistiva, variable de grados.

Potencia máxima: 3 x 400 W Tensión máxima: 220/380 V Δ/Y



DL 1017L - CARGA INDUCTIVA

Carga mono-trifásica inductiva, variable de grados.

Potencia máxima: 3 x 300 VAR Tensión máxima: 220/380 V Δ/Y





DL 1021 Motor de inducción trifásico de jaula (D´Lorenzo)

Motor de inducción con devanados trifásicos en el estator y con jaula de ardilla anegada al rotor.

Características técnicas:

Potencia: 1.1 kW

Tensión: 220/380 V Δ/Υ
 Corriente: 4.7/2.7 A Δ/Υ
 Velocidad: 2800 rpm, 50 Hz

Objetivos didácticos:

- Medición de la resistencia óhmica de los devanados
- Medición de la relación de transformación con motor de anillos
- Prueba a vacio
- Prueba de corto circuito a rotor bloqueado



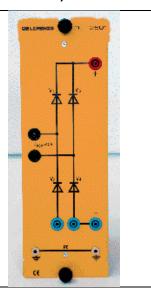
58. Anexo 58: Modulo IGBT rectificador e inversor

DL2601 Rectificador de selenio (D´Lorenzo)

Elementos de selenio utilizados en los rectificadores para convertir la corriente alterna en una corriente pulsante en sistemas de bajo voltaje.

Características técnicas:

- Voltaje alternado nominal: 30 Vrms
- Voltaje continúo nominal: 24 Vav
- Corriente continua nominal: 10 Aav

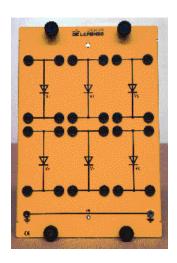


DL2603 Grupo de Diodos (D´Lorenzo)

Seis diodos de silicio con recuperación rápida con red RCD de protección apropiada para realizar circuitos rectificadores no controlados.

Características técnicas:

- Corriente directa media IFAV = 12 A máx.
- Corriente directa de sobrecarga no
- repetitiva IF S M = 75 A (tp = 10 ms)
- Voltaje inverso de pico repetitivo
- URRM = 1000 V
- Tiempo de recuperación inverso
- tp = 65 ns máx.

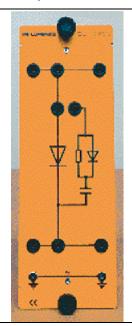


DL2602 Diodo de Silicio (D´Lorenzo)

Diodo de silicio de recuperación rápida apropiado para realizar circuitos rectificadores; puede ser utilizado también como diodo de libre circulación en los convertidores.

Características técnicas:

- Corriente directa media IFAV = 12 A max
- Corriente directa de sobrecarga no repetitiva
- IFSM = 75 A (tp = 10 ms)
- Voltaje inverso de pico repetitivo
- URRM = 1000 V
- Tiempo de recuperación inverso
- tp = 65 ns max.

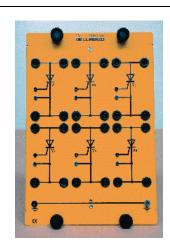


DL2605 Grupo de SCR (D'Lorenzo)

Seis SCR con red RCD de protección apropiada para realizar rectificadores controlada e inversores.

Características técnicas:

- Corriente directa media: ITAV = 7,6 A max
- Valor eficaz de la corriente directa ITRMS = 12 A
- Máximo voltaje inverso repetitivo URRM = 800 V
- Corriente de inicio IGT = 15 mA max
- Voltaje de inicio UGT = 1,5 V max.
- I2t = 72 A2s

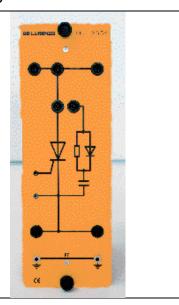


DL2604 SCR (D´Lorenzo)

Rectificador controlado de silicio utilizado en el control de la potencia, en los rectificadores controlados y en los inversores.

Características técnicas:

- Corriente directa media IFAV = 7,6 A max.
- Valor eficaz de la corriente directa ITRMS = 12 A
- Máximo voltaje inverso repetitivo URRM = 800 V
- Corriente de inicio IGT = 15 mA max.
- Voltaje de inicio UGT = 1,5 V max.
- I2t = 72 A2s

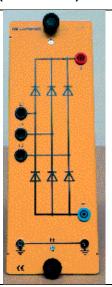


DL2611 Rectificador Trifase de Puente (D´Lorenzo)

Rectificador no controlado trifase de puente B6UK apropiado para generar un voltaje continuo de la red trifase

Características técnicas:

- Voltaje alternado de ingreso nominal UVN = 400 V
- Voltaje continuo de salida Ud = 540
 V
- Corriente continua nominal IdN = 10
- Corriente de pico no repetitiva IFSM
 = 300 A l2 t = 400 A 2s
- Caída de voltaje UF = 1 V por diodo

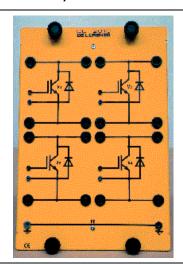


DL 2610 Grupo de IGBT (D'Lorenzo)

4 transistores bipolares con gate aislado (IGBT) a canal N con diodo inverso ultra veloz de protección usado como interruptor veloz en reguladores a conmutación y en los inversores.

Características técnicas:

- Voltaje colector-emitido UGES = 600 V
- Corriente continua de colector IC = 24 A a TC = 25 °C
- Voltaje de saturación colectoremitido
- UCEsat = 1,8 Vtyp a IC = 15 A
- Voltaje gate-emitido UGE = ±20 V

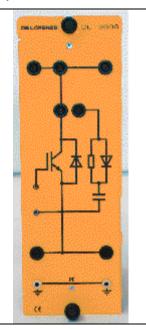


DL 2609 IGBT (D'Lorenzo)

Transistor bipolar con gate aislado (IGBT) a canal N con diodo inverso ultra veloz de protección usado como interruptor veloz en reguladores a conmutación y en los inversores.

Características técnicas:

- Voltaje colector-emitido UCES = 600 V
- Corriente continua de colector IC = 24 A a TC = 24 °C
- Voltaje de saturación colectoremitido UCEsat = 1,8 Vtyp a IC = 15
- Voltaje gate-emitido UGE = ±20 V



59. Anexo 59: Carga electronica programable AC y DC



PROGRAMMABLE AC&DC ELECTRONIC LOAD MODEL 63800 SERIES

Chroma's 63800 Series AC&DC Electronic Loads are design for testing uninterruptible power supplies(UPS), Off-Grid Inverters, AC sources and other power devices such as switches, circuit breakers, fuses and connectors.

The Chroma 63800 Loads can simulate load conditions under high crest factor and varying power factors with real time compensation even when the voltage waveform is distorted. This special feature provides real world simulation capability and prevents overstressing thereby giving reliable and unbiased test results.

The 63800's state of the art design uses DSP technology to simulate non-linear rectified loads with its unique RLC operation mode. This mode improves stability by detecting the impedance of the UUT and dynamically

adjusting the load's control bandwidth to ensure system stability.

Comprehensive measurements allow users to monitor the output performance of the UUT. Additionally, voltage & current signals can be routed to an oscilloscope through analog outputs. The instrument's GPIB/RS232 interface options provide remote control & monitor for system integration. Built-in digital outputs may also be used to control external relays for short circuit (crowbar) testing.

Chroma's 63800 Loads feature fan speed control ensuring low acoustic noise. The diagnosis/protection functions include selfdiagnosis routines and protection against overpower, over-current, over-voltage and overtemperature.







Programmable AC&DC Electronic load

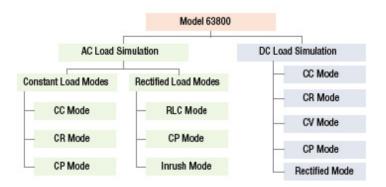
MODEL 63800 SERIES Key Features: Power Rating : 1800W, 3600W, 4500W Current Range : Un to 18Arms, 36Arms, 45Arm Up to 16Ame, 554A, 106A, 135A Power Factor Range : 0 ~ 1 lead or lag (Rectified mode) CC, CR, CV, CP for DC Los Constant & Rectified Load Mo Analog Voltage & Current Monitor Timing Measurement for Battery, UPS, Fuse and Breaker tests Measurement : V, I, PF, CF, P, Q, S, F, R, Ip+/- and THDv Short circuit simulation Full Protection : OP, OC, OV and





Complete AC & DC Load Simulations

Chroma's 63800 AC/DC Electronic Load is designed for both AC & DC Load Simulations. Illustrated below are the various load modes which are available:



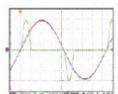
AC Load Simulation

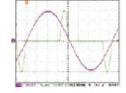
The Model 63800 AC/DC Electronic Load provides two unique operating modes for AC load simulation; (1) Constant Load Modes and (2) Rectified AC Load Modes. Each are described below.

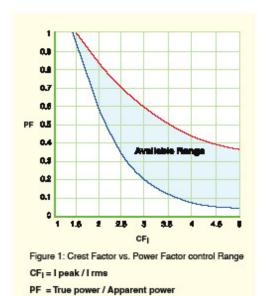
Constant Load Modes

The Constant Load Modes allow users to set the following operating modes: CC, CR and CP mode. The CC & CP modes in this category allow users to program PF or CF, or both. For CR mode the PF is always set to 1.

When both the PF & CF of the loading current are programmed, the 63800 load controls power factor from 1 to 0 by shifting the current (with CF defined) relative to the input voltage to get the desired displacement power factor. The power factor range is limited based on crest factor programmed. If the programmed PF is positive then the current will lead the voltage waveform and when PF is set negative, the current will lag the voltage waveform. (See below)







As seen in Figure 1, for a crest factor of 1.414, the programmed power factor can only be 1 if the input voltage is a sine-wave. However, for a CF of 2.0, the acceptable PF ranges from 0.608 to 0.85; for CF = 3, the PF can then be set from 0.211 to 0.6, etc. So, higher crest factors enable a wider range of power factors.

Rectified AC Load Modes

The 63800 AC/DC Electronic Load provides unique capability to simulate non-linear rectified loads for a wide range of testing applications. There are three load modes available for rectified load simulations : RLC, CP and Inrush Current.

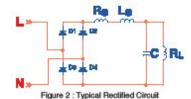


Figure 2 shows the typical model of a rectifier input. Under RLC mode, users can set the RLC values to 100% and simulate the behavior of the actual UUT. Figure 3 & 4 compares the voltage and loading waveforms between the actual RLC built circuit and the simulated rectified circuit by using Chroma's RLC load mode. The waveform of the 63800 in RLC mode looks almost identical to the waveform of the actual hardware circuit. The waveform obtained under CC mode with the same loading creat factor shown in Figure 5 is considerably different than the waveform of actual hardware circuit.

In addition, traditional AC loads can only use CR mode to test discontinuous square or quasi-square wave UUTs because CC and CP are all active loadings, which require a defined frequency. It's very difficult to detect the frequency of a discontinuous square or quasi-square wave. The RLC mode of the 63800 load is actually simulating passive loading and it doesn't require a defined frequency, therefore it allows the user to simulate loading in modes other than just CR. Using a discrete RLC network may solve the problem too; however, the component weight, size and limited RLC values make it inconvenient for testing. In contrast, Chroma's 63800 RLC mode is much more flexible and provides a complete host of settings.

For production line testing, most users may not know their required RLC values but do know the UUTs power rating and PF values. In this case, the CP mode is ideal for test engineers. Under CP mode, the 63800 built-in algorithm will find the best solution to get the RLC values automatically according to the power rating and PF value set by the user.

To avoid overstressing the UUT, both RLC and CP modes will gradually increase the load current up to the programmed loading current shown in Figure 4, simulating actual RLC circuit loading as shown in Figure 3. This will alleviate the sudden voltage drop from the constant current loading mode as shown in Figure 5.

For inrush current simulation, the 63800 provides an Inrush Current mode that allows the user to set different inrush current amplitude and voltage phase angle where the inrush current started.

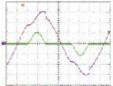


Figure 3: Actual RLC Circuit

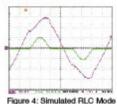
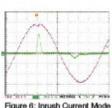
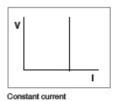


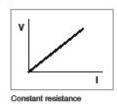
Figure 5: OC Mode

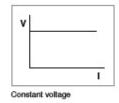


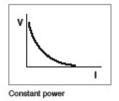
DC Load Simulation

Chroma's 63800 DC load simulation includes four load modes : constant current, constant resistance, constant voltage and constant power as depicted below.









CC, CR, CP mode can be used for regulated voltage power supply testing. For battery charger, CV mode may help to check its current

A special DC Rectified mode is included to simulate the loading behavior of distributed Inverters. Many inverter designs, although its input is DC, show an input current and will show rectified pattern. This unique load mode makes the Chroma 63800 load ideal for Fuel Cell, PV module/array and Battery testing.

Model 63800 Series

Comprehensive Measurements

Chroma's 63800 Series AC/DC Electronic Loads include built-in 16-bits precision measurement circuits to measure the steady-state and transient responses for true RMS voltage, true RMS current, true power(P), apparent power(S), reactive power(Q), crest factor, power factor, THDv and peak repetitive current.

In additional to these discrete measurements, two analog outputs, one for voltage and one for current, are provided as a convenient means of monitoring these signals via an external oscilloscope.

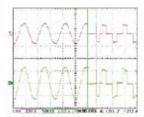


Figure 7: Transfer time for Off-Line UPS

Timing Measurement

Timing parameters are critical to many products such as UPS's Breakers and Fuses. The 63800 AC/DC Load also includes a unique timing and measurement function to measure the trip time of fuses & circuit breakers or the transfer time for UPS's (Off-Line).

Automatic Bandwidth Adjustment (ABA)

When using active load mode (CC, CP), traditional AC loads operate under fixed bandwidth. When the load is working at low control bandwidth it will limit the load from simulating high crest factor loading. Conversely, increased control bandwidth will influence the control loop stability especially when the UUT output impedance is high. To resolve this problem of traditional AC loads, the Chroma 63800 AC/IDC Load dynamically adjusts the operating bandwidth by detecting the impedance*1 of the UUTs to alleviating the risk of system instability.

The examples on the right compare voltage and current waveforms using a traditional fixed bandwidth (@15kHz) load and the Chroma 63800 load for UPS load simulation. A significant difference can be observed with and without the ABA.

When the UUT, such as one shown in Figure 8, has a higher output impedance, the current waveform will not be stable without ABA. In most cases, the loading current will be oscillating and spoil the test.

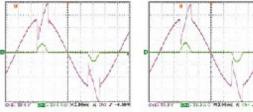


Figure 8: Fixed Bandwidth

Figure 9: With ABA

Note 1: A test current will be programmed prior the actual loading defined by user for impedance detection.

Parallel / 3-Phase Control

The 63800 series provides parallel and 3-phase functions for high power and three phase applications. All the models within the 63800 series can be used together for both parallel and 3-phase functions as well as paralleled AC Load units in a 3-phase configuration, providing excellent flexibility and cost savings for the 63800 series AC load. Parallel and 3-phase controls are made easy by linking the AC Load units together and control of all AC load units is performed through the Master Unit. Connections of parallel and 3-phase functions are as shown in Figures 10, 11 and 12.

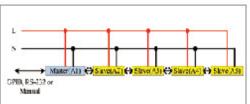


Figure 10: Parallel connection

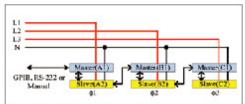


Figure 11: Parallel/3-Phase Y connection

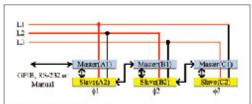


Figure 12: Parallel/3-Phase Delta connection

Auto Power Factor Correction

Setting the power factor is one of the major features to the 63800. The power factor is defined as :

$$PF = \frac{Pactive}{Vrms \cdot Irms} = \frac{\frac{1}{T} \int_{a}^{T} \nu(t) dt}{\sqrt{\frac{1}{T} \int_{a}^{T} \nu(t) dt} \sqrt{\frac{1}{T} \int_{a}^{T} i(t) dt}}$$

Since PF is a function of real time voltage and current, traditional AC load designs assume the voltage waveform to be sinusoidal all the time, as seen Figure 13. This is not realistic because the voltage waveform may be distorted after the load is applied shown in Figure 14. If the control of power factor is based on the assumption that the voltage waveform is sinusoidal, it will result in a lower power factor than the user programmed, thus overstressing the UUT.

Chroma's 63800 AC loads monitor the power factor reading constantly and use this data to dynamically adjust the loading waveform. As a result, the power factor setting is precise and does not overstress the UUT.

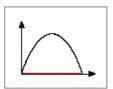


Figure 13

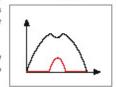


Figure 14

Panel Overview



- 1. LCD display
- 2. Function keypad :

To select load mode, control mode, and system config setting

Numeric keypad :

For data setting

4. Cursor key:

For setting and editing

- 5. Power switch
- 6. Rotary knob :

For rapid control of active parameter

7.TTL VO:

For system input/output control signal

(Load ON/OFF, Transient ON/OFF, Fail, Short, External Load ON/OFF)

8. System bus :

For master/slave control system data communication

- 9. GPIB connector
- 10. RS-232 connector
- 11. Voltage monitor output :

Analog output proportional to voltage waveform

- 12. Current monitor output :
- Analog output proportional to the current waveform
- 13. Load terminal & Voltage sense terminal
- 14. AC input connector
- 15. AC input voltage switch

Ordering Information

63802 : Programmable AC&DC Electronic Load 1800W/18A/350V 63803 : Programmable AC&DC Electronic Load 3600W/36A/350V 63804 : Programmable AC&DC Electronic Load 4500W/45A/350V

Model 63800 Series

Please visit our website for the most up to date specification:

Enocifications

Specifications Model	63902	63903	63104
nosal Power	63802 1800W	0.38U3 3FD0W	4500W
	100011		-100011
urrent	0 – 18Arms (54 Apeak, continue)	0 – 36Ams (106 Apsak, continue)	0 – 45Arms (135 Apeak, continue)
oltage	50 - 350Vrms (500 Vpeak)	50 – 350Vms (500 Vpssk)	50 – 350Virns (500 Vpeak)
requency	45 - 440Hz, DC	45 - 440Hz, DC	45 - 440Hz, DC
C Section			
Constant Current Mode			
Range	0 - 18Arms, Programmable	0 - 36Arms, Programmable	0 – 45Arms, Programmable
Accuracy	0.1% +0.2%ES.	0.1% + 0.2% E.S.	0.1% + 0.2%F.S.
Reslaution	2mA	5mA	5mA
Constant Resistance Mode	200	2.15	
Range	2.77Ω – 2.5kΩ, Programmable	1.39Ω-25kΩ, Programmable	1.11Ω-25kΩ Programmable
*	0.5% +0.5%ES.	0.5% + 0.5% F.S.	0.5% + 0.5% F.S.
Accuracy			
Reslaution	20μ mha	50µ mho	50µ mho
Constant Power Mode			
Range	1800W, Programmable	3600W, Programmable	4500W, Programmable
Accuracy	0.5% +0.5%F.S.	0.2% + 0.3%F.S.	0.2% + 0.3%F.S.
Reslaution	0.375W	1.125W	1.125W
Crest Factor (under CC, CP modes)			
Range	1.414 - 5.0, Programmable	1.414 - 5.0. Programmable	1.414 - 5.0, Programmable
Accuracy	(0.5% / Irms) + 1% F.S.	(0.5% / Irms) + 1%F.S.	(0.5% / Irms) + 1%F.S.
Reslaution	0.005	0.005	0.006
Power Factor			
Range	0 – 1 lead or lap, Programmable	0 - 1 lead or lag, Programmable	0 - 1 lead or lag, Programmable
4-	1NES.	1%ES.	1%ES.
Accuracy			
Reslaution	0.001	0.001	0.001
Rectified Load Mode			
Operating Frequency		45Hz - 70Hz	
RLC Mode		Parameter : lp(max), Rs, Ls, C, R,	
	Parameter : lp(max),	Parameter : lp(max),	Parameter : lp(max),
Constant Power Mode	Power setting=200W - 1800W, PF=0.4 - 0.75	Power setting-200W - 3600W, PF-0.4 - 0.75	Power setting=200W - 4500W, PF=0.4 - 0.75
		Parameter : (p(max), Rs, Ls, C, R., Phase	
Insush Current Mode	EOA (peak current)	160A (peak current)	200A (peak current)
As Range	0 - 9.999Ω	0 - 9.999Ω	0 - 9.999Ω
Ls Pange	0 - 9999µH	0 - 9999µH	0 - 9999µH
C Range	100 – 9999µF	100 - 9999yF	100 – 9999 _h F
RL Range	2.77 −9999.99Ω	1.39 − 9999.99Ω	1.11 − 9999.99Ω
DC Section			
Voltage Range	7.5V = 500V	7.5V - 500V	7.5V = 500V
Current Range	QA - 18A	0A - 36A	0A - 45A
Min. operating voltage	7.5V	7.5V	7.5V
Risetime	75gs	75us	75µs
Operating Mode		CC, CV, CR, CP, DC Restified	
Shart Circuit Simulation		Use the CR mode loading under max, power rating	
Measurement Section		coe the contribute bearing union max, power raining	
	FRA.01/		
DVM Range	500.0V	500 JV	500.DV
DVM Range DVM Accuracy	0.1% +0.1%F.S.	0.1% + 0.1% F.S.	0.1% + 0.1%F.S.
DVM Range DVM Accuracy DVM Residution	0.1% + 0.1% F.S. 10mV	0.1% + 0.1% F.S. 10mV	0.1% + 0.1% F.S. 10mV
DVM Range DVM Accuracy DVM Residution	0.1% +0.1%F.S. 10mV 80.00A	0.1% + 0.1%FS. 10mV 160.00A	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A
DVM Range DVM Accuracy DVM Resloution DVM Range	0.1% +0.1%F.S. 10mV 80.00A	0.1% + 0.1% F.S. 10mV	0.1% + 0.1% F.S. 10mV
DVM Range DVM Accuracy DVM Resloution DAM Range DAM Accuracy(<70Hz)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 80.00A 0.1% + 0.2% F.S.	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S.	0.1% + 0.1%F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2%F.S.
DVM Range DVM Accuracy DVM Reslaution DVM Range DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz)	0.1% + 0.1%FS. 10mV 80.00A 0.1% + 0.2%FS. 0.1% (14CF2x MH)+0.2% FS.	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F2 x M·kg)+0.2% F.S.	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF+x Hz)+0.2% F.S.
DVM Range DVM Accuracy DVM Range DVM Range DVM Accuracy(-70Hz) DVM Accuracy(-70Hz) DVM Restoution	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 80.00A 0.1% + 0.2% F.S.	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 100.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0Fx sHs)+0.2% F.S. 2.5mA	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S.
OVM Range DVM Acutacy DVM Resilvation DVM Range DVM Acutacy(<70-kg) DVM Acutacy(<70-kg) DVM Acutacy(<70-kg) DVM Resilvation DVM Resilvation	0.1% + 0.1%FS. 10mV 80.00A 0.1% + 0.2%FS. 0.1% (14CF2x MH)+0.2% FS.	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F2 x M·kg)+0.2% F.S.	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF+x Hz)+0.2% F.S.
OVM Range OVM Resourcy OVM Resource OVM Range OVM Range OVM Accuracy(-70Hz) OVM Range OVM Accuracy(-70Hz) OVM Range OVM Range OVM Range OVM Resource OVM Resource OVM Range	0.1% + 0.1%FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2%FS. 0.1% (1+6Fx M-b)+0.2% FS. 10 eA	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.01A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF*x M-b)+0.2% F.S. 2.5 mA P[W], S(VA), O(WR), CF, FF, Freq, R, [p*, [p*, THD/	0.1% + 0.1% F.S. 10mW 200,00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F+x kHz)+0.2% F.S. 2.5mA
DVM Range DVM Range DVM Resourcy DVM Resource DVM Range DVM Range DVM Recuracy(<70Hz) DVM Recuracy(<70Hz) DVM Recuracy(<70Hz) DVM Recuracy(<70Hz) DVM Resource DVM Resource DVM Resource Union to	0.1% + 0.1%FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2%FS. 0.1% (1+0F2x HHz)+0.2% FS. 1.0mA ±500V / ±10V (bolated)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF2 x life)+0.2% F.S. 2.5 mA P(WL, S(VA), O(WPC), CF, FF, Freq. R. (p-, lp+, THDV ±500V / ±10V (Included)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0FFx bHg)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V/ ±10V ((soluted)
DVM Range DVM Ra	0.1% + 0.1%FS. 10 mV 80.00A 0.1% + 0.2%FS. 0.1% (1+CFz kkt)+0.2% FS. 1.0mA ±500V / ±10V (bolated) ±80A/ ±10V (soluted)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF*x like)+0.2% F.S. 2.5mA P(WL S(VA), O(VAP), CF, FF, Freq. R, Ip-, Ip-, THDV ±500V / ±10V (Isolated) ±200A / ±10V (Isolated)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F*x HH2+0.2% F.S. 2.5mA ±500V/ ±10V ((soluted)) ±200A/ ±10V ((soluted))
DVM Range DVM Accuracy DVM Residution DVM Range DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Residution Other Parameter Othersus Vinanitar Imanitar	0.1% + 0.1%FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2%FS. 0.1% (1-0F)x Wei-0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±80AV ± 10V (bolated) 0CP : 19.2Arms; 0VP : 360V/ms	0.1% + 0.1% FS. 10mV 160.01A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (1+0FPx M+c)+0.2% FS. 2.5mA P(WL S(VA), O(VAP), CF, FF, Freq, R, Ip-, Ip-, THDV ±500V / ±10V (Isolated) ±200A / ±10V (Isolated) OCP: 38.44ms; OVP: 380V/ms	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200,00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F*x kHz)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V/ ±10V (soluted) ±200A/ ±10V (soluted) OCP-48Ams; OVP-360Vms
DVM Range DVM Accuracy DVM Residution DVM Range DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Residution Other Parameter Othersus Vinanitar Imanitar	0.1% + 0.1% FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (1+CF'x M+2)+0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±80A / ±10V (bolated) 0CP : 19.24 ms (0VP : 360 Vms (0C : 510 VDC)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF*x MHz)+0.2% F.S. 2.5 mA P(W), S(VA), C(WP), CF, F, Freq, R, Ip-, Ip-, THDv ±500V / ±10V (Incided) ±200A / ±10V (Incided) CCP : 38, 44ms ; OVP : 360Vms (0C : 510VDC)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F*x kHz)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V / ±10V (soluted) ±200V / ±10V (soluted) 00P: 48/ms; 0VP: 350V/ms [DI: 510V0C]
DVM Range DVM Range DVM Residution DVM Range DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Residution	0.1% + 0.1%FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2%FS. 0.1% (1-0F)x Wei-0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±80AV ± 10V (bolated) 0CP : 19.2Arms; 0VP : 360V/ms	0.1% + 0.1% FS. 10mV 160.01A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (1+0FPx M+c)+0.2% FS. 2.5mA P(WL S(VA), O(VAP), CF, FF, Freq, R, Ip-, Ip-, THDV ±500V / ±10V (Isolated) ±200A / ±10V (Isolated) OCP: 38.44ms; OVP: 380V/ms	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200,00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F*x kHz)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V/ ±10V (3oslated) ±200A/ ±10V (3oslated) OCP: 48Ams; OVP: 360Vms
DVM Range DVM Range DVM Resourcey DVM Resourcey DVM Range DVM Resourcey(-7014c) DVM Resourcey DVM Resource DV	0.1% + 0.1% FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (1+CF'x M+2)+0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±80A / ±10V (bolated) 0CP : 19.24 ms (0VP : 360 Vms (0C : 510 VDC)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF*x MHz)+0.2% F.S. 2.5 mA P(W), S(VA), C(WP), CF, F, Freq, R, Ip-, Ip-, THDv ±500V / ±10V (Incided) ±200A / ±10V (Incided) CCP : 38, 44ms ; OVP : 360Vms (0C : 510VDC)	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F*x kHz)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V / ±10V (soluted) ±200V / ±10V (soluted) 00P: 48/ms; 0VP: 350V/ms [DI: 510V0C]
DVM Range DVM Accuracy DVM Residution DVM Range DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Accuracy(<70Hz) DVM Residution Other Parameter Others Vimonitor Imanitor Protection Remote Interface	0.1% + 0.1% FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (1+CF'x M+2)+0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±80A / ±10V (bolated) 0CP : 19.24 ms (0VP : 360 Vms (0C : 510 VDC)	0.1% + 0.1% FS. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (1+CF2x like)+0.2% FS. 2.5 mA P(WL, S(VA), O(WP0, CF, FF, Freq. R, lp-, lp-, THDV ±500V / ±10V (Indiated) ±200A / ±10V (Indiated) COP: 38.44mms; OVP: 380Vms (0C: 510VDC) OPP: 3840W; OTP	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+0F*x kHz)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V / ±10V (soluted) ±200V / ±10V (soluted) 00P: 48/ms; 0VP: 350V/ms [DI: 510V0C]
DVM Range DVM Range DVM Residution DVM Residution DVM Range DVM Accuracy(-704-b) DVM Residution DVM Residution Other Parameter Uthers Virtualities Protection Residution	0.1% + 0.1% FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (146Fx M-b)+0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±80A / ±10V (soluted) 0CP: 19.24ms; (VP: 360V ms (DC: 510VDC) 0PP: 1820W; 0TP	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% [1+CFFx Hb]+0.2% F.S. 2.5 mA P[W], S(VA), D(WR), CF, FF, Freq, R, Ip-, Ip-, THDV ±500V / ±10V (Incided) ±200A / ±10V (Incided) OCP : 38.44ms (OVP : 380V/ms (DC : 510VDC) OPP : 3840W : OTP GPR, RS-232 115/230 Var.±15%	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200,00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CFFx kHz)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V/±10V (solited) ±200A/±10V (solited) OCP: 48Ams; (0VP: 360Vms (DC: \$10VDC) OPP: 4800W; OTP
DVM Range DVM Range DVM Residution DVM Residution DVM Residution DVM Residution DVM Residution DVM Residution Other Parameter Utherm Winamitar Immailtar Protection Residution	0.1% + 0.1% FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (1+CF'x MHz)+0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±50AV ± 10V (soluted) 0CP : 19.24 ms 0VP : 360 Vms (0C : 510VOC) 0PP : 1820W ; 0TP	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF*x life)+0.2% F.S. 2.5 mA. P(WL S/VA), O(WR), CF, FF, Freq, PL, Ip-, Ip-, THDV ±500V / ±10V (Indiated) ±200A / ±10V (Indiated) OCP : 38.44mms ; OVP : 380V/ms (0C : 510VDC) 0PP : 3940W ; OTP GPR, RS-232 115/230 Vac ±15% 310 x 430 x 285 mm /	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF*x kHz)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V/ ±10V (soluted) ±200A/ ±10V (soluted) OCP: 484ms; OVP: 350V/ms (DC: 510VDC) OPP: 4800W; OTP
DVM Range DVM Range DVM Residution DVM Residution DVM Range DVM Accuracy(-704-b) DVM Residution DVM Residution Other Parameter Uthers Virtualities Protection Residution	0.1% + 0.1% FS. 10 eV 80.00A 0.1% + 0.2% FS. 0.1% (146Fx M-b)+0.2% FS. 10 mA ±500V / ± 10V (bolated) ±80A / ±10V (soluted) 0CP: 19.24ms; (VP: 360V ms (DC: 510VDC) 0PP: 1820W; 0TP	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 160.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% [1+CFFx Hb]+0.2% F.S. 2.5 mA P[W], S(VA), D(WR), CF, FF, Freq, R, Ip-, Ip-, THDV ±500V / ±10V (Incided) ±200A / ±10V (Incided) OCP : 38.44ms (OVP : 380V/ms (DC : 510VDC) OPP : 3840W : OTP GPR, RS-232 115/230 Var.±15%	0.1% + 0.1% F.S. 10mV 200.00A 0.1% + 0.2% F.S. 0.1% (1+CF*x kHg)+0.2% F.S. 2.5mA ±500V/ ±10V (soluted) ±200A/ ±10V (soluted) 0CP: 48Ams; (0V : 360Vms (DC: 510VDC) 0PP: 4800W; 0TP

Developed and Manufactured by:
CHROMA ATE INC.
数茂電子般俗有限公理
HEADQUARTERS
No. 66, Hwa-'ha far Rd.,
Hwa-'ha Technology Part,
Kuel-Shan Helang, 33383
Tecyuen County, Talwen
Tit: +886-3-327-8888
http://www.chromaste.com

CHINA CHROMA ELECTRONICS (SHENZHEII) CO., LTD. 8F, No.4, Narryou Tian An Industrial Estate, Shenzhen, China PC: 518652 Tet. 489-755-2654-4508 Fax: +86-755-2541-9620

JAPAN CHROBA JAPAN CORD. NARA Building 11F 2-8-8 Shinyolohama, Kouhokulu, Yolohama-shi, Kanagawa, 222-0033 Japan 16t: +81-45-470-2287 http://www.chroma.co.jp

U.S.A.
CHROMA SYSTEMS
SOLUTIONS, INC.
25612 Commercents Drive.
Like Froust, CA 92630-8530
Tet. +1-949-600-6800
Tet F1-949-600-6800
Tet F1-949-600-6000
Tet Free: +1-856-600-6005
http://www.chromeuse.com
E-mail: sales@chydrause.com

EUROPE
CHROMA ATE EUROPE B. V.
Moraedinat 32, 6716 AH Edis,
The Netherlands
Title: 431-316-648262
Fice: 431-318-648268
Figs: 431-318-648268
Mys./Www.com.com
E-mail: sales@chromaeu.com
Woldwide Distribution and Service Natwork
63800-E-200807-2000

Distributed by:

Fittros de armônicos y EMI





Filtro de armónicos para convertidores



Descripción

Los fitiros LCL están especialmente disefiados para eliminar los armónicos de la corriente absorbida por convertidores de potencia de 6 puisos, tales como variadores de frecuencia para motores, SAI, etc.

Se trata esencialmente de filtros pasivos a base de una combinación serie-paralelo de inductancias y condensadores, adaptados a filtrar la entrada de los convertidores de potencia.

Aplicación

- Reducción de la distorsión de la onda de corriente hacia la red y el resto de la Instalación
- Cumplir con las normas IEC 61000-3-4,
 IEC 61000-3-12, IEC 61800-3 e IEEE-519
- Ahorro de energía por la reducción de la corriente eficaz (RMS), por tanto reducimos los kV-A demandados.
- incremento de la vida útil de equipos aguas arriba al reducir las pérdidas térmicas que se generan.
- Limita transitorios de corriente, evitando daños al convertidor y disparos por sobretensión que afectan procesos de producción.

Características

Características eléctricas	
Tensión (fase-fase)	400 V c.a. / 480 V c.a. (otras tensiones, bajo demanda)
Frecuencia	50 Hz para tipos LCL-35-xx 60 Hz para tipos LCL-36-xx
Corriente RMS de carga (I _c)	Ver tabla
Capacidad de sobrecarga	1,5 (¿ durante 1 min seguido de 5 min a /¿ (a temperatura máxima de uso)
Corriente RMS (I _i) de filtrado	Ver tabla
THD de comiente residual	Aprox. 8 %
Calda de tensión a / nominal	< 2 %
Caracteristicas constructivas	
Material armario	Acero tratado y pintado Bastidor RAL 1013 Puertas RAL 3005
Grado de protección	IP 20
Sistema de cierre	Llave y cerradura
Ventilación	Natural
Fljación	Sobre suelo
Instalación	Interior
Condiciones ambientales	
Temperatura de uso	35 °C
Humedad relativa	80 %
Normas	
EN 60439, EN 60831, EN 60081-1, EN	60081-2. place A



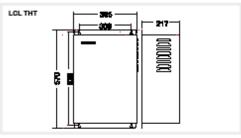
R7-13

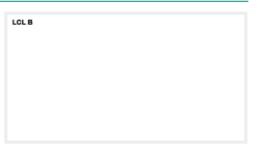
LCL

Filtro de armónicos para convertidores

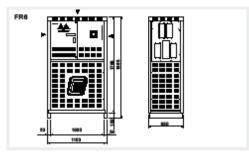


Dimensiones









Referencias

LCL 400 - 416 V / 60 Hz

Corriente de carga / (A)	Q (kvar)	Dimensiones (mm) ancho x atto x fondo	Armario	Tipo	Código
9	1,78	365 x 670 x 217	LCLTH	LCL 35-9A-400	R73106
12	2,61	385 x 670 x 217	LCL TH	LC L36-12A-400	R73108
18	3,27	365 x 670 x 217	LCLTH	LCL 36-18A-400	R73107
22	4,42	685 x 700 x 245	LCL B	LCL 36-22A-400	R73108
32	6,63	685 x 700 x 245	LCL B	LCL 35-32A-400	R73109
40	8,29	685 x 700 x 245	LCL B	LCL 35-40A-400	R73110
47	9,14	685 x 700 x 245	LCL B	LCL 36-47A-400	R73111
64	10,8	685 x 700 x 245	LCL B	LCL 36-64A-400	R73112
64	13,28	660 x 1910 x 400	LCL C	LCL 35-84A-400	R73113
78	14,82	660 x 1910 x 400	LCL C	LCL 35-78A-400	R73114
90	18,24	660 x 1910 x 400	LCL C	LCL 36-90A-400	R73116
110	23,21	660 x 1910 x 400	LCL C	LCL 35-110A-400	R73116
160	29,84	860 x 1910 x 400	LCL D	LCL 35-160A-400	R73117
180	38,48	860 x 1910 x 400	LCL D	LCL 35-180A-400	R73118
220	48,42	1100 x 1900 x 660	FR8	LCL 35-220A-400	R73119
280	63,08	1100 x 1900 x 660	FR8	LCL 35-280A-400	R73120
320	88,32	1100 x 1900 x 660	FR8	LCL 36-320A-400	R73121
400	79,68	1100 x 1900 x 660	FR8	LCL 35-400A-400	R73122

Opcional otras tensiones, frecuencias y corrientes bajo pedido.





LCL

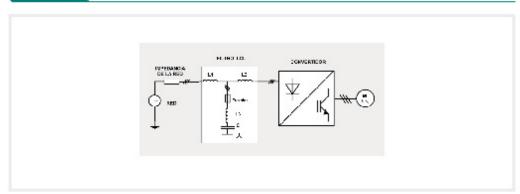
Filtro de armónicos para convertidores



Referencias

Corriente de oarga / _c (A)	Q (kvar)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Armario	Tipo	Código
8	2,73	386 x 670 x 217	LCL TH	LCL 38-9A-480	R732060070000
16	4,66	386 x 670 x 217	LCL TH	LCL 38-16A-480	R732070070000
22	6,21	686 x 700 x 246	LCL B	LCL 38-22A-480	R732080070000
32	7,69	686 x 700 x 246	LCL B	LCL 38-32A-480	R732090070000
40	11,38	686 x 700 x 246	LCL B	LCL 38-40A-480	R732100070000
47	16,18	686 x 700 x 246	LCL B	LCL 38-47A-480	R732110070000
64	16,18	686 x 700 x 246	LCL B	LCL 38-64A-480	R732120070000
84	18,97	860 x 1910 x 400	LCL C	LCL 38-84A-480	R732130070000
78	22,77	860 x 1910 x 400	LCL C	LCL 38-78A-480	R732140070000
80	28,68	860 x 1910 x 400	LCL C	LCL 38-90A-480	R732160070000
110	30,38	860 x 1910 x 400	LCL C	LCL 38-110A-480	R732180070000
160	46,63	860 x 1910 x 400	LCL D	LCL 38-160A-480	R732170070000
180	63,12	860 x 1910 x 400	LCL D	LCL 38-180A-480	R732180070000
220	80,71	1100 x 1900 x 860	FR6	LCL 38-220A-480	R732180070000
280	68,3	1100 x 1900 x 660	FR6	LCL 38-280A-480	R732200070000
320	91,07	1100 x 1900 x 660	FR6	LCL 38-320A-480	R732210070000
400	121,42	1100 x 1900 x 660	FR6	LCL 38-400A-480	R732220070000

Conexiones





R7-15

61. Anexo 61: FB3T Cod: R78221



Fittros de armônicos y EMI

FB3

Filtro del tercer armónico



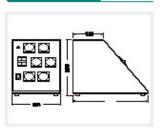
Descripción

Los filtros FB3 son filtros de bioqueo del 3' armónico, diseñados para la reducción de dicho armónico en instalaciones con cargas monofásicas distorsionantes.

Aplicación

Para cargas monofásicas tales como ordenadores personales, pantallas TFT, proyectores, etc.

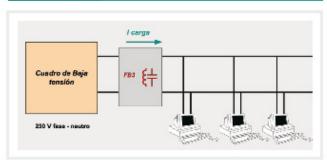
Dimensiones



Características

Caraotericticas técnicas	
Tensión	110 240 V c.a.
Frecuencia	50 Hz (60 Hz bajo demanda)
Condiciones ambientales	
Temperatura de uso	35 °C
Humedad relativa	80% sin condensación
Grado de protección	IP 21

Conexiones



Referencias

FB3 para red monofásica

	Máxima eutro (A)	Freouenola (Hz)	8 lctema	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x sito x fondo	Tipo	Código
8		60 Hz	Monofásico	8	204 x 310 x 233	FB3-6-06	R78101





FB3T

Filtro del tercer armónico



Descripción

Los filtros FB3T son filtros de bioqueo de armónicos múltiplos de 3, diseñados para reducción de la corriente de tercer armónico.

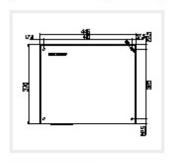
Aplicación

Instalaciones con luminarias, dimmers, ordenadores u otros tipos de cargas monofásicas conectadas entre fase y neutro.

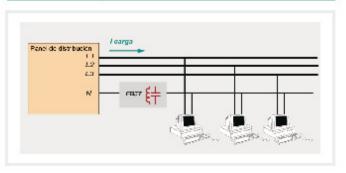
Características

Características técnicas	
Tensión: Fase - Neutro	Hasta 750 V
Frecuencia	"FB3T-5-xx , SOHz "FB3T-6-xx , GOHz
Corrientes nominales estàndar I _R	6, 10, 16, 25, 32, 50, 63, 100 A
Corriente máxima transitoria	1,5 I _R (1 minuto cada 10 minutos)
Bornes (insertar en serie con conductor neutro)	N1 - N2
Condiciones ambientales	
Temperatura de trabajo	-10° a +50 °C
Humedad relativa máxima sin condensación	95 %.
Grado de protección IP	IP 00 IP 21 (acc. EN 60.529)

Dimensiones



Conexiones



Referencias

FB3T - para red trifásica (60 Hz)

8	In	oa,	a	(IP	00)

Dimensiones	1	1 Carlo 2 Com	
AxBxC (mm)	Tipo	Código	
300 x 200 x 200	FB3T-5-08-00	R78131	
300 x 200 x 200	FB3T-5-10-00	R78132	
300 x 200 x 200	FB3T-5-16-00	R78133	
370 x 280 x 300	FB3T-5-26-00	R78134	
370 x 280 x 300	FB3T-5-32-00	R78136	
370 x 280 x 300	FB3T-5-60-00	R78136	
370 x 420 x 370	FB3T-5-83-00	R78137	
370 x 420 x 370	FB3T-5-100-00	R78138	

Con oaja (IP 21)

Con daja (IP 21)		
Dimensiones A x B x C (mm)	Про	Código
300 x 200 x 200	FB3T-6-08-21	R78121
300 x 200 x 200	FB3T-6-10-21	R78122
300 x 200 x 200	FB3T-6-16-21	R78123
370 x 280 x 300	FB3T-6-26-21	R78124
370 x 280 x 300	FB3T-6-32-21	R78126
370 x 280 x 300	FB3T-6-60-21	R78128
370 x 420 x 370	FB3T-6-83-21	R78127
370 x 420 x 370	FB3T-6-100-21	R78128



R7-25

62. Anexo 62: AF-3W6-25-400 Cod: R7G472



Fittros de armônicos y EMI





Descripción

Los equipos de la serie AF son filtros activos trifásicos / monofásicos diseñados para la compensación de armónicos.

La serie NETACTIVE AF-3W y AF-4W permite poder ofrecer diferentes soluciones de filtrado para instalaciones de 3 y 4 hilos respectivamente.

Los fittros NETACTIVE AF-2W están especialmente diseñados para la compensación de armónicos y reactiva en líneas monofásicas donde existen gran mutiflud de cargas monofásicas perfurbadoras distribuídas. Normalmente suelen ser instalaciones que tienen un contenido elevado del 3º y 5º armónicos.

Aplicación

Solución óptima para aquellas instalaciones donde se requiera el filtrado de armónicos de forma centralizada en un punto y que combinen cargas tales como SAI, variadores de velocidad, lamparas de descarga, ordenadores, etc.

Características

	AF-2W	AF-SW	AF-4W		
Circuito de alimentación					
Tensión nominal	230 V c.a. (±15%)	208 / 400 /480 V c.a	/ 400 /480 V c.a (±15%)		
Frecuencia	50 Hz y 60Hz	50 Hz 6 60 Hz			
Conexión	fase-fase; fase- neutro; 230V	3 fases (3 hilos) 3 fases + (4 hilos)			
	Compensación de: Armónicos hasta el r	ango 21º			
Funciones disponibles	Potencia reactiva (seleccionable)		-		
Precisión	196 (
Minima corriente compensable	2% (_A				
Frecuencia de conmutación	12,5 kHz	10 kHz			
Ensayos de EMI	EN 60081-1 y 2, ola	se A			
instrumentos de medida					
Display LCD		ensión , níveles porcen conentes armónicas, ha			
Condiciones ambientales					
Temperatura de uso	40 °C	35 °C			
Humedad relativa	80% sin condensack	on .			



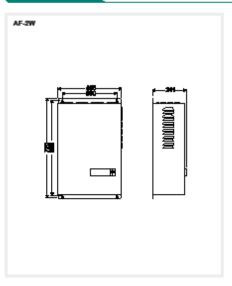


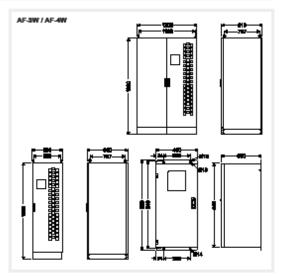
AF

Filtro activo



Dimensiones





Referencias

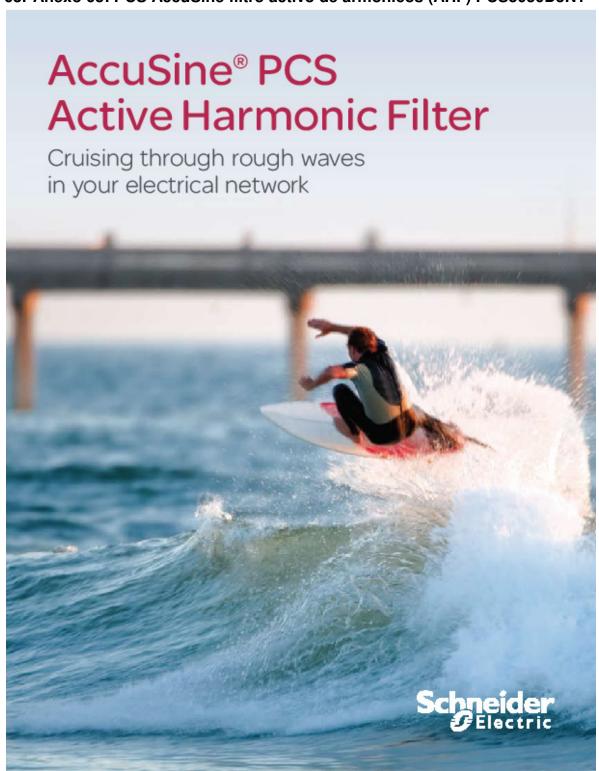
AF-2W (2 hilos) 230 V / 60 Hz / 60 Hz

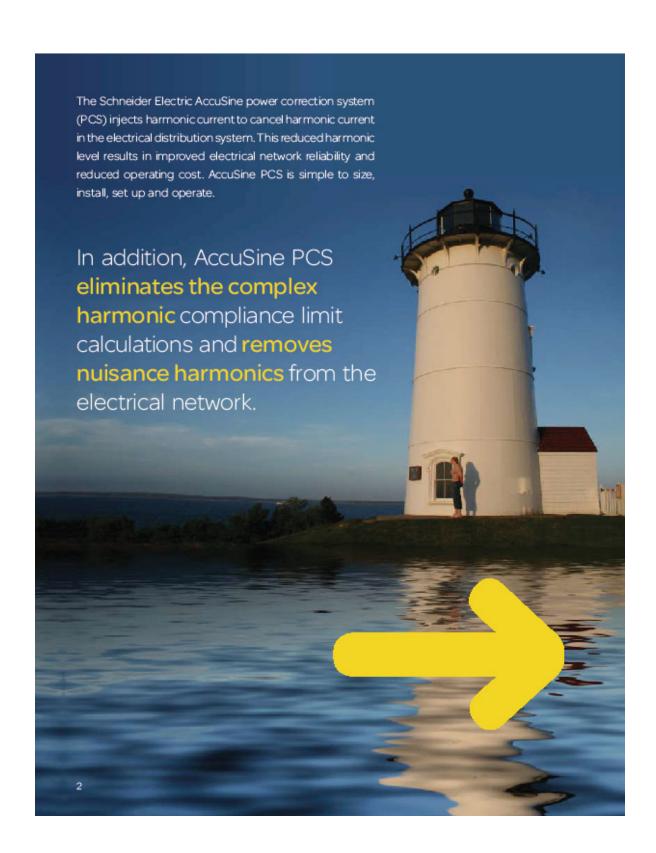
Corriente nominal por fase I _n (A)		Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
16		40	466 X 241 X 720	AF-2W6-16-230	R7G111
30		42	466 X 241 X 720	AF-2W6-30-230	R7G113
AF-3W (3 hilos) 400	V / 60 Hz				
Corriente nominal por fase I _n (A)	Corriente nominal de neutro I _H (A)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
26	76	66	410 X 390 X 880	AF-3W6-26-400	R7G302
60	160	70	410 X 390 X 880	AF-3W6-60-400	R7G304
100	300	240	600 X 810 X 1930	AF-3W6-100-400	R7G306
160	460	260	600 X 810 X 1930	AF-3W6-160-400	R7G308
200	800	430	1200 X 810 X 1830	AF-3W6-200-400	R7G307
AF-4W (4 hilos) 400 Y	V / 60 Hz				
Corriente nominal por fase I _n (A)	Corriente nominal de neutro I _N (A)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Тіро	Código
26	76	66	480 X 380 X 880	AF-4W6-25-400	R7G602
60	160	70	480 X 380 X 880	AF-4W6-60-400	R7G604
100	300	240	700 X 810 X 1930	AF-4W6-100-400	R7G606
160	460	260	700 X 810 X 1930	AF-4W6-160-400	R7G608
200	800	430	1400 X 810 X 1930	AF-4W6-200-400	R7G607



R7-21

63. Anexo 63: PCS AccuSine filtro activo de armónicos (AHF) PCS5050D5N1







How can active harmonic filters solve power quality issues in your facility?



Power electronic devices that have rapid and frequent load variations have become abundant today due to their many process control related and energy saving benefits. However, they also bring a few major drawbacks to electrical distribution systems; harmonics and rapid change of reactive power requirement. Harmonics may disrupt normal operation of other devices and increase operating costs. Rapid reactive power changes demand timely reactive power (VAR) compensation.

Symptoms of problematic harmonic levels include overheating of transformers, motors, drives, cables, thermal tripping of protective devices and logic faults of digital devices. In addition, the life span of many devices can be reduced by elevated operating temperature.

Lack of timely and adequate VAR compensation can lead to voltage fluctuations in the electrical distribution system, impacting equipment operation, as well as product quality.

The AccuSine PCS active harmonic filter (AHF) provides the simplest and most effective means to mitigate harmonics, reduce process-related voltage fluctuations, and improve equipment operating life and system capacity.



Typical applications

Applications	Requirements	Benefits
Water and wastewater treatment plants, textile mils, paper mils, pharmaceutical facilities, steel mils, package sorting facilities, oil platforms and marine vessels	Total voltage distortion: THD(V) to be < 5%, Total Demand Distorsion to meet equipment operating environment to prevent damage to other equipment in the facility	Reduce harmonics to meet industry standards Reduce harmonic effects on equipment Increase system capacity by improving total power factor
Smelters, induction furnaces, DC drives and cranes	Fast reactive power compensation in rich harmonic operating environment	Eliminate highly-fluctuating harmonic content Provide real-time supply of reactive power to improve system voltage regulation
Data centers, hospitals and microelectronic manufacturers	Critical uptime requirements incorporate backup power systems with generators, UPS	Reduce harmonics Correct leading power factor when blade servers are used on the output of UPS
Welders, linear induction motors, windmills, Solar farms, X-ray and MRI machines	Ultra-fast VAR compensation	Provide ultra-fast VAR compensation to ensure stable voltage level for the process Eliminate flicker Improve diagnostic machine uptime







Key features and benefits

A simple line up, including

- Power rating: 50 A, 100 A and 300 A, universal voltage: 208–480 V, 3-phase/3-wire (3P/3W)
- . Enclosure options: NEMA 1, NEMA 12, IP30, IP54
- . Worldwide offer: meets UL, CSA, CE, ABS, C-Tick standards

Powerful performance

- Meets all major worldwide harmonic standards; IEEE-519, G5/4-1, GB/T 14549, IEC 61000-3-2/-3-4/-3-12
- . Ultra-fast response to load changes within microseconds
- Cancels all harmonics from 2nd to 50th order
- 225% VAR current injection to meet instantaneous load requirements and provide voltage support

Expandable capabilities

 Parallel up to ten units with different ratings on one set of current transformers

Easy to control

- · Highly-visible QVGA screen, multi-language capability
- · Unit operating status, load profiles displayed on 3.8 in. screen
- . Clear on screen operating start and stop touch buttons
- Modbus[®] communication capability





Paralleling more than ten units is possible; consult Schneider Electric for details.

5

Active harmonic filter operating principle

The AccuSine PCS injects harmonic and reactive current to limit the harmonic distortion and improves displacement power factor for the electrical distribution system in any facility. As a full spectrum product, AccuSine PCS measures the entire load current, removes the fundamental frequency component and injects the inverse of the remaining wave form for nearly complete cancellation of harmonic current. AccuSine PCS's full spectrum circuitry is not focused on specific frequencies; rather it creates a waveform "on the fly" based upon the input of its sensing circuitry, regardless of the particular frequencies that the non-linear load current contains.

AccuSine PCS monitors the load through current transformers mounted on the AC line (figure A below), feeding the loads of concern. This information is analyzed by the logic to determine the amount of correction to be injected into the AC lines from the parallel installed AccuSine PCS.

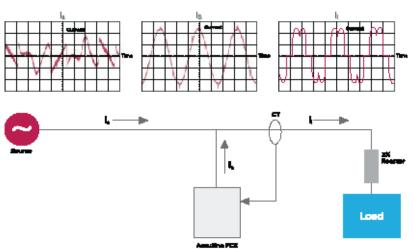


Figure A

Most active harmonic filters today are designed with two types of control schemes. One uses Fast Fourier Transforms (FFT) to calculate the amplitudes and phase angle of each harmonic order. The power devices are directed to produce a current of equal amplitude but opposite phase angle for specific harmonic orders. This limits the response to specific harmonic orders and may require up to two or more cycles (> 33 milliseconds) before responding.

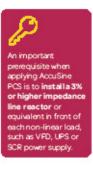
The other control scheme (as used by AccuSine PCS) is called a full spectrum cancellation. This control scheme doesn't perform FFT. The control algorithms are analog. The logic acquires the current sample from the current transformer, removes the fundamental frequency component and starts injecting the correction within several hundred microseconds. In this manner, all non-fundamental "noise" is removed for the electrical source. This "noise" may contain non-integer frequencies, also known as inter-harmonics.



Application Guide

AccuSine PCS can easily be applied to various applications. It can be used in conjunction with other power quality correction equipment, such as tuned harmonic filters, capacitor banks, etc. However, as with any electrical equipment, we need to examine each application carefully to ensure proper selection and application.

AccuSine PCS can be placed in various locations within the electrical distribution network (figure B below). Multiple units (up to ten) can be connected in parallel to provide higher compensation current to meet the TDD levels defined in IEEE519-1992 standard or in the plant operating requirements.



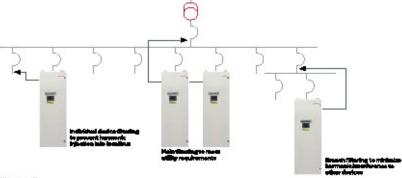


Figure B

7

Unit rating determination

For a new facility or facility with a known load list, we can use the AccuSine PCS selection program to calculate the AccuSine system rating required to meet the system objective. An Excel*-based tool, the AccuSine PCS selection program can be downloaded from our website www.reactivar.com.

For example, an industrial facility has a requirement to meet a current total demand distortion (TDD) level of 8%. We collect the system information as follows:

Transformer rating	2,000 kVA, with 5% impedance
System voltage	480 V
Desired TDD level	8%
Non-linear load list	2 x 150 kVA UPS (Diode converter) 6 x 50 HP VFD (PWM)
	6 x 20 HP VFD (PWM) 20 x 10 HP VFD (PWM)
<u> </u>	2 x 100 HP VFD (PWM)
Total linear load	400 kVA

The following summary is from the AccuSine PCS selection program.

Electrical system voltage	480 V
All loads total	1,828.3 A
All linear loads total	481.1 A
Original displacement power factor	0.950
Objective displacement power factor	0.960
TDD of the electrical system before	17.06% TDD
AccuSine PCS	***************************************
Objective TDD	8.00% TDD
Required rating of the AccuSine PCS system	245.9 A of correction

The AccuSine PCS selection program calculates that, in order to meet the 8% TDD requirement, an AccuSine PCS-rated 245.9 A RMS is required. In this case, a 300 A rated unit should be specified (in this example, 5% TDD can be achieved due to 300 A unit is selected or additional VAR compensation capacity can be obtained).

For an existing facility where a detailed load list is not available, but the historic harmonic and load current data of the system can be obtained through advanced metering, please contact a Schneider Electric sales office for sizing assistance.

AccuSine Product specification

Standard RMS output current ratings	50 A, 100 A, 300 A
Nominal voltage	208-480 V ±10% auto-sensing
Other voltages	With transformer
Nominal frequency	50/60 Hz ±3 Hz auto-sensing
Number of phases	3P/3W, 3P/4W
Power electronics	IGBT
Topology	Analog/digital interface
Operation with single-phase loads	Yes
Current transformers (CT)	1,000/5, 3,000/5, 5,000/5 (400 Hz)
Number of CTs required	2 or 3
Normal spectrum of compensation	2 nd to 50 th harmonic global
Attenuation ratio	> 10:1
Parallel multiple units	Yes, up to 10 per set of CTs (any rating combinations)
CT location	Either source or load sensing
Power factor correction	Yes, leading or lagging injection to target power factor
Response time	100 microseconds for step load changes, 1 cycle full response
Overload	Limited to nominal output, continuous operation
Dynamic current injection	Up to 2.25 times rated current
Display	High quality 3.8 in. QVGA screen
Languages	English, with other language capability
Operators	Magelis XBT graphic touch screen terminal
Display parameters	AC line voltage, DC bus voltage, load power factor, output power factor Load harmonic current, load reactive current, output harmonic current, corrected load current Various fault codes, set up parameter points, start/stop control screen
Communication capability	Modbus, Modbus TCP/IP
Heat losses	N1 unit: 1,800 W for 50 A, 3,000 W for 100 A, 9,000 W for 300 A N12, IP units: 2,150 W for 50 A, 3,700 W for 100 A, 10,000 W for 300 A
Noise level (ISO 3746)	< 80 db at one meter from unit surface
Color	NEMA 1 quartz gray, all others RAL7032
Operating temperature	0° C to 40° C continuous
Relative humidity	0-95% non-condensing
Seismic qualification	IBC and ASCE7
Operating altitude	< 1,000 m (derating factors apply for higher altitudes @10% per 1,000 m)
Protection (enclosure)	NEMA 1, NEMA 12, IP30, IP54
Optional: CE EMC certification	IEC/EN60439-1, EN61000-6-4 Class A, EN61000-6-2

AccuSine selection information

AccuSine PCS selection table

Ratedcurrent	Max. reactive power (kvar)		Catalog number	Enclosure information		Frame si ze	Weight ^f	
A (RMS)	208 V	400 V	480 V		Rating	Style/cable entry	Figure#	Lbs (kg)
$\overline{}$				PCS050D6N1x		Wall-mount/ bottom ^a	1	250 (114)
	l			PCS050D6N15Sx ^b	NEMA 1			
	l			PCS050D5N16Sx				()
	l			PCS050D6N12Dx ^a				
	l			PCS050D6N126SCx*	NEMA 12			
50	18	34.6	41.6	PCS050D6N126SDx+	1			
	l		l	PCS050D5CE305SCx ^{cs}	IP30 (CE certified)	Floor-standing ⁴ / top or bottom	4	681 (300)
	l		l	PCS050D5CE545SCx ^{cs}	IP54 (CE certified)	top or bottorn		, ,
	l			PCS050D6IP306SCx*	IP30	1		
	l			PCS050D6IP646SCx*	IP54	1		
				PCS100D6N1x		Wall-mount/ bottom*	2	350 (159)
	l		l	PCS100D6N15Sx	NEMA 1			
	l		83.1	PCS100D6N16Sx	1			
	l			PCS100D6N12Dx ^a			5	771 (350)
400				PCS100D6N126SCx*	NEMA 12			
100	36	69.2		PCS100D6N126SDx+	1			
	l			PCS100D5CE305SCx ^{cs}	IP30 (CE certified)	Floor-standing ⁴ / top or bottom		
	l			PCS100D6CE545SCx ^{cs}	IP54 (CE certified)	iop a bolian		
	l			PCS100D6IP306SCX*	IP30	1		
				PCS100D6IP646SCx*	IP54	1		
			PCS300D6N1x					
	l		B 249.4	PCS300D6N15Sx	NEMA 1	Floor-standing ⁴ /top	3	775 (352)
300 108	l			PCS300D6N16Sx	1			
	l	106 207.8		PCS300D6N12Dx*			6	1,212 (550)
	106			PCS300D6N126SCx*	NEMA 12			
				PCS300D6N126SDx*				
				PCS300D6CE305SCx ^{cs}	IP30 (CE certified)	Floor-standing ⁴ / top or bottom		
l				PCS300D5CE545SCx ^{cs}	IP54 (CE certified)	top or bottom		
l	l			PCS300D6IP306SCX*	IP30			
				PCS300D6IP646SCX*	IP64			

- x=5 for 50 Hz; x=6 for 60 Hz, N1/N12 version are rated 50/60 Hz a: Floor stand can be ordered with part number FSPCS100N1 b: "S" model is used outside of U.S. c: CE certified units meet EMC Directive 90/336 EEC

- d: Floor-standing units include a door-interlooked main disconnect e: C = 390-415 V fan, D = 490 V fan f: Weight information is subject to change without notice

Round split-core CT selection table

Ampacity	Catalog number	Dimensio	ons (in.)	Weight	Accuracy	Burden capacity	Secondary current
		A(ID)	D(OD)	(lbs)	(%)	(VA)	(A)
1,000	CT1000SC	4.0	6.5	3.50	1	5	Б
3,000	CT3000SC	6.0	8.5	4.25	1	45	5
5,000	CTFCL50005B	8.0	10.5	5.60	1	45	Б

Three CTs required for networks with single-phase loads. Two CTs required for three-phase loads. For installations requiring parallel connection of multiple AccuSine units, special considerations is required, and additional CT may be needed. Contact Schneider Electric for details.

Installation guidelines



AccuSine PCS is provided in enclosures with four different ratings: NEMA 1, NEMA 12, IP30 and IP54. They are suitable for indoor, well-ventilated, clean environments with ambient temperature ranging from 0° C to 40° C.

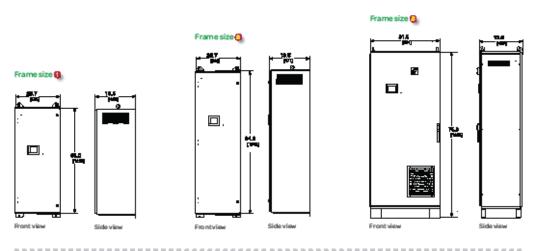
For dusty environments (such as mining operations, steel factories, paper mills), a filtered and air-conditioned utility room is required (to maintain ambient temperature and remove conductive dust), and a NEMA 12 or IP54 unit is recommended.



AccuSine PCS AHF unit dimensions

Frame size (Figure)	Exterior dimensions								
	Height	98	Width		Depth				
	in.	mm	in.	mm	in.	mm			
1	48.0	1,219	20.7	525	18.5	469			
2	64.9	1,649	20.7	525	18.5	469			
3	75.3	1,913	31.5	801	19.6	497			
4/5	75.0	1,905	31.5	901	23.8	605			
6	90.7	2,303	39.4	1,000	31.7	806			

For detailed installation instructions, please refer to installation bulletin 5820IB0902. Chassis unit information is available upon request.



Frame size 3 & 4

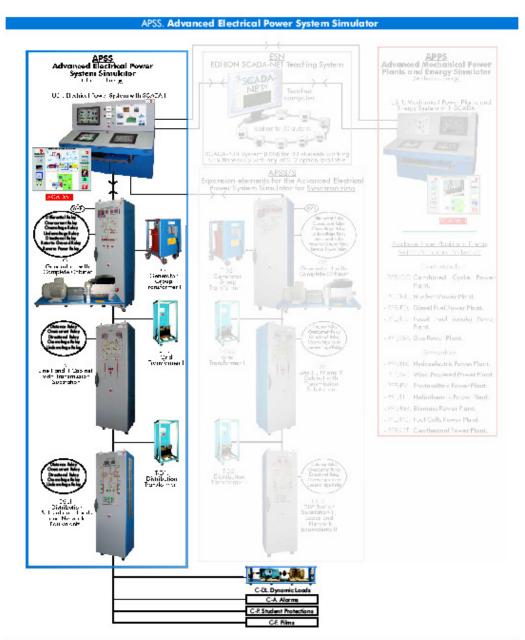
Side view

Consult factory approval or record drawing with final dimensions.

Side view

13

64. Anexo 64: Advanced Electrical Power System Simulator APSS



APSS. Advanced Electrical Power System Simulator, includes:

-HUB I. Electrical Power System with SCADA I:

Electrical Control Desk (main unit with two touch screens and one computer

SCADA I. Allocated in ComputerControl and Data Adquisition Unit HUB I.

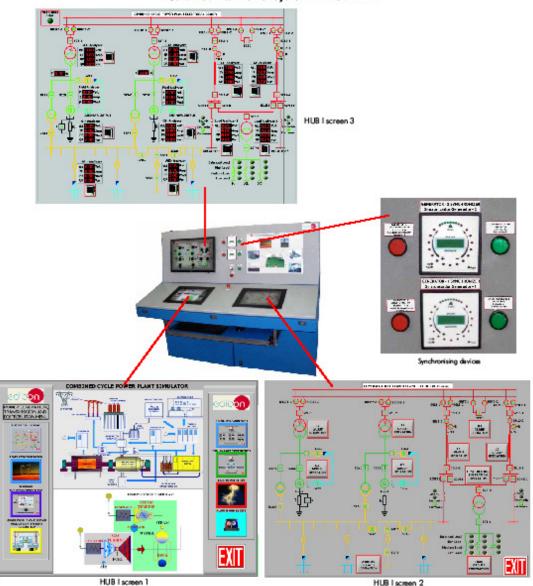
- -G1. Generator I with Complete Cabinet. -T-G1. Generator Group Transformer I.
- -T-GR1. Grid Transformerl.
- -LTS 1. Line I and II Cabinet with Transmission Substation.
- -DSL1. Distribution Substation I, Loads and Network Equivalents I.
- -T-D1. Distribution Transformer I.

Optional Complements:

- -C-DL. Dynamic Loads.
- -C-A. Alarms Cabinet.
- -C-P. Metha critate student protections for safety measurements.
- -C-F. Specific Power Plant films with 3 screens and projector.

Page 6 www.edbon.com

HUB I. Electrical Power System with SCADA I



DESCRIPTION AND POSSIBILITIES

It includes an Electrical Control Desk with two touch screens and an enormal screen with their computer and SCADAI system.

A SCADAI System with computer control, electronics and the proper software package for controlling all the parameters involved in any module of the system. All functions are done and controlled by SCADAI.

The computer placed in the Electrical Control Desk is equipped with a PCI cards that manages the RS485/232 communication links between the SCADAI system and control, protection, measurement devices of power simulator, AVR and Vector Inverters.

All the communication signals are distributed in six communication links. Each connector communicates the PCI cards with one evernal RS485 bus.

This HUB I will allow:

- Procedure for starting and stopping the electrical part of the Power System.
 Real time control, measurement and protection for generation, transformation, transport, distribution and consumption.
 Open Control.
 Multicontrol.
- To receive and process all information from all modules and to exchange the proper information with the Mechanical Power Plants and Energy System with SCADA II (HUB II) and to transfer to all the other modules.
 To receive and process all information from all modules and to exchange the proper information with the Mechanical Power Plant and Energy System with SCADAII (HUB II). Continue ..

Page 7 www.adbon.com SCADAI is an industry-standard supervisory control and data acquisition (SCADA) software for realistic experience of power system control.

For use with APSSS imulator to increase students' understanding of power systems.

It can connect to multiplegeneration systems for remote control and supervision of local generation and distributed generation.

It includes a larms and logs data for detailed analysis of APSS during stable and transient operation.

It communicates with gragarammable logic controllers (PLCs), power analyzers, numerical protection relays, automatic voltage regulators and prime mover simulation device of the Power System Simulator to control and collect information from the power system.

Includes high performance computer with integrated communication interface to exchange information with all devices.

Remotely controls the generator and prime-mover of the Electrical Power System Simulator in different gower asstem operation control methods (frequency control, valtage control, active power control, reactive power control, power factor control, generators load exchange).

The SCADA I connects to Electrical Power System Simulator (APSS) to train students in supervision and control of power systems.

The package includes industrial-standard SCADA software, a computer and communications hardware.

EDIBON supplies the software already installed on the high performance computer. The software does several jobs, including remote control and data display and logging. It includes programs written by EDIBON to match experiments which students have done directly with the Power System Simulator. The software's on-screen display or 'user interface's hows real-time data and mimics the circuit-breakers (opening and closing). It also mimics the adjustment of the loads and any faults applied by the user. Other screens give details about the settings and data collected at each protection relay or instrument on the simulator.

Students select the correct screen for the experiment they want to perform. They then use the computer to close circuit-breakers, set and adjust any loads and connect the grid supply (or start the generator) by means of touch screens, in others words, they configure the topology of Power System Simulator.

The generators synchronization can be performed in manual and automatic mode with the help of SCADAL.

Students can use the software to log data from the simulator and analyse it, compare conditions before and after faults, and see the effects of faults. They can use this information to predict power system problems and change the power system protection to prevent future problems.

The software includes the experiments already given with the Advanced Electrical Power System Simulator (APSS).

The experiments include:

- Generator characteristics and performance.
- Transformers.
- Transmission, distribution and consumption.
- Power system protection.
- Power system operation and control in different modes.
- Powerflow control.
- etc

SCADA I allows the control and supervision of the operations related to the generation, transformation, transmission and distribution of the electrical energy made by the APSS simulator.

Through a sophisticated human-machine interface, executed in the high performance computer, it is possible to monitor and control a lot of events and alarms as well as analyse, display and control the information acquired from all Programmable Logic Controllers (PLCs), Automatic Voltage Regulators (AVRs), power analyzers, protection relaysand prime mover simulation device.

SCADA I system is connected to the PLCs communication networks, network analyzers, protection relays and the rest of the units of the APSS. Simulator, through high-speed physical buses RS485, allowing the data acquisition and control in real time from all the elements of the APSS. Simulator. The acquired data are stored for their future analysis or they are directly sent to screens connected to the computer as a visual information.

The objective of the SCADAI developed architecture is centralising and automating all the control tasks, monitoring, protection and data acquisition of the APSS. Simulator is operated similar to local or central load dispatch center of Real Electrical Power System.

The equipments connected to the SCADAI make an ear same of the following functions:

- Respond to the commands of the control computer, in order to close or open all the circuit breaker contacts, power is olator, power disconnector
 and the rest of the equipments that conform the topology of the Electrical Power System Simulator.
- 2. Transmit to SCADA the ON/OFF state of the electrical equipment that conform the Simulated Electrical Power System.
- Vary all the set points of the controlled parameters, for example, the frequency control, active power, reactive power, power factor and vallage control set point.
- Measurement and management of all the acquired electrical parameters in different nodes and points of the simulated power system.
- 5.- Protection of the electrical circuits and the equipments that conform the APSS. Simulator.

SCADA1 allows making a control, supervision and data acquisition in a centralised and remoteway, simulating a central generation dispatch center.

With help of SCADA I, students can observe the real timestate of the electrical equipment of the APSS by means of graphical and state screens.

With SCADA I, the operator of the electrical power system can monitor its state and consequently, it can act and make decisions about how to operate in different conditions. For example, when there is a sound or visual alarm, the operator can see what is happening in a SCADA screen, because the monitoring system includes an alarm sequences and events list of all the equipment operation, recordered throughout the practice period and can done, reports about a determined operation or about the complete practice.

Another SCADA I facility is that it allows visualise in a central way all the instrumentation of the APSS. Simulator through several screens with digital and analogical virtual instruments.

In the APSS. Simulator, several multifunctional and numeric protection relays are used, because the study of the electrical protections is an essential point for a electrical power system.

The protection relays include measurement, communication and programmable logic possibilities to do functions of monitoring and control of the equipment that are protecting. Thanks to these facilities, the protection functions are incorporated and managed from SCADA1, making the teaching of this subject easier in a automated and centralised way, because the students can communicate with each protection relay and managed it remotely.

Page 8 www.edibon.com

HUB I. Electrical Power System with SCADA I SPECIFICATIONS

Electrical Control Desk, including:

- Two touch screens.
- -One normal screen.
- General emergency stop switch.
- General emergency stop indicator.
- -Se curity key indicator.
- -Security key switch.
- -Generator manual synchronization pushbutton.
- -Generator synchronizer device.
- -Generator manual synchronization indicator.
- -Computer (PC).
- -Security keys for synchronization and fault insertion are included.
- Programmable logic controller (PLC) with 42 I/O signals and
- RS-485 communication interface.
- -Magneto-thermal switches.
- Connectors of 6 and 24 pins.
- 4 ports RS232-RS485 Converter.
- SCADA I system with computer control electronics and the proper software package for controlling the units of the system and to exchange information with HUB II Power Plant Energy System and SCADAII. All functions are done and controlled by SCADAI.



a) HUB I screen 1. Main menu touch screen display:

This screen appears in the left bottom display on Electrical Control Desk and from this screen it's possible to navigate and explore others operation screens that conform the Electrical SCADA Lof the powersimulator.

b) HUB I screen 2. Operational touch screen display:

Elements of the operational touch screen display:

- Electrical SCADA1 operation screen.
- Power lines configuration screen.
- Prime Mover Configuration softwares creen.
- Generation Systems Controls operation screen.
- Power measurement management software screen.
- Electrical Protection system operation screen.
 Faults injection management screen.
- Alarm and events managements creen.
- c) HUB I screen 3. General State Diagrams screen display:

This screen shows the one linediagram we are working on and other auxiliary screens.

SCADA I Software functions:

- To send the closing and opening commands to simulate circuit breaker and isolators of the
 power system including Power station, substations, lines, loads and network equivalents
 connections.
- To adjust manually and automatically the voltage and frequency of the generators when they work isolated from the network or synchronize with the network.
- Measurement and management of all electrical parameters of generation, transmission and distribution units.
- To manage the protection system and fault injection to study the protection system performance on the generation, transmission and distribution units.
- To train students in Electrical SCADA operation.
- Simplify the study of Power System Operation and Control, power flow study, stability studies, etc.

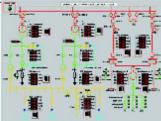




a) HUBI screen 1



b) HUBI screen 2



d) HUB I screen 3

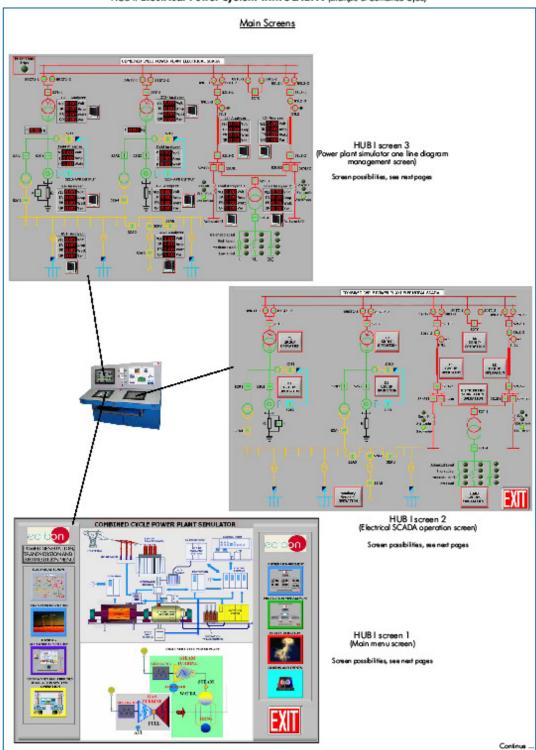
DIMENSIONS & WEIGHT

- Dimensions: 160 x 84 x 140 cm. approx.

- Weight: 150 Kg. approx.

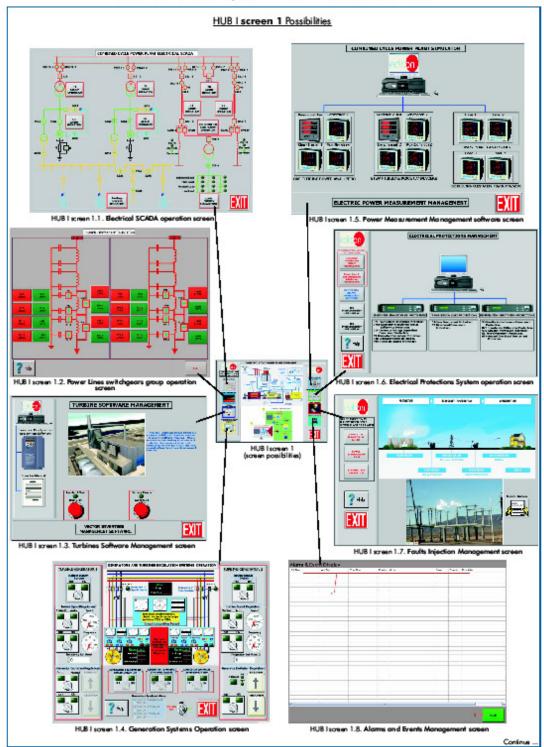
Page 9 www.edbon.com

HUB I. Electrical Power System with SCADA I (Example of Combined Cycle)



Page 10 www.edbon.com

HUB I. Electrical Power System with SCADA I (Example of Combined Cycle)



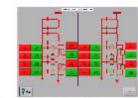
Page 11 www.edbon.com

HUB I. Electrical Power System with SCADA I (Example of Combined Cycle)

HUB I screen 1.1 to 1.4 some Possibilities



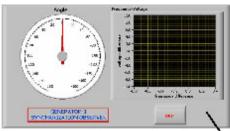
HUBI screen 1.1. Electrical SCADA operation screen



HUB I screen 1.2. Power Lines switchgears group a peration



HUB I screen 1.3. Turbines Software Management screen



HUB I screen 1.4.1. Generator virtual synchronization obse

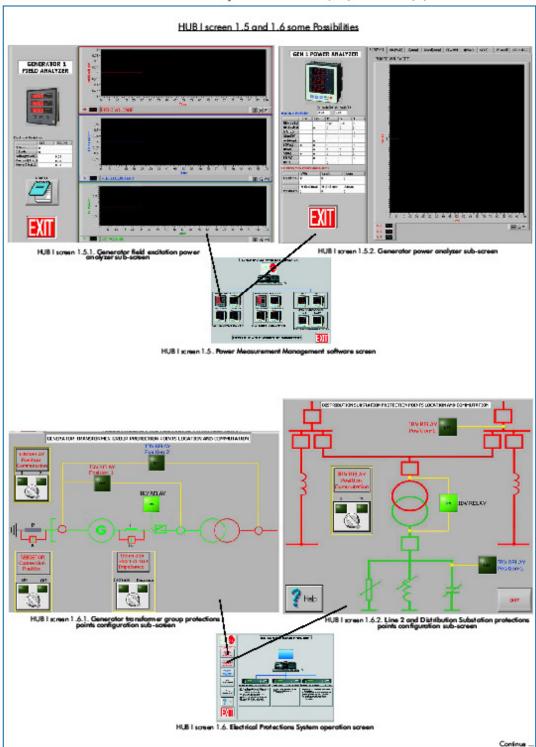


UB I screen 1.4. Generation Systems O peration scree

wedter con

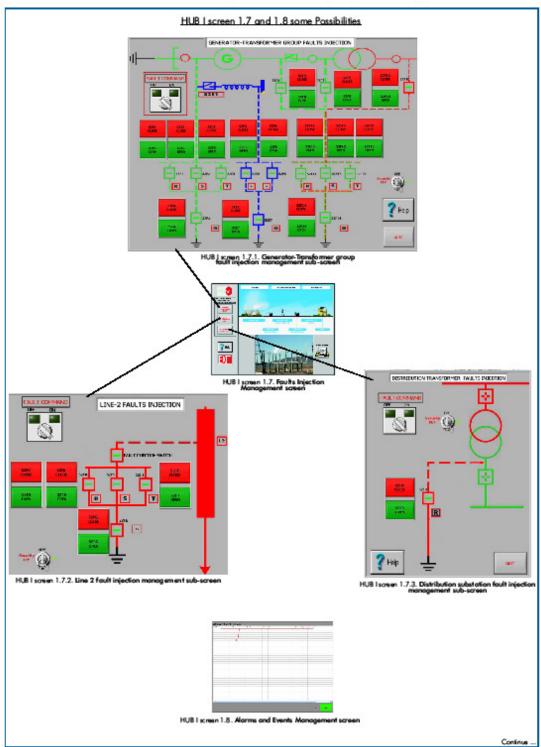
Page 12

HUB I. Electrical Power System with SCADA I (Example of Combined Cycle)



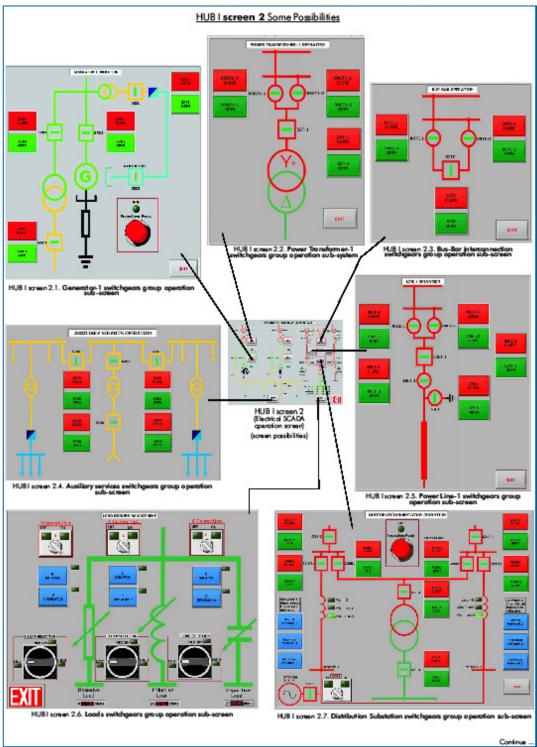
Page 13 www.edbon.co

HUB I. Electrical Power System with SCADA I (Example of Combined Cycle)



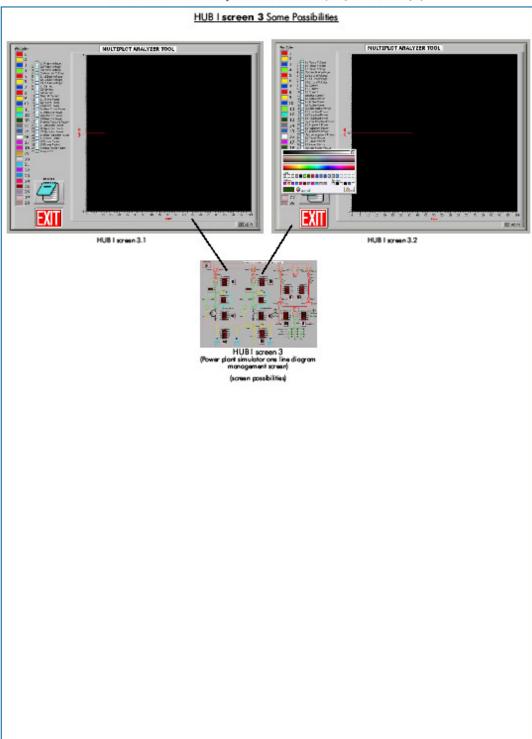
Page 14 www.edbon.com

HUB I. Electrical Power System with SCADA I (Example of Combined Cycle)



Page 15 www.edbon.com

HUB I. Electrical Power System with SCADA I (Example of Combined Cycle)



Page 16 www.edbon.com

G1. Generator I with Complete Cabinet, including AVR (Automatic Voltage Regulator), with Synchronization System,



SPECIFICATIONS -

Generator:

Base plate in painted steel and anodized aluminium structure.
 Generator:

Three-phase synchronous generator: 7KVA, 230/400Vac, 1500 r.p.m., Cas q: 0.8, with brush excitation system.

Motor prime move

Three-phase squirrel cage motor, 7KW, 1500 r.p.m., 400 Vac, 50Hz, Cos q: 0.86 , driven by a vector controlled multifunction inventer with RS-485 interface.

- Shaft encoder.
- Semiflex coupling.

Etc.

- Cabinet: - Metallic cubicle, with wheels.
- Front panel diagram.
- Inductances for simulating the transient and sub-transient state of the generator.
- Powersupply.

- Current transformers. Voltage transformers.
 Vector inverter with automatic frequency load controller (AFLC).
 Automatic/manual voltage regulator (AVR) and automatic/manual synchronization device.
- Magneto-thermal switches.
- Connectors.

Power energy analyzes with RS -485 communication interface:
 Voltage: Range 20-500 Vms. Prec.: ±0.5%. Phase to phase Phase to neutral. Current: Range 0.02-5 Arms. Prec.: ±0.5%.
 Frequency: Range 48 to 62 Hz. ±0.1 Hz., Power. Adire., Reactive and Apparent. Range 0.01 to 9900 kW. Prec.:±1%.
 Power Factor: Power Factor for each phase and average. Range -0.1 to +0.1. Prec.:±1%.

- Power ractor: rower ractor for each prise and average, range Digital protection relays with RS-485 communication interface.

 Differential Relay.

 Overcurrent Relay.

 Overcurrent Relay.

 Overcurrent Relay.

 Directional Relay.

- Generator Rotor to Ground Relay.
- Generator Reverse Power Flow Relay.
 Programable logic controller (PLC) with 42 I/O signals and RS-485 interfaces for generations ystem topology configuration.
- Contactors.
- Power switches and fault state indicators in the front panel.
- Emergency switchincluded.
- Back-up generation protection devices.

DIMENSIONS & WEIGHT =

Generator:

- Dimensions: 150 x 50 x 50 cm. approx.
 Weight: 150 Kg. approx.

- Dimensions: 70 x 70 x 220 cm. approx. Weight: 100 Kg. approx.

Page 17 www.edbon.com

Transformers



SPECIFICATIONS -

T-G1. Generator Group Transformer I:

- Three-phase power transformer, 5 KVA, Dy 11 connection, with multi-tapped primary and secondary windings.
- An odized a luminium structure and panels in painted steel.
- It includes wheels for mobility.

T-GR1. Grid Transformer I:

- Three-phase power transformer with connection group Dy11, 5kVA, with multi-tapped secondary.

T-D1. Distribution Transformer I:

- Three-phase transformer, 2kVA, phaser group Yd1, with multi-tapped primary.

DIMENSIONS & WEIGHT =

Each transformer:

- Dimensions: 55 x 53 x 80 cm. approx.
- Weight: 30 Kg. approx.

Page 18 www.edibon.com

LTS1. Line I and II Cabinet with Transmission Substation



Front side

SPECIFICATIONS =

- Metallic cubicle, with wheels.
- Front panel diagram.
- Inductances and capacitors for line sparameters simulation .
- Voltage transformers.
- Current transformers.
- Magneto-thermal switches.
- Connectors.
- Contactors.
- It includes tapping points for changing the length of lines and the configuration of PlorT line loss profiling, and fault injection with the help of PLC control device.
- Digital protection relay with RS-485 communication interface.
- Distance Relay.
- Overcurrent Relay.
- Directional Relay
- Overvoltage Relay.
- Undervoltage Relay.
- Power meter analyzers with RS-485 communication interface:

 $Voltage: Range\ 20-500\ Vrms.\ Prec.: \pm 0.5\%.\ Phase to phase-Phase to neutral.\ Current:\ Range\ 0.02-5\ Arms.\ Prec.: \pm 0.5\%.\ Frequency:\ Range\ 48 to 62\ Hz. \pm 0.1\ Hz.\ Power:\ Active,\ Reactive and\ Apparent.\ Range\ 0.01\ to\ 9900\ kW.\ Prec.: \pm 1\%.$

Power Factor: Power Factor for each phase and average. Range +0.1 to + 0.1. Prec.: ±1%.

- Programmable logic controller (PLC) with 42 I/O signals for controlling and state estimation of all line elements and fault injection switches.
- State indicator lamps in the front panel.
- Emergency switch included.
- Bc.

DIMENSIONS & WEIGHT -

- Dimensions: 70 x 70 x 220 cm. approx.
- Weight: 100 Kg. approx.

Page 19 www.edibon.com

DSL1. Distribution Substation I, Loads and Network Equivalents I



SPECIFICATIONS =

- -Metallic cubicle, with wheels.
- Frontpanel diagram.
- -Inductances, capacitors, resistors and active load modules for load simulation.
- -Contactors.
- Power meter analyzers with RS-485 communication interface:
 - Voltage: Range 20-500 Vrms. Prec.: $\pm 0.5\%$. Phase to phase-Phase to neutral. Current: Range 0.02-5 Arms. Prec.: $\pm 0.5\%$. Frequency: Range 48 to 62 Hz. ± 0.1 Hz. Power: Active, Reactive and Apparent. Range 0.01 to 9900 kW. Prec.: $\pm 1\%$. Power Factor for each phase and average. Range -0.1 to ± 0.1 . Prec.: $\pm 1\%$.
- -Voltage transformers.
- -Digital protection relays with RS-485 communication interface.
- Directional Relay.
- Differential Relay.
- -Overcurrent Relay.
- Overvaltage Relay.
- Undervoltage Relay.
- Dissipator fan.
- -Connectors
- -Magneto-thermal circuit breaker.
- It includes topping points for charging load topology configuration and fault injection with the help of PLC control device.
- Programmable logic controller (PLC) with 42 I/O signals for controlling, state estimation of all distribution substation elements and load configuration and faultinjection.
- -Back-up protect ion for external network connection.
- -Bc.

DIMENSIONS & WEIGHT

- Dimensions: 70 x 70 x 220 cm. approx.
- Weight: 100 Kg. approx.

Page 20 www.edibon.com

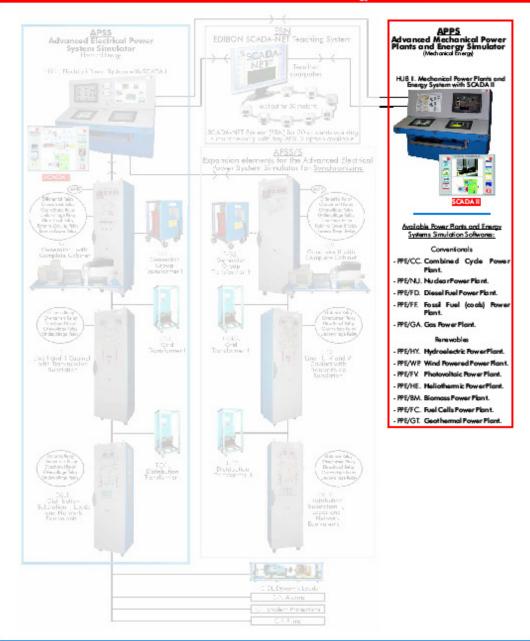
EXERCICES AND PRACTICAL POSSIBILITIES

Some practical possibilities among many others:

With APSS (Advanced Electrical Power System Simulator):

- 1.- Mechanical Power Plant Simulator Components recognition and operation introduction.
- Study of Unit-1 feeding isolated loads through Line-1 with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbars.
- Study of Unit-1 feeding isolated loads through Line-2 with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbars.
- 4.- Study of Unit-1 feeding isolated loads through Line-1 and Line-2 with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbars.
- 5.- Study of Unit-1 feeding isolated loads through line-2 with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- 6.- Study of Unit-1 feeding is olated loads through Line-2 with automatic frequency control and without voltage control.
- 7.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-1 with different network equivalent reactances, operating at constant active power and variable field current.
- 8.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-2 with different network equivalent reactances, operating at constant active power and variable field current.
- Study of Unit-1 connected to the network through Line-1 and Line-2 with different network equivalent reactances, operating at constant active
 power and variable field current.
- 10.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-1 with different network equivalent reactances, operating at variable active power and constantifield current.
- 11.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-2 with different network equivalent reactances, operating at variable active power and constant field current.
- 12.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-1 and Line-2 with different network equivalent reactances, operating at variable active power and constant field current.
- 13.- Study of Load Flowwhen Unit-1 is connected through Lines 1 and Line 2 to the network with different network equivalent reactances.
- 14.- Verification of the automatic frequency-load control operation under small disturbances of Unit-1 feeding isolated loads through Line-1.
- 15.- Verification of the automatic frequency-load control operation under small disturbances of Unit-1 feeding isolated loads through Line-2.
- 16.- Verification of the automatic frequency-load control operation under small disturbances of Unit-1 feeding isolated loads through Line-1 and Line-2.
- 17.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-1, operating on different modes: base load program, fixed load program and regulating load program.
- 18.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-2, operating on different modes: base load program, fixed load program and regulating load program.
- 19.- Study of Unit-1 connected to the network through Line-1 and Line-2, operating on different modes: base load program, fixed load program and regulating load program.
- 20. Verification of the automatic voltage control (AVR) operation under small disturbances of Unit-1 feeding is olated loads through Line-1.
- 21.- Verification of the automatic voltage control (AVR) operation under small disturbances of Unit-1 feeding is olated loads through Line-2.
- 22.- Verification of the automatic voltage control (AVR) operation under small disturbances of Unit-1 feeding isolated loads through Line-1 and Line-2.
- 23.- Verification of Generator Rotor to Ground Protection functionality.
- 24.- Verification of Generator Differential Protection functionality
- 25.- Power Plant and Power System Power Switches Interlocks Analysis.
- 26.- Auxiliary Services Operation in the Power Plant Diagram.

Page 21 www.edbon.com



 $APPS. \, Advanced \, Mechanical \, Power \, Plants \, and \, Energy \, Simulator, includes: \,$

-HUB II. Power Plant Energy System with SCADAII:

Energy Control Desk (main unit with two touch screens and one computer screen).

SCADA II. Allocated in Computer Control and Data Adquisition Unit HUB II.
Available Power Plants and Energy Systems Simulation Softwares:

- PPE/CC. Combined Cycle Power Plant.

- PPE/NU. Nudear Power Plant.

- PPE/FD. Diesel Fuel Power Plant.
- PPE/FE: Fossil Fuel (coals) Power Plant.

- PPE/GA. Gas Power Plant.

- PPE/HY. Hydroelectric Power Plant.

- PPE/WP: Wind Powered PowerPlant.
- PPE/PV. Photovoltaic Power Plant.

- PPE/HE. Heliothermic Power Plant.

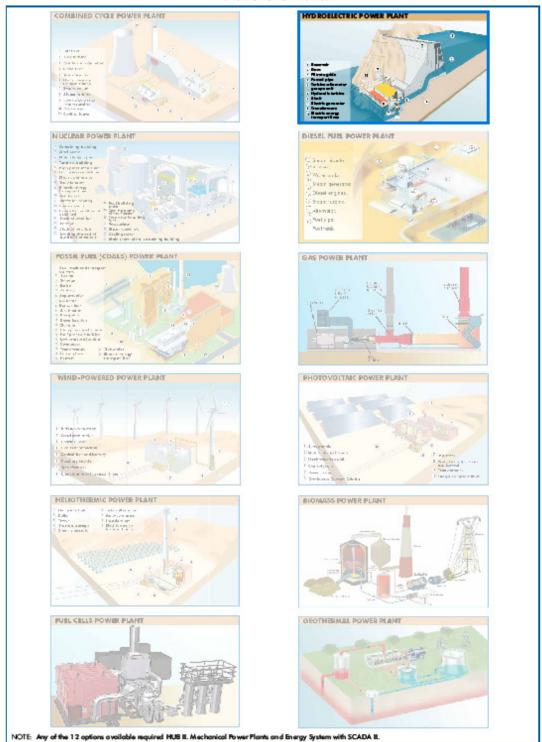
- PPE/BM. Biomass Power Plant.

-PPE/FC. Fuel Cells Power Plant.

- PPE/GT. Geothermal Power Plant.

Page 22 www.edbon.com

Available Power Plants:



Page 36 www.edibon.com

HUB II. Mechanical Power Plants and Energy System with SCADA II

SPECIFICATIONS =

Energy Control Desk, including:

- Two touch screens.
- -One normal screen.
- -Computer (PC).

Power cables and communication cable.

-Magneto-thermal switches.

 SCADAII system with computer control electronics and the proper operations of tware package. -Communication interface with HUBI.

SCADAII Screens distribution:

 a) HUBII screen 1. Main menu touch screen display (screen 1): This screen appears in the left bottom display on Energy Control Desk and from this screen it is possible to navigate and explore others operation screens that conform the power plant processes control and operations imulation.

When you push a button on this screen, an operational screen appears in the right bottom touch screen (screen 2) display.

Elements of the main menu scree

a. 1) Power Plant General Principles.

This screen works like power point slider document and the objective is to introduce you to the principles of power plant operation. Front this menu screen you can access all elements of the power plant, and take a theoretical background about the principles of operation individually and in conjunction.

a.2) Primary Mover Principles of Operation.

This screen works like power point slider document and the objective is to introduce you to the principles of primary mover. You can take a theoretical background about the principles of energy conversion from the primary mover to electrical energy, what kind of element participate in that conversion and how to control and operate these elements.

a.3) Power Plant General Layouts.

This screen works like power point slider document and the objective is to introduce you to the Power Plant individual and generals control and operation layouts. You can take a theoretical background about how to interpret different primary mover control. layouts.

a. 4) Power Plant Control Principles.

This screen works like power point slider document and the objective is to introduce you to the control principles of the power plant. You can take a the cretical background about the different control loops in this type of power plant by mean of description of what variables are measured and controlled.

a.5) Power Plant Start-Up and Shutdowns Operation Sequences.

This screen works like power point slider document and the objective is to training you on the general sequences that any power plant operator must be follow to Start and wn a power plant.

a.6) Mains Power Plant Control Loops Simulation.

This screen shows the real time simulation of mathematical model of the primary ma as part of the power system and the objective is to explain in detail the simulation of the mains control loops of the Power Plant and how these control loops interact between then and with the real time electrical power system. You can analyse the frequency-load control, voltage-reactive power control, etc.

- b) HUB II screen 2. Operational touch display (screen 2): This screen will indicate information at second level related to any one of the elements of main menu screen.
- c) HUB II screen 3. General state diagram screen display (screen 3): This screen will indicate the particular diagram we are working on at any time and any selection.

SCADA II Software description:

Introduction:

The MECHANICAL POWER PLANT SIMULATOR is a simulation and control system soft

developed taking into account the experience related to Power Plants.

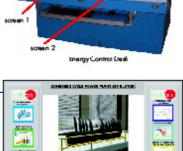
In this system are different configuration and management levels that allow the teacher to design and execute different practices related with the power plant processes control and operation.

The MECHANI CALPOWER PLANT SIMULATOR is prepared to work with a minimum resolution of 1024x768. If you work with a smaller resolution, some controls may not be visualised in the

The computer placed in the Energy Control Desk is equipped with all elements necessary for achieve a real time simulation of the power plant main processes.

Software start:

The software describes the simulation of the energy and electromechanical conversion part of the simulator. It will be launched from Windows Desktop, appearing as three screens in the corresponding displays. If a new start is needed, the program will appear on Windows Desktop.



14

EXIT

100



b) HUB II screen 2



d HUB I somen 3

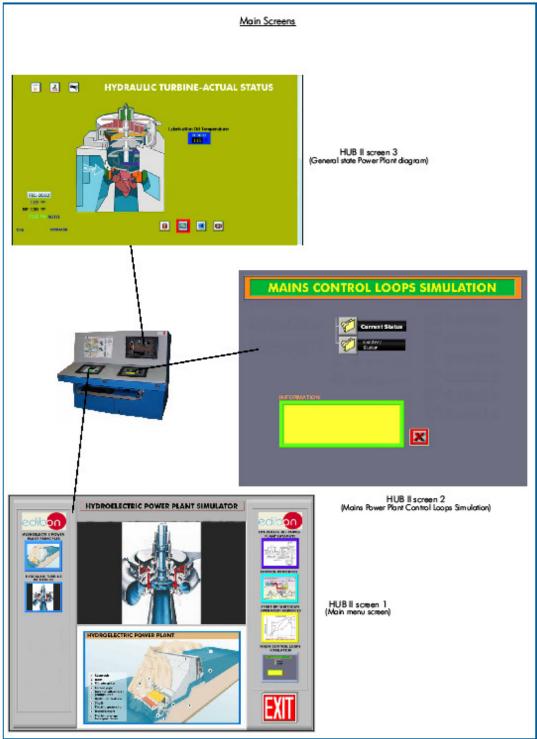
DIMENSIONS & WEIGHT

Page 25

Dimensions: 160 x 84 x 140 cm. approx.

- Weight: 100 Kg. approx.

HUB II. Mechanical Power Plants and Energy System with SCADA II (Hydroelectric Power Plant)



Page 37 www.edbon.com

EXERCICES AND PRACTICAL POSSIBILITIES

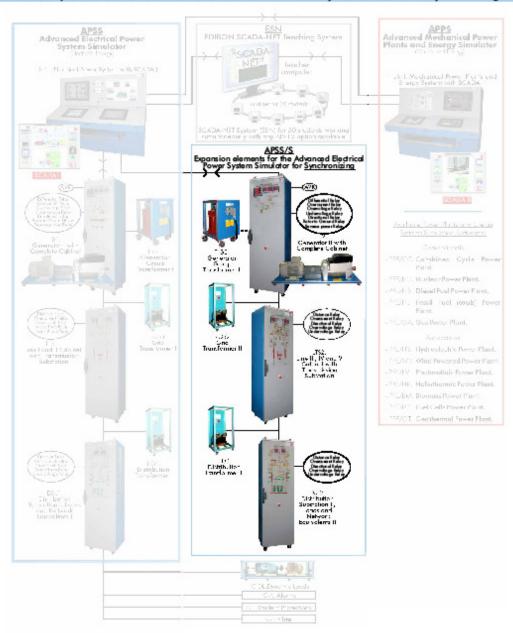
Some practical possibilities among many others:

With HUBII. Mechanical Power Plants and Energy System with SCADAII + PPE/HY. Hydroelectric Power Plant:

- 1.- Hydroelectric Power Plant General Principles of Operation.
- 2.- Hydraulic Turbine General Principles of Operation.
- 3.- Hydroelectric Power Plant General Control Layouts.
- 4.- Hydroelectric Power Plant Control and Instrumentation Principles.
- 5.- Introduction to Mechanical and Electrical System Simulation.
- Introduction to Hydroelectric Power Plant Block Diagram and Transfer Functions.
- 7.- Introduction to Proportional, Integral and Derivate (PID) Controllers used in Power Plant Control.
- 8.- Analysis of Proportional Controller.
- 9.- Analysis of Integral Controller.
- 10.- Analysis of Derivative Controller.
- 11.- Analysis of PID Controller.
- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Feed System.
- 13.- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Temperature Control.
- 14.- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Governor/Speed Control.
- 15.- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Generator Excitation System.
- 16.- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Outer/Loop MW Control.
- 17.- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Electrical Generator.
- 18.- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Lubrication Oil Cooling Temperature Control.
- 19.- Analysis and Simulation of Hydraulic Turbine Generator Exciter Cooler Temperature Control.
- 20.- Hydroelectic Power Plant Start-Up Procedure Analysis and Simulation.
- Hydroelectic Power Plant Start-Up execution with the real Hardware.
- 22.- Hydroelectic Power Plant Shut-Down Procedure Analysis and Simulation.
- 23.- Hydroelectic Power Plant Shut-Down execution with the real Hardware.
- 24.- Hydroelectic Power Plant Active Power Control in isolated mode of operation (two generators).
- 25.- Hydroelectic Power Plant Frequency Control in isolated mode of operation.
- 26.- Hydroelectic Power Plant Reactive Power Control in is olated mode of operation (two generators).
- 27.- Hydroelectic Power Plant Voltage Control in isolated mode of operation.
- 28.- Hydroelectic Power Plant Synchronization.
- 29.- Hydroelectic Power Plant Active Power Control when connected to the Grid.
- 30.- Hydroelectic Power Plant Reactive Power Control when connected to the Grid.
- 31.- Faults in Hydroelectic Power Plant Operation.

Page 38 www.edbon.com

APSS/S. Expansion elements for the Advanced Electrical Power System Simulator for Synchronizing



APSS/S. Expansion elements of the Advanced Electrical Power System Simulator for Synchronizing and Area Interconnection, includes:

- -G2. Generatoril with Complete Cabinet.
- -T-G2. GeneratorGroup Transformer II.
- -T-GR2. Grid Transformer II.
- -LTS2. Line III, IV and V Cabinet with Transmission Substation.
- -C-DL. Dynamic loads.
- -DSL2. Distribution Substation II, Loads and Network Equivalents II.
- -T-D2. Distribution Transformer II.

Page 69 www.edbon.com

APSS/S. Expansion elements for the Advanced Electrical Power System Simulator for Synchronizina

G2. Generator II with Complete Cabinet, including AVR, with Synchronization System, Protection Relays and Power Analyzers



TECHNICAL SPECIFICATIONS •

Generator:

- Base plate in painted steel and anodized aluminium structure.
- Generator:
- Three-phase synchronous generator: 7KVA, 230/400Vac, 1500 r.p.m., Cas q: 0.8, with brush excitation system.
- Motor prime mover:
- Three-phase squirrel cage motor, 7KW, 1500 r.p.m., 400 Vac, 50Hz, Cas q: 0.86, driven by a vector controlled multifunction inverter with RS-485 interface.
- -Shaft encoder. Semiflex coupling.

Etc. Cabinet:

- Metallic cubicle, with wheels.
- Frontpanel diagram.
- Inductances for simulating the transient and sub-transient state of the generator.

- Induction that is a serious and a property of the property

- -Connectors.

 -Power energy analyzers with RS -485 communication interface:

 Voltage: Range 20-500 Vms. Prec.: ±0.5%. Phase to phase -Phase to neutral. Current: Range 0.02-5 Arms. Prec.: ±0.5%. Frequency: Range 48 to 62 Hz. ±0.1 Hz. Power: Active, Read ive and Apparent. Range 0.01 to 9900 kW. Prec.: ±1%. Power Factor: Power Factor for each phase and average. Range -0.1 to +0.1. Prec.: ±1%.

 -Digital protection relays with RS -485 communication interface.

 -Differential Relay.

 -Overcurrent Relay.

- Overvaltage Relay

- Overvattage kelay.
 Undervoltage Relay.
 Directional Relay.
 Generator Rotor to Ground Relay.
 Generator Reverse Power Flow Relay.
- Programable logic controller (PLC) with 421/O signals and RS-485 interfaces for generation system topology configuration.

 Contactors.
- -Powerswitches and fault state indicators in the front panel.
- Emergency switch included.
 Back-up generation protection devices.

Bc.

DIMENSIONS & WEIGHT

- Dimensions: 150 x 50 x 50 cm. approx.
- Weight: 150 Kg. approx.

- Dimensions: 70 x 70 x 220 cm. approx.
- Weight: 100 Kg. approx.

Page 70 www.edbon.com

APSS/S. Expansion elements for the Advanced Electrical Power System Simulator for Synchronizing

Transformers



SPECIFICATIONS .

T-G2. Generator Group Transformer II:

- Three-phase power transformer, 5KVA, Dy11 connection, with multi-tapped primary and secondary windings.
- An odized aluminium structure and panels in painted steel.
- It includes wheels for mobility.

T-GR2. Grid Transformer II:

- Three-phase power transformer with connection group Dy11, 5kVA, with multi-tapped secondary.

T-D2. Distribution Transformer II:

- Three-phase transformer, 2kVA, phaser group Yd1, withmulti-tapped primary.

DIMENSIONS & WEIGHT

Each transformer:

- Dimensions: 55 x 53 x 80 cm. approx.
- Weight: 30 Kg. approx.

Page 71 www.edibon.com

LTS2. Line III, IV and V Cabinet with Transmission Substation



SPECIFICATIONS -

- Metallic cubicle, with wheels.
- Front panel diagram.
- Inductances and capacitors for line sparameters simulation.
- Voltage transformers.
- Current transformers.
- Magneto-thermal switches.
- Connectors.
- Contactors.
- It includes tapping points for changing the length of lines and the configuration of PlorT line loss profiling, and fault injection with the help of PLC control device.
- Digital protection relay with RS-485 communication interface.
- Distance Relay.
- Overcurrent Relay.
- Directional Relay
- Undervoltage Relay.
- Overvoltage Relay.
- Power meter analyzers with RS-485 communication interface:

 $\label{eq:continuous} Voltage: Range 20-500 \ Vrms. \ Prec.:\pm 0.5\%. \ Phase to phase-Phase to neutral. \ Current: Range 0.02-5 \ Arms. \ Prec.:\pm 0.5\%. \ Frequency: Range 48 to 62 \ Hz. \\ \pm 0.1 \ Hz. \ Power: Active, Reactive and Apparent. \ Range 0.01 to 9900 \ kW. \ Prec.:\pm 1\%. \ Power Factor: Power Factor for each phase and average. \ Range -0.1 to + 0.1. \ Prec.:\pm 1\%. \ Prec.:\pm 1\%. \ Prec.:\pm 1\%.$

- Programmable logic controller (PLC) with 42 I/O signals for controlling and state estimation of all line elements and fault injection switches.
- State indicator lamps in the front panel.
- Emergency switch included.
- Bc.

DIMENSIONS & WEIGHT

- Dimensions: 70 x 70 x 220 cm. approx.
- Weight: 100 Kg. approx.

Page 72 www.edbon.com

DSL2. Distribution Substation II, Loads and Network Equivalents II



SPECIFICATIONS =

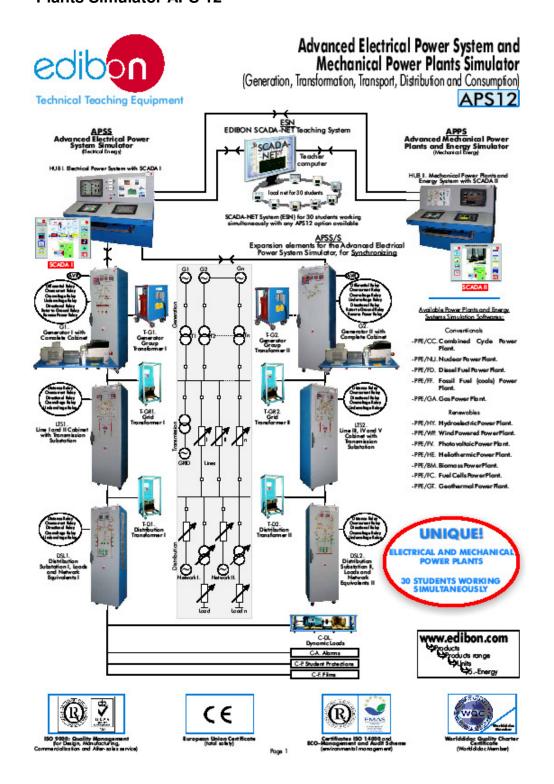
- -Metallic cubicle, with wheels.
- Frontpanel diagram.
- Inductances, capacitors, resistors and active load modules for load simulation.
- -Contactors.
- Power meter analyzers with RS-485 communication interface:
 - Voltage: Range 20-500 Vrms. Prec.:±0.5%. Phase to phase-Phase to neutral. Current: Range 0.02-5 Arms. Prec.:±0.5%. Frequency: Range 48 to 62 Hz. ±0.1 Hz. Power. Active, Reactive and Apparent. Range 0.01 to 9900 kW. Prec.:±1%. Power Factor for each phase and average. Range -0.1 to + 0.1. Prec.:±1%.
- -Voltage transformers.
- Digital protection relays with RS-485 communication interface.
- Directional Relay.
- Differential Relay.
- Overcurrent Relay.
- Undervoltage Relay.
- -Overvoltage Relay.
- Dissipator fan .
- -Connectors.
- -Magneto-thermal circuit breaker.
- It includes tapping points for charging load topology configuration and fault injection with the help of PLC control device.
- Programmable logic controller (PLC) with 42 I/O signals for controlling, state estimation of all distribution substation elements and load configuration and faultinjection.
- Back-up protect ion for external network connection.
- -Bc.

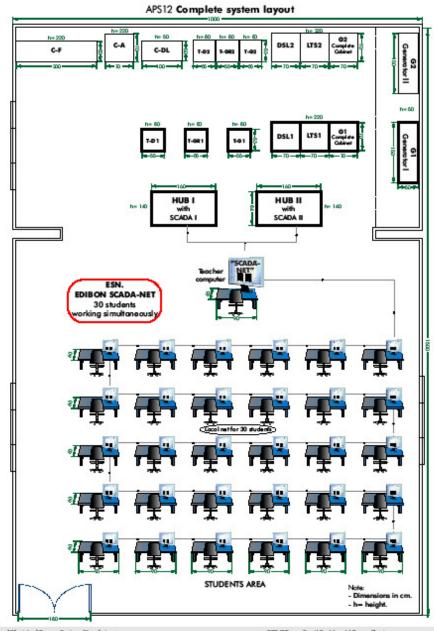
DIMENSIONS & WEIGHT

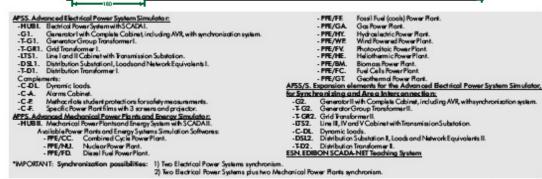
- Dimensions: 70 x 70 x 220 cm. approx.
- Weight: 100 Kg. approx.

Page 73 www.edbon.com

65. Anexo 65: Advanced Electrical Power System and Mechanical Power Plants Simulator APS 12







Page 2 www.edbon.com

(Four main parts) APSS
Advanced Electrical Power
System Simulator APPS
Advanced Mechanical Power
Plants and Energy Simulator
(Mehaical Energy) ESN EDIBON SCADA-NET Teaching System SCADA NET! Te acher computer US a Blooked Fower State I will SCACA. HJB II. Mechanical Power Plants or Energy System with SCADA II local met for 30 students SCADA-NET System (ESN) for 30 students working simultaneously with any APS12 agricon available APSS/S s for the Advanced Electrical mulator, for Synchronizing Available Power Plants and Emerge PPE/CC. Combined Cycle Powe PPE/NU. Nu dear Power Plant. PPE/FD. Diesel Fuel Power Plant. - PPE/FF. Fossil Fuel (coals) Power Plant. - PPE/GA. Gas Power Plant. Renewables PPE/HY. Hydroelectric PowerPlant. ane II, IV and V Subject with Lue-bekin Eubsta vin - PPE/WP Wind Powered Power Flant - PPE/FV Photovoltaic Power Plant. - PPE/HE. Heliothermic PowerPlant. - PPE/BM. Biomass Power Plant. - PPE/FC. Ruel Cells Power Plant. - PPE/GT. Geothermal Power Plant. 1 TOQ. Distribution UNIQUE! ELECTRICAL AND MECHANICAL 112 141 **POWER PLANTS** 30 STUDENTS WORKING SIMULTANEOUSLY C-DL Dynamic Loc

APS12. Advanced Electrical Power System and Mechanical Power Plants Simulator
Global Description
(Four main parts)

APS12. Advanced Electrical Power System and Mechanical Power Plants Simulator with 12 Real Power Plants Softwares options (APSS + APPS + ANY of 12 plants + APSS/S + SCADA-NET).

C-P. Student Protections C-F. Films

The EDIBON "APS12" are TWO MAIN SYSTEMS IN ONE, the Advanced Electrical Power System Simulator (APSS), plus the Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator (APPS) that includes 12 Power Plants Simulation options as, Combined Cycle, Hydroelectric, etc. Additionally Synchronization and SCADA-NET (ESN) is available too.

- APSS. Advanced Electrical Power System Simulator. (Electrical Energy, with one or two generators)
- APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator. (Mechanical Energy with 12 Power Plants softwares available)
- APSS/S. Expansion elements for the Advanced Electrical Power System Simulator for <u>Synchronizing and Area Interconnection</u>. (Electrical Synchronization and/or Mechanical Synchronization)
- ESN. EDIBON SCADA-NET Teaching System.

The "APS12" is totally modular.

With only HUBI it is possible to run some experiments and it is possible to add more experiments by adding more other modules.

DESCRIPTION

a) General description

The APS12. Advanced Electrical Power System and Mechanical Power Plants Simulator is a complete system with perhaps all possibilities for teaching Energy from the raw energy source to the energy comsuption at low and high technical and vocational level, for 30 students simultaneously.

This complete system can be divided in four maingroup of modules:

- APSS. Advanced Electrical Power System Simulator.
- APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator.
- APSS/S. Expansion elements for the Advanced Electrical Power System Simulator, for Synchronizing and Area Interconnection.
- ESN. EDIBON SCADA-NET Teaching System.

Each group of modules contains:

APSS. Advanced Electrical Power System Simulator:

- HUBI. Electrical Power System with SCADA I.
- -G1. Generator I with Complete Cabinet, including AVR, with synchronization system.
- -T-G1. Generator Group Transformer I.
- -T-GR1. Grid Transformer I.
- -LTS 1. Line Land II Cabinet with Transmission Substation.
- -DSL1. Distribution Substation I, Loads and Network Equivalents I.
- -T-D1. Distribution Transformer I.

Optional Complements:

- C-DL. Dynamic Loads.
- C-A. Alarms Cabinet.
- C-P. Methacrilate student protections for safety measurements.
- C-F. Specific Power Plantfilms with 3 screens and projector.
- * Important: HUB I is the minimum requirement.

APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator:

- HUBII. Mechanical Power Plant and Energy System with SCADA II.

Available Power Plants and Energy Systems Simulation Softwares:

- -PPE/CC. Combined Cycle Power Plant.
- -PPE/NU. Nuclear Power Plant.
- PPE/FD. Diesel Fuel Power Plant.
- PPE/FF. Fossil Fuel (coals) Power Plant.
- -PPE/GA. Gas Power Plant.
- PPE/HY. Hydroelectric Power Plant.
- PPE/WP: Wind Powered Power Plant.
- PPE/FV. Photovoltaic Power Plant.
- -PPE/HE. Heliothermic Power Plant.
- PPE/BM. Biomass Power Plant.
- PPE/FC. Fuel Cells Power Plant.
- PPE/GT. Geothermal Power Plant.

APSS/S. Expansion elements for the Advanced Electrical Power System Simulator, for Synchronizing and Area Interconnection:

- -G2. Generator II with Complete Cabinet, including AVR, with synchronization system.
- -T-G2. Generator Group Transformer II.
- -T-GR2. Grid Transformer II.
- LTS2. Line III, IV and V Cabinet with Transmission Substation .
- -C-DL. DynamicLoads.
- -DSL2. Distribution Substation II, Loads and Network Equivalents II.
- -T-D2. Distribution Transformer II.

ESN. EDIBON SCADA-NET Teaching System.

B) Description of any module:

APSS. Advanced Electrical Power System Simulator:

- HUBI. Electrical Power System with SCADAI:

This is the heart of the complete system and always is required.

This module contains the furniture, the computer, a SCADA I Software and all connection facilities for function not only with the rest of the APSS modules but any other module of the complete system APS12.

Main supplying combinations are HUB I with G1. Generator I with Complete Cabinet, including AVR, with synchronization system; and/or LTS1. Line I and II Cabinet with Transmission Substation and/or DSL1. Distribution Substation I, Loads and Network Equivalents I.

Second supplying combinations will be additionally: HUB II with one or several Power Plants and Energy Systems Softwares (12 options).

Other supplying combinations could be the ESN. EDIBON SCADA-NET Teaching System and/or the APSS/S. Expansion elements for the

Continue

Advanced Electrical Power System Simulator, for <u>Synchronizing</u>, even the optional modules as: C-DL. Dynamic Loads and/or C-A. Alarms Cabinet and/or C-P. Methacrilate student protections for safety measurements and/or C-F. Specific Power Plant films with 3 screens and proyector.

For more information see HUB I Description and Possibilities.

-G1. Generator I with Complete Cabinet, including AVR, with synchronization system:

This module generates and control electrically the generator by using similar elements as is used in a real Power Plant, but only the electrical part. In case of a real power plant has to be simulated then HUB II plus any of the 12 Power Plants and Energy Systems Simulation Softwares are required.

This module can work with HUB I. Electrical Power System with SCADA I and additionally with LTS 1. Line I and II Cabinet with Transmission Substation and DSL1. Distribution Substation I, Loads and Network Equivalents I.

For more details see G1 specifications.

-LTS1. Line I and II Cabinet with Transmission Substation.

This cabinet contains two lines and the transmission substation plus the proper relays, allowing to run experiments related with lines and substations.

This module work together with HUBI and additionally with modules G1 and/or DSL1.

For more details see LTS1 specifications.

- DSL1. Distribution Substation I, Loads and Network Equivalents I.

This cabinet contains the distribution substation, loads and network equivalents allowing to run the exercises related with, working together with HUBI and additionally with modules LTS1 and/or G1.

APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator:

Logically the more convenient group of modules to initiate are the complete APSS. Advanced Electrical Power System Simulator, but the second more important is the APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator.

The APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator includes at least the HUB II plus one of the 12 available Power Plants and Energy System Simulation Softwares.

By using the APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator with one of the 12 Plants in combination with the APSS. Advanced Electrical Power System Simulator will allow to combine the Electrical and Mechanical system.

Example if we use APSS + APPS with PPE/CC Combined Cycle Power Plant Software then we work as a real Combined Cycle Power Plant since we use the row material (gas) and we consume the energy.

As all the mathematical models are included in APPS, we can change the conditions in the comsuption and see the mechanical reaction in the Power Plant and viceverse. In other words by using APSS + APPS we combine and work doing the proper exercises as a complete system.

If you use the APPS with PPE/HY software, then the APSS will work as a Power System and Hydroelectric Power Plant. This means that by using only one APSS and 12 Power Plants and Energy System Simulation Softwares, the APSS can work as 12 different power systems and power plants.

For mare details see APPS. Advanced Mechanical Power Plants and Energy Simulator specifications, and the proper specifications about all softwares available as:

- PPE/CC. Combined Cycle Power Plant.
- PPE/NU. Nuclear Power Plant.
- PPE/FD. Die sel Fuel Power Plant.
- PPE/FF. Foss il Fue I (coals) Power Plant.
- PPE/GA. Gas Power Plant.
- PPE/HY. Hydroelectric Power Plant.
- PPE/WP Wind Powered Power Plant.
- PPE/FV. Photovoltaic Power Plant.
- PPE/HE. Heliothermic Power Plant.
- PPE/BM. Biomass Power Plant.
- -PPE/FC. Fuel Cells Power Plant.
- PPE/GT. Geothermal Power Plant.

APSS/S. Expansion alements for the Advanced Electrical Power System Simulator for Synchronizing and Area Interconnection:

 $\label{thm:connection} The APSS/S \ group \ of \ modules \ allow \ to \ do \ exercises \ related \ with \ synchronization \ and \ are \ a interconnection.$

It is possible to synchronize only the generators G1 and G2, even G1 + LTS1 + DSL1 can be synchronized with G2 + LTS2 + DSL2.

In case of using two Power Plants and Energy Systems in HUB II example PPE/CC. Combined Cycle Power Plant and PPE/NU. Nuclear Power Plantwe are synchronizing really TWO COMPLETE POWER PLANTS.

For more details see all modules specifications.

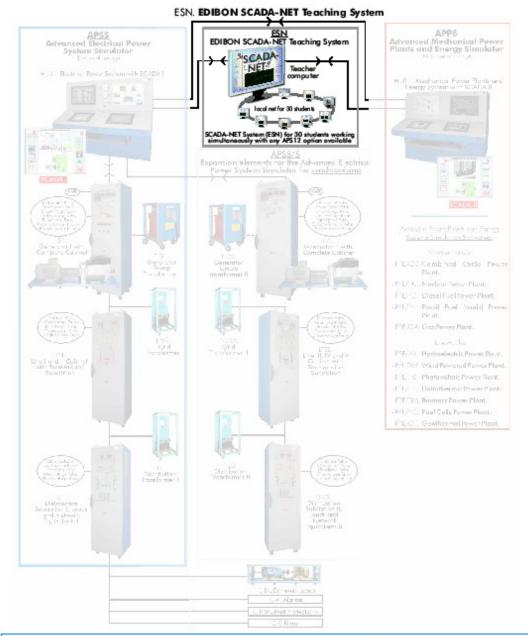
ESN. EDIBON SCADA-NET Teaching System:

The ESN will allow the teacher to work with 30 students simultaneously, allowing any student to run the complete system, but under the teacher supervision.

The ESN not only allows may students to work with the system but the teacher efficiency increares drastically.

By using the ESN the teacher can have full guarantee that any student to understand fully what he is explain. The ESN is considered as top importance complement for clear, quick and full students/workers understanding.

For more details see ESN specifications.



What is SCADA-NET?

Let us explain first what is a SCADA and what is a net.

*SCADA: This is a common expression used for Supervision, Control and Acquisition system.

The SCADA is a control system including as main part the PID control (P = Proportional, I = Integral, D = Derivative). This PID control is the most common control used in many unitary processes in most inclustrial applications when you produce different kind of products.

*NET: Everybody knows what is a local net, where you have a main computer and several computers linked together with the main computer.

*SCADA-NET:

This is the cannedian between any SCADA's (many unitary processes) with a local net with many computers.

This is the cannedian between any SCADA's (many unitary processes) with a local net with many computers.

So, Computer Controlled Units or units with SCADA are the key of the system. EDIBON has designed several SCADA's using of Open Control, Multicontrol and Real Time Control make the system very powerful in terms of teaching. INTEGRATED LABORATORIES:

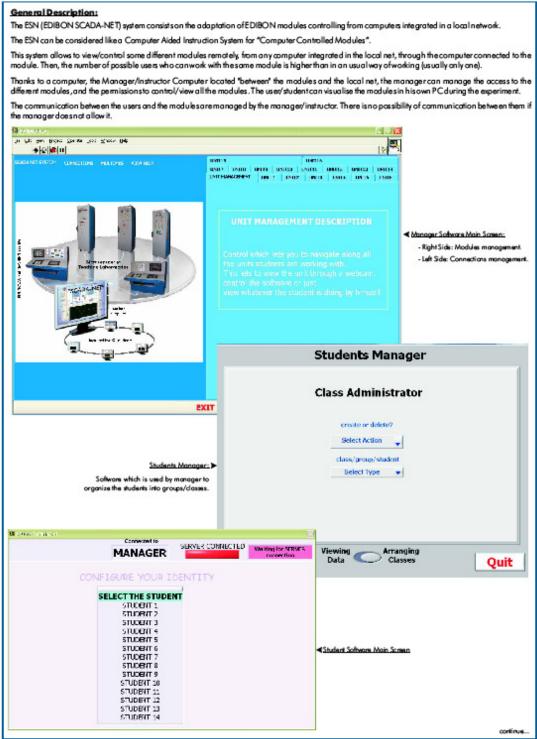
These are what EDIBON has designed, allowing to integrate the classroom and the laboratory in ONLY ONE PLACE.

This newway to teach will increase drastically the teachers and students efficiency.

Having classroom and labs in the same place when you are doing industrial simulation (PC and PLC control) will allow to do everything more easily and the students will get "CLEAR CONCEPTS", with Real industrial Systems, as industrial systems used in Mechanics (units), Electronics (interfaces), Data Acquisition Boards (National Instruments is very well know), Software (Lab Viewis very well know), Computer (any computer) and PLC (any PLC available in the market).

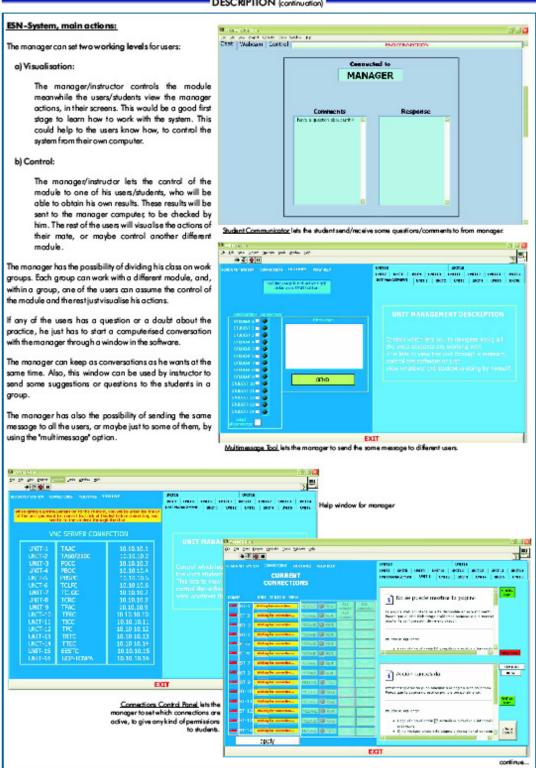
Page 74

DESCRIPTION -



Page 75 www.edbon.com

DESCRIPTION (continuation)



Page 76

Technical Description:

The ESN system is constituted by several EDIBON unitary processes or modules (UPM), each one with their own computer and webcom. Another computer for the manager and other several computers for the users. Each computer has its owns of tware:

- in the module computer the MODULE software should be installed;
- in the users computers the STUDENT (USER) software must be installed and
- in the manager computer the INSTRUCTOR (MANAGER) software must installed too.

In order to communicate all the computers a switch is also provided. This switch lets the communications between all he computers in the network.

Regarding to big laboratories in which it is difficult to see the unit while working from all the worksets, each user will be able to see the unit which they are working with through a camera previously installed in the module. This will be used just to have an idea of what the module looks like and how itchanges when some action is sent to any module from any user computer.

To make easy the visualisation by the manager computer to the users, when this takes the control, a projector with its screen is provided. In this way, the manager computer can be published for all the users an a common screen.

The number of modules or users/students can be modified depending on the customer requirements. A typical ESN system is constituted by 20 modules and 30 students, for example.

The ESN Software is an acquisition and control software developed entirely by EDIBON engineers. In this development, we have been taken into account the experience accumulated in more than 20 years developing teaching equipment at very high level and technology.

The system is prepared to communicate to an undefined number of computers. It will depend on the net features.

All the communications are made through a TCP/IP connection, which provides a high security and speed data transfer. The access to a PC will be made through the name of the machine into the network.

The network lets to transfer video data, binary data, files...

In this system, there are different configuration levels that allow the Manager/Instructor to design in the fair measure the execution of the different practical exercises.

The basic level is prepared for the capture and storage of data that the student will process and will work with later.

The medium level allows the student the use of the graphic tools that allows, in real time, the visualisation of the data experiment.

finally, it has an advance level specially designed for the capture configuration and the sensors device calibration. This system is subject to a key provided by EDIBON.

Interconnection elements and moduless of tware adaptation:

- Each module requires a PC for working individually.
- Each unitary process requires the proper hardware adaptation.
- Each module will have all software for allowing interconnections.
- Each module requires its own unitary process softwares. (Acquisition, Control and Management Software).
- Each user/students hould have a software.
- The manager will have his own software.

- MAIN POSSIBILITIES OF THE SYSTEM -

- Anyamount of modules working at the same time.
- Any number of users/students working simultaneously. Normally one controlling each module. (Technically depending of the actions more than one can work with only one (UPM)).
- One computer (manager) management of all the system.
- Possibility of dividing the classroom into groups, working each group with a different module.
- Anyuser/student can work doing "real time" control/visualisation.
- The manager/teacher can see in his computer what any user/student is doing in any module.
- Continuous communication between the manager and all the users/students connected.
- The ESN System is MODULAR, OPEN and EXPANDIBLE.
- The system is supplied with "all necessary accessories", computers ... etc.
- The system has its own manual.

Page 77 www.edbon.com

SUMMARY GROUP OF ELEMENTS INCLUDED IN THE SYSTEM

The system includes the following group of elements:

1) Modules with SCADA:

- . Unitary Process Modules (UPM).
- · Electronic Interface (EI) for getting the sensors (parameters) signals.
- Data Acquisition Board (DAB), getting data at 250 KS/second (kilo samples per second).
- Software
- One software for understanding the module with the computer through the electronic interface.
- One software for understanding the module with the computer through the DAS (data acquisition board).
- One software to manage and manipulate the data you to get from UPM.

All the three we name 'software'.

IMPORTANTI: Detailed specifications in any reference EDIBON module.

2) Computers (PC):

Any computer in the market can be used.

Any UPM in the ESN system requires a computer.

3) Modules Adaptation (MA):

All the computer controlled modules (one per unitary process) require some modifications in the El (electronic interface) in order to allow manipulating and managing all the signals given by the sensors. Each module uses more or less different number of sensors, depending of the parameters involved in the process and we are interested to measure.

4) Software Adaptation (SA):

All the computer controlled modules requires its complexs of two readaptation in order to be connected to the other parts of the ESN.

This software will allow, among others, the module to be controlled separately.

5) Webcam (WC):

Any unit will have a web cam in order to see, in the user/student computer, how is working.

The webcam delivers clear, colorful images and compatibility with major video calling applications. It uses a VGA sensor (640 x 480 pixels) to provide solid image quality, including 1.3-megapixel (software enhanced) photos. The webcam allows you to easily capture, e-mail and upload video or photos with a single click; universal monitor clip/base which installs securely on LCD monitors and ultraffin notebooks, or can be used on flat surfaces. Plus, it's compatible with all leading instant messaging applications.

6) Manager/Instructor Software (MIS):

- This MIS or teacher software will allow to handle all the signals coming from all sensors of all (UPU), in order to suit to the users/students computers working with any particular module (UPM).
- elt will allow the users/students organisation and managing by the manager/teacher.
- oft will allow to managing the users/students passwords and how to work and to use the ESN.
- *It will allow to get "access" to the (UPM) and its UPM Software.
- *It will allow the interconnection, at any time, between the Manager and User for:
- Receiving the manager questions from the user.
- Guiding the user for using the UPM, PC, MA, SA and WC.
- Asking questions, technical otheoretical, related with any module, as: module itself, module operation, module results, etc.
- Evaluating the user, in real time aduring the complete process, in order to know the level of understanding.
- "Chat" between manager and user at any time.
- Sending and receiving results and files at anytime between the manager and user, and vice-versa.

7) User/Student Software (US):

•This software package will allow the user to handle all the signals coming from UPM, PC, MA, SA, but with the limitations decided by the manager and its MIS, in order to give the user (student) the proper and adequate information for a better knowledge and proper understanding.

- *it will include the 'password access'.
- •To ask the manager the module (UPM) he will work with.
- •To see any unit working but with previous manager acceptance.
- •To work and control any UPM, with previous manager acceptance.
- •To chat with the manager.
- •To send the files and questions to the manager, in real time.

8) Classroom accessories and complements:

- Projector.
- •Red Extra Plane Laser Pointer.
- Tripod Projection Screen.
- •Shelf.

Page 78 www.edbon.com

66. Anexo 66: Modular Power System Simulator MPSS



Modular Power System Simulator



GENERAL DESCRIPTION -

The "MPSS" is a modular Power System Simulator specially designed for Technicians at Technical and Vocational level. The simulator will include the main parts of a Power System as:

- Generation.
- Transformation.
- Transport.
- Distribution.
- Consumption.

It will include important and key elements that play a very important roll in a Power System control and protection, as:

- Automatic voltage regulator.
- All the main protection relays involved.
- Automatic frequency control.
- Automatic and Manual synchronization.

The simulator includes the following modules:

- EGMG/P. Generation Group.
- AVR/P. Automatic Voltage Regulator.
- WCA/MP. AC Motors Speed Controller.
- TRANS/3A. Step-up Transformer.
- TRANS/3B. Step-down Transformer.
- AE1 . Transmission Lines Simulation Unit.
- AE1 1. Energy Consumption Module.
- BUS01. Busbar model 1 (Generation).
- BUS02. Busbar model 2 (Transport).
- BUS05. Busbar model 5 (Transport).

- BUS03. Busbar model 3 (Coupling).
- BUS04. Busbar model 4 (Consumption).
- AU01. Power Supply.
- IND05. Synchronims Module.
- INX20/P. Generator Protection Module.
- ERP-PGC. Generators Protection and Control Device Unit.
- ERP-PD. Distance Protection Relay Unit.
- ERP-PDF. Differential Protection Relay Unit.
- ERP-MF. Fault Injection Module.











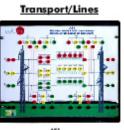


EGMG/P. Generation Group



TRANS/3A. Step-up Transforme

TRANS/38. Step-down Transfor





AE11. Energy Consumption Module



AVR/P. Automatic Voltage Regulator WCA/MP. AC Motors Speed Controller

Busbars



Control and Protections



ERP-PGC. Generators Protection and Control Device Unit ERP-PD. Distance Protection Relay Unit ERP-PDE Differential Protection Relay Unit

Faults



BRP-MF. Fault Injection Module

Page 2 www.edibon.com

ALI01. Power Supply



SPECIFICATIONS -

This module has the followings elements:

One three-phase power supply output connector.

One three-phase power supply output with red, yellow and green connectors.

Two single-phase powersupply output.

One single-phase standard type powersupply output.

Ground terminal.

One security key.

One emergency stop switch.

Module state indicators.

A removable key 6 with two positions (ON and OFF) acts as main switch.

EGMG/P. Generation Group



SPECIFICATIONS .

- This group has the followings elements:

 1. One three-phase AC squirrel cage induction motor acting as generation prime mover.

One three-phase Synchronous generator with DC field excitation.
 The induction motor is controlled from the WCA/MP. AC Motors Speed Controller.

INX20/P. Generator Protection Module



SPECIFICATIONS .

Page 3

VVCA/MP AC Motors Speed Controller



SPECIFICATIONS =

The WCA/MP is an AC motor speed regulator.

The numerous inputs and outputs allow you to use the WCA/MP for power supply standard asynchronous ac motor for simulation of prime mover of generation system.

Each part of the WCA/MP is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

Elements of the AVR/P:

Ground protection connector.

Three-Phase power output supply connectors.

Control enable/disable switch.

Remote/Local mode switch.

Local control set-point slider.

Input/OutputERP-PGC signal connector.

Input/OutputAVR signal connector.

Power supply Switch.

The capacity range of WCA/MP is for 3 ph 400 V supply from 0.4 kW to 7 kW. The overload capacity of WCA/MP is 150% for 1 min and 200% for 3s (in High Duty mode). The inverters with capacities of 5.5 kW and above can be used in dual rating; this means that the same inverter can be used for next higher capacity (in Low Duty mode). For example a 5.5 kW inverter can be used for a 7.5 kW motor; in this case the overload is 120% for 1 min. The braking transistor is included as standard. The braking resistor is included as standard up to 7.5 kW units.

The main features of VVCA/MP are:

Safety enables input (compliant to EN954-1 category 3).

Built-in EMC filter for all capacities (compliant to EN 61800-3, category C3).

Sensorless vector control mode (100% torque at 0 Hz).

Advanced PID functions (dancer control).

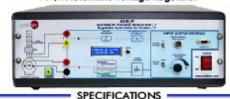
Brake control function.

Logic gates for logic combination of input and output functions and delay timer (10steps). Positioning function (when encoder option is used).

3 slots for 3 different options at the same time (encoder, fieldbus, I/O expansion).

Removable control terminals (cage clamp type).

AVR/P. Automatic Voltage Regulator



The AVR/P is an Automatic Voltage Regulator that works in conjunction with the ERP-PGC. Generators Protection and Control Device Unit.

The numerous inputs and outputs allowyou to use the AVR/P for voltage, reactive power and power factor regulation of generation system.

Each part of the AVR/P is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

Elements of the AVR/P:

Ground protection connector.

Generator output voltage measurement connectors.

Generator Field excitation output supply connectors.

Voltage Control enable/disable switch.

Remote/Local mode switch.

Input/Output signal connector.

Local control set-point slider.

Serial Port connector (Software HMI is optional product).

Power supply Switch.

The AVR/P is an automatic voltage regulator of the latest design for synchronous generators and synchronous motors. The unit contains the most advanced microprocessor technology together with IGBT semiconductor technology (Insulated Gate Bipolar Transistor).

This advanced-design automatic voltage regulator is used for the excitation of indirectly excited synchronous machines. This unit is only suitable for this one area of application.

The regulator can also be switched over to function as a reactive power, power factor and field current regulator.

Page 4 www.edibon.com

TRANS/3A. Step-up Transformer



SPECIFICATIONS .

Three-phase power transformer with group connection YyN0, 400/400V, 2kVA, 50-60Hz. This unit simulates the STEP-UP transformer located in the transmission substation.

TRANS/3B. Step-down Transformer



SPECIFICATIONS =

Three-phase power transformer with group connection YyN0, 400/230V, 2kVA, 50-60Hz. This unit simulates the STEP-DOWN transformer located in the distribution substation.

IND05. Synchronims Module



SPECIFICATIONS -

This module has the followings elements: Phase Synchronization Lamps. Phase RST sequences test connectors.

Page 5 www.edibon.com

Busbars











BUSO1. Busbar model 1 (Generation)

BUS02. Busbar model 2 (Transport)

BUSO5. Busbar model 5 (Transport)

BUS03. Busbar model 3 (Coupling)

BUS04. Busbar model 4 (Consumption)

- SPECIFICATIONS -

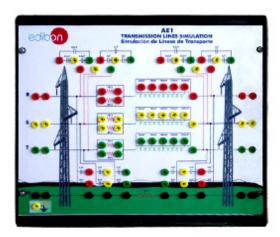
The finality of these modules is to represent the generation, transmission, distribution and subtransmission substations busbas and it included the main commutation elements as power circuit breaker, isolating switches, double busbar. With the aid of these modules is possible to coupling or decoupling all necessary elements of the power system simulator.

Basically the busbars modules have similar elements, as:

- Input/Outputs double Bus Bar power connectors.
- Single-phase powersupply input.
- 89L-1 and 89L-2 isolators open/close selectors.
- 52L circuitbreaker open/close selector.
- 89L-3 isolator open/close selector.
- Manual/Remote operation enable switch.
- Input/Output signals control connector.

Page 6 www.adibon.com

AE1. Transmission Lines Simulation Unit



SPECIFICATIONS -

This unit represents basic concepts of the Electric Energy high-voltage three-phase transmission lines operation. It simulates a value modifying concentrated parameter line that allows different configurations and consists on three conductorline (R, S, T) and a Neutral or return line (N).

Each of the phases is represented, following the concentrated parameters theoretical model, through a resistance series association and inductance, along with a parallel association between each one of them in a capacitance effect.

A way to reduce the earth short circuit current is to have impedance in the neutral-to-ground connections. This impedance has no repercussion in the normal functioning of the network but they introduce a repercussion in the increase of $3x Z_a$ (impedance on the zero sequence component), which reduces the short circuit current.

The return line is simulated through small value impedance that has a resistive-indicative characteristic. To simplify the effect, being a despicable inductance, it will be simulated with a pure 10 D resistance.

The phases have two terminals at the input and two at the output, and they are connected at the interior. Through one of them the module will be supplied. Through the last one the natural circuit will continue to the load module, the bar module, the transformer, etc. The two terminals left en every phase is left for assembly of protection relay or other parallel configurations.

The supply of this unit will be done through line terminals (R, S, and T) and the neutral (N) through a 400V three-phase supply and it will be controlled by an interrupter-circuit breaker of 4 poles placed between the supply and the lines module.

In the phases we can distinguish different resistance and inductance values, being able to simulate different length transport lines.

The resistive part is formed by two resistance values of 15Ω and 33Ω , with the possibility of making parallel-series connections between them, obtaining two additions resistive values of 10.31Ω and 48Ω .

The inductive part consists on a multistage coil of despicable resistance. In which it is possible to choose one of the following values:

33 mH, 78 mH, 140 mH, 193 mH, 236 mH

The capacitive part will be divided into capacitance between conductors and capacitance between line and ground.

The capacitance between conductors is simulated with a pair of capacitors at the beginning and at the end of the line with different values: 0.5 F and I µF for each conductor.

The capacitance between conductor and ground is 14 F and 24 F, also at the beginning and at the end of the line.

With all this values it is possible to simulate a great number of line configurations, beginning with different line distances with different types of conductor, through the unbalanced lines with different conductors groups (Simplex, Duplex, Triplex and Cuadruplex). At the same time it is possible to simulate transient state with different short-circuits injection using a fault injection module.

The unit is protected with a grounding connection that comes from the metallic coging and that is accessible through a terminal in the front of the module.

Page 7 www.edibon.com

AE11. Energy Consumption Module



- SPECIFICATIONS -

With this module is possible to simulate any proper consumption in the power system or we can test any element of the power system separately under differentload conditions.

It has differentiated part on resistive, inductive and capacitive zones and it allows all types of combinations between them, so we can simulate pure resistive, inductive and capacitive load as well as different series-parallel combination of them.

Metallicbox.

Diagram in the front panel.

Variable resistive loads: $3 \times [150 \Omega (500 \text{ W})]$.

Fixed resistive loads: $3 \times [150\Omega (500 \text{ W}) + 150\Omega (500 \text{ W})]$.

Inductive loads: $6 \times [0, 33, 78, 140, 193, 236 \text{ mH}]. (2 \text{ A Max.}).$ Capacitive loads: $3 \times [3 \times 3.5 \mu\text{F}] + 3 \times [3 \times 7 \mu\text{F}] + 3 \times [3 \times 14 \mu\text{F}].$

Ground connector.

Page 8 www.edibon.com

ERP-PGC. Generators Protection and Control Device Unit



SPECIFICATIONS -

The ERP-PGC is a control unit for engine-generator simulator system.

The numerous inputs and outputs, along with a modular software structure, allow you to use the ERP-PGC for a wide range of applications with only a single part number. This includes stand-by, AMF (automatic mains failure), peaks having, import-export or distributed generation, among others.

Also the ERP-PGC is compatible for island, island parallel, mains parallel and multiple unit mains parallel operations. Each part of the ERP-PGC is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

All the adjustments are executed with the management software from a PC.

Elements of the ERP-PGC:

Power input/output connectors.

Multifunction control and protection device.

Generator group control inputs and outputs connector.

Generator rotor to ground protection Relay.

Isolated operation connector(52GT state and 52G trip command).

Functions:

Prime mover control.

Engine, mains and generator protection.

Engine data measurement:

Oil pressure and temperature, coolant temperature, battery voltage, speed, service hours, etc.

Generator and mains data measurement:

Voltage, current, power, kVar, kW, kWh, etc.

Load/Var sharing for up to 32 participants.

Load-dependent start/stop.

Automatic, Manual, and Stop operating modes.

Application modes:

- 1.NoCB (Circuit Breaker) operation.
- 2. Open GCB (Generator Circuit Breaker).
- 3.Open/close GCB.
- 4. Open/close GCB/MCB (Generator CB/Main Circuit Breaker).

Logics Manager for processing measured values, discrete inputs, and internal states.

Engine starter sequencing.

Alarm display with circuit breaker trip and engine shutdown.

AMF (automatic mains failure) standby genset control, with automatic engine start on mains failure detection and open transition breaker control.

Critical mode operation.

Synchronizing (phase matching and slip frequency) and mains parallel operation.

External frequency, voltage, power, and power factor set point control via analogue input or interface.

FIFO (First I nput First Output) event history with 300 entries.

ECU data visualization via J1939.

CAN bus communication to engine controllers, plant management systems, expansion boards, and Toolkit configuration and visualization software.

RS-485 Modbus communication with plant management systems.

RS-232 Modbus communication with plant management systems.

Page 9 www.edibon.com

ERP-PD. Distance Protection Relay Unit



SPECIFICATIONS =

The ERP-PD is a transmission line protection device.

The numerous inputs and outputs, along with a modular software structure, allow you to use the ERP-PD for study and analyze the performance of different transmission line protection system.

Each part of the ERP-PD is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

All the adjustments are executed with the management software from a PC.

Elements of the ERP-PD:

Power input/output connectors.

Protection device.

Outputs connector for trip command.

Functions:

Protection: Optimize line protection with a system of sensitive, secure, and dependable three-pole trip relay elements.

Monitoring: Simplify faultand system disturbance analyses with event reports and Sequential Events Recorder.

Fault Locator: Isolate line problems, and restore service faster.

Automation.

Remote communications capabilities and elimination of external control elements.

ERP-PDF. Differential Protection Relay Unit



SPECIFICATIONS -

The ERP-PDF is a differential protection device.

The numerous inputs and outputs, along with a modular software structure, allow you to use the ERP-PDF for study and analyze the performance of different differential protection system.

Each part of the ERP-PDF is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification. All the adjustments are executed with the management software from a PC.

Elements of the ERP-PDF:

Power input/output connectors.

Protection device.

Outputs connector for trip command.

Functions

It provides current differential protection plus two complete groups of overcurrent elements in one compact package. The relay measures high-and low-side currents, differential operate and restraint quantities, as well as second and fifth harmonics of the applied currents. The unit provides two opto isolated inputs, four programmable output contacts, and one alarm output contact.

This relay can protect two-winding power transformers, reactors, generators, large motors, and other two-terminal power apparatus. The relay

This relay can protect two-winding power transformers, reactors, generators, large motors, and other two-terminal power apparatus. The relay settings permit you to use we or delta connected high- and low-side current transformers. The relay compensates for various equipment and CT connections to derive appropriate differential operating quartifies.

The ERP-PDF provides three differential elements with dual slope characteristics. The second slope provides security against CT saturation for heavy through faults.

Page 10 www.edibon.com

ERP-MF. Fault Injection Module



SPECIFICATIONS -

The fault injection module have the possibility to inject different kind of short-circuits, in any point of the power system simulator including line module, directly or through a pure resistive element.

Employing this element we can analyze line performance during transients tate as well as analyze the line protection elements functionality.

The short-circuit injection possibility are:

Three-pole short-circuit.

Two-pole short-circuit.

Two-pole-ground short-circuit.

Single-pole-ground short-circuit.

Some Practical Possibilities:

- Power System Simulator Components recognition and operation introduction.
- Study of generation unit feeding isolated resistive loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- Study of generation unit feeding isolated inductive loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- 4.- Study of generation unit feeding isolated capacitive loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- Study of generation unit feeding isolated mixed loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- Study of generation unit feeding isolated unbalanced resistive loads through a transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- 7.- Study of unit feeding isolated resistive loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- Study of unit feeding isolated inductive loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- Study of unit feeding isolated capacitive loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- 10.-Study of unit feeding isolated mixed RLC loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- 11.-Study of generation unit feeding isolated unbalanced resistive loads through a transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbar.
- 12.- Study of generator armature reaction when feeding isolated resistive loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- 13.- Study of generator armature reaction when feeding isolated inductive loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.

- 14.- Study of generator armature reaction when feeding isolated capacitive loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- 15.- Study of generator armature reaction when feeding isolated mixed RCL loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- Study of generator armature reaction when feeding isolated unbalanced loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- 17.- Study of generation unit connected to the network through different transmission lines, operating at constant active power and variable field current.
- 18.- Study of generation unit connected to the network through different transmission lines, operating at variable active power and constant field current.
- 19.- Calculation of the line parameters.
- 20.- No laad transmission line operation and voltage regulation.
- Pure resistive load transmission line operation and voltage regulation.
- Pure inductive load transmission line operation and voltage regulation.
- Pure capacitive load transmission line operation and voltage regulation.
- 24.- Mixed R-L load transmission line operation and voltage regulation.
- Mixed R-C load transmission line operation and voltage regulation.
- Mixed L-C load transmission line operation and voltage regulation.
- Mixed R-L-C load transmission line operation and voltage regulation.
- Unbalanced load transmission line operation and voltage regulation.
- 29.- Verification of generator rotor to ground protection functionality.
- 30.- Verification of differential protection functionality.
- 31.- Verification of line distance protection functionality.

* Specifications subject to change without previous notice, due to the convenience of improvements of the product.



C/Del Agua, 14. Polígono Industria I San José de Valderas. 28918 LEGANÉS, (Modrid), SPAIN. Phone: 34-91-6199363 FAX: 34-91-6198647 E-mail: adibon@edibon.com WEB site: www.edibon.com

Issue: ED03/10 Date: December/2010

REPRESENTATIVE:

67. Anexo 67: Modular Power System Simulator with Scada Control System **MPSSC**



Modular Power System Simulator with SCADA Control System





GENERAL DESCRIPTION -

The "MPSSC" is a modular Power System Simulator with SCADA Control System, specially designed for Technicians at Technical and Vocational

The simulator will include the main parts of a Power System as:

- Generation.
- Transformation.
- Transport.
- Distribution.

It will include important and key elements that play a very important roll in a Power System control and protection, as:

- Automatic voltage regulator.
- All the main protection relays involved.
- Automatic frequency control.
- Automatic and Manual synchronization.

The simulator includes the following modules:

- SCADA Control System.
- EGMG/P. Generation Group.
- AVR/P. Automatic Voltage Regulator.
- WCA/MP. AC Motors Speed Controller.
- TRANS/3A. Step-up Transformer.
- TRANS/3B. Step-down Transformer. - AE1 . Transmission Lines Simulation Unit.
- AEI 1. Energy Consumption Module.
- BUS01. Busbar model 1 (Generation).
- BUS02. Busbar model 2 (Transport).

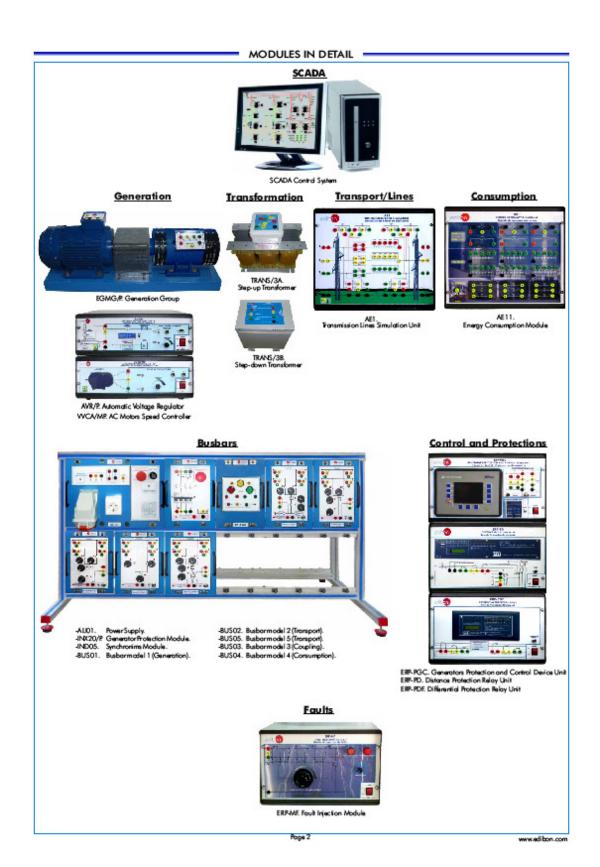
- BUS05. Busbar model 5 (Transport). - BUS03. Busbar model 3 (Coupling).
- BUS04. Busbar model 4 (Consumption).
- ALIO 1. Power Supply.
- IND05. Synchronims Module.
- INX20/P. Generator Protection Module.
- ERP-PGC. Generators Protection and Control Device Unit.
- ERP-PD. Distance Protection Relay Unit.
- ERP-PDF. Differential Protection Relay Unit.
- ERP-MF. Fault Injection Module.



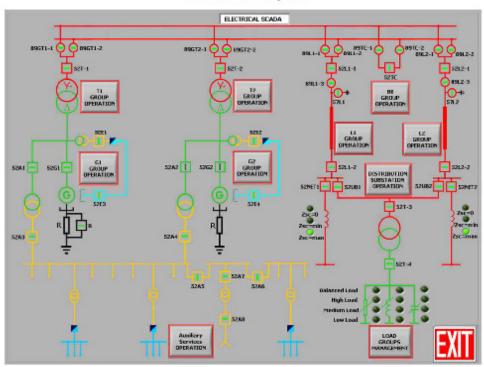








SCADA Control System



SPECIFICATIONS .

SCADA is an industry-standard supervisory control and data acquisition (SCADA) software for realistic experience of power system control.

For use with MPSSC Simulator to increase students' understanding of power systems.

It can connect to multiple generation systems for remote control and supervision of local generation and distributed generation.

It includes alarms and logs data for detailed analysis of MPSSC during stable and transient operation.

It communicates with programmable logic controllers (PLCs), numerical protection relays, automatic voltage regulators and prime-mover simulation device of the Power System Simulator to control and collect information from the power system.

Includes high performance computer with integrated communication interface to exchange information with all devices.

Remotely controls the generator and prime-mover of the MPSSC Simulator in different <u>power system operation control methods</u> (frequency control, voltage control, active power control, reactive power control, power factor control, generators load exchange).

The SCADA connects to MPSSC to train students in supervision and control of power systems.

The package includes industrial-standard SCAD Asoftware, a computer, colour printer and communications hardware.

EDIBON supplies the software already installed on the computer. The software does several jobs, including remote control and data display and logging. It includes programs written by EDIBON to match experiments which students have done directly with the MPSSC Simulator. The software's on-screen display or 'user interface' shows real-time data and mimics the circuit-breakes (opening and closing). It also mimics the adjustment of the loads and any faults applied by the user. Other screens give details about the settings and data collected at each protection relay or instrument on the simulator.

Students select the correct screen for the experiment they want to perform. They then use the computer to close circuit-breakers, set and adjust any loads and connect the grid supply (or start the generator) by mean of touch screens, in others words, they configure the topology of the Simulator.

The generators synchronization can be performed in manual and automatic mode with the help of SCADA.

Students can use the software to log data from the simulator and analyse it, compare conditions before and after faults, and see the effects of faults. They can use this information to predict power system problems and change the power system protection to prevent future problems.

The software includes the experiments already given with the MPSSC Simulator.

confiue...

ge 3 www.edibon.com

SPECIFICATIONS =

The experiments include:

- Generator characteristics and performance.
- Transformers
- Transmission, distribution and consumption.
- Power system protection.
- Power system operation and control in different modes.
- Power flow control.
- etc

SCADA allows the control and supervision of the operations related to the generation, transformation, transmission and distribution of the electrical energy made by the MPSSC Simulator.

Through a sophisticated human-machine interface, executed in a computer, it is possible to monitor and control a lot of events and alarms as well as analyse, display and control the information acquired from all Programmable Logic Controllers (PLCs), Automatic Voltage Regulators (AVRs), protection relays and prime mover simulation device.

SCADA system is connected to the PLCs communication networks, protection relays and the rest of the units of the MPSSC Simulator, allowing the data acquisition and control in real time from all the elements of the MPSSC Simulator. The acquired data are stored for their future analysis or they are directly sent to screens connected to the computer as a visual information.

The objective of the SCADA developed architecture is centralising and automating all the control tasks, monitoring, protection and data acquisition of the MPSSC Simulator is operated similar to local or central load dispatch center of Real Electrical Power System.

The equipments connected to the SCADA I make one or some of the following functions:

- Respond to the commands of the control computer, in order to close or open all the circuit breaker contacts, power isolator and the rest
 of the equipments that conform the topology of the Power System Simulator.
- 2.- Transmit to SCADA the ON/OFF state of the electrical equipment that conform the Simulated Electrical Power System.
- Vary all the set points of the controlled parameters, for example, the frequency control, active power, reactive power, power factor and voltage control set point.
- 4.- Measurement and management of all the acquired electrical parameters in different nodes and points of the simulated power system.
- 5.- Protection of the electrical circuits and the equipments that conform the MPSSC Simulator.

SCADA allows making a control, supervision and data acquisition in a centralised and remote way, simulating a central generation dispatch center.

With help of SCADA, students can observe the real time state of the electrical equipment of the MPSSC by means of graphical and state screens.

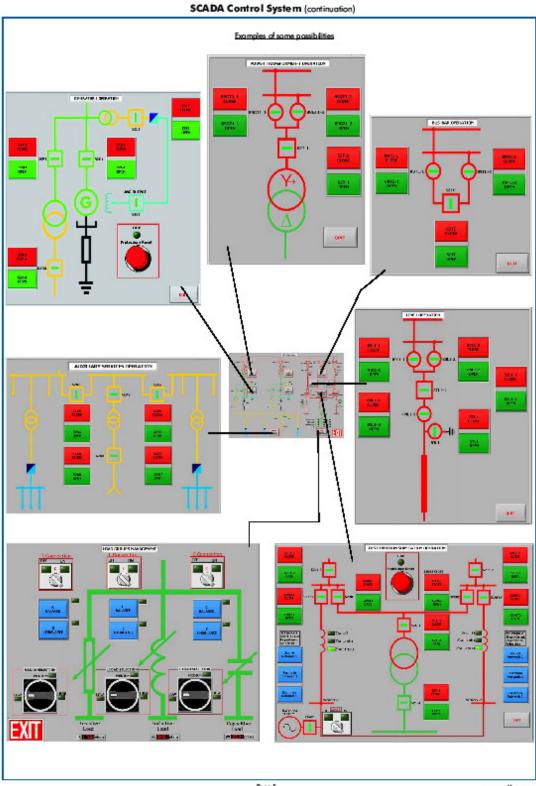
With SCADA, the operator of the electrical power system can monitor its state and consequently, it can act and make decisions about how to operate in different conditions. For example, when there is a sound or visual alarm, the operator can see what is happening in a SCADA screen, because the monitoring system includes an alarm sequences and events list of all the equipment operation, recordered throughout the practice period and can done, reports about a determined operation or about the complete practice.

Another SCADA facility is that it allows visualise in a central way all the instrumentation of the MPSSC. Simulator through several screens with digital and analogical virtual instruments.

In the MPSSC. Simulator, several multifunctional and numeric protection relays are used, because the study of the electrical protections is an essential point for a electrical power system.

The protection relays include measurement, communication and programmable logic possibilities to done functions of monitories and control of the equipment that are protecting. Thanks to these facilities, the protection functions are incorporated and managed from SCADA, making the teaching of this subject easier in a automated and centralised way, because the students can communicate with each protection relay and managed itremotely.

oge 4 www.adibon.com



toge 5 www.edbon.com

ALI01. Power Supply



SPECIFICATIONS -

This module has the followings elements:

One three-phase power supply output connector.

One three-phase power supply output with red, yellow and green connectors.

Two single-phase powersupply output.

One single-phase standard type powersupply output.

Ground terminal.

One security key.

One emergency stop switch.

Module state indicators.

A removable key 6 with two positions (ON and OFF) acts as main switch.

EGMG/P. Generation Group



SPECIFICATIONS .

- This group has the followings elements:

 1. One three-phase AC squirrel cage induction motor acting as generation prime mover.

One three-phase Synchronous generator with DC field excitation.
 The induction motor is controlled from the WCA/MP, AC Motors Speed Controller.

INX20/P. Generator Protection Module



SPECIFICATIONS .

Page 6

VVCA/MP AC Motors Speed Controller



SPECIFICATIONS =

The WCA/MP is an AC motor speed regulator.

The numerous inputs and outputs allow you to use the WCA/MP for power supply standard asynchronous ac motor for simulation of prime mover of generation system.

Each part of the WCA/MP is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

Elements of the AVR/P:

Ground protection connector.

Three-Phase power output supply connectors.

Control enable/disable switch.

Remote/Local mode switch.

Local control set-point slider.

Input/OutputERP-PGC signal connector.

Input/OutputAVR signal connector.

Power supply Switch.

The capacity range of WCA/MP is for 3 ph 400 V supply from 0.4 kW to 7 kW. The overload capacity of WCA/MP is 150% for 1 min and 200% for 3s (in High Duty mode). The inverters with capacities of 5.5 kW and above can be used in dual rating; this means that the same inverter can be used for next higher capacity (in Low Duty mode). For example a 5.5 kW inverter can be used for a 7.5 kW motor; in this case the overload is 120% for 1 min. The braking transistor is included as standard. The braking resistor is included as standard up to 7.5 kW units.

The main features of WCA/MP are:

Safety enables input (compliant to EN954-1 category 3).

Built-in EMC filter for all capacities (compliant to EN 61800-3, category C3).

Sensorless vector control mode (100% torque at 0 Hz).

Advanced PID functions (dancer control).

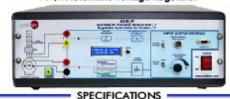
Brake control function.

Logic gates for logic combination of input and output functions and delay timer (10steps). Positioning function (when encoder option is used).

3 slots for 3 different options at the same time (encoder, fieldbus, I/O expansion).

Removable control terminals (cage clamp type).

AVR/P. Automatic Voltage Regulator



The AVR/P is an Automatic Voltage Regulator that works in conjunction with the ERP-PGC. Generators Protection and Control Device Unit.

The numerous inputs and outputs allowyou to use the AVR/P for voltage, reactive power and power factor regulation of generation system.

Each part of the AVR/P is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

Elements of the AVR/P:

Ground protection connector.

Generator output voltage measurement connectors.

Generator Field excitation output supply connectors.

Voltage Control enable/disable switch.

Remote/Local mode switch.

Input/Output signal connector.

Local control set-point slider.

Serial Port connector (Software HMI is optional product).

Power supply Switch.

The AVR/P is an automatic voltage regulator of the latest design for synchronous generators and synchronous motors. The unit contains the most advanced microprocessor technology together with IGBT semiconductor technology (Insulated Gate Bipolar Transistor).

This advanced-design automatic voltage regulator is used for the excitation of indirectly excited synchronous machines. This unit is only suitable for this one area of application.

The regulator can also be switched over to function as a reactive power, power factor and field current regulator.

Page 7

www.edibon.com

TRANS/3A. Step-up Transformer



SPECIFICATIONS =

Three-phase power transformer with group connection YyN0, 400/400V, 2kVA, 50-60Hz. This unit simulates the STEP-UP transformer located in the transmission substation.

TRANS/3B. Step-down Transformer



SPECIFICATIONS =

Three-phase power transformer with group connection YyN0, 400/230V, 2kVA, 50-60Hz. This unit simulates the STEP-DOWN transformer located in the distribution substation.

IND05. Synchronims Module



SPECIFICATIONS -

This module has the followings elements: Phase Synchronization Lamps. Phase RST sequences test connectors.

Page 8 www.edibon.com

Busbars











BUS01. Busbar model 1 (Generation)

BUS02. Busbar model 2 (Transport)

BUSO5. Busbar model 5 (Transport)

BUS03. Busbar model 3 (Coupling)

BUS04. Busbar model 4 (Consumption)

- SPECIFICATIONS -

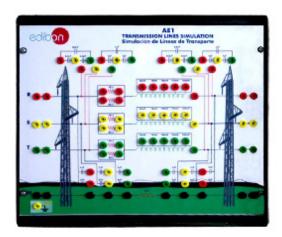
The finality of these modules is to represent the generation, transmission, distribution and subtransmission substations busbas and it included the main commutation elements as power circuit breaker, isolating switches, double busbar. With the aid of these modules is possible to coupling or decoupling all necessary elements of the power system simulator.

Basically the busbars modules have similar elements, as:

- Input/Outputs double Bus Bar power connectors.
- Single-phase powersupply input.
- 89L-1 and 89L-2 isolators open/close selectors.
- 52L circuitbreaker open/close selector.
- 89L-3 isolator open/close selector.
- Manual/Remote operation enable switch.
- Input/Output signals control connector.

Page 9 www.edibon.com

AE1. Transmission Lines Simulation Unit



SPECIFICATIONS -

This unit represents basic concepts of the Electric Energy high-voltage three-phase transmission lines operation. It simulates a value modifying concentrated parameter line that allows different configurations and consists on three conductorline (R, S, T) and a Neutral or return line (N).

Each of the phases is represented, following the concentrated parameters theoretical model, through a resistance series association and inductance, along with a parallel association between each one of them in a capacitance effect.

A way to reduce the earth short circuit current is to have impedance in the neutral-to-ground connections. This impedance has no repercussion in the normal functioning of the network but they introduce a repercussion in the increase of $3x Z_*$ (impedance on the zero sequence component), which reduces the short circuit current.

The return line is simulated through small value impedance that has a resistive-indicative characteristic. To simplify the effect, being a despicable inductance, it will be simulated with a pure 10 D resistance.

The phases have two terminals at the input and two at the output, and they are connected at the interior. Through one of them the module will be supplied. Through the last one the natural circuit will continue to the load module, the bar module, the transformer, etc. The two terminals left en every phase is left for assembly of protection relay or other parallel configurations.

The supply of this unit will be done through line terminals (R, S, and T) and the neutral (N) through a 400V three-phase supply and it will be controlled by an interrupter-circuit breaker of 4 poles placed between the supply and the lines module.

In the phases we can distinguish different resistance and inductance values, being able to simulate different length transport lines.

The resistive part is formed by two resistance values of 15Ω and 33Ω , with the possibility of making parallel-series connections between them, obtaining two additions resistive values of 10.31Ω and 48Ω .

The inductive part consists on a multistage coil of despicable resistance. In which it is possible to choose one of the following values:

33 mH, 78 mH, 140 mH, 193 mH, 236 mH

The capacitive part will be divided into capacitance between conductors and capacitance between line and ground.

The capacitance between conductors is simulated with a pair of capacitors at the beginning and at the end of the line with different values: 0.5 F and I µF for each conductor.

The capacitance between conductor and ground is 14 F and 24 F, also at the beginning and at the end of the line.

With all this values it is possible to simulate a great number of line configurations, beginning with different line distances with different types of conductor, through the unbalanced lines with different conductors groups (Simplex, Duplex, Triplex and Cuadruplex). At the same time it is possible to simulate transient state with different short-circuits injection using a fault injection module.

The unit is protected with a grounding connection that comes from the metallic coging and that is accessible through a terminal in the front of the module.

Page 10 www.edibon.com

AE11. Energy Consumption Module



- SPECIFICATIONS -

With this module is possible to simulate any proper consumption in the power system or we can test any element of the power system separately under differentload conditions.

It has differentiated part on resistive, inductive and capacitive zones and it allows all types of combinations between them, so we can simulate pure resistive, inductive and capacitive load as well as different series-parallel combination of them.

Metallicbox.

Diagram in the front panel.

Variable resistive loads: $3 \times [150 \Omega (500 \text{ W})]$.

Fixed resistive loads: $3 \times [150\Omega (500 \text{ W}) + 150\Omega (500 \text{ W})]$.

Inductive loads: $6 \times [0, 33, 78, 140, 193, 236 \text{ mH}]. (2 \text{ A Max.}).$ Capacitive loads: $3 \times [3 \times 3.5 \mu\text{F}] + 3 \times [3 \times 7 \mu\text{F}] + 3 \times [3 \times 14 \mu\text{F}].$

Ground connector.

Page 11 www.edibon.com

ERP-PGC. Generators Protection and Control Device Unit



SPECIFICATIONS -

The ERP-PGC is a control unit for engine-generator simulator system.

The numerous inputs and outputs, along with a modular software structure, allow you to use the ERP-PGC for a wide range of applications with only a single part number. This includes stand-by, AMF (automatic mains failure), peaks having, import-export or distributed generation, among others.

Also the ERP-PGC is compatible for island, island parallel, mains parallel and multiple unit mains parallel operations. Each part of the ERP-PGC is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

All the adjustments are executed with the management software from a PC.

Elements of the ERP-PGC:

Power input/output connectors.

Multifunction control and protection device.

Generator group control inputs and outputs connector.

Generator rotor to ground protection Relay.

Isolated operation connector(52GT state and 52G trip command).

Functions:

Prime mover control.

Engine, mains and generator protection.

Engine data measurement:

Oil pressure and temperature, coolant temperature, battery voltage, speed, service hours, etc.

Generator and mains data measurement:

Voltage, current, power, kVar, kW, kWh, etc.

Load/Var sharing for up to 32 participants.

Load-dependent start/stop.

Automatic, Manual, and Stop operating modes.

Application modes:

- 1.NoCB (Circuit Breaker) operation.
- 2. Open GCB (Generator Circuit Breaker).
- 3.Open/close GCB.
- 4. Open/close GCB/MCB (Generator CB/Main Circuit Breaker).

Logics Manager for processing measured values, discrete inputs, and internal states.

Engine starter sequencing.

Alarm display with circuit breaker trip and engine shutdown.

AMF (automatic mains failure) standby genset control, with automatic engine start on mains failure detection and open transition breaker control.

Critical mode operation.

Synchronizing (phase matching and slip frequency) and mains parallel operation.

External frequency, voltage, power, and power factor set point control via analogue input or interface.

FIFO (First I nput First Output) event history with 300 entries.

ECU data visualization via J1939.

CAN bus communication to engine controllers, plant management systems, expansion boards, and Toolkit configuration and visualization software.

RS-485 Modbus communication with plant management systems.

RS-232 Modbus communication with plant management systems.

Page 12 www.edibon.com

ERP-PD. Distance Protection Relay Unit



SPECIFICATIONS =

The ERP-PD is a transmission line protection device.

The numerous inputs and outputs, along with a modular software structure, allow you to use the ERP-PD for study and analyze the performance of different transmission line protection system.

Each part of the ERP-PD is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

All the adjustments are executed with the management software from a PC.

Elements of the ERP-PD:

Power input/output connectors.

Protection device.

Outputs connector for trip command.

Functions:

Protection: Optimize line protection with a system of sensitive, secure, and dependable three-pole trip relay elements.

Monitoring: Simplify fault and system disturbance analyses with event reports and Sequential Events Recorder.

Fault Locator: Isolate line problems, and restore service faster.

Automation.

Remote communications capabilities and elimination of external control elements.

ERP-PDF. Differential Protection Relay Unit



SPECIFICATIONS -

The ERP-PDF is a differential protection device.

The numerous inputs and outputs, along with a modular software structure, allow you to use the ERP-PDF for study and analyze the performance of different differential protection system.

Each part of the ERP-PDF is correctly identified in order to facilitate the operation and fast identification.

All the adjustments are executed with the management software from a PC.

Elements of the ERP-PDF:

Power input/output connectors.

Protection device.

Outputs connector for trip command.

Functions

It provides current differential protection plus two complete groups of overcurrent elements in one compact package. The relay measures high-and low-side currents, differential operate and restraint quantities, as well as second and fifth harmonics of the applied currents. The unit provides two opto isolated inputs, four programmable output contacts, and one alarm output contact.

This relay can protect two-winding power transformers, reactors, generators, large motors, and other two-terminal power apparatus. The relay

This relay can protect two-winding power transformers, reactors, generators, large motors, and other two-terminal power apparatus. The relay settings permit you to use we or delta connected high- and low-side current transformers. The relay compensates for various equipment and CT connections to derive appropriate differential operating quartifies.

The ERP-PDF provides three differential elements with duals lope characteristics. The second slope provides security against CT saturation for heavy through faults.

Page 13 www.edibon.com

ERP-MF. Fault Injection Module



SPECIFICATIONS -

The fault injection module have the possibility to inject different kind of short-circuits, in any point of the power system simulator including line module, directly or through a pure resistive element.

Employing this element we can analyze line performance during transient state as well as analyze the line protection elements functionality.

The short-circuit injection possibility are:

Three-pole short-circuit.

Two-pole short-circuit.

Two-pole-ground short-circuit.

Single-pole-ground short-circuit.

Some Practical Possibilities:

- Power System Simulator Components recognition and operation introduction.
- Study of generation unit feeding isolated resistive loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- Study of generation unit feeding isolated inductive loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- 4.- Study of generation unit feeding isolated capacitive loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- Study of generation unit feeding isolated mixed loads through a medium transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- Study of generation unit feeding isolated unbalanced resistive loads through a transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at remote distribution substation busbar.
- Study of unit feeding isolated resistive loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- Study of unit feeding isolated inductive loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- Study of unit feeding isolated capacitive loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- 10.-Study of unit feeding isolated mixed RLC loads through transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbars.
- 11.-Study of generation unit feeding isolated unbalanced resistive loads through a transmission line with automatic frequency control and voltage adjustment at transmission substation busbar.
- 12.- Study of generator armature reaction when feeding isolated resistive loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- 13.- Study of generator armature reaction when feeding isolated inductive loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.

- 14.- Study of generator armature reaction when feeding isolated capacitive loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- 15.- Study of generator armature reaction when feeding isolated mixed RCL loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- Study of generator armature reaction when feeding isolated unbalanced loads through transmission line with automatic frequency control and without voltage control.
- 17.- Study of generation unit connected to the network through different transmission lines, operating at constant active power and variable field current.
- 18.- Study of generation unit connected to the network through different transmission lines, operating at variable active power and constant field current.
- 19.- Calculation of the line parameters.
- 20.- No laad transmission line operation and voltage regulation.
- Pure resistive load transmission line operation and voltage regulation.
- Pure inductive load transmission line operation and voltage regulation.
- Pure capacitive load transmission line operation and voltage regulation.
- 24.- Mixed R-L load transmission line operation and voltage regulation.
- Mixed R-C load transmission line operation and voltage regulation.
- Mixed L-C load transmission line operation and voltage regulation.
- Mixed R-L-C load transmission line operation and voltage regulation.
- Unbalanced load transmission line operation and voltage regulation.
- 29.- Verification of generator rotor to ground protection functionality.
- 30.- Verification of differential protection functionality.
- 31.- Verification of line distance protection functionality.

* Specifications subject to change without previous natice, due to the convenience of improvements of the product.



C/ Del Agua, 14. Polígono Industrial San Jasé de Valderas. 28918 LEGANÉS, Madrid, SPAIN. Phone: 34-91-6199363 FAX: 34-91-6198647 E-mail: adibon@edibon.com WEB site: www.adibon.com

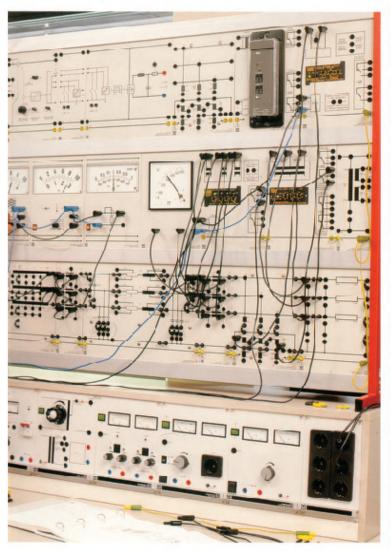
Issue: ED01/10 Date: December/2010 REPRESENTATIVE:

Page 15

68. Anexo 68: Electrical Power Engineering TPS 11



TPS 11 Electrical Power Engineering



This subject provides knowledge on electrical power engineering. In conjunction with the equipment sets corresponding to this area, it is now possible for students to become tamiliar with and investigate an "Electrical System" in the laboratory.

Initially, the required components, including their special features and capabilities, are dealt with in subsystems. Then, the mutual interaction of the individual elements is explored and in conclusion, the interaction of subsystems themselves are taken into consideration.

In order to supplement theoretical knowledge with a practical elemant inside the lab, components of electrical systems which normally operats under high voltage as, for example, a 380 kV power transmission line, have been introduced with a scale of 1:1000 for electrical quantities. This means that instead of 380 000 V, only 380 V are used in the lab. Here, special consideration has been taken to ensure that the cloetrical characteristics of real components can be measured on the models. This means that the systems operating responses are not only reallistic, but spart from high voltage features, such as coronal losses, can also be graphically demonstrated.

In order to keep in close touch with actual practice, wherever low-voltage devices are used in real electrical power systems, the same commercially-available industrial equipment is used in this system. This is of particular importance in the area of protective measures, where all of the important protective relaying mathods are demonstrated in practice using static protective relays.

This is also true for static reactive power compensation of ohmic-inductive consumers used by real industrial consumers, for example. With this system industrial equipment can be connected to models of real system components, thus permitting us to investigate the interaction of the individual components within a system.

The subject area "Electrica Power Engineering" is subdivided into the following topic areas:

TPS 11.1 Power Generation

TPS 11.2 Power Transmission and Distribution

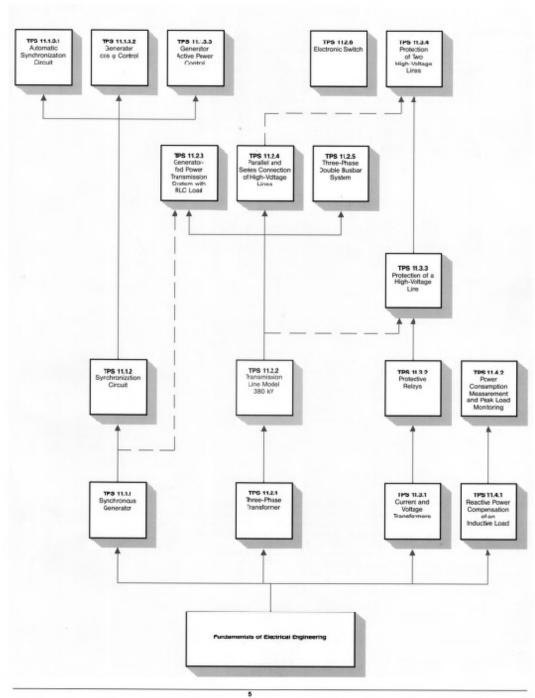
TPS 11.3 Protection of Power Engineering Systems

TPS 11.4 Energy Utilization

Trie page: Photos RWE ENEFGIE AG, Essen



Arrangement of the Equipment Sets to TPS 11





TPS 11.1 Energieerzeugung

TPS 11.1 Power Generation

Anhand eines 1-kW-Synchrongenerators mit Vollpolläufer werden Kenntnisse über die Umformung mechanischer in elektrische Energie vermittelt. Die benötigte mechanische Energie wird von einer Cleichatrom-Peadelmaschine, mit der das Drehmoment gemessen wird, zur Verfügung gestellt. Eine Synchronisation auf das Netz kann manuell oder ausomatisch mit Hilfe eines Synchronisiergerätes erfolgen. Die Wirkleistung und der ouse des auf das Netz synchronis erten Generators, läßt sich durch Verwendung der enisprechenden Experimentierplatten regeln, wodurch ein Kraftwerksbetrieb simuliert werden kann.

Using a 1 kW synchronous generator with smooth core rctor, knowledge is conveyed or the conversion of mechanical energy into electrical energy. The mechanical energy required is supplied by a DC pendulum machine, with which the torque is measured. Synchronization to the mains is carried out manually or automatically using a synchronizing device. The active power and cost of the generator synchronized to the mains can be controlled using the corresponding training panels, which are also used to simulate the operation of a power station.

TPS 11.1.1

Synchrongenerator

Grundausstattung, bestehend aus:

TPS 11.1.1

Synchronous Generator

Basic equipment set, consisting of:

73307 Synchronmaschine VP 1,0

Drehstrom-Synchronmaschine mit Vollpolläufer und Dämpferkäfig für Motor- und

Generatorbetrieb.

Nenndaten bei Motorbetrieb: Leistung: 0,8 kW

Spannung: 230/400 V Δ/Y Strom: 2.7/1.5 A

Erregerspannung: max. 220 V

Erregerstrom: max. 1,6 A Frequenz: 50 Hz

Leistungs/aktor: 1 Ausführung: 4pclig Drehzahl: 1500 min⁻¹

733 07 Synchronous Machine SC 1.0

Three-phase synchronous machine with smooth-core rotor and damper cage for motor and generator operation.

Ratings for motor operation: Power: 0.8 kW

Vcltage: 230/400 V ∆/Y

Current: 2.7/1.5 A

Excitation voltage: max. 220 V Excitation current: max. 1.6 A

Frequency: 50 Hz

Power factor: 1 Design: 4 pole Speed: '500 rpm



133 07

74502 Erregerspannungssteller Stelbare Strom-und Spannungsgeglättete

Stelbare Strom-und Spannungsgeglättete Energieversorgung zur Bereitstellung der Erregertelstung für eine Synchronmaschine de Leistungsklassen 3,1 kW,0,3 kW oder 1,0 kW.

Einstellung der Ausgangsspannung intern über Taster UP/DOWN oder extem über 4-rm-Buchsen mittels Schaltkontakte, TTL-Pegel oder 24 V DC. Die Anzege der Stellrichtung erfolgt über zwei gelba LED's. Bei asynchronem Hochlauf der Synchronmaschine ist ein Kurzschließen der Erre-

gerwicklung nicht notwendig. Ausgangsspannung U: 0...200 V

Ausgangsstrom I: max. 1,0 A
Der Ausgang ist Überlast- und Kurzschluß-

Versorgungsspannung: 230 7, 50 Hz

745 02 Excitation Voltage Controller

Acjustable power supply with smoothed current and voltage for supplying power to a synchronous machine in the power class 0.1 kW, 0.3 kW or 1.0 kW.

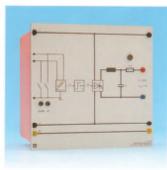
Arjustment of the output voltage can be carried out internally using the UP/DOWN pushbutton or externally via 4-mm sockets using switching contacts, TTL-level or 24 V DC. The setting direction is indicated by two vellow LED's

yellow LED's.
When the synchronous machine is run up asynchronously, it is not necessary to short clicuit the excliation winding.

Output voltage U: 0.. 200 V Output current I: max. 1.0 A

The output is overload-proof and shortcircuit-proof.

Supply voltage: 230 Y, 50 Hz



745 02



TPS 11.1.2 Synchronisierschaltung

Enginzungsausstattung zu TPS 11.1.1, bestehend aus:

TPS 11.1.2 Synchronization Circuit

Supplementary set to TPS 11..1,

745 561 Leistungsschalter-Modul

3phasiger EIN-/AUS-Schalter mit Hilfskontakt (Öffner) für Leitungsnachbildung 380 kV.

Manuell über Taster ON/OFF oder extern über Schaltkontalt, TTL-Pegel oder 24 V DC steuerbar. Der Schaltzustand wird vor LEDs angezeigt und stent zusätzlich als TTL-Pegel auf 4-mm-Duchaen zur Verfügung. Steuereingang (Schaltkontakt, TTL-Pegel, 24 V DC) für externen Ausschaltbefehl (Schutzausfösung).

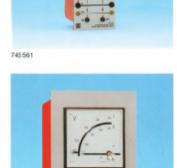
Kontaktbelastbarkeit: 400 V AC, 3 A Netzanschluß: 115/230 V, 50 Hz mit Netzanschlußkabel und Schukosrecker 745 561 Fower Circuit Breaker Module

3-phase ON/OFF switch with suxiliary contact (NC) for transmission line model 380 kV.

Can be controlled marually using ON/OFF pushbutton or externally via switching cortac; TTL level or 24 Y DC. The switching stare is indicated by LED's and is additionally available as TTL level from 4-min sockets.

Control input (switching contact, TTL level, 24 V DC) for external switch-off command (tripping on faul's).

Contact lead capacity: 400 v AC, 3 A Mans connection: 115/230 V, 50 Hz with mans connecting cable and earthing-pin plug



72725 Doppelspannungsmeßgerät

zwei voneinander unabhängige Meßwerke zur Messung der Spannungsgleichheit. Meßbereich: 2 x 0...500 V Anzeigeins'rumert: Dreheisenmeßwerk, Klasse 1,5, Frontrahmer 144 x 144 nm 72725 Double Voltmeter

Two independent meter movements for measurement of voltage equivalence. Measurement range: 2 x 0...500 V Instrument: moving iron meter, Class 1.5, Front frame 144 x 144 mm

727 25

727 27 Doppelfrequenznesser

zwoi vonoinander unabhängige Meßwerke zum Frequenzvergleich zweier Spannun-

gen. Meßbereich: 2 x 47...50...53 Hz Nennspanrung: 400 V Anzeigeinstrumert: Vibrationsmeßv

Anzeigeins/rumert: Vibrationsne@werk mit abgestimmen Stahlzungen, Klasse 0.5. Frontrahmer 144 x 144 mm 72727 Double Frequency Meter

Two independent meter movements for frequency comparison of two voltages.

Messurement range: 2 x 47..50...55 Hz

Rated voltage: 400 V

Instrument: vibration meter with tuned steel reeds,

Class 0.5, Front frame 144 x 144 mm



727 27

72728 Synchronoskop

mit Umlaufzeiger zum Phasenvergleich in Synchronisierschaltungen be Drehstrom oder Einphasen-Wechselstrom. Nennspanrung: 400 V Anzeigeine/rumert: eisenloss elektrody namisches Quotientenmeßwerk, Frontrahmen 144 x 144 mm 72728 Synchronoscope

With rotational indicator for phase comparison in synchronizing circuits with threephase or single-phase AC. Rated voltage: 400 V

Instrument: air-core, electro-dynamic quctiont movement,

Front frame: 144 x 144 mm

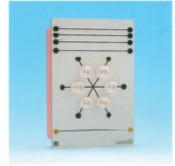


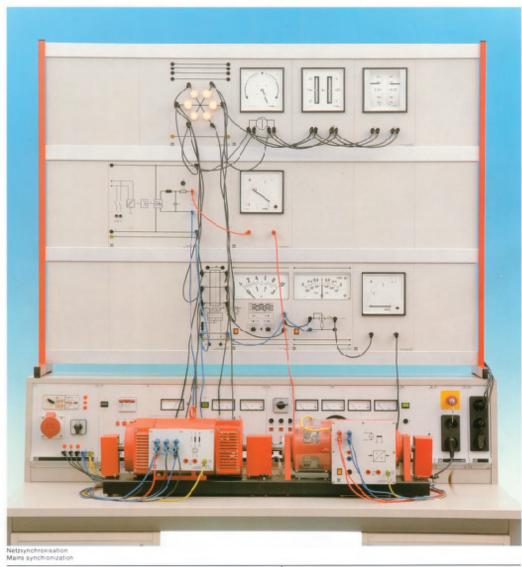
727 28



73162 Synchronisieranzeige mit sechs Meldeleuchten, weiß, zur qualita-tiven Anzeige des Phasen/erhältnisses zwischen Netz- und Generatorapannung (Hell-Dunkel-Schaltung)

73162 Synchronization Indicator
With six indicator lamps, white, for qualitative indication of the phase relationship
between mains and generator voltage
(bright-dark circuit)







	6/6
T 11.1.3	T 11.1.3
Kraftwerksregelung	Power Station Control

T 11.1.3.1

Automatische

Synchronisierschaltung

nzungsausstattung zu T 11.1.2, hend aus:

T 11.1.3.1

Automatic Synchronization Circuit

Supplementary set to T 11.1.2, consisting of:

745 01 Synchronislergerät

Geeignet zur Synchronisierung eines Drehstrom-Synchrongenerators auf das Netz oder einen zwelten Generator. Das Gerät schaltet bei korrekten Synchronisationsbedingungen (Spannung, Frequenz, Phasenlage) über einen Relaisausgang den Synchronisationsschafter 745561. Die Synchronisationsbedingungen werden vom Synchronisiergerät automatisch eingestellt. Die Spannungsverstellung des Generators erfolgt über den Erregerspannungssteller mittels zweier Relaiskontakte. Die Drehzahlverstellung des Generatorantriebs (Frequenz) erfolgt über den Steuerspannungssteller und den DC-Konstanter mittels zweier Relaiskontakte.

Abgleich der Spannung: zul. Spannungsdifferenz: 0,1...15,0 % Einschaltdauer der Relais: 20...250 ms Abgleich der Frequenz:

zul. Frequenzdifferenz: +/- 0,49 Hz Einschaftdauer der Relais: 0,04...0,5 s Eigenzeit des Synchronisationsschalters: 40...300 ms

Anzelgen mit LEDs für:

- Freigabe Leistungsschalter (LS)
- Zuschaltimouls
- Rückmeldung: LS ist geschlossen Taster für:
- Display/Enter
- Digit (Ziffer erhöhen)
- Reset/Cursor

LC-Display mit 2 x 16 Zeichen, beleuchtet zur Darstellung von:

- Doppelspannung und -frequenz
- Spannungs- und Frequenzdifferenz
- Phasenlage
- Parameter

ktbelastbarkelt: 250 V AC, 2 A Messgrößen: U = 50 -400 V AC, f = 40 -70 Hz

745 03 Steuerspannungssteller

Stellbare Spannungsquelle zur Erzeugung einer Steuerspannung für Netzteile und Spannungsversorgungen mit externem Steuereingang. Einstellung der Ausgangsspannung intem über Taster UP/DOWN oder extern über 4-mm-Buchsen mittels Schaltkontakten mit TTI -Penel oder 24 V DC. Die Anzeige der Stellrichtung erfolgt über zwei gelbe LEDs

Ausgangsspannung U: 0...10 V Der Ausgang ist kurzschlussfest Versorgungsspannung: 230 V, 50/60 Hz

745 01 Synchronization Unit

Sultable for synchronizing a three-phase synchronization generator with the mains or with a second generator. The unit activates the synchronization switch 745561 via a relay output when the synchronizing conditions are correct (voltage, frequency, phase). The synchronizing conditions are automatically set by the synchronization unit. Voltage adjustment of the generator is carried out via the excitation voltage controller using two relay contacts. The speed of the generator drive (frequency) is adjusted via the control voltage controller and the DC stabilizer using two relay contacts.

Voltage adjustment:

permissible voltage difference: 0.1...15.0 % Relay switch-on time: 20...250 ms

Frequency adjustment:

permissible frequency difference: +/- 0.49 Hz Relay switch-on time: 0.04...0.5 s

inherent delay of the synchronization switch: 40...300 ms

LED display for:

- Enable CB Connection pulse
- Reply: CB is closed
- Buttons to:
- Scroll display or confirm selection
- Increase digit
- Reset and cursor function
- Illuminated two-line LC display to indicate:
- Double voltage and frequency Voltage and frequency difference
- Phase shift
- Parameters.

Contact load capacity: 250 V AC, 2 A Measured values: V = 50-400 V AC, f = 40-70 Hz

745 03 Control Voltage Controller

Adjustable voltage source for setting the output voltage of power supply units with external control input.

Adjustment of the output voltage can be carried out internally using the UP/DOWN pushbutton or externally via 4-mm sockets using switching contacts with TTL-level or 24 V DC. The setting direction is indicated by two yellow LEDs.

Output voltage V: 0...10 V The output is short-circuit-proof Supply voltage: 230 V, 50/60 Hz



745 01 Synchronisiergerät Synchronization Unit



745 03

Spennungssterer Control Voltage Controller



TPS 11.1.3.2

Generator cos φ-Regelung

TPS 11.1.3.2

Generator cos o Control

745.06 Generator cos o Regler

Geeignet zur cos o-Regelung eines ins Netz speisenden Drehstrom-Synchrongenerators.

Das Gerä: ermittelt den cos p der abgegeberen Leistung und vergleicht diesen Wert mit dem eingestellten Sollwert. Entsprechend der Regelabweichung taktet der interne Dreipunktregler entweder ein UP-Relais oder ein DCWN-Relais. Das Takten der Relais wird von jeweils einer LED angezeigt. Mit diesen Impulsen kann über der Erregerspannungssteller die Erregung der Synchronmaschine verstellt werden. Jeweils über Potentiometer einstellbar

- Sollwert cos p: 1...0,3 ind., 1 0.7 kan
 - umschaltbar mittels Wippschalter Empfindlichkeit des Dreigunktreglers
- Einschaltdauer von UP- und DOWN-Relais

Kontaktbelaatbarkeit: 250 VAC, 4 A

50 V DC, 2 A

Versorgungsspannung: 3 x 400 V, 50 Hz

745.06 Generator cos o Controller

Suitable for cos φ control of a three-phase synchronous generator which is feeding into the mains.

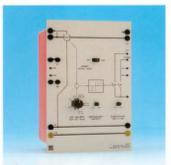
The unit determines the cos ϕ value of the output power and compares this value with the setpoint value. In accordance with the system deviation, the internal three-posi-tion controller either pulses an UP relayor a COWN relay. The pulsing of the relay is indicated by an LED in each case. The excitation of the synchronous machine can be adjusted via the excitation voltage controller using these pulses.

- Fotentiemeters can be used to set:
- Setpoint value ccs ϕ : I...0.3 Ind. 1...0.7 cap.
- switch-over using a rocker switch
- Sensitivity of the three-position control-
- Switch-on time of the UP and DOWN relays

Contact load capacity: 250 V AC, 4 A

50 V DC, 2 A

Supplyvoltage: 3 x 400 V, 50 Hz



74506

TPS 11.1.3.3

Generator

Wirkleistungsregelung

TPS 11.1.3.3

Generator Active Power Control

promentary s sisting of:

74508 Wirkleistungsregler

Geeignet zur Wrkleis ungsragelung eines ins Netz speiser den Drehstrom-Synchrongenerators

Das Gerät ermittelt die abgegebene Wirkleistung des Generato's undvergleicht disser Wert mit dem eingestellten Sollwert. Entsprechend der Recelabweichung taktet der interne Dreipunktregler entweder ein UP-Relais oder ein DCWN-Relais. Das Takten der Relais wird von jeweils einer LED angezeigt. Mit diesen Impulsen kann über den Steuerspannungssteller und den DC-Konstanter die Antriebseinheit des Generators verstellt werden

Jeweils liber Potentiometer einstellbar sind:

- Sollwe't P_N: 0...1200 W
 Empfindlichkeit des Dreigunktreglers
- Einschaltdauer des UP-Relais

Einschaltdauer des DOWN-Relais Kontaktbelastbarkeit: 250 v AC, 4 A 50 v DC, 2 A

Versorgungsspannung: 3 x 400 V,50 Hz

zusätzlich aus TPS 11.1.3.1 erforderlich: 74503 Steuerspannungssteller (Technische Daten siehe Seite 9)

745 08 Active Power Controller

Suitable for active power control of a threechase synchronous generator which is feeding into the mans

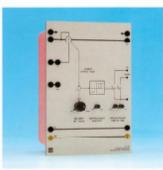
The unit determines the active power delivered by the generator and compares this value with the setpoint value. In accordance with the system deviation, the internal three-position controller either pulses an UP relay or a DOWN relay. The pulsing of a relay is indicated by an LED in each case. The generator drive unit can be adjusted via the control voltage controller and the DC stabilizer using these pulses.

Fotentiometers can be used to set:

- Setpoint value P_N: 0 1200 W
- Sensitivity of the three-position control-
- Switch-on time of the LP relay
- Switch-on time of the EOWN relay Contact load capacity: 250 V AC, 4 A 50 V DC, 2 A

Supplyvoltage: 3 x 400 V 50 Hz

Additionally required from TPS 11.1.3.1: 745 03 Control Voltage Controller (For technical data see page 9)





745 05 Manuelle Synchronisiereinrichtung

Synchronisieranzeige mit Schalter zum Zuschalten eines Generatometzes auf das Hauptnetz. Ausgestattet mit:

- gestanet mit: Je zwei 7-Segment Spannungsanzeigen Je zwei 7-Segment Frequenzanzeigen einer 7-Segment Nullspannungsanzeige

- einem optischen Synchronoskop
- 6 Synchronisierlampen Je einer optischen Synchronisieranzeige
- je einer Drehfeldrichtungsanzeige
- einem 3-poligen Schafter

745 05 Manual Synchronisation Unit

Synchronisation unit with manual switch to connect the generator to the mains. Equipped with:

- two 7-segment voltage displays two 7-segment frequency displays one 7-segment Zero-volt display

- one optical synchronoscope
 six synchronisation lamps
 two control up/down indicators for voltage
- and frequency two direction indicators of the rotating field



745.05

Manuelle Synchronisiereinrichtung Manual Synchronisation Unit

745 04 Parallelschaltgerät

Mikrocontrollergesteuertes Gerät zur Synchronislerung eines Drehstrom-Synchrongenerators auf das Netz oder einen zweiten Generator. Das Gerät schaltet bei korrekten Synchronisati-

onsbedingungen (Spannung, Frequenz, Phasen-lage) den Synchonisationsschafter ein. Die Generatorspannung wird vom Gerät automatisch Generatorspannung wird vom Gerat automassen über den Erregerspannungssteller (745021) eingestellt. Die Frequenz und damit auch die Phasenlage wird automatsech über den Steuer-spannungssteller (74503) verstellt. Eine dreitste-lige Siebensegmentanzeige dient zur Darsfellung von Spannung und Frequenz.

ohnisohe Daten:

- Versorgungsspannung: 115/230 V über 4-mm-Sicherheitsbuchsen Frequenz: 47 Hz ... 62 Hz
- Frequenz: Leistungsaufnahme: 30 VA
- Einstellbereiche der Synchronisationsbedin-
- ngen: Spannung: Frequenz: 1 V...20 V
 0,1 Hz...2,0 Hz
 White: 0,1 Hz...2,0 Hz
 White: 1*..15*
 Schalterfotzeit 1 ms...40 ms
 Anzeigegenaufgeit der Messwerte:
 Spannung: ±1 Digit (1 V)
 Frequenz: ±1 Digit (0,1 Hz)
 Steuerein- und ausgänge:
 TTL-kompaßbel

745 04 Automatic Synchronizer Module Microcontroller-operated device designed to

synchronize a three-phase synchronous genera-tor to the mains or to a second generator. The device actuales the synchronization switch

under the correct synchronization conditions (for voltage, frequency, phase angle). The generator voltage is automatically set via the excitation voltage controller (745021). The frequency and thus the phase angle as well are automatically adjusted via the control voltage controller (74503). A three-digit seven-segment display serves to Indicate the voltage and frequency.

Technical data:

- 115/230 V
- Supply voltage: via 4-mm safety sockets Frequency: Power consumption:
- 47...62 Hz 30 VA
- Setting range of the synchronization condi-Setting range of the synchronization conditions:

 • Voltage: 1 V...20 V

 • Frequency: 0.1 Hz...2.0 Hz

 • Angle: 1*__15*

 • Switch dead time: 1 ms...40 ms indication accuracy of the measured value.

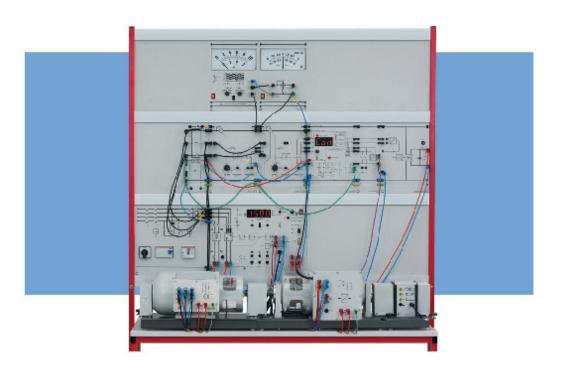
 - 0.1 Hz...2.0 Hz 1"...15"
- -Voltage:
 -Frequency:
 Control inputs and o ± 1 Digit (1 V) ± 1 Digit (0.1 Hz)

TTL compatible safety extra-low voltage



745 04 Parallelschaltgerät Automatic Synchronizer Module





T 11.1.3 Kraftwerksregelung Wirkleistungsregelung und cos o Regelung eines Synchrongenerators mit automatischer Synchronisation.

Themen

- Synchronisationsbedingungen (Spannung, Frequenz, Phasenlage)
- Synchronisierung eines Synchrongenerators auf das Netz
- Automatische Synchronisierung mittels Parallelschaltgerät
- Wirkleistungsregelung eines ins Netz speisenden Synchrongenerators



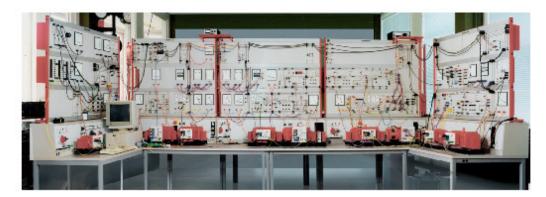
T 11.1.4 Ship shaft generator

Bei der hier aufgebauten Wellengeneratoranlage handelt es sich um einen Generator, der mit einer Hauptmaschine mit Festpropeller (FP) verbunden ist. In diesem Fall wird die Drehzahl der Hauptmaschine in Abhängigkeit der Schiffsgeschwindigkeit variiert. Als Generatoren wird ein Synchrongenerator verwendet. Die mechanische Verbindung mit der Hauptmaschine (HM) kann direkt oder über ein Getriebe in versiedenen Varianten hergestellt werden. Die räumliche Anordnung, im Propellerwellenstrang oder an der Kopfseite der HM, hängt allein von den schiffbaulichen Gegebenheiten ab.

Das System "Schiffwellengenerator" besteht aus 5 Komponenten:

- 1. Hilfsgenerator I, angetrieben von einem Dieselmotor
- 2. Hilfsgenerator II, angetrieben von einem Dieselmotor
- 3. Blindleistungsmaschine, angetrieben von einem Käfigläufermotor
- 4. Wellengenerator
- 5. Belastung (ohmsch und induktiv)





Die Ausstattung T 11.1.4 lässt sich bis zum Schiffwellengenerator ausbauen. Der Versuch erlaubt die praxisnahe Simulation eines Schiffnetzes.



TPS 11.2 Energieübertragung und -verteilung

TPS 11.2 Power Transmission and Distribution

Mit dieser Ausstattung läßt sich ein komplettes energietechnisches Übertragungssystem aufbauen, angefangen vom Transformator mit Stufenschalter über Leistungsschalter und 380-kV-Leitungsnachbildung bis zum Leitungsabschluß mit Wellenwiderstand. An diesem Übertregungs system erfolger Untersuchungen bezüglich Leerlauf. Betrieb mit natürlicher Leistung, symmetrschem und unsymmetrischem Kurzschluß, Parallel- und Reihenkompensation der Übertragungsstrecke sowie Sternpunktbehandlung. Durch die Möglichkeit der Reihen- und Parallelschaltung von 380-kV-Leitungsnachbildungen können komple>ere Übertragungssysteme behander werden. Am Ucppelsammelschienensystem mit integrierten Tiennern werden Schaltbedingungen und -fähigkeiten von Trennem und Leistungsschaltern erarbeitet. Außerdem wird gezeigt, wie ein Veroraucher von einer auf eine andere Energiequelle geschaltet wird, ohne dabei von der Versorgung abgeschnitten zu werden.

Using this equipment set it is possible to assemble a complete power transmission system. From a transformer with tapping switch to the power circui; breakers and 380 kV power transmission line mcdel up to and including line termination with surge impedance. Various investigations are carried out on this power transmission system: no-load operation with natural load, symmatrical and unsymmetrical short-circuit, parallel and series compensation of the transmission lines as well as neutral-point connection. Because of the possibility of connecting the 380 kV transmission line models in parallel and series, more complex transmission systems can be dealt with. Switching conditions and capacities from disconnectors and power circuit breakers are investigated on the double busbar system with integrated disconnectors. Furthermore, it is demonstrated how a consumer is switched from one power source to the other, without having the power cut off in the process

TPS 11.2.1 **Dreiphasen-Transformator**

TPS 11.2.1 Three-phase Transformer

74550 Dieiphasen-Transformator LN 380 kV

Transformator für Einspeisung der Leitungsnachbildung 380 kV. Maßstabsfaktor 1/1000 für Strom und Spannung der Sekundärseite.

Nernleistung: 800 VA

14

Primär: 3 x 400 V Wicklung mit Anzapfung bei 230 V, schaltbar in Stern oder Dreieck

Zuschaltbare Dreieckausgleichswicklung. Sekundár: 3 x 300 V Wicklung mit Anzap-

fungen bei + 5 %. - 5 %. - 10 % - 15 % Sternschaltung, unterschiedliche Sternpunktbeschaltungen möglich

745 50 Three-phase Transformer TL 380 kV

Transformer for feeding the transmission line model 380 kV. Scale factor 1:1000 for secondary current and voltage.

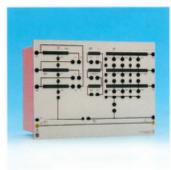
Nominal power: 800 VA

3 x 400 V winding with tapping at 230 V, can be switched to star or delta connection

Delta stabilizing winding can be connected. Secondary: 3 x 380 V winding with tap-

pngs

at +5 %, -5 %, -10 %, -15 % in star connection, various star point connections pos-





TPS 11.2.2 Leitungsnachbildung 380 kV

Ergänzungsausstattung zu TPS 11.2.1, bestehend aus:

TPS 11.2.2 Transmission Line Model 380 kV

Supplementary set to TPS 11.2.1,

74551 Leitungsnachbildung 380 kV

3phasige Nacibilidum; eine 380-kV-Freileitung zur Messung stationärer Betriebszustände (Leerlauf, Anpassung, Kurzschluß) mit folgenden technischen Daten: Viererbündel 4 > 240/40, Wellenwicerstand 240 Ohm und nisturlicher Leistung 600 MW, Länge 36) km. Bei symmetrischem Betrieb sind durch Anzapfungen Untersuchungen bei 144 km. bzw. 216 km. Länge möglich. Erdrückleiter R_E = 11 Ohm, L_E = 250 mH für unsymmetrische Belastung bei 360 km. Leitungslänge.

Maßetabefaktor 1/1000 für Strem und Spannung.

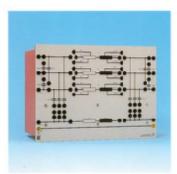
745 51 Transmission Line Model 380 kV

Three-phase model of a 380 kV overlead transmission line for measuring steady-state operating conditions (no-load, matching, short-circuit) with the following specifications: Quad bundle 4 x 240/40, with surge impedance 240 Ω and natural load 600 MW length 360 km. During symmetrical operation tappings enable the carrying out of investigations at lengths of 144 km resp. 216 km. Earth return line $F_{\rm E}{=}110\,{\rm km}.L_{\rm E}{=}250\,{\rm mH}\,{\rm for}\,{\rm unsymmetrical}$ load at 360 km line length.

Scale factor: 1/1000 for current and voltage.

Length 360 km 216 km 144 km Fesistance: 13 Ohm 8 Ohm 5 Ohm Inductance: 290 mH 174 mH 116 mH

capacity: 5 μF 3 μF 2 μF



74551

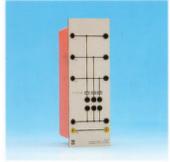
74553 Leitungskapazität LN 380 kV

3phasig in Steinschaltung e 2,5 µF, ertspricht halber 3etriebskapazität der Leitungsnachbildung 380 kV. (2 3tück erforderlich)

745 53 Transmission Line Capacitor TL 380 kV

3-phase in star connection, 2.5 μF each, corresponds to 50 % of the operating capacitance of transmission line model 380 kV

(2 each required)



745 52

745561 Leistungsschalter-Modul

3phasiger EIN-/AUS-Schater mit Hilfskortakt (Offner) für Leitungsnachbildung 380 kV.

Manuell über Taster ON/OFF oder extern über Schaftkontakt, TTL-Pegel oder 24VEC steuerbar. Der Schaftzustand wird von LED's angezeigt und steht zusätzlich als TTL-Pegel auf 4-mm-Buchsen zur Verfügung.

Steuereingang (Schaltkontakt, TTL-Pegel, 24 V DC) für externen Ausschaltbefehl (Schutzauslösung).

(Schulzausiosung). Kontaktbelastbarkeit: 400 V AC, 3 A Netzanschluß: 115/233 V, 50 Hz mitNetzanschlußkabel und Schukostecker

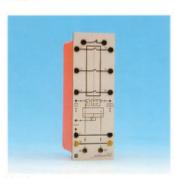
745 561 Power Circuit Breaker Module

S-phase ON/OFF switch with auxiliary contact (NC) for transmission line model 380 kV.

Can be controlled manually using ON/OFF pushbutton or externally via switching contact, TTL level or 24 V DC. The switching state is indicated by LED's and is additionally available as TTL level from 4-mm sockets.

Control input (switching contact, TTL level, 24 V DC) for external switch-off command (tripping on faults).

Contact load capacity: 400 V AC, 3 A Mains connection: 115/230 V, 50 Hz with mains connecting cable and earthing-pin rlug



745 561



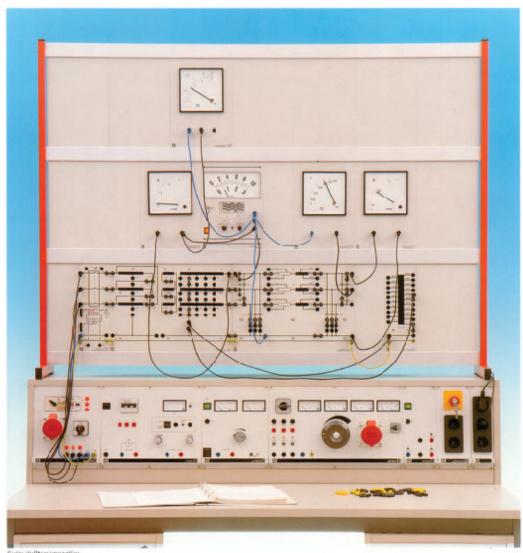
74557 Ercschlußkompensation Induktivität mit 20 Anzapfungen zur Erdschlußkompensation der Leitungs-nachbildung 380 kV (Petersenspule). Induktivität L: 0,005...2 H Nenrspannung: 220 V, 50 Hz Nenrstrom: 0,5 A

745 57 Earth Fault Compensation

745.57 Earth Fault Compensation
Inductance with 20 tappings for earth fault
compensation in the 380 kV transmission
line model (Petersen coil),
Inductance L: 0.005...2 H
Rated voltage: 220 V, 50 Hz
Rated current: 0.5 A



745.57



Endechlu@kompensation Earth fault compensation



TPS 11.2.3 Generatorgespeistes Übertragungssystem mit RLC-Last

TPS 11.2.3 Generator-fed Power Transmission System with RLC Load

74502 Erregerspannungssteller

Stellbare Strom-und Spannungsgeglättete Energieversorgung zur Bereitstellung der Erregerleistung für eine Synchronmaschine der Leistungsklassen 3,1 kW 0,3 kW oder 1,0 kW.

Einstellung der Ausgangsspannung intern über Taster UP/DOWN oder extern über 4-mm-Buchsen mittels Schaltkontakte, TTL-Pegel oder 24 V DC. Die Anzeige der Ste Irichtung erfolgt über zwei gelbe LED's. Bei asynchronen Hochlauf der Synchronmaschine ist ein Kurzschließen der Erregerwicklung nicht notwendig. Ausgangsspannung U: 0...200 V

Ausgangsstrom I: max. 1,0 A Der Ausgang ist Überlast- und Kurzschluß-

Versorgungsapennung: 230 V, 50 Hz

745 02 Excitation Voltage Controller

Adjustable power supply with smoothed current and votage for supplying power to a synchronous machine in the power class kW, C.3 kW or 1.0 kW.

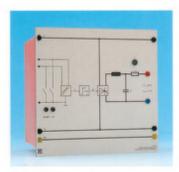
Adjustment of the output voltage can be carried out internally using the UP/DOWN pushbutton or externally via 4-mm sockets using switching contacts, T'L-level or 24 V DC. The setting direct on is indicated by two yellow LED's.

When the synchronous machine is run up asynchronously, it is not necessary to short circuit the excitation winding.

Output voltage U: 0...200 V Output current I: max. 1.0 A The output is overlcad-proof and short-

circuit-proof.

Supply voltage: 230 V, 50 Hz



745 02

TPS 11.2.4 Parallel- und Reihenschaltung von Hochspannungsleitungen

TPS 11.2.4 Parallel and Series Connection of High-Voltage Lines

74551 Leitungsnachbildung 380 kV

3phasige Nachbildung einer 380-kV-Freileitung zur Messung stationarer Betriebszustände (Leerlauf, Anpassung, Kurzschluß) mit folgenden technischen Daten: Viererbündel 4 x 240/40, Wellenwiderstand 240 Ohm und natürlicher Leistung 600 MW, Länge 360 km. Eei symmetrischem Betrieb sind durch Anzapfungen Untersuchungen bei 144 km bzw. 216 km Länge möglich. Erdrückleiter R_E=11 Ohm, L_E=250 mH für unsymmetrische Belastung bei 360km Leitungslänge.

Malstabsfaktor 1/1000 für Strom und Spannung.

Länge: 360 km 216 km 144 km Wirk-widerstand: 13 Ohm 8 Ohm 5 Ohm Induktivität: 230 mH 174 mH 116 mH kapazität: 2 μF 5 μF 3 µF

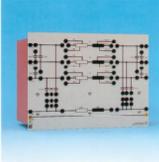
745 51 Transmission Line Model 380 kV

Three-phase model of a 380 kV overhead transmission line to measuring steadystate operating conditions ino-load, matching, short-circuit) with the following specifications: Quad bundle 4 x 240/40, with surge impedance 240 Ω and natural load 600 MW, length 360 km. During symmetrical operation lappings enable the carrying out of investigations at lengths of 144 km resp. 216 km. Earth reurn line R_E=11 Ohm, L_E=250 mH forunsymmetrical load at 360 km line length.

Scale factor: 1/1000 for current and volt-

age. Length: 360 km 216 km 144 km 13 Ohn 290 mH 8 Ohm 5 Ohm 174 mH 116 mH Resistance: Inductance: Oper.

capacity: 2 "F



745.51



TPS 11.2.5 Dreiphasiges Doppelsammelschienensystem

Ergánzungsausstattung zu TPS I1.2.2,

TPS 11.2.5 Three-phase Double Busbar System

Supplementary set to TPS 11.2.2, consisting of:

745 652 Doppelsammelschiene

Zwei dreiphasige Sammelschienen mit je zwei Atzweigen mit Trenner, manuell über laster ON/OFF oder extern über Schaltkontakt, TTL-Pegel oder 24 V DC steuerbar. Anzeige des Schaltzustandes über LED's. Akustisches Warnsignal bei Schalten unter Last.

Varsorgungsspannung: 24 V DC

745 654 Doppelsammelschienenerweiterung

Zwei dreiphasige Sammeschienen mit je enem Abzweg mit Trenner, manuell (ber Taster ON/OFF oder extern über Schaltkontakt TTL-Fegel oder 24 V DC steuerhar Anzeige des Schaltzustandes über LED's. Akustisches Warnsignal bei Schalten unter Last.

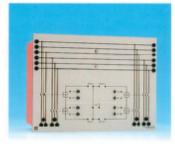
Versorgungsspannung: 24 V DC

745 652 Double Busbar

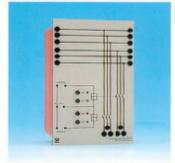
Two three-phase busbars, each with two branches containing disconnectors, can be controlled manually using the OR/OFF pushbutton or externally via a switching contact, TTI-levelor 24 VDC. The switching state is indicated by LED's. Acoustic warning tone when switching is carried out under load. Supply voltage: 24 VDC.

745 654 Double Busbar Extension

Two three-phase busbars, each with one branch containing disconnector, can be controlled manually using the ON/OFF pushbutton or externally via a switching contact, TTL-level or 24 VDC. The switching state is indicated by LED's. Acousticwarning tone when switching is carried out under load. Supply voltage: 24 VDC.



745652



745654

745 671 Doppelsammelschienen-Zu/Abgang

Zu- und Abgang für Doppelsammelschienensystem.

745 671 Dcuble Busbar Infeed/Cutfeed

Infeed and outfeed for double busbar system.



745 171

745 673 Doppelsammelschienen-Zuleitung

Zwei dreiphasige Leitungen zum Anschluß eines Verbrauchers an die Roppelsammelschiene über Doppelsammelschienen-Zu/ Abgang

745 675 Doppelsammelschienen-Zuleitung und Zugang

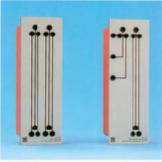
Dreiphasige Leitung und dreiphasiger Zugang zum Anschluß zweier Einspeisungen an das Doppelsammelschienensystem.

745 673 Dcuble Busbar Feeder Connector

Two three-phase lines for connecting a load to the double bushar via the bushar infeed/outfeed.

745 675 Dcuble Busbar Feeder, Connector and Tap

Three-phase line and three-phase tap for connecting two infeeds to the double busbar system.



745673/675



745 561 Leistungsschalter-Nodul

3phasiger EIN-/AUS-Schalter mit Hilfskontakt (Öffner) für Leitungenachbildung 380 KV.

Manuell über Taster ON/OFF oder extern überSchal:kontakt,TTL-Pegeloder24VDC steuerbar. Der Schaltzustand wird von LED's angezeigt und steht zusätzlich als TTL-Pegel auf 4-mm-Euchsen zur Verfü-

gunc Steuereingang (Schaltkontakt, TTL-Pegel, 24 V DC) für externen Ausschal:befehl (Schutzauslösung).

Kontaktbelastbarkeit: 400 V AC, 3 A Netzanachiu8: 115/200 V, 50 IIz mit Netzanschlußkabel und Schukostecker (3 Stück erforderlich)

745 561 Power Circuit Breaker Nodule

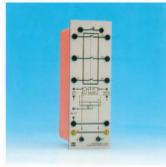
3-phase ON/OFF switch with auxiliary contact (NC) for transmission line model 380 kV.

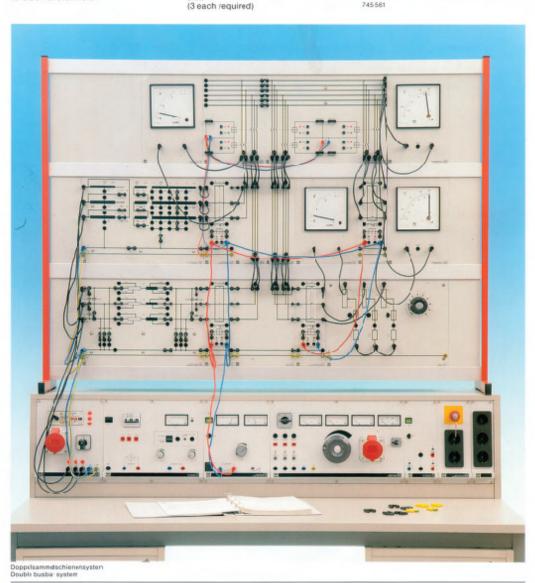
Can be controlled manually using ON/CFF pushbutton or externally via switching contact, TTL level or 24 V DC The switching state is indicated by LED's and is additionally available as TTL level from 4-mm sockets

Control input (switching contact, TTL level, 24 V DC; for external switch-off command (tripping on faults).

Contact load capacity: 400 V AC, 3 A Mains connection: 115/230 V, 50 Hz with mains connecting cable and earthing-pin pula









TPS 11.2.6 Elektronischer Leistungsschalter

TPS 11.2.6 **Electronic Switch**

745 562 Elektronischer Leistungsschalter 3 x 401 V. 4 A

Bei dem elektronischen Leistungsschater handelt as sich um einen mikrocontrollergesteuerten Thyristor-Schalter (W3-Schaltung), der sich an Wechsel- ocer Drehstrom betreiben läßt. Mit dem Schalter lassen sich Einschalturtersuchungen, insbesondere Rusheffekuntersuchungen an Transformatoren durchführen.

Der Schalter kann wahlweise an den mit L1 und N bezeichneten Buchsen mit 1-Phasen-Wechselspannung oder an den mit L1, L2, L3 und N bezeichneten Buchsen mil 3-Phasen-Orehspannung betrieben werden. Im Einphasenbetrieb läßt sich der Einschaltwinkel nur für die Phase L1 wählen. bei Dreiphasenbetrieb lassen sich für alle drai Phasen unabhängige Einschaltwirkel wählen.

Betriebsart "Schalter"

In diesem Modus arbeitet der elektronische Schalter wie ein mechanischer Schalter, mit dem bei einstellbaren Winkeln die Last zugeschaltet werden kann. Der Einschalt-winkel läßt sich für jede Phase frei zwischen 0° und 359° einstellen.

Betriebsart "Stromsteller"

In diesem Modus arbeitet der elektronische Schalter als Wechsel- oder Drehstroms:eller mit einstellbaren Anschnittwirkeln zwischen 0° und 180°.

Betriebsart "Schalter mit Vormagnetisie-

rung"

In diesem Modus verhält sich der elektronische Schalter wie im Modus "Schalter". Zusätzlich ermöglicht hier der Vormagnatisierungs-Taster bei Transformator-Einschaltversuchen ein definiertes Satzen der Transformator-Remanenz in die positive Lage.

Netzanschlußspannung

230 V oder 3*230 V/400 V umrüstbar auf 115 V oder 3*115 V/200 V

Netzfrequenz

50 Hz (40 Hz .. 52 Hs) 60 Hz (58 Hz .. 62 Hz)

Stromaufnahme max. 3*4 A

Meßausgänge 3*0 ... 10 V

Spannung: Strom:

3*0 ... 10 V (△ 0 ... 10 A)

Trigger:

3 (Aus) und 5 V (En)

745 562 Electronic Switch 3 x 400 V, 4 A

The electronic switch is a microcontrolle operated thyristor switch (W3 circuit) which can be operated on AC or three-phase voltage. In particular it can be used to investigate starting processes in transformers (inrush effect), lines or electrical machines. The power switch can be operated either with single phase AC voltage at the sookets designated L1 and N or at the sockets labelled L1, L2, L3 and N with 3-phase AC voltage.

In the case of single-phase feeding only the switch-on argle of phase L1 can be set, for three-phase feeding independent switchon angles can be set for all three phases.



745 562

"Switch" mode

In this mode the electronic switch operates like a mechanical switch. The only difference is that here a load can be connected "bounce-free" at defined, variable angles The switch-cn angle can be set between 0°

"Current controller" mode

in this mode the electronic switch operates as an AC or three-phase controller with adjustable phase control angles between 0° and 180°

"Switch with premagnetization" mode

In this mode the electronic switch operates like in "switch" mode. Furthermore, in transformer switch-on experiments the PREMAGNETIZATION button permts a predetermined positive setting of the transformer remanence.

Mains connection voltage:

230 V or 3*230 V/400 V can be refitted for 115 V or 3*115 V/200 V

Mains frequency: 50 Hz (48 Hz...52 Hz)

60 Hz (58 Hz...62 Hz)

Current consumption

max. 3*4 A

Measurement outputs

3°0 ... 10 V Voltage: Current:

3°0 ... 10 V |≏ 0 ... 10 ∧)

Trigger:

3 (Off) and 5 V (Or)



TPS 11.3 Schutz Energietechnischer Anlagen

TPS 11.3 Protection of Power Engineering Systems

Mit Hilfe industrieller Schutzrelais werden Einsatzgebiete und Wirkungsweise der unterschiedlichen Schutzarten behandelt Dies beinhaltet die Erklärung der Fachbegriffe, das Anschließen der Relais an die zugehörigen Wandler und das Messen von Eigenbedart, Ansprechbedingungen und Auslösezeiten. Ebenfalls wird auf das Übertragungsverhalten von Strom- und Spannungswandlern eingegangen. Es werden Betrags- und Wirkelfehler in Abhängigkeit von der Bürde gemessen. Durch das Zusammenschalten von Wandlern, Schuzrelais und einer oder mehrerer Leitungsnachbildungen wird das Prinzip der selektiven Schutztechnik veranschaulicht. Für alle Versuchsaufbauten werden statische Schutzrelais der Eirmen ABB und Bender, wie sie auch von den Energieversorgungsunternehmen eingesetzt werden, verwendet. Dies garantiert eine praxisnahe Ausbildung.

Using industrial protective relays, the app ication areas and operation of various protective circuits are investigated. This includes an explanation of the terminology. connection of the relays to the appropriate transformer and measurement of the relay's inherent power requirements, operate conditions and triggering times. Furthermore, the transformation characteristics of current and voltage transformers are also cealt with. We also measure magritude and angle faults as a function of the load. The principle of selective protection techniques is demonstrated by interconnecting transformers, protective relays and one or more power transmission line models. Static protective relays manufactured by the companies ABB and Bender are used in all of the experiment set-ups just as they are used in actual practice by the public utilities companies. This ensures that the training is as close to the real thing as possible.

TPS 11.3.1 Strom- und Spannungswandler

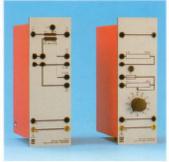
TPS 11.3.1 Current and Voltage Transformers

74510 Einphasen-Stromwandler

Wardler, primär 5/1 A, sekuncär 1 A, 15 VA, Klasse 1 für Schutzzwecke, Uperstromfaktor 10P5 bei 5 VA

74510 Single-phase Current Transformer

Transformer, primary 5/1 A, secondary 1 A, 15 VA, class 1 for protective purposes, overcurrent factor 10P5 at 5 VA



745 10/11

74511 Last für Stromwandler

Variable Bürde für Einphasen-Stromwandler zur Ermittlung der Genaufgkeitsklasse. Festwiderstand: 0,56 Chm, 6,5 A Stellwiderstand: 0...56 Ohm, 1 A Skala: 0...100 %

74511 Load for Current Transformer

Variable load for single-phase current transformer for determining the accuracy class. Fixed resistor: 0.56 Ohm, 6.5 A

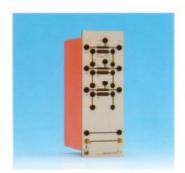
Rheostat: 0...56 Ohm,1 A Scale: 0..100 %



3 Einphasenwandler, primär 5/1 A, sekunda i A, 15 VA, Klasse i Tür Schulzzwecke, Überstromfaktor IOPS bei 5 VA, geeignet für Leitungsnachbildung 380 kV

74512 Three-chase Current Transformer

3 single-phase transformers, primary 5/1 A, secondary 1 A, 15 VA, class 1 for protective purposes, overcurren: factor 10P5 at 5 VA, suitable for use with transmission model line 380 kV



745 12



74514 Eirphasen-Spannungswandler

Wandler, primär 380/√3 V (330 V), sekundär 100 /√3 V 15 VA (100 V) und 100 /3 V 5 VA (100 /√3 V) Klasse 1 für Schutzzwecke 74514 Single-phase Voltage Transformer Transformer, primary $380/\sqrt{3}$ V (380 V), secondary $100/\sqrt{3}$ V 15 VA (100 V) and 100/3 V 5 VA ($100/\sqrt{3}$ V) Class 1 for protective purposes

74515 Last für Spannungswandler

Variable Bürde für Einphasen-Spannungswandler zur Ermittlung der Genauigkeitsklasse.

Festwiderstand: 220 Ohm, 0,5 A Stellwiderstand: 400...1900 Ohm, 0.25 A Skala: 0...100 %

74516 Dreiphasen-Spannungswandler

3 Einphasenwandler, primär 380/y 3 V (380 V), sekundär 100/y 3 V 15 VA (100 V) und 100/3 V 5 VA (100/y 3 V) Klasse 1 für Scheitzzwecke geeignet für Leitungsnachbildung 380 kV

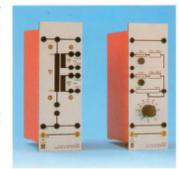
74515 Load for Voltage Transformer

Variable load for single-phase voltage transformer for determining the accuracy class.

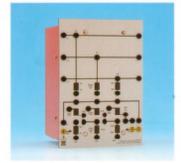
Fixed resistor: 220 Uhm, U.5 A Rheostal: 400...1900 Ohm, 0.25 A Scale: 0...100 %

74516 Three-phase Voltage Transformer

3 single-phase transformers, primary 380/y/3 V(380 V), secondar/100 V/3 V15 VA (100 V) and 100 V/3 V15 VA (100 V) Class 1 for protective purposes suitable for use with transmission model line 380 kV



74514/15



74516

74530 Summerstromwandler

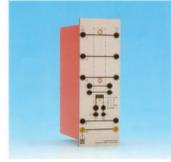
Geegnet zur Erdschlußüberwachung, zur Stromerfassung beim Differentialschutz und zur Summation gleichphasiger Ströme in verochiedenen Teilnotzen bei einphasi ger Leistungs- oder Strommessung.

Primär: 5 > 2,5 A Sekundär: 1 A Leis:ung: 10 VA Klasse: 1

74530 Summation Current Transformer

Suitable for earth fault detection, for current determination with differential protection and for the summation of in-phase currents in different sub-notworks when measuring single-phase power or current.

Primary: 5 x 2.5 A Secondary: 1 A Power: 10 VA Class: 1



74530

74550 Draiphasen-Transformator LN 380 kV

Transformator für Einspelsung der Leitungsnachbildung 380 kV. Maßstabsfaktor 1/10/10 für Strom und Spannung der Sekundärseite.

Nennleistung: 800 VA

Primär: 3 : 380 V Wicklung mit Anzaptung bei 220 V, schaltbar in Stein oder Dreieck

Zuschaltbare Dreieckausgleichswicklung Sekundär: 3 x 380 V Wicklung mit Anzap-

fungen bei +5%, -5%, -10%, -15% in Sternschaltung, unterschiedliche Sternpunktbeschaltungen mödlich

745 50 Three-phase Transformer TL 380 kV

Transformer for feeding the transmission line model 380 kV. Scale factor 1:1000 for secondary current and voltage.

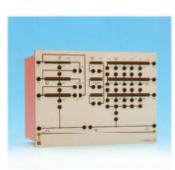
Nominal power: 800 VA

Primary: 3 x 380 V winding with tapping at 220 V, car be switched to star or della connection.

Delta stabilizing winding can be connected.

Secondary: 3 x 38) V winding with tap-

pings st +5%, -5%, -10%, -15% in star connection, various star point connections possible



74550



T 11.3.2

Schutzrelais

Erganzungsausstattung zu T 11.3.1, bestehend aus:

T 11.3.2

Protective Relays

745 181 3~ Über-/Unterspannungszeltrelals

Zeitfreiale

Digitales Messrelais zur Überwachung von ZweiDrei- und Vierfeltemetzen auf unzulässige Überbzw. Unterspannungen (Erdschluss) mit Phasenfolgeüberwachung (ANSI 27 und 59).

Mit RS485-Schnittstelle.

Mit RS485-Gchrittstelle.
Nennspannung U_K: 100,110, 230, 400 V AC
(Außenleiterspannung)
Nennfrequenzbereich: 35 – 66 Hz
Nennfiltsspannung U_K: 36 – 520 V AC
(f = 35 - 78 Hz) oder 50 – 750 V DC/4 W

745 181 3~ Time Over/Undervoltage

Relay
Digital measuring relay for the supervision of 2-,
3- and 4-leading nets on inadimissible about or undervotages (earth fault) with phases result supervision (ANSI 27 and 59).
With R8485 interface.

Nominal voltage V_N: 100,110, 230, 400 V AC (Line-to-line)

(Line-vo-line) Nominal frequency: 35 – 66 Hz Nominal auxiliary voltage V_V: 36 - 520 V AC (f = 35 - 78 Hz) or 50 - 750 V DC/4 W



745 181 3~ Über-Unterspannungszeitrelai: 3~ Time Over/Undervoltage Retay

745 201 3~ Leistungerichtungsrelate

Digitales Messrelais zur Erfassung von Rückleistungen mit Richtungserkennung bei Aggregaten im Paralleibetrieb und zur Überwachung der abgegebenen Wirkleistung von Stromerzeugern (ANSI 32 und 37).

Mit RS485-Schnittstelle. Nennspannung U_k: 100,110, 230, 400 V AC (Außenleiterspannung) Nennfrequenzbereich: 35 - 74 Hz

Nennhilfsspannung U_V: 36-520 V AC (f = 35 - 78 Hz) oder 50 - 750 V DC/4 W

745 201 3~ Reverse Power Relay

Digital measuring relay for the collection of the active power delivered by reverse powers with direction recognition with aggregates in the parallel operation and for the monitoring of generators (ANSI 32 and 37). With RS485-Interface.

Nominal voltage V_H: 100,110, 230, 400 V AC

Nominal voltage V_N: 100, 110, 230, 400 V V (Line-to-line) Nominal frequency: 35 - 74 Hz Nominal auxiliary voltage V_V: 36-520 V AC (f = 35 - 78 Hz) or 50 - 750 V DC/4 W



745 201 3~ Leistungsrichtungsrelais 3~ Reverse Power Relay

745 2311 3~ Oberstromzett-

relais UMZ/AMZ Universelles Oberstromzeitrelais zur selektiven Erfassung von Oberlasten und Kurzschlüssen (ANSI 50 und 51). Konfigurierbar als unabhängi-ger Überstromzeitschutz (UMZ) oder abhängiger Überstromzeitschutz (AMZ) mit verschiedenen Auslösecharakteristika.

Mit BS485-Scholffstelle

MR N0493-Schnitzselet. Nennfrequenz f₆: 50/60 Hz. Nennhiftspannung U₇: 36 - 275 V AC (f = 40 -70 Hz) oder 19 - 390 V DC/4 W

745 2311 3~ Time Overcurrent

Relay (I) DMT
Universal time overcurrent relay to the selective capture of overloading and short circuits (ANSI 50 and 51). Configureable as independent time overcurrent protection (DMT) or dependent time overcurrent (IDMT) with different release characteristics.

teristics. With RS485 Interface.

Nominal requency f₆: 50/60 Hz. Nominal auxiliary voltage V₇: 36 - 275 V AC (f = 40 - 70 Hz) or 19 - 390 V DC/4 W

745 2311 3~ Oberstromzeitretais UMZ/AMZ 3~ Time Overcurrent Retay (I)DMT



T 11.3.2

Schutzrelais

Erganzungsausstatung zu T 11.3.1, bestehend aus:

T 11.3.2

Protective Relays

745 3331 Digitales Distanzschutzrelals

Der Distanzschutz ist ein 6-systemiges Distanzschutzgerat mit silen Zusatzinritören zum Schutz von Freiebungen und Kaben in silen Spannungsabenen und Seib 755

IV (ANS 2.1, 21N), Alle Arten der Stempunkterhandung
(gelöcett, isobert, starr oder niederoning genetet),
werden sicher beherrscht. Das Geritt kann eincher delpotige AUS-Betelte sowie EIN-Beteine ertelen.
Dannt sind automatische ein- und drepotige ebenso wie
mehrmalige Wiedererinchstätzingen möglich. Signalvergleichstanktionen werden eberrino stigsasteleitet wie
Erfeltenberschutz und engrindliche Erdeschutzesenschutzesenschutz und engrindliche Erdeschutzesenschutzenschutzen.
Das Geritt kann sile Zusatzbusktionen realisieren, die bei
Einsatz von Disenzechutz Gelich sind:

Distanzschutz (ANSI 50, 51N, 67N)
Ernfelicher Erdesheissung im isoberten und
gelöschen Netz (ANSI 50, 51N, 67N)
Ernfelicher Erdesheissungschutz (ANSI 50,
50N, 51, 51N)
Der - Unterspannungsschutz (ANSI 50, 27)

- phaserselektiver Oberstromzeitschutz (ANSI 50 50N, 51, 51N) Ober-Universpennungsschutz (ANSI 50, 27) Automatische Wiedereinschaltung (ANSI 79) Schalterversagerschutz (ANSI 50BF) Oberlastschutz Pendeletfiessung (ANSI 68, 68T)

- Als Arregeverfahren kommen wahlweise zum Einsatz
- Oberstromanregung I>> Spannungsebhängige Oberstromanregung U/I Spannungs- und wirketabhängige Oberstromanre-
- gung Utlip Impedanzanregung Z<

Das Geritt kann wahlweise mit polygonaler oder mit kreisformiger Distanzzonen-Cherakteristik artietien. Fürd unsählningige Distanzstufen und eine getrennte Übergerätute siehen zur Vertigung Der integlierte Freihender bestehen zur Vertigung Der integlierte Freihender und die Fahlmender und Prozent der Leitungslänge ausgegeben. Der Einstuse von Parsakteistungen kann ebenso kompensiert werden wir die Bereifinssung durch Last bei Fettern mit Übergangewiderständen.

Ein gut ablesbares und Nintergrundbeleuchtetes Display einröglicht einen sichneren Überbick, über Betriebsmess-werte und alle Bedienhandungen. Wichtige Meidungen lassen sich auf die Leuchtsloden rangsrenn. Die Preamet-rerung kann über die Tastlatur oder wet erheicher über das eptional erhalbliche Bedienprogramm. DIGSI 4 enfolgen. Eine Frotischnitäsiese zum Arschluse eines PC ist vorhanden.

Das Genät ist ausgestatlet mit

Binärmeldeeingängen

Melde- und Befehlsausgängen

Schaltrelais

745 2921 3~ Erdschluss-

richtungsrelals

FIGHTUngerFellar

Digitaties Erdechtussechutzvielais für Systeme mit isolestem oder kompermiertem Stempunit zur richtungsseleitstem Erfassen yon Erdechtussen (ANSI 50N, 51N und 67N), Mit RÖA85-Schnitzstelle Nierringsammung Us, 100 V, 230 V, 400 V Neernfrequene fs. 150/60 Hz
Hitfissparinung: 16 - 360 V DC/16 - 270 V AC

745 2921 3~ Directional Earth

745 2921 3~ DIFFCHORS ESTITE
FAULT Reliay
Digital earth fault protection relay for systems with
isolated or counteracted star point to the directionselective capture of accidental earths (ANSI 50N, 51N
and 67N).
With RSASS interface.
Nominal voltage V_e, 150 V, 230 V, 400 V
Nominal frequency f_e 50800 Hz
Auditory voltage: 16-380 V DC/16-270 V AC

745 3331 Digital Distance
Profection Relay
The distance protection relay is non-evisional incorporating all the additional functions for protection of overhead lines and cables at all voltage levels from 5 to 765 kV. All methods of neutral point connection (seconard earling, isolated, solid or tow-essistance earling) are reliarly deat with. The unit can issue single or three-point trong commands as well as CLOSE commands. Corresquently both single-poin, thee-poin and multiple auto-rectionare is possible. Teleprotection functions as well as earth-fault protection and sensitive earth-fault detection are in-

- Photection functions

 Distance protection (ANSI 21, 21N)

 Disectional earth-fault protection for high-resistance tautis (ANSI 501, 51N, 67N)

 Disectional earth-fault protection for high-resistance tautis

 Backup overcurrent protection (ANSI 50, 50N, 51, 51N, 67)

 Overvoltage protection, undervoltage protection (ANSI 69, 27)

 Auto-reciousre (ANSI 79)

 Breator failure protection (ANSI 50BF)

 Thermal overload protection (ANSI 50BF)

 Thermal overload protection (ANSI 68, 68T)

The following pickup methods can be employed alternatively.

• Overcurrent pickup I>>
• Voltage-dependent overcurrent pickup WI
• Voltage-dependent and phase angledependent

- overcurrent pickup V/l/ip
 impedance pickup Z<

Five independent distance zones and one separate overneach zone are available. The integrated fault locator calculates the fault impedance and the distance-lo-fault. The results are displayed in ohms, identates (missa) and in percent of the line length. Parallel line compensation and load current compensation for high-resistance faults in also available.

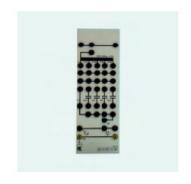
Large, easyto-read backlit display is provided. The serial RS232 PC interface accessible from the front of the unit permits quick access to all parameters and fault event data. The use of the optional DIGSI 4 operating program is perticularly advantageous during commissioning.



745 2921 3- Erdschlussrichtungsreisis 3- Directional Earth Fault Relay

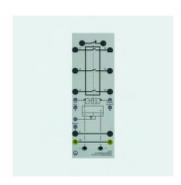


745 31 Last, L=0,1-0,4 H; C=2-16 µF
Zur Nachbildung verschiedener Fehlerarten, um
das 3~ Erdschlussrichtungsreials, Kat.-Nr.
7452921 zur Auslösung zu bringen.
L = 0,140,20,300,4 H,
230 V, 50/60 Hz, 0,5 A
C = 2/4/8/16 µF, 400 V AC



745 561 Leistungsschalter-Modul

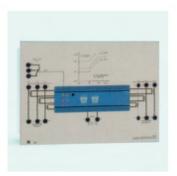
3phasiger EIN-(AUS-Schalter mit Hilfskonfakt (Öffner) für Leitungsnachbildung 380 kV. Manuell über Taster ON/OFF oder extern über Schaltkontakt, TTL-Pegel oder 24 V DC steuerbar. Der Schaltzustand wird von LED's angezeigt und steht zusätzlich als TTL-Pegel auf 4-mm-Buchsen zur Verfügung. Steuereingang (Schaltkonfakt, TTL-Pegel, 24 V DC) für externen Ausschaltbefehl (Schulzbusidsung). Konfaktbeisbarkeit: 400 V A/C, 3 A Netzanschluss: 115/230 V, 50/60 Hz mit Netzanschlusskabel und Schulkostecker



745 331 Transformator-Differentialschutzreials

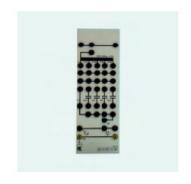
Differentialschutzrelals Industrieles Schutzrelats zur Überwachung des Transformalors (745 50) nach dem Schutzprinzip des Differentialschutzes. Das Relais misst über einen Internen Anpassungs-Biromwandier Ein-und Ausgangsströme des Transformators und löst bei Kurzschüssen zwischen Windungen und Wicklungen sowie bei Erdschlüssen aus. Die Anzeige des Betriebszustandes und der Ausli-sung erfolgt mittels LED. Außerdem erkennt das Relais Betriebszustände außerhalb des Schutz-bereiches, die nicht zur Abschaltung des Trans-formators führen dürfen.

- Nennstrom: 1 A
 Nennfrequenz: 50...60 Hz
 Hitsspannung: 35...275 V AC oder
 19...390 V DC
 Ausgangskontakt: 1 x Wechsier





745 31 Last, L=0,1-0,4 H; C=2-16 µF
Zur Nachbildung verschiedener Fehlerarten, um
das 3~ Erdschlussrichtungsreials, Kat.-Nr.
7452921 zur Auslösung zu bringen.
L = 0,140,20,300,4 H,
230 V, 50/60 Hz, 0,5 A
C = 2/4/8/16 µF, 400 V AC



745 561 Leistungsschalter-Modul

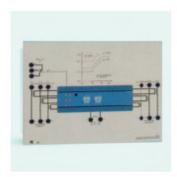
3phasiger EIN-(AUS-Schalter mit Hilfskonfakt (Öffner) für Leitungsnachbildung 380 kV. Manuell über Taster ON/OFF oder extern über Schaltkontakt, TTL-Pegel oder 24 V DC steuerbar. Der Schaltzustand wird von LED's angezeigt und steht zusätzlich als TTL-Pegel auf 4-mm-Buchsen zur Verfügung. Steuereingang (Schaltkonfakt, TTL-Pegel, 24 V DC) für externen Ausschaltbefehl (Schulzbusidsung). Konfaktbeisbarkeit: 400 V A/C, 3 A Netzanschluss: 115/230 V, 50/60 Hz mit Netzanschlusskabel und Schulkostecker



745 331 Transformator-Differentialschutzreials

Differentialschutzrelals Industrieles Schutzrelats zur Überwachung des Transformalors (745 50) nach dem Schutzprinzip des Differentialschutzes. Das Relais misst über einen Internen Anpassungs-Biromwandier Ein-und Ausgangsströme des Transformators und löst bei Kurzschüssen zwischen Windungen und Wicklungen sowie bei Erdschlüssen aus. Die Anzeige des Betriebszustandes und der Ausli-sung erfolgt mittels LED. Außerdem erkennt das Relais Betriebszustände außerhalb des Schutz-bereiches, die nicht zur Abschaltung des Trans-formators führen dürfen.

- Nennstrom: 1 A
 Nennfrequenz: 50...60 Hz
 Hitsspannung: 35...275 V AC oder
 19...390 V DC
 Ausgangskontakt: 1 x Wechsier





T 11.3.3 Schutz einer Hochspannungsleitung

T 11.3.3 Protection of a High-Voltage Line

745 51 Leitungsnachbildung 380 kV

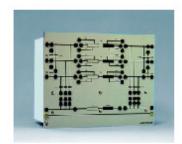
745 51 Leitungsnachnollung 380 kV Freileitung zur Messung stationärer Betriebszusände (Leerlauf, Anpassung, Kurzschluss) mit folgen-den technischen Daten: Viererbündel 4 x 240440, Wellenwiderstand 240 Ohm und natürlicher Leistung 600 MW, Länge 360 km. Bei symmetrischem Betrieb sind durch Anzardungen Untersuchungen bei 144 km hzw.

Anzaptungen Untersuchungen bei 144 km bzw. 216 km Länge möglich. Erdrückleiter Rg = 11 Ohm, Lg = 250 mH für unsymmetrische Belastung bei 360 km Leitungstänge.

| Mailstabsfaktor 1/1000 für Strom und Spannung |
| Länge: 360 km 216 km 144 km |
| Wilrkwiderstand: 13 Ohm 8 Ohm 5 Ohm |
| Induktivität: 290 mH 174 mH 116 mH |
| Bebriebskapazität: 5μF 3μF 2μF |

745 51 Transmission Line Model 380 kV 745 51 Transmission Line Model 380 kV Three-phase model of a 380 kV overhead trans-mission line for measuring steady-state operating conditions (no-load, matching, short-circuit) with the following specifications: Quad bundle 24040, with surge impedance 240 Ohm and natural power 600 MW, length 360 km. Tappings enable the carrying out of investigations at lengths of 144 km resp. 216 km.

| Scale factor: 1/1000 for current and voltage. | Length: 360 km 216 km 144 km | Resistance: 13 0km 8 0km 5 0km | Indiudance: 290 km 174 km 116 km | Oper. capacity: 5 μF 3 μF 2 μF



T 11.3.4 Schutz zweier Hochspannungsleitungen

Ergánzungsausstattung zu T 11.3.3, bestehend aus:

T 11.3.4 Protection of Two **High-Voltage Lines**

Supplementary set to T 11.3.3, consisting of:

745 2311	3~ Überstromzeltrelals UMZ/AMZ	745 2311	3~ Time overcurrent relay (I)DMT
745 3311	Transformator Differential- schutzrelals	745 3311	Transformer Differential Protective Relay
745 3331	Digitales Distanzachutzrelais	745 3331	Digital Distance Protection Relay
745 51	Leitungsnachbildung 380 kV	745 51	Transmission Line Model 380 kV
745 561	Leistungsschalter-Modul	745 561	Power Circuit Breaker Module

745 2721 Oberstromrichtungszeitrelals

Digitales Messrelais konfigurierbar als unabhän-giger Überstromzeltschutz (UNZ) oder abhäng-ger Überstromzeltschutz (ANZ) mit wählbaren Auslösecharakteristika (ANSI SI, 508F und 51). Ausosecharastrata (Aves 1s., Sub- und 51). Mit Integriertem Richbungselement für zweiseftig gespeiste Systeme und RS485-Schnittstelle. Nennspannung U₂:100 V, 200 V, 400 V Nennfrequers ½; 50/60 Hz Hiffsspannung U₂: 16 - 360 V DC/16 - 270 V AC.

7452721 Directional Time Overcurrent

Relay
Digital measuring relay configureable as independent time overcurrent (IDMT) or dependent
time overcurrent (DMT) with eligible release
characteristics. With integrated direction element
for on two sides fed systems and RS485 interface.

tace.
Nominal voltage V_W 100 V, 230 V, 400 V
Nominal frequency f_W 50/60 Hz.
Auxiliary voltage: 16 - 360 V DC/16 - 270 V AC.



745 561 Oberstromrichtungszeitrelais Directional Time Övercurrent Relay



TPS 11.4 Energienutzung

Ein Dreiphasen-Asynchronmotor mit Käfigläufer dient in dieser Ausstattung als ohnsch-induktiver Verbraucher. Die Netzbelastungen, die von diesem Verbraucher ausgeher, werden eingehend untersucht. Zur Minderung der Netzbelastung wird die Blindleistungskompensation angewendet. Mit Hilfe eines Blindleistungsreglers, der eine Kordensatorbatterie steuer, kann eine automatische Kcmpensationsanlage aufgebaut werden. Außerdem werden mit dieser Ausstattung die Mogichkeiten der Energieverbrauchsmessungen mit Wirkenergie-, Blindenergie- und Maximumzähler, der ein Zweitarifzählwerk enthält, behandel: Auch hier werden handelsübliche Gerate, die didaktisch aufgearbeitet sind, verwendet.

TPS 11.4 Energy Utilization

A three-phase asynchronous motor with equirrol page rotor corves in this equipment set as the ohmic-inductive consumer. The loads to the mains brought about by this consumer are examined in detail. The reactive power compensation is applied in order to reduce the mains load. Automatic reactive power compensation equipment can be assembled with the aid of a reactive power controller, which is used to control a capacitor battery. Furthermore, using this equipment sel it is possible to carry out measurements on power consumption using active power reactive power and maximum demand meters, the latter containing a two rate meter. Here again standard commercially-available equipment is used which has been adapted for didactic

TPS 11.4.1 Blindleistungskompensation einer induktiven Last

Reactive Power Compensation of an Inductive Load

TPS 11.4.1

flasic equipment set, consisting of:

745 091 Blindleistungsregler

Elektronischer Blind eistungsregler mit cos φ-Anzeige zum automatischen Schalten von Kompensationskondensatoren in Antagen mit induktiver Belastung. Kompensationsbereich: 0,8 ind...1...0,9

kap Ansprechempfirdlichkeit: 0,05...1 C/K cos φ Anzeige: 0,7 inc...1...0,98 kap

umschalter Manuell/Automarisch Schaltsturenanzahl: 4 mit LED Anzeige Ausgangskontakte: 4 Schließer,

Ausgangskontakte: 4 Schlieber, je 250 V AC, 8 A LED Anzelge für: POWER, IND, CAP Versorgungsspannung: 3 x 380...415 V,

745 095 Schaltbare Kondensatorbatterie

60 Hz

Anlage mit der unterschiedliche Kapazitäten zur Bilindiestungskompensabon auf das Netz geschaltet werder können. Die Kondensstorhalterie anthält 4 Schaltstufen, die mit Hilfe von Leistungsschützen zuund abschaltbar sind Jede Schaltstufe ist separat intern oder extern steuerbar. Die Schaltstufen bestehen aus je 3 Kondensatoren in Siernschaltung und Entladswiderständen.

Kapazitätswerte:

Schaltsture 1: 3 x 2 µF, 450 V, 50 Hz Schaltsture 2: 3 x 4 µF, 450 V, 50 Hz Schaltsture 2: 3 x 8 µF, 400 V, 50 Hz Schaltsture 4: 3 x 16 µF, 400 V, 50 Hz Kompensationsleisture: may 1368 VAr

745 091 Reactive Power Controller

Electronic VAr controller with cos φ display for automatic switching of compensation capacitors in systems with inductive load. Compensation range. 0.8 ind...1...0.9 cap Operating sensitivity 0.05...1 C/K cos φ display: 0.7 ind...1...0.98 cap using 12 LEDs

Switch manual/automatic Number of switching levels 4 with LED display

Output contacts: 4 NO,

each 250 V AC, 3 A LED indication for: POWER, IND, CAP Supply voltage: 3 x 380...415 V, 50 Hz



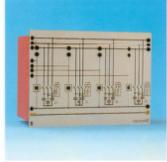
745 091

745 095 Switchable Capacitor Battery

System, with which different capacitance values can be connected to the mains for reactive power compansation. The capacitor hattery contains 4 switching levels which can be connected and disconnected using power contactors. Each switching level can be controlled separately, internally or externally. The switching levels each consist of 2 capacitors in starconnection with discharging resistors.

Capacitance values:

Switching level 1: 3 > 2 µF 450 V, 50 Hz Switching level 2: 3 × 4 µF 450 V, 50 Hz Switching level 3: 3 × 8 µF 400 V, 50 Hz Switching level 4: 3 × 16 µF 400 V, 50 Hz Compensation power: max 1366 VAr



345 095



TPS 11.4.2 Energieverbrauchsmessung und Spitzenlastüberwachung

TPS 11.4.2 **Power Consumption** Measurement and

Peak Load Monitoring

72723 Energiezähler Dreiphasig

Drehstromzähler 3 x 220/380 V, 10 (40) A, 50 Hz, 150 U/kWh, Schaltung 4000

727 23 kWh-meter, Three-phase

Three-phase kWh meter 3 x 220/380 V, 10 (40) A, 50 Hz, 150 r/kWh, circuit type 4000



727232 Maximum Zähler

4 Leiter Wirkverbrauchszähler mt Hochund Niedartarifzählwerk für 3 x 220/380 V. 50 Hz Ne'zspannung. Der m kroprozessorgesteuerle Zähler speichert für einen beliebigen Ableseze traum eine über 15 Minuten gemittelte maximale Leistung. Es können bie zu 13 Ablesezeiträums gespeichert werden. Ein Kumulalivzähler addiert die genesseren Leistungsmaxima der einzel-nen Ablesezeiträume auf. 16stellige LCD-Anzeige für die Anzahl der erfolgten Maximum-Rückstellungen für den sich bildenden Mittelwert, für das Maximum sowie für die Kumulativ-Anzeige.

Eingänge:

- Umschaltung Niedertarif/Hochtarif
- Ein/Aus Maximumzählwerk
- Fernrückstellung Naximumzählwerk manuelle Rückstellung Maximum-
- zählwerk

Ausgang:

Potentalgebundener Synchronisationsausgang 15 min Aus / 9 s Ein

727 232 Maximum Demand Meter

4-wire real consumption meter with high and low charge counter for 3 x 220/380 V. 50 Hz mains voltage. The microprocessorcontrol ed incicator stores a value of maximum power averaged over a 15 minute period for any chosen reading time interval. Up to 13 reading time intervals can be stored. An accumulative ccunter adds the measured power maxima of the individual reading time intervals. 16 digit LCD display for the number of the realised maximumreacts, for the average values produced, for the maximum and also the cumulative display. Inputs:

- Switch low charge/high charge

15 min off/9 s on

- On/off maximum counter Remote controlled reset maximum counter
- Manual reset maximum courrier
- Output: Potential-bound Synchronization output

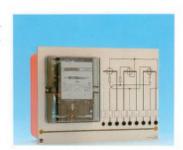


727236 Blindverbrauchszähler

Drehstrom-Blindverbrauchszähler für induktive Belastung 3 x 220/380 V, 10 (60) A, 50 Hz, 96 U/kvarh, Schalturg 700)

727 236 Reactive Power Indicator

Three-phase reactive power meter for inductive load 3 x 220/380 V, 10(60) A, 50 Hz, 96 r/kvarh, circuit type 7000





Zubehör Accessories

Profilrahmen

726 26 Profilrahmen-VT180, dreizeilig

- 3etagger Fahmen für Experimentier platten, DIN A4 Höhe, für hohe Belastung
- 4 Stück Aluminiumprofilschienen mit zwei Bürstenleisten und Verstärkung aus Vierkantstahlrohr an der Rückseite
- 2 Stück T-Füße aus Vierkantstehlrohr
- Tischbefestigung mit 2 M8 Flügel-
- Breite: 1750 mm, Höhe: 1090 mm, Tiefe: 300 mm

ocer

726 25 Profilrahmen-VT150, dreizeilig

- 3etagger Fahmen für Experimentierplatten, DIN A4 Hohe, fur nohe Belastung
- 4 Stick Aluminiumpro'ilschienen mit zwei Bürstenleisten und Verstärkung aus Vierkanistahlrohr an der Rückseite
- 2 Stück T-Füße aus Vierkantstahlrohr
- Tischbefestigung mit 2 M8 Flügelschrauben
- Breite: 1450 mm, Höhe: 1090 mm, Tiefe: 300 mm

Panel Frames

72626 Panel Frame-VT180, Three Level

- 3-level frame for training panels in DIN A4 equivalent height, for high load
- 4 aluminium profile rails with 2 brush strips and reinforced with rectangular steel tubing on the rear side
- 2 T-bases of rectangular steel tubing
- Mounted to berich top with 2 M8 wing
- Width: 1750 mm, height: 1090 mm, depth: 300 mm

72625 Panel Frame-VT150, Three Level

- 3-level frame for training panels in DIN A4 equivalent height, for high load
- 4 aluminium profile rails with 2 brush strips and reinforced with rectangular steel tubing on the rear side
- 2 T-bases of rectangular steel tubing Mounted to bench top with 2 M8 wing screws
- Width: 1450 mm, height: 1090 mm, degth: 300 mm



Profikahmen/Panel frame

Labortische, 19" Einschubsystene, fahrbare Ver-suchsstände und Aufbewahrungsschränke zur Kompletierung der Laborausstatung können den UH-Labor-Technik-System Katalog (LTS) entnommen werden.

Laboratory benches, 19" plug-in system, mobile experiment stands and storage cabinets for completing the laboratory equipment are to be found in the L4 laboratory technical equipment systems (LTS) catalogue.

Stromversorgung

726 75 Dreiphasen Anschlußeinheit mit FI

Nockenschalter 4polig Fehlerstromschutzschalter 30 mA Motorschutzschalter 6 - 10 A Phasenkontrolleuchtan L1, L2, L3 Netzkabel mit Cekonstecker

Power Supplies

726 75 Three-phase Supply Unit with FCCB

Cam switch 4-pole Fault current circuit breaker 30 mA Motor protection switch 6-10 A Phase control lamps L1, L2, L3 Mains cable with Cekon plug



72615



Meßgeräte

72711 Leistungs-Meßgerät

Demonstrationsmeßgerät für Wirkleistung, kapazitive und indultive Blindleistung in Bereich von 0,3 W (var) bis 30 kW (kvar). Meßbereiche:

Spannung: 3/10/30/100/3)0/1000 V

R_i = 10 MOhm Strom: 0,1/0,3/1/3/10/30 A $R_i = 10 \text{ mOhm}$

Frequenthereich

Wrkleistung: 0...20 kHz BIndleistung: 50 Hz Sinus

Wirkleistungsaufnahme LED Anzeige für: Wirkleistungsabgabe kapazitive Blindleistung

induktive Blindleistung Überlast Spannung Überlast Strom

Anzeigeinstrument: Drehspul, Klasse 1,5 102 x 06 mm (B x H)

Skalenteilung: 0...10 und 0..3

Skalenlänge: 119 mm Dauerüberlastgeschützt in allen Neßberei-

chenbis 1000 7 und 30 A. Netzanschluß. 110/130/230/240 V, 50 Fz

72712 Leistungsfaktor-Me3gerät

Demonstrationsmeßgerät für Leistungsfakto (cos φ) und Phasenwinkel.

Meßbereiche: Leistungsfaktor: 0 1 0

Phasenwinkel: -90° (kap.)..0...+90° (ind) Spannurgsbereich: 3..1000 V, Ri = 1 MOhm Strombereich: 0,1...30 A, Ri = 10 mOhm Frequenzbereich: 20 Hz...2 kHz kcino Spannunge /Stromberoiche

unschaltung

Anzeigeinstrument: Drehspul, Klasse 1,5 192 x 96 mm (B x H)

Skalenlänge: 119 mm Daugrüberlastgeschützt bis 1000 V und

Netzanschluß: 110/130/230/240 V, 50 Fz

72726 Zungenfrequenzmesser

Meßbereich: 47...50...53 Hz Nennspannung: 230 V Anzeigeinstrument:

Viorationsmeßwerk mit abgestimmlen Stahlzurgen,

Klasse C.5. Frontrahmen 96 x 96 mm

727 300 Drehfeldrichtungsanzeiger M3110

Gerät zur Ermitlung des Drehsinns bzw. der Phasenfolge in Drehstromnetzen. Anzeige der Drehrichtung durch Leuchtdioden. 3 Leuchtdioden lassen erkennen, ob die 3 Außenleiter Spanrung führen. Die Anschlußleitungen sind fest angeschlossen.

Sparmung, 90.,660 Y Frequenz: 45...1000 Hz

Measuring Equipment

72711 Power Meter

Demonstration meter for active power and capacitive and inductive reactive power, in the rarge 0.3 W (var) to 30 kW (kvar). Measuremen: ranges:

Voltage: 3/10/30/100/300/1000 V

Ri = 10 MOhm Current: 0.1/0.3/1/3/10/30 A Ri = 10 mOhm

Frequency range Active power: 0...20 kHz Reactive power: 50 Hz sinusoidal LED indicato: for: active power

consumption active power output cap, reactive power ind, reactive power overload voltage overload current

ng coil, class 1.5 192 x 96 mm (W x H)

Scale division: 0...10 and 0...3 Scale length: 119 mm

Continuous everload protection in all measurement ranges up to 1000 7 and \$0 A. Mains supply: 110/130/230/240 V, 50 Hz

72712 Power Factor Meter

Demorstration meter for power factor cos φ and phase-angle. Measurement range: Power factor 0 1 0

Phase angle: -90° (cap.)... 0 ...+90° (ind.) Voltage range: 3...1000 V, R_i = 1 MOhm Current range: 0.1...30 A, Hi = 10 mChm Frequency range: 20 Hz... 2 kHz

No voltage range/ourrent range switching Instrument: moving coil, class 1.5 192 x 96 mm (W x H)

Scale length: 119 rnm

Continuous overload protection in all measurement ranges up to 1000 7 and 30 A. Mains supply: 110/130/230/240 V, 50 Hz

727 26 Reed Frequency Meter

Measurement range: 47...50...53 Hz Rated voltage: 230 V Display instrument: Vibrating reed measuring element with funed steel reeds, Class 0.5. front frame 96 x 96 mm

727 300 Phase-sequence Indicator M3110

Device for determining direction of rotation or phase sequence in three-phase sys-

Direction of rotation indicated using LEDs. LEDs indicate whether the 3 outer conducors are carrying a voltage.

The connection lines are permanently connected.

Voltage: 90...660 V Frequency: 45...1000 Hz



72711



72712



72726



727300



72701 Dreheisenmeßgerät 1 A

Klasse 1,5, Frontrahmen 144 x 144 mm

727 31 Moving Iron Meter 1 A

Class 1.5, front frame 144 x 144 mm

72732 Dieheisenmeligerät 2,5 A

Klasse 1,5, Frontrahmen 144 x 144 mm

727 32 Moving Iron Meter 2.5 A

Class 1.5, front frame 144 x 144 mm



72731

72738

72733 Dieheisenmeßgerät 5 A

Klasse 1,5, Frontrahmen 144 x 144 mm

727 33 Moving Iron Meter 5 A

Class 1.5, front frame 144 x 144 mm

72734 Dreheisenmeßgerät 15 A Klasse 1,5, Frontrahmen 144 x 144 mm

Klasse 1,5, Frontrahmen 144 x 144 mm

72738 Dreheisenmefgerät 600 V

727 34 Moving Iron Meter 15 A Class 1.5, front frame 144 x 144 mm

727 38 Moving Iron Meter 600 V Class 1.5, front frame 144 x 144 mm

72739 Moving Iron Meter 100/400 V 72739 Dreheisenmef:gerät 100/430 V

Klasse 1,5, Frontrahmen 144 x 144 mm

727421 Akustischer Durchgangsprüfer Standard-Durchgangsprüfer für nahezu alle elektr schen Funktionsprüfungen. Technische Daten.

- Akustischer Durchgangsprüfer bis 300 kOhm Spannungsfest bis 500 V AC/DC
- Prüfstrcm: 10 μA
 Warnlampe für Spannungen über 60 V
- Kondersatorprüfung 0,01...47 µF Ohre Batterie (9 V/IEC 6 F 22)

Class 1.5, from frame 144 x 144 mm 727 421 Acoustic Continuity Tester

Standard continuity tester for practically all electrical function tests. Technical specifications

- Acoustic continuity tester up to 300 kOhm
- Voltage proof up to 500 V AC/DC
- Test current: 10 μA
 Warning lamp for voltages over 60 V
- Without battery (9 V/IEC 6 F 22)

Capacitor test: 0.01...47 μF

635 45 Battery 9 V (Block) Type: IEC 6 F22

72742

68545 Blockbatterie 9 V Typ IEC 6 F 22

313031 Bektronische Stoppuhr Melbereich: 0,01 s - 100 s (Überlaul-

anzeige bei Überschreitung) Ablesogonauigkoit: 0,01 s Zifferblatt: Leuchtdiodenkranz D=17 cm Ziffernhöhe: 18 mm (7-Segment-Anzeige) Netzanschluß: 220 V/50 Hz

313 031 Electronic Stopclock Weas, range: 0.01 s to 100 s, (overflow indication when exceeding the measurement rango);

Accuracy of reading: 0.01 s

Display circle of light emitting diodes D=17 cm;

Height of numerals: 18 mm (7-segment Mains supply: 220 V/50 Hz



313 031



575 293 Dig. Speicher-Oszilloskop 407

Frequenzbereich: 0 ... 40 MHz (-3 dB) Eingangsmpedanz: 1 MOhm, 15 pF, nax. 400 V Bildschirm: 8 x 10 cm mit Innenraster Vertikalverstärker: 1 MV/cm ... 20 V/cm (14 Stufen)

Zeitbasis (Echtzeit): 0,5 s/cm ... 100 ns/cm, mit X-Dehnung x10 bis ca. 10 ns/cm Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1 Zeitbasis (Speicher): 100 s/cm ... 1ys/cm, mit X-Dehn, x 10 bis ca. 0.1 µs/cm

Betriebsarten: K1, K2, K1 u. K2, K1/K2 invert., Summe und Differenz, KY-Betrieb Speicherbetriebsarten: Refresh, Roll, Single, XY, Envelope, Average (mit linearer Det Joint

Triggerung: K1, K2, Netz und extern

Funktion) Speicherung: je Kanal 2 k x bit. Attastraten: (Ecntzeit) 8bit flash max. 100 MS/s pro Kanal.

Auflösung (Punkte/cm): 200 (A) x 25 (Y):

Eingebauter Kompenenten-Tester. Atmessurgen: 28,5 x 12,5 x 36,0 cm (B x H x T) Netzanschluß: 100 ... 240 V, 50/60 Hz Ohne Tastköpfe

575 231 "astkopf 100 MHz, 1:1/10:1

umpohaltbar: cisachlic8lich Federhaken, Trimmerschlüssel, BNC-Adapter, Tastspitze, Isolerhülsen, Erdleitung und 4-mmStecker, Eingangswidersland: 1 MOhm / 10 MOhm; Bandbreile: 10 MHz / 100 MHz; Anschluß BNC-Stecker Kabellänge: 1,2 m (2 Stück erforderlich)

735 261 Trennverstärker Vierkanal

Vier hochlineare, übersprech- und störungsunempfindliche Trennverstärker zur potential-freien Meßwertaufnahme. Strommessungen sind über eingebaute Shunts möglich. Ein Multiplexer ermöglicht die Darstellung der vier Eingangssignale mit einem Kanal eines (Speicher-)Osailloskoos. Alle Kanäle sind einzeln zu-schaltbar, die zugehörige Nullinie kann eingeblendet werden Position und Amplitude auf dem Schirmbild lassen sich für jeden Kanal getrennt einstellen. Ein Raumzeiger-Indikator mit LED-Anzeige und Osalloskopausgang ermoglicht die Darstellung, Mesaung und Bewertung von Drehstromsystemen, besonders im Zusammenhang mit Frequenzumrich-tem und elektrischen Maschinen. Ein mattematisches Modul ermöglicht Addition, Subtraktion and Multiplikation aweier Eingangsstanale Ein zuschaltbarer Filter ermöglicht die Grundwelle aus PWM-Signalen zu rekonstruieren.

Trennverstärker Kanal A, B, C, E: Frequenzoereich: DC ... 80 kHz Abachwächer, dreiatufig: x1, x0,1, x0,01 Inrenwiderstand: 1 MChm Genauigkeit: 2 %

- Strom: max. 10 A AC/DC; 16 A für T < 15 min Bereiche: 1 V/A und 1/3 V/A Inrenwiderstand: 30 MOhm Genauigkeit: 5 %

Ausgänge: 4-mm-Sicherheits-Buchsen Multiplexer:

- Multiplex-Frequenz, einstellbar: 50 .. 500 kHz Amplitudenabschwächer: 0.2 ... 1
- Y-Position: -8 V ... + 3 VTrigger-Quelle A, B, C, D oder E
- Oszilloskopausgang: 2 BNC-Buchsen

Mathematik Modul und Filter:

 Modi für Kana D:
 A+B, A-E, (AxB)/10, A>B, L_{1N} (A, B, C), E
 Tiefpaßilter, zuschaltbar: 1 Hz
 Netzanechluß: 115/230 V, 47 ... 63 Hz mi Netzanschlußkabel und Eurostecker mex. 620 V DC/440 V AC

575 293 Dig. Storage Oscilloscope 407

Band width: 0 ... 40 MHz (-3 dB) Input impedance: 1 MOhm. 15 pF, max. 400 V Screen: 8 x 10 cm with internal graticule Vertica deflection: 1 mV/cm ... 20 V/cm 14 steps) Time base (real time): 0.5 s/cm ... 100 ns/cm, with X-expansion x10 to 10 ns/cm

Hold-of time: variabel to approx. 10:1 Time base (storage): 100 s/cm ... 1μs/cm, with X-expansion x10 to 0.1 μs/cm Trigger source: Ch1, Ch2, Ine, external Operating mcdes: Ch1, Ch2, Ch1 and Ch2, Ch1/Ch2 invert, sum or difference, XY-Mode Storage operat. modes: Refresh, Roll, Single CV, Envelope Average (v. linear Dot Joint Function).

Memory: per channel 2 k x 8 bit. Scanning rate: max. 40 M5/s per channel Resolution (points/cm): 200 (X) x 25 (Y): XY 25 x 25.

Built-in compenent taster. Dimensions: 28.5 x 12.5 x 38.0 cm (W x H x D) Maino supply: 100 .. 240 V, 50/60 Hz Withour probes

575 231 Probe 100 MHz, 1:1/10:1

Switchable; including apring loaded hock tip, Irimmer key, BNC adapter, probe tip, insulafing covering, ground lead and 4-mm plug; hput impedance: 1 MOhm/10 MChm; Bandwidth: 10 MHz/100 MHz; Connection: BNC plug; Cable length: 1.2 m |2 each required)

735 261 Isolation Amplifier, Four Channel

Four highly linear, closstalk and noeseimmune isolating amplifiers for potential-free mea-surement recording Current measurements are possible using built-in shunts. A multi-plexer enables the four intput signals to be displayed on one (storage) oscilloscope. All of the channels can be switched individually, the corresponding zero-line can be displayed on the screen. Position and amplitude can be set separarely on the screen for each channel. A space vector indicator with LED display and oscilloscope output permts representation, measurement and evaluation of three-phase systems, particularly in connection with frequency converters and electrical machines. A mathematical module makes it possible to perform addition, subtraction and multiplication of two input signals. A connectable filter permits fundamental waves to reconstructed out of PWM signals.

isolation amplifier channel A. B. C. E: Frequency range: DC ... 80 kHz Voltage: max. 620 V DC/440 V AC Attenuator, 3-stage: x1, x0.1, x0.01 Internal Resistance: 1 MOhm Accuracy: 2%

 Current: max 10 A AC/DC; 16 A for T < 15 min Ranges: 1 V/A and 1/3 V/A Internal Hesislance: 30 MChm

Accuracy: 5 % - Outputs: 4-nm salety sockets Multiplexer:

- Multiplex-freq., adjustable: 50 ... 500 kHz
- Amplitude attenualor: 0.2 ... 1 Y-position: -8 V ... + 8 V
- Trigger source A, B, C, D or E
 Oszilloscope output: 2 BNC sockets
- Mathematic module and filter:

- Operating modes for channel D A+B, A-B, (AxB)/10, AxB, L_{1N} (A, B, C), E - Lowpass filter, switchable: 1 kHz Mains connection: 115/23C V, 47 ... 63 I z

with mains connection cable and Euro plug max. 620 V DC/440 V AC



575 253



575 231



735 261



Erforderliches Zubehör aus dem System EMS/TPS 10

73268 Pendelmaschine 1,0/2,0

Gleichstrom Nebenschlußmaschire mit inte-grierter Drehmomenterfassung. Bei Gereratorbetrieb als Pendelmaschine zur Eelastung elektrischer Maschinen 1.0 kW, sowie zur Wirkungsgradbestimnung durch Messung der übertragenen Momente zwischen Antriebs- und Arbeitsmaschine einsetzbar. Bei Mororbetrieb als Antriebsmaschine mit Momentenmessung einsetzter. In Verbindung mit dem Steuergerat ist 4-Quadranten-Betreb mit Energierückspeisung ins Drehstramnetz möglich. Die Pendelmaschine ist curch Fremdbelüftung und einen Thermoschalter vor Überlastung geschützt. Das erfaßte Drehmoment wird mittels eingebauter Elektronik als proportionale Spannung ausgegeben

Drehmomentausgang: 1 V/3 Nm Netzanschluß: 230 V, 50/6) Hz Nenndaten bei Gereratorbetrieb: Leistung: 1,0...2,0 kW Spannung: 150...3(0 V Strom: 85 A Erregersparnung: 200 v Erregerstron: max. 0,7 A Drehzahl: 1500...3000 min⁻¹ Bremsmoment: max. 22 Nm

732595 Stauergerät für Pendelmaschine 1.0/2.0

Mikroprozessorgesteuertes Gerát zur Energieversorgung der Pendelmaschine. Folgende Betrebsarten sind möglich:

- d gitale Drehmomentregelung
- d gitale Drehzahlregelung
- ungeregetter Betrieb
- autom. Aufnahme von Belastungskennlinien
- autom. Aufnahme von Hochlaufkennlinien externer Betrieb

Ausstattung:

- 4stellige 7-Segmentanzeige zur Darstellung von Drehzahl, Drehmoment und Fehlercodes
- Temperaturüberwachung Pendel-maschine und Prüfling
- 4-Quadranten Anzeige mit LED's für Batriebeart des Prüffings
- Enstellbare Begrenzung von max. Crehmoment unc min. D'ehzahldes Préflings (Überlasiungsschutz)
- irterne Fehler(berwachung der Thyristorbrücken und des speisenden Netzes Technische Daten:

Ankerspannung: -300 V...+300 V Ankerstrom: - 20 A...+ 20 A, digital geregett Erregerspannung: 200 V

Erregerstrom: 1 A Eingänge für:

- Analoges Tachogenerator 1 V/1000 min⁻¹
- Digitalen Tachogenerator 102+ Imp./000 *
- Drehmoment 1 V/3 Nm
- Externe Steuerung 0...± 10 V DC

Ausgänge für:

- Drehzahl 0...± 10 V DC, einstellbar
- Drehmoment: 0 ± 10 V DC, einstellbar
- Pen-Lift (AUTO, OFF, DOWN)
- Serielle Schnittstelle (Ausgabe von Drehzahl, Drehmoment und Stron)

Versorgungsspanrung:

Leis ungstell: 3 x 400 V, 47...62 Fz Steuerteill: 115/23C V, 47...62 Hz

mit Netzanschlußkabel und Schukostecker

Required Accessories from the EMS/TPS 10 System

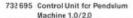
73268 Pendulum Machine 1.0/2.0

DC shunt wound machine with integrated torque recording. This machine can be used in generator operation as a pendulum machine for loading electrical machines of the 1.0 kW class as well as for the determination of the efficiency by means of measurement of the torques being transferred between the driving machine and the working machine. In motor operation this machine can be used as a drive machine with torque measurement. In conjunction with the control unit operation in 4-quadrants with energy leedback to the three-phase mains is possible. The pendulum machine is protected from overloading by a thermo-awitch and external rentilation. recorded torque is output as a proportional vollage by means of built-in electronics. Torque output: 1 V/3 Nm

Mains connection 230 V, 50/60 Hz

Ratings for generator operation Power: 1.0..2.0 kW Voltage: 150...300 V Current: 8.5 A

Excitation voltage: 200 V Excitation current: max. 0.7 A Speed: 1530...3000 min Braking torque: max. 22 Nm



Microprocessor-control ed device for the supply of power to the pendulum machine.

- The following operating modes are possible: - Automatic digital torcue control
- Automatic digital speed conrol
- Non-controlled operation
- Automatic recording of load characteristics
- Automatic recording of run-ap characteristics
- External operation

Equipment.

- 4-digit 7-segment display for indicating speed, torque and the fault codes
- Temperature monitoring of pendulum machine and the object under test
- 4-quacrant display with LEDs for the operat-ing mode indication of the object under test
- Adjustable limiting of max. lorque and min. speed of the object under test (overload protection)
- Internal fault monitoring of the thyristor bridges and the feeding mains

Technical data:

Annature voltage: -300 Y...+306 V

Armature current -20 A...+20 A, digitally control-

Exciter voltage: 200 V

Exciter current: 1A Inputs for

- Analog tachogenerator 1 V/1000 min⁻¹
- Digital tachogenerator 1024 pulse/360° Torque 1 V/3 Nm
- External control 0...±10 V DC
- Outputs for:
- Speed 0... ± 10 V DC, adjustable
- Torque 0...± 10 V DC, adjustable Pen-lift (AUTO, OFF, DOWN)

Serial interface (output of speed, torque and purrent)

Supply voltage:

Pover section: 3 x 400 V, 47...62 Hz Oostrol acction: 115/200 V, 47... 62 Hz With mains connection cable and Schuko plug



732 68



732 695



733 07 Synchronmaschine VP 1.0

Drehstrom-Synchronmaschine mit Vollpolläufer und Dämpferkäfig für Motor- und Generatorbetrieb.

Nenndaten bei Motorbetrieb: Leistung: 0,8 kW Spannung: 230/400 V I/Y Strom: 2,7/1,5 A

Erregerspannung: max. 220 V Erregeratrom: max. 1,6 A Frequenz: 50 Hz

Leistungsfaktor: 1 Ausführung: 4polg Drehzahl: 1500 min-1

733 07 Synchronous Machine SC 1.0

Three-phase synchronous machine with smooth-core rotor and damper cage for motor and generator operation.

Ratings for motor operation: Power: 0.8 kW Voltage: 230/400 V A/Y Current: 2.7/1.5 A

Excitation voltage: max. 220 V Excitation current: max. 1.6 A Frequency: 50 Hz

Power factor: 1 Design: 4 pole Speed: 1500 rpm



733 07

732 804 Käfigläufermotor 230/400 V 1,0

Drehstrom-Asynchronmotor mit Käfigläu-fer, Industrieausführung. Nenndaten: Leistung: 1.0 kW Spannung: 230/400 V 4/Y Strom: 4,6/2,7 A Frequenz: 50 Hz

Leistungsfaktor: 0,8 Auaführung: 2polg Drehzahl: 1410 min-1

732 804 Squirrel Cage Motor 230/400 V 1.0

Three-phase asynchronous motor with squirrel cage rotor, industrial design.

Ratings: Power: 1.0 kW Voltage: 230/400 V Δ/Y Current: 4.6/2.7 A Frequency: 50 Hz Power fastor: 0.0 Design: 2 pole Sceed: 1410 pom



732 804

73254 Magnetpulverbremse 1,0

dient in Verbindung mit dem Steuergerät zur Erehmementerfassung bei elektrischen Maschinen 1,0 kW. Die Stromverscrgung erfolgt durch das Steuergerät über ein Anschlußkabel mit mehrpoligem Stecker. Die Bremse ist durch Fremdbelüftung und einen Thermoschalter vor Überlastung geschützt.

Bremsmoment: max. 20 Nm Drehzahl: max. 6000 min*

Netzanschluß für Lüfter: 230 V, 50 Hz

732 54 Magnetic Powder Brake 1.0

Serves in connection with the control unit to record the lorque in 1.0 kW electrical machines. The current supply is provided by the control unit via a connecting cable with a multi-pir plug. The brake is protected from overloading by separate ventilati-on and a thermo-switch.

Braking lorque max. 20 Nm Speed: max. 6000 min-1

Mains connection for ventilator: 230 V,

50 Hz



132 54

731 055 Bremsensteller

zur nanuellen Steuerung von Magnetpul-verbiemsen der U,3/1,0 kW Heihe im ungeregelten Betrieb, bestückt mit:

Netzschalter beleuchtet Potentiomeler zur Bremssteuerung, Überlemperaturanzeige für Bremse und Prüfling, Netzkabel, Anschlüsse auf 4-mm-Sicherheitsbuchsen

für Thermoschalter des Prüflings und für externe Steuerung 0...10 V DC mit Schalter INT/EXT

Netzspannung: 230 V, 50 Hz

731 055 Brake Control Unit

For manual control of the magnetic powder brake of the U3/1.0 kW series in uncontrolled operation, equipped with:

Illuminated mains switch, petentiometer for brake control, overtemperature ndicalor for brake and test object, mains cable. Connections via 4-mm safety sockets for thermal switch of test object and for external control 0...10 V DC with switch INT/EXT. Mains voltage: 230 V, 50 Hz



731 055



732592 Inkrementaler Tacho 1,0

Zur Drehzahlerfassung bei elektrischen Maschinen der 1,0 kW-Reihe

Über 4-mm-Sicherheits-Buchsen sind die TTL-kompatiblen Signale A, B und REF zugänglich. 1024 Impulse an A oder B entsprechen einem mechanischen Diehwinkel von 36) Grac. Die Signale A und B sind um 90 Grad phasenverschoben, zur Ermittlung der Drehrichtung der Welle Der REF-Impuls wird 1 mal pro Wellenumdrehung erzeugt.

Zur Versoigung und Anzeige wird die universelle Drehzshlanzeige benötigt. An-schluß über Spoige DIN-Buchse. Drehzahl: max. 10.000 min-1 Inkremente: 1024 Impulse/360 Grad Im Lieferumfang enthalten: Verbindungskabel 6polig, L = 1,5 m

(Ohne Abbildung) alternativ für 731 092 73259 Tachogenerator 1,0

zur Drehzahlerfassung bei elektrischen Maschlinen der 1,0 kW Reihe Ausgangsspannung: ± 1 V/1000 m/n⁻¹

73256 Kupplung 1,0

Kupplungsmanschette zur mechanischen Verbindung zweier elektrischer Maschinen der 1.0 kW Reihe

73258 Kupplungsabdeckung 1,0

aufsteckbare Abdeckung als Berührungs-schutz rotierender Teile elektrischer Maschinen der 1,0 kW Reihe

73257 Wellenerdabdeckung 1,0

aufsteckbare Abdeckung als Berührungsschutz rotierender Teile elektrischer Maschinen der 1,0 kW Reihe

73310 Ohmsche Last 1.0

drei synchron einstellbare Ringstelwiderstärde (Stufenwcklung) mit Skala 100 - 0%, mit je einem Vorwiderstand und Sicherung im Schleiferanschluß, geeignet für Parallel-, Reihen-, Stern- und Dreieckschaltung.

Widerstand: 3 x 1000 Ohm Vorwidersland: \$ x 22 Dhm Stram: 3 x 2,5 A

73311 Kapazitive Last 1,0

drei Gruppen MP-Kondensatoren bestehend aus je vier Kondensatoren, geeignet für Parallel-, Reihen-, Stern- und Dreieckschaltung.

Kapazität: 3 x 2/4 μΓ, 450 V 3 x 8'16 µF, 400 V

732 592 Incremental Tacho 1.0

For registering the speed of electrical machines in the 1.0 kW power class. The TTL-compatible signals A, B und REF are accessible via 4-mm safety sockets. 1024 pulses at A or B correspond to a mechanical argle of rotation of 360 degraes. The signals A and B are phaseshifted by 90 degrees for the determination of the shaft's intation direction. The REFpulse is generated 1 once per shaft revolution. The universal speed indicator is needed for the power supply and display. Connection via 6-pole DIN socket

Speed: max 10,000 min Increments: 1024 pulses/360 degrees Contained in scope of delivery: Connection cable, 6pole, L= 1.5 m

(without illustration) alternative for 731 092 732 59 Tacho Generator 1.3

For registering the speed of electrical machines of the 1.0 kW series Output voltage: ± 1 V/100C min⁻¹

732 56 Coupling 1.0

Rubber coupling sleeve for mechanical connection of two electrical machines of the 1.0 kW series

732 58 Coupling Guard 1.0

Attachable guard for projection against contact with electrical machine rotating parts of the 1.0 kW series

732 57 Shaft End Guard 1.0

Attachable guard for projection against contact with electrical machine rotating parts of the 1.0 kW series

73310 Resistive Load 1.0

Three synchronously adjustable circular rheostats (step winding) with scale 100 - 0%, each with a series resistor and fuse in the sliding-contact connection, suitable for parallel, series star and delta circuits.

Resistance: 3 x 1000 Ohm Series resistance: 3 < 22 Chm Current: 3 x 2.5 A

72311 Capacitive Lead 1.0

Three groups of MP capacitors, each consisting of four capacitors, suitable for parallel, series, star and delta circuits. Capacitance: 3 x 2/4 µF, 450 V

3 x 0/16 µF, 400 V



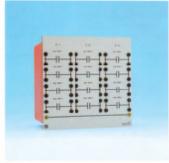
732 580



732 56/57/58



733 10



733.11



732.42 Induktive Last 0,3/1,0 drei nduktivitäten mit Abgriffen bei 0,2/0,4/0,6 H (0,6 A), 0,8/1,0/1,2 H (0,5 A) und 2,4/4,8/6,0 H (0,25 A) geeignet für Parallel-, Feihen-, Stern- und Dreieckschaltung 732 42 Inductive Load 0.3/1.0
Three inductances with taps at 0.2/0.4/0.6 H (0.6.6 A), 0.8/1.0/1.2 H (0.5 A) and 2.4/4.8/6.0 H (0.25 A) suitable for parallel, series, star and delta circuits



732 42

itera

Die Versuchshandbücher zu den einzelnen Themengruppen enthalten eine Zusammenfassung der für die jeweiligen Experimente notwendigen theoretischen Grundlagen. Anschließand warden die Funktionen der verwendeten Experimentierplatten an Hand von Abbildungen beschrieben. Eberso werden Hinweise zu den Sicherheitsvorschriften und eine Syslembeschriebung gegeben. Die einzelnen Experimente werden mit detailliertem Versuchsaufhau, der Versuchsturchführung und den Versuchsergebnissen ausführlich beschrieben. Desweiteren stehen Lösungsblätter für die Eintragung der Meßergebnisse und für die Auswertung zur Verfügung.

565 061 Buch: Synchrongenerator und Synchroniaierschaftungen

565 071 Buch: Kraftwerksregelung 565 091 Buch: Dreiphasen-Transformator 565 181 Buch: Leitungsnachbildung 380 kV

565 081 Buch: Generatorgespeistes Übertragungssystem mit RLC-Last

565141 Buch: Reihen- und Parallelschaltung von Leitungen 565151 Buch: Doppelsammelschienen-

565121 Buch: Strom- und Spannungswandler

565131 Buch: Schutzrelais 565171 Buch: Laitungeschutz

565 231 Buch: Blindleistungskompersation einer induktiven

565 241 Buch: Energie/erbrauchsmessung und Spitzenlastüberwachung The training manuals to the individual topic groups contain a summary of the theoretical fundamentals required for the respective experiments. Subsequently, the functions of the training panels used are described based on illustrations. Similarly, the books include instructions on safety measures and system descriptions. The individual experiments themselves are described with a detailed experiment set-up, experiment procedure and experiment results. Furthermore, these manuals individe solution sheets for entering the measurement results and for experiment evaluations.

ature

565 062 Book: Synchronous Generator and Synchronization Circuits

565 072 Book: Power Station Control 565 092 Book: Three-phase Transformer

565182 Book: Transmission Line Model

565 082 Book: Generator-fed Power Transmission System with RLC Lcad

565142 Book: Series & Parallel Connection of Lines

565152 Book: Three-phase Double Busbar System

565122 Book: Current & Voltage Transformers

565132 Book: Protective Felays

565 172 Book: Protection of Power Transmission Lines

565 232 Book: Reactive Power Compensation of an Inductive Lcod

565 242 Book: Measurement of Power Consumption and Peak Load Monitoring

69. Anexo 69: Electric Power Transmission Training System Modelo 8055

[ab-Volt®

0.2-KW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM, MODEL 8055

Electric Power / Controls 0.2 kW



GENERAL DESCRIPTION

The Lab-Volt 0.2-kW Electric Power Transmission Training System, Model 8055, consists of modular hardware and corresponding courseware. Electrical phenomena, previously studied solely by using advanced-level mathematics, can now be observed through the effects of voltage transients and power oscillations. Voltage regulation, real and reactive power flow control, and system stability can also be observed in Lab-Volt laboratory exercises.

The system was developed by educators to satisfy educational requirements that include industrial applications of electrical power technology. The design objective was to develop a low-power (0.2 kW) transmission line system of equipment that operates like industrial equipment. Through careful attention to engineering detail, the Lab-Volt 0.2-kW Electric Power Transmission Training System has achieved this objective and in so doing, provides laboratory results that are easy to understand, with data values that are easily observed. The data, when applied to formulas, provide results that verify electrical laws rather than deny them because of large operational tolerance errors.

0.2-KW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM MODEL 8055

A laboratory manual guides the student through the experiments and provides the necessary theoretical background to allow students to successfully complete the educational objectives. This manual contains experiments that correlate with the training equipment for "hands-on" involvement with the subject matter. The instructor can select those experiments that will satisfy the objectives of technical courses or university programs. The flexibility of this system allows the student to use his or her initiative during the laboratory sessions. With the guidance of an instructor, the student can gain the required competence for successful employment.

The system's modular approach allows new equipment to be added to existing EMS laboratories without needless duplication of equipment. There are two standard module sizes: full-size, 208 mm (12.1 in) H, and half-size, 154 mm (6.1 in) H. All modules can be inserted into a standard mobile console (Model 8110), and have plastic face-plates permanently mounted to the module chassis. The modules are constructed of heavy-gauge steel, finished in baked enamel. Symbols and diagrams specific to each module are clearly silk-screened on the plastic faceplates. Standard color-coded safety 4 mm sockets are used to interconnect all system components.

The mobile workstation is equipped with four swivel castors. It contains a general storage cabinet, a pullout work surface at conventional table or desk level, and spaces to insert the modules required for each experiment. Six full-size, or twelve half-size modules, plus three additional half-size modules can be used simultaneously. For applications requiring additional modules, a Three-Module Workstation (Model 8131) can easily be bolted on top of the mobile workstation. The modules are guided into position along stainless steel guide rails, and are held securely in place by a locking mechanism. A module release tool is supplied with each console.

All unused modules can be placed in a Storage Cabinet (Model 8150). Only the necessary modules for a given experiment are placed in the console so that the student is not distracted by the unused instrument. The student can learn step-by-step how to use each instrument and module.

All machines are mounted in standard-size modules. The modules are equipped with a clear plastic faceplate fitted with a chrome piano hinge. The faceplate can be lowered for access to the machine, and when closed, it is secured by two captivated thumb screws. All machines have cutaway bell housings (front and rear) to permit visual inspection of the internal construction and observation of the machine during operation with the aid of a Stroboscope (Model 8922). Externally-mounted components such as centrifugal switches, capacitors, brushes, sliprings, and commutators, in addition to the exposed salient poles, squirrel cage and wound rotors, permit students to clearly determine component function as well as to understand relative position, turns, and wire sizes of the machinery.

The shaft of each machine has a concave and slotted end to facilitate the use of tachometers, holding brakes, plugging switches, or inertia wheels. A geared pulley is fitted on each machine shaft to mechanically couple machines together through the use of a Timing Belt (Model 8942). This flexible belt has molded teeth which mesh with the geared machine pulleys. Tension for the timing belt is provided by the idler tensioning ball bearings which are mounted on each machine module.

Resistance, inductance, and capacitance load components are housed in separate modules. They are designed to provide equal load magnitudes for all three types of loads. The load impedance can be varied in equal steps of unity value by switches provided in all load modules. These characteristics simplify calculations required in the learning process.

The metering modules are designed to cover the complete range of required measurements with a minimum number of meters. The AC ammeter and voltmeter modules each contain three meters for simultaneously measuring all three currents and voltages on a three-phase system. All meters are designed to sustain starting currents even when used on a low range. Wattmeters are internally connected to read power directly when the input is connected to the source and the output to the load. Protection of vulnerable meter components is accomplished without fuses.

A separate power supply for each workstation provides total control of the necessary power sources. This allows the student maximum use of laboratory equipment and reduces interference with other simultaneous laboratory experiments. The power supply module provides all AC and DC power required at each station.

The speed of the machines can be measured with a Digital Tachometer (Model 8920) or an optional Speed Sensor / Tachometer (Model 8931), which is easily mounted on the machine.

The machines and various components of the system are connected with flexible PVC-insulated connecting leads terminated with 4 mm safety plugs. These leads allow safe connection of components without danger of electrical shock, since the live parts of its plugs are concealed and insulated in such a way that they cannot be contacted accidentally. They come in three different lengths; each is identified by a distinctive color. A handy rack can be attached to the console side for inventory and storage of these leads.

LIST OF EQUIPMENT FOR SYSTEM 8055 - COMPLETE

QTY	DESCRIPTION	MODE	EL NUMBER
1*	Mobile Workstation ¹		8110
1	Storage Cabinet		8150
1	DC Motor/Generator		8211
1	Three-Phase Synchronous Motor/Generator		8241
1	Resistive Load		8311
1	Inductive Load		8321
2	Three-Phase Transmission Line		8329
1	Capacitive Load		8331
1*	Three-Phase Transformer		8348
1	Three-Phase Regulating Autotransformer		8349
1	DC Voltmeter/Ammeter		8412
1	AC Ammeter		8425
1*	AC Voltmeter		8426
2	Three-Phase Wattmeter/Varmeter		8446
1	Phase Meter		8451
1*	Power Supply		8821
1	Phase-Shift Indicator		8909
1	Inertia Wheel		8915
1	Stroboscope		8922
1	Timing Belt		8942
1	Connection Leads		8951-2

^{*} Two student groups have to collaborate for some experiments.

¹ Other workstation models are available, as described in the Model 8110 datasheet on Mobile Workstations.

0.2-KW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM MODEL 8055

LIST OF EQUIPMENT FOR SYSTEM 8055-1 (ADD-ON TO MODEL 8001 EMS SYSTEM)

QTY	DESCRIPTION	MOD	EL NUMBER
2	Three-Phase Transmission Line		8329
1*	Three-Phase Transformer		8348
1	Three-Phase Regulating Autotransformer		8349
2	Three-Phase Wattmeter/Varmeter		8446
1	Phase Meter		8451
1	Phase-Shift Indicator		8909
1	Inertia Wheel		8915
1	Stroboscope		8922
1	Connection Leads		8951-B

^{*} Two student groups have to collaborate for some experiments.

ADDITIONAL EQUIPMENT FOR STAND-ALONE SYSTEM (ITEMS TO BE ADDED TO 8055 OR 8055-01 TO HAVE A STAND-ALONE SYSTEM)

QTY	DESCRIPTION MO	DEL NUMBER
1	Mobile Workstation ²	. 8110
1	Three-Phase Transformer	. 8348
1	AC Voltmeter	. 8426
1	Power Supply	. 8821

LIST OF OPTIONAL EQUIPMENT

QTY	DESCRIPTION	MODEL NUMBER
1	Three-Phase Wound-Rotor Induction Motor	

² Other workstation models are available, as described in the Model 8110 datasheet on Mobile Workstations.

SPECIFICATIONS

Model 8055 0.2-kW Electri	c Power Transmission Training System	120/208 V = 60 Hz	220/380 V = 50 Hz	240/415 V = 50 Hz
Electrical Distribution	Power input	3 phases, 5 wires, star (wye) connected, including neutral and gr		
	Input Line Current	nt 15 A 10 A		IA .
	Wall Outlet (Lab-Volt P/N)	24852-00	2418	3-00
Physical Characteristics	Space Required per System Workstation	n 5 m² (54 sq. ft)		
Dime	ensions (H x W x D): Standard-size Module	308 x 286 x 419 mm (1	2.1 x 11.3 x 16.5 ln)	
	Half-size Module	154 x 286 x 419 mm (6	5.1 x 11.3 x 16.5 ln)	
	Net Weight: System 8055 - Complete	368 kg (812 lb)		
	System 8055-1 = Add-on	70.0 kg (154 lb)		

COURSEWARE

	ORDERING NUMBERS ³
Student Manual Electrical Power Transmission System	13486-00
Instructor Guide Electrical Power Transmission System	13488-01
Textbook (optional) Electrical Power Technology (T. Wildi)	17708-00

TOPIC COVERAGE

- · Safety and the Power Supply
- Phase Sequence
- · Real Power and Reactive Power
- Power Flow and Voltage Regulation of a Simple Transmission Line
- Phase Angle and Voltage Drop Between Sender and Receiver
- Parameters Which Affect Real and Reactive Power Flow
- Parallel Lines, Transformers, and Power-Handling Capacity

- The Alternator
- · The Synchronous Motor
- The Synchronous Capacitor and Long High Voltage Lines
- Transmission Line Networks and the Three-Phase Regulating Autotransformer
- · The Synchronous Motor Under Load
- · Hunting and System Oscillation
- · Power System Transients
- Additional Experiments

² Various versions are available. Refer to Ordering Numbers Section.

0.2-KW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM MODEL 8055

ORDERING NUMBERS

MODEL	1	20/208 V = 60 Hz	ı	220/380 V = 50 Hz		240/415 V = 50 Hz	
NUMBER	ENGLISH	FRENCH	SPANISH	ENGLISH	FRENCH	SPANISH	ENGLISH
8055	8055-00	8055-01	8055-02	8055-05	8055-06	8055-07	8055-0A
8055-1	8055-10	8055-11	8055-12	8055-15	8055-16	8055-17	8055-1A
8110	8110-20	8110-20	8110-20	8110-20	8110-20	8110-20	8110-20
8150	8150-10	8150-10	8150-10	8150-10	8150-10	8150-10	8150-10
8211	8211-00	8211-01	8211-02	8211-05	8211-06	8211-07	8211-0A
8231	8231-00	8231-01	8231-02	8231-05	8231-06	8231-07	8231-0A
8241	8241-00	8241-01	8241-02	8241-05	8241-06	8241-07	8241-0A
8311	8311-00	8311-01	8311-02	8311-05	8311-06	8311-07	8311-0A
8321	8321-00	8321-01	8321-02	8321-05	8321-06	8321-07	8321-0A
8329	8329-00	8329-01	8329-02	8329-05	8329-06	8329-07	8329-0A
8331	8331-00	8331-01	8331-02	8331-05	8331-06	8331-07	8331-0A
8348	8348-00	8348-01	8348-02	8348-05	8348-06	8348-07	8348-0A
8349	8349-00	8349-01	8349-02	8349-05	8349-06	8349-07	8349-0A
8412	8412-00	8412-01	8412-02	8412-05	8412-06	8412-07	8412-05
8425	8425-00	8425-01	8425-02	8425-05	8425-06	8425-07	8425-0A
8426	8426-00	8426-01	8426-02	8426-05	8426-06	8426-07	8426-05
8446	8446-20	8446-21	8446-22	8446-25	8446-26	8446-27	8446-2A
8451	8451-20	8451-21	8451-22	8451-25	8451-26	8451-27	8451-2A
8821	8821-20	8821-21	8821-22	8821-25	8821-26	8821-27	8821-25
8909	8909-00	8909-01	8909-02	8909-00	8909-01	8909-02	8909-00
8915	8915-00	8915-00	8915-00	8915-00	8915-00	8915-00	8915-00
8922	8922-10	8922-11	8922-12	8922-15	8922-16	8922-17	8922-1A
8942	8942-00	8942-00	8942-00	8942-00	8942-00	8942-00	8942-00
8951-2	8951-20	8951-20	8951-20	8951-20	8951-20	8951-20	8951-20
8951-B	8951-B0	8951-B0	8951-B0	8951-B0	8951-B0	8951-B0	8951-B0

Table 1. Equipment Ordering Numbers

ORDERING NUMBERS (cont'd)

120/208 V = 60 Hz				240/415 V = 50 Hz		
ENGLISH	FRENCH	SPANISH	ENGLISH	FRENCH	SPANISH	ENGLISH
13486-00	N/A4	13486-04	24772-00	N/A	24772-04	13486-0A
13486-01	N/A	13486-05	13486-15	N/A	24772-05	N/A
17708-00	25267-00	N/A	17708-00	25267-00	N/A	17708-00

Table 2. Courseware Ordering Numbers

^{*} N/A = Not available

70. Anexo 70: Electric Power Transmission Training System Modelo 8059

lab-Volt

Electric Power / Controls

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEMS, SERIES 8059 220 V – 50 Hz VERSION



Shown with optional equipment GENERAL DESCRIPTION

The Lab-Volt 2-kW Electric Power Transmission Training Systems of the 8059 series are designed to teach through hands-on exercises the principles of transmission of electric power – a subject which is usually taught in a strictly theoretical way.

The exercises show how changes in the source, the load, and the transmission line affect the overall performance of the system. In particular, they illustrate the meaning of active and reactive power, how the voltage at the end of a line can be lowered or raised, how power can be forced to flow over one transmission line instead of another, and how a system behaves when subjected to disturbances. The tests relating to switching transients,

sudden overloads, and momentary short-circuits dramatically demonstrate the mechanical swing of generator poles and the concurrent surges of power over the transmission line. More than any amount of theory could show, these exercises convey the meaning of power stability and the limits to power flow.

Alternator, motor, capacitors, reactors, resistors, regulating autotransformer, series compensator, and transmission lines are employed. Despite their small size, these components are designed to act in exactly the same way under steady-state and transient conditions, as their larger counterparts in industry. This practical, hands-on course is presented in a way that is readily

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEMS SERIES 8059 – 220 V – 50 Hz VERSION

understandable by anyone who has foundational knowledge of electricity.

The 2-kW Electric Power Transmission Training Systems are available in four versions. Model 8059-2 is a complete system using analog meters to perform the measurements. Model 8059-4 is also a complete system, but it uses a data acquisition interface to perform the measurements. Model 8059-3 is an add-on system to the 2-kW Electromechanical Training System, Model 8013. It provides the equipment to be added to the 8013 to perform the exercises using analog meters. Model 8059-5 is similar to the 8059-3, but it uses a data acquisition interface to perform the measurements.

Courseware

The 2-kW Electric Power Transmission Training System courseware consists of a Student Manual and Instructor Guide. The Student Manual contains exercises designed to present the subject matter in convenient instructional segments. In each exercise, principles and concepts are presented first, followed by a step-by-step, hands-on procedure to complete the learning process. Refer to the Table of Contents of the Student Manual section of this datasheet for a list of the covered topics. The exercises in the Student Manual are written to be performed using the Data Acquisition Interface module. However, for those who are using a system with analog meters, the connection diagrams are included in the Appendix. The Instructor Guide contains the practical results and the answers for each hands-on exercise and review question.

TABLE OF CONTENTS

General Description	1
Table of Contents of the Student Manual	2
List of Equipment	3
Optional Equipment	4
Module Description	5
Specifications	6
Personal Computer Requirements	e
Ordering Numbers	7

TABLE OF CONTENTS OF THE STUDENT MANUAL

2-kW Electric Power Transmission System (85279-00)

- Power Measurements
- Voltage Regulation and Power Transmission Capability of a Transmission Line
- Shunt Capacitors and Phase Angle Between Sender and Receiver
- Parameters Affecting Active and Reactive Power Flow
- Power-Handling Capability and Parallel Lines
- Effects of Series Compensation on the Power Transfer Capability and System Stability
- Effect of Series Compensation on the Voltage Regulation and Power Factor
- The Alternator
- The Synchronous Motor
- The Synchronous Compensator and Long High Voltage Lines
- Transmission Line Networks and the Three-Phase Regulating Autotransformer
- The Synchronous Motor Under Load
- Hunting and System Oscillation
- Power System Transients

LIST OF EQUIPMENT

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM (ANALOG METERS), MODEL 8059-25

QTY	DESCRIPTION	ORDERING NUMBER ¹
1	Mobile Workstation	8110-20 ²
1	Three-Module Workstation	8131-00
2	Three-Phase Transmission Line	8370-05
1	Three-Phase Regulating Autotransformer	8371-05
1	Power Line Series Compensator	8373-05
1	AC Voltmeter	8426-05
1	Phase Meter	8451-30
1	DC Motor/Generator	8501-05
1	Wiring Module for DC Motor/Generator	8502-05
1	Three-Phase Synchronous Motor/Generator	8507-05
1	Wiring Module for Synchronous Motor/Generator	8508-05
3	Resistive Load	8509-05
3	Inductive Load	8510-05
3	Capacitive Load	8511-05
1	DC Voltmeter/Ammeter	8513-05
1	AC Ammeter	8514-05
2	Three-Phase Wattmeter/Varmeter	8515-25
2	Field Rheostat	8524-05
1	Power Supply	8525-25
1	Phase-Shift Indicator	8906-00
1	Stroboscope	8922-15
1	Coupler	8943-00
1	Connection Leads	
1	2-kW Electric Power Transmission System (Student Manual)	85279-05
1	2-kW Electric Power Transmission System (Instructor Guide)	85279-15

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM (ADD-ON TO 8013 WITH ANALOG METERS), MODEL 8059-35

QTY	DESCRIPTION	ORDERING NUMBER ¹
2	Three-Phase Transmission Line	8370-05
1	Three-Phase Regulating Autotransformer	8371-05
1	Power Line Series Compensator	8373-05
1	Phase Meter	8451-30
1	Three-Phase Wattmeter	8515-25
1	Phase-Shift Indicator	8906-00
1	Stroboscope	8922-15
1	Connection Leads	8952-A0
1	2-kW Electric Power Transmission System (Student Manual)	85279-05
1	2-kW Electric Power Transmission System (Instructor Guide)	85279-15

¹ The ordering numbers shown apply to the English 220-V version. Other versions are available. Refer to the Ordering Numbers section.
² Other workstation models are available. Refer to Model 8110 datasheet.

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEMS SERIES 8059 – 220 V – 50 Hz VERSION

LIST OF EQUIPMENT (cont'd)

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM (DATA ACQUISITION), MODEL 8059-45

QTY	DESCRIPTION	ORDERING NUMBER ³
1	Mobile Workstation	8110-20*
1	Three-Module Workstation	8131-00
2	Three-Phase Transmission Line	8370-05
1	Three-Phase Regulating Autotransformer	8371-05
1	Power Line Series Compensator	8373-05
1	DC Motor/Generator	8501-05
1	Wiring Module for DC Motor/Generator	8502-05
1	Three-Phase Synchronous Motor/Generator	8507-05
1	Wiring Module for Synchronous Motor/Generator	8508-05
3	Resistive Load	8509-05
3	Inductive Load	8510-05
3	Capacitive Load	8511-05
2	Field Rheostat	8524-05
1	Power Supply	8525-25
1	Phase-Shift Indicator	8906-00
1	Stroboscope	8922-15
1	Coupler	8943-00
1	Connection Leads	
1	Data Acquisition Interface	9062-C0
1	2-kW Electric Power Transmission System (Student Manual)	85279-05
1	2-kW Electric Power Transmission System (Instructor Guide)	85279-15

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEM (ADD-ON TO 8013 WITH DATA ACQUISITION), MODEL 8059-55

QTY	DESCRIPTION ORDERING NUI	
2	Three-Phase Transmission Line	8370-05
1	Three-Phase Regulating Autotransformer	8371-05
1	Power Line Series Compensator	8373-05
1	Phase-Shift Indicator	8906-00
1	Stroboscope	8922-15
1	Connection Leads	8952-A0
1	Data Acquisition Interface	9062-C0
1	2-kW Electric Power Transmission System (Student Manual)	85279-05
1	2-kW Electric Power Transmission System (Instructor Guide)	85279-15

OPTIONAL EQUIPMENT

QTY	DESCRIPTION	ORDERING NUMBER ³
1	Three-Phase Transformer	8372-05
4	Power Curphy	0525.25

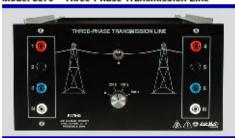
³ The ordering numbers shown apply to the English 220-V version. Other versions are available. Refer to the Ordering Numbers section.

⁴ Other workstation models are available. Refer to Model 3110 datasheet.

MODULE DESCRIPTION

The 2-kW Electric Power Transmission Training System includes exclusive modules that are designed to teach phenomena associated with the generation, transmission, and use of AC electrical power. These exclusive modules are described in this section.

Model 8370 - Three-Phase Transmission Line



The Three-Phase Transmission Line, Model 8370, consists of three iron-core inductors specifically designed to simulate a high-voltage AC transmission line. It is housed in a half-size module. The line impedance can be adjusted to four different values using a selector switch mounted on the front panel. A 3-pole switch is used to induce transients by momentarily interrupting the power flow. "Line" and "load" terminals are accessible through 4-mm color-coded safety sockets.

Model 8371 – Three-Phase Regulating Autotransformer



The Three-Phase Regulating Autotransformer, Model 8371, is housed into a half-size module. It contains three transformers, phase sequence lamps, and buck-boost and phase-shift controls.

The buck-boost control increases or decreases the output voltage of the transformer by 15% of the nominal output voltage. The phase-shift control increases or decreases the secondary output voltage phase angle by 15°. Since the controls are independent, nine different operational combinations are possible. A phase sequence indicator shows if the three-phase power is properly connected. The phase sequence is 1-2-3 when the RIGHT indicator is on; the phase sequence is 1-3-2 when the WRONG indicator is on. "Line" and "load" terminals are accessible through 4-mm color-coded safety sockets.

Model 8373 - Power Line Series Compensator



The Power Line Series Compensator, Model 8373, is housed in a half-size module. It contains three capacitor banks which can be adjusted to 4 different compensation scales (0, 8.5, 12.5 and 17ohms) using a selector switch. The capacitor banks are accessible through 4-mm color-coded safety sockets.

2-kW ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING SYSTEMS SERIES 8059 – 220 V – 50 Hz VERSION

SPECIFICATIONS

Model 8370 – Three-Phase Transmission Line		120 V – 60 Hz ⁵	220 V - 50 Hz	240 V - 50 Hz ⁵	
Rating	Line Reactance	TBE*	0, 17, 33, 50 Ω	TBE	
	Line Current	TBE	2,3 A	TBE	
Physical Characteristics	Dimensions (H x W x D)	154 x 287 x 440 mm (6,1 x 11,3 x 17,3 in)			
	Net Weight	TBE	23.7 kg (52.2 lb)	TBE	
Model 8371 – Three-Phase Regul	ating Autotransformer	120 V - 60 Hz	220 V - 50 Hz	240 V - 50 Hz	
Rating	Line Voltage	TBE	220/380 V	TBE	
	Power	TBE	1500 VA	TBE	
	Line Current	TBE	2.3 A	TBE	
	Buck-Boost Voltage	TBE	-15, 0, +15%	TBE	
	Phase-Shift	TBE	-15, 0, +15%	TBE	
Physical Characteristics Dimensions (H x W x D)		154 x 287 x 440 mm (6,1 x 11,3 x 17,3 ln)			
	Net Weight	TBE	23.7 kg (52.2 lb)	TBE	
Model 8373 – Power Line Series Compensator		120 V - 60 Hz	220 V - 50 Hz	240 V - 50 Hz	
Rating	Power Input Voltage	TBE	220 V	TBE	
	Power Input Current	TBE	0.5 A	TBE	
	Line Voltage	TBE	380 V	TBE	
	Line Compensation	TBE	0, 8.5,12.5,17 Ω	TBE	
	Line Current	TBE	2.3 A	TBE	
Physical Characteristics	Dimensions (H x W x D)	154 x 287 x 440 mm (6,1 x 11,3 x 17,3 ln)		
	Net Weight	TBE	6.5 kg (14.4 lb)	TBE	

PERSONAL COMPUTER REQUIREMENTS

A currently-available personal computer Pentium type with USB port, running under one of the Microsoft® operating systems, Windows® 98, Windows® 2000, Windows® Me, Windows®XP or Windows® Vista is required.

 $^{^{\}rm s}$ Contact your Lab-Volt representative for 120 V - 60 Hz and 240 V - 50 Hz versions.

^{*} TBE = To be established.

71. Anexo 71: Laboratorio de sistemas de potencia y redes inteligentes de energía Smart grid





LN223/11

Señores: Fecha: Junio 23 de 2011

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Ing. Rubén Darío Cruz Rodríguez

Ing. Rubén Darío Cruz Rodríguez

Director de las Escuelas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y

Telecomunicaciones

Les agradecemos su interés en nuestro Programa de Formación y Entrenamiento.

Adjunto encontrarán las condiciones técnicas y comerciales de nuestra representada Lucas – Nülle, Lehr – und Messgeräte GMBH.

LABORATORIO DE SISTEMAS DE POTENCIA Y REDES INTELIGENTES DE ENERGIA "SMART GRID"







EUB 1-2 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE Y TENSIÓN

Una gran variedad de transformadores de corriente y tensión se utiliza en las distintas tareas de la tecnología de energía eléctrica. En los experimentos se analiza, de manera cercana a la práctica, la respuesta de transmisión, la precisión de clase (aquí se han previsto transformadores especiales de la clase 0,2), el factor de sobrecorriente, los errores de módulo y de ángulo, tal como, por ejemplo, ocurrirían ante diferentes cargas. Además se pueden estudiar las exigencias ante servicio normal, cortocircuito y respuesta ante fallos.

EUB 1 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN



Contenidos de aprendizaje

- · Corriente secundaria de transformador de corriente como función de la corriente primaria
- Influencia de la carga sobre el fallo de corriente
- Comprobación del factor nominal de sobrecorriente
- · Circuito de transformador de corriente en red trifilar
- · Circuito de transformador de corriente en red de cuatrifilar
- Determinación de la corriente nula

EUB 2 TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN







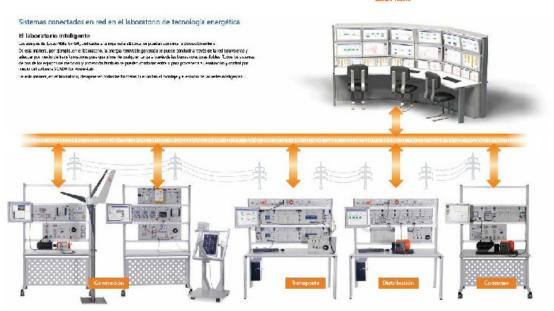
Contenidos de aprendizaje

- · Características del transformador de tensión
- Cálculo de fallos de tensión y de precisión por clase
 Influencia de la carga sobre la relación de transformación
- Transformador de tensión de puesta a tierra, trifásico, en una red en buen estado
- · Transformador de tensión de puesta a tierra, trifásico, en red con cortocircuito a tierra en el primario

ITEM	REF.	DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
HEM	KEF.	EUB 1-2 TRANSFORMADOR DE CORRIENT		(PESOS)	(PESOS)	
EUD 4	TDANSEODM					
1	EUB 1 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN 1 CO3301-4T Transformador de corriente, trifásico 1 3.651.300 3.651.300					
2	CO3301-41	Transformador totalizador de corriente	1	4.370.100	4.370.100	
3	CO3301-4W	Carga para transformador de corriente	1	1.107.000	1.107.000	
		ADOR DE TENSIÓN PARA DISPOSITIVOS DE PR	ROTECCIÓN	1.107.000	1.107.000	
4	CO3301-4V	Transformador de tensión, trifásico	1	3.651.300	3.651.300	
5	CO3301-3V	Carga para transformador de tensión	1	1.107.000	1.107.000	
MANU		ounga para transformador de tension	·	1.101.000	1.101.000	
		Manual EUB Corriente y transformador de				
6	SH5001-6C	tensión	1	529.900	529.900	
SOFTWARE SCADA PARA ADAPTACIÓN AL SISTEMA DE POTENCIA						
7	SO4001-3H	Software SCADA Viewer	1	367.200	367.200	
		Cables de parcheo Cat5E 2x1m amarillo, 1x2,0m				
- 8	LM9057	amarillo	1	65.600	65.600	
9	LM9056	Adaptador USB a red 10/100 base TX RJ45	1	267.600	267.600	
	LM9988	5-Port Ethernet Switch	1	314.800	314.800	
FUENT	E DE PODER					
11	ST8008-4S	Fuente de alimentación trifásica regulable 0- 400V/2A, 72UD	1	11.803.900	11.803.900	
12	ST8008-7F	Consola para módulos de 72UD para conexión CEE trifásica	1	1,285,300	1.285.300	
		Regleta quintuple de tomacorrientes con				
13	ST8010-4J	interruptor de red luminoso	1	87.600	87.600	
14	CO5127-1Y	Instrumento trifásico de medición (Smart Meter)	2	4.737.300	9.474.600	
15	CO5127-1Z	Multímetro analógico/digital, vatímetro y medidor de factor de potencia, Softw.	1	10.051.700	10.051.700	
ACCES	SORIOS					
16	CO3301-3F	Carga resistiva trifásica, 1kW	1	13.645.300	13.645.300	
17	SO5126-9R	Conector de seguridad 19mm/4mm, negro con derivación	10	29.400	294.000	
18	SO5126-9Y	Conector de seguridad 19mm/4mm, negro	30	19.400	582.000	
19	SO5126-9V	Conector de seguridad 19mm/4mm, azul	2	28.900	57.800	



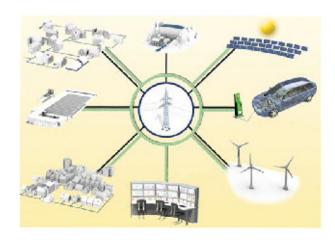








SMART GRID" - REDES INTELIGENTES DE CORRIENTE



En lo sucesivo, las nuevas tecnologías prepararán de mejor manera la red de corriente para hacer frente a las exigencias del futuro. Una gestión más flexible del suministro debe posibilitar la compatibilidad de la creciente generación de energías renovables con la infraestructura convencional de las centrales eléctricas. La diversidad y multiplicidad que caracteriza a estas plantas descentralizadas requiere una nueva concepción de servicio, que se ve reflejada por la red inteligente o "smart grid":

- Coordinación mejorada del consumo y la generación de energía
- Empleo de la más moderna tecnología informática: Internet, sensores, unidades de control y equipos de transmisión inalámbrica
- "Smart metering": el consumo se mide por medio de contadores digitales en los terminales de la red de corriente.
- · Postergación del consumo doméstico hacia momentos en los que no se presentan cargas punta
- Inicio de aplicaciones flexibles (por ejemplo, lavado de ropa) directamente desde el suministrador de energía, en momentos en los que no exista demasiado consumo
- Los sistemas didácticos de Lucas-Nülle están preparados de la mejor manera para hacer frente a los nuevos retos:
- Instrumentos de medición inteligentes con diferentes interfaces de comunicación (por ejemplo, LAN, RS485, USB) y elementos de control
- Software SCADA Power-LAB para controlar y evaluar agudamente la red inteligente





Sistema de formación sobre la generación, transmisión, distribución, protección y gestión de la electricidad:

- Gestión de la energía, sistema de entrenamiento smart grid.
- Generación de energía, la generación de energías renovables.
- Alto voltaje de líneas de transmisión, protección de línea.

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

En el caso de las instalaciones de gran tamaño, la distribución de la energía eléctrica se realiza casi exclusivamente a través de sistemas de barras colectoras dobles. Estas instalaciones poseen dispositivos de acoplamiento para la conexión de ambas barras colectoras, los campos de alimentación y de salida, así como para los campos de medición. En los campos de alimentación, salida y acoplamiento se usan conmutadores de potencia y un conmutador de aislamiento por cada conexión de barras colectoras. Por razones de seguridad, aquí se debe seguir, estrictamente, una lógica de conmutación. El modelo de barras colectoras dobles contiene todas las funciones relevantes para la práctica. Así, para el control de los conmutadores de potencia y aislamiento, se emplean conmutadores de mando y acuse de recibo, como los que se usan en las instalaciones de las empresas de suministro de energía y en la industria estándares. Los instrumentos incorporados para medición de tensiones y corrientes, permiten analizar al instante los procesos de conmutación. Las investigaciones experimentales se pueden llevar a cabo en un modelo compacto unipolar o en un sistema tripolar de paneles de experimentación, de montaje modular. Todos los procesos de conmutación se pueden ejecutar manualmente o por medio de un PC. No obstante, el acuse de recibo de un proceso de conmutación se realiza básicamente de manera manual. Además, el software sirve para documentar todas las actividades realizadas, así como de protección contra fallos de conmutación.

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

El análisis de las líneas de transmisión de 380kV y su conexión conjunta, para su seguridad, se realizan en niveles de bajo voltaje sin que se pierdan las propiedades de la línea genuina de alta tensión. Simulación realista de una línea de transmisión de 380kV en longitudes de 150km y 300km Reemplazo innovador de longitudes de línea por medio de plantillas.

PROTECCIÓN DE LÍNEA

En la práctica, básicamente, las redes de media y alta tensión se proveen de dispositivos de protección, los cuales se conectan a transformadores de corriente y tensión. En la serie de experimentos, entre otros temas, se tratará el relé de temporización de sobrecorriente, con característica temporal independiente de la corriente, el cual se emplea, por lo general, en líneas sencillas (derivaciones). En el caso de los relés rápidos de protección de distancia, empleados en redes más complejas, se pueden analizar diversos tipos de fallos. Este protector puede diferenciar entre fallos internos y externos. Junto a la elaboración escalonada de diagramas, se ajusta y se mide la selectividad y rapidez de acuerdo con la práctica. Además de la simulación de fallos, y también en lo relativo a selectividad y rapidez, se analiza y examina experimentalmente el relé direccional de sobrecorriente, el cual se emplea básicamente para la protección de líneas paralelas. Esta serie de experimentos se cierra con el relé temporizado de sobrecorriente / inverse time relay, dependiente de la corriente. Todos los relés de protección aquí utilizados son de diseño digital, y se pueden parametrizar por medio del controlador de ajustes del panel frontal, o por medio de software.

c





SMART GRID 1.1

SISTEMA TRIFÁSICO DE BARRAS COLECTORAS DOBLES

Contenidos de aprendizaje

- · Circuitos básicos de un sistema de barras colectoras dobles, de tres polos
- Sistema trifásico de barras colectoras dobles bajo carga
- · Acoplamiento de barras colectoras
- Registro de la corriente de compensación a través del módulo de acoplamiento ante diferentes cargas

ESTUDIO DE LÍNEAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA

Contenidos de aprendizaje

- Aumentos de tensión en líneas sin carga
- · Caída de tensión en función de la longitud de la línea
- Caída de tensión en función del cos Phi
- Pérdida de potencia capacitiva e inductiva de la línea en función de U e I
- Desplazamiento de fase en la línea

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE PARA LÍNEAS

Contenidos de aprendizaje

- Dimensionamiento y parametrización de protección en el tiempo contra sobrecorriente
- Determinación de la relación de reposición (reset) ante cortocircuito mono, bi o tripolar
- · Prueba de protección con un dispositivo de verificación de relés

COMPUESTO POR LOS SIGUIENTES BANCOS:





TRANSFORMADORES



En la tecnología energética se emplean transformadores con el fin de conectar entre sí los diferentes niveles de tensión de la red de corriente. En las estaciones de transformación, la electricidad proveniente de la red de distribución regional, cuya tensión media oscila entre 10 kV y 36 kV, se reduce a 400 V o 230 V para que pueda ser aprovechada desde la red local por los aparatos de baja tensión de los usuarios finales. En una estación de esta naturaleza, los transformadores son los componentes centrales y, para estos, también se requieren dispositivos de protección. Gracias a mediciones relacionadas con la práctica y simulaciones de fallos provocados en el sistema de capacitación, se consigue hacer comprensible en la clase el funcionamiento de estas instalaciones complejas.

EUT EXPERIMENTOS EN TRANSFORMADORES



Contenidos de aprendizaje

- · Transformador multifásico en circuito abierto y cortocircuito
- Transformador multifásico con carga resistiva, inductiva y capacitiva
- Operación en paralelo de transformadores multifásicos
- Distribución de corriente para diferentes grupos de distribución





Mediciones en transformadores especiales

• ETP PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR

El núcleo de una estación transformadora lo constituyen el transformador y las barras colectoras. Para ambas unidades se necesitan dispositivos de protección. En la clase, gracias a mediciones relacionadas con la práctica, y simulaciones de fallos en el sistema de entrenamiento, se puede hacer comprensible el funcionamiento de estas complejas instalaciones. En mediciones técnicas, se puede estudiar la protección diferencial de transformadores (a partir de aprox. 1 MVA), en conjunción con el protector temporizado de sobrecorriente, en diferentes conexiones de circuito (estrella, delta), en distintos grupos de distribución y en función del punto neutro que se haya adoptado (puesta a tierra libre, directa o a través de bobina de puesta a tierra), en operación normal o en distintos casos en donde se presenten fallos. Por medio de la protección diferencial de barras colectoras, las corrientes de entrada y de salida se suman gracias a un convertidor de corriente. Ante corrientes diferenciales, los criterios de reacción se determinan a partir de la sensibilidad de la característica. Todos los relés de protección aquí utilizados son de diseño digital, y se pueden parametrizar por medio del controlador de ajustes del panel frontal, o por medio de software.

• ETP 1 RELÉ DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR



Contenidos de aprendizaje

- Registro y desconexión de cortocircuitos cercanos al transformador
- · Registro de transitorios puntas de corriente de encendido (rush) sin desconexión
- Disparos erróneos debidos a un equivocado dimensionamiento del transformador
- Selección de la característica de disparo tomando en cuenta las corrientes diferenciales

ETP 2 RELÉ TEMPORIZADOR DE SOBRECORRIENTE







Contenidos de aprendizaje

- Parametrización del relé en función de la relación de transformación de corriente
- Detección de los valores de reacción para fallos simétricos y asimétricos
- Disparo erróneo de protección provocado por la respuesta de conexión del transformador

				VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL		
ITEM	REF.	DESCRIPCIÓN	CANT	(PESOS)	(PESOS)		
	EUT EXPERIMENTOS EN TRANSFORMADORES						
1	CO3301-3N	Transformador trifásico de aislamiento, 1kW	1	7.795.800	7.795.800		
2	CO3301-5P	Módulo interruptor de corte en carga	1	2.570.600	2.570.600		
3	CO3301-3D	Carga inductiva trifásica, 1kW	1	5.954.400	5.954.400		
4	CO3301-3E	Carga capacitiva trifásica, 1kW	1	3.856.000	3.856.000		
5	CO3301-3F	Carga resistiva trifásica, 1kW	1	13.645.300	13.645.300		
MANU	ALES						
6	SH5001-6H	Manual EUT Análisis de transformadores	1	529.900	529.900		
		ETP PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR	₹				
ETP 1	RELÉ DIFERE	NCIAL DE TRANSFORMADOR					
		Relé diferencial de protección del					
7	CO3301-4B	transformador/generador	1	38.554.200	38.554.200		
8	CO3301-5P	Módulo interruptor de corte en carga	3	2.570.600	7.711.800		
9	CO3301-3N	Transformador trifásico de aislamiento, 1kW	1	7.795.800	7.795.800		
10	CO3301-3A	Red equivalente de 150km / 300km	1	12.485.900	12.485.900		
11	CO3301-3F	Carga resistiva trifásica, 1kW	1	13.645.300	13.645.300		
ETP 2	RELÉ TEMPO	RIZADOR DE SOBRECORRIENTE					
12	CO3301-4J	Relé temporizado de sobreintensidad de corriente	1	14.757.500	14.757.500		
MANU	ALES						
13	SH5001-6J	Manual ETP Protección de transformadores	1	529.900	529.900		
	S	OFTWARE SCADA PARA ADAPTACIÓN AL SISTEMA	DE POT	ENCIA			
14	SO4001-3F	Software SCADA para Power Lab, software de diseño	1	36.576.400	36.576.400		
		Software parameter setting, HTL-PL-Soft4 for power-lab					
15	SO4001-3G	protection relays (D+GB)	1	3.567.400	3.567.400		
16	SO4001-3H	Software SCADA Viewer	1	367.200	367.200		
17	LM9040	Cable de conexión serie 9/9 polos	1	55.100	55.100		
18	LM9025	Cable de convertidor USB/RS485	1	1.836.200	1.836.200		
		Cables de parcheo Cat5E 2x1m amarillo, 1x2,0m					
19	LM9057	amarillo	1	65.600	65.600		
20	LM9056	Adaptador USB a red 10/100 base TX RJ45	1	267.600	267.600		
21	LM9988	5-Port Ethernet Switch	1	314.800	314.800		
FUENTES DE PODER							
l		Fuente de alimentación trifásica regulable 0-400V/2A,					
22	ST8008-4S	72UD	1	11.803.900	11.803.900		
22	CT0000 75	Consola para módulos de 72UD para conexión CEE		4 205 222	4 205 222		
23	ST8008-7F ST8010-4J	trifásica	1	1.285.300	1.285.300		
24	518010 -4 J	Regleta quíntuple de tomacorrientes con interruptor de	1	87.600	87.600		





TRANSMISIÓN DE ENERGÍA



Por lo general, las redes de alta tensión operan con tensiones de 110 kV a 380 kV, seleccionándose para las ciudades grandes y para las grandes zonas industriales una alimentación de 110 kV, y para la transmisión a distancia 380 kV.

La simulación de red está concebida de manera que las tensiones modelo se encuentren entre 110 V y 380 V. Por medio de las correspondientes derivaciones se pueden seleccionar los diferentes niveles de tensión y longitudes de línea. Con el sistema de entrenamiento se pueden realizar experimentos con marcha al vacío, operación normal, ante cortocircuitos, y con contacto a tierra con y sin compensación. Además, se brinda la posibilidad de montar redes complejas, conectando en serie o en paralelo los modelos de red. La alimentación de tensión se puede llevar a cabo por medio de una red fija o de un generador sincrónico.

EUL LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Línea sencilla de corriente trifásica, Línea paralela de corriente trifásica, Líneas con compensación de puesta a tierra, Líneas alimentadas por generador en la red fija.

EUL 1 ESTUDIO DE LÍNEAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA







Contenidos de aprendizaje

- · Aumentos de tensión en líneas sin carga
- Caída de tensión en función de la longitud de la línea
- · Caída de tensión en función del cos Phi
- Pérdida de potencia capacitiva e inductiva de la línea en función de U e I
- Desplazamiento de fase en la línea

EUL 2 ESTUDIOS EN LÍNEAS PARALELAS



Contenidos de aprendizaje

- Distribución de potencia y de corriente en líneas paralelas con R y wL iguales
 Distribución de líneas y de corriente en líneas paralelas con R y wL diferentes

• EUL 3 ESTUDIOS EN LÍNEAS CON COMPENSACIÓN A TIERRA



Contenidos de aprendizaje

- · Puesta a tierra de una línea de derivación con punto neutro aislado
- · Puesta a tierra en red de malla
- Compensación a tierra





EUL 4 ESTUDIOS EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CON GENERADOR SINCRÓNICO



Contenidos de aprendizaje

- Distribución de potencia y corriente en un modelo de red alimentada por generador
- · Operación paralela de un generador con la red
- · Efecto de la variación de tensión de excitación sobre la distribución de potencia reactiva
- Efecto de la variación de la velocidad de giro sobre la distribución de potencia eficaz

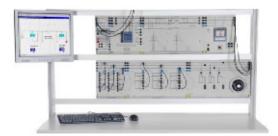
• ELP PROTECCIÓN DE LÍNEA

En la práctica, básicamente, las redes de media y alta tensión se proveen de dispositivos de protección, los cuales se conectan a transformadores de corriente y tensión. En la serie de experimentos, entre otros temas, se tratará el relé de temporización de sobrecorriente, con característica temporal independiente de la corriente, el cual se emplea, por lo general, en líneas sencillas (derivaciones). En el caso de los relés rápidos de protección de distancia, empleados en redes más complejas, se pueden analizar diversos tipos de fallos. Este protector puede diferenciar entre fallos internos y externos. Junto a la elaboración escalonada de diagramas, se ajusta y se mide la selectividad y rapidez de acuerdo con la práctica. Además de la simulación de fallos, y también en lo relativo a selectividad y rapidez, se analiza y examina experimentalmente el relé direccional de sobrecorriente, el cual se emplea básicamente para la protección de líneas paralelas. Esta serie de experimentos se cierra con el relé temporizado de sobrecorriente / inverse time relay, dependiente de la corriente. Todos los relés de protección aquí utilizados son de diseño digital, y se pueden parametrizar por medio del controlador de ajustes del panel frontal, o por medio de software.



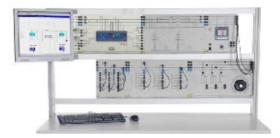


ELP 1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE PARA LÍNEAS



Contenidos de aprendizaje

- Dimensionamiento y parametrización de protección en el tiempo contra sobrecorriente
- · Determinación de la relación de reposición (reset) ante cortocircuito mono, bi o tripolar
- Prueba de protección con un dispositivo de verificación
 - ELP 2 PROTECCIÓN TEMPORIZADA CONTRA SOBRECORRIENTE PARA LÍNEAS EN FUNCIÓN DE LA CORRIENTE



Contenidos de aprendizaje

- Dimensionamiento y parametrización de la protección temporizada contra sobrecorriente
 Determinación de la relación de reposición ante cortocircuito mono, bi o tripolar
- Prueba de la protección con un dispositivo de verificación de relés





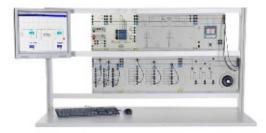
• ELP 3 RELÉ DIGITAL DE SOBRETENSIÓN Y TENSIÓN MÍNIMA



Contenidos de aprendizaje

- Parametrización manual o por PC del relé
- · Determinación de los valores de reacción y de vuelta al reposo
- Determinación de la respuesta de reposición
 Determinación del tiempo (tiempo básico) y del consumo propio

• ELP 4 RELÉ DIRECCIONAL DE POTENCIA



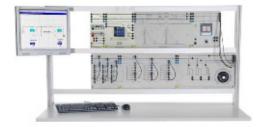
Contenidos de aprendizaje

- Parametrización manual o por PC del relé
- Determinación de los valores de reacción y de desconexión
- Determinación de la respuesta de retroceso
- Determinación del tiempo (tiempo básico) y del consumo propio





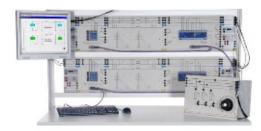
ELP 5 RELÉ TENSIÓN DE CONTACTO A TIERRA



Contenidos de aprendizaje

- Medición de tensión en una red de corriente trifásica en buen estado
- Medición de tensión en una red de corriente trifásica con cortocircuito a tierra
- Parametrización manual o por PC del relé
- Determinación de los valores de reacción y de vuelta al reposo
 Determinación del tiempo (tiempo básico) y del consumo propio

ELP 6 PROTECCIÓN DE LÍNEAS PARALELAS



Contenidos de aprendizaje

- Protección de líneas paralelas con el relé temporizador de sobrecorriente
 Operación en paralelo en estado libre de fallos
- Determinación de los valores mínimos de reacción de los relés I y II
- Determinación de los valores mínimos de reacción de los relés IIÍ y IV





• ELP 7 PROTECCIÓN RÁPIDA DE DISTANCIA



Contenidos de aprendizaje

- Elaboración escalonada del diagrama
- Parametrización de relés
- Prueba de respuesta de reacción ante diferentes errores en el interior y exterior del rango de protección
- Prueba de relé con un dispositivo de verificación de relés

ITEM	REF.	DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR UNITARIO (PESOS)	VALOR TOTAL (PESOS)		
	EUL LÍNEAS DE TRANSMISIÓN						
EUL 1	EUL 1 ESTUDIO DE LÍNEAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA						
1	CO3301-3A	Red equivalente de 150km / 300km	1	12.485.900	12.485.900		
2	CO3301-3E	Carga capacitiva trifásica, 1kW	1	3.856.000	3.856.000		
3	CO3301-3F	Carga resistiva trifásica, 1kW	1	13.645.300	13.645.300		
4	CO3301-3D	Carga inductiva trifásica, 1kW	1	5.954.400	5.954.400		
5	CO3301-5P	Módulo interruptor de corte en carga	1	2.570.600	2.570.600		
EUL 2	ESTUDIOS EN	I LÍNEAS PARALELAS					
6	CO3301-3A	Red equivalente de 150km / 300km	1	12.485.900	12.485.900		
EUL 3	EUL 3 ESTUDIOS EN LÍNEAS CON COMPENSACIÓN A TIERRA						
7	CO3301-4X	Unidad de compensación de puesta a tierra	1	2.864.400	2.864.400		
EUL 4 ESTUDIOS EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CON GENERADOR SINCRÓNICO							
8	CO3301-5F	Unidad reguladora del voltaje de excitación	1	12.853.200	12.853.200		
9	CO3301-3N	Transformador trifásico de aislamiento, 1kW	1	7.795.800	7.795.800		
10	CO3212-6V	Placa de sincronización	1	9.448.400	9.448.400		
		Máquina sincrónica de corriente trifásica, rotor de					
11	SE2662-5Q	polos no salientes 1kW	1	27.208.700			
12	CO3212-5U	Alimentación universal para cc y corriente trifásico	1	6.809.500	6.809.500		
EQUIPO DEL PUESTO DE PRUEBAS DE MÁQUINAS CON SISTEMA DE SERVO FRENO							
1		Banco de pruebas de servo para motores de 1kW &					
13	CO3636-6W	software ActiveServo (D,GB,F,E)	1	50.767.300			
14	SE2662-6A	Manguito de acoplamiento 1kW	1	293.800	293.800		
15	SE2662-6B	Cubierta de acoplamiento 1kW	1	253.400	253.400		
16	SE2662-6C	Cubierta de final de eje 1kW	1	320.000	320.000		





DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

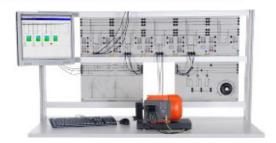


En el caso de las instalaciones de gran tamaño, la distribución de la energía eléctrica se realiza casi exclusivamente a través de sistemas de barras colectoras dobles. Estas instalaciones poseen dispositivos de acoplamiento para la conexión de ambas barras colectoras, los campos de alimentación y de salida, así como para los campos de medición. En los campos de alimentación, salida y acoplamiento se usan conmutadores de potencia y un conmutador de aislamiento por cada conexión de barras colectoras. Por razones de seguridad, aquí se debe seguir, estrictamente, una lógica de conmutación. El modelo de barras colectoras dobles contiene todas las funciones relevantes para la práctica. Así, para el control de los conmutadores de potencia y aislamiento, se emplean conmutadores de mando y acuse de recibo, como los que se usan en las instalaciones de las empresas de suministro de energía y en la industria estándares. Los instrumentos incorporados para medición de tensiones y corrientes, permiten analizar al instante los procesos de conmutación. Las investigaciones experimentales se pueden llevar a cabo en un modelo compacto unipolar o en un sistema tripolar de paneles de experimentación, de montaje modular. Todos los procesos de conmutación se pueden ejecutar manualmente o por medio de un PC. No obstante, el acuse de recibo de un proceso de conmutación se realizadas, así como de protección contra fallos de conmutación.





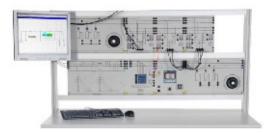
EPD SISTEMA TRIFÁSICO DE BARRAS COLECTORAS DOBLES



Contenidos de aprendizaje

- Circuitos básicos de un sistema de barras colectoras dobles, de tres polos
 Sistema trifásico de barras colectoras dobles bajo carga
- Acoplamiento de barras colectoras
- Registro de la corriente de compensación a través del módulo de acoplamiento ante diferentes cargas

EDP SISTEMA TRIFÁSICO DE BARRAS COLECTORAS DOBLES



Contenidos de aprendizaje

- Circuitos básicos de un sistema de barras colectoras dobles, de tres polos
 Sistema trifásico de barras colectoras dobles bajo carga
- Acoplamiento de barras colectoras
- · Registro de la corriente de compensación a través del módulo de acoplamiento ante diferentes cargas





SMART GRID 1.2

Consumidores complejos y Medición de consumo de energía

- Consumidor de corriente trifásica en conexión estrella (carga R, L, C, RL, RC o RLC)
- Medición con contadores de consumo de potencia activa y reactiva
- · para cargas RL simétricas y asimétricas
- con fallo de fase
- con sobrecompensación (carga RC)
- con carga activa
- con inversión del flujo energía

Consumidores dinámicos

- Consumidor dinámico de corriente trifásica (motor asíncrono)
- Medición de potencia para la inversión del flujo de energía

Compensación de potencia reactiva accionada manual y automáticamente

- Puesta en servicio de la máquina asíncrona y registro de características
- Cálculo de condensadores de compensación
- Compensación con diferentes condensadores
- Determinación de la potencia de etapas
- · Reconocimiento automático de conexión del regulador potencia reactiva
- Compensación automática de potencia reactiva

COMPUESTO POR LOS SIGUIENTES BANCOS:





GESTION DE ENERGÍA



- EUC ESTUDIO DE CONSUMIDORES COMPLEJOS

- Compensación de potencia reactiva accionada manualmente
- · Compensación de potencia reactiva accionada automáticamente
- Medición de consumo de energía
- Control de carga máxima

EUC1 CONSUMIDORES COMPLEJOS Y MEDICIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA



Contenidos de aprendizaje

- Consumidor de corriente trifásica en conexión estrella (carga R, L, C, RL, RC o RLC)
- Medición con contadores de consumo de potencia activa y reactiva
- para cargas RL simétricas y asimétricas
- con fallo de fase





- con sobrecompensación (carga RC)
- con carga activa
 con inversión del flujo energía

EUC2 CONSUMIDORES DINÁMICO



- Consumidor dinámico de corriente trifásica (motor asíncrono)
- Medición de potencia para la inversión del flujo de energía

• EUC3 COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA ACCIONADA MANUAL Y AUTOMÁTICAMENTE



Contenidos de aprendizaje





- Puesta en servicio de la máquina asíncrona y registro de características
 Cálculo de condensadores de compensación
 Compensación con diferentes condensadores

- Determinación de la potencia de etapas
 Reconocimiento automático de conexión del regulador potencia reactiva
- Compensación automática de potencia reactiva

				VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL		
ITEM	REF.	DESCRIPCIÓN	CANT	(PESOS)	(PESOS)		
	EUC ESTUDIO DE CONSUMIDORES COMPLEJOS						
EUC1 (EUC1 CONSUMIDORES COMPLEJOS Y MEDICIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA						
1	CO3301-3F	Carga resistiva trifásica, 1kW	1	13.645.300	13.645.300		
2	CO3301-3E	Carga capacitiva trifásica, 1kW	1	3.856.000	3.856.000		
3	CO3301-3D	Carga inductiva trifásica, 1kW	1	5.954.400	5.954.400		
EUC2 (CONSUMIDOR	RES DINÁMICO					
		Motor trifásico conrotor de jaula de ardilla 1kW (línea					
4	SE2872-5G	industrial)	1	4.957.700	4.957.700		
5	CO3212-2D	Conmutador estrella-triángulo	1	1.316.800	1.316.800		
Equipo	del puesto d	e pruebas de máquinas con sistema de servo freno					
6	CO3636-6W	Banco de pruebas de servo para motores de 1kW & software ActiveServo (D,GB,F,E)	1	50.767.300	50.767.300		
7	SE2662-6A	Manguito de acoplamiento 1kW	1	293.800	293.800		
8	SE2662-6B	Cubierta de acoplamiento 1kW	1	253.400	253.400		
9	SE2662-6C	Cubierta de final de eje 1kW	1	320.000	320.000		
8	3E2002-0C	QuickChart Servo-Maschinenprüfstand Sicherheits- und	-	320.000	320.000		
10	SO6200-7D	Betriebshinweise (D)	1	142.700	142.700		
EUC3	COMPENSAC	IÓN DE POTENCIA REACTIVA ACCIONADA MANUAL	Y AUTO	MÁTICAMEN	TE		
11	CO3301-5D	Regulador de potencia reactiva	1	9.841.800	9.841.800		
12	CO3301-5E	Batería conmutable de condensadores	1	5.067.800	5.067.800		
MANU	ALES						
13	SH5001-6P	Manual EUC Consumo de energía	1	529.900	529.900		
		Manual EEM 4.1 Motores asíncronos trifásicos 1kW					
14	SH5002-1F	con servofreno	1	529.900	529.900		
	E DE PODER						
15	CO3212-5U	Alimentación universal para cc y corriente trifásico	1	6.809.500	6.809.500		
		Fuente de alimentación trifásica regulable 0-400V/2A,					
16	ST8008-4S	72UD Consola para módulos de 72UD para conexión CEE	1	11.803.900	11.803.900		
17	ST8008-7F	trifásica	1	1.285.300	1.285.300		
SOFTWARE SCADA PARA ADAPTACIÓN AL SISTEMA DE POTENCIA							
18	SO4001-3H	Software SCADA Viewer	1	367.200	367.200		
		Cables de parcheo Cat5E 2x1m amarillo, 1x2,0m					
19	LM9057	amarillo	1	65.600	65.600		
20	LM9056	Adaptador USB a red 10/100 base TX RJ45	1	267.600	267.600		





GENERACIÓN DE ENERGÍA



El siguiente equipamiento para generación de energía se puede integrar opcionalmente, de manera individual o conjunta, al sistema "ESG 1 Smart Grid". De esta manera será posible realizar extensos análisis concernientes al tema de las redes inteligentes.

La energía eléctrica se genera, principalmente, con generadores de corriente trifásica. Esto es válido para las centrales eléctricas así como para equipos electrógenos o generadores eólicos. Para los experimentos básicos con el generador sincrónico de corriente trifásica, en esta área, se dispone de circuitos de sincronización manuales y automáticos, así como de experimentos de factor automático de potencia - (control de cos phi) y control automático de potencia. Por tanto, con este módulo se puede simular un servicio de central eléctrica en operación individual e interconectada.

COMPUESTO POR LOS SIGUIENTES BANCOS:





- EUG CONTROL AUTOMÁTICO DE GENERADORES Y SINCRONIZACIÓN

La energía eléctrica se genera, principalmente, con generadores de corriente trifásica. Esto es válido para las centrales eléctricas así como para grupos electrógenos o generadores eólicos. Junto a los experimentos básicos con generador sincrónico de corriente trifásica, en el área "EUG", se dispone de circuitos de soncronización manuales y automáticos, así como de experimentos de factor automático de potencia - (control de cos phi) y control automático de potencia. Por tanto, con el módulo "EUG" se puede simular un servicio de central eléctrica en operación aislada y e interconectada.

EUG 1 CIRCUITOS DE SINCRONIZACIÓN ACCIONADOS MANUALMENTE



Contenidos de aprendizaje

- El circuito oscuro de iluminación
- El circuito de iluminación
- El circuito de iluminación secuencial
- La alimentación de potencia eficaz
- · La alimentación inductiva de potencia reactiva
- · La alimentación capacitiva de potencia reactiva





 EUG 2/4/5: CIRCUITOS AUTOMÁTICOS DE SINCRONIZACIÓN, CONTROL AUTOMÁTICO DE POTENCIA Y DEL FACTOR DE POTENCIA



Contenidos de aprendizaje

- · Circuitos automáticos de sincronización
- · Puesta en marcha y parametrización del equipo de automatización
- Sincronización en operación de prueba
- Sincronización con la red real
- Respuesta del equipo de automatización ante fallos de programación
- · Control automático del factor de potencia
- Parametrización del controlador automático del coseno phi
- · Sincronización del generador con la red
- Control del coseno phi del generador sincrónico
- Control del coseno phi de la red

Control automático de potencia

- · Parametrización del control automático de potencia
- Sincronización del generador con la red
- Respuesta del controlador de potencia a la variable de referencia y a las perturbaciones
- Sensibilidad y sentido de acción del controlador de potencia

- EGP PROTECCIÓN DE GENERADOR

La protección efectiva de generadores contra fallos internos o externos, presupone el empleo de una gran cantidad de dispositivos de protección. En el sistema de entrenamiento "POWER-LAB" se conectan los dispositivos de control a través de convertidores de corriente y tensión, al igual que en la práctica. La protección diferencial del generador contra fallos internos como, por ejemplo, cortocircuito, cortocircuitos entre espiras o en el devanado, o contacto a tierra de dos fases, sirve como protección principal. La protección temporizada contra sobrecorrientes conforma la protección de reserva del generador.

Junto a la protección de reserva, la primera también aplicable para la detección de fallos externos como, p. ej.:. cortocircuitos y sobrecarga. Con la protección de contacto a tierra del estator y del rotor, se detectan fallos de puesta a tierra. Los estudios sobre protección contra potencia de retorno y contra cargas desequilibradas, así como





contra sobretensión y por tensión mínima, completa la serie de experimentos "EGP" sobre protección de generadores. Todos los relés de protección aquí utilizados son de diseño digital, y se pueden parametrizar por medio del controlador de ajustes del panel frontal, o por medio de software.

EGP1 EQUIPO BÁSICO PROTECCIÓN DEL GENERADOR



El equipo básico contiene las máquinas para el montaje de un grupo generador. Se complementa con diferentes relés de protección, con lo cual se puede montar una extensa protección interna y externa para el generador.

• EGP2 PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE GENERADOR



- Cálculo de los valores de reacción
- Reconocimiento de fallos dentro del rango de protección
- Desconexión y desexcitación del generador
- · Detección de fallos simétricos y asimétricos

• EGP 3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO A TIERRA DEL ROTOR







- Puesta en marcha y medición en operación normal y ante cortocircuito a tierra del rotor
 Comprobación del aviso de fallo y de la desconexión

	0.000	C		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL		
ITEM	REF.	DESCRIPCIÓN	CANT	(PESOS)	(PESOS)		
	EUG CONTROL AUTOMÁTICO DE GENERADORES Y SINCRONIZACIÓN						
EUG 1	EUG 1 CIRCUITOS DE SINCRONIZACIÓN ACCIONADOS MANUALMENTE						
1	CO3212-6V	Placa de sincronización	1	9.448.400	9.448.400		
Máquina sincrónica de corriente trifásica, rotor de				A CONTRACTOR OF STREET			
2		polos no salientes 1kW	1		27.206.700		
3		Unidad reguladora del voltaje de excitación	1	12.853.200			
	EUG 2/4/5: CIRCUITOS AUTOMÁTICOS DE SINCRONIZACIÓN, CONTROL AUTOMÁTICO DE POTENCIA Y DEL FACTOR DE POTENCIA						
4	CO3301-5Y	Relé multifunción, regulador de potencia, de cos phi, unidad de sincronización	1	43.333.500	43.333.500		
Equipo	o del puesto d	e pruebas de máquinas con sistema de servo freno					
33555	Barron Mariana	Banco de pruebas de servo para motores de 1kW &	N		Construction of the		
5	CO3636-6W	software ActiveServo (D,GB,F,E)	1	50.767.300	50.767.300		
6	SE2662-6A	Manguito de acoplamiento 1kW	1	293.800	293.800		
7	SE2662-6B	Cubierta de acoplamiento 1kW	1	253.400	253.400		
8	SE2662-6C	Cubierta de final de eje 1kW	1	320.000	320.000		
9	SO6200-7D	QuickChart Servo-Maschinenprüfstand Sicherheits- und Betriebshinweise (D)	1	142.700	142.700		
MANU	ALES			00			
10	SH5001-6E	Manual EUG Sincronización de red y control de generador	1	529.900	529.900		
EGP PROTECCIÓN DE GENERADOR							
EGP1	EQUIPO BÁSI	CO PROTECCIÓN DEL GENERADOR	22	32			
		Relé multifunción, regulador de potencia, de cos phi,					
11	CO3301-5Y	unidad de sincronización	1	43.333.500	43.333.500		
12	CO3301-5H	Interruptor de desexcitación	1	3.677.600	3.677.600		
13	CO3301-3F	Carga resistiva trifásica, 1kW	1	13.645.300	13.645.300		

72. Anexo 72: Power System Simulator PSS1

ELECTRICAL POWER SYSTEMS

Page 1 of a

PSS₁

Power System Simulator

A self-contained unit that simulates all parts of electrical power systems and their protection, from generation to utilisation



- Completely self-contained teaching module for class and project work
- · Simulates generation, transmission, transformation, distribution, utilisation and protection
- · Fully controllable generator and prime mover mounted inside the cabinet for safety
- Twin distribution transformers with variable tappings for parallel transformer and load flow tests
- · Includes high-specification two-channel oscilloscope for studies of transient current waveforms
- · Simulated power transmission lines and distance protection relay for realistic experiments
- 'Double bus' switched busbar with protection relays to connect the main systems together
- Can connect to TecQuipment's Power System Simulator SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) package to simulate 'real world' power system control and monitoring
- Range of industrial-standard digital protection relays
- · Includes supplies, circuit protection, internal load banks, instruments and controls
- Synchroscope and three-lamp method for synchronising experiments
- TecQuipment Ltd, Bonsall Street, Long Eaton, Nottingham NG10 2AN, UK
- T+44 115 972 2611 F+44 115 973 1520 E info@tecquipment.com W www.tecquipment.com
- An ISO 9001 certified company



Power System Simulator

PSS1

Description

The Power System Simulator contains everything needed to teach students how electrical power systems work.

It is a self-contained unit (only needs electrical power) with full safety features. It includes all the main parts of an electrical power system, from supply (generation) to demand (utilisation). Each part includes dedicated industrial-standard protection relays that do specific jobs, from generator protection to distance protection on transmission lines, and distribution transformer protection.

Generator and grid supply

The PSS1 has a motor (prime mover) and generator set to simulate power generation. This set has characteristics similar to industrial turbine and generator sets for realistic experiments. The output of the generator passes through a generator transformer to a 'generator bus'. Protection relays and contact breakers monitor and switch the generator field and output.

The PSS1 includes a fully monitored and protected grid supply transformer. This transformer simulates the larger grid transformer used in national grid supply systems. The grid transformer reduces the incoming mains supply to give the correct distribution voltage at the 'grid bus'. It also allows students to correctly synchronise the generator output to the grid supply. For realistic tests, students can use the grid supply or the generator as a power source for their experiments.

Transmission lines

A set of reactances simulate transmission lines of different lengths to simulate overhead or underground power cables. Each line includes test points to monitor the conditions along the lines. The user can simulate faults at different places along the transmission lines and discover the effects. A dedicated distance protection relay protects the lines and can indicate how far along the line the fault has occurred.

Transformation, distribution and utilisation

As well as the grid supply and generator transformers, the Power System Simulator has two identical distribution transformers to simulate the distribution transformers fitted near to factories or houses. These transformers have variable tappings and feed a 'utilisation bus'. Dedicated relays protect the transformers and can work in different ways, determined by student experiments. The utilisation bus simulates electrical consumers (houses and factories). It includes variable resistive, capacitive and inductive loads, with an induction motor (dynamic) load.

A switched busbar section includes a main bus and a standby or 'reserve bus'. These simulate a real bus-switching system in a power plant or power distribution station. Protection relays and contact breakers monitor and switch the incoming and outgoing feeders of the busbar. One feeder of the busbar has a 'point-on-wave' circuit-breaker for studies of switching transients.

Test points, transducers and fault switches

All the important circuits have test points connected to a set of test sockets. The students can link out these sockets or connect them to other test equipment. A set of transducers allows students to connect the test sockets to an oscilloscope (supplied) for transient measurements.

There are two fault switches to apply faults to different parts of the Power System Simulator. One fault switch is a standard three-phase switch; the other is a timed circuit breaker with a digital timer to set a precise fault duration.

Protection relays and Instruments

All parts of the PSS1 include industrial-standard protection relays. The relays show students how actual power systems are protected and the different ways that they are protected. The students can set the relays from their control panels. The more complex relays also include sockets to link them to a suitable computer (computer not included) for more detailed programming, if needed. The relays operate the circuit-breakers around the PSS1. The circuit-breakers also include hand-operated switches, and lamps. The lamps show whether the circuit-breaker is open or closed.

Multi-function digital meters connect to all the important circuits to show the conditions of all three phases. A phase-angle meter shows the phase difference between any two voltages connected to it.

Moving coil meters show the prime mover voltage, current and power.

Standard Features

- Supplied with comprehensive user guide
- Two-year warranty
- Made in accordance with the latest European Union directives



• T +44 115 972 2611 • F +44 115 973 1520 • E info@tecquipment.com • W www.tecquipment.com

An ISO 9001 certified company



PSS1

Power System Simulator

Experiments

Transmission, distribution and utilisation:

- Load flow
- · Symmetrical faults
- · Unbalanced faults
- Unsymmetrical faults
- Circuit interruption

Generator:

- Synchronisation
- Characteristics and performance
- · Voltage variation and control
- Voltage regulation
- Stability studies

Transformer:

- Unequal taps
- Unequal impedances
- Unbalanced loads

Overcurrent protection:

- Relay grading
- Auto-reclose
- High-set instantaneous
- Back-tripping
- · Directional control

General protection:

- · Phase faults
- · Earth faults
- · Distance protection
- · Differential protection of transformers
- · Differential protection of generators
- Busbar protection
- Generator protection

Recommended Ancillaries

 Power System Simulator SCADA Package (PSS2) (*SCADA = Supervisory Control and Data Acquisition)

This is a computer, a printer and communications hardware, with industrial-standard software that communicates with the relays and other instruments of the Power System Simulator. It allows students to remotely monitor and control the different parts of the PSS1.

Second Generator (PSS3)

This is a console that contains a duplicate of the prime mover and generator fitted in the PSS1, but includes added features and protection relays for extra experiments in embedded and central generation.

Note: the Second Generator is only for use with the Power System Simulator. It does not work as a standalone product.

Essential Services

Electrical supply:

Three-phase 10 kW, 50 or 60 Hz (specify on order)

Floor space needed:

Approximately 6 m x 3 m of solid, level floor

Operating Conditions

Operating environment: Laboratory environment

caboratory criviconnaic

Storage temperature range: -25°C to +55°C (when packed for transport)

Operating temperature range:

+5°C to +40°C

Operating relative humidity range:

80% at temperatures < 31°C decreasing linearly to 50% at 40°C

Sound Levels

Less than 70 dB(A)



• T+44 115 972 2611 • F+44 115 973 1520 • E info@tecquipment.com • W www.tecquipment.com

An ISO 9001 certified company



PSS1

Power System Simulator

Specification

Nett dimensions

5100 mm long (plus an additional 500 mm to the right of the cabinet for power connections).

1500 mm front to back (plus an additional 1.5 m at the back when the access doors are open)

2000 mm high

2860 kg nett weight

Packed volume and weight: 21.74 m³ and 3530 kg

Simulator voltages:

- · Distribution: 220 V three-phase line to line
- · Utilisation: 110 V three-phase line to line

Grid transformer:

5 kVA delta to star (Dy11)

Primary is matched to the incoming three-phase supply to give the 220 V three-phase line-to-line secondary distribution voltage. Includes earth link for the secondary star point and a selectable tapping earth resistor for restricted earth fault protection tests.

Generator and prime mover:

 6 kVA maximum (operated at a nominal 2 kVA), fourpole salient pole a.c generator

Brushless, with automatic and manual excitation.

 7 kVA maximum induction motor with shaft encoder and electronic four-quadrant a.c vector-drive control, with a four-position drive inertia switch

Generator transformer:

 1:1 ratio delta-to-star (Dy11) impedance matching with adjustable secondary tapping

Transmission lines:

Line reactances simulate 'per unit' (pu) values of impedance:

- Line 1: 0.10 pu
- Lines 2 and 3: 0.15 pu
- Lines 4 and 5: 0.25 pu
- Line 6: 5 x 0.1 pu length with four test points and

dedicated three-zone distance protection

Line 7: 4 x 0.01 pu (cable)

Capacitors are provided adjacent to the lines. Each capacitor has selectable values and may be inserted in circuit to give π or T-line configurations for studies of losses.

Distribution transformers:

 Two identical 2 kVA transformers, 220 V to 110 V Star-to-delta Yd1

Adjustable primary tappings and matched impedances

Switched busbar:

- Six bi-directional feeders, each with circuit-breakers one circuit breaker is a 'point-on-wave' device
- Two circuit-breakers to break each half of each bus
- · Twelve bus isolators, six on each half of the bus
- Two circuit-breakers that break the coupling between the main and reserve bus

Protection relays:

- · Grid transformer protection
- Grid bus protection
- Generator protection
- · Generator bus protection
- Distance protection
- 2 x double bus protection
- 4 x distribution transformer protection

Loads:

- Two separate 220 V (distribution) loads, each with delta-connected variable resistors and inductors; one load is near to the generator and the other near to the distribution bus.
- Two sets of 110 V (utilisation) loads at the utilisation bus; each has delta-connected variable resistors, inductors and capacitor banks.
- One dynamic load an induction motor at the utilisation bus



T +44 115 972 2611 • F +44 115 973 1520 • E info@tecquipment.com • W www.tecquipment.com

An ISO 9001 certified company



73. Anexo 73: : Power System Simulator Laboratory PST 2200



PST 2200 Power System Simulator Laboratory





Contents

4
5
6
7
8
9
10
11
12
13-15
16
17-18
19
20
20
21
21
22
22
23
24
25-26

Guarantee & Terms

The Guarantee is valid 24 months from delivery.

The guarantee covers repair or exchange of defective parts, due to faulty design or workmanship at our factory.

Detailed conditions of guarantee are specified in our Terms of Guarantee.

All overseas deliveries are shipped in special, made-

to-order wooden crates, extremely sturdy and damage-

Sets of spare parts for 2-3 years of normal operation are included in the modules, wherever necessary. The regular after sales service is performed by the worldwide network of Terco representatives, with the advice and support of our engineers.

TERCO IS ISO 9001 CERTIFIED

Terco reserves the right to make changes in the design and modifications or improvements of the products at any time without incurring any obligations



INTRODUCTION

Today, simulation plays an important roll in training people in various fields.

With a simulator you can train people to make correct decisions under various operating conditions. Moreover, you can demonstrate effects which earlier have been covered in theory only. You have two main simulator models: hardware and software.

The Terco Power System Simulator is a hardware simulator for hands-on training and has been designed for practical training of power engineers and technicians in realistic conditions, close-to-life situations and in a genuine environment.

A variety of training schemes are available for:

- power management staff
- operators of power plants and substations
- maintenance personnel
- · teaching of students
- · research in universities

The Terco Power System Simulator has been developed in close co-operation with ABB of Sweden – one of the leading suppliers of power facilities world-wide and the Swedish State Power Board. As a result, a real power system has been designed for educational purposes.

All the Protective Relays are constituted by the ABB RELION IED SERIES which are the same protective relays as are used in modern power installations.

IED stands for Intelligent Electronic Device and is State of the Art of protective relays. This consequently gives the PST the unique feature to be fully compliant with the World Wide Power Industry Standard IEC 61850 in aspect of protection.

What is the main difference between TERCO Power System Simulator and an industrial power system? Apart from scaled down size, and much lower cost, the main difference consists of three major points:

- . The TERCO Power Simulator is designed to endure human errors, performed by the students during training.
- The TERCO Power Simulator includes facilities to simulate typical faults, in order to drill the students in resolute and correct reactions.
- The TERCO Power Simulator enables the students to survey both functions and malfunctions in a complete power system, from generation to utilisation.

The TERCO Simulator is successfully used for training and education in universities and power companies in 20 different countries throughout the world. The rich experience and know-how earned by us and our customers is now at your disposal.

The Equipment

A Terco Standard Simulator is based on five modules:

- PST 2210 Power Plant Module
- PST 2220 Transmission Line & Distribution Module
- PST 2230 Receiving Substation Module
- PST 2240 Load Module
- PST 2250 SCADA Module

Additional Modules

- PST 2270 Mobile Turbine Generator Module
- PST 2280 Power Factor Controller

All modules are equipedd with wheels for easy moving and flexible set-ups

All modules can be bought and operated individually (except PST 2250) and completed later with further modules. The Simulator is equipped with high technology state of the art protective relays from ABB.

The Terco Standard Power System Simulator comprises 4 metallic frame works. Each frame holds 2 or 3 rows of 19 inch racks. The size and design of the frames is made to meet modern ergonomical requirements, and it corresponds to modern industrial design.

Easy service access to inner components and wiring is gained via lockable doors, conveniently located at the rear of each unit. Since 1890 almost all electric power and energy is produced by 3-phase synchronous generators. The generators are driven by turbines, which are powered by different sources:

Hydro Power, Thermal Power, Diesel- and Gas Turbine Power, Wind Power or Nuclear Power.

In the Terco Power System Simulator PST 2200, turbine simulation is actuated by a DC-motor and the generator by a smallsize synchronous generator which can be delivered with either cylindrical rotor or salient pole rotor.

Two or more turbine generator sections can be delivered as option.

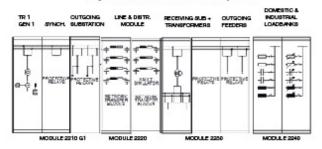


GENERAL INFORMATION

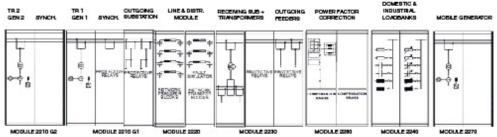


The picture above shows a complete standard Power System Simulator with turbine-generator, power plant section, transmission lines, receiving substation and the load module incl. an induction motor with flywheel.

Lay out of the PST 2200 in the picture



Lay-out of the extended PST 2200





STANDARD CONFIGURATION

PST 2210

POWER PLANT MODULE WITH HIGH VOLTAGE BUSBARS AND OUTGOING LINES.

Switchboard for the Power Plant Simulator including turbine + synchronous generator, rectifiers, instruments, synchronizing- and phasing devices, step-up transformer, current- and voltage transformers, protective relays, indications. A-B-busbars, two outgoing lines (including protective relays, instruments and corresponding switchboard). Two or more turbine-generator sections can be delivered as option.

DOT 2220

TRANSMISSION LINES & DISTRIBUTION MODULE

Seven different artificial 3-phase transmission lines with possibilities to change and combine impedance elements to constitute other OH HV-levels as well as cable models for distribution.

All models have coils, capacitors and resistors designed to withstand overload and surges for dynamic as well as static experiments.

PST 2230

RECEIVING SUBSTATION MODULE WITH HIGH VOLTAGE SIDE

Receiving substation with two incoming lines and two outgoing lines including a complete switchboard with instruments and corresponding protective relays. One step-down transformer including protective relays together with the corresponding transformer. Three or more incoming lines, and three or more outgoing lines can be delivered as option.

PST 2240

LOAD MODULE

Load unit with single-phase and three-phase combinations of resistive, inductive and capacitive loads to simulate industrial as well as domestic loads of symmetrical as well as non-symmetrical types. An induction motor with a flywheel is also included.

GENERAL

Necessary switches, instruments, and over-load protections are included. On each module current and voltage transformers as well as protective relay blocks are primarily connected by jumpers. Protective relays etc. may also be tested together with external equipment.

Transmission line impedance elements can be connected in various combinations in order to simulate diverse transmissionlink characteristics, suitable for testing different protection settings. The possibility of configuring the impedance map structure is very useful when programming the distance protection.

PROTECTION

All the Protective Relays are constituted by the ABB RELION IED SERIES which are the same protective relays as are used in modern power installations.

IED stands for Intelligent Electronic Device and is State of the Art of protective relays. This consequently gives the PST the unique feature to be fully compliant with the World Wide Power Industry Standard IEC 61850 in aspect of protection.

All protective relays are easily accessible from the control desk where, in addition to providing indications and tripping connections, settings can easily be made. State of the art multiple zone distance protection can be installed as option on one of the outgoing HV-lines of the HV-substation.

EXPERIMENTS

The protective relays may also be tested in combination with individually chosen line models and loads to provide experiment groups that do not interfere with other experiments on protective relays on the remaining main modules.

Essential measuring tranformers are accessable via outlets on the front junction plate.



PST 2210 POWER PLANT MODULE



Power generation is represented by a three-phase 1.2 kVA synchronous generator driven by a separately excitated 2.0 kW DC motor as turbine.

The turbine / generator can be manually set for different kW / Hz characteristics.

The operation mode of the turbine / generator can be chosen between manual or automatic control regarding power (frequency) and reactive power (voltage).

Digital Instruments (see instrument description on Transformer page 10)

- Three phase instruments
- . Volt meters for A- and B- busbar with switches for selecting measurements at different points
- · Armature (stator) current
- Armature voltage
- Field current
- Revolutions per minute
- . Rotor current for turbine / DC-motor

The reactance is referred to the nominal values of U and I. The generator can be chosen to have the nominal power 1.2 kVA (standard) or 2.0 kVA as optional.

Both types are designed to have parameters to simulate the real size generators.

The 1.2 kVA generator can be delivered with cylindrical rotor (standard) or with salient poles (optional).

The field controller is a static rectifier, in which settings can be optimised during the tests.

This can be used for automatic or manual control.

More generator data on page 20.

A 2 kVA transformer is used as a step-up transformer. The ratio is 1:13. It is wound to withstand voltage surges without saturation (thus tripping the differential protection). Built-in external impedance elements can be added to simulate different sizes / impedances of the transformer.

The transformer can be given a rating of 50% or 100% by external resistive / inductive impedance elements, which are connected by contactor relay operation from the control-desk. Tappings on the secondary side of the transformer make it possible to change the voltage +/- 5 %.

The step-up main transformer supplies a double-bus system to the outgoing HV-substation.

The transformer has its windings accessible externally on the front panel. This makes it possible to perform tests like no-load and short-circuit test on the transformer separately. Primary as well as secondary voltages and currents can be read on instruments.

Relay Protection for PST 2210/2230

Based on selection of ABB Relion IED Series of relays Terco offers 3 different levels of protection:

- IED Level 1, Basic
- IED Level 2, Standard
- IED Level 3, Advanced

For further information please check page 20



HV Busbars

The HV busbars comprise an A-B system with interconnections for load transfer.

All breaker functions are operated by contactor

The busbars are equipped with the following digital instruments (see description page 10):

- Volt meters for A- and B- busbar with switches for selecting measurements at different points
- Synchroscope and Bargraphs (voltage and fre quency) for synchronizing purposes between multiple lines/operators
- Three phase instruments



Synchronising panel of the Power Plant Module.

HV Outgoing Substation

The HV outgoing substation comprises two outgoing lines which can be connected to a radial network or a grid network depending on the connections of the transmission line module.

The HV outgoing substation is equipped with two three phase instruments (one for each busbar). See description page 10.

All switches / breakers are operated by contactor relays. Access to L1, L2 and L3 on both busbars via 4 mm safety sockets.

Possibility to connect external equipment e.g. generator(s), loads etc.



Protections for HV Outgoing Substation IED level 2

The Protections for HV outgoing substation are constituted by:

One Three-Phase Over Current Protection with Directional

- Earth Fault Protection for Line 1
- One Three-Phase Over Current Protection with Directional Earth Fault Protection for Line 2.

Available options:

Line Distance Protection Multiple Zon (IED level 3)

The control elements fitted are mostly of the same industrial type as those currently used in control rooms of power plants and substations.

Circuit breakers are push-button operated with lamp indications for the breaker status. Isolators are manually operated and the physical position indicates open or closed position.



Turbine Generator Set: Power is generated by a 3-ph synchronous generator driven by a separately excitated DC-motor as turbine. The electrical machines set is fully connected electrically and mounted mechanically on a machine bed.



PST 2220 TRANSMISSION LINE & DISTRIBUTION MODULE



PST 2220 Transmission Line and Distribution Module.

Туре	Voltage	Transmission ability	Length
Two HV pi-links	230 kV	110 MVA	100 km
One MV pi-link	70 kV	50 MVA	50 km
Two MV pi-link	35 kV	20 MVA	20 km
One distribution OH pi-link	11 kV	5 MVA	5 km
One distribution Cable pi-link	11 kV	5 MVA	5 km

All line models (artificial transmission lines) have the same ratings in the model scale: 400 V, 2 A. This means that it is easy to compare the characteristics and typical behaviour of a high voltage, middle voltage and distribution voltage OH-line as well as a distribution cable when, for example, running at 100 % transmission ability. The transmission models are built for both static and dynamic experiments with overload / overvoltage ability.

Each artificial line model consists of a three-phase pi-link and an earth link. The models are set up on the line model board of the module where the internal connections are chosen by the means of jumpers and lab.leads. All line models are accessible not only on the line model board, but also in parallel as four + four pole blocks in the desk section to give possibilities to arrange radius, grid or mixed networks in a very simple way.

All line models also have parallel four + four pole blocks to provide easy connection to the Receiving Substation and the load banks of the Low Voltage Switchgear.

A fault simulator is also built-in as a separate panel in the Transmission Line and Distribution Module PST 2220.

It has push button operated contactor relays which together with built in resistors can be used to simulate faults of the following types:

- following types:

 Three-phase short circuits
- Two-phase short circuits
- Short circuits with limited over current
- · Isolation earth fault with limited current.

On the transmission lines modules, the impedance elements can be connected in different ways to design other main characteristics of other transmission links suitable e.g. to try different settings of a distance protection.



PST 2230 RECEIVING SUBSTATION MODULE



PST 2230 Receiving Substation Module above is equipped with IED level 2 protection relays with two incoming lines, HVbusbars, step down transformer, middle voltage busbar and two outgoing lines.

The Receiving Substation comprises two incoming lines, two HV-busbars, transformer, two middle voltage busbars, and two outgoing lines. Other combinations are optional.

L1, L2 and L3 are open on both middle voltage busbars via 4 mm safety sockets. It is then possible to connect PST 2230 directly to a network or to a generator as well as to external loads. All breakers are operated by contactor relays.

Digital Instruments

Three-phase instruments are situated in five positions for measurements of:

- Incoming HV power on each busbar
- Outgoing MV power on each busbar
- Distribution of outgoing MV power on each busbar

Voltmeter instrument for measuring between busbars of incoming power. Measurement point selectable by means of a switch.

Protections (IED level 2)

- Busbar Overcurrent Protection
- Transformer Differential Protection
- HV / MV Overcurrent Protection Neutral Point Earth Fault Protection
- Overcurrent (three-phase) and Directional Earth Fault Protection for Outgoing Feeder 1
- Overcurrent (three-phase) and Directional Earth Fault Protection for Outgoing Feeder 2
- Available options same as for PST 2210

For more information about the Protective Relays see page 21.

Transformer

The step-down transformer is a 2 kVA Y-Y-& transformer with tappings 100 to 105 % on the secondary side. The Δ-winding is used as an amp-turn balance for non-symme-

The transformer has its windings accessable externally to make it possible to perform tests like no-load and short circuit test separately.

The step down transformer can be operated individually and all the terminals are available from the desk.

The neutral points are available for investigating different methods of earthing.

Possible earthing methods are:

- a) solid or resistive earth
- b) insulated earth
- c) Petersen coil

Current transformers are positioned around the transformer and the connections are available from the desk.





PST 2240 LOAD MODULE

3-phase loads R, L and C controllable in 13 steps each, manually or by SCADA.

Low Voltage Distribution

The Low Voltage Distribution is constituted by a busbar to which the substation can be connected by the outgoing lines or by one or more transmission models.

From the busbar there are 6 outgoing groups to which loads can be connected. The outgoing groups are equipped with manually operated switches or operated by PC-or remote-control.

All distribution groups are available by 4 mm safety outlets to which loads can be connected with or without external instruments.

Optional Instruments

- Voltmeter with selector switch
- Frequency meters
- Ammeters
- kWh-meters
- Module for measuring V, A, P and Q including PC-interface and software.

PST 2240 Load Module.

Load Groups

The Load Module consists of groups of single phase and three-phase industrial and domestic loads.

The loads are of resistive, capacitive, inductive and active (motor) types: Three 3-phase groups can be varied in small steps which together with the other loads will cover load possibilities from 0-150 % of nominal power.

By jumpers and switches it is possible to create single phase loads as well as other non-symmetrical loads.

One motor with flywheel is enclosed to the load module. Several motors can be added as options to make it possible to study the dynamics of the system as well as the mechanical load sharings between two or more generators. The motor together with the flywheel will constitute a suitable load for the microprocessor operated motor protection (optional) on the outgoing line of the middle-voltage substation.

The Load Module comprises

- Six resistive 1-phase load groups connectable by switches
- Six capacitive 1-phase load groups connectable by switches
- Six inductive 1-phase load groups connectable by switches
- One 13 step 3-phase resistive load bank controlled by increase/decrease switch or PC (SCADA)
- One 13 step 3-phase capacitive load bank controlled by increase/decrease switch or PC (SCADA)
- One 13 step 3-phase inductive load bank controlled by increase/decrease switch or PC (SCADA)
- One induction motor with flywheel and mechanical brake, 0.25 kW

One induction motor Dahlander with flywheel and mechanical brake, 0.25/0.12kW (optional).

Other optional machines are available on request.



THE MEASUREMENT SYSTEM

The complete PST 2200 System utilizes 19 highly advanced microprocessor-controlled measurent devices enabling effortless and comprehensive monitoring of the entire system.

All measurement transducers include a distinct display presenting the measurement in five digits. The microprocessor- based technology enables several important parameters in each unit, where 3-phase units hold a capability to visualize 20

power energy quantities divided into selectable pages (each page displaying 4-parameters at a time).

Two digital bargraphs, each with dual graphs (one for each busbar) comprises the ability to monitor essential parameters in the synchronization process.

The units perform all necessary operations in independent enclosures, from measuring (directly without transformers etc) to presentation on the display and data acqueition. All units connected together on a databus for instrumentation (optional in SCADA applications).



Power Network Parameter Analyzer

3-phase Instruments

Three 3-phase power network parameter analyzers displaying 20 power energy quantities divided into five selectable pages (each page displaying 4-parameters at a time), featuring for instance:

- Average 3-ph voltage/current
- Visualization of non symmetrical loads
- Both phase-phase and phase-earth voltages
- Independent phase currents
- Average 3-ph active, reactive and apparent power
- Independent phase active, reactive and apparent powers
- Average 3-ph power factor
- Independent phase power factors
- Active, reactive and apparent energy

Bargraphs

Digitalbargraphs, each with dual graphs (one for each busbar) comprise the ability to monitor essential parameters in synchronization purposes.

- Voltage both busbars displayed with LED's and bargraphs (380-420VAC)
- Frequency both busbars displayed with LED's and bargraphs (45-55Hz)
- Display levels selectable in three different colours for highlighting of significant values.



Single Parameter Analyzer

Single Parameter Analyzer

- Generated voltage
- Generated current
- Two instruments for voltages on A- and B-busbars
- Phase-phase and phase-earth by means of selector switch
- Generator speed
- DC Machine current
- Generator magnetizing

THE LOGICAL BLOCKING SYSTEM

The TERCO Logical Blocking System comprises a network of PLCs. This provides an indespensible protection/support feature by distinctly indicating and blocking forbidden maneuvres, ultimately preventing severe damage to the system. The PLC network acts as a control mechanism for the operator, regardless of operation directly on the PST or remotely from the SCADA system. The PLCs perform the following key functions:

- Keep track of allowed combinations of isolators and circuit breakers
- Gather protection trips and control suitable actions
- Control from SCADA/iFIX reflecting the real environment

- Control of DC Machine speed
 Control of generator magnetizing level
 R, L, C independent load control (each in thirteen levels)





PST 2250 SCADA SYSTEM FOR POWER SYSTEM SIMULATOR



WHAT IS SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) is the general term for a large group of computer systems with special capabilities.

SCADA systems are typically used in industrial applications to control and supervise real-time processes.

HOW DOES SCADA WORK

SCADA gives personnel the ability to closely follow and to enter data into the process. Actual measurements are presented in real time on the computer screen. The system can be controlled remotely through local networks. For the Terco SCADA system this means that any school, institute, university or industry connected to the net can maintain distance learning on the Terco PST 2200 system.

TERCO SCADA SYSTEM

TERCO SCADA System is designed to be used for the Terco Power System Simulator (PST 2200). The Terco SCADA system provides students with the opportunity to remotly control and monitor the system in a "control room" environment. The teacher has full control, independent of student actions and can also override the student to show how to use and control the PST2200 system.

All breakers and isolators belonging to the simulated power system can be operated from the PC. Faulty operations are prevented/blocked by means of the Logical Blocking System regardless of operation made directly on the PST 2200 or from the SCADA system.

- With Terco SCADA system, synchronization can be performed from SCADA where frequencies and voltages together with synchronization pulses enable synchronization in four different points of the PST 2200 system.
- All instruments, isolators and breakers are indicated on screen even when operated from front panels. This facilitates for the teacher to study the work of the students without interference.
- . It is also possible to connect up to 16 students that can individually control the whole PST through the SCADA system.

Terco reserves the right to make changes in the design and modifications or improvements of the products at any time without incurring any obligations



TERCO SCADA System comprises:

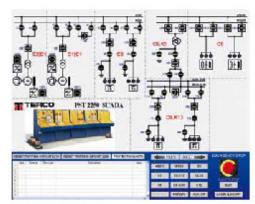
- Master computer using Ethernet for communicating with the PST and the PLC's together with the instruments.
- All necessary hardware for communication integrated in the PST.
- SCADA software with development possibilities for the Master computer.
- SCADA client enabler software on the Master computer for enabling clients to login to the SCADA application from Internet Explorer.
- Chosen number of clients for starting sessions with the SCADA application from remote sessions simply by means of internet Explorer. (Number of simultaneously connected clients depends on Master computer hardware specification. Each client is enabled by a license retreaved in Master computer dongle).
- TERCO SCADA used for the operation of the PST 2200 is built up on the professional GE FANUC iFIX software which is used in power plants across the world.

Examples of the TERCO SCADA application

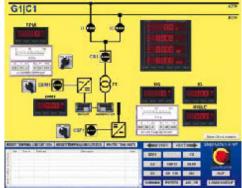
The TERCO SCADA application is constituted by several control views, for instance the Power Plant View (below) where it is possible to control and monitor for example:

- Motor speed
- Generator voltage
- Control and status of circuit breakers
- Control and status of isolators
- Alarm indication/logging and resetting
- Single parameter instruments
- · Three-phase instruments:

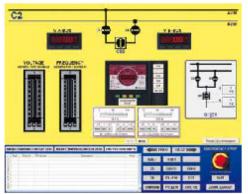
Each displaying 20 parameters distributed overfive pages, where current, voltage, active and reactive power in mean values as well as in phase to phase and phase to neutral which makes it possible to study for example nonsymmetrical behaviour.



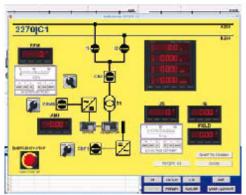
PST Overview Window



PST Generator Station Window

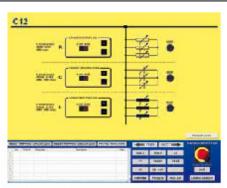


The Synchroscope Window integrates the view of the bargraphs for frequency and voltage together with the controls for speed/voltage setpoint and the synchroscope.

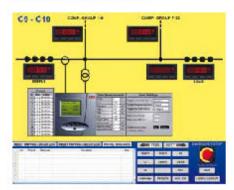


PST Mobile Generator Window





The PST Load Control Window enables the possibilty to control the three phase loads (R,L and C) independly, each in thirteen different levels.



PST2280 Power Factor Controller Window including essential configurations and parameter settings of the ABB RVT module.



ABB Web HMI enables parameter setting/configuration of the protection units directly from the TERCO SCADA application or by means of Internet Explorer The protection units can be addressed and configured directly from the TERCO SCADA Application by means of the implemented ABB WHMI application. Also available by means of Internet Explorer. (Example shown in picture above).



PST Protection Unit Window where selection of desired unit for parameter setting/configuration can be performed by means of the ABB WHMI.

Technical Specification

SCADA system is fully connected to the measuring system as well as to all PLC's within the PST system including Development Version Licence (not only run time) Indication Modules:

- · Isolator, circuit breaker and flag relays status
- Monitoring of three-phase instruments, each comprising 20 parameters such as:
 Voltage (ph-ph, ph-N, mean ph-ph, mean ph-N)
- Current (phase and mean enables the possibility to monitor non-symmetrical behaviour)
- Active, reactive and apparent power(phases and mean)
- Monitoring of all single phase instruments including generator voltage and current, generator speed,DC motor current, generator magnetizing current, voltage meters for busbars

Remotely controlled modules:

- Motor turbine speed
- Generator speed
- Synchronization
- Circuit breakers
- laolatora
- Alarm resetting

Other features

- Replicates all PST 2200 System main
- module configurations
- Easily customized monitor images (visualization)
- Easily customized schematics
- Digital virtual instrumentation
- Event logging (alarm history)

Also included:

- Suitabel high specification computer with flat screen
- Colour printer
- Installation/commmissioning and basic teacher training at site by Terco Engineer.



PST 2270 MOBILE TURBINE MODULE WITH GENERATOR SET

This module includes:

- Control panel
- Turbine
- Generator
- Step-up transformer
- A-B-busbars
- · Synchronizing- and phasing device
- Current and voltage transformers
- Outgoing lines.
- Power plant with the turbine simulated by a rectifier controlled DC-motor together with a synchronous generator.
- Manual or automatic control both for the frequency (=active power) and the voltage (=reactive power).
- One-line mimic diagrams together with breakers, isolators and groups of digital instruments ar ranged as in real plants.
- Indications as well as interlockings for the operation of breakers and isolators are designed as in existing plants.



Technical specifications

The Turbine / Generator / Step-up Transformer :

- DC-machine 2.0 kW, simulating turbine
- 4-pole synchronous generator, 1.2 kVA, cos phi 0.8 Static rectifier for speed / W control

- Static rectifier for voltage / VAr control Step-up transformer 230 / 400 V, 2.0 kVA

Generator Data:

- Voltage: 3 x 230 V Nominal current: 3.5 A
- Frequency: 50 Hz / 60 Hz Speed: 1500 rpm / 1800 rpm
- Synchronous reactance 97 %
- Transient reactance 17 % Subtransient reactance 8 %

Digital Instruments

(see instrument description page 10):

- Three-phase instruments
 Armature (stator) current
- Armature voltage
 Field current
- Revolutions per minute
- · Rotor current for turbine (DC-motor)
- Volt meters for A- and B- busbar with switches for selecting measurements at different points
- Synchroscope
- · Bargraphs for voltage and frequency

Cubicle: Dim.:

1045 x 1060 x 1900 mm

(corresponds in size to PST 2220) Weight: 280 kg (approx.) 280 kg (approx.)

Turbine-Generator Set:

1500 x 300 x 500 mm Dim.:

Weight: 140 kg



PST 2280 POWER FACTOR CONTROL MODULE



Power Factor Controller (PFC)

With the PFC you can minimize the currents caused by reactive losses of power, thereby optimizing the transfer of energy between generation and loading. This is becoming more and more important today when "Saving energy" is vital in a world with focus on pollution and shortage of energy.

Field of Application

Capacitive, inductive or mixed inductive and resistive networks in need of compensation, for example when starting and running induction motors or for compensating long high voltage power lines.

Principles of Operation

Depending on the power factor of the loading network a microprocessor will connect groups of capacitors.

By measuring phase voltages and current the microprocessor will calculate how many capacitor groups need to be connected and do this in accordance with user configured parameters.

Technical Specifications

Number of 3-ph groups

12 capacitive for control and 2 for inductive default setting.

Power factor setting Nominal voltage Nominal power

0.7 inductive to 0.7 capacitive 3 x 400 V 50 - 60 Hz 0 - 2 kVAr cap., 0 - 2 kVAr ind.

PF-Controller

Automatic or manual Adjustable delay times, switching sequences and strategies. Programmable to 12 steps

Monitoring and Measurement

Voltage Current Power factor

Switching modes

Linear and circular

Indication lamps

For the capacitor groups. For default of inductive load compensating banks.

1-ph 220 - 240 V AC, Power supply

Dimensions WxHxD

50 - 60 Hz (internally supplied) 1045x1800x1060 mm (corresponds in size to PST 2220 210 kg

Weight

Typical Experiments:

- The concept of active power, apparent power and reactive power
- The concept of power factor and "cos "
- The concept of measuring methods
- Start current settings (C/k)
- Delay times
- Efficiency and losses
- Linear and circular switching modes
- PF-Controller design and schematics
- Configuring the controller
- PF-Controller and resistive/inductive loads
- PF-Controller and induction motor loads
- Control range limits

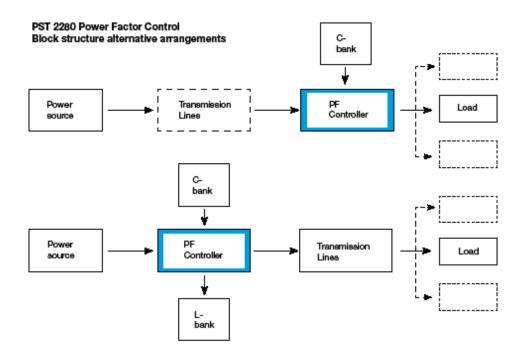


Physical Design

The PFC ismade towork together with the Terco PST 2200 Power Simulator System but can also be used as a standal one unit.

The PFC is hosed in a PST double cabinet with a clear mimic diagram explaining how to connect the supplying net to the network in need of power factor compensation. Lamps on the front panel indicate which contactor relay is in operation together with the corresponding reactive load bank.

Measured values, parameters and sub-parameters are indicated on the front of the control unit, which can easily be configured to achieve the desired switching behaviour. Contactor relay combinations may be programmed on a terminal board to simulate the methods of optimising the life time for circuit breakers in reality. The electronically displayed quantities are also indicated by classic analogue instruments regarding power factor, voltage and currents.



Terco reserves the right to make changes in the design and modifications or improvements of the products at any time without incurring any obligations



MV 1305 MOBILE MOTOR / GENERATOR UNIT

A standard laboratory for power transmission normally consists of one or two generators, connected to one or more transmission links which finally reach transformers, distribution units and loads.

Energy transfer, load shedding, static and dynamic stability as well as sophisticated protection schemes can be studied under realistic forms. Not to forget compensation possibilities.

Power- and current- paths in grid networks are complicated. The TERCO system will give understanding for these problems. The mobile generator station / synchronous alternator (compensator) MV 1305 provides a flexible solution for mobile power generation simulation.

The MV 1305 can operate as described or work in parallel with the Power System Simulator PST 2200. In this case mechanical and electrical parameters might be changed by using e.g. flywheel (MV 1010) and different electrical connections.



Technical Specification MV 1305-405

Power Supply Voltage 380-415 V AC 3-ph

Frequency 50 Hz ") Max current 16A

Turbine/DC-machine Armature Volt 0-240 V DC

Field Volt 190 V DC Armature current 12A Field current 0.8 A

Power 2.0 kW 0-1800 rpm Speed

Synchronous Armature volt 0-240 / 415 V AC generator Power 1.2 kVA

Cos 9 Field volt 0.8 0-230 V DC 0-1800 rpm Speed

Speed control/

SCR-converter, electronic current Active power control limit setting, start- and stop ramps.

Manual frequency setting Feedback systems Automatic/Constant setting

Field current supply Integrated

Voltage control/

Reactive power control PWM min. ripple-converter,

electronic current limit setting Feedback systems Manual voltage setting

Automatic/Constant setting Separate voltage feedback

Dimensions 1550 x 800 x 1200 mm Weight 200 kg (approx.)

*)MV 1305-406 for 60 Hz

Modes of Operation

- Control of active power (frequency): DC-machine ("turbine") + synchronous machine (generator) in closed loop connection regarding frequency.
- Control of active power (frequency) and reactive power (voltage): Two closed loops regarding frequency and voltage.
- Synchronous compensating: DC-machine ("turbine") idling, electrically disconnected or mechanically disconnected, synchronous machine in closed loop connection for voltage (=reactive power) control.

Instruments:

DC-machine:

(Turbine simulator)

Armature voltage Armature current

Indication lamp for field voltage

Speed control potentiometer (=frequency control)
Control method selector

AC-machine:

Armature voltage Voltage selector switch Armature current Voltage control potentiometer

Control method selector Field a grent ammeter

Synchronizing devices:

Synchronizing instrument Double voltmeter Double frequency meter Synchronizing switch

MV 1010 Flywheel

The flywheel is dynamically balanced and has a protective casing with 2 couplings.

Moment of inertia:

J = 0.406 kgm2.

400 x 300 x 300 mm

Weight 56 kg





8785 ACCESSORIES

MV 1100 Load Resistor

3-phase 3.3 kW, continuously adjustable.

400 / 230 V 0.8-5 A Star connection Star connection 230 / 133 V 0.5-5 A Delta connection 400 / 230 V 2.4-8.7 A 230 / 133 V 1.3-8.7 A Delta connection DC parallel connection 220 V 2.3-15 A Dimensions Weight 630 x 250 x 890 mm

Weight 46 kg MV 1100-235 Cooling fan supply 230 V AC 50 - 60 Hz MV 1100-116 Cooling fan supply 110 V AC 60 Hz

MV 1101 Load Reactor

2.5 kVAr, 50-60 Hz. 12 step regulation.

V	Connection	Hz	Α
230	star	50	0.2-2.2
230	delta	50	0.6-6.6
400	star	50	0.4-3.8
230	ster	60	0.2-1.9
230	delta	60	0.5-5.6
400	star	60	0.3-3.3
Dimensions		510 x 220 x 320 mm	
Weight		40 kg	

MV 1102 Load Capacitor

2.8 kVAr at 50 Hz, 3.3 kVAr at 60 Hz. 6 step regulation.

v	Connection	Hz	Α
230	star	50	0.4-2.4
230	delta	50	1.2-7.2
400	ster	50	0.7-4.2
230	III	50	2.1-12.6
230	star	60	0.5-2.8
230	delta	60	1.4-8.6
400	star	60	0.8-5.0
230	III	60	2.5-15
Dimensions		185 x 370 x 170 mm	
Weight		7 kg	

MV 1429 Terminal Board

The connection box is equipped with miniature circuit breakers for 20 A.

Dimensions 250 x 240 x 75 mm

Weight 2 kg

MV 1103 Variable Transformer 3-phase

3 x 400 V, 8 A, 50-60 Hz Input Output 3 x 0-450 V, 8 A 490 x 275 350 mm Dimensions Weight 36.5 kg

MV 1427 Relay Tester

Range of application

Testing of current, voltage, time and power-relays.

Start-up operations where variable current and voltage are required.

Testing of current transformers, ratio tests and plotting of magnetisation curves.

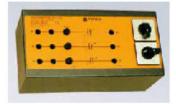
In electrical and measuring departments or in laboratories and technical achools.

Dimensions 280 x 178 x 178 + 63 mm

Weight 15 kg















LABORATORY LAYOUT

The layout is a significant factor to consider when designing a functional laboratory. It is of great importance that equipment and furniture are taken into account early in the planning stage. A preliminary solution for planning a Power System Laboratory for approx. 16 students can be seen below. If the space of the laboratory has been determined already, the standard solution may not be applicable.

Our engineers will be pleased to advise on any individual requirements.

See also our brochures "Power Distribution System and Furniture for Laboratories" and "Transmission Line, Transformer and Protection Laboratory".

Suggested Laboratory Size: 10 x 10 m²

1. Power System Simulator PST 2200 - two generators

Power Factor Controller PST 2280
 SCADA PST 2250

SCADA PST 2250
 Universal Relay Trainer
 Distance Relay Trainer
 Differential Relay Trainer
 MV 1434 with accessories
 MV 1435 with accessories

7. Line Models

Transformers

9. Different loads



Installation and Training

The complete Power System Simulator is normally supplied on turn-key basis with installation, commissioning and on-site training to be performed by Terco engineers.

Further training can be arranged on request in Sweden or on site, subject to a separate agreement.

Individual items specified in this catalogue, can also be delivered on request.

It is our belief that a good result in training power people is only achieved by well trained teachers / instructors, good curricula with sufficient time for hands-on training and relevant equipment.



TECHNICAL INFORMATION

Supply voltage:

3-phase 380 - 415 / 220 - 240 V, 16A, 50 & 60 Hz Other supply voltages available on request.

Standards All Protective Relay Units included in the Terco Power System Simulator are fully compliant to IEC 61850 standard.

The Turbine / Generator / Step-up Transformer

- · DC-machine 2.0 kW, simulating turbine
- 4-pole synchronous generator, 1.2 kVA, cos phi 0.8
- Static rectifier for speed / W control
- Static rectifier for voltage / VAr control
- Step-up transformer 230 / 400 V, 2.0 kVA

Generator Data

Voltage Nominal current 3 x 230 V Frequency 50 Hz/60Hz 1500 rpm / 1800 rpm Speed

Synchronous reactance 97 % 17 % Transient reactance Subtransient reactance 8 %

Transmission Line Data

Туре	Voltage	Transmission ability	Length		
Two HV pi- links	230 kV	110 MVA	100 km		
One MV pi-link	70 kV	50 MVA	50 km		
Two MV pi-link	35 kV	20 MVA	20 km		
One distribu- tion OH pi-link	11 kV	5 MVA	5 km		
One distribu- tion Cable pi-link	11 kV	5 MVA	5 km		

Load Module data

6x200 W Capacitive 6x200 VAr Inductive 6x200 VAr

3-phase Loadbanks

2x3-ph 0-900 W Capacitive 2x3-ph 0-900 VAr Inductive 2x3-ph 0-900 VAr

· One induction motor with flywheel and mechanical brake 0.25 kW

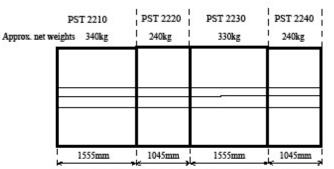
Optional

One induction motor Dahlander with flywheel and mechanical brake 0.25 / 0.12 kW

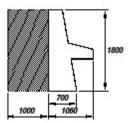
Weights and Dimensions



Each rack is delivered with a PVCcoated polyester fabric.



Turbine-Generator set: dim 1500 x 300 x 400 mm, netweight 130 kg





PROTECTIVE RELAYS - HOW TO ORDER

Power Plant Module PST 2210 IED Level 1

- · All Over Differential Protection
- Generator /HV O/C Protection
 Voltage Protection
- Frequency Protection

IED Level 2

Same as level 1 but also including:

- . Three-phase O/C and
- Directional Earth Fault Protection Line 1 Three-phase O/C and Directional Earth Fault Protection Line 2

IED Level 3

Same as IED Level 2 but also including:

- Differential Generator Protection
- Rotor Earth Fault Protection
- · 95% Stator Earth Fault Protection

Receiving Substation Module PST 2230 IED Level 1

- · Transformer Differential Protection
- Voltage Protection
- Frequency Protection
 Neutral Point Earth Fault Protection
- · HV / MV Over Current Protection

IED Level 2

Same as Level 1 but also including:

- Busbar Over Current Protection
- . Three-phase O/C and Directional Earth Fault Protection Feeder 1
- Three-phase O/C and Directional Earth Fault Protection Feeder 2

IED Level 3

Same as Level 2 but also including:

Line Distance Protection, Multiple Zone Protection with individual settings. The distance protection can be programmed for different HV-levels and characteristics and operates for three-phase short circuits, fault R-S, S-T, T-R, R-earth, S-earth, T-earth and with underimpedance start. There are separate time settings for each zone.

Each or all zones can be programmed for sensing in forward or reverse direction.

Protection of PST Module 2220, 2240, 2270 and 2280 can be equipped independently of each other.

State of the art protections

based on ABB RELION SERIES compliant to

IEC 61850 standard

ABB IED Protection provides you with a future-proof concept based on application flexibility, which makes them an excellent choice. The integration of the main protection and a wide range of back-up protection functions within these IEDs improve your power system performance. It also reduces engineering and installation time as well as space and spare parts requirements.



ABB REF 615 Line Feeder Protection Relay

Terco reserves the right to make changes in the design and modifications or improvements of the products at any time without incurring any obligations



SOME OF THE WORLDWIDE PST 2200 INSTALLATIONS





LIST OF SOME EXPERIMENTS

Under normal conditions:

- Setting of field control parameters, setting of turbine control rectifier parameters, setting of start- and stop ramps (=intake gate opening and closing).
- Checking AC-supply, DC supply, alarm indications, acknowledge and cancelling procedures, status indications of isolators and breakers. Start order.
- All performance diagrams of the generator can be studied.
- Vector group of system transformer is checked together with no load tests and short circuit tests for both step-up- and substation transformers.
- Differential relays can be tested by resistive faults or trim faults caused inside the protective zones.
- Load distribution can be varied using auxiliary transformers to keep the currents within certain limits. This can also be studied by use of parallel lines where the line parameters are different. (Arranged for example by connectors in the transmission module).
- Generator performance under steady state and dynamic conditions can be studied for different types of loads.
- Difference between manual and automatic control of voltage = reactive power control.
- Difference between manual and automatic control of speed = active power control.
- Rapidity of field control v.s. stability. Optimizing gain and time constants of voltage and current controllers.
- Feedback systems.
- Voltage differences, frequency differences, phase difference, timing, instruments, blockings (synchronising).
- The dynamic characteristics of the controller can be examined.
- All protective relays can be tested separately with or without load by a built-in 18-pole terminal (test unit) which will make individual testing of each protection possible, also when the complete simulator is under normal operation.
- Characteristics of overcurrent and underimpedance starting elements can be obtained by means of loads and system feed provided underimpedance protection is included.
- Impedance maps can be calculated easily to give information for an optimised selectivity plan of protection.
- By means of a ring main feed from one end various methods of protection can be studied, e.g. employing directional overcurrent relays or non-directional relays with instantaneous opening of the main grid.
- The tripping characteristics of a modified impedance relay can be determined by experiment (optional choice).

Under fault conditions:

- The reactances and time constant of the synchronous generator are of decisive importance for its transient behaviour. This can easily be studied in several ways. Also symmetrical and asymmetrical faults can be studied.
- Different types of system earthing methods can be studied: isolated, high resistance, low resistance and Petersen coil.
- Connecting the infinite busbar system in different parts of the network. Influence on fault currents and short circuit currents.
- Influence on fault currents and short circuit currents and relay protections. Settings of relays. Selectivity.
- Transient behaviour of generator can be shown when it is not correctly synchronized with the system.
- Single-phase and three-phase fault interruptions can be demonstrated for different lengths of transmission lines and different values of power transmitted.
- The generator protection scheme is checked under conditionsofdeliberatemaloperationofthegeneratorandespecially introduced faults.
- Signalling, indications warnings, trippings, actions in the fault announciator system.
- Regional fault in a small industrial area and / or domestic living area. A fault is simulated somewhere in the load module and the protection on a feeder from outgoing lines would trip. The faulth as to be located, reset and indicated. The energy supply would then normally be transferred back.
- Fault simulation in a section of a medium size city. A fault is simulated somewhere in the substation or on the outgoing lines. The protection relays for the incoming line or transformer or busber would then trip. The fault has to be located, the relays reset and indicated. The energy supply would then normally be transferred back.
- Fault in a medium city region. A fault is simulated somewhere in the power plant module on the HV side or on the outgoing lines from the power plant. The protection relays for the lineshould be tripping. Even the protection for the generator may be able to trip. The fault has to be located, the relaysresetandindicated. The energy supply would then normally be transferred back.



- Fault in a region of a country. A fault is simulated somewhere in a part of a country implicating nationwide consequences. Everything is to be disconnected: Generator 1, (possibly Generator 2), infinite bus and other possible sources. A load shedding scheme is to be performed. The fault(s) have to be found and isolated. The generator(s) need to be started, synchronized and connected. Load sharing is to be studied carefully. The energy supply would then normally be transferred back.
- Overcurrent and under-voltage relays for motor protection operating in conjunction with the system relays can also be studied.

The preceeding experiments are merely a selection from an extensive list of possible experiments.

Protective Relay Functions

- Overcurrent protection
- Overcurrent protection with time lag characteristics relays
- Over and under voltage protections Neutral point protection
- Independent time characteristics

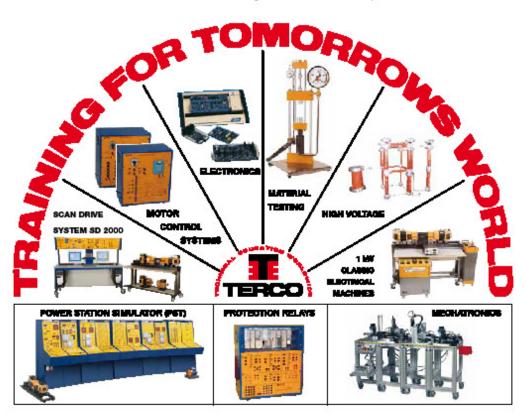
- Negative sequential over current protection
 - Earth fault protection
- Directional earth fault protection
- Differential protections
- Design principles
- Frequency protection
 A typical feeder protection.

Terco reserves the right to make changes in the design and modifications or improvements of the products at any time without incurring any obligations

Terco Headoffice



Terco headoffice and factory outside Stockholm, Sweden.



TERCO AB RO. Box 5014 SE-14105 HUDDINGE SWEDEN

Office/Works: Pyramidbacken 6 SE-141 75 Kungens Kurva STOCKHOLM

Fax

Phone: +46 8 506 855 00 +46 8 506 855 01 export@terco.se www.terco.se



