

**PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y ELABORACIÓN DE
INSTRUCTIVOS PARA SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRONICA DE
LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA EN EL CAMPUS CENTRAL
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**SILVANA ANDREA MORANTI SÁNCHEZ
DÉYERSON MANUEL BALSEIRO HERAZO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
Bucaramanga
2009**

**PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y ELABORACIÓN DE
INSTRUCTIVOS PARA SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRONICA DE
LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA EN EL CAMPUS CENTRAL
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**SILVANA ANDREA MORANTI SÁNCHEZ
DÉYERSON MANUEL BALSEIRO HERAZO**

**Trabajo de grado para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Director

ING. JOSÉ ALEJANDRO AMAYA PALACIO

Codirector

ING. EVER FRAUTER BUENO CASTELLANOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Bucaramanga

2009

*Dedico este trabajo primero a DIOS por ser mi fuerza espiritual.
A mi mamá por su amor, motivación y confianza.
A mi querida hermana Gigliola que a pesar de todos los
inconvenientes siempre conté con su apoyo.
A mis hermanos Doménico y Lorena.
A mis sobrinos Alejandra, Mafe, Pípe y Francesca, que me
inspiraron con su cariño y ternura.
Y por último a toda mi familia y amigos que me acompañaron
en este camino.*

SILVANA ANDREA MORANTI SÁNCHEZ

A DIOS porque me permitió culminar este trabajo, porque siempre me ha respaldado y me ha dado fortaleza en los momentos difíciles.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, tanto económico como moral, por su comprensión, amor y paciencia, y porque siempre han confiado en mí.

DÉYERSON MANUEL BALSEIRO HERAZO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a

DIOS primero porque en su majestuosa bondad nos respaldó y permitió que todo se diera a nuestro favor.

Profesor José Alejandro Amaya, Director de este proyecto, por su colaboración y apoyo, por sus indicaciones y sugerencias y por la orientación profesional que nos brindó.

Ing. Ever Bueno, que en gran manera aportó con sus conocimientos y experiencia. Finalmente a todos nuestros profesores que nos supieron orientar a lo largo de todo este camino de formación profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA PARA PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA.....	5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.....	5
1.1.1 Control de arranque de la máquina	9
1.1.2 Apagado de la máquina	11
1.1.3 Interruptor Selector	11
1.1.4 Parámetros Programados de Fábrica Generalmente	13
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSFERENCIA	14
1.2.1 Automática con Contactores.....	15
1.2.2 Elementos de una Transferencia	15
1.2.3 Otros elementos	15
1.2.4 Entradas al STE con contactores.....	16
1.3 NORMAS DE REFERENCIA PARA EL CONTROL.....	18
1.3.1 Unidad Básica de Transferencia	18
1.3.2 Mantenedor de Carga.....	18
1.3.3 Tablilla de Terminales	19
1.3.4 Luces de Señalización	19
1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....	20
1.4.1 Motor	20
1.4.2 Generador	21
1.4.3 Alternador de corriente.....	22

1.4.4	Regulador del motor	22
1.4.5	Sistema eléctrico del motor.....	22
1.4.6	Sistema de refrigeración.....	22
1.4.7	Depósito de combustible y bancada	23
1.4.8	Aislamiento de la vibración	23
1.4.9	Silenciador y sistema de escape	23
1.4.10	Sistema de control	23
1.4.11	Interruptor automático de salida.....	24
1.4.12	Gobernador Electrónico	24
1.4.13	Otros accesorios instalados en el grupo electrógeno	24
1.5	SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA SELMEC.....	26
1.5.1	Teclado.....	27
1.5.2	Modo de funcionamiento	27
1.5.3	Alarmas	28
1.5.4	Puesta en Tensión.....	28
1.5.5	Set-up mediante PC.....	29
1.5.6	Consideraciones Importantes	29
1.6	SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA VELÁSQUEZ.....	31
1.6.1	Transferencia automática con contactores	31
1.6.2	Transferencia automática con interruptor doble tiro	50
1.7	SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA VORKOM.....	53
2.	DESCRIPCIÓN DE LOS STE DE LA UIS Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	55
2.1	SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA DE LA UIS	55
2.1.1	Edificio CENTIC	56
2.1.2	Facultad de Ciencias Humanas.....	61
2.1.3	Facultad de Salud.....	62
2.1.4	Auditorio Luis A. Calvo.....	64
2.1.5	Edificio de Administración	65
2.1.6	Sede de Investigación Guatiguará	67
2.2	SEGURIDAD INDUSTRIAL	68

2.2.1	Señalización.....	70
2.2.2	Distancias de Seguridad.....	72
2.2.3	Importancia del respaldo eléctrico	74
2.2.4	Aspectos importantes de la norma NTC 2050	75
3.	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	77
3.1	TAREAS PREVENTIVAS Y FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	78
3.1.1	Factibilidad técnica de una tarea	78
3.1.2	Edad y mantenimiento preventivo relacionado con la falla.....	80
3.1.3	Reacondicionamiento y sustitución cíclica	80
3.1.4	Fallas no asociadas con la edad.....	82
3.2	LABORES EN EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA	83
3.3	PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LOS INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA (ITA) COMO BASE FUNDAMENTAL PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	84
3.4	PROBLEMAS EN LOS ELEMENTOS DE LAS TRANSFERENCIAS.....	86
3.4.1	Problemas posibles en los contactores	86
3.4.2	Problemas en el barraje	89
3.4.3	Problemas en las Regletas de Control y de Fuerza.....	90
3.4.4	Problemas en los Minibreakers de Protección del Circuito de Control.....	90
3.4.5	Problemas en las muletillas selectoras.....	90
3.4.6	Problemas con los Cables y Bornes Terminales.....	91
3.4.7	Problemas y sus causas en el control de transferencia ITAC.....	91
3.5	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS CONTACTORES.....	92
4.	CONCLUSIONES.....	95
4.1	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	95
4.2	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA HACER SEGUIMIENTOS A REVISIONES TÉCNICAS Y NORMAS DE SEGURIDAD	97
4.3	ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	100

4.4 REALIZACIÓN DEL INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO	101
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA	107

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Tablero de transferencia electrónica.....	7
Figura 1.2 Sistema con protecciones a tierra.....	10
Figura 1.3 Sistema con protecciones a positivo de la batería	10
Figura 1.4 Sistema de transferencia y su operación	13
Figura 1.5 Módulo de STE	14
Figura 1.6 Control de señalización.....	19
Figura 1.7 Tablero LCD Selmec	26
Figura 1.8 Pantalla de visualización, parámetros generador y motor	29
Figura 1.9 Pantalla de visualización de potencias y energías en la PE	30
Figura 1.10 Gráfica de Parámetros seleccionables de la PE.....	30
Figura 1.11 Equipo de Transferencia Automática.....	32
Figura 1.12 Contactores Electromecánicos Velásquez	33
Figura 1.13 Tipos de contactores	34
Figura 1.14 Componentes y estructura interna del contacto.....	35
Figura 1.15 Sistema de soplado	36
Figura 1.16 Contactos	37
Figura 1.17 STE con contactores, red pública y PE.....	38
Figura 1.18 Bornes de contacto.....	42
Figura 1.19 Relé térmico.....	43
Figura 1.20 Enclavamientos mecánicos	44
Figura 1.21 STE, red pública y PE	45
Figura 1.22 Control de la Transferencia Automática	46
Figura 1.23 Ajustes de tiempo en segundos	47

Figura 1.24 Gráficos de tiempos en el control	50
Figura 1.26 Parte Interna y Externa del Sistema de Transferencia.....	52
Figura 1.27 Sistemas de Fuerza y Control y Cargador de Baterías.....	52
Figura 1.28 STE de interruptor doble tiro, Red Pública y PE	53
Figura 1.29 Transferencias con contactores	54
Figura 1.30 Control digital de la transferencia electrónica	54
Figura 2.1 Mantenimiento correctivo en el edificio CENTIC.....	56
Figura 2.2 Ubicación del sistema de respaldo de energía del CENTIC	57
Figura 2.3 PE del edificio CENTIC	58
Figura 2.4 Banco de condensadores edificio CENTIC.....	58
Figura 2.5 Control electrónico de transferencia.....	59
Figura 2.6 Módulo de transferencia electrónica.....	59
Figura 2.7 Interruptores del control de STE	60
Figura 2.8 Contactores principales y auxiliares.....	60
Figura 2.9 STE de Ciencias Humanas	61
Figura 2.10 PE de Ciencias Humanas	62
Figura 2.11 Transferencia Facultad de Salud	62
Figura 2.12 Contactores principales Facultad de Salud.....	63
Figura 2.13 Transformador de la Facultad de Salud.....	63
Figura 2.14 Transferencia Luis A. Calvo	64
Figura 2.15 PE del Luis A. Calvo	65
Figura 2.16a STE armado del edificio de administración	65
Figura 2.16b Módulo de transferencia de administración	66
Figura 2.17 Sistema de respaldo eléctrico de Administración	66
Figura 2.18 Transferencia de Guatiguará	67
Figura 2.19 PE de Guatiguará	68
Figura 2.20 Señal de Seguridad edificio de Administración	71
Figura 2.21 Señales de Seguridad sede Guatiguará.....	71
Figura 2.22 Distancias mínimas para prevención de Riesgo por Arco	
Eléctrico	73

Figura 2.23	Equipo de protección personal.....	73
Figura 2.24	Instalación eléctrica edificio de administración.....	75
Figura 2.25	Instalación eléctrica edificio CENTIC	76
Figura 3.1	Absolutamente predecible	79
Figura 3.2	Fallas relacionadas con la edad	80
Figura 3.3	ITA-Interruptor de Transferencia Automática.....	84
Figura 5.1	Forma correcta de conectar a tierra el neutro en el transformador principal	104
Figura 5.2	Instalación eléctrica del edificio de administración.....	106
Figura A.1	Tablero del control de la transferencia.....	119
Figura A.2	Tablas Relación de porcentaje y tensión de los contactos del control de transferencia.....	120
Figura A.3	Plano del circuito de entrada normal.....	129
Figura A.4	Plano del circuito de entrada de emergencia	129
Figura C.1	Plano del control de transferencia.....	148
Figura C.2	Alimentación del Control de la Transferencia	150
Figura D.1	Distorsión Armónica total de voltaje THDv (Voltaje de salida UPS)	154
Figura D.2	Instante de entrada en funcionamiento planta de Emergencia (Bornes salida UPS).....	155
Figura D.3	Instante de restablecimiento del servicio de la red externa	155
	(Bornes salida UPS).....	155
Figura D.4	Tablero general de distribución edificio CENTIC	156
Figura D.5	Protecciones contra sobretensiones transitorias (TVSS) existentes.....	157
Figura D.6	Conexión a tierra del borne de neutro, Transformador principal del edificio CENTIC	158

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Límites de aproximación a partes energizadas de equipos	72
Tabla 2. Hoja de vida Sede Guatiguará, página 1.....	131
Tabla 3. Hoja de vida Sede Guatiguará, página 2.....	132
Tabla 4. Hoja de vida Edificio Centic, página 1	133
Tabla 5. Hoja de vida Edificio Centic, página 2	134
Tabla 6. Hoja de vida Facultad de Salud, página 1	135
Tabla 7. Hoja de vida Facultad de Salud, página 2	136
Tabla 8. Hoja de vida Edificio Administración, página 1	137
Tabla 9. Hoja de vida Edificio Administración, página 2	138
Tabla 10. Hoja de vida Facultad Ciencias Humanas, página 1.....	139
Tabla 11. Hoja de vida Facultad Ciencias Humanas, página 2.....	140
Tabla 12. Hoja de vida Auditorio Luis A. Calvo, página 1.....	141
Tabla 13. Hoja de vida Auditorio Luis A. Calvo, página 2.....	142
Tabla 14. Protocolo de mantenimiento, página 1	143
Tabla 15. Protocolo de mantenimiento, página 2.....	144
Tabla 16. Protocolo de mantenimiento, página 3.....	145

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A	111
Anexo B	131
Anexo C	146
Anexo D	152

RESUMEN

TÍTULO

PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS PARA SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRONICA DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTORES

SILVANA ANDREA MORANTI SÁNCHEZ
DÉYERSON MANUEL BALSEIRO HERAZO**

PALABRAS CLAVES

Sistemas de Transferencia Electrónica (STE), Plantas Eléctricas de Emergencia (PE), Mantenimiento Preventivo y Correctivo, Instructivo de Mantenimiento.

DESCRIPCIÓN

La División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander-UIS ha venido trabajando el tema de transferencia electrónica por considerarla como un componente de fundamental importancia en la instalación de las nuevas Plantas Eléctricas de Emergencia-PEE, en especial las de los edificios CENTIC, Ciencias humanas y en la Facultad de Salud para los laboratorios Clínico y de Investigaciones.

Hasta la fecha no se ha realizado alguna rutina de mantenimiento a las transferencias que están operando actualmente, por desconocer esencialmente las características funcionales de los componentes que estructuran los STE, por tal motivo este proyecto tiene una documentación al respecto, con el fin de facilitar la gestión de mantenimiento de los STE que operan en la UIS y basados en toda la información recopilada se realizó un instructivo de mantenimiento. En definitiva no se cuenta con un programa fundamentado para el mantenimiento preventivo y correctivo de los STE existentes en la UIS y es de vital importancia actuar sobre éstos para garantizar la confiabilidad del respaldo de energía eléctrica.

La información necesaria recopilada fue obtenida gracias a la ayuda de algunos de los fabricantes de las Transferencias Electrónica, como lo son Velásquez–Empresa colombiana- y Telemecanique marca registrada por Schneider Electric–Empresa Alemana-. Cabe resaltar también el gran impacto del STE como componente fundamental en el funcionamiento de las PE de última tecnología instaladas, y accesorios de alta calidad como las UPS, por lo que se justifica su implementación y correcto funcionamiento tanto en calidad del trabajo realizado como en inversión económica.

* Trabajo de grado en la modalidad de investigación

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Ing. José Alejandro Amaya Palacio. Codirector: Ever Frauter Bueno Castellanos

SUMMARY

TITTLE

Maintenance management and user's guide proposal making for Emergency Electrical Power with electronic transfer systems at Universidad Industrial de Santander Central campus.*

AUTHORS

SILVANA ANDREA MORANTI SÁNCHEZ
DÉYERSON MANUEL BALSEIRO HERAZO**

KEY WORDS

Electrical Transfer Systems (STE), Emergency Electrical Power (PE), Preventive and Corrective Maintenance and Maintenance user's guide.

DESCRIPTION

The technologic maintenance division at Universidad Industrial de Santander- UIS has been working on the electronic transfer topic because it is seen as an important component in the new emergency electrical power installation, especially in those located in the facilities of CENTIC, Human Sciences building and Faculty of Health (Clinical Laboratory and Laboratory of researches).

Currently, there are some transfers operating that have not been subjected to any maintenance routine to date, essentially because the functional characteristics of their components (that structure the STE) are unknown. For this reason, this project presents data related to this kind of maintenance. In order to facilitate the STE maintenance step at UIS based on the collected data, a maintenance user's guide was obtained as a result. Definitely there is not a program based on the existing STE preventive and corrective maintenance at UIS and it is of vital importance to act on that maintenance to guarantee the support of the electrical power reliability.

The necessary compiled data was collected thanks to some of the Electronic Transfers manufacturers such as Velásquez- Colombian Company and Telemecanique registered trade mark by Schneider Electric-German company-. It is important to highlight the impact of the STE as a vital component for the smooth running of the latest technology PE installed and high quality accessories such as the UPS. For this reason and its good smooth running, it is justifiable to install it because of its quality of work and its economic investment.

* Degree Project under research modality

** Faculty of Physics-Mechanical Engineering. Electrical and Electronic Engineering and of Telecommunication School. Director: José Alejandro Amaya Palacio. Codirector: Ever Frauter Bueno Castellanos

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de este trabajo de grado se busca brindar un aporte a la Universidad Industrial de Santander en la documentación y mantenimiento de los Sistemas de Transferencias Electrónica (STE) para las Plantas Eléctricas de emergencia (PE) que operan en el Campus Central, en la Facultad de Salud y en la sede de Guatiguará.

De manera general la Transferencia Electrónica es un sistema que permite detectar constantemente anomalías como sobre voltaje, bajo voltaje o pérdida de fase de una fuente normal de suministro de energía (Red Pública), e inmediatamente después de detectado el problema ésta envía la señal de arranque a la máquina generadora de energía (Planta Eléctrica de Emergencia), así como la de detener dicha máquina cuando se restablezca el servicio normal de energía. La Transferencia puede ser manual o automática, la puede armar el usuario o puede comprarse un módulo completo que lo ofrecen varias Empresas que la distribuyen.

En el Edificio CENTIC de la Universidad Industrial de Santander se han venido presentando una serie anomalías con el respaldo de la energía eléctrica, que desfavorecen la calidad del servicio de energía, esto ha hecho que se invierta dinero, tiempo y especialistas en el tema. Cuando falla el servicio de energía eléctrica se genera un impacto negativo por la prestación de múltiples servicios que se ofrecen en este edificio. Por lo tanto la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS se interesó en el estudio de los STE no solo del Edificio

CENTIC, sino también los STE del los Edificios Ciencias Humanas, Administración, Luis A. Calvo, Facultad de Salud y Sede de Guatiguará; pues la mayoría de los casos de anomalías en el respaldo de energía se deben a fallas en los STE, que a su vez se dan por la falta de mantenimiento.

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar una propuesta de mantenimiento (correctivo y preventivo) con base en el conocimiento del STE de las PE que permita una mayor confiabilidad en la prestación del servicio de respaldo de energía eléctrica. Otro objetivo es supervisar y registrar las revisiones técnicas de los STE de la UIS, de tal manera que se pueda documentar la recopilación de información tanto teórica como práctica, lo cual permite la elaboración de la propuesta de gestión de mantenimiento del STE y así mismo la propuesta de un instructivo que señale el mantenimiento para aplicar a los STE de las PE de la UIS.

En el primer capítulo se describen las características y el funcionamiento tanto de la STE como de las PE gracias a la información obtenida con la ayuda de algunos de los fabricantes de las Transferencias Electrónicas, como lo son Velásquez – Empresa colombiana- y Telemecanique marca registrada por Schneider Electric – Empresa Alemana-, así como la información recopilada en algunos textos, normas y manuales relacionados con los STE.

En el segundo capítulo se realizó un seguimiento en la realización de rutinas de mantenimiento a las PE, con el fin de conocer y entender la estructura de los STE, al igual que las especificaciones y funciones de sus elementos, para estructurar la hoja de vida de cada uno de ellos y facilitar de esta forma la gestión de mantenimiento y la sustitución de alguno de ellos en caso que lo requiera. También se describe algunas normas de seguridad industrial que se deberían tener en cuenta en la gestión de mantenimiento del STE, basadas en la

Reglamentación Eléctrica vigente (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE).

En el tercer capítulo se realizó la propuesta de gestión de mantenimiento, con base en el estudio y análisis de la información contenida en primer y segundo capítulo, y las sugerencias en los documentos de los fabricantes. Este capítulo contiene un instructivo anexo, para el mantenimiento preventivo rutinario de los STE, teniendo en cuenta las normas que lo regulan.

Por último en el cuarto capítulo se establecen las conclusiones y las recomendaciones que en gran medida servirá para la continuación de este trabajo, que apenas se plantea como propuesta.

Se busca con esta información explicar al lector cual es la función del STE y su importancia en los sistemas de respaldo de energía en la UIS, así también se explica el estudio realizado en cada uno de los STE ubicados en distintas zonas del campus central, y algunas sedes, teniendo en cuenta un aspecto importante que es generar un alto nivel de seguridad y confiabilidad en el respaldo de energía, con la debida operación de los STE. La calidad de este proceso garantiza un ambiente adecuado para el óptimo desempeño de las PE, contribuyendo con una confiable prestación de los servicios ofrecidos en los edificios que necesitan de estas instalaciones. Actualmente la universidad está en un proceso de certificación y debe cumplir con una serie de normas de seguridad, establecidas por la reglamentación eléctrica vigente, es por eso que esta propuesta contiene el estudio de este tema, siendo útil esta información para el personal nuevo que ingrese al área de mantenimiento.

Al realizar este trabajo de grado se profundiza y adquiere experiencia en aplicaciones de electrónica industrial y automatización de procesos, proporcionando de manera grata un gran aporte en la formación profesional de

sus autores, comprendiendo lo importante que es la contribución de la Ingeniería Electrónica a la Ingeniería Eléctrica en este caso gracias a la implementación y operación del STE aplicado sobre el sistema eléctrico instalado para las PE en la UIS.

1. TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA PARA PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA

Este capítulo contiene la documentación acerca del proceso de transferencia electrónica, su operación, la descripción y funcionamiento de todos los elementos que la estructuran, como también las normas de referencia para el control de la misma. Define de manera general los elementos principales del grupo electrógeno, sobre los cuales efectúa su funcionamiento el STE. Además describe distintas marcas de STE que se ofrecen en el mercado industrial.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

La Transferencia Electrónica es un sistema que tiene como función arrancar la máquina generadora de energía cuando falle la fuente normal de suministro de energía así como detener la máquina cuando se restablezca el servicio normal de energía, y permitir el enfriamiento de la Planta Eléctrica después de un ciclo de trabajo, en este sentido los tableros de transferencia están diseñados para operar continuamente alimentando la carga o cargas conectadas a la unidad básica de transferencia utilizando el suministro normal o el respaldo con la Planta Eléctrica de Emergencia, mediante las siguientes funciones:

- ❖ Sensa el voltaje de alimentación.
- ❖ Da la señal de arranque a la planta cuando el voltaje falta, baja o sube del nivel adecuado.
- ❖ Realiza la transferencia de la carga de la red pública a la planta.
- ❖ Realiza la retransferencia dando la señal a la unidad de fuerza para que haga el cambio cuando se normaliza la alimentación.
- ❖ Retarda la retransferencia para dar tiempo a la compañía suministradora de normalizar su alimentación.
- ❖ Retarda la señal de paro al motor para lograr su enfriamiento.
- ❖ Manda la señal de paro al motor a través del control maestro.
- ❖ Mantiene cargado el acumulador.
- ❖ Permitir un simulacro de falla de la compañía suministradora.

En general la función del sistema debe ser tal que monitoree la corriente eléctrica de la Red Pública permanentemente de tal forma que hagan funciones de encendido y transferencia por cualquiera de las siguientes anomalías:

- Por sobre voltaje
- Por bajo voltaje
- Por pérdida de una de las fases

Según lo anterior, cuando el nivel de voltaje nominal sobrepase un intervalo comprendido entre más o menos el 10% de dicho valor nominal, envía una señal al grupo electrógeno para encendido de la PE, en este sentido el grupo electrógeno tiene como función principal realizar la conexión del suministro eléctrico de emergencia (Plantas Diesel generalmente) en un STE, cuando la Red Pública presenta fallas.

Como se indica en las funciones de la transferencia, inicialmente se necesita un **Sensor o Supervisor de Voltaje**, que verifique los rangos requeridos e indique la

presencia de tensión en la red, ya sea monofásica o trifásica. Cuando este sensor detecta que la red pública presenta una falla, debe ordenar el accionamiento de un contacto en serie con el grupo electrógeno; con la operación de este grupo electrógeno se mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna, luego de que éste haya arrancado, y alcanzado sus parámetros nominales de trabajos, tales como rpm, frecuencia, voltaje, entonces se produce la conmutación, la cual se realiza a través de la unidad de fuerza, que puede ser del tipo contactores o interruptores, según la capacidad requerida.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 1.1 Tablero de transferencia electrónica

Los tableros de transferencias (figura 1.1) tienen una lógica de funcionamiento, dada por la unidad de tipo inteligente, que debe ser programada previamente para su posterior funcionamiento.

Las transferencias automáticas deben proporcionar un lapso de tiempo para la conexión de la carga a la red pública cuando ésta es reiniciada, esperando a que se estabilice, pues se manifiesta en este instante con variaciones en su voltaje, que podría dañar algunos equipos si se realiza la retransferencia inmediatamente, de igual forma las fluctuaciones de corriente conllevan a que la planta arranque o pare de manera constante. Este objetivo se logra colocando un reloj (*timer*), el cual retrasa la señal de retransferencia por unos minutos mientras se estabiliza el suministro de la red pública.

Otro aspecto a tener en cuenta es que al ocurrir la retransferencia no conviene parar el motor de forma súbita, pues la alta temperatura que posee lo podría dañar, para evitar esto la transferencia automática debe proporcionar un lapso de tiempo de 3 a 5 minutos para que el motor trabaje sin carga antes de pararse y así baje su nivel de temperatura.

Ejercita la Planta y verifica que sus protecciones se encuentren en perfecto estado, mediante un Reloj Ejercitador ajustado para que la Planta Eléctrica arranque de manera automática 30 minutos cada semana, este reloj manda una señal a la planta eléctrica para su arranque periódico sin conexión a la carga.

El Retardo de transferencia realizado con un dispositivo denominado Retardador de Transferencia, para aplicaciones especiales como la operación de motores síncronos.

Cuando se requiere que la planta opere únicamente bajo ciertos parámetros de voltaje en aplicaciones especiales se necesita de un supervisor de voltaje del Generador.

Protección por sobrecarga, medición de corriente en el tablero, retardo de arranque y protección falla a tierra.

1.1.1 Control de arranque de la máquina Debe existir un control para iniciar el arranque, como también relevos temporizados, de tal forma que se provea un encendido instantáneo, en el cual transcurra un tiempo de 10 segundos entre el instante en que falla la energía y la conexión de la carga.

Para desconectar el circuito de arranque al ponerse en marcha la máquina, debe existir un dispositivo sensible a la velocidad, dado esto, la transferencia deberá conectar la carga cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- ❖ El voltaje generado debe ser mayor o igual al 90% del voltaje nominal.
- ❖ La velocidad y frecuencia deben estar dentro de un $\pm 5\%$ y $\pm 1\%$ de la nominal respectivamente.
- ❖ La presión del aceite debe ser normal.

El sistema de arranque y paro está compuesto por:

- ❖ Un Arrancador Automático para Grupos Electrónicos.
- ❖ Una Válvula Solenoide: Operada eléctricamente con una bobina o electroimán, que al energizarse hace que la válvula abra o cierre según su diseño y permita o restrinja el paso de combustible.
- ❖ Un Switch Magnético.
- ❖ Protecciones: Las protecciones van conectadas a tierra (figura 1.2) o al positivo de la batería (figura 1.3), son protecciones contra sobrevelocidad, alta temperatura de agua (si hierve se evapora y no actúa el radiador) y baja presión de aceite (sin aceite no hay lubricación de la máquina, se daña).
- ❖ Batería: Al recibir la solicitud del motor entrega una gran corriente, pero su voltaje de salida baja a niveles de 7 a 9 Voltios en la batería de 12V y de 14 a 18 Voltios en la de 24V.
- ❖ Cargador de batería

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

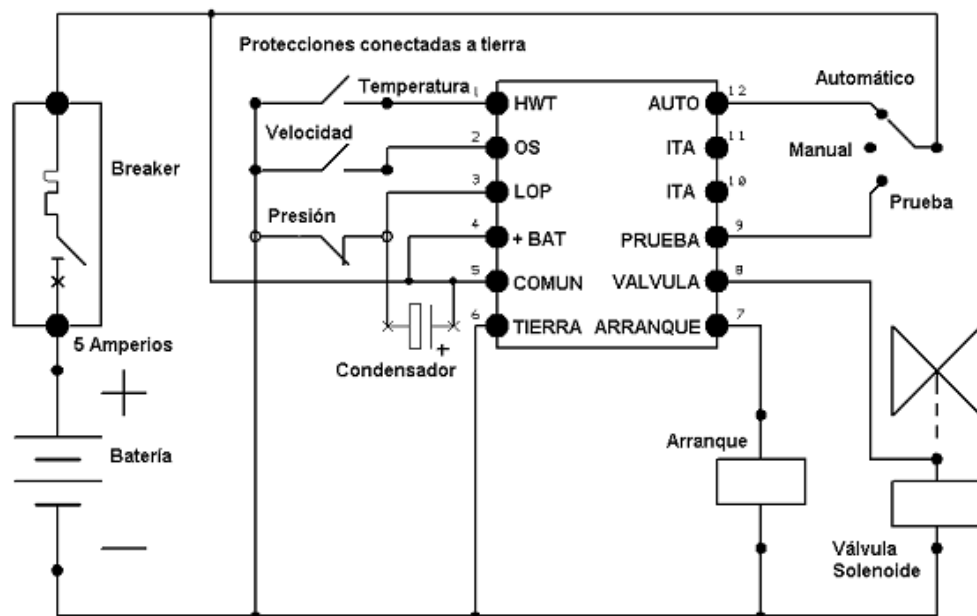


Figura 1.2 Sistema con protecciones a tierra

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

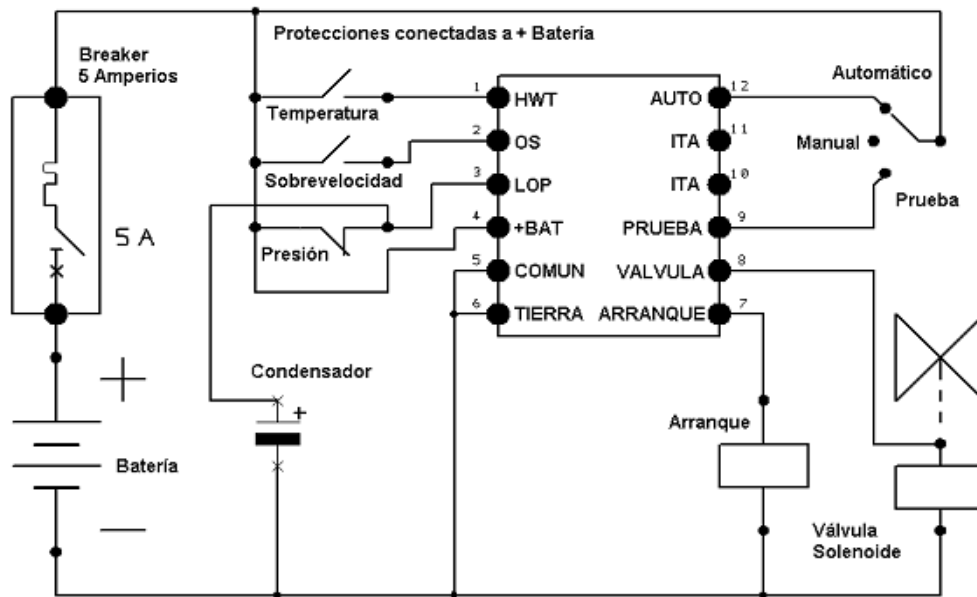


Figura 1.3 Sistema con protecciones a positivo de la batería

El Proceso de Arranque se da de la siguiente manera:

- ❖ El arrancador automático recibe una orden del control de transferencia automática, detecta qué necesita operar.
- ❖ Ordena a la válvula Solenoide que permita el paso de combustible
- ❖ Ordena al switch magnético que permita paso de corriente para que opere el motor de arranque
- ❖ Chequea el estado de las protecciones
- ❖ En el arranque elimina temporalmente la protección de baja presión de aceite, LOP, para permitir que el motor arranque, la presión de aceite inicialmente es cero y aumenta en la medida que el motor arranca.

Entre otras cosas el arrancador espera la orden del control de transferencia para apagar el motor diesel, después de que el grupo electrógeno esté operando.

1.1.2 Apagado de la máquina Al restablecerse el servicio normal de energía, la transferencia debe conmutar la carga a éste, cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- ❖ El voltaje de la red debe ser mayor del 90% del nominal.
- ❖ La frecuencia no se debe desviar de $\pm 1\%$ de la nominal.
- ❖ Se debe cumplir un tiempo de espera ajustable entre 0 y 10 segundos.

1.1.3 Interruptor Selector En los controles automáticos de arranque y parada debe existir un interruptor selector, el cual deberá incluir las siguientes posiciones:

1.1.3.1 Desconectado (Off) Para prevenir arranque de la máquina normal o automático.

1.1.3.2 Manual Permite que la máquina sea arrancada manualmente, está prevista para mantenimientos rutinarios o para daños en algún dispositivo del sistema automático.

1.1.3.3 Prueba Con la cual la máquina arranca y funciona por intermedio de los controles automáticos de arranque y parada sin transferir la carga

1.1.3.4 Automática Deja listo el sistema para arranque y parada automáticos, es el modo normal de operación para grupos electrógenos de emergencia, en este modo, el sistema vigila una fase de la red, para determinar constantemente los valores de tensión en la misma.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que las transferencias se diseñan para ser operadas tanto automática como manualmente, facilitando el mantenimiento de las mismas, puesto que puede quitar el control sin tener que dejar la carga sin energía, como también se puede operar manualmente en forma temporal para revisión del control cuando presenta problemas.

En la figura 1.4 se muestran las unidades básicas de la Transferencia Automática del tipo contactores, con una unidad de fuerza conformada por los contactores de Red Normal y Planta de Emergencia, la unidad de tipo inteligente o Control de Transferencia en la cual se ejecutan operaciones internas y externas.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 1.4 Sistema de transferencia y su operación

1.1.4 Parámetros Programados de Fábrica Generalmente En cuanto a las temporizaciones con ajuste continuo de 0-30 segundos, lo mismo para la retransferencia, segmentado de la siguiente forma:

- ❖ Tiempo desde el corte de la energía hasta el inicio de intentos de arranque: 5 segundos
- ❖ Intentos de arranque: 4 segundos
- ❖ Tiempo de calentamiento: 20 segundos

- ❖ Tiempo de reconocimiento de la tensión de red en la retransferencia: 10 segundos
- ❖ Tiempo de enfriamiento: 120 segundos
- ❖ Tensión de actuación por alta por alta tensión de red: 240 Volts
- ❖ Tensión de actuación por alta por baja tensión de red: 180 Volts
- ❖ Cargador automático de baterías 12 Volts/ 3A.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSFERENCIA

La función de transferencia y retransferencia automática se realiza por medio de la Unidad de Fuerza (figura 1.5), que puede ser del tipo contactores o interruptores, según la capacidad requerida.

Fuente: Fotografía tomada de www.plantaselectricas-ltda.com



Figura 1.5 Módulo de STE

1.2.1 Automática con Contactores La unidad básica de transferencia tipo contactores, tiene contactos auxiliares útiles en el bloqueo de tipo eléctrico y con enclavamiento mecánico, para impedir que ambas fuentes de Energía se cierren al mismo tiempo; su funcionamiento es automatizado con control automático, ideado de tal forma que facilite el uso del Grupo Electrónico tanto al instalador como al operario, en las diferentes situaciones de empleo, como por ejemplo visualización de datos, condiciones de la de alarma, etc.

1.2.2 Elementos de una Transferencia Una Transferencia Automática a contactores está compuesta o fabricada de los siguientes elementos:

- ❖ Un gabinete metálico: Nema 1 de uso general, fabricado en lámina de acero estirado en frío (NEMA 3R) y pintado con pintura anticorrosiva y esmalte al horno de color gris claro.
- ❖ Dos contactores.
- ❖ Un enclavamiento mecánico.
- ❖ Unas regletas de control.
- ❖ Unos minibreakers de protección del circuito de control.
- ❖ Una muletilla selectora de modo de operación Automático-Manual compuesta por una perilla y cuatro bloques de contactos.
- ❖ Una muletilla selectora de fuente de operación normal-emergencia, compuesta por una perilla y dos bloques de contactos.
- ❖ Un control de transferencia.
- ❖ Un plano pegado a la puerta del gabinete.
- ❖ Cables y bornes terminales: Bornes de bronce tipo tornillo de presión.

1.2.3 Otros elementos Estos elementos son opcionales.

- ❖ Un barraje: Barras de cobre electrolítico de alta pureza y conductividad, se usan densidades iguales o mayores de 1200 A por pulgada cuadrada (1.8 A por mm cuadrado), se pintan de secuencia de fase para fácil identificación, el mismo de colores se utiliza en el cableado, para identificarlo con facilidad y hacer seguimiento de los circuitos de control. Estas barras se montan en aisladores de resina epóxica y su configuración garantiza resistencia mecánica para soportar esfuerzos de cortocircuito mínimo de 30KA. El barraje tiene aislamiento para 600V.

- ❖ Unas regletas de fuerza.
- ❖ Voltímetro.
- ❖ Selector de voltímetro.
- ❖ Amperímetro.
- ❖ Selector de amperímetro.
- ❖ Relé de frecuencia.
- ❖ Ejercitador de planta.
- ❖ Cargador de batería.
- ❖ Anunciadores de Alarma.
- ❖ Iluminación de Emergencia.
- ❖ Contactos para telemetría.
- ❖ Filtros de Línea.
- ❖ Pararrayos de baja tensión.
- ❖ Comunicaciones vía TCP/IP y software de supervisión: El control de transferencia permite conectar a un computador vía Ethernet TCP/IP la transferencia Automática.
- ❖ Medidores de energía reactiva y factor de potencia.

1.2.4 Entradas al STE con contactores Este sistema presenta entradas Digitales y Análogas

1.2.4.1 Entradas digitales Son totalmente programables para:

- Parada de Emergencia.
- Arranque Remoto.
- Sobrecarga del Generador.
- Contactor de Red.
- Contactor del Generador.
- Otras libres.

1.2.4.2 Entradas análogas

- Temperatura del Motor.
- Presión de Aceite.
- Nivel de Combustible.
- 4 Entradas para tensión de Red (L1, L2, L3 y N).
- 4 Entradas para tensión de Generador (L1, L2, L3 y N).
- 6 Entradas para transformadores de medición de Corriente.
- Entradas de velocidad de Motor por medio del Alternador cargador de la Batería (W, D+).
- Carga de la Batería.

1.2.4.3 Salidas digitales

- Contactor de Red.
- Contactor de Generador.
- Electroválvula de combustible.
- Arrancador (marcha).

- Sirena.
- Contactos para alarma global.

1.3 NORMAS DE REFERENCIA PARA EL CONTROL

IEC/EN 60255-6, IEC 60664-1, IEC/EN 61000-4-5, IEC/EN 61000-4-4, IEC/EN 61000-4-3, IEC/EN 61000-4-6, IEC/EN 60255-22-2, IEC/EN 55011, IEC/EN 60255-21-2, IEC/EN 60068-2-6 (LROS-Lloyd's Register Of Shipping), IEC/EN 60068-2-52 (RINA), IEC/EN 60028-2-61, IEC/EN 61010-1 y UL 508/C22.2_N14-95 (cULus).

1.3.1 Unidad Básica de Transferencia La transferencia presenta unidades eléctricas de voltaje y corriente, como sigue:

- **Voltaje de Operación** El cierre de las fuentes se efectúa mediante bobinas, y está definido con rangos de voltaje de 220V, 440V y 480V, para frecuencias de 50 y 60 HZ.
- **Capacidades de Corriente** Las transferencias tipo contactores tienen rangos de corriente nominal desde 100A hasta 1600A para frecuencias de 50 y 60 HZ.

1.3.2 Mantenedor de Carga El tablero de transferencia debe tener un mantenedor de carga de las baterías, para que vigile las condiciones correctas de las baterías y las mantenga en flotación, listas para ser utilizadas, es decir, evita que las baterías se descarguen cuando la planta no está trabajando. La corriente de carga a las baterías es controlada mediante un selector de operación de 4 posiciones (fuera-bajo-medio-alto). Para Plantas de Emergencia con sistemas de

voltaje de 12 o 24 VDC, el cargador se fabrica para 12 o 24 VDC respectivamente.

1.3.3 Tablilla de Terminales Para hacer el sistema automático, la transferencia consta de una tablilla de interconexión de 22 terminales de 20A para fácil interconexión del tablero con el control de la planta.

1.3.4 Luces de Señalización La señalización constante es indispensable para saber si la carga se encuentra conectada a la Planta Eléctrica de Emergencia o a la Red Normal de suministro, se cuenta entonces con dos indicadores luminosos en la parte frontal del gabinete que indiquen esta función, una lámpara indicando la presencia de voltaje de la Red Pública y la otra indicando la presencia de voltaje de la Planta Eléctrica de emergencia.

En la figura 1.6 se muestra la conexión de un control de señalización.

Fuente: Fotografía tomada de www.selmec.com.mx



Figura 1.6 Control de señalización

Las transferencias se fabrican generalmente con señalizaciones que indican:

- ❖ CN cerrado y CE cerrado.
- ❖ Opera la planta.
- ❖ Voltaje alto emergencia.
- ❖ Voltaje bajo emergencia.
- ❖ Voltaje alto normal.
- ❖ Falta o inversión de fase.
- ❖ Voltaje bajo normal.
- ❖ Prueba.

1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Es importante, describir detalladamente los elementos que hacen parte del grupo electrógeno y sobre los cuales actúa el STE. Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes:

1.4.1 Motor El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores: Motores de gasolina y de gasoil (diesel). El motor deberá estar acoplado directamente al generador por medio de discos flexibles de acero. Generalmente los motores diesel son los más utilizados en los grupos Electrógenos por su fiabilidad en cuanto a sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas, proporciona la potencia útil que se quiera suministrar, por lo cual, para una determinada potencia, existe un determinado motor que cumplirá con las condiciones requeridas.

1.4.2 Generador Produce la energía eléctrica de salida, al transformar la energía mecánica en eléctrica genera mediante fenómenos de inducción una corriente alterna. Se encuentra protegido contra salpicaduras y está acoplado con precisión al motor. El Generador deberá ser sincrónico; autorregulado, con un regulador automático de voltaje de estado sólido con protección contra sobrevoltaje y sobre velocidad y reóstato de ajuste manual sobre el panel de control, la regulación de voltaje deberá mantenerse dentro del 1% del voltaje nominal entre vacío y plena carga; también autoexcitado por medio de un sistema rotatorio sin escobillas (Brush-less), de igual manera se pueden acoplar generadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya ser limitado y, de ninguna forma, puede ser forzado a regímenes mayores; entre otras características, son de 60 Hz, de tres fases, cuatro hilos, conexión de estrella con rotor de polos salientes y devanados de compensación. El rango de ajuste manual de voltaje debe ser +/- 10%.

El estator del generador y el devanado del campo deberán ser diseñados para soportar sin calentamiento excesivo, una corriente del 125% de la corriente nominal por lo menos durante un minuto. Además la eficiencia a plena carga deberá ser mayor del 92%. Para el caso de diodos rectificadores estos deben ser para trabajo pesado (Heavy-Duty) y localizados en sitios de fácil acceso y remoción.

El sistema debe estar dotado de dispositivos supresores de niveles elevados de radio interferencias.

El generador deberá soportar sin daño una sobre velocidad del 20% de la nominal. La unidad deberá tener una conexión a tierra de la base, del motor y de su carcasa. El interruptor de salida para protección debe estar sobre el generador.

1.4.3 Alternador de corriente La Planta eléctrica debe contar con un Alternador de Corriente Directa, el cual cargue rápidamente las baterías después de haberse utilizado en el arranque, de tal forma que las deje listas si se necesita que la planta opere nuevamente.

1.4.4 Regulador del motor El regulador es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.

1.4.5 Sistema eléctrico del motor Incluye un arranque eléctrico, una o varias baterías libres de mantenimiento o las que se especifiquen, y los sensores y dispositivos de alarmas. Normalmente, un motor dispone de un mono-contacto de presión de aceite, un termo-contacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

1.4.6 Sistema de refrigeración El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador y un ventilador para enfriar estos líquidos, con este sistema se evacúa el calor recogido de las piezas internas del motor; el radiador deberá estar provisto de bridas para conexión a un ducto por donde se le extraerá el aire caliente al exterior y deberá estar protegido con un sistema anticorrosivo. El ducto de extracción del aire caliente del radiador será parte del suministro. El ventilador deberá estar provisto

de una campana de transición adecuada para succión y descarga del aire al radiador. El aire de combustión será tomado directamente del aire ambiente.

1.4.7 Depósito de combustible y bancada El depósito de combustible está incluido dentro de una bancada de acero, y tiene una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga, en esta bancada de gran resistencia se encuentran acoplados y montados el motor y el alternador.

1.4.8 Aislamiento de la vibración Existen aisladores ubicados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada, estos aisladores o tacos antivibrantes están diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Generador.

1.4.9 Silenciador y sistema de escape El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor, este silenciador de escape va instalado en el Grupo Electrónico, específicamente se encarga de amortiguar el sonido del motor, cuya onda se forma por pulsos alternativos de alta y baja presión. Al abrirse la válvula de escape y precipitarse el gas hacia el múltiple, la masa de gas detenida de menor presión es golpeada, lo cual genera una onda que se propaga hasta la atmósfera por el sistema de escape, cuya onda tiene mayor velocidad que la del propio gas.

1.4.10 Sistema de control El manual del sistema de control contiene información en detalle del sistema que está instalado en el Grupo Electrónico, de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control, la utilidad consiste en controlar

el funcionamiento y salida del grupo y protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento.

1.4.11 Interruptor automático de salida En Grupos Electrógenos con control manual se protege el alternador mediante un interruptor automático de salida, adecuado para el modelo y régimen de salida. De igual manera en Grupos Electrógenos con control automático se protege el alternador con contactores adecuados para el respectivo modelo y régimen de salida.

1.4.12 Gobernador Electrónico Para ejercer el control de velocidad. La velocidad nominal del grupo será de 1.800 revoluciones por minuto (r.p.m.). La máquina estará equipada con un gobernador adecuado que permita la regulación de por lo menos 5% entre cero y plena carga.

1.4.13 Otros accesorios instalados en el grupo electrógeno En el Grupo Electrógeno existen otros dispositivos útiles para controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo.

En el caso de la regulación automática de la velocidad del motor se emplea una **tarjeta electrónica** de control "**pick-up**" para la señal de entrada y salida del "actuador". **El pick-up** es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje del motor, a su vez, esta acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por ende la distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor debe ser adecuada para su correcto funcionamiento.

Para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga se tiene **El actuador**, cuya función es la de controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua, es así, cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor.

Cuando el grupo se encuentra en un lugar muy apartado del operario y funciona las 24 horas del día es necesario instalar un mecanismo para restablecer el combustible gastado, para lo cual se utiliza una bomba de trasiego.

- **Bomba de Trasiego.** Esta bomba es la encargada de suministrar el combustible al depósito, va acoplada en el motor eléctrico y es activada cuando se detecta un nivel muy bajo de combustible, a través de una boya indicadora de nivel máximo y nivel mínimo.

El arranque del motor en condiciones intensas de frío en el ambiente es apoyado por un dispositivo calefactor denominado Resistencia de Pre-caldeo. En grupos Electrógenos refrigerados por aire se utiliza un radiador eléctrico, el cual se pone debajo del motor, de tal manera que mantiene el aceite a una cierta temperatura; cuando son refrigerados por agua la resistencia de pre-caldeo va acoplada al circuito de refrigeración, esta resistencia se alimenta de 220 VAC y calienta el agua de refrigeración para calentar el motor. Esta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en breves segundos.

1.5 SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA SELMEC

Selmec Equipos Industriales S.A. es una empresa mexicana y uno de los productos que ofrece son los tableros de transferencia automática de 50 a 4000 amperes, los cuales realizan la conmutación entre la red pública y la planta eléctrica.

Estos tableros cuentan con una unidad de transferencia que puede ser a base de contactores, interruptores en caja moldeada, interruptores en aire y a base de switches, todos de operación eléctrica y con interlock mecánico y eléctrico que evita el cierre simultáneo.

Fuente: Fotografía tomada de www.selmec.com.mx

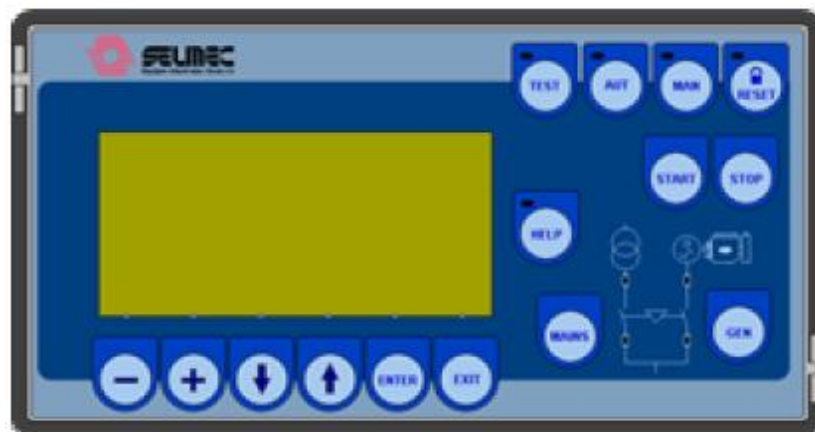


Figura 1.7 Tablero LCD Selmelec

Cuenta con una unidad de representación visual (Display) LCD, su utilidad consiste en visualizar datos de manera gráfica y alfanumérica. En el tablero que se observa en la figura 1.7 se puede seleccionar los parámetros de funcionamiento del STE:

1.5.1 Teclado El dispositivo debe estar programado para volver a la página principal en un lapso de 60 segundos a partir de la última pulsación de la tecla.

“↑” y “↓”, para ver las diferentes páginas de visualización de datos.

“-” y “+”, para ver otros datos relativos a la misma página de visualización.

1.5.2 Modo de funcionamiento El STE de Selmec tiene distintos modos de funcionamiento, los cuales se describen a continuación:

1.5.2.1 Modo OFF/RESET En este modo de funcionamiento el motor no funciona, conecta la carga a la red si ésta se encuentra disponible. Si pasa a este modo de funcionamiento cuando el motor está funcionando, éste se apaga de manera inmediata y se activan las alarmas eventuales, las cuales no se restablecen si perdura la causa que lo ha provocado.

1.5.2.2 Modo MAN Modo manual para poner en marcha y parar el motor, mediante las teclas START y STOP, como también la conmutación de la carga, de la red al generador y viceversa, mediante las teclas MAINS y GEN.

1.5.2.3 Modo AUT Para arranque del motor de manera automática, cuando se ausente la red (fuera de los límites programados) y parada del mismo en presencia de ésta.

1.5.2.4 Modo TEST Para arranque inmediato del motor en presencia de la Red, cuando ésta falta la carga se conmuta al generador. Al pasar nuevamente al modo AUT el motor se para siempre y cuando la red esté presente.

1.5.3 Alarmas Estas se visualizan en la parte inferior del display en secuencia de a una por vez, cuando son varias, para cada una hay un mensaje de ayuda a disposición de localizar la causa del problema. El siguiente procedimiento es para realizar el reset de las alarmas:

- ❖ Mediante la tecla de OFF/RESET: Se elimina la alarma y se bloquea el arranque involuntario del Grupo Electrónico.
- ❖ Mediante las teclas EXIT + OFF/RESET: Se elimina la condición de alarma sin modificar la modalidad de funcionamiento. En caso de que esta alarma no se restablezca indica que la causa que la provocó no se ha eliminado. En el transcurso de las operaciones de visualización de eventos (event-log) y las de setup no se visualiza ninguna alarma.

1.5.4 Puesta en Tensión El control se pone automáticamente en modo OFF/RESET a la puesta en tensión. Es indispensable modificar un parámetro del menú GENERAL para mantener el mismo modo de funcionamiento que poseía antes del apagado. La programación de la batería en el menú debe realizarse correctamente para poder alimentar el control a 12 o a 24VDC indistintamente, evitando de esta forma que intervenga una alarma relativa a la tensión de la batería.

Los parámetros del menú GENERAL que se deben programar indispensablemente son: el tipo de conexión, tensión nominal, frecuencia del sistema, relación TA. De igual forma también se deben programar los menús ARRANQUE MOTOR Y CONTROL MOTOR, relativos al tipo de motor utilizado.

1.5.5 Set-up mediante PC Existe un software de set-up mediante el cual se puede efectuar la transferencia de los parámetros de set-up a la PC, la cual puede ser parcial, es decir, solo de los parámetros de los menús especificados, esta transferencia también se realiza del PC al set-up. También se puede definir:

- ❖ Textos de ayuda de las alarmas
- ❖ Relación de datos de curvas de los sensores de presión, temperatura, nivel de combustible y de la protección térmica del generador.
- ❖ Página informativa donde se pueda introducir información, características, datos, etc. Concerniente a la aplicación.

1.5.6 Consideraciones Importantes La PE también puede ser monitoreada mediante una PC y su software de comunicación, a continuación se presentan pantallas de visualización de parámetros utilizando este software.

Fuente: Fotografía tomada de www.selmec.com.mx



Figura 1.8 Pantalla de visualización, parámetros generador y motor

Fuente: Fotografía tomada de www.selmec.com.mx



Figura 1.9 Pantalla de visualización de potencias y energías en la PE

La figura 1.10 muestra una gráfica de parámetros seleccionables de la PE en un período de tiempo definido por el usuario.

Fuente: Fotografía tomada de www.selmec.com.mx

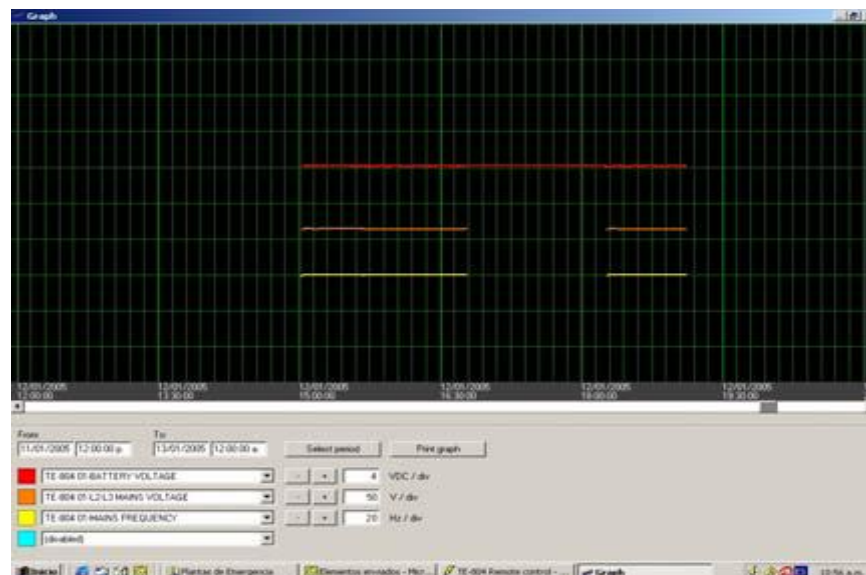


Figura 1.10 Gráfica de Parámetros seleccionables de la PE

1.6 SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA VELÁSQUEZ

Las transferencias Velásquez se usan frecuentemente en todo sistema eléctrico que requiera un soporte de emergencia en sus recursos de energía, pueden ser de uso manual o automático y son óptimas en cuanto al espacio reducido que permite utilizar el control automático, sin perjudicar el espacio adecuado para la llegada y salida de cables, además se montan fácilmente y son de fácil mantenimiento.

Velásquez ofrece tres tipos de transferencia: Automática con contactores, que son las más utilizadas, y las que en particular operan en la UIS; las otras corresponden a automáticas con interruptores de doble tiro y la manual con interruptores termomagnéticos.

1.6.1 Transferencia automática con contactores Con el uso de control automático de Transferencia VELÁSQUEZ, y mediante la utilización del sistema de contactores hace que su funcionamiento sea automatizado; sus especificaciones dependen de lo que requiera el usuario y los accesorios opcionales, así como las marcas de contactores que escoja de acuerdo a sus necesidades, las más utilizadas son: LG, ABB, Lovato, Telemecanique, General Electric, Siemens, Merlin Gerin, Idea o similar, con enclavamiento electrónico, eléctrico y mecánico. El interruptor de transferencia automática con contactores es un dispositivo eléctrico que realiza las funciones de transferencia y retransferencia, en caso de falla y cuando se restablece el suministro normal respectivamente, cumpliendo entre otras con las demás funciones de transferencia.

Velásquez fabrica las siguientes transferencias automáticas (figura 1.11):

- ❖ Sencillas: (1 par de contactores o switches doble tiro) con la configuración de Red - Planta
- ❖ Múltiples: (más de 2 contactores o switches doble tiro) con la configuración de Red – Planta, Planta – Planta y Red 1 - Red 2 -Planta.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 1.11 Equipo de Transferencia Automática

1.6.1.1 Descripción y funciones de los elementos que estructuran este tipo de Transferencias

- **Contactores** En cuanto a los contactores (figura 1.12) son dispositivos electromecánicos diseñados para manejar corrientes normalmente grandes, por medio de otras señales eléctricas de corrientes pequeñas, llamadas señales de control, donde las corrientes controladas normalmente son mucho mayores que las de control.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 1.12 Contadores Electromecánicos Velásquez

Un contactor (figura 1.13) está compuesto de los siguientes elementos:

- ✓ **Electroimán o motor del contactor:** Que le da movimiento
- ✓ **Una Bobina y un Circuito Magnético:** Que realizan la misma función de una espira de sombra, se diferencian generalmente por su tamaño
- ✓ **Contactos Principales:** Los cuales son tres contactos abiertos más robustos que los contactos auxiliares.
- ✓ **Contactos Auxiliares:** Útiles para las maniobras del circuito de potencia de los montajes, como lo es la alimentación de motores
- ✓ **Un Apaga Chispas:** Ubicado entre la parte fija y la parte móvil, cuando el contacto abre en carga, son cámaras en las que se alojan los contactos evitando la ionización del aire producida por el arco que salta entre los mismos, favoreciendo además la extinción de dicho arco y aumenta de esta forma la vida del contactor.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

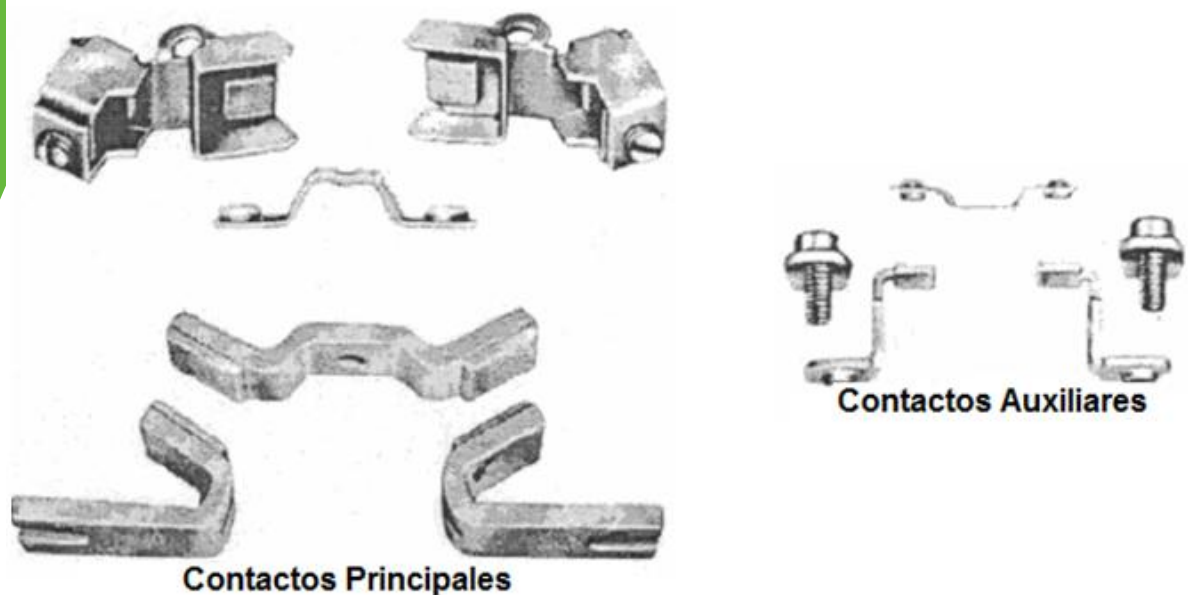


Figura 1.13 Tipos de contactores

- **Características de Funcionamiento.**

El principio de funcionamiento de los contactores es el mismo de los Relés, se diferencian en los valores eléctricos que se manejan con cada uno de ellos en particular; con los contactores son valores elevados y es obligatorio utilizar un sistema de separación o aislamiento entre contactos. La forma del contactor (figura 1.14) es variable de acuerdo al tipo de contactor, difiere eventualmente según sea la corriente, de alterna o continua.

Cuando la corriente de alimentación es de alterna el circuito magnético se hace con láminas de acero al silicio ensambladas con remaches, las láminas se utilizan para reducir las corrientes de Foucault que nacen en la masa metálica al ser sometida a un flujo alterno y reducen el flujo útil para una corriente magnetizante dada y producen el calentamiento del circuito magnético; el calentamiento puede hacer dañar la bobina, como también las partes plásticas y produce pérdidas de energía.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

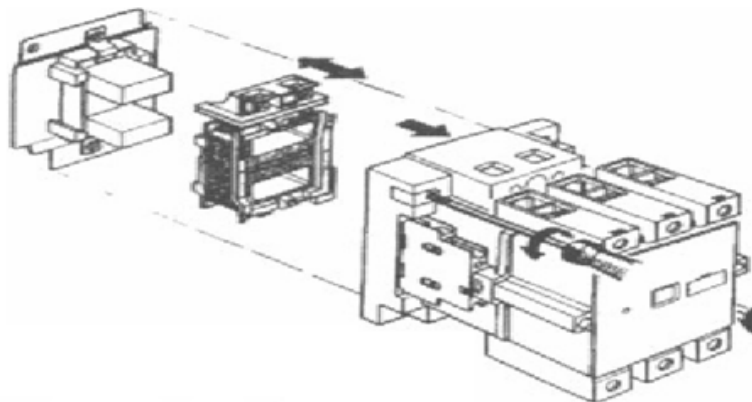


Figura 1.14 Componentes y estructura interna del contacto

La construcción para corriente continua puede ser diferente debido a que no se tienen las corrientes de Foucault, el circuito magnético con láminas puede utilizarse sin inconvenientes o puede utilizarse núcleo sólido de hierro, además la operación del contactor es silenciosa.

Para asegurar esta operación silenciosa las partes fija y móvil del circuito magnético debe llevar una rectificación exacta; en una parte del circuito magnético se debe crear un flujo retrasado respecto al flujo principal, por medio de una o dos espiras de Frager o de desfase, evitando de esta forma la anulación periódica del flujo total y por ende de la fuerza de atracción, la cual provocaría vibraciones ruidosas.

Los contactores de elevada potencia, por ejemplo para circuitos en los que pueden circular hasta 250 Amperios, deben contener un sistema de soplado (figura 1.15) por aire a presión o de soplado magnético, para evitar el deterioro de los contactos por la extinción del arco, influyente en la vida del contactor. El soplado por aire a presión consiste en el envío de un chorro de aire a presión y el soplado magnético consiste en la acción ejercida por un campo magnético,

ambas acciones inciden perpendicularmente sobre el arco, el aire lo alarga y lo enfría, mientras que el campo magnético lo estira y lo debilita rápidamente.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

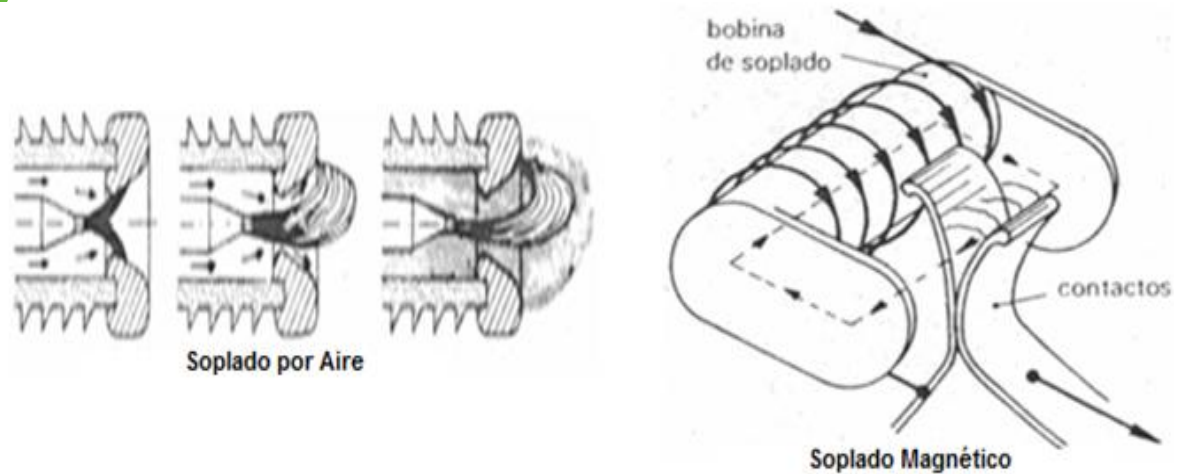


Figura 1.15 Sistema de soplado

Entre las acciones que se deben evitar tenemos la **Remanencia** la cual consiste en que el hierro quede imantado, esto se logra colocando un pequeño entrehierro en el circuito magnético en posición de “cierre”; este entrehierro se realiza por falta del metal o por inserción de un material no magnético como puede ser el bronce o un plástico.

Es importante conocer dos términos dentro del funcionamiento de un contactor, **la distancia de reposo y la distancia de resorte**, la distancia de reposo conocida también como distancia de llamada en un circuito magnético es la que separa la parte fija de la parte móvil cuando el contactor está en reposo; la distancia de resorte o de presión es la que separa las dos partes cuando los polos entran en contacto; la presión sobre los polos es debida a los resortes, los cuales se comprimen hasta la parte final de la distancia de presión.

- **La Bobina.**

Hilo de alambre enrollado en una formaleta y al pasar por el alambre una corriente eléctrica produce el flujo magnético necesario para la atracción de la armadura móvil del electroimán.

La bobina difiere en los casos de corriente alterna o continua, aún cuando la corriente tiene el mismo valor, en alterna la bobina tiene una impedancia que limita la corriente de operación, mientras que en continua la bobina limita la corriente solo con su resistencia y debe ser insertada además una resistencia de reducción de consumo en el circuito de manejo de la bobina después del cierre del contactor.

La bobina y el circuito magnético se montan sobre amortiguadores, para reducir los choques mecánicos provocados por el cierre y la apertura de los contactores. Actualmente las bobinas están hechas en hilo de cobre con esmalte reforzado, como también en muchos casos son moldeadas en resinas poliméricas, esto las hace muy resistentes a las sobretensiones, a los choques, a las atmósferas corrosivas.

- **Los Contactos Principales**

Establecen o interrumpen la corriente en el circuito de potencia, de esta forma permiten el paso de la corriente nominal del contactor en servicio continuo sin calentamiento anormal.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

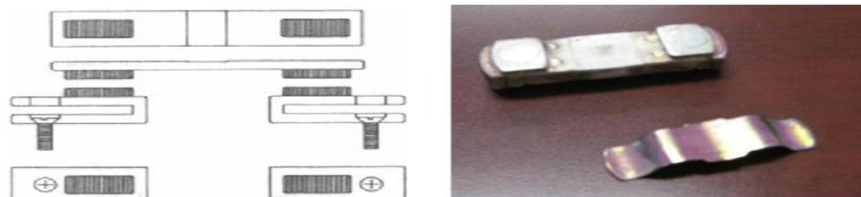


Figura 1.16 Contactos

Los contactos (FIGURA 1.16) generalmente están hechos de plata, óxido de cadmio, material inoxidable de una gran resistencia tanto mecánica, como al arco eléctrico, se componen de una parte fija y de otra móvil, la parte móvil está provista de resortes que transmiten una buena presión a los contactos, sean de simple o de doble corte.

Los contactos de los contactores son normalmente abiertos y cierran al energizarse la bobina, los contactos ruptores utilizados funcionan al contrario de los polos de cierre, sus contactos están cerrados cuando no está alimentado el electroimán de mando y abiertos cuando se alimenta el electroimán.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

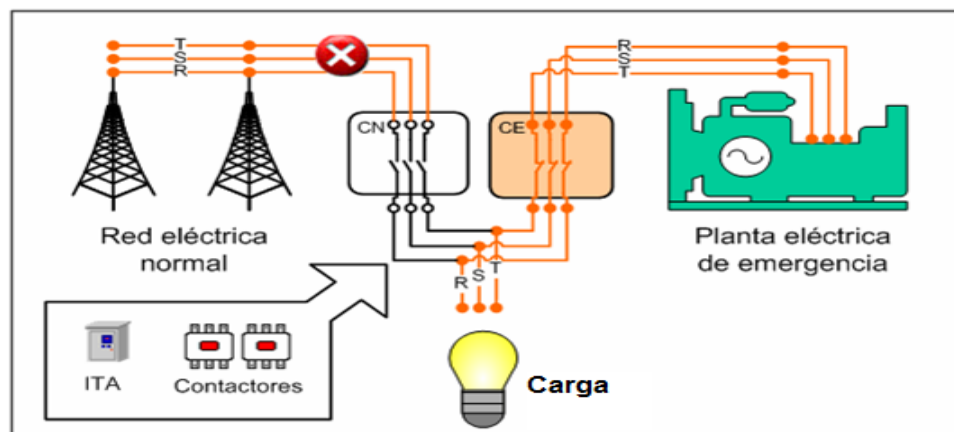


Figura 1.17 STE con contactores, red pública y PE

1.6.1.2 Aplicaciones Los contactores tienen aplicaciones con diverso grado de exigencia. Es decir que esto lo podríamos catalogar como aplicaciones con trabajo:

- **Ligero o Régimen AC1:** Las aplicaciones típicas de la clase AC1 corresponden a cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica; cargas

no inductivas como estufas eléctricas, hornos de resistencia e iluminación incandescente; cargas ligeramente inductivas; transferencias a contactores, etc.

- **Normal o Régimen AC2:** Aplicaciones como motores asíncronos para mezcladoras, centrifugadoras, etc.
- **Severo o Régimen AC3:** Las aplicaciones típicas de la clase AC3 corresponden al arranque de motores con rotor de jaula de ardilla y a la desconexión y reconexión de motores durante la marcha. También son de uso común para motores asíncronos en aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores, etc.
- **Extremadamente severo o Régimen AC4:** Aplicaciones correspondientes a motores asíncronos para grúas, ascensores, etc.

Las categorías tienen que ver directamente con la vida útil de los contactores, en cuanto a los contactos principales, esta vida se refiere al número de conexiones que pueden hacerse hasta que los contactos se desgasten, de esta forma se pueden predecir la vida de los contactos conociendo las cargas que serán alimentadas por el contactor, en conclusión la vida útil de los contactos depende del tipo de carga que los contactores alimenten.

Debe existir una relación entre la categoría de empleo y la vida útil de los contactos, basada en la **norma IEC 947-5**, las aplicaciones y la utilidad de los contactores se fijan indicando la categoría de empleo en relación con la tensión nominal de servicio.

Para que sea más claro lo referente a las aplicaciones, en relación con las cargas:

- **La Carga Resistiva** La componen hornos, lámparas incandescentes.
- **La Carga Capacitiva** corresponde a aquella en la que se han puesto condensadores para mejorar el factor de potencia del sistema eléctrico; estos

condensadores no se desconectan cuando los motores no están en funcionamiento.

- **La carga inductiva** Es aquella donde se trabaja con motores, transformadores con baja carga y no hay sistema de mejora de factor de potencia. Donde la capacitiva y la inductiva son las que más deterioran los contactos de un contactor.

En el caso de los motores de jaula de ardilla la corriente de arranque puede ser hasta 6 veces la nominal; al abrirse los contactos en ese momento, el contactor está trabajando en un servicio intermitente, el cual es altamente exigente. En cuanto a la desconexión la corriente es 6 veces la corriente nominal, y el desgaste es de 6×6 o sea 36 veces mayor, aproximadamente.

Se exige mucho a los contactos cuando la conexión se hace sobre una carga capacitiva, pues el contactor actúa como corto circuito cuando está descargado y se aplica una señal de voltaje sobre él.

Es importante que se haga especial mención a las categorías AC1 y AC3 debido a que aplican para las transferencias y la conexión y desconexión de motores, respectivamente. Para su comparación se establece una correspondencia entre aplicaciones normales u ocasionales y las gamas de categoría de empleo.

Las aplicaciones normales corresponden a las maniobras de conexión y desconexión bajo condiciones de servicio normales, tomado como base para determinar la vida útil de los contactos.

Aplicación ocasional es aquella en las que las maniobras de conexión y desconexión se efectúan eventualmente, bajo condiciones de servicio rudas, la aplicación ocasional influye decisivamente en la capacidad nominal de maniobra.

- **Características de las aplicaciones de clase AC1** El Factor de potencia "Cos Ø" es igual a 0.95

La relación de corriente en aplicación normal es: $I/I_e = 1$

La relación de tensión es: $U/U_e = 1$

Tanto para conexión como para desconexión.

La relación de corriente en aplicación ocasional es: $I/I_e = 1.5$

La relación de tensión es: $U/U_e = 1.05$

Tanto para conexión como para desconexión

- **Características de las aplicaciones de clase AC3** El Factor de potencia "Cos ø" es igual a 0.35

Las relaciones de corriente y voltaje en aplicación normal para conexión son:

$I/I_e = 6$ y $U/U_e = 6$

Las relaciones de corriente y voltaje en aplicaciones normales para desconexión son: $I/I_e = 1$ y $U/U_e = 1$

Las relaciones de corriente y voltaje en aplicaciones ocasionales para conexión son: $I/I_e = 10$ y $U/U_e = 1.05$

Las relaciones de corriente y voltaje en aplicaciones ocasionales para desconexión son: $I/I_e = 8$ y $U/U_e = 1.05$

En donde:

I = corriente de conexión o desconexión.

I_e = corriente nominal de servicio.

U = voltaje de conexión o desconexión.

U_e = voltaje nominal de servicio.

1.6.1.3 Los contactos auxiliares Los contactos auxiliares tienen como finalidad asegurar las retenciones o auto-alimentaciones, como también los mandos y enclavamientos de los contactores, y la señalización en los equipos de control y automatización.

Los contactos auxiliares vienen de dos formas, una como parte del contactor y otra como un bloque accesorio. Se tienen varias versiones como son:

1.6.1.4 Los Contactos Instantáneos de Cierre NA Abierto con el contactor en reposo y cerrado cuando el electroimán esta con tensión de alimentación. Bornes 13-14 y 43-44.

1.6.1.5 Los Contactos Instantáneos de Apertura NC Cerrado con el contactor en reposo y abierto cuando el electroimán está con tensión de alimentación. Bornes 21-22 y 31-32.

1.6.1.6 Los Contactos Instantáneos Conmutables NANC Con el contactor en reposo uno de los contactos está abierto y el otro cerrado, de manera inversa con el electroimán en tensión de alimentación, uno de los contactos está cerrado y el otro abierto; es el contacto conmutable o doble tiro, los contactos se invierten cuando cierra el circuito magnético. Tiene tres bornes (figura 1.18) de conexión.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 1.18 Bornes de contacto

1.6.1.7 Los Contactos Instantáneos dobles NA+NC o NA+NA Los cuales poseen su propio puente móvil. Las entradas y salidas son independientes y no hay ningún punto común. Hay 4 bornes de conexión.

1.6.1.8 Principales Accesorios de los Contactores.

- **Relés Térmicos.** Se utilizan para proteger los motores contra sobrecargas (figura 1.19), son del tipo mecánicos o electrónicos. De acuerdo al tamaño del motor a proteger se dimensiona el relé; tienen un contacto de protección y otro de señalización normalmente.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 1.19 Relé térmico

- **Relés Temporizados.** Se encuentran neumáticos o electrónicos fundamentalmente. Tienen contactos instantáneos y temporizados, donde los temporizados se establecen o se separan un cierto tiempo después de la apertura o del cierre del contactor que les acciona.
- **Enclavamientos Mecánicos.** Son de uso común en transferencias automáticas a contactores (figura 1.20), en algunos arrancadores y en inversores de marcha. Son útiles en los arranques de motor tipo estrella triángulo y similares, en el cual se debe garantizar la salida de un contactor para que entre otro.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 1.20 Enclavamientos mecánicos

- **Bloques de Contactos auxiliares** Para asegurar los enclavamientos de los contactores.
- **Bloques de Enclavamiento** Se utilizan para mantener los contactos cerrados, aún cuando la bobina no esté energizada. Los contactos abren cuando se energiza por un momento una bobina que opera un trinquete.
- **Protectores contra sobre voltajes** Fabricados con varistores de óxido de zinc.

1.6.1.9 Control de Transferencia Automática El Control de Transferencia automática (figura 1.21) sirve para hacer el control automático de los recursos de energía (Red Normal y Emergencia) en las Transferencias Automáticas.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

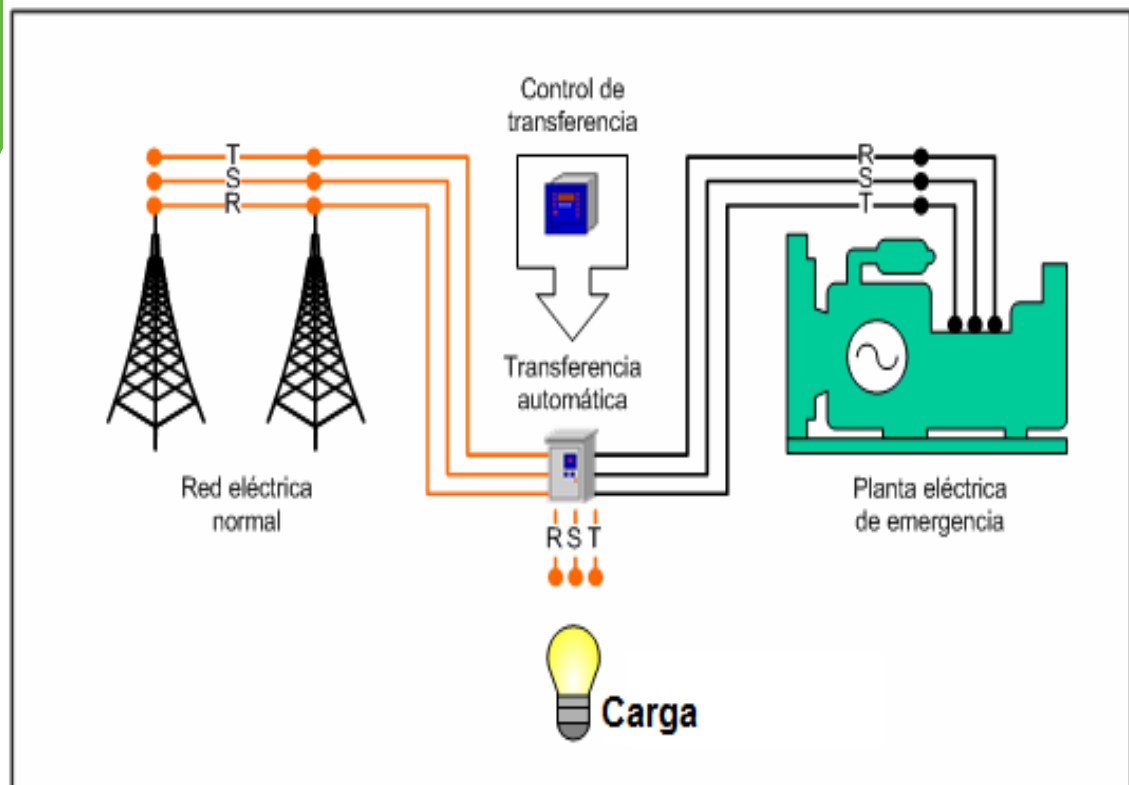


Figura 1.21 STE, red pública y PE

El control electrónico automático tiene unas luces rojas que proporcionan información acerca de la operación del sistema. Tanto en RED como en PLANTA hay dos luces arriba y dos abajo, en OPERA también hay tres luces. La flecha hacia arriba ubicada al lado de cada luz indica un voltaje alto cuando está encendida; si está encendida la flecha hacia abajo indica que el voltaje es bajo. La comparación se hace con un punto de ajuste calibrado previamente. Se debe tener en cuenta que el voltaje puede estar bien pero el ajuste no.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

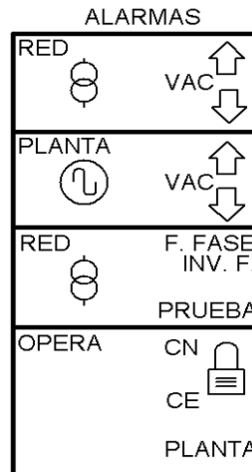


Figura 1.22 Control de la Transferencia Automática

Otra característica de la transferencia es que tiene los siguientes switches:

SWITCH 1. Este switch realiza la selección para operar en forma MANUAL o AUTOMÁTICA.

SWITCH 2. Selecciona la opción para operar en forma NORMAL (electrificadora), o EMERGENCIA (planta).

También está la opción de desconectado, para que todo quede apagado. Para el ajuste de las referencias, en el lado izquierdo del control de las transferencias hay una flecha hacia arriba y dos botones plásticos, con los cuales se calibran los puntos de disparo por alto voltaje en PLANTA y en RED. Se ajustan girándolos en sentido contrario de las agujas del reloj.

El mismo procedimiento anterior se realiza para calibrar los puntos de disparo por bajo voltaje. En la parte inferior del lado izquierdo del control hay tres botones, para ajustar los tiempos de transferencia NORMAL a EMERGENCIA (RED a PLANTA, CE), de Emergencia a Normal (CN) y de apagado de la Planta (APE).

La figura 1.23 muestra las flechas y los botones para calibrar la Transferencia.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

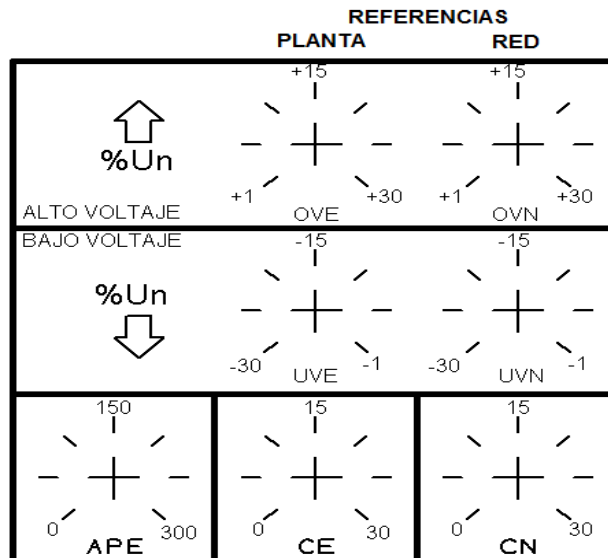


Figura 1.23 Ajustes de tiempo en segundos

1.6.1.10 Modelos de Control Automático de Transferencia

- **ITAC2K:** Control tradicional que se configura mediante ajustes manuales y permite trabajar de forma monofásica y trifásica. Funciona a 208, 220, 440 y 480 VAC. Permite calibrar exteriormente mediante diales el punto de disparo por alto voltaje (0 - +30%) y bajo voltaje (-30 - 0%) para el suministro de red normal y planta.
- **ITAC2K-MC:** Nuevo control digital que presenta instrumentación digital, protección de frecuencia en emergencia y permite la comunicación con computador a través de un modulo Ethernet-serial. Calibración a través de botones y una pantalla que muestra los menús y valores de configuración. Este modelo no está disponible aún para funcionamiento monofásico como tampoco a 440VAC.

- **ITAC-CF:** Es un control diseñado para sistemas de energía no interrumpida (transferencias rápidas) que manejan UPS.

1.6.1.11 Especificaciones del Control de Transferencia

- Voltaje de alimentación: 120/208, 127/220, 254/440, 277/480 VAC.
- Voltaje de sensado: 120/208, 127/220, 254/440, 277/480 VAC.
- Modo de operación: monofásico y trifásico, seleccionable con un interruptor en la tapa posterior.
- Consumo: 5 VA.
- Frecuencia: 55-65 Hz.
- Capacidad de los contactos: 5A a 250 VAC o 3A a 24 VDC.
- Señalizaciones: CN cerrado, CE cerrado, No operación de planta, Voltaje alto emergencia, Voltaje bajo emergencia, Voltaje alto normal Falta o inversión de fase Voltaje bajo normal
- Prueba Temporizaciones: 0 - 30 segundos normal a emergencia, 0 - 30 segundos emergencia a normal, 0 - 300 segundos apagado de planta

1.6.1.12 Entre otros los objetivos del ITAC son

- Ordenar al arrancador automático o mando de arranque y paro de la planta de emergencia que haga funcionar la planta 3 segundos después de detectar falla por: Bajo voltaje, alto voltaje, falta de fase e inversión de la secuencia de fases. Esta temporización es tal que la transferencia no vea bajones de tensión de tiempos inferiores a dos segundos, los cuales son muy frecuentes en varios sitios de nuestro sistema eléctrico. Tampoco caerá el contacto CN, puede ser que el contactor si caiga.

- Transferir del servicio normal al servicio de emergencia, en cuanto la planta se encuentre generando normalmente. El servicio Normal cae 3 segundos después de salir el sistema y el servicio de emergencia entra un tiempo ajustable exteriormente entre 0-30 segundos después.
- Retransferir nuevamente al servicio Normal cuando este se restablezca y pase un tiempo ajustable de 0-30 segundos, durante este tiempo el sistema se ha estabilizado, eliminando el problema de entradas y salidas del sistema, pues generalmente entra y sale varias veces. Al pasar este tiempo cae planta (CE) y de inmediato entra normal (CN).
- Permitir que la planta de emergencia trabaje un rato en vacío inmediatamente de caer contacto de planta (CE), con el fin que se enfríe, este tiempo se ajusta exteriormente entre 0-300 segundos, para que las partes en rodamiento no se deterioren rápidamente.

En la figura 1.24 se muestra el gráfico de tiempos, que indica el ciclo, el cual inicia cuando se establece la conexión normal por primera vez, de la siguiente manera:

- En T0 se alimenta Normal, o lo mismo hay Normal pero no ha cerrado el contacto de Normal CN, y cierra APE y arranca la planta.
- En T1 Cierra CE
- En T2 Cae CE y cierra CN.
- En T3 Cae APE, apaga planta.
- En T4 Cae Normal por falla
- T5 Pasan 3 segundos, cae CN (el contacto sigue cerrado pero no hay energía), cierra APE y arranca la planta
- Cierra CE entra planta (el sistema se alimenta de Planta)

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

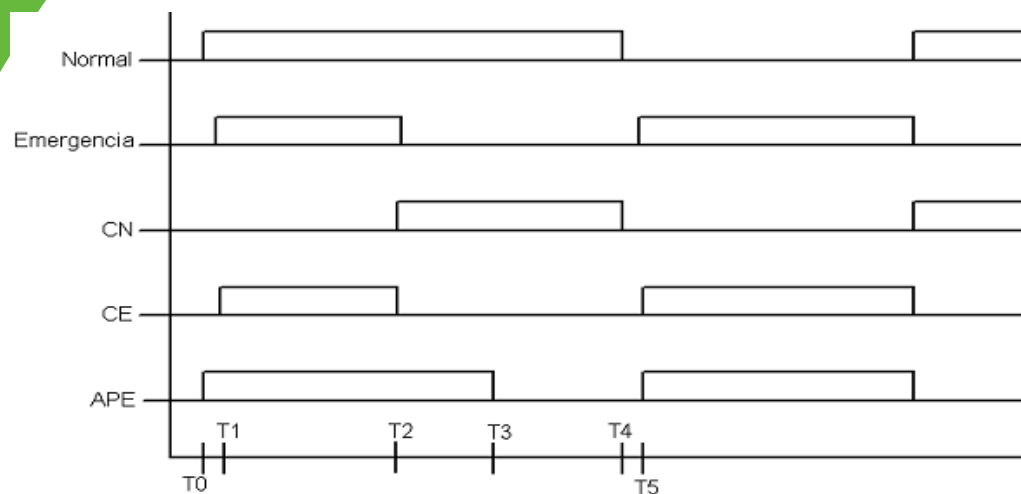


Figura 1.24 Gráficos de tiempos en el control

1.6.2 Transferencia automática con interruptor doble tiro Los conmutadores o switches de este tipo de transferencias presenta algunos beneficios en comparación con los contactores e interruptores motorizados:

- Para las maniobras de apertura y cierre cuenta solo con una bobina que opera en un corto tiempo; por este tiempo de operación tan corto no corre el riesgo de quemarse como ocurre con los contactores.
- Como en el caso de los contactores no hay bobinas que zumben y se recalienten
- La capacidad de apertura es excelente, por cada polo presenta una cámara extinguidora de arco, diseñadas para fácil inspección y mantenimiento.
- En cuanto a las especificaciones de corriente son como las de los interruptores de régimen AC3.
- Interruptor compacto y de bajo peso, y de fácil instalación.
- Mecanismo de contactos diseñado para proveer un estable y permanente contacto garantizando una operación normal sin problemas.
- Enclavamiento mecánico intrínseco que garantiza una operación segura.

- Se incluye palanca para operación manual efectuada por un técnico autorizado.
- Partes moldeadas en materiales de alta resistencia eléctrica y mecánica.
- Indicadores de posición incorporados.
- No se dispara por sobre corriente como ocurre con los interruptores.
- Cumple con normas internacionales vigentes para transferencias: IEC 60947-6-1, JEM 1038, UL 1008, KSC 4504, KSC 0703 14.

Los contactores se especifican para corriente clase AC1 o AC3. Las configuraciones de transferencias al igual que la de contactores pueden ser sencillas y dobles, y las transferencias automáticas con doble tiro son:

- Tipo TN: Manejan corrientes desde 200 a 600 A, y son de montaje horizontal.
- Tipo PC: Manejan corrientes desde 800 a 2500 A, y son de montaje vertical.

Para que las transferencias cumplan completamente con todas sus necesidades deben ser adicionadas con otros productos entre los cuales están:

- Interruptores de protección para normal y/o para planta
- Interruptores termomagnéticos en la carga
- Totalizador y secundarios.
- Instrumentos digitales: Voltímetros, Amperímetros, Kilo vatímetros, Frecuencímetros
- Medidores de energía reactiva y de factor de potencia
- Transformadores de corriente y/o potencial.
- Anunciadores de alarma.
- Cargadores de Baterías.
- Iluminación de emergencia.
- Contactos para telemetría.
- Filtros de línea

- Pararrayos de baja tensión.
- Comunicaciones vía TCP/IP y software de supervisión.

Al igual que la Transferencia a Contactores las de doble tiro están diseñadas para poder operar tanto en forma automática como manual, lo cual proporciona facilidades para el mantenimiento, sin tener que dejar la carga sin energía. Interna y externamente se realizan las mismas operaciones que con la Transferencia a Contactores. Otro aspecto importante es que el control puede operar como protección en sistemas trifásicos y monofásicos. En la figura 1.27 se muestra la unidad de fuerza formada por interruptores de doble tiro, que realiza la misma función que una transferencia a contactores.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

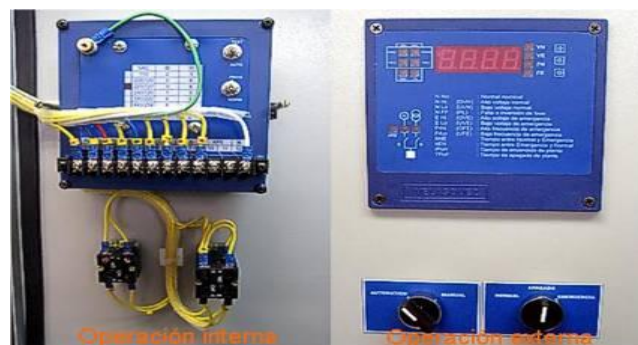


Figura 1.26 Parte Interna y Externa del Sistema de Transferencia

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

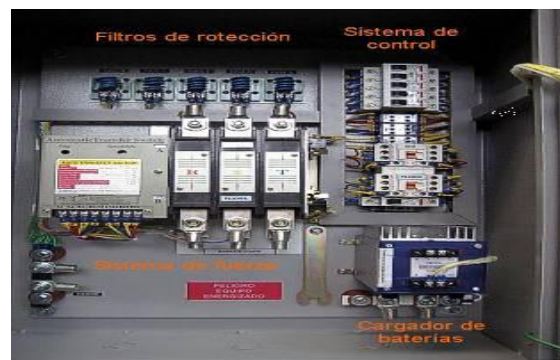


Figura 1.27 Sistemas de Fuerza y Control y Cargador de Baterías

Las características del gabinete, barraje, el control y comunicaciones de la transferencia ya fueron mencionadas anteriormente; al igual las especificaciones y el tipo de protección. Las Transferencias con interruptores se fabrican desde los 200 a los 2500 A y el circuito está protegido contra corto circuito por medio de interruptores termomagnéticos, minibreakers, monopolares.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

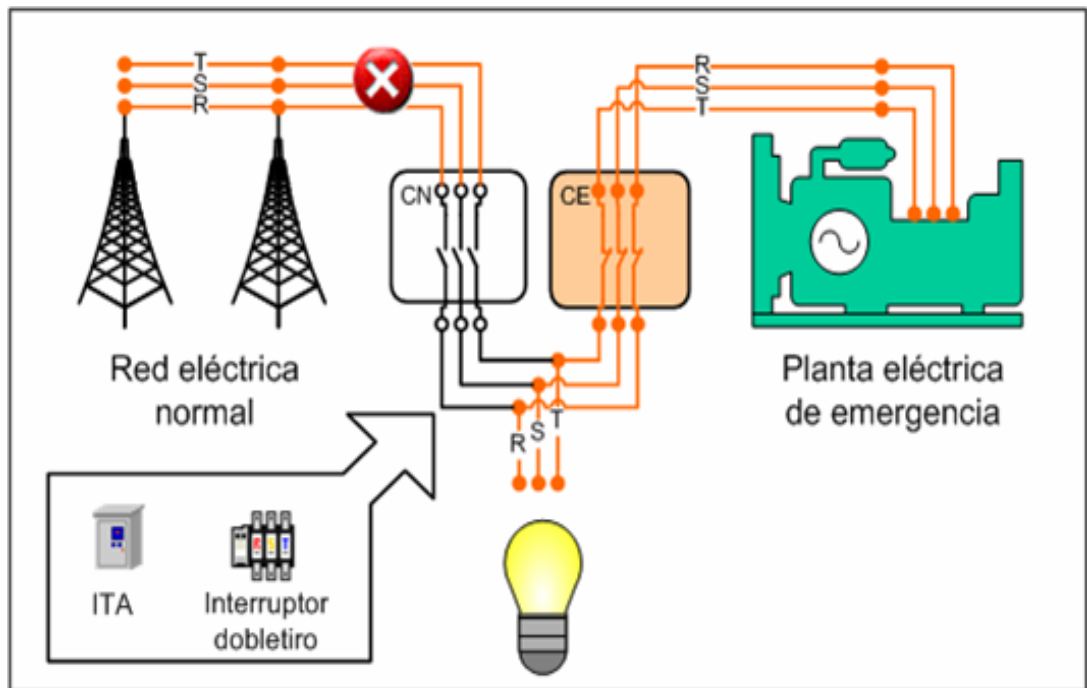


Figura 1.28 STE de interruptor doble tiro, Red Pública y PE

1.7 SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA VORKOM

Las Transferencia Electrónicas Vorkom (figura 1.29) son distribuidas por la compañía Equitrónica Ltda. utiliza contactores de marcas ABB, Telemecanique y Siemens.

Fuente: Fotografía tomada de www.equitronica.com.co



Figura 1.29 Transferencias con contactores

Vorkom (figura 1.30) es un microcontrolador programado exclusivamente para realizar la función de transferencia automática de carga de la red comercial al generador. Incluye un relé trifásico para sensar la baja y sobre tensión en la red comercial. También Incluye sensor de falta de fase y fase invertida. Adicionalmente tiene un sensor de tensión monofásico para el generador.

Fuente: Fotografía tomada de www.equitronica.com.co



Figura 1.30 Control digital de la transferencia electrónica

Cuatro temporizadores hacen la función de transferir a la red, al generador, enfriar el generador sin carga y establecer un tiempo muerto en la transferencia de generador a red, para prevenir daños en los contactores o interruptores.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS STE DE LA UIS Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

En este capítulo se describen de manera general los STE que operan en la UIS, las características funcionales de cada uno, sus particularidades, y las debidas observaciones que resultaron del seguimiento de las revisiones técnicas realizadas por los funcionarios encargados y por los contratistas. También se explica todo lo relacionado con la seguridad industrial según el Reglamento Eléctrico vigente RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y la norma NTC 2050 en materia de riesgo eléctrico.

2.1 SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA DE LA UIS

La División de Mantenimiento Tecnológico es la dependencia encargada de realizar las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo a las PE de la UIS, por lo tanto el personal encargado tiene la facilidad de acceso a los STE que operan automáticamente para el respaldo de energía, aprovechando esta situación se hicieron varios seguimientos y visitas a estos sistemas, se pudo observar sus características y se estudió en detalle su funcionamiento. En la figura 2.1 se evidencia una de las rutinas de mantenimiento correctivo por fallas en el STE, utilizando analizador de calidad de energía y analizador de redes para análisis en estado estable.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.1 Mantenimiento correctivo en el edificio CENTIC

En la UIS operan Transferencias Velásquez, Vorkom y Telemecanique, a continuación se describirá el funcionamiento de cada una de ellas, la carga que asiste, sus especificaciones y las características generales de la Planta eléctrica con la cual opera el STE.

2.1.1 Edificio CENTIC En este edificio es donde se han presentado más inconvenientes y anomalías con respaldo de energía, también han ocurrido daños en los diferentes equipos electrónicos y cámaras de seguridad del edificio, debido a sobretensiones transitorias.

El sistema de respaldo de energía de este edificio se encarga de proteger y energizar los equipos prioritarios como lo son; Centro de control y vigilancia, sistema de control contra incendios, ascensor, sistemas de cómputo y otros equipos sensibles.

En la figura 2.2 a la izquierda se observa la ubicación de la instalación eléctrica; la PE está situada en un cuarto aparte de la subestación. En esta subestación se encuentra un gabinete aislado con el STE y en otro cuarto se encuentra el transformador (derecha).

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.2 Ubicación del sistema de respaldo de energía del CENTIC

En la Figura 2.3 se puede apreciar la PE marca CUMMIS con capacidad de 260KVA, 1800rpm, 60Hz y trabaja con Diesel, es la encargada de respaldar el sistema eléctrico del CENTIC. Esta planta respalda toda la iluminación, los ascensores, equipos prioritarios de vigilancia y control, sistema contra incendios y tomacorrientes del edificio.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.3 PE del edificio CENTIC

Uno de los problemas que se presentó en esta dependencia de la UIS fue estabilizar el factor de potencia, esto se hace gracias al banco de condensadores que se muestra en la figura 2.4, pero como se puede apreciar ocurrió un daño y como consecuencia la destrucción de unidades en este banco, lo cual generó el disparo del totalizador general del banco de condensadores inhabilitando la totalidad del mismo.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.4 Banco de condensadores edificio CENTIC

En la figura 2.5 se observa un módulo de transferencia automática con contactores de Velásquez del CENTIC, descrita en el capítulo anterior.

Fuente: Fotografía tomada por los autores

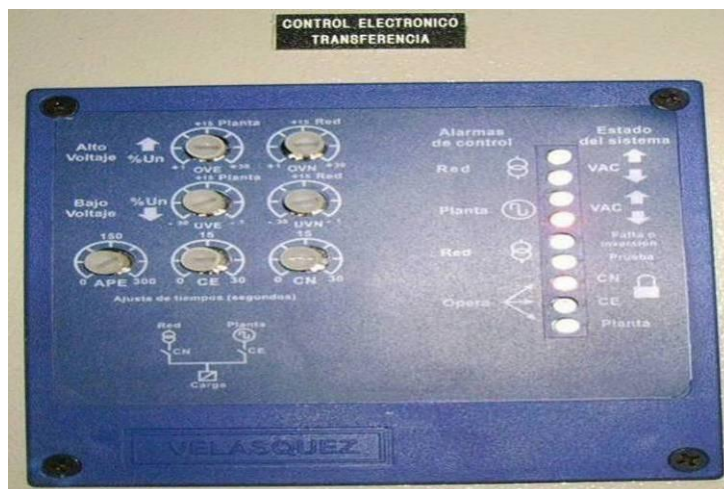


Figura 2.5 Control electrónico de transferencia

En la figura 2.6 se puede observar a la izquierda un interruptor de tres posiciones que indica cómo puede estar operando el STE, entre manual - 0 – automático. A la derecha hay un interruptor de dos posiciones que permite realizar la transferencia entre la red y la planta manualmente.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.6 Módulo de transferencia electrónica

Uno de los problemas presentados en el CENTIC fue que los interruptores estaban mal ubicados (ver figura 2.7), ya que el interruptor de tres posiciones estaba ubicado en el lugar del interruptor de dos posiciones y viceversa.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.7 Interruptores del control de STE

En la figura 2.8 se muestra los dos contactores principales, los contactores auxiliares y el barraje de la STE.

Fuente: Fotografía tomada por los autores

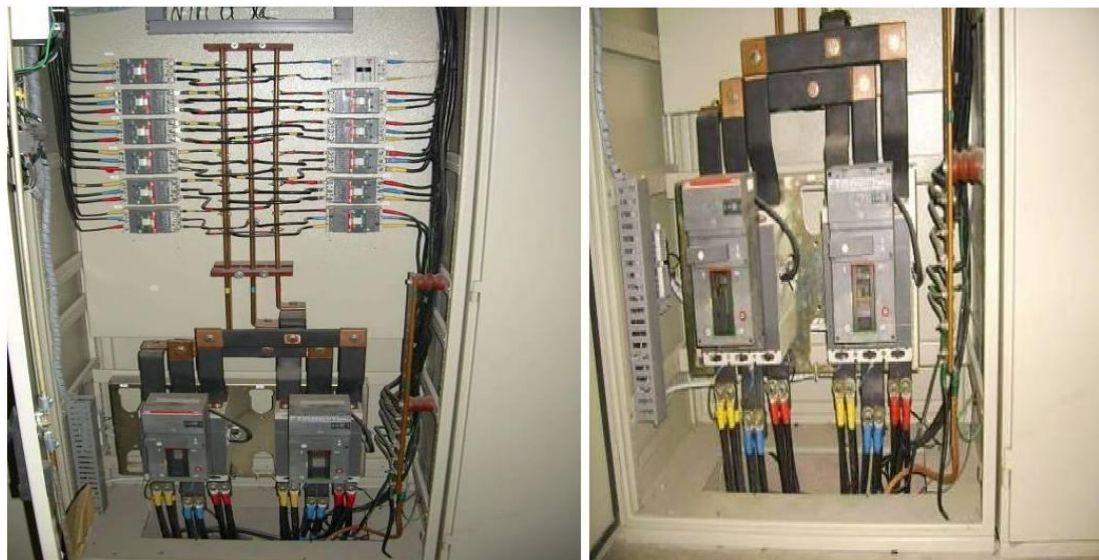


Figura 2.8 Contactores principales y auxiliares

Este STE a pesar de toda la inversión que ha realizado el Edificio CENTIC para el respaldo de energía, todavía presenta algunos problemas, así que está en consideración realizar un rediseño de la instalación eléctrica, por problemas conceptuales.

2.1.2 Facultad de Ciencias Humanas Este edificio cuenta con uno de los mejores respaldos de energía de la UIS ya que por lo general soporta los requerimientos del edificio y hasta el momento no se ha presentado ningún problema con dicha instalación.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.9 STE de Ciencias Humanas

La figura 2.9 muestra el tablero de la transferencia de la Facultad de Ciencias Humanas el cual es marca Vorkom, dicho controlador se explica en el primer capítulo de éste libro su programación se realiza con el tablero digital mostrado en ésta figura.

En La figura 2.10 se observa la PE de la Facultad de Ciencias Humanas que tiene las mismas características de la PE del CENTIC. Su capacidad es de 260 KVA. Su sistema respalda la iluminación, tomacorrientes y equipos prioritarios del edificio.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.10 PE de Ciencias Humanas

2.1.3 Facultad de Salud En la figura 2.11 se observa el STE implementado, el cual es nuevo y el proveedor fue Velásquez.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.11 Transferencia Facultad de Salud

En la figura 2.12 se observan los dos contactores principales que permiten el paso de la corriente de fuerza.

Fuente: Fotografía tomada por los autores

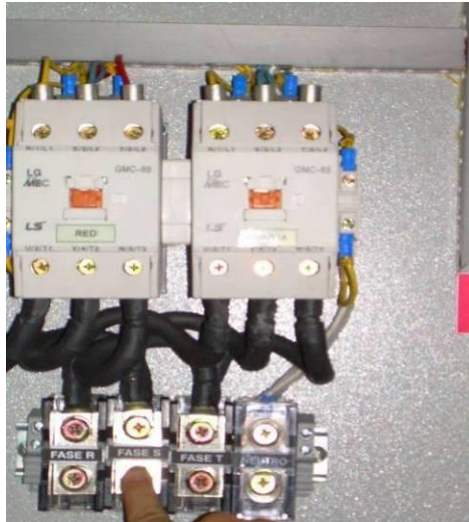


Figura 2.12 Contactores principales Facultad de Salud

La planta es de 24KVA, suficiente para asistir la carga correspondiente a los Laboratorios Clínico y de Investigaciones. La figura 2.13 muestra la bóveda en la que se encuentra el transformador, cuyo espacio es adecuado en relación con la seguridad para las personas.

Fuente: Fotografía tomada por los autores

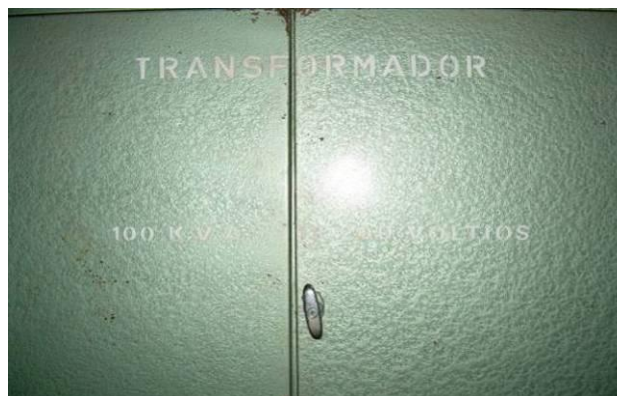


Figura 2.13 Transformador de la Facultad de Salud

2.1.4 Auditorio Luis A. Calvo El STE que opera en este Auditorio, es de los más antiguos de la Universidad, es un sistema armado, y lo más recomendable es adquirir un módulo de transferencia completo y un grupo electrógeno con las características necesarias para asistir la carga, la cual corresponde a luces internas y de los alrededores, amplificación de sonido, entre otras. La planta que actualmente opera trabaja a gas y no tiene la capacidad para respaldar la carga prioritaria, por eso cuando se realizan presentaciones se hace necesario traer un generador externo que respalde en caso de que ocurra una falla en el servicio de energía Normal.

En la figura 2.14 se muestra el STE de este auditorio, es un sistema robusto, su unidad de fuerza (contactores) son de marca Telemecanique, una marca registrada por Schneider. Posee enclavamiento eléctrico y mecánico, tiene relés temporizados, contactos principales, contactos auxiliares, cargador de baterías e interruptores de control externos.

Fuente: Fotografía tomada por los autores

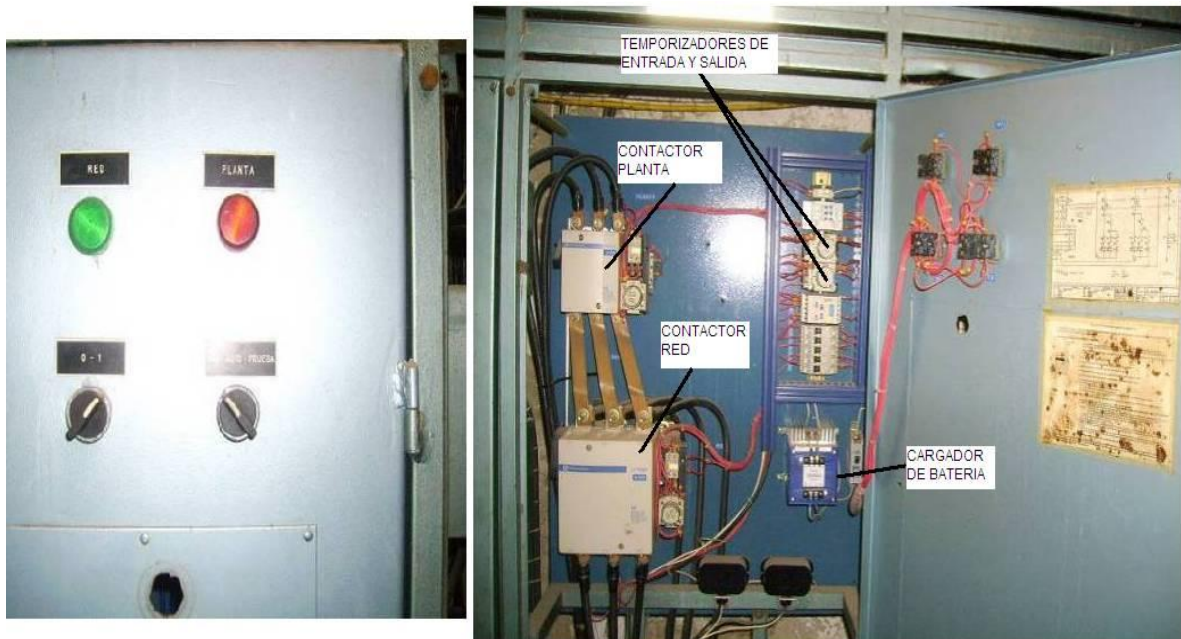


Figura 2.14 Transferencia Luis A. Calvo

La figura 2.15 muestra la PE del Luis A. Calvo, su capacidad nominal es de 69 KVA, trabaja en modo STANDBAY y la carga está calculada con un factor de potencia de 0.8.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.15 PE del Luis A. Calvo

2.1.5 Edificio de Administración Este edificio cuenta con dos sistemas de transferencia, que operan con el mismo Grupo Electrónico (PE Cummis con capacidad de 156KVA), debido a que la carga se encuentra sectorizada (dos sectores) uno de los STE armado con contactores de marca Telemecanique y el otro es de Velásquez, estos sistemas se muestran en la figura 2.16a y 2.16b.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.16a STE armado del edificio de administración

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.16b Módulo de transferencia de administración

Las instalaciones eléctricas y los STE de este edificio no cumplen con ninguna de las Normas de seguridad, y ponen en riesgo la vida de las personas que ingresen al lugar, como muestra la figura 2.17 la distancia entre los STE y el sistema de alta tensión es muy reducida y expone al personal al riesgo por arco eléctrico.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.17 Sistema de respaldo eléctrico de Administración

2.1.6 Sede de Investigación Guatiguará El sistema de respaldo eléctrico que opera en esta sede cumple con la mayor parte de las normas de seguridad que establece el reglamento eléctrico vigente. Su STE es un modulo de Transferencias Velásquez, el cual se muestra en la figura 2.18.

Fuente: Fotografía tomada por los autores

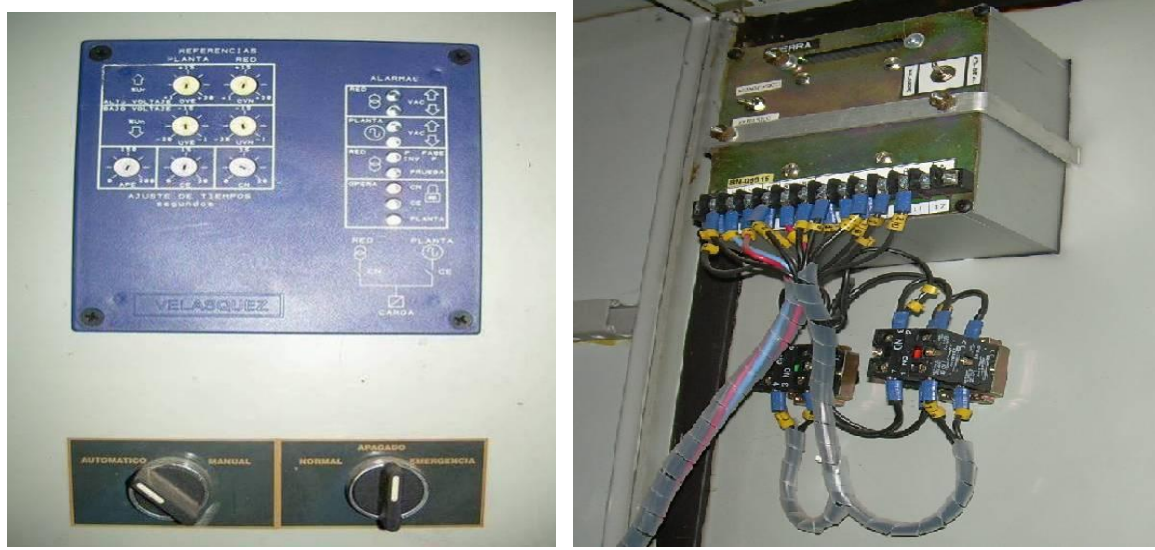


Figura 2.18 Transferencia de Guatiguará

En la figura 2.19 se observa la PE de la sede de investigación Guatiguará, que tiene una capacidad de 200KVA, 1800rpm y 60 Hz. El sistema de respaldo alimenta la iluminación, los equipos sensibles y los tomacorrientes de la zona construida en la sede. La distribución de los sistemas de respaldo es la más apropiada, para garantizar la seguridad del personal que interviene en la operación y mantenimiento de los mismos. La planta eléctrica está aislada de la acometida de la red pública donde se encuentran ubicados los Transformadores de alta tensión y los STE con el banco de UPS se encuentra también en un lugar aislado con las mejores condiciones en cuanto a espacio, ubicación y ambiente.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.19 PE de Guatiguará

2.2 SEGURIDAD INDUSTRIAL

El principal objetivo de la seguridad industrial es prevenir los accidentes laborales, en este caso trabajar con electricidad requiere tener una serie de precauciones, ya que la mayoría de las personas lo ven como algo simple e inofensivo y no prestan atención a la importancia de su adecuada manipulación y uso de señales de seguridad.

En Colombia la norma por la cual se da cumplimiento a la mayoría de los temas de seguridad industrial para la operación de dispositivos ubicados en las

Instalaciones Eléctricas es el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas). En este capítulo se mencionaran algunos aspectos importantes que se deben tener en cuenta del RETIE para la manipulación de los STE ya que estos son parte de las instalaciones eléctricas de la UIS. La División de Mantenimiento Tecnológico estará en la obligación de evitar cualquier acción que pueda resultar en un daño a las personas, animales y el medio ambiente.

“El objeto fundamental del RETIE es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos”¹.

El RETIE se aplicará a toda instalación eléctrica nueva, ampliación o remodelación de la misma. Así mismo también lo deberá cumplir las personas que cumplan con las determinaciones que dicten dicho reglamento y los productos contemplados en el mismo.

Es importante realizar un análisis de riesgos para prevenir situaciones que podrían afectar directamente a las personas involucradas en las diferentes tareas que se desarrollan en el sistema analizado, mejorando el entorno de trabajo y reduciendo las posibilidades de que se presenten accidentes laborales.

¹ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución número 18 0466 de Abril 2007. República de Colombia. P. 7.

2.2.1 Señalización* La falta de señales y el descuido de personas cuando se encuentran realizando actividades cerca de fuentes de energía eléctrica ha ocasionado todo tipo de problemas en bienes que van desde pequeños problemas en equipos, hasta grandes desastres industriales y accidentes a las personas que van desde un leve choque eléctrico, hasta la misma muerte.

El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial.

Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro pero dan advertencias o directrices que permitan aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes. Se clasifican en informativas (rectangulares), de peligro (triangulares) y de obligación o prohibición (circulares) y siempre llevan pictogramas en su interior.

En la figura 2.20 se observa una señal de seguridad en donde se encuentra la STE del edificio de Administración, la cual es un símbolo de peligro de riesgo por un rayo o arco eléctrico.

* Información tomada del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución Número 180466 de 2 Abril de 2007. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Artículo 11°.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.20 Señal de Seguridad edificio de Administración

En la figura 2.21 se aprecia un aviso y símbolo de riesgo eléctrico, ésta es una señal de información que cumple con las disposiciones del RETIE, la cual es un símbolo de peligro de muerte para aviso al público en general.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.21 Señales de Seguridad sede Guatiguará

2.2.2 Distancias de Seguridad* En éste trabajo se explicará especialmente las distancias mínimas de aproximación a equipos que se deben cumplir para la prevención de riesgos por arco eléctrico ya que es el principal problema que puede ocasionarse durante trabajos en equipos con tensión, por una falla técnica o por un acto inseguro, sobre todo en las instalaciones eléctricas donde están ubicados algunos de los STE de la UIS.

Fuente: Tabla tomada del RETIE

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
51 V – 300 V	3,00	1,10	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,00	1,10	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,00	1,50	0,66	0,18
15,1 kV – 36 kV	3,00	1,80	0,78	0,25
36,1 kV – 46 kV	3,00	2,44	0,84	0,43
46,1 kV – 72,5 kV	3,00	2,44	0,96	0,63
72,6 kV – 121 kV	3,25	2,44	1,00	0,81
138 kV - 145 kV	3,35	3,00	1,09	0,94
161 kV - 169 kV	3,56	3,56	1,22	1,07
230 kV - 242 kV	3,96	3,96	1,60	1,45
345 kV - 362 kV	4,70	4,70	2,60	2,44
500 kV – 550 kV	5,80	5,80	3,43	3,28

Tabla 1. Límites de aproximación a partes energizadas de equipos

La tabla 1 y la figura 2.22 muestran unas barreras que buscan prevenir al trabajador y en general a todo el personal. Estos límites virtuales son básicos para la seguridad eléctrica, indican sobre los riesgos que presenta determinado equipo e informan sobre los elementos de protección personal que debe usar una persona calificada y el nivel de entrenamiento que éste debe tener en el momento de realizar un trabajo con este tipo de riesgo eléctrico.

* Información tomada del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución Número 180466 de 2 Abril de 2007. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Artículo 13°.

Fuente: Fotografía tomada del RETIE

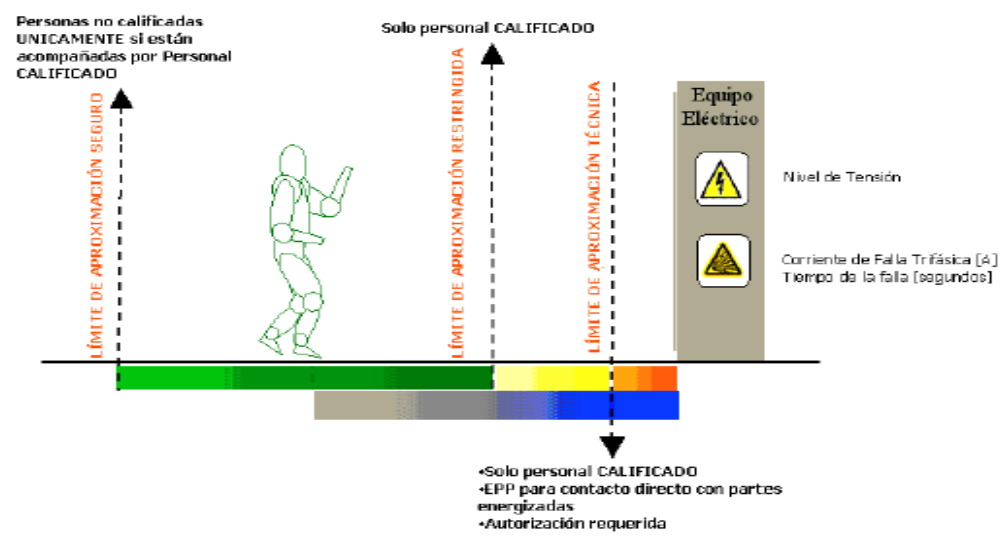


Figura 2.22 Distancias mínimas para prevención de Riesgo por Arco Eléctrico

Para trabajar en zonas de riesgo con arco eléctrico, deben cumplirse algunos requisitos adaptados de la norma NFPA 70 E, previo análisis de riesgo para cada situación en particular. Y en la figura 2.23 se muestra el equipo de protección personal certificado contra el riesgo por arco eléctrico que se debe usar para trabajar en tensión. Este equipo debe estar certificado para los niveles de tensión y energía incidente involucrados.

Fuente: Fotografía tomada de www.aplussafety.net



Figura 2.23 Equipo de protección personal

2.2.3 Importancia del respaldo eléctrico* En todos los edificios de atención o prestación de algún servicio al público, con alta concentración de personas, es decir, que pueda concentrar más de 100 personas por piso o nivel, debe proveerse de un sistema de potencia de emergencia. Estos sistemas están destinados a suministrar energía eléctrica automáticamente dentro de los 10 segundos siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana.

Los sistemas de emergencia deben suministrar energía a las señales de salida, sistemas de ventilación, detección y alarma de sistemas contra incendio, bombas contra incendio, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los que la interrupción del suministro eléctrico puede producir serios peligros para la seguridad de la vida humana.

Los grupos de baterías de acumuladores deben proveerse con un cargador automático en los sitios donde se requiera respaldo adicional de energía. Este sistema debe proveer autonomía por 60 minutos a plena carga sin que la tensión baje del 87,5% de su valor nominal. Adicionalmente, cuando aplique, en el cuarto de la planta de emergencia debe disponerse de tomacorrientes para el precalentado y para cualquier otro uso necesario.

Las subestaciones para el servicio de lugares con alta concentración de personas no deben contener transformadores con aislamiento en aceite a menos que estén confinados en una bóveda con resistencia al fuego mínimo de tres horas.

* Información tomada del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución Número 180466 de 2 Abril de 2007. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Artículo 40°.

2.2.4 Aspectos importantes de la norma NTC 2050 Según la norma NTC 2050 se deben cumplir con una serie de requisitos para las instalaciones eléctricas.

2.2.4.1 Espacios disponibles en la subestación

- Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.
- Gabinetes apropiados.
- Cuartos, bóvedas o recintos similares.
- Muros o pantallas para personal calificado.

La instalación eléctrica del edificio de administración (figura 2.24) no cumple con la norma NTC 2050, ya que no dispone de los espacios suficientes para el fácil acceso al mantenimiento de los dispositivos como los STE.

Fuente: Fotografía tomada por los autores



Figura 2.24 Instalación eléctrica edificio de administración

2.2.4.2 Transformadores y bóvedas para transformadores Se deben tener en cuenta las recomendaciones de su instalación y el manejo de espacios, algunos aspectos importantes respecto a la bóveda de transformador como:

- Ubicación.
- Transformadores con aislamiento en aceite no se acepta en gabinetes. Es necesario un espacio aparte.
- En pisos superiores no se aceptan transformadores en aceite.
- Ventilación: En lo posible que sea natural.
- Accesos: Libre circulación para movilizar los equipos.

La instalación eléctrica del edificio CENTIC (figura 2.25) cumple con la norma NTC 2050, ya que guarda distancias que permiten el mantenimiento seguro de los equipos y el uso de gabinetes para aislar los equipos entre sí.

Fuente: Fotografía tomada por los autores

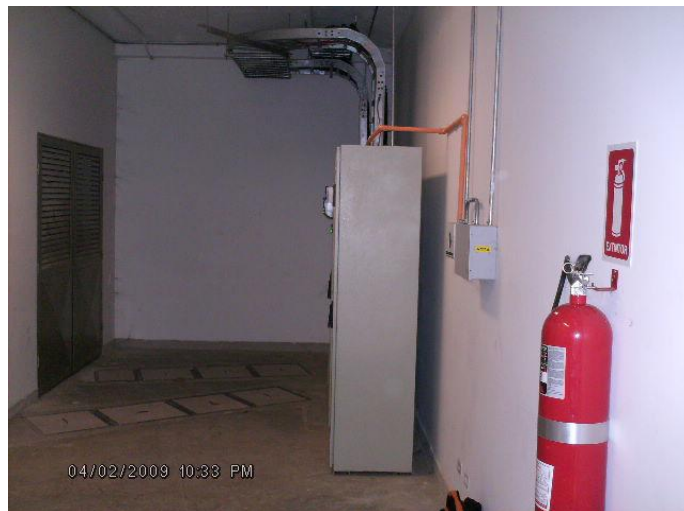


Figura 2.25 Instalación eléctrica edificio CENTIC

2.2.4.3 Puesta a tierra En toda instalación de uso final, el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra de un circuito deben ir aislados entre sí, solo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, dicho puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador.

3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

En primer lugar como preámbulo a lo que generalmente se debe hacer para realizar un mantenimiento efectivo de elementos que hacen parte de un sistema eléctrico, electrónico o mecánico, se muestran algunas generalidades en cuanto a tareas proactivas que corresponden a un mantenimiento preventivo, predictivo y acciones correctivas para el tratamiento de las fallas en dichos sistemas.²

Seguidamente se establece de manera general las labores de mantenimiento que se deben realizar en una Transferencia Electrónica, correspondiente al objetivo general de este trabajo. Para conocer el proceso de instalación de una transferencia se presenta un procedimiento de arranque para los interruptores de Transferencia Automática, además es de fundamental importancia para facilitar el mantenimiento del equipo y la consecución de fallas. Luego se da a conocer los problemas que generalmente se presentan en los elementos de la Transferencia, anotando que los elementos más susceptibles a fallas son los contactores por el esfuerzo que realizan; por ende se dan ciertas indicaciones acerca del mantenimiento preventivo de los mismos, junto con sus especificaciones. Finalmente se dan algunas recomendaciones para revisión y mantenimiento de los equipos o más conocido como caza fallas.

² Numeral basado en el texto RCM, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray.

3.1 TAREAS PREVENTIVAS Y FACTIBILIDAD TÉCNICA

Existen dos categorías bajo las cuales se pueden manejar las fallas:

- **Tareas Proactivas:** Son tareas que se realizan con el fin de evitar que el componente al cual se le realiza el mantenimiento llegue al estado de falla. Estas tareas de mantenimiento que se realizan antes que ocurra la falla se conoce comúnmente como mantenimiento preventivo y predictivo que en otros términos según RCM (Reliability Centered Maintenance ó Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) es reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, y mantenimiento a condición.
- **Acciones correctivas:** Son acciones que se realizan cuando ocurre la falla, se realizan debido a que no se ha identificado una tarea proactiva efectiva. Estas acciones corresponde a tareas de búsqueda de falla, rediseño y mantenimiento a rotura.

Entre otras cosas las tareas proactivas deben ser justificables en relación con los costos directos e indirectos y si efectivamente logran reducir las consecuencias de la falla, como también se debe analizar la factibilidad técnica antes de realizarla.

3.1.1 Factibilidad técnica de una tarea Una tarea es técnicamente factible si físicamente permite reducir o realizar una acción que reduzca las consecuencias del modo de falla asociado, a un nivel que sea aceptable al dueño o usuario del activo.³ Técnicamente hablando para seleccionar las tareas proactivas se deben tener en cuenta dos temas:

³ RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray

1. La edad del componente en consideración relacionado con la probabilidad de que falle.
2. Lo ocurrido al comenzar la falla.

En cuanto al primer tema relacionado con la edad y el deterioro del componente o activo físico; este último realiza una variedad de esfuerzos, que provocan su deterioro, disminuyendo su resistencia al esfuerzo y ocasionando la falla cuando el activo físico ya no puede cumplir con el funcionamiento deseado. Las unidades asociadas incluyen la cantidad producida, distancia recorrida, ciclos operacionales cumplidos, tiempo calendario o tiempo de funcionamiento; todas estas se relacionan con el tiempo para referirse a la exposición total al esfuerzo como la edad del componente, lo cual implica que el punto al que ocurre la falla también debe depender de la edad del componente. Esto se muestra en la figura 3.1, La cual indica que el deterioro es directamente proporcional al esfuerzo aplicado, y el esfuerzo es aplicado consistentemente.

Fuente: RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray



Figura 3.1 Absolutamente predecible

Entre otras cosas existen tres formas en que puede aumentar la probabilidad de falla a medida que un componente envejece, como se muestra en la figura 3.2. Donde los patrones A y B comparten características, que consiste en que ambos muestran un punto en el que hay un rápido incremento de la probabilidad condicional de falla. El patrón C tiene un incremento constante de la probabilidad de falla, pero no muestra una zona de desgaste definida. Estos procesos de falla se aplican a ciertos mecanismos relativamente simples.

Fuente: RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray



Figura 3.2 Fallas relacionadas con la edad

3.1.2 Edad y mantenimiento preventivo relacionado con la falla Los patrones de falla relacionados con la edad se aplican a componentes que sufren de un modo de falla dominante, correspondiente a condiciones de desgaste directo, cuyas características ocurren mayormente cuando los equipos entran en contacto directo con el producto. Las fallas relacionadas con la edad también tienden a estar asociadas con la fatiga, la oxidación, la corrosión y la evaporación.⁴

3.1.3 Reacondicionamiento y sustitución cíclica El reacondicionamiento cíclico consiste en reacondicionar la capacidad de un elemento o componente

⁴ RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray

antes o en el límite de edad definido, independientemente de su condición en ese momento y Las tareas de sustitución cíclica consisten en descartar un elemento o componente antes, o en el límite de edad definida, independientemente de su condición en ese momento.⁵ Las tareas de reacondicionamiento también se conocen como tareas de retrabajos cíclicos, incluyen además revisiones o cambios completos hechos a intervalos preestablecidos para prevenir modos de falla específicos relacionados con la edad.

El reacondicionamiento y la sustitución cíclica se diferencian por el nivel al cual se lleva a cabo el análisis, y muchas veces se pueden aplicar exactamente a la misma tarea.

El reacondicionamiento cíclico debe restaurar la resistencia original a la falla del activo físico, aproximándose lo suficiente a la condición original y asegurar que el elemento continúe siendo capaz de cumplir la función deseada por un período de tiempo razonable.

Las tareas de Reacondicionamiento y Sustitución Cíclica son factibles técnicamente si:

- Hay una edad identificable en la que el elemento muestra un rápido incremento en la probabilidad condicional de falla.
- La mayoría de los elementos sobreviven a esta edad (todos los elementos, si la falla tiene consecuencias para la seguridad o el medio ambiente)

En cuanto a la efectividad de estas tareas, hay ocasiones en las que no vale la pena realizarlas, puesto que una reducción en el número de fallas no es suficiente si la falla tiene consecuencias para la seguridad o el medio ambiente; en caso de

⁵ RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, John Moubray

que las consecuencias sean económicas, debe existir la seguridad que a lo largo de un período de tiempo, es menos costoso realizar estas tareas que permitir que ocurra la falla.

En cuanto a las consecuencias operacionales de las fallas, lo más probable es que éstas tengan mayor efecto sobre las operaciones, que realizar las tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclica, por las siguientes razones:

- Normalmente se realizarían las tareas en un momento en el que afecta en un mínimo a la producción (usualmente durante los llamados huecos de producción).
- Es muy probable que el tiempo para reparar la falla sea mucho mayor, puesto que las tareas programadas se planean detalladamente.

De acuerdo a análisis realizados, la tarea preventiva debe realizarse 50% más seguido que la tarea correctiva en caso que ocurra la falla.

3.1.4 Fallas no asociadas con la edad Los modos de falla se ajustan principalmente a una combinación de variaciones en el esfuerzo aplicado y complejidad creciente.

El esfuerzo no siempre es aplicado consistentemente, puede ser variable y muchas fallas son causada por incrementos en el esfuerzo aplicado, a su vez causados por operación incorrecta (se arranca una máquina muy rápido, una máquina se pone en reversa mientras que está andando hacia adelante, se alimenta el proceso con materia prima demasiado rápido), montaje incorrecto (se ajusta demasiado un perno, se olvidan montar partes) y daños externos (cae un rayo, se produce una inundación, etc.). Por eso más que hacer algo en el activo

físico prevenir fallas de este tipo implica prevenir cualquier causa de incremento en los niveles de esfuerzo.

En caso de elementos complejos, la complejidad podría consistir en incorporar tecnología nueva o adicional, o automatizando, con el fin de mejorar el funcionamiento. También podría consistir en hacer los elementos más seguros, utilizando dispositivos de seguridad.

La combinación entre complejidad y compromiso incrementa el número de componentes que pueden fallar y el número de interfaces o conexiones entre los componentes, lo que a su vez incrementa el número y variedad de fallas que pueden ocurrir.

3.2 LABORES EN EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

De manera general en la revisión de los Sistemas de Transferencia Electrónica, deben verificarse el correcto funcionamiento de las luces piloto, ajuste de retardo N-E (Normal - Emergencia), ajuste de retardo E-N (Emergencia - Normal), ajuste de apagado de la planta, ajuste de actuación por alto y bajo voltaje, limpieza de contactos expuestos, revisión del sistema de arranque, limpieza general de la unidad por fuera y por dentro y cualquier otro ajuste de los parámetros del control de la Transferencia Automática.

3.3 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LOS INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA (ITA) COMO BASE FUNDAMENTAL PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Es de vital importancia entender muy bien este procedimiento, ya que nos ayuda satisfactoriamente en el mantenimiento del equipo y la búsqueda de fallas en caso que se presenten. La figura 3.3 muestra la unidad de fuerza dentro de la unidad básica de transferencia, ésta unidad es del tipo contactores, la que generalmente se utiliza en los sistemas de transferencia automática.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co



Figura 3.3 ITA-Interruptor de Transferencia Automática

1. Antes de instalar una Transferencia se debe revisar cuidadosamente todos los tornillos y tuercas, debido a que en el transporte corre riesgo de que algo se afloje; para facilidad los cables y las regletas van marcados.
2. Cerciorarse que el equipo contenga un plano para colocar en la tapa frontal.

3. Para empezar con el arranque se debe tener suministro de Red normal y de Planta, en caso de no haber planta aún se puede simular usando la misma alimentación de Red; sin esta condición el control va a permanecer en la operación que se encuentre, desde luego se necesita la Red para abrir la conexión de Planta y al contrario es necesaria la planta para desconectar la Red y pasar a conectar la planta.
4. Primero se hace la prueba en forma manual antes de poner a trabajar en el modo Automático. La indicación consiste en poner el selector Automático-Manual en Manual, poner el selector Normal-Emergencia en la posición deseada.
5. Al comprobar que todo funciona se puede entonces pasar al modo Automático.
6. Verificar que esté bien la secuencia de fases, que los voltajes estén normales y verificar además las alarmas que anuncie el control de transferencia.⁶
7. El neutro siempre debe estar conectado, ya que puede haber circuitos en donde la alimentación es a 120 VAC, o sea una fase y el neutro.
8. Verificar que esté conectada la tierra del sistema.
9. Conseguir en el modo Manual el punto muerto de la Transferencia Automática, en donde no está cerrado ni **Normal**, ni **Emergencia**.
10. Asumamos que el sistema está operando con la fuente de Emergencia y regresa la energía, de esta forma entendemos mejor la operación de este tipo de conmutador de transferencia. La llave selectora de modo de operación está en posición Automático.
11. Revisar anexo D que contiene el plano con la alimentación del control de transferencia, para efecto de conexiones.

⁶ La verificación de fases se realiza con un detector de trifásico de red que monitorea la correcta secuencia de fases en red.

3.4 PROBLEMAS EN LOS ELEMENTOS DE LAS TRANSFERENCIAS

Los problemas se pueden presentar en la mayoría de los componentes, uno de los más susceptibles a fallas son los contactores. A continuación se enumeran los problemas que se pueden presentar y cuáles serían sus posibles causas.

3.4.1 Problemas posibles en los contactores Los contactores tienen una **bobina**, que consiste en un devanado de alambre esmaltador el cual permite que al circular una corriente el **núcleo de hierro fijo** se convierta en un electroimán y atraiga el **núcleo de hierro móvil**, este núcleo mueve los **contactos principales** que manejan la corriente de fuerza y los **contactos de control** que permiten tener señalización y enclavamientos eléctricos.

Los principales problemas que pueden existir en los contactores son:

3.4.1.1 Contactos Soldados La soldadura de contactos se produce en el punto de contacto, por el calor excesivo o la sobretensión, la cual se debe a una corriente superior a aquella para la cual fue diseñado el contacto. Esta sobrecorriente podría ser consecuencia de un corto circuito en el circuito que alimenta el contactor; también puede ser producida por poca presión entre los contactos o por las chispas de cierre o apertura. Un contactor debe siempre trabajar sin estos riesgos de soldadura, para que el enclavamiento mecánico no tenga problemas y los contactos del contactor abran cuando lo deban hacer; como es un elemento mecánico puede ocurrir que no opere suavemente y que impida la operación normal de un contactor.

3.4.1.2 Contactos Gastados Como es normal con la operación de un contactor sus contactos se desgastan, por lo cual hay una vida útil prevista por el fabricante de acuerdo a los diferentes tipos de cargas y a las diversas aplicaciones. Los fuertes desgastes se producen por las frecuentes operaciones de arranque y paro de motores. Es aconsejable sobredimensionar el contactor si la aplicación es muy exigente.

3.4.1.3 Cámara Apagachispas Quemada Los apagachispas sirven para producir una especie de soplado que ayude a apagar las chispas, normalmente no circula ninguna corriente por ellas, éstas se producirían en casos de chispas muy grandes o cuando el material aislante que soporta las laminas del apagachispas se encuentre deteriorado en sus aislamientos.

3.4.1.4 Bobina Quemada En las bobinas se presentan dos tipos de daños normalmente, Bobina abierta o Bobina en corto.

3.4.1.5 La bobina abierta Impide que el contactor cierre, no presenta olor a quemado ni restos de combustión, se prueba fácilmente midiendo la continuidad con un téster en "ohmios". La bobina abierta puede estar así por defecto de fabricación o por la aplicación de un voltaje muy grande que la abre en un punto débil sin hacer que se queme. La bobina quemada sí tiene olor característico a quemado y presenta muchas veces deformación en el plástico de su carrete que sirve de horma para el embobinado, o en el plástico que protege el devanado y hace de la bobina una unidad sellada.

3.4.1.6 La bobina en corto Implica que la bobina recibe una sobrecorriente y se puede quemar. Esta sobrecorriente tiene diversas causas como son:

- La alimentación con una tensión Superior a la nominal. Son frecuentes los casos de conexión de un contactor con bobina a 110 VAC a una fuente de 220 VAC. Este error lo evitamos revisando el valor que aparece en algún sitio en la bobina o en su conexión, y el voltaje que llegará a la bobina antes de alimentarla.
- Voltaje más bajo de lo normal. El contactor empieza a castañear (soltar y cerrar). En el momento de cierre o de llamada la corriente es varias veces mayor que en mantenimiento o retención, debido a que la impedancia de la bobina es mayor con todo el circuito magnético cerrado (todo el núcleo cerrado tanto la parte en E como la I unidas) que sólo con parte de hierro en el mismo. Generalmente las bobinas soportan la corriente de cierre pero están diseñadas para una corriente permanente menor que la corriente de llamada.

3.4.1.7 Núcleo Oxidado El núcleo oxidado es consecuencia de la humedad a la que se ha expuesto cuando los contactores han estado almacenados mucho tiempo y en condiciones inapropiadas. Un contactor en operación tiene un calentamiento que lo conserva bastante seco. Sin embargo al hacer las revisiones de mantenimiento se debe revisar que las piezas polares estén limpias, sin oxido y que queden ajustadas perfectamente, pues si su ajuste no es perfecto, el contactor puede zumar y tener una corriente de operación más alta, lo cual no es deseable.

3.4.1.8 No Cierran los Contactos Es causado generalmente por el sucio en el entrehierro, lo cual sucede cuando los equipos no son bien protegidos contra polvo. Se ha presentado el caso cuando se deja caer limaduras de hierro y/o de

cobre al hacer perforaciones en el gabinete, por descuido en el almacenaje o en el montaje. Desde luego para hacer perforaciones se debe tener la precaución de proteger con algún plástico los contactores.

3.4.1.9 Los Contactos se están Calentando Las causas que lo producen son varias:

- La corriente que está circulando es mayor que la nominal.
- Por defecto en algún contacto del circuito. Es probable que el contacto entre el cable y el contactor no es el apropiado o tal vez el cable está muy pequeño para la corriente que se está manejando.
- Los contactos están gastados y no hacen un buen contacto.

3.4.1.10 El Contactor Zumba demasiado Este problema es causado probablemente porque:

- Es muy bajo el voltaje.
- Las piezas polares del núcleo están sucias u oxidadas
- Las piezas polares del núcleo están invertidas y es necesario girarlas 180 grados para garantizar un buen ajuste
- Los resortes que trae el contactor son más fuertes de lo debido e impiden de esta forma que el cierre sea perfecto. Esto es defecto de fabricación
- La frecuencia de operación es diferente a aquella para la cual fueron fabricadas las bobinas

3.4.2 Problemas en el barraje Los problemas frecuentes en los barrajes son:

- **Recalentamiento.** Los calentamientos pueden tener su origen en conexiones flojas o en dimensiones menores a las debidas.
- **Falta de Aislamiento.** Los aisladores deben ser adecuados para la tensión de operación
- **La separación de las barras.** Una separación inadecuada puede producir arcos o cortos por pequeños animales que se metan al gabinete como pueden ser lagartijas. Es común ver roedores en las subestaciones cuando no se tiene un encierro adecuado.
- Otro problema común en el barraje es la **Falta de rigidez mecánica.**

3.4.3 Problemas en las Regletas de Control y de Fuerza Las regletas pueden presentar calentamientos si tienen malas conexiones, esto es en caso que los cables no están debidamente atornillados se presentan conexiones flojas y mal funcionamiento.

3.4.4 Problemas en los Minibreakers de Protección del Circuito de Control Los minibreakers se pueden disparar en caso de cortocircuito, aunque es muy poco probable que falle. Se recomienda revisar para encontrar la causa y reponerlos después de reparar la falla.

3.4.5 Problemas en las muletillas selectoras Las muletillas selectoras del modo de operación Automático-Manual, y de la fuente de operación Normal-Emergencia, compuestas por una perilla y unos bloques de contactos. Pueden presentar problemas de desajuste en los transportes, como también se pueden presentar el inconveniente de que no se cierran o se abren los contactos de la manera debida.

3.4.6 Problemas con los Cables y Bornes Terminales Los cables y los bornes terminales son una fuente importante de problemas. Se ha presentado el caso de que el cable de la acometida esté sulfatado interiormente y esto provoca una caída de tensión al poner la carga; ocurre también que hay deterioro en la herramienta de presión en las terminales de los cables y fallas en los bornes, por lo cual es recomendable cerciorarse de esto y halar los bornes para verificar que estén bien apretados.

3.4.7 Problemas y sus causas en el control de transferencia ITAC Es de vital importancia conocer el funcionamiento del control de la Transferencia Automática, sus ajustes y tiempos de operación. Este control tiene entrada de tres fases del suministro de Red Normal y dos del suministro de Emergencia. Cuenta además con tres contactos, dos normalmente abiertos y uno normalmente cerrado. Típicamente se presentan daños en el circuito por sobretensión; en ocasiones caen rayos que pueden dañar los equipos; se da el caso de las sobretensiones en circuitos industriales que pueden causar daños severos; también se pueden dañar los contactos por sobrecorriente en los circuitos de operación de los contactores o en el circuito de arranque del generador diesel.

Entre otras cosas es importante un buen conocimiento de los planos y equipos opcionales. En cuanto a los planos, por norma se debe suministrar un plano típico de la transferencia, el cual está pegado a la puerta del gabinete, los equipos opcionales corresponden a Voltímetros, Amperímetros, Relés de frecuencia, Ejercitador de Planta, Cargador de batería, entre otros.

3.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS CONTACTORES

Para entender una hoja de especificaciones de los contactores, a continuación se detallan las principales partes que se incluyen en ella:

3.5.1 Especificaciones eléctricas de los contactos principales

- Corriente I_{th} : corriente térmica máxima que soporta un contactor.
- Voltaje de aislamiento: Voltaje máximo al cual se puede operar el contactor.
- Corriente AC1: Amperios para cargas resistivas, a diferentes voltajes de operación.
- Corriente AC3: Amperios para cargas inductivas y capacidad del motor que puede arrancar con arranque directo. Este último valor se da en KW o en HP. Los valores se dan para diferentes voltajes de operación.

3.5.2 Especificaciones eléctricas de la bobina para corriente Alterna

- Consumo en cierre en VA
- Consumo en sostenimiento de cierre en VA
- Consumo en sostenimiento de cierre en W
- Voltajes y frecuencia de operación

3.5.3 Especificaciones eléctricas de la bobina para corriente continua

- Consumo en cierre en W

- Consumo en sostenimiento de cierre en W
- Límites de operación de la bobina

3.5.4 Especificaciones Eléctricas de los contactos auxiliares

- Corriente I_{th}: corriente Térmica máxima que soportan.
- Voltaje de aislamiento: Voltaje máximo al cual se pueden operar.
- Corrientes para uso en control tanto AC como DC.

3.5.5 Especificaciones mecánicas de los contactores

- Tamaño y modelo, esto depende de cada fabricante
- Grado de protección según las normas IEC529.

3.5.6 Construcción y aislamientos de los bornes

- Vida mecánica en millones de operaciones.
- Máximo número de circuitos auxiliares
- Máxima rata de operaciones por hora en AC3 y en AC4

3.5.7 Especificaciones de construcción de los contactores

- Materiales de los contactos principales: Normalmente aleación de plata
- Materiales de los contactos auxiliares: Normalmente de plata
- Marcas de los terminales: Código usado

- Tamaños de los terminales
- Máximo tamaño de cable que puede utilizarse

3.5.8 Especificaciones ambientales de los contactores

- Temperatura de operación: abierto y cerrado
- Temperatura de almacenamiento
- Altitud máxima de operación sobre el nivel del mar
- Resistencia a la corrosión. De que están fabricadas sus partes.

4. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los antecedentes y partiendo de la situación actual de la división de mantenimiento, se planteó como objetivo general: “Desarrollar una propuesta de mantenimiento (correctivo y preventivo) con base en el conocimiento del Sistema de Transferencia Electrónica de las Plantas Eléctricas de Emergencia que permita una mayor confiabilidad en la prestación del servicio de respaldo de energía eléctrica”.

Al realizar la propuesta se ha podido concluir lo siguiente:

4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

1. La documentación y recopilación de información relevante de los STE han permitido satisfactoriamente adquirir conocimiento acerca de las características funcionales de cada uno de los elementos que la estructuran, sus especificaciones, ubicación dentro del sistema, sus acciones en la ruta de la señal, facilitando en gran manera la elaboración de una propuesta para la gestión de mantenimiento, que antes no se realizaba precisamente por desconocer el sistema.

2. Se ha estudiado aplicaciones de la Electrónica Industrial, en los procesos de Conmutación con la utilización de switches y Automatización de Procesos en el control de la Transferencia, con la utilización de supervisores de voltaje o relés vigilantes que monitorean y envían señales para actuación y apagado de grupos Electrógenos.
3. Un STE contiene a su vez un sistema electrónico, uno eléctrico y uno mecánico. Los contactores por ejemplo son componentes electromecánicos por que tienen tanto elementos electrónicos como mecánicos; los relés temporizados, relés térmicos, relé vigilante o supervisor de voltaje, el control de la transferencia, los minibreakers de protección del control y las regletas de control entre otros, son componentes electrónicos. El electroimán del contactor, los bornes y terminales, la bobina del contactor, entre otros, son componentes eléctricos y los enclavamientos mecánicos que necesitan engrase, son uno de los principales accesorios del contactor, corresponden a componentes mecánicos.
4. El STE se divide a su vez en otros sistemas en donde actúan con un mismo objetivo todos los componentes electrónicos, eléctricos y mecánicos, estos sistemas corresponden al sistema de fuerza (contactores) y sistema de control (control de la transferencia), que se manejan con una operación interna (relés temporizados y relé supervisor) y una externa (muletillas selectoras).
5. En cuanto a la operación de un STE se puede decir que es menos que ocasional, en donde las maniobras de conexión y desconexión se efectúan eventualmente, debido a esto la vida de los contactores es más larga que cuando se utilizan en operaciones de servicio Normales, por esta razón se utilizan en régimen AC1, con poca exigencia de trabajo, bajo condiciones de servicio que no son tan rudas. En este caso de la transferencia a contactores

la aplicación ocasional influye decisivamente en la capacidad nominal de maniobra y corresponde a una carga no inductiva.

6. El control Automático de la transferencia es el principal componente en el proceso de transferencia, controla automáticamente, valga la redundancia los recursos de energía en las Transferencias Electrónicas. Los tableros de transferencias tienen una lógica de funcionamiento, dada por esta unidad de tipo inteligente, que debe ser programada previamente para su posterior funcionamiento, es decir todos los parámetros de calibración como temporizaciones y voltajes de sensado para operación automática se ajustan de manera previa, pero al momento de revisiones y mantenimiento se debe tener en cuenta que la cantidad eléctrica puede estar bien pero el ajuste no.
7. Conocer la ruta de la señal de control, en el STE es fundamental, para la inspección o revisión en los contactos y switches que actúan desde la alimentación del control hasta el modo de operación y servicio normal o emergencia. Siguiendo los planos y conociendo este procedimiento se facilita el mantenimiento y la consecución de fallas en el STE.

4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA HACER SEGUIMIENTOS A REVISIONES TÉCNICAS Y NORMAS DE SEGURIDAD

8. El seguimiento a las revisiones técnicas, para mantenimiento y corrección de fallas es de fundamental importancia, para complementar los conocimientos adquiridos en la recopilación de la información, reforzar ideas, y anotar algunas pautas y sugerencias de los técnicos e ingenieros encargados. Este seguimiento sirve como base para manejar un lenguaje técnico, conocer

físicamente los componentes e ir adquiriendo destrezas para detectar fallas, a la vez que identificamos que variables se miden, donde y como se miden.

9. Las revisiones técnicas se centran principalmente en estudios de la calidad de energía y revisiones en los componentes eléctricos, electrónicos y en el respaldo de energía cuando falla la red Normal, en los estudios de calidad de energía se hace un análisis de la inspección a las instalaciones y registro del comportamiento de las variables eléctricas en el circuito que alimenta a los componentes que presentan daños o fallas, lo mismo en el barraje de respaldo, por ser estos los puntos críticos para hacer el monitoreo, esta información es muy útil para detectar problemas en la parte electrónica, de estos estudios realizados en el CENTIC se ha concluido lo siguiente:

- ✓ No existe un sistema coordinado de protección contra sobretensiones transitorias general en el edificio del CENTIC, solo existen protecciones aisladas para ciertos equipos específicos tales como los servidores y algunas salas de cómputo.
- ✓ Los daños que se han estado presentando en los diferentes equipos electrónicos y cámaras de seguridad del edificio, son debido a sobretensiones transitorias. Esto se manifiesta por el tipo de averías presentadas en los dispositivos electrónicos afectados (destrucción total).
- ✓ La planta de emergencia al entrar en operación, genera un sistema de voltajes cuya frecuencia se encuentra fuera de los límites establecidos por la reglamentación eléctrica vigente. Por esto genera mal funcionamiento en las cámaras de seguridad y algunas lámparas.
- ✓ Existen algunos problemas conceptuales en la conexión de ciertos equipos eléctricos del sistema general, que contribuyen a incrementar la posibilidad

de transmisión y/o amplificación de eventos de sobretensiones transitorias perjudiciales para los equipos sensibles del CENTIC:

- Conexión indebida del conductor de neutro del transformador principal al sistema de puesta a tierra del edificio. Está conectado indirectamente a tierra a través de la carcasa del transformador
 - NO existe una protección general contra sobretensiones transitorias (TVSS) en el tablero de distribución principal del transformador que alimenta al edificio del CENTIC.
 - Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias (TVSS) existentes, no están protegidos contra fallas de sobre corriente. Esto hace susceptibles a los equipos a los cuales protegen los primeros.
 - Conexión indebida de todas las fuentes AC (120V/24V) de las cámaras de seguridad a través de un conductor que las interconecta entre sí.
- ✓ La planta de emergencia al entrar en funcionamiento, queda operando con una cargabilidad del 36.64 % respecto a su capacidad total de 260 KVA en modo STANBY. Suministra un voltaje de fase cuya magnitud es de 128V y una frecuencia de 60.5 Hz. Este último valor se encuentra fuera de los parámetros recomendados por la reglamentación eléctrica vigente para garantizar un perfecto funcionamiento del sistema eléctrico que alimenta.
- ✓ La UPS ubicada aguas arriba del circuito de las cámaras y centro de control no está realizando sus funciones de protección (regulación de frecuencia, respaldo de suministro de energía inmediato ni protección contra sobretensiones transitorias).

10. Actualmente se ha hecho énfasis a nivel nacional en la importancia de la seguridad de personas, animales y protección del medio ambiente, por lo tanto se consideró de gran importancia que en el contenido de esta propuesta se tratara el tema relacionado con la seguridad industrial, y en qué medida cumple la UIS con éste reglamento.
11. Con el desarrollo de esta propuesta se logró describir y explicar la importancia de las STE para brindar calidad en el servicio prestado en diferentes dependencias de la UIS, los cuales están estrechamente ligados con el respaldo de energía y su confiabilidad
12. Con la elaboración de esta propuesta se ha podido observar la importancia que tiene el cumplimiento del reglamento eléctrico vigente, RETIE en las revisiones y rutinas de mantenimiento, para la seguridad de todo el personal encargado.

4.3 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

13. La propuesta de gestión de mantenimiento fue realizada en base a la información más relevante en la recopilación de información por parte de fabricantes de las Transferencias, textos y artículos, por las pautas y recomendaciones de los técnicos e ingenieros que realizan las supervisiones, mantenimiento y correcciones en los STE que operan en la UIS, en el campus central, en la facultad de salud y en las Sede de Guatiguará, como también la información proporcionada por industrias que realizan mantenimiento de transferencias

14. Es fundamental conocer generalidades acerca del comportamiento de los componentes con la edad, de acuerdo a las operaciones y esfuerzos que realizan, el tipo de tarea que se debe realizar y su factibilidad técnica, para saber si vale la pena hacer el mantenimiento o sustituir el componente.
15. La propuesta de gestión de mantenimiento fue la base de información para la realización del instructivo, un aporte bien importante consiste en mostrar un procedimiento de arranque de un interruptor de transferencia automático, logrando facilitar el mantenimiento pues se conocen los pasos desde que se instala hasta cuando está operando.
16. Se ha identificado que los elementos del STE más susceptibles a fallas son los contactores, por las operaciones rudas que realizan en el momento de conexión y desconexión, y por sus funciones operativas están más expuestos a tener sobretensión, a sufrir desgastes por las frecuentes operaciones de arranque y paro del motor, calentamiento por sobrecorriente, oxidación de sus partes por estar expuesto a humedad, entre otros problemas que lo hacen ser más susceptibles que los demás componentes de la Transferencia.

4.4 REALIZACIÓN DEL INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO

17. El instructivo de mantenimiento contiene los pasos y las indicaciones para realizar el mantenimiento preventivo del STE y evitar fallas, que generalmente representan mayor costo a la UIS que realizar el mantenimiento periódicamente.

18. El instructivo se creó también en base a un caza fallas que requiere de recursos humanos con conocimientos o bases técnicas en electricidad (Técnico o Ingeniero), elementos de seguridad personal y herramientas de medida, y entre otras cosas conocer las posibles causas de los problemas que comúnmente se presentan.
19. Es fundamental conocer los planos de los circuitos de entrada NORMAL, de los circuitos de entrada de EMERGENCIA, planos del sistema de CONTROL, y los planos de la alimentación del control de la Transferencia. De esta forma se facilita el seguimiento y la consecución de fallas.

RECOMENDACIONES

- ❖ Como primera recomendación antes de utilizar el instructivo de mantenimiento, se debe leer y entender toda la información contenida en los capítulos del libro, referente a funcionamiento y componentes que estructuran las transferencias, analizar el seguimiento que se hizo a las revisiones técnicas para identificar cuáles son los problemas o anomalías más comunes en los sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos donde operan los STE.
- ❖ Revisar y entender los planos del STE para que se facilite el mantenimiento y la consecución de las fallas y la hoja de vida de la transferencia a la cual se le va hacer mantenimiento.
- ❖ De acuerdo al estudio de calidad de energía realizado en el CENTIC, se recomiendan varias cosas que nos pueden servir como indicaciones generales para evitar este tipo de problemas en otros sistemas similares, estas se enumeran a continuación:
 - Eliminar el puente que conecta al conductor de neutro a tierra a través de la carcasa del transformador que alimenta a las cargas sensibles del CENTIC. Conectar directamente y en forma independiente el neutro y la carcasa del transformador al sistema de puesta a tierra general del edificio. (Utilizar un calibre de conductor adecuado de acuerdo a las exigencias del RETIE). La forma correcta se muestra en la figura 5.1

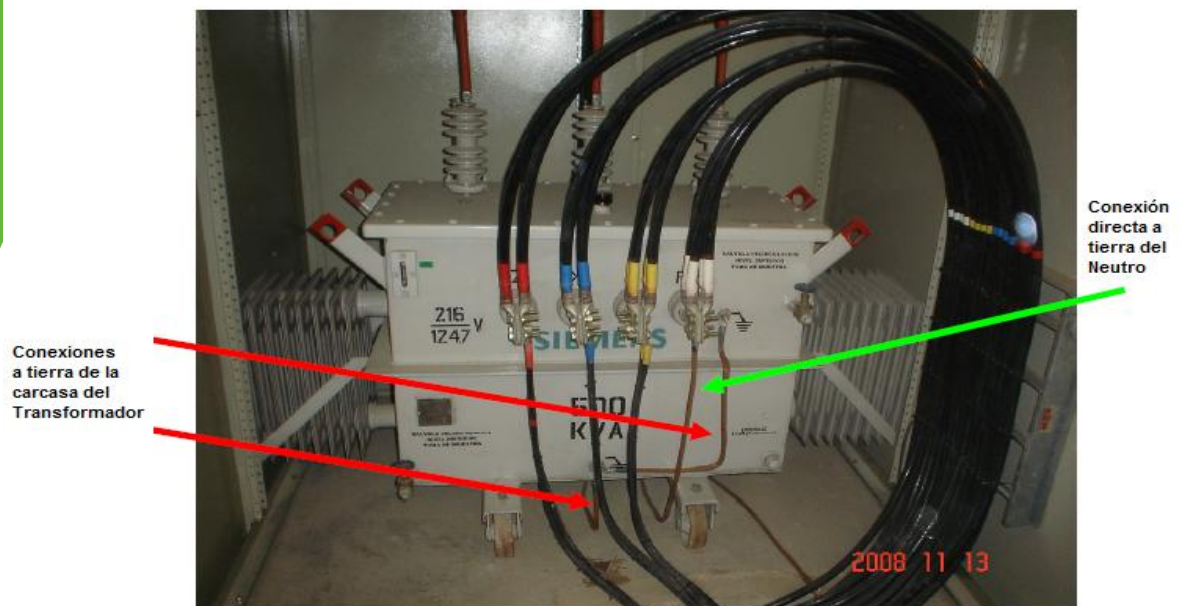


Figura 5.1 Forma correcta de conectar a tierra el neutro en el transformador principal

- Instalar un sistema de sobretensiones transitorias (TVSS) general en el barraje principal ubicado aguas abajo del transformador que alimenta el edificio del CENTIC y coordinarlo con los dispositivos de protección TVSS existentes en la actualidad.
- Instalar dispositivos de protección contra sobre corriente adecuados para proteger los sistemas TVSS instalados en la actualidad.
- Reprogramar el regulador de velocidad del generador de la planta de emergencia para garantizar que la frecuencia de las tensiones a generar sea de 60 ± 0.05 Hz. Tener en cuenta la carga proyectada a instalar en el tablero de respaldo.
- Hacer un mantenimiento del sistema de puesta a tierra por lo menos una vez al año y verificar la equipotencialidad y el flujo de corrientes de fuga a

través de los sistemas de puesta a tierra del edificio (pararrayos, de equipos sensibles y de malla de tierra de potencia)

- ❖ Para contribuir con la Protección Ambiental el CONTRATISTA estará en la obligación de evitar cualquier acción que pueda resultar en un daño al medio ambiente. En especial, deberá tomar las medidas mínimas de protección ambiental en cuanto a desechos de materiales, destino de materiales sobrantes, basura, y en general todo lo exigido en este tipo de obras por el Ministerio del Medio ambiente. En la UIS en particular tomar las medidas del PGIR.
- ❖ Se hace necesaria la realización de un historial de mantenimiento, de los STE, cuya información es útil para posteriores mantenimientos y para el personal nuevo que ingrese a la División de Mantenimiento Tecnológico o Planta Física.
- ❖ Aunque algunas de las instalaciones eléctricas de la UIS están exentas del cumplimiento del RETIE, no debe ser excusa para pasar por alto aspectos tan importantes como lo es la seguridad industrial, sobre todo tener en cuenta la separación en la fuente en la universidad con el PGIR, así como la certificación en calidad, cuyo trabajo contribuye con el mejoramiento.
- ❖ Se recomienda mejorar las condiciones del STE del edificio de administración, ya que es una instalación eléctrica demasiado peligrosa para el personal de mantenimiento que es el que está en contacto con este sistema, en la figura 5.2 se observa que ésta instalación presenta un alto riesgo de arco eléctrico para los trabajadores de la UIS, debido a la corta distancia que hay entre la transferencia electrónica y el transformador

Fuente: Fotografía tomada por los autores

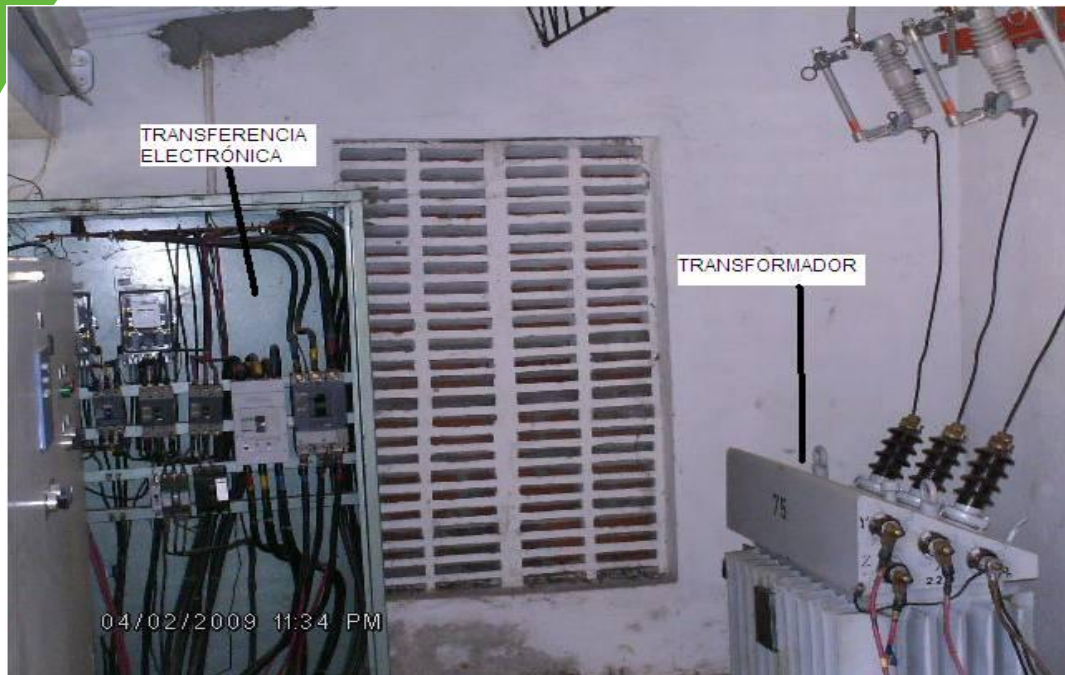


Figura 5.2 Instalación eléctrica del edificio de administración

- ❖ Se recomienda rediseñar el sistema de respaldo de energía del edificio Luis A. Calvo, ya que su capacidad de soporte de energía en caso de emergencia no es suficiente para respaldar la demanda de dicho auditorio.

BIBLIOGRAFÍA

AVISO PÚBLICO No. 19 de 2.003. Departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Unidad administrativa especial de control de servicios públicos. Suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de una planta eléctrica diesel de emergencia de 105 kw.

CATALÁN CANTILLO, César Augusto y ESCALANTE LEMUS, Felix Leonardo. Equipos para soporte de energía (UPS Y Bancos de baterías) de la sede principal Universidad Industrial de Santander, inventario caracterización, selección y protocolo de mantenimiento preventivo y correctivo. Universidad Industrial de Santander, 2008.

CSA C22.2 No. 178 Automatic Transfer Switches.

CUMMINS, Power Generation. Application Manual: Transfer Switches: Transfer Equipment Controls. Pg 33.

D. KEITH DENTON. Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. 1984. México.

FARIAS DE LA PEÑA, Ricardo. MOLINA SANCHEZ, Hugo. MANUAL DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS E INSTALACIONES en SHF (Sociedad Hipotecaria Federal): Plantas de Emergencia. Pg 15 – 18

GIRALDO G. Andres. Prevención de riesgos laborales, charlas de seguridad industrial.

GRIMALDI-SIMONDS. La Seguridad Industrial y su Administración. Alfaomoga México 1985.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución número 18 0466 de Abril 2007. República de Colombia. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

MOUBRAY, John. RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: Mantenimiento Proactivo, Tareas Preventivas. Edición en Español. Pg 133 – 147

OLSON, Gary. Technical information from Cummins Power Generation Inc: Guidelines for ATS selection. 2007. www.cumminspower.com

TABLERO DE TRANSFERENCIA SEL-E-804 Contactores. www.selmec.com.mx

THOMSON TECHNOLOGY. Guía rápida de inicio, MEC310. Canadá. www.thomsontechnology.com

THOMSON TECHNOLOGY. Manual de operación e instalación. Controlador de generación, TSC800 PM049R9. Canadá. www.thomsontechnology.com

THOMSON TECHNOLOGY. Manual de servicio, instalación y operación. Controlador de interruptor de transferencia, MEC310 PM075r1. Canadá. www.thomsontechnology.com

THOMSON TECHNOLOGY. Safety standards & certifications for automatic transfer switches & paralleling switchgear. Canadá. www.thomsontechnology.com

UL891 Standard for Dead-Front Switchboards

UL1008 Transfer Switch Equipment.

UL1558 and ANSI/IEEE C37.20.1 Standard for Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA OFICINA DE SUMINISTROS UNIDAD DE LICITACIONES. Mantenimiento del Sistema eléctrico: Labores en la transferencia electrónica (automática). www.vra.ucr.ac.

VELÁSQUEZ G. Luis Fernando. Ingeniero Electricista. Arrancadores automáticos para grupos electrógenos APE. Cali, Colombia.

VELÁSQUEZ G. Luis Fernando. Ingeniero Electricista. Caza fallas de las transferencias automáticas. Cali, Colombia.

VELÁSQUEZ Ingenieros Asociados Ltda. Comparación de tipos de transferencias, pdf. Cali, Colombia. www.velasquez.com.co

VELÁSQUEZ Ingenieros Asociados Ltda. Los contactores electromecánicos, pdf. Cali, Colombia. www.velasquez.com.co

VELÁSQUEZ Ingenieros Asociados Ltda. Por qué usted necesita siete modos de protección?, pdf. Cali, Colombia. www.velasquez.com.co

VELÁSQUEZ Ingenieros Asociados Ltda. Procedimiento para arrancar una ITA a contactores, pdf. Cali, Colombia. www.velasquez.com.co

VELÁSQUEZ Ingenieros Asociados Ltda. Tiempos en el ITAC, pdf. Cali, Colombia.
www.velasquez.com.co

VELÁSQUEZ Ingenieros Asociados Ltda. Transferencia automática con
contactores, pdf. Cali, Colombia. www.velasquez.com.co

VELÁSQUEZ Ingenieros Asociados Ltda. Vida útil de los contactos principales de
los contactores, pdf. Cali, Colombia. www.velasquez.com.co

Anexo A

INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE LAS TRANSFERENCIAS ELECTRÓNICAS AUTOMÁTICAS

Las transferencias electrónicas que operan en la UIS requieren de un mantenimiento preventivo para evitar que estos sistemas lleguen al estado de falla. Al igual se necesitan una serie de indicaciones para corregir fallas en caso que se presenten. Este instructivo contiene las recomendaciones e indicaciones para dicho mantenimiento preventivo y correctivo. El instructivo debe contener como información fundamental el anexo B y C.

RECOMENDACIONES PARA REVISIÓN DE LAS TRANSFERENCIAS Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las principales recomendaciones que se deben tener en cuenta en la revisión de las transferencias, se mencionan a continuación:

- ✓ La persona que realice el mantenimiento debe mínimamente tener bases técnicas en electricidad, es necesario estar familiarizado con este tipo de equipos, de lo contrario debe solicitar ayuda.
- ✓ Avisar que va a estar en mantenimiento de las transferencias.

- ✓ No fumar previo al mantenimiento, para tener buen olfato y detectar cosas que se están recalentando o que están quemadas.
- ✓ Debe poner toda su atención en el trabajo, pues hacer mantenimiento no siempre es tarea fácil, y se pueden correr riesgos.
- ✓ Indagar los efectos, es decir averiguar si hay alguna anomalía.
- ✓ Analizar en primer lugar cuales pueden ser las causas posibles de la anomalía.
- ✓ Averiguar si puede manipular el sistema eléctrico sin causar problemas
- ✓ Las piezas reemplazables y los repuestos deben ser originales.
- ✓ Recordar los elementos de la Transferencia, para revisión: Cables de fuerza, cables de control, barrajes, control electrónico, regletas terminales, Switches, protecciones.
- ✓ Tener notas técnicas u hoja de vida, sobre cada uno de los equipos instalados y saber cómo funcionan.
- ✓ Seguir un plano para encontrar fácilmente los problemas
- ✓ Tener a la mano buenas herramientas de medidas como; téster, Óhmetro, Voltímetro de AC, Amperímetros, Relés de frecuencia, Ejercitador de Planta, Cargador de batería, entre otro entre otros.
- ✓ Use sus elementos de seguridad personal.
- ✓ Revisar los fusibles o minibreakers y verificar que los tornillos y tuercas estén bien apretados, si encuentra algo flojo entonces se debe apretar o retorquear.
- ✓ Ser muy observador, en esto se debe ser detallista, tener lógica, ser ordenado, tener paciencia y sentido común.
- ✓ Observar si el equipo está energizado.
- ✓ Cerciorarse que el voltaje utilizado es el que debe ser.
- ✓ Mirar si hay quemaduras, detectar si huele a quemado, si hay chispazos o arcos.

REVISIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS CONTACTORES

Los contactores son los elementos de la transferencia más susceptibles a fallas, por la función que cumplen. Estas fallas se pueden dar por los mismos elementos de la transferencia; el procedimiento como tal es una cadena de efecto- causa o causa-efecto, así por ejemplo, un contactor con bobina quemada no cierra; si la bobina es a 220 V, no cierra con 115 V.

Generalmente las labores para realizar el mantenimiento son:

- ✓ Ante todo, para garantizar la seguridad operativa de los contactores solo deben utilizarse repuestos originales.
- ✓ Desconectar el contactor, por el peligro que representa la tensión
- ✓ Cada una de las piezas reemplazables de los contactores tienen un proceso de mantenimiento, normalmente son: Contactos principales, bobina, bloques de contactos auxiliares.
- ✓ Se debe determinar en cada familia de contactores cuales de las partes son reemplazables y cuales son desechables.
- ✓ Retirar con aspiradora o brocha los depósitos de polvo en los contactos auxiliares, Cámaras Apagachispas y otros elementos del contactor
- ✓ Se debe pensar en la sustitución de los contactos principales y/o auxiliares, si hay mucha operación y dependiendo como se encuentren, si solo están ligeramente gastados se pueden limpiar y pulir con papel de agua observando que no se dañen.
- ✓ Verificar que no sea visible el material de soporte por desgaste del material activo en los contactos.
- ✓ Verificar que los contactos principales no estén soldados, separar con un destornillador los contactos que estén ligeramente soldados, si persiste se debe analizar el por qué ocurre para hacer el correctivo.

- ✓ No retocar, ni engrasar los contactos con apariencia oscurecida o superficie áspera, pues son plenamente funcionales, si se deben sustituir los contactos cuando se haya desgastado el material activo, tanto, que esté visible el material del soporte.
- ✓ Para sustituir los contactos se desconectan los cables principales. Al quedar mecánicamente bloqueado no se debe excitar la bobina.
- ✓ En cuanto a la bobina si está quemada lo debido es retirarla y sustituirla.
- ✓ Dentro de ésta inspección es necesario estar atento a encontrar cualquier anomalía de tipo estructural tanto en el circuito de control como en el de potencia como lo es por ejemplo breaker con polos quemado o sulfatados.
- ✓ Se deben retorquear todos los puntos de conexión, es decir, entradas y salidas de los breakers en la parte de control así como en la de potencia y borneras.
- ✓ Es necesario medir la resistencia de aislamiento, si es posible de todos los conductores, pues este factor es muy importante a la hora de evitar posibles arcos eléctricos y por lo tanto incendios o explosiones.
- ✓ También es muy importante medir los puntos calientes a las entradas y salidas de los breakers de potencia, ya que estas son los que más se tienden a soltar debido a vibraciones y que pueden llegar a producir arcos eléctricos y malos funcionamientos de la transferencia.

INSTRUCCIONES DE REVISIÓN DE TRANSFERENCIA EN CASO DE FALLA

- Fíjese que está trabajando en un sitio limpio con buena luz, con todas las seguridades personales adecuadas para evitar accidentes.
- Contar con las herramientas adecuadas. El técnico debe ser competente y además debe conocer el equipo.
- Verificar el Voltaje de operación
- Verificar que no esté sobrepasando la corriente máxima que debe manejar

- Medir con téster adecuado las tensiones de alimentación, entre fases y entre cada fase y neutro.
- El neutro debe ser conectado al neutro del sistema.
- El sistema debe ser conectado a tierra. La tierra y el neutro son diferentes y ambos deben ser bien conectados.
- Las transferencias tienen un control electrónico que le proporciona mucha información.
- Observar cuidadosamente las luces que se enciendan en cada momento y ello le puede ayudar a detectar problemas, si existen y a resolverlos.
- Un control ITAC le indica si la tensión esta alta o baja en la red normal o en el generador, si falta una fase o si existe una inversión de fases. También le indica si hay orden de cierre del contacto para suministro normal o suministro de emergencia.

REALICE LAS SIGUIENTES PRUEBAS

- Verificar si hay corto circuito en los circuitos de la operación Normal.
 - ✓ Cierre el minibreaker de la fase A o R
 - ✓ Cierre el minibreaker de la fase B o S
 - ✓ Cierre el minibreaker de la fase C o T
- ❖ Si hay cortocircuito. Revise donde puede estar el cortocircuito siguiendo el esquema pegado en la tapa de la transferencia.
- ❖ Si no hay cortocircuito preceda con el siguiente punto.

MANUAL

- Verificar la correcta operación del modo Manual – **Prueba de Normal**
 - ✓ Coloque la muletilla de “manual – automático” en modo Manual.
 - ✓ Coloque la muletilla de “Normal – apagado – Emergencia” en Normal.

Si no cierra Normal revise el circuito, y corrija hasta que opere correctamente.

- Verificar la correcta operación del modo Manual – **Prueba de Emergencia**
 - ✓ Cerciórese que tiene energía en emergencia. Opere su generador manualmente o simule con otra fuente de energía normal.
 - ✓ Verifique que el breaker del generador esté en ON para que usted tenga energía.
 - ✓ Coloque la muletilla de “manual – automático” en manual.
 - ✓ Coloque la muletilla de “Normal – apagado – Emergencia” en Emergencia.

Si no cierra Emergencia revise el circuito, y corrija hasta que opere correctamente.

AUTOMÁTICO

- Verificar que opere correctamente en modo Automático - **Prueba de Normal.**
 - ✓ Coloque la muletilla de “manual – automático” en automático.
 - ✓ Coloque la muletilla de “Normal – apagado – Emergencia” en cualquier punto pues esta muletilla no opera en automático. Todo el manejo se le

transfiere al control ITAC de modo que usted debe observar cuidadosamente las luces del control.

Si no cierra Normal revise el circuito, y corrija hasta que opere correctamente.

- Verificar si hay falta de fase o inversión de frecuencia
 - ✓ Abra y cierre los minibreaker que protegen la entrada de las fases del control y cerciórese que el contactor de Normal cierre. Recuerde que hay temporizaciones.
 - ✓ Invierta las entradas al control en los puntos 1 y 2 del control. Esto puede producir una inversión de secuencia de fases que el control debe detectar. También es la solución cuando usted encuentra que tiene una inversión de secuencia aparente indicada en el control y su equipo de emergencia esta encendido.
 - ✓ Revise que el interruptor monofásico – trifásico localizado en la tapa trasera del control esté en trifásico. También revise que interruptor automático – prueba este en automático. En posición de prueba simula internamente una falla.
 - ✓ Comprobar si el Contactor de Normal
 - ❖ abre con fase A o R en normal
 - ❖ abre con fase B o S en normal
 - ❖ abre con fase C o T en normal
 - ❖ abre con inversión de secuencia en normal
 - ❖ abre con interruptor de prueba en normal

Si no se cumplen las pruebas revise y efectúe las pruebas del control. En sus pruebas puede simular la operación del control pues en caso de fallas no se puede descartar ninguno de los componentes de un equipo. Hay que analizar todo el circuito de modo tal que se encierre el problema. Debe tener orden y paciencia en

su análisis. También le incluiremos con esta información una lista de problemas y de que se ha encontrado al atender la consulta.

- Verificar que opere correctamente en modo Automático **-Prueba Emergencia.**
 - ✓ Cerciórese que tiene energía en emergencia. Opere su generador manualmente o simule con otra fuente de energía normal.
 - ✓ Verifique que el breaker del generador esté en ON para que usted tenga energía.
 - ✓ Coloque la muletilla de “Normal – apagado – Emergencia” en cualquier punto pues esta muletilla no opera en automático. Todo el manejo se le transfiere al control ITAC de modo que usted debe observar cuidadosamente las luces del control.

Si no cierra Emergencia revise el circuito, y corrija hasta que opere correctamente. Revise que dicen las luces del control.

CONTROL ITAC

El control electrónico automático tiene unas luces rojas que proporcionan información acerca de la operación del sistema (figura A.1). Tanto en RED como en PLANTA hay dos luces arriba y dos abajo, en OPERA también hay tres luces. La flecha hacia arriba ubicada al lado de cada luz indica un voltaje alto cuando está encendida; si está encendida la flecha hacia abajo indica que el voltaje es bajo. La comparación se hace con un punto de ajuste calibrado previamente. Se debe tener en cuenta que el voltaje puede estar bien pero el ajuste no.



Figura A.1 Tablero del control de la transferencia

- Verificar que opere correctamente CN, en alto voltaje. Verificar operación de las luces, Verificar que opere temporizadamente
- Verificar que opere correctamente CE en alto voltaje. Verificar operación de las luces. Verificar que opere temporizadamente
- Verificar que opere correctamente APE en alto voltaje. Verificar operación de las luces. Verificar que opere temporizadamente
- Verificar que opere correctamente CN, en bajo voltaje. Verificar operación de las luces, Verificar que opere temporizadamente
- Verificar que opere correctamente CE en bajo voltaje. Verificar operación de las luces. Verificar que opere temporizadamente
- Verificar que opere correctamente APE en bajo voltaje. Verificar operación de las luces. Verificar que opere temporizadamente.

CN			
Porcentaje %	Tensión [VAC]	Segundos	
		Contacto	Luz
5	231	0	0
10	242	5	5
20	264	15	15
		30	30

CE			
Porcentaje %	Tensión [VAC]	Segundos	
		Contacto	Luz
5	231	0	0
10	242	5	5
20	264	15	15
		30	30

APE			
Porcentaje %	Tensión [VAC]	Segundos	
		Contacto	Luz
5	231	0	0
10	242	50	50
20	264	100	100

CN			
Porcentaje %	Tensión [VAC]	Segundos	
		Contacto	Luz
-5	209	0	0
-10	198	5	5
-20	176	15	15
		30	30

CE			
Porcentaje %	Tensión [VAC]	Segundos	
		Contacto	Luz
-5	209	0	0
-10	198	5	5
-20	176	15	15
		30	30

APE			
Porcentaje %	Tensión [VAC]	Segundos	
		Contacto	Luz
-5	209	0	0
-10	198	50	50
-20	176	100	100

Figura A.2 Tablas Relación de porcentaje y tensión de los contactos del control de transferencia

CASOS QUE SE PRESENTAN EN LAS LUCES DE SEÑALIZACIÓN

PRIMER CASO

- ALTO VOLTAJE RED
- BAJO VOLTAJE RED
- ALTO VOLTAJE EMERGENCIA
- BAJO VOLTAJE EMERGENCIA
- FALTA DE FASE O INVERSION DE SECUENCIA
- PRUEBA
- OPERA CN
- OPERA CE
- OPERA PLANTA

En este caso se tiene un voltaje alto en la red, la máquina arrancó y está generando y el contactor de emergencia esta operado. Si no hay energía en la carga pueden haber ocurrido varias cosas:

- El circuito de la bobina del contactor de emergencia está abierto, esto es: una línea abierta, un contacto abierto.
- La bobina está abierta, puede ser que se haya quemado, o se haya dañado si es electrónica o simplemente se abrió.
- Revise si el breaker del generador está cerrado. Si está abierto nunca le cerrará el contactor de emergencia
- Si la bobina está bien simule la operación del contacto CE en el control haciendo un puente con un cable. Si cierra el contactor, quiere decir que el problema está en el relé CE de control ITAC que se daño.



SEGUNDO CASO

- ALTO VOLTAJE RED
- BAJO VOLTAJE RED
- ALTO VOLTAJE EMERGENCIA
- BAJO VOLTAJE EMERGENCIA
- FALTA DE FASE O INVERSION DE SECUENCIA
- PRUEBA
- OPERA CN
- OPERA CE
- OPERA PLANTA

Se tiene un voltaje bajo en la red, la máquina arrancó y está generando y el contactor de emergencia esta operado. Si no tiene energía en la carga puede tener problemas como se explico en el primer caso.

TERCER CASO

- ALTO VOLTAJE RED
- BAJO VOLTAJE RED
- ALTO VOLTAJE EMERGENCIA
- BAJO VOLTAJE EMERGENCIA
- FALTA DE FASE O INVERSION DE SECUENCIA
- PRUEBA
- OPERA CN
- OPERA CE
- OPERA PLANTA

Se tiene un voltaje bajo en la red y falta o inversión de secuencia de fases encendidos es porque el sistema tiene una fase caída y su máquina arrancó y está generando y el contactor de emergencia esta operado. Si no tiene energía en la carga puede tener problemas como se explico en el primer caso.



CUARTO CASO

- ALTO VOLTAJE RED
- BAJO VOLTAJE RED
- ALTO VOLTAJE EMERGENCIA
- BAJO VOLTAJE EMERGENCIA
- FALTA DE FASE O INVERSION DE SECUENCIA
- PRUEBA
- OPERA CN
- OPERA CE
- OPERA PLANTA

Se tiene falta o inversión de secuencia de fases encendido y no hay bajo voltaje es porque el sistema tiene una inversión en la secuencia de fases y su máquina arrancó y está generando y el contactor de emergencia está operado.

Si tiene esta situación y el sistema está normal puede corregir el problema invirtiendo dos cables de entrada al control en los puntos 1 y 2 del mismo. Inmediatamente el led se apaga y el sistema se normaliza.

QUINTO CASO

- ALTO VOLTAJE RED
- BAJO VOLTAJE RED
- ALTO VOLTAJE EMERGENCIA
- BAJO VOLTAJE EMERGENCIA
- FALTA DE FASE O INVERSION DE SECUENCIA
- PRUEBA
- OPERA CN
- OPERA CE
- OPERA PLANTA

Se tiene falta o inversión de secuencia de fases encendido y no hay bajo voltaje es porque el sistema tiene una inversión en la secuencia de fases y la máquina arrancó y no está generando adecuadamente y el contactor de emergencia no

está operando. Si no hay energía en la carga revise el equipo generador, es posible que el ajuste de tensión esté mal.

SEXTO CASO

- ALTO VOLTAJE RED
- BAJO VOLTAJE RED
- ALTO VOLTAJE EMERGENCIA
- BAJO VOLTAJE EMERGENCIA
- FALTA DE FASE O INVERSION DE SECUENCIA
- PRUEBA
- OPERA CN
- OPERA CE
- OPERA PLANTA

Se está simulando una falla y esto lo puede lograr con el interruptor de prueba en la parte posterior del control. Como se ha simulado una falla debe caer CN, cerrar CE y operar su grupo electrógeno.

SEPTIMO CASO

- ALTO VOLTAJE RED
- BAJO VOLTAJE RED
- ALTO VOLTAJE EMERGENCIA
- BAJO VOLTAJE EMERGENCIA
- FALTA DE FASE O INVERSION DE SECUENCIA
- PRUEBA
- OPERA CN
- OPERA CE
- OPERA PLANTA

En este caso no se tiene ninguna falla. El voltaje de emergencia está indicando bajo voltaje pues el generador está apagado. Operación completamente normal.

Si tiene voltímetro verifique que opere correctamente.

- Fase R – N
- Fase S – N
- Fase T – N
- Fase R – S
- Fase S – T
- Fase T – R
- Tierra (0)

NOTA: Escriba los datos y observaciones en la tabla 14 del anexo B.

PROBLEMAS COMUNES EN LOS ELEMENTOS DE LOS CONTACTORES

Los problemas en los elementos de los contactores se deben principalmente a los malos diseños, corto circuitos, circuitos abiertos, conexiones flojas, elementos recalentados, elementos mecánicamente trabados. Entre otras generalidades puede haber suciedad metálica entre las partes magnéticas de los contactores, suciedad en el conductor que pueda producir fallas a tierra, o el montaje se realizó con malos procedimientos.

En este procedimiento se debe revisar con detenimiento:

- ✓ Que los contactos no estén soldados, exactamente en el punto de contacto, en caso de estarlo, separar con un destornillador los contactos que estén ligeramente soldados. La soldadura de contactos se debe a la sobretemperatura que a su vez es causada por una sobrecorriente que podría ser consecuencia de un cortocircuito en el circuito que alimenta el contactor;

también puede ser producida por poca presión entre los contactos o por las chispas de cierre o apertura.

- ✓ Que los contactos no estén gastados, debido a las operaciones que realizan. Los fuertes desgastes se producen por las frecuentes operaciones de arranque y paro de motores
- ✓ Que la cámara Apagachispas no esté quemada. Esta cámara se quema cuando se producen chispas muy grandes que hacen circular corriente por ella; o cuando el material aislante que soporta las laminas del apagachispas se encuentre deteriorado en sus aislamientos.
- ✓ Que la bobina no esté abierta, se prueba midiendo continuidad con un téster. La bobina abierta no permite que el contactor cierre, puede estar así por defecto de fabricación o por la aplicación de un voltaje muy grande. La bobina quemada tiene olor característico a quemado y presenta muchas veces deformación en el plástico de su carrete que sirve de horma para el embobinado, o en el plástico que protege el devanado y hace de la bobina una unidad sellada.
- ✓ Que la bobina no esté en corto. Esto se debe a sobrecorrientes producidas por una tensión superior a la nominal o un voltaje más bajo de lo normal.
- ✓ Si la bobina está quemada (abierta o en corto) se debe retirar y sustituir.
- ✓ Que las piezas polares en el núcleo estén limpias, sin oxido y que queden ajustadas perfectamente, pues si su ajuste no es perfecto, el contactor puede zumbar y tener una corriente de operación más alta, lo cual no es deseable. Si están sucias, limpiar sin utilizar productos disolventes de grasa ni raspar con objetos agudos en la superficie del contacto; y teniendo el cuidado de no afectar de alguna manera el cableado que se encuentra instalado.
- ✓ Que los equipos estén bien protegidos contra polvo, para prevenir que haya sucio en el entrehierro y que los contactos no cierren. Además que no haya evidencias de presencia de algún tipo de roedor o animal en la celda.

- ✓ Que la corriente que esté circulando no sea mayor que la nominal, que el calibre del cable sea el apropiado, que los contactos no estén gastados para que hagan bien el contacto, evitando que los contactos se estén calentando.
- ✓ Que el contactor no zumbe demasiado, es causado probablemente porque:
 - es muy bajo el voltaje
 - las piezas polares del núcleo están sucias u oxidadas o están invertidas y es necesario girarlas 180 grados para garantizar un buen ajuste
 - los resortes que trae el contactor son más fuertes de lo debido e impiden de esta forma que el cierre sea perfecto. Esto es defecto de fabricación
 - La frecuencia de operación es diferente a aquella para la cual fueron fabricadas las bobinas.
- ✓ Que el barraje no tenga problemas de:
 - Recalentamiento, cuyo origen está en conexiones flojas o en dimensiones menores a las debidas.
 - Falta de aislamiento, por aisladores inadecuados para la tensión de operación.
 - Separación en las barras, si es inadecuada puede producir arcos o cortos por pequeños animales que se metan al gabinete como pueden ser lagartijas. Es común ver roedores en las subestaciones cuando no se tiene un encierro adecuado
 - Falta de rigidez mecánica.
- ✓ Que las regletas de control y de fuerza no tengan calentamiento por conexiones flojas, esto, en caso de que los cables en las regletas no estén debidamente atornillados.
- ✓ Que los minibreakers de protección del circuito de control no estén disparados, lo cual ocurre en caso de cortocircuito.
- ✓ Que las muletillas selectoras estén bien ajustadas, para que los contactos cierren o abran adecuadamente.

- ✓ Que los parámetros del control de transferencia estén bien ajustados, tener en cuenta que la cantidad eléctrica, por ejemplo el voltaje de operación esté bien pero el ajuste esté mal y haga transferencia indebidamente.
- ✓ Que el cable de la acometida no esté sulfatado interiormente, halar los bornes para verificar que estén bien apretados.
- ✓ Que la herramienta de presión en las terminales de los cables no estén en deterioro.

NOTA: Escriba los datos y observaciones en la tabla 15 del anexo B.

REVISIÓN Y CHEQUEO DE VOLTAJES

Para la revisión y chequeo de voltaje observe detenidamente los planos de los circuitos (figura A.3).

Chequeo de Voltaje en el Barraje Ahora siguiendo el plano chequee los voltajes en el barraje y en los bornes 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la regleta TB1.

En el Circuito de entrada normal los voltajes deben estar

- ✓ Entre cada punto 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 18, en un valor de 100 y 150 Voltios AC, son voltajes entre fase y neutro
- ✓ Entre los puntos 2 y 4, 4 y 6, 2 y 6 entre 175 y 255 Voltios AC.
- ✓ Se asume un voltaje de 220/127 +/- 20%

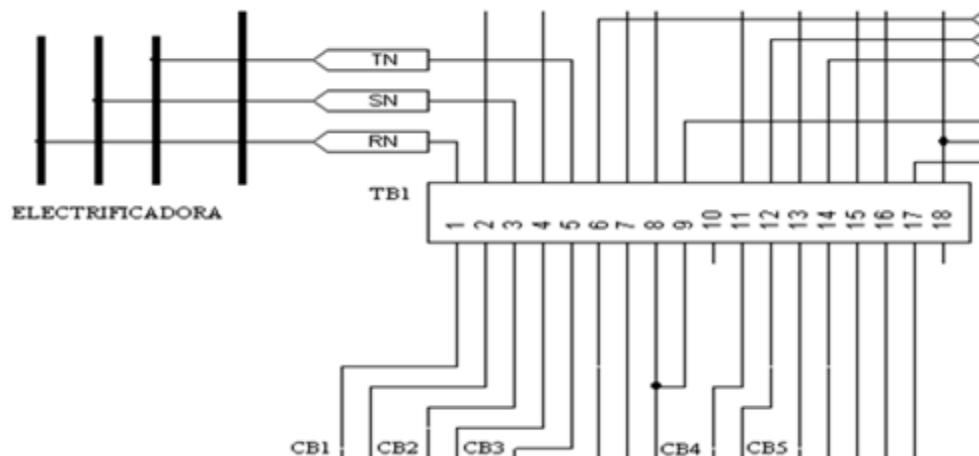


Figura A.3 Plano del circuito de entrada normal

En el circuito de entrada de emergencia Se hace necesario tener la planta generando, el procedimiento es el mismo que para el anterior, previamente chequee los puntos 11, 12, 13 y 14, de TB1 y también que el neutro llegue al punto 18 del control; ahora se sigue con el chequeo de los voltajes (figura A.4):

- ✓ Entre cada punto 11, 12, 13, 14 y 18 los voltajes deben estar en un valor de 100 y 150 Voltios AC, estos son voltajes fase neutro de emergencia.
- ✓ Entre los puntos 12 y 14 y 6 el voltaje debe estar entre 175 y 255 Voltios AC.
- ✓ Se asume un voltaje de 220/127 +/- 20%

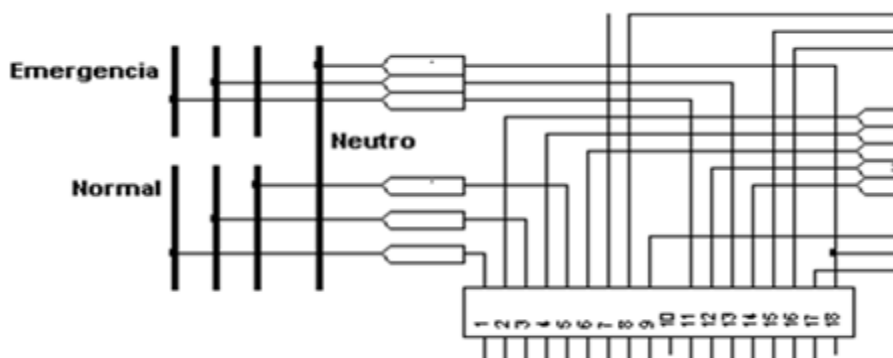


Figura A.4 Plano del circuito de entrada de emergencia

Revisión y Chequeo en el Control De la misma manera use un voltímetro de corriente alterna en la escala de 0 a 600 VAC y mida si hay voltaje en el control, en los bornes del control:

- ✓ Entre cada punto 1, 2, 3, y 12 los voltajes deben estar en un valor 100 y 150 Voltios AC.
- ✓ Entre cada punto 4, 5 y 12 los voltajes deben estar en un valor entre 100 y 150 Voltios AC.
- ✓ Entre 1 y 2, 2 y 3 el voltaje debe estar entre 175 y 255 Voltios AC.
- ✓ Se asume un voltaje de 220/127 +/- 20%

NOTA: Escriba los datos y observaciones en la tabla 16 del anexo B.

Anexo B

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA



MARCA/FABRICANTE: VELÁSQUEZ		MODELO: ITA 700 LOVATO	
UBICACIÓN: SEDE DE INVESTIGACIONES GUATIGUARÁ		No. INVENTARIO: SN-05915	
USO DEL EQUIPO: CONTROL DEL RESPALDO DE ENERGÍA		PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO: 3 MESES	
VOLTAJE DE OPERACIÓN (Vac) 220		CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) 700	
ESPECIFICACIONES DE LOS CONTACTORES		MODELO: LOVATO B500	
Contactos		Bobina	
Cantidad Eléctrica	VALOR	Cantidad Eléctrica	VALOR
Corriente Ith [A]	700	Consumo en Cierre [VA/W]	400
Voltaje de Aislamiento [V]	1000	Consumo en Sostenimiento de Cierre [VA/W]	18
		Voltaje de Operación [Vac]	220
		Frecuencia de Operación [Hz]	60

Tabla 2. Hoja de vida Sede Guatiguará, página 1

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

CONTROL DE TRANSFERENCIA			
Parámetros de control		Temporizaciones	
Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Voltaje de alimentación [V]	127/220	Tiempo desde el corte de energía hasta el intento de inicio de arranque [s]	5
Voltaje de sensado [V]	127/220	Tiempo de intentos de arranque [s]	4
Consumo [VA]	5	Tiempo de calentamiento [s]	20
Frecuencia [Hz]	60	Tiempo de reconocimiento de la tensión de red en la retransferencia [s]	10
Capacidad de los contactos	5A a 250Vac	Tiempo de enfriamiento [s]	120
Tensión de actuación por alta tensión de red	240Vac		
Tensión de actuación por baja tensión de red	180Vac		
VOLTAJE EN EL BARRAJE			
Circuito de entrada nominal		Circuito de entrada de emergencia	
Entre cada punto	Valor	Entre cada punto	Valor
1,2,3,4,5,6 y 18 [Vac]	100-150	11,12,13,14 y 18 [Vac]	100-150
2 y 4, 4 y 6, 2 y 6 [Vac]	175-255	12 y 14 y 6 [Vac]	175-255
Control			
1,2,3 y 12 [Vac]	100-150	1 y 2, 2 y 3 [Vac]	175-255
4,5 y 12 [Vac]	100-150		
OBSERVACIONES GENERALES:			

Tabla 3. Hoja de vida Sede Guatiguará, página 2

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

MARCA/FABRICANTE: VELÁSQUEZ		MODELO: ITA 800 ABB	
UBICACIÓN: EDIFICIO CENTIC		No. INVENTARIO:	
USO DEL EQUIPO: CONTROL DEL RESPALDO DE ENERGÍA		PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO: 3 MESES	
VOLTAJE DE OPERACIÓN (Vac) 220		CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) 800	
ESPECIFICACIONES DE LOS CONTACTORES		MODELO: ABB61343-ABB61342	
Contactos		Bobina	
Cantidad Eléctrica	VALOR	Cantidad Eléctrica	VALOR
Corriente Ith [A]	320	Consumo en Cierre [VA/W]	
Voltaje de Aislamiento [V]	3.6k	Consumo en Sostenimiento de Cierre [VA/W]	
		Voltaje de Operación [Vac]	220
		Frecuencia de Operación [Hz]	60

Tabla 4. Hoja de vida Edificio Centic, página 1

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

CONTROL DE TRANSFERENCIA			
Parámetros de control		Temporizaciones	
Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Voltaje de alimentación [V]	127/220	Tiempo desde el corte de energía hasta el intento de inicio de arranque [s]	5
Voltaje de sensado [V]	127/220	Tiempo de intentos de arranque [s]	4
Consumo [VA]	5	Tiempo de calentamiento [s]	20
Frecuencia [Hz]	60	Tiempo de reconocimiento de la tensión de red en la retransferencia [s]	10
Capacidad de los contactos	5A a 250Vac	Tiempo de enfriamiento [s]	120
Tensión de actuación por alta tensión de red	240Vac		
Tensión de actuación por baja tensión de red	180Vac		
VOLTAJE EN EL BARRAJE			
Circuito de entrada nominal		Circuito de entrada de emergencia	
Entre cada punto	Valor	Entre cada punto	Valor
1,2,3,4,5,6 y 18 [Vac]	100-150	11,12,13,14 y 18 [Vac]	100-150
2 y 4, 4 y 6, 2 y 6 [Vac]	175-255	12 y 14 y 6 [Vac]	175-255
Control			
1,2,3 y 12 [Vac]	100-150	1 y 2, 2 y 3 [Vac]	175-255
4,5 y 12 [Vac]	100-150		
OBSERVACIONES GENERALES:			

Tabla 5. Hoja de vida Edificio Centic, página 2

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

MARCA/FABRICANTE: VELÁSQUEZ		MODELO: ITA LG	
UBICACIÓN: FACULTAD DE SALUD		No. INVENTARIO:	
USO DEL EQUIPO: CONTROL DEL RESPALDO DE ENERGÍA		PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO: 3 MESES	
VOLTAJE DE OPERACIÓN (Vac) 220		CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)	
ESPECIFICACIONES DE LOS CONTACTORES		MODELO: LG GMC-65	
Contactos		Bobina	
Cantidad Eléctrica	VALOR	Cantidad Eléctrica	VALOR
Corriente Ith [A]	100	Consumo en Cierre [VA/W]	
Voltaje de Aislamiento [V]	690	Consumo en Sostenimiento de Cierre [VA/W]	
		Voltaje de Operación [Vac]	220
		Frecuencia de Operación [Hz]	60

Tabla 6. Hoja de vida Facultad de Salud, página 1

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

MARCA/FABRICANTE: VELÁSQUEZ		MODELO: ITA 420 LG	
UBICACIÓN: EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN		No. INVENTARIO:	
USO DEL EQUIPO: CONTROL DEL RESPALDO DE ENERGÍA		PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO: 3 MESES	
VOLTAJE DE OPERACIÓN (Vac) 220		CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) 420	
ESPECIFICACIONES DE LOS CONTACTORES		MODELO: LG GMC-400	
Contactos		Bobina	
Cantidad Eléctrica	VALOR	Cantidad Eléctrica	VALOR
Corriente Ith [A]	450	Consumo en Cierre [VA/W]	
Voltaje de Aislamiento [V]	690	Consumo en Sostenimiento de Cierre [VA/W]	
		Voltaje de Operación [Vac]	220
		Frecuencia de Operación [Hz]	60

Tabla 8. Hoja de vida Edificio Administración, página 1

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

CONTROL DE TRANSFERENCIA			
Parámetros de control		Temporizaciones	
Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Voltaje de alimentación [V]	127/220	Tiempo desde el corte de energía hasta el intento de inicio de arranque [s]	5
Voltaje de sensado [V]	127/220	Tiempo de intentos de arranque [s]	4
Consumo [VA]	5	Tiempo de calentamiento [s]	20
Frecuencia [Hz]	60	Tiempo de reconocimiento de la tensión de red en la retransferencia [s]	10
Capacidad de los contactos	5A a 250Vac	Tiempo de enfriamiento [s]	120
Tensión de actuación por alta tensión de red	240Vac		
Tensión de actuación por baja tensión de red	180Vac		
VOLTAJE EN EL BARRAJE			
Circuito de entrada nominal		Circuito de entrada de emergencia	
Entre cada punto	Valor	Entre cada punto	Valor
1,2,3,4,5,6 y 18 [Vac]	100-150	11,12,13,14 y 18 [Vac]	100-150
2 y 4, 4 y 6, 2 y 6 [Vac]	175-255	12 y 14 y 6 [Vac]	175-255
Control			
1,2,3 y 12 [Vac]	100-150	1 y 2, 2 y 3 [Vac]	175-255
4,5 y 12 [Vac]	100-150		
OBSERVACIONES GENERALES:			

Tabla 9. Hoja de vida Edificio Administración, página 2

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

MARCA/FABRICANTE: VORKOM		MODELO: LEGRAND	
UBICACIÓN: FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		No. INVENTARIO:	
USO DEL EQUIPO: CONTROL DEL RESPALDO DE ENERGÍA		PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO: 3 MESES	
VOLTAJE DE OPERACIÓN (Vac) 220		CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) 1200	
ESPECIFICACIONES DE LOS CONTACTORES		MODELO: LEGRAND DPX 261 53	
Contactos		Bobina	
Cantidad Eléctrica	VALOR	Cantidad Eléctrica	VALOR
Corriente Ith [A]	1200	Consumo en Cierre [VA/W]	
Voltaje de Aislamiento [V]	600	Consumo en Sostenimiento de Cierre [VA/W]	
		Voltaje de Operación [Vac]	220
		Frecuencia de Operación [Hz]	60

Tabla 10. Hoja de vida Facultad Ciencias Humanas, página 1

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO
HOJA DE VIDA PARA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA

MARCA/FABRICANTE: TELEMECANIQUE		MODELO:	
UBICACIÓN: AUDITORIO LUIS A. CALVO		No. INVENTARIO:	
USO DEL EQUIPO: CONTROL DEL RESPALDO DE ENERGÍA		PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO: 3 MESES	
VOLTAJE DE OPERACIÓN (Vac) 220		CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) 200	
ESPECIFICACIONES DE LOS CONTACTORES		MODELO: LC1F115 LC1F500	
Contactos		Bobina	
Cantidad Eléctrica	VALOR	Cantidad Eléctrica	VALOR
Corriente Ith [A]	200	Consumo en Cierre [VAW]	
Voltaje de Aislamiento [V]	600	Consumo en Sostenimiento de Cierre [VAW]	
		Voltaje de Operación [Vac]	220
		Frecuencia de Operación [Hz]	60

Tabla 12. Hoja de vida Auditorio Luis A. Calvo, página 1

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

FECHA DE MANTENIMIENTO		EQUIPO		No. DE INVENTARIO
VOLTAJE DE OPERACIÓN	Rango [V]			OBSERVACIONES
	220	440	480	
	Valor Medido			
CAPACIDAD DE CORRIENTE	Rango [A]			
	100 a 1600			
	Valor Medido			
SECUENCIA DE FASE Y VOLTAJE	Fase	Voltaje [V]		
	A			
	B			
	C			
LUCES DE SEÑALIZACIÓN	PRIMER CASO			
	CASO 2			
	TERCER CASO			
	CUARTO CASO			
	QUINTO CASO			
	SEXTO CASO			
	SÉPTIMO CASO			
CONEXIÓN NEUTRO Y TIERRA				

Tabla 14. Protocolo de mantenimiento, página 1

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

FECHA DE MANTENIMIENTO	EQUIPO	No. DE INVENTARIO
PROBLEMAS	ESTADO	OBSERVACIONES
CONTACTOS SOLDADOS	OK	
CONTACTOS GASTADOS	OK	
CÁMARA APAGACHISPAS QUEMADA	SI NO	
BOBINA QUEMADA	Abierta ⁷	
	Corto	
PIEZAS POLARES EN NÚCLEO (Oxidadas, desajustadas, sucias)	OK	
PROTECCIÓN EQUIPOS CONTRA POLVO, ROEDORES (sucio en el entrehierro)	OK	
CORRIENTE DEL CONTACTOR [A]	Nominal	
	Medida	
EL CONTACTOR ZUMBA DEMASIADO	SI NO	
BARRAJE (Recalentamiento, falta de aislamiento, separación de las barras,)	OK	
CONEXIONES EN LA REGLETA (Conexiones flojas)	OK	
MINIBREAKER DEL CIRCUITO DE CONTROL (Disparados por cortocircuito)	OK	
AJUSTE DE MULETILLAS SELECTORAS	OK	
CABLES Y BORNES TERMINALES (Deterioro en la herramienta de presión en las terminales y fallas en los bornes, halar bornes.)	OK	

Tabla 15. Protocolo de mantenimiento, página 2

⁷ Mida continuidad con el téster o coloque su voltímetro entre los bornes de entrada de cada una de las bobinas de los contactores, si todo está bien y hay voltaje, pero no cierra el contactor esto indica que la bobina está abierta.

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

REVISIÓN Y CHEQUEO DE VOLTAJE		PUNTOS	VOLTAJE [V]	OBSERVACIONES
E N E L B A R R A J E	EN EL CIRCUITO DE ENTRADA NORMAL ENTRE CADA PUNTO	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		18		
		2 Y 4		
		4 Y 6		
	2 Y 6			
	EN EL CIRCUITO DE ENTRADA DE EMERGENCIA ENTRE CADA PUNTO	11		
		12		
		13		
		14		
		18		
12 Y 14				
12 Y 6				
EN EL CONTROL ENTRE CADA PUNTO	1			
	2			
	3			
	12			
	4			
	5			
	12			
TÉCNICO		FECHA DE ENTREGA DE INFORME		RECIBE

Tabla 16. Protocolo de mantenimiento, página 3

Anexo C

Este anexo contiene los planos para hacer seguimiento del sistema de transferencia, en primer lugar se ilustra la ruta que hace señal en la operación del control de transferencia y en segundo lugar, el plano con la alimentación del control de la transferencia. La figura C.1 muestra un plano que sirve de guía para la conexión del circuito de la transferencia electrónica.

Alimentación del Control

Se alimenta de la regleta de conexión, el procedimiento es el siguiente:

A la entrada de 5 minibreakers van señales que se toman de cada una de las tres fases, las del suministro normal y dos del suministro de emergencia. Las salidas de los minibreakers van a la regleta de conexión a los puntos 1, 2, 3, 4 y 5.

Los cables RN, RS y RT salen del barraje de Normal, RE y RS salen del barraje de Emergencia. El neutro que es común se lleva a la regleta si se va a utilizar en la alimentación de las bobinas de los contactores o de otro dispositivo que se esté utilizando.

Las fases R, S y T de Normal pasan por breakers y llegan a los puntos 1, 2 y 3 de la regleta respectivamente.

Ruta de la señal

De la alimentación de la fase R de Normal se llega al Switch 1, con el cual se escoge el modo Automático o Manual. Al seleccionar el modo automático la señal pasa del punto 1 de la regleta al switch S1 normal cerrado (Automático), al punto 6 de la regleta, al punto 6 del control ITAC (contacto CN, si está cerrado debido a que el suministro de normal está bien). Del punto 7 del control ITAC al punto 7 de la regleta, de aquí al punto 21 del contactor de emergencia (contacto de enclavamiento eléctrico, normal cerrado), y finalmente a la bobina del contactor NORMAL, entrando por el punto A1 y saliendo por el punto A2 a cerrar circuito con el punto 2. De manera opcional se puede colocar una luz piloto para señalización, ubicada en paralelo con la bobina.

Si el trabajo debe ejecutarse en Emergencia la señal pasa del punto 4 de la regleta al switch S1 normal cerrado (Automático) al punto 8 de la regleta, al punto 8 del control ITAC, contacto CE. Del punto 9 del control ITAC al punto 9 de la regleta, del punto 7 de la regleta al punto 21 del contactor de normal (contacto de enclavamiento eléctrico, normal cerrado) y finalmente a la bobina del contactor de PLANTA, entrando por el punto A1 y saliendo por el punto A2 a cerrar el circuito con el punto 2. De manera opcional se puede colocar una luz piloto para señalización, en paralelo con la bobina.

Al seleccionar el modo MANUAL, S1 cambia de estado (contacto normal abierto a cerrado y el contacto normal cerrado a abierto), por lo tanto la señal pasa del punto 1 de la regleta al switch S1 normal abierto (MANUAL), al switch S2 normal cerrado (Normal), punto 7 de la regleta al punto 21 del contactor de Emergencia, (sin pasar por el control), contacto de enclavamiento eléctrico (normal cerrado) y finalmente a la bobina del contactor de Normal, entrando por el punto A1 y saliendo por el punto A2 a cerrar circuito con el punto 4.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

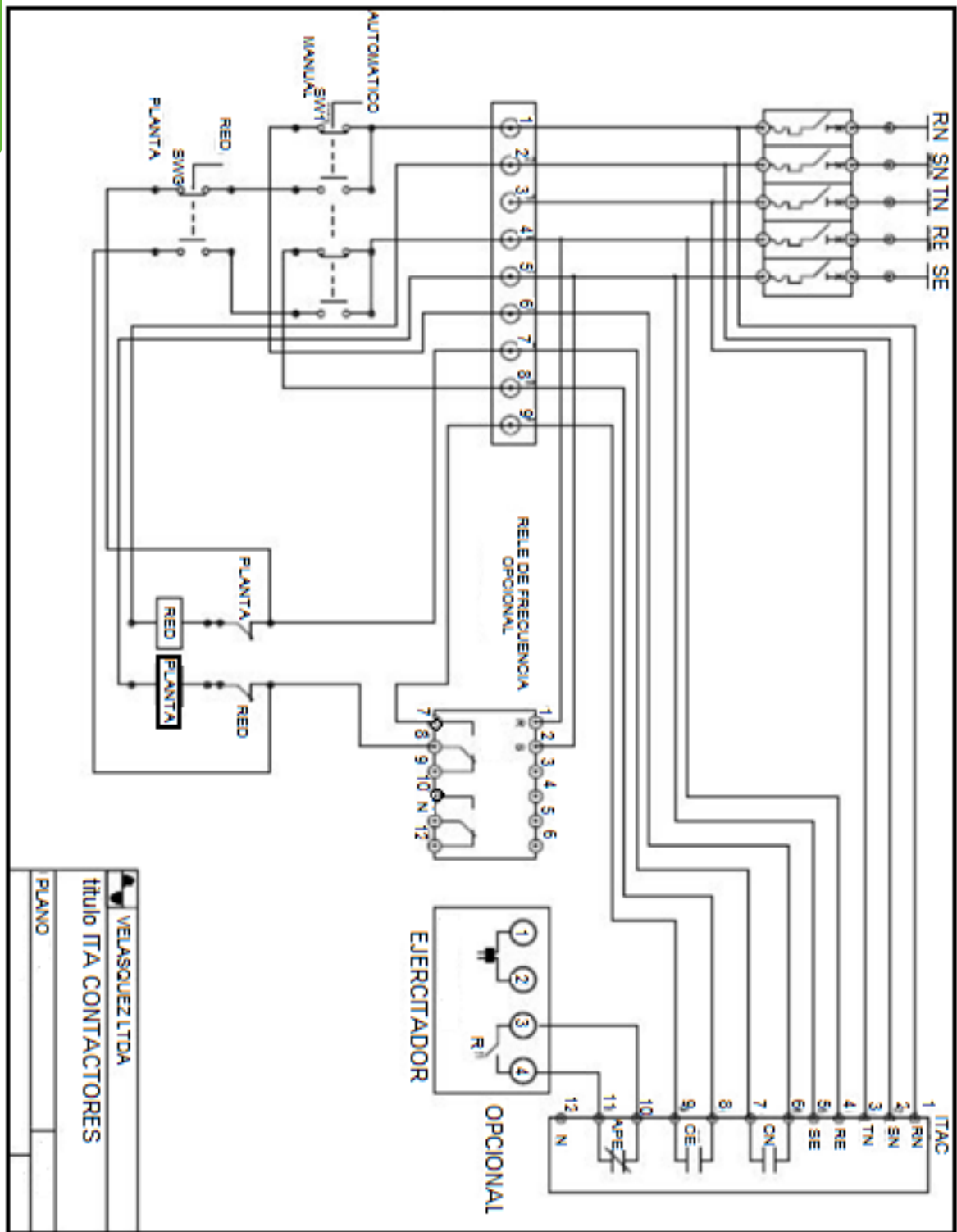


Figura C.1 Plano del control de transferencia

OBSERVAR SIGUIENDO EL PLANO

Para tener claridad en cuanto a los dispositivos de protección y los contactos revise las siguientes indicaciones siguiendo los planos:

1. La alimentación del control de Transferencia ITAC se hace desde los puntos de regleta 1, 2, 3, 4 y 5, y alimentan las fases AN, BN, CN del servicio Normal, y AE y BE de emergencia. Existen 3 contactos dentro del control, CN y CE que son normalmente abiertos y APE que es normalmente cerrado; estas conexiones las vemos en la figura C.2.
2. La protección de la alimentación se realiza con minibreakers.
3. El minibreaker CB1 alimenta el punto 1 de la regleta. La señal va a la llave selectora SW1 la cual está en modo Automático. La señal pasa por el contacto A, que está cerrado, pasa por el contacto CN del control ITAC que cierra una vez esté la alimentación de Red con condiciones adecuadas. Llega al punto 7 y entra a un contacto (normalmente cerrado del contactor) KE. Al estar cerrado permite que la bobina KN se energice. Este es uno de los dos contactores de control que forman la transferencia.
4. Los contactos KN se cierran cuando se energiza el contactor KN. La carga se alimenta de la fuente normal de energía.
5. El contacto CN del control ITAC se abre si aparece un problema en el suministro normal, logrando que se desenergice KN. EL grupo electrógeno recibe orden de empezar a generar. Una vez la tensión de emergencia esta en las condiciones adecuadas se cierra el contacto CE y esto hace que se cierre el contactor de emergencia. Veamos ahora cómo llega la señal a energizar el contactor CE.
6. La señal de la fase A de emergencia llega al punto 4, pasa por el contacto C del selector SW1, selector de modo de operación.

Fuente: Fotografía tomada de www.velasquez.com.co

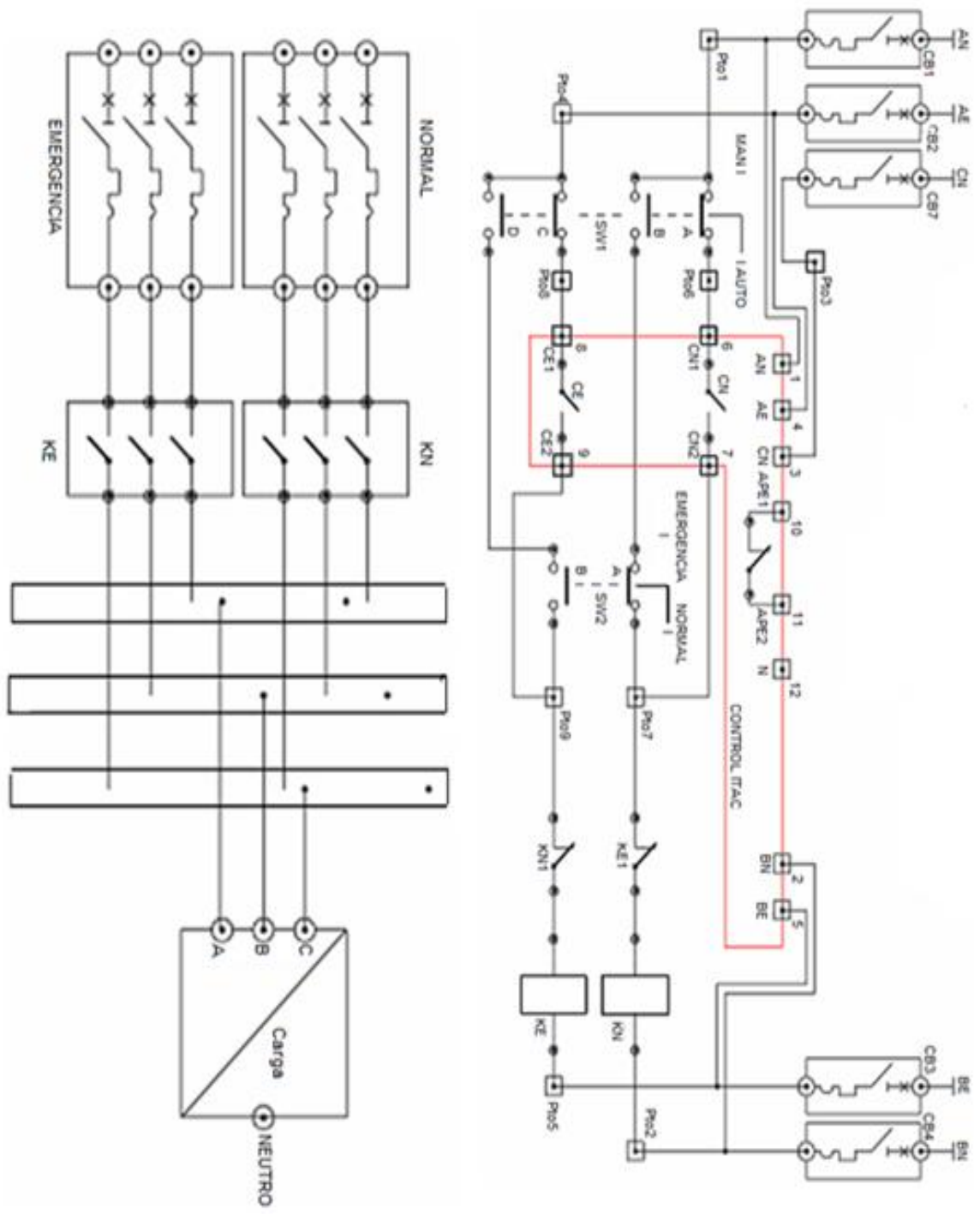


Figura C.2 Alimentación del Control de la Transferencia

7. La señal pasa por el contacto CE del control ITAC, pasa luego por el contacto normalmente cerrado de CN (éste sirve de enclavamiento eléctrico) y alimenta la bobina de KE y luego pasa por el punto 5 y cierra circuito con la fase B de emergencia.
8. AL energizarse el contactor KE cierran sus contactos. La carga se alimenta de la fuente de emergencia.
9. En modo de operación manual, las señales de alimentación de las bobinas de los contactores KN y KE no pasan por los contactos CN y CE del control ITAC sino que son manejadas por la llave selectora Normal — Emergencia. Cuando la llave selectora de modo de operación está en modo automático la otra llave no actúa para nada, sólo cuando está en manual.

Anexo D

ESTUDIO DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DEL CENTIC

Este estudio fue realizado en el edificio CENTIC ubicado en la de la universidad industrial de Santander UIS, donde también operan STE, lo presentamos como parte del seguimiento a las revisiones técnicas que se realizaron para conocer los sistemas. Sirve como base para realizar el estudio en otras instalaciones similares a este, tiene como objetivo principal analizar la inspección a las instalaciones y registro del comportamiento de las variables eléctricas en el circuito que alimenta algunos componentes electrónicos y en el barraje de respaldo del edificio principal de este Edificio.

Metodología

- Con el objeto de identificar la fuente de los daños presentados algunos equipos electrónicos del edificio del **CENTIC**, se utilizaron dos analizadores de calidad de energía eléctrica marca **AEMC** referencia **3945**, para monitorear en forma simultánea el comportamiento tanto en estado estable como transitorio en dos puntos críticos del sistema eléctrico general.
- Los puntos de monitoreo seleccionados fueron la salida de la **UPS** que suministra la energía a las cámaras de seguridad, el barraje principal del

devanado secundario del transformador principal y el barraje con respaldo de la planta de emergencia.

- El tiempo de monitoreo fue de veinticuatro (24) horas en los dos primeros puntos arriba indicados. Se realizó además una prueba de entrada y salida de funcionamiento de la planta de emergencia y se monitorearon los parámetros eléctricos a la salida de la UPS y el barraje respaldado por la planta de emergencia durante un lapso de una (1) hora.
- Se realizó una inspección de la configuración de las instalaciones eléctrica y se recopiló la información técnica suministrada por el personal encargado de la parte de monitoreo y control del edificio del **CENTIC**

OBSERVACIONES

1. De acuerdo a las especificaciones y características técnicas suministradas por el fabricante de la **UPS** (Tripp-lite) instalada aguas arriba del circuito de cámaras de seguridad, este equipo realiza las siguientes funciones:
 - a. Regenera completamente la potencia de entrada en una onda senoidal completamente regulada libre de distorsión armónica, impulsos eléctricos rápidos y fluctuaciones de frecuencia.
 - b. Convierte constantemente la señal de entrada de voltaje AC de la línea en DC y luego genera una señal pura AC para alimentar la carga conectada a la misma.
 - c. El tiempo de respuesta de la UPS para dar respaldo a la carga ante un corte del suministro de energía de la red es “cero” (0).
 - d. Mantiene todo el tiempo una señal de voltaje en los bornes de salida de la misma con una magnitud de **120V ± 2%** y una distorsión armónica total de voltaje (**THDv**) menor al **5.0%**.

- e. Regula la frecuencia del voltaje de salida a **50/60Hz ± 0.05 Hz**.
- f. Suprime picos de AC de **2440 Julios** con un tiempo de supresión instantáneo.
- g. Suprime ruidos AC **EMI** (interferencia electromagnética) y **RFI** (interferencias de radiofrecuencia)

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, actualmente la UPS en mención sólo realiza algunas de las funciones anteriormente citadas.

Mantiene una distorsión armónica total de voltaje THDv menor al 5% (**1.4%** figura C.1), no obstante otras funciones no las cumple.

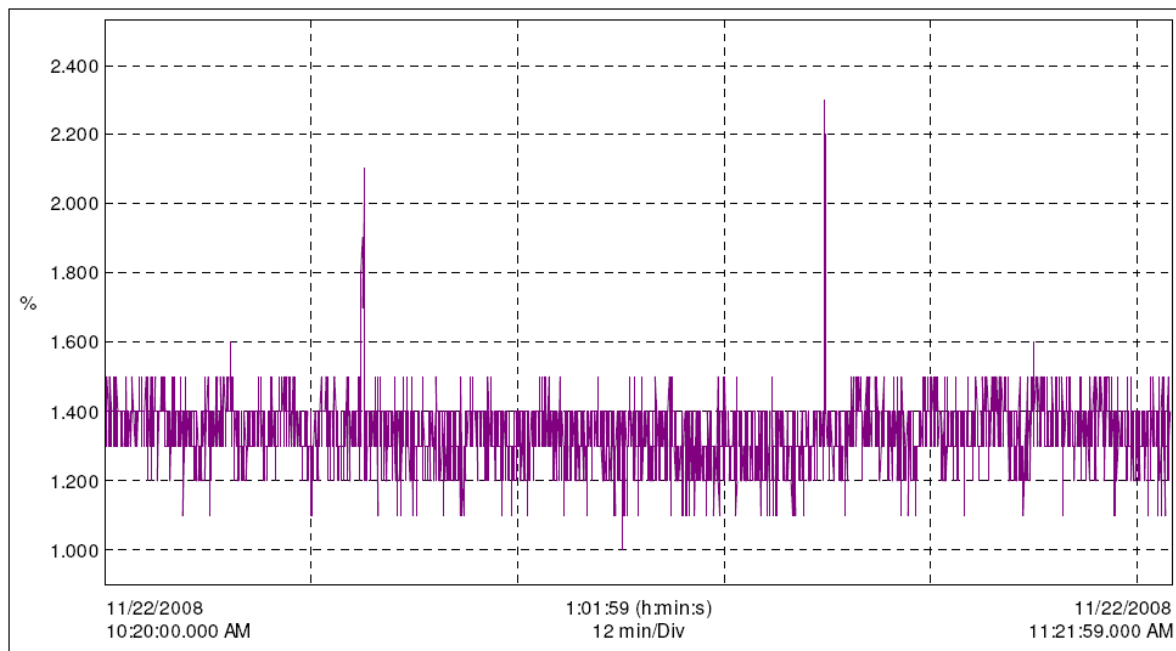


Figura D.1 Distorsión Armónica total de voltaje THDv (Voltaje de salida UPS)

2. La señal de voltaje de salida de la **UPS** presenta una sobretensión transitoria en los instantes de restablecimiento del suministro de energía en los momentos de corte del mismo. La magnitud de esta sobretensión es de **76 Voltios pico** y su duración es de **1 ms**. (figuras C.2 y C.3).

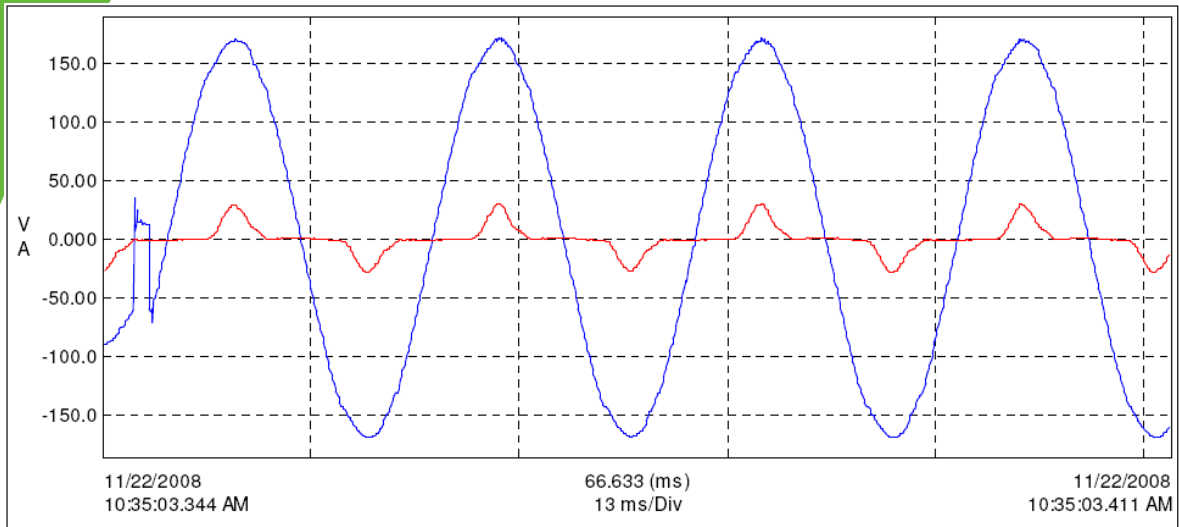


Figura D.2 Instante de entrada en funcionamiento planta de Emergencia (Bornes salida UPS)

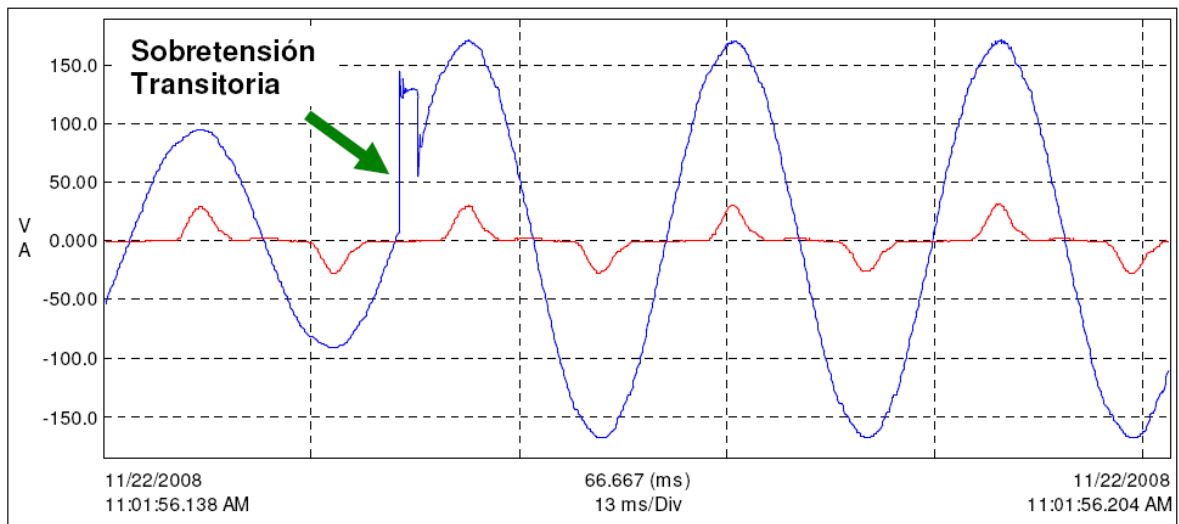


Figura D.3 Instante de restablecimiento del servicio de la red externa (Bornes salida UPS)

- No existe una protección contra sobretensiones transitorias (TVSS) en el barraje general del transformador que alimenta al edificio del **CENTIC** (figura C.4).



Figura D.4 Tablero general de distribución edificio CENTIC

4. Existen dispositivos de protección TVSS solo para ciertos circuitos específicos de la edificación. Además no se instalaron correctamente de acuerdo a las especificaciones establecidas por la reglamentación eléctrica vigente (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE).

Los TVSS están conectados directamente al barraje de alimentación de los tableros que protegen y no están provistas de un dispositivo de protección contra sobre corriente (figura C.5).

Lo anterior implica que en el momento de presentarse un problema de funcionamiento en alguno de los dispositivos TVSS, pone en peligro a los equipos que están protegiendo.

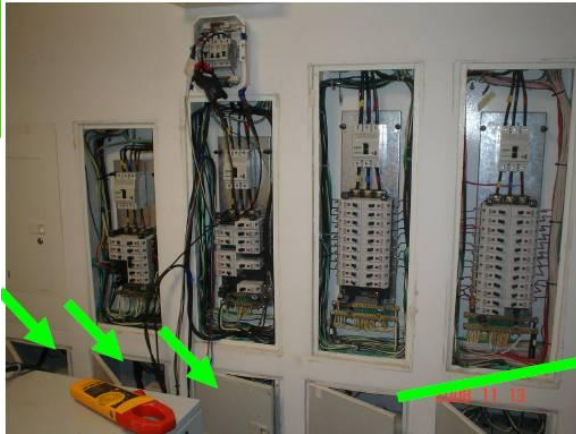


Figura C.5-a Ubicación TVSS



Figura C.5-b Características de uno de los TVSS

Figura D.5 Protecciones contra sobretensiones transitorias (TVSS) existentes

5. El borne del neutro en el transformador principal que alimenta a las cargas sensibles del **CENTIC** se encuentra conectado a tierra indirectamente a través de un puente a la carcasa del transformador (figura C.6), lo cual permite la transferencia de sobretensiones transitorias generadas en Media Tensión en el conductor del neutro conducidas a través de la carcasa del transformador, así como inestabilidad de los voltajes de fase. Este último evento ya se ha presentado en las instalaciones y fue registrado por el personal del **CENTIC** encargado de las cámaras de seguridad y monitoreo del comportamiento del edificio.

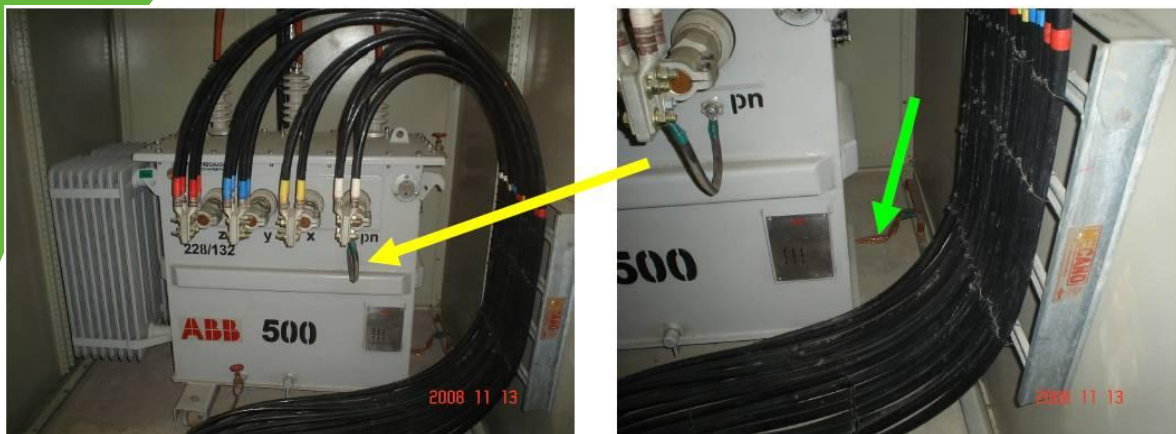


Figura D.6 Conexión a tierra del borne de neutro, Transformador principal del edificio CENTIC

6. Cuando funciona la planta de emergencia, esta mantiene una frecuencia variable con un valor promedio de **60.5Hz**. Lo anterior genera oscilaciones en la imagen de las cámaras de seguridad y efecto estroboscópico en las luces en una de las salas de cómputo del cuarto piso del edificio.