

**DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN ENERGÉTICO DEL EDIFICIO
DE INVESTIGACIONES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE GUATIGUARÁ**

**GERMAN LEONARDO FONTECHA HERRERA
GABRIEL ANDRÉS ROJAS CÁRDENAS**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2014**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN ENERGÉTICO DEL EDIFICIO
DE INVESTIGACIONES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE GUATIGUARÁ**

**GERMAN LEONARDO FONTECHA HERRERA
GABRIEL ANDRÉS ROJAS CÁRDENAS**

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Electrónico y Electricista respectivamente**

**Director
MIE. MANUEL JOSÉ ORTÍZ RANGEL**

**Codirector
PhD. GABRIEL ORDOÑEZ PLATA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2014**

DEDICATORIA

Doy gracias a mis padres Fanny Esperanza Cárdenas y Gabriel Rojas, por todos los esfuerzos que han hecho para sacarme adelante, por su comprensión y por ser el apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera dándome su voz de aliento, y este nuevo logro en mi vida va dedicado a ustedes especialmente.

A mi hermana y toda mi familia que han estado acompañándome en este proceso trayéndome muchas alegrías y dándome muchos consejos.

A Lizzeth Marcela Hernandez quien me ha estado acompañando constantemente en esta etapa tan importante de mi vida, con sus consejos, alegrías y amor.

A mi compañero de tesis German Fontecha el cual fue un pilar muy fuerte en este proyecto quien nunca se dejó desvanecer a pesar de las adversidades que este traía, le doy gracias por ser tan buen amigo y por contribuir tanto en este gran paso que los dos estamos dando en nuestros proyectos de vida.

A todos los amigos y compañeros que conocí en el transcurso de estos años, por tantas felicidades y enseñanzas que compartí con ustedes, ustedes también contribuyeron en mi formación.

Gabriel Andrés Rojas Cárdenas.

DEDICATORIA

Doy gracias a mi madre María Elisa Herrera Salazar y a mi hermana Liliana Marcela Fontecha Herrera, por todos los esfuerzos que han hecho para la culminación de la carrera.

A mi compañero de tesis Andrés Gabriel quien estuvo al tanto del desarrollo del proyecto, gracias por su paciencia y dedicación.

German Leonardo Fontecha Herrera.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este documento agradecemos a todas las personas que estuvieron involucradas en su desarrollo, especialmente a el director del proyecto ingeniero Manuel José Ortiz, por su dedicación y enseñanzas. Al profesor Gabriel Ordoñez por sus sugerencias en los momentos más importantes.

A Miguel Dot por su lectura y correcciones del texto.

A la sede de Guatiguará que nos ofreció su espacio, apoyo y recursos para el buen término del proyecto así como al ingeniero Carlos Sierra quien prestó su colaboración en el edificio de investigaciones.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	17
JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1. OBJETIVOS.....	26
1.1. OBJETIVOS GENERALES	26
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
2. MARCO TEÓRICO	27
2.1. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	27
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ONDAS DE TENSIÓN Y CORRIENTE.....	28
2.2.1. Fase.....	28
2.2.2. Amplitud de onda.....	28
2.2.3. Frecuencia de onda	28
2.2.4. Factor de potencia	29
2.2.5. Distorsión armónica	29
2.3. FENOMENOS ELECTROMAGNÉTICOS	29
2.3.1. Transitorios electromagnéticos	31
2.3.2. Variaciones de tensión de corta duración.....	32
2.3.3. Variaciones de tensión de larga duración.....	35
2.3.4. Distorsión de la forma de onda	36
2.4. ANALIZADOR DE REDES	40
2.4.1. Características y funciones.....	40
2.4.2. Tipos de analizadores de redes.....	41
2.5. ANALIZADOR FLUKE 435 SERIE II	43
2.6. SISTEMA SCADA.....	45
2.6.1. Estructura de un sistema SCADA.....	45
2.6.2. Hardware de los sistemas SCADA	47
2.6.3. Software de los Sistemas SCADA	51
2.6.4. Flujo de la información.....	51
2.6.5. Principales funciones de un sistema SCADA	52

3.	METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO.....	55
3.1.	INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	58
3.2.	ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	59
3.2.1.	Mediciones.....	60
3.3.	ANÁLISIS DE DATOS.....	61
3.2.3.	Eventos y estadísticas	62
4.	JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS Y LABORATORIOS.....	66
4.1.	CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO	66
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS SEGÚN CRITERIO TÉCNICO	69
5.	PROPUESTA DE DISEÑO SISTEMA DE MONITORIZACIÓN EDI-PTG....	70
5.1.	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....	70
5.2.	ESPACIO A INTERVENIR	71
5.3.	MONITORIZACIÓN POR TELEMETRÍA	73
5.3.1.	Componentes de la solución por telemetría.....	74
5.3.2.	Esquema General del Flujo de Información.....	75
5.4.	INSTRUMENTAL REQUERIDO.....	76
5.4.2.	Sensores termo-higrómetros.....	77
5.4.1.	Analizador digital tipo ventana	77
5.4.2.	Transductor Inalámbrico RS-485.....	78
5.3.4.	Concentradores Inalámbricos	79
5.3.5.	Unidad central y de almacenamiento.....	79
5.5.	SOPORTE LÓGICO.....	80
6.	PLAN DE MONITORIZACIÓN	81
6.1.	CRONOGRAMA DE MEDICIÓN.....	84
6.2.	PRUEBA DE TECNOLOGÍA	86
6.5.1.	Resultados prueba de tecnología	86
6.5.2.	Análisis de cotizaciones.....	87
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
7.1.	CONCLUSIONES	89
7.2.	RECOMENDACIONES	91

Bibliografía.....95
Anexo.....97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Características y clasificación típica de los F. Electromagnéticos	30
Figura 2. Continuación.....	31
Figura 3. Depresiones.....	33
Figura 4. Crestas	34
Figura 5. Interrupciones	35
Figura 6. Huecos de tensión	38
Figura 7. Fluctuaciones de tensión (Flicker)	39
Figura 8. Paquete: Analizador de calidad de energía. Fluke 435 serie II	43
Figura 9. Estructura básica de un sistema SCADA.....	46
Figura 10. Topologías de redes	50
Figura 11. Ejemplo de visualización dinámica.	54
Figura 12. Mediciones.....	61
Figura 13. Evento flicker	62
Figura 14. Caídas de tensión laboratorio	63
Figura 15. Estadística de factor de potencia.....	64
Figura 16. Estadística de frecuencia.....	64
Figura 17. Elevación de corriente, laboratorio 103.....	65
Figura 18. Pirámide con rangos de precios de equipos EDI.	67
Figura 19. Plano primera planta EDI-PTG.	72
Figura 20. Fotografías de la primera planta EDI-PTG.....	73
Figura 21. Esquema básico solución por telemetría.	75
Figura 22. Esquema general sistema de monitorización.	76
Figura 23. Termo higrómetro marca Comet.....	77
Figura 24. Analizador digital ABB DMTE-I-485-96	78
Figura 25. Convertidor de enlace inalámbrico	78
Figura 26. Diagrama de ingreso de equipos nuevos al EDI-PTG.	81

Figura 27. Cronograma de medición, según clasificación de los laboratorios85
Figura 28. Cronograma de medición, según consecutivo de laboratorios.85

LISTA DE ANEXOS

- Anexo digital A: Manuales y registro fotográfico. Equipos del EDI-PTG.
- Anexo B: Información técnica de placa de los equipos encontrados en EDI-PTG.
- Anexo C: Cotizaciones analizador de calidad de energía.
- Anexo D: Cronograma preliminar de programación de mediciones.
- Anexo E: Cronograma de mediciones con configuración de variables.
- Anexo F: Clasificación de equipos sin información de potencia aparente en placa.
- Anexo G: Cotización de analizador tipo ventana.
- Anexo digital H: Configuración del analizador. Cap. 24 de Manual de usuario Fluke. 435 serie II
- Anexo I: Cotizaciones de sistema de telemetría y Scada.

RESUMEN

TITULO: “DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN ENERGÉTICO DEL EDIFICIO DE INVESTIGACIONES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE GUATIGUARÁ” *

AUTORES: GERMAN LEONARDO FONTECHA HERRERA, GABRIEL ANDRÉS ROJAS CÁRDENAS**

PALABRAS CLAVES: MONITORIZACIÓN, TELEMETRÍA, ENERGÉTICO.

DESCRIPCIÓN:

Este documento expone la propuesta de monitorización de variables eléctricas del Edificio de Investigaciones de la sede de la Universidad Industrial de Santander en el Parque Tecnológico de Guatiguará (EDI-PTG). El diseño de un sistema de monitorización para un edificio de grande importancia y crecimiento investigativo, resulta ser una prioridad para la sede, debido a la alta inversión que se ha realizado al dotar los distintos laboratorios de las ramas de investigación que en este confluyen, con equipos electrónicos de un valor económico alto, además de que sus componentes electrónicos requieren una alta calidad de suministro energético.

Se recopiló información de datos de placa, archivos fotográficos y manuales de equipos instalados en la edificación, además de la información económica y técnica de los diferentes equipos que allí se encuentran hasta el 30 de noviembre del 2013, ordenando la información y clasificándola para poder realizar una ponderación de los laboratorios para crear un plan de monitorización ajustado según la importancia económica del laboratorio.

Se planteó una solución por telemetría con base en un analizador de redes tipo ventana el cual estará fijo en la frontera eléctrica de cada laboratorio y un analizador de calidad de energía portátil el cual será el que realice las mediciones de parámetros específicos según la importancia del laboratorio. Para el envío y la recepción de variables eléctricas medidas se requerirán transductores, receptores inalámbricos, esto con el fin de evitar obras civiles y que exista una fácil integración de nuevos componentes del EDI-PTG al sistema de monitorización. El seguimiento continuo a través del tiempo de parámetros eléctricos permite identificar cualquier anomalía en la red eléctrica.

* Proyecto de grado desarrollado en la modalidad de investigación.

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: MIE. Manuel José Ortiz Rangel. Codirector: PhD. Gabriel Ordoñez Plata

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF ENERGETIC MONITORING SYSTEM IN THE INVESTIGATION BUILDING OF TECHNOLOGICAL PARK GUATIGUARÁ*

AUTHORS: GERMAN LEONARDO FONTECHA HERRERA, GABRIEL ANDRÉS ROJAS CÁRDENAS**

KEYWORDS: MONITORING, TELEMETRY, ENERGETICS.

DESCRIPTION:

This document expose the proposal of monitoring of electrical variable in the investigation building that is a division of university industrial of Santander in the technological park Guatiguara (EDI-PTG). The design of a monitoring system for an important building with investigation growing is a priority due the high outlay in electronic equipment and the high energetic demand for the labs of different research branches.

The information of nameplate, photographic files and the handbook of the equipment installed were compiled. The economic and technics information of the different equipment installed until November 30, 2013 was classified to do a weighing of the labs for create a monitoring plan adjusting according to economical value of each lab.

A solution by telemetry based in a window type network analyzer that will be fixed in the electrical border of each lab, and a quality of energy analyzer portable which will be to measure of specific parametres according to the importance of lab. For delivering and reception of electrical variables measured, will be requested transducers and Wireless receivers to avoid civil works and ensure easy integration of new components in EDI-PTG to the monitoring system. Continuous monitoring over time of electrical parameters allows identify any anomaly in the electrical network.

* Degree's Project developed with research purposes

** Physical-Mechanical Engineering Faculty. Electric, Electronic and telecommunications Engineering Department. Director: MIE. Manuel José Ortiz Rangel. Co-director: PhD. Gabriel Ordoñez Plata

INTRODUCCIÓN

Desde su creación, el Parque Tecnológico de Guatiguará (PTG) ubicado dentro del Área Metropolitana de Bucaramanga, al noreste del casco urbano del municipio de Piedecuesta sobre la vía que parte de la autopista Bucaramanga – Bogotá, hasta la vereda y valle de Guatiguará, se ha convertido en un referente científico y de desarrollo regional y nacional, allí confluyen diferentes formas y temáticas de investigación. La Universidad Industrial de Santander ha llevado la batuta desde sus inicios, aunque también intervienen en él algunas empresas de carácter mixto y privado.

El Edificio de Investigaciones, inaugurado en el 2012¹, es un gran aporte al constante crecimiento del parque tecnológico, siendo este edificio la estructura física más grande e importante construida en el Parque Tecnológico de Guatiguará. Los 7000 m² constan de cuatro plantas, 42 laboratorios de 96 m² cada uno. Algunos laboratorios se encuentran próximos a ser dotados, otros comenzaron su funcionamiento desde la iniciación de actividades en el edificio y están en constante equipamiento [1].

Estos laboratorios instalados en el EDI-PTG² están diseñados para ser de carácter multidisciplinario, es decir cuentan con suministros de servicios de energía, comunicaciones, sistema de aire acondicionado, etc. Condiciones necesarias para el funcionamiento adecuado de los equipos empleados en las investigaciones y desarrollos tecnológicos que allí se realizan. El hecho de conglomerar diferentes tipos de equipos en una sola edificación puede conllevar a que se generen interferencias y distorsiones en las formas de onda de la red eléctrica del edificio.

¹ Con una inversión inicial de 13 millones de dólares, la UIS entregó edificio de investigaciones.

² EDI-PTG: Edificio de Investigaciones Parque Tecnológico de Guatiguará.

Los instrumentos usados en estos laboratorios para el desarrollo fiable de las investigaciones son en su mayoría equipos eléctricos y electrónicos de muy alta calidad pero también de alto costo³. Algunos de los equipos más relevantes son:

- Microscopio de barrido electrónico.
- Equipo de súper-computación.
- Espectrómetros de masas.
- Cromatógrafo líquido.
- Generador de nitrógeno.

Estos equipos requieren una constante y alta calidad de suministro eléctrico para garantizar su óptimo funcionamiento. El monitoreo constante de las principales variables eléctricas ayudará en la tarea de prolongar la vida útil de estos instrumentos.⁴

La palabra *monitorización* es una palabra recientemente acuñada a ciertas actividades diversas en el curso de nuestra historia. Podría ser definida como *la medida continuada a través del tiempo, de aspectos relativos a la calidad de los procedimientos que se realizan*.⁵

Cualquier fallo o deficiencia que se pueda presentar en la calidad de la energía que se suministra a estos equipos puede perjudicar no solo al equipo sino también los procedimientos que se realizan en cadena.

³ El costo de algunos equipos como el Microscopio de Barrido Electrónico supera los mil millones de pesos.

⁴ Algunos laboratorios realizan actividades ininterrumpidamente que pueden llegar a afectar la vida útil de los equipos.

⁵ Fuente: Curso, GARCÍA, Emilio Ignacio. 2.1. 1. COCEPTOS GENERALES Y MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD.

Medir continuamente a través del tiempo las variables más importantes de un sistema eléctrico permite configurar indicadores fiables y claros para brindar informes periódicos a los interesados en este tipo de información.

Estas mediciones de variables eléctricas o de otro tipo son ampliamente utilizadas en procesos industriales, verificando que se encuentren en los niveles correspondientes dependiendo del proceso que se esté llevando a cabo. Típicamente se utilizan medios guiados (pares trenzados, cable coaxial, fibra óptica) para hacer la transmisión de datos, pero en los últimos años se ha venido posicionando el uso de tecnologías de radiofrecuencia para dicha transmisión.

Esta tecnología es la que se planteará en el desarrollo del proyecto, recalcando sus ventajas económicas, teniendo en cuenta la futura ampliación del sistema de monitorización a todo el edificio.

JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Edificio de Investigaciones (EDI) del Parque Tecnológico de Guatiguará (PTG) constituye un proyecto piloto de gran importancia para los grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander (UIS). La expectativa de dotarlo con equipos de última tecnología permitirá elevar el nivel de las investigaciones e innovación acordes con las políticas de desarrollo regional y nacional, cumpliendo con los más altos estándares de calidad.

En 1993 la Universidad Industrial de Santander destinó los predios ubicados en Piedecuesta para la construcción de un parque científico de Guatiguará. Allí se instalaron corporaciones mixtas de investigación asociadas con el sector productivo, centros y grupos universitarios orientados a la investigación aplicada. En 1995 se vincularon a este proyecto expertos extranjeros especialmente provenientes de la antigua Unión Soviética. En 1996 se creó una incubadora de empresas de base tecnológica, inicialmente ubicada en la sede central de la Universidad y luego trasladadas a Guatiguará. En 1999 este proyecto pasó a consolidarse en el Parque Tecnológico de Guatiguará incluyendo sectores gubernamentales, académicos y gremiales. Visionando el desarrollo local, regional y nacional [2].

En el 2012 la Universidad Industrial de Santander con una inversión cercana de trece mil millones de pesos entregó oficialmente a la comunidad científica y al sector empresarial el Edificio de investigaciones, la estructura física más importante del proyecto del Parque Tecnológico de Guatiguará construida hasta la fecha.

Las líneas investigación se clasifican en biotecnología, bacteriología, recursos energéticos, tecnologías de la información [1].

Cinco de los grandes laboratorios de la UIS que prestan sus servicios a distintos sectores son:⁶

Laboratorio de Microscopía: Allí se realizan estudios en todo tipo de materiales sólidos, incluidas muestras biológicas, materiales metálicos, cerámicas y polvos, materiales poliméricos y aleaciones metálicas, entre otros. Los servicios que presta están dirigidos a áreas como la geología, la metalúrgica, la odontología, la paleontología, el control de calidad, las fibras, los peritajes, la medicina forense, la botánica, la biomédica, la medicina, la museología, las peritaciones caligráficas, la electrónica, entre otras.

El laboratorio cuenta con un microscopio de barrido, que tiene gran utilidad para la caracterización y el análisis de muestras de origen orgánico e inorgánico con aplicación en diferentes campos de la ciencia y la tecnología. Actualmente presta sus servicios a algunas empresas relacionadas con la preparación de tuberías y la industria de la salud, entre otras.

Laboratorio de Espectrometría de masas: Mediante este equipo se determinan las masas de sistemas moleculares y configuración espacial de las moléculas. Con su alta tecnología presta servicios a la industria petrolera, farmacéutica, de alimentos, de materiales y manufacturera; al sector salud, a la agroindustria y a la industria de la biotecnología, entre otras.

Gracias a la instrumentación con la que cuenta el laboratorio, se pueden caracterizar moléculas como las que forman el crudo y sus fracciones.

Para el sector salud es de gran importancia conocer los sistemas proteicos relacionados con parásitos, con virus o con algunos vectores asociados a diversas enfermedades comunes en la región, para lo cual este laboratorio presta sus servicios.

⁶ Fuente: Parque Tecnológico Guatiguará. Laboratorios de gran avanzada científica al servicio de Colombia. Artículo publicado en la revista aseduis, Edición #29. Abril/Mayo 2014.

Actualmente este laboratorio realiza importantes proyectos de investigación en las áreas de petroleómica y de proteómica. Además ha desarrollado proyectos con el Instituto Colombiano de Petróleo (ICP).

Laboratorio de difracción de rayos X: Actualmente el laboratorio presta servicios de difracción de rayos X en muestras de polvo o en metálicos, aleaciones ferrosas y no ferrosas, zeolitas, en general cualquier compuesto orgánico, inorgánico y mineral.

También presta servicios de fluorescencia de rayos X, servicios especializados de capilaridad y densidad de películas delgadas.

Laboratorio de supercomputación y cálculo científico: Este laboratorio apoya el tratamiento de problemas complejos y de gran escala que requieran supercomputación, como, por ejemplo simulación avanzada, procesamiento intensivo de datos, almacenamiento, preservación y transferencia masiva de información, visualización inmersa y extendida e interacción remota de alto rendimiento.

Además, presta servicios en cuanto al manejo de grandes datos, investigación científica avanzada, interacción con laboratorios remotos, alto rendimiento en comunicaciones, alto rendimiento en tratamiento de datos experimentales y mediación estratégica con empresas de alta tecnología. Tales servicios están dirigidos a empresas de cualquier sector, pero en especial a las industrias de petróleo, gas y energía.

El laboratorio ha desarrollado proyectos en astrofísica, física de altas energías, bioinformática, biología molecular, catálisis y tratamiento sísmico. Además ha establecido convenios y consorcios con empresas de alta tecnología reconocidas internacionalmente, como el Centro de Supercomputación de Barcelona, España, la multinacional Nvidia, la Red Iberoamericana de Supercómputo y la Comunidad

Latinoamericana de cómputo de alto rendimiento y arquitectura escalables, entre otras.

Laboratorio de resonancia magnética nuclear: Este laboratorio ofrece el servicio de espectroscopia de resonancia magnética nuclear analítica para la caracterización estructural y estudios de dinámica molecular en muestras en estado líquido o sólido. Se pueden caracterizar compuestos orgánicos, inorgánicos, catalizadores, vidrios y cerámicos; mezclas complejas de hidrocarburos y carbones, polímeros y nanotubos de carbono.

Los servicios que ofrece el laboratorio están dirigidos a las industrias de medicamentos, alimentos, productos naturales, hidrocarburos, petroquímica, carbones, biocombustibles, entre otras. El laboratorio ha trabajado con el IPC y con Ecopetrol, en desarrollo de metodologías de caracterización de fracciones pesadas de asfaltenos del petróleo. También lo ha hecho con la DIAN, en la revisión del contenido de muestras de materiales que se importan al país, para establecer su posición arancelaria.

Los laboratorios incluyen equipos electrónicos de alta tecnología como el equipo de súper-computación, el microscopio de barrido electrónico, el espectrómetro de masa, difractor de rayos X entre otros; estos instrumentos son de alto costo y demandan un mantenimiento preventivo eficiente y oportuno para evitar daños o desgastes durante su vida útil. La conservación de estos instrumentos debe basarse en la monitorización de parámetros técnicos de funcionamiento, dentro de los cuales se mencionan como los más relevantes los aspectos energéticos y medio ambientales.

Los equipos electrónicos en muchos casos son susceptibles a las perturbaciones de la red. Las perturbaciones más importante y críticas para los procesos industriales son las caídas breves de tensión (llamadas huecos de tensión) y las

interrupciones del suministro. Evitar completamente dichas perturbaciones no es posible, ni siquiera cuando el suministro eléctrico ha sido proyectado para conseguir la máxima fiabilidad, pues el suministro está sometido tanto a la interferencia atmosférica como a fallos imprevistos de los equipos.

Otra perturbación importante que afecta a muchos equipos son los armónicos, estos armónicos al contrario de los huecos de tensión son provocados por las instalaciones internas [3].

Desde la inauguración del EDI-PTG se han venido incluyendo gradualmente equipos electrónicos en los laboratorios. Algunos de estos equipos son de gran relevancia debido a su alto consumo energético y/o su aportación de cargas sensibles a la red.

Se han presentado al menos dos eventos importantes en el EDI-PTG: interrupción del suministro eléctrico por más de treinta minutos y repentinas actuaciones de las protecciones eléctricas de los laboratorios, esta información fue suministrada por parte del equipo de seguridad y puede verificarse en la bitácora correspondiente.

Además de versiones de encargados de laboratorios como el de Microscopía señalando la presencia de una interferencia notoria en el uso del microscopio de barrido electrónico. También se reportaron *bajonazos* en laboratorios como el de análisis petrofísicos, entre otros.

La utilización de UPS que respaldan al equipo de súper-computación representa una respuesta a algunas incidencias presentadas en el edificio.⁷

⁷ Los equipos UPS aportan fuertes componentes armónicas al sistema eléctrico.

Estos eventos justifican el planteamiento de la necesidad de diseñar un sistema de monitorización capaz de recopilar más información y estudiar estos fenómenos eléctricos. Un sistema de monitorización conformado por instrumentos adecuados, acorde con los requerimientos de cada laboratorio, para poder recolectar información, analizarla y mitigar posibles daños futuros.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVOS GENERALES

Proponer los componentes técnicos y metodológicos del sistema de monitorización del Edificio de investigaciones del Parque Tecnológico de Guatimar (EDI-PTG) en la sede UIS de Piedecuesta. Incluye la definición de los equipos de monitorización para laboratorios y cargas sensibles del edificio. Adicionalmente incluye la definición de los protocolos y los procedimientos de monitorización.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la topología del sistema eléctrico, de comunicaciones, y los sistemas, equipos y dispositivos del Edificio de Investigaciones del Parque Tecnológico de Guatimar.
- Definir el perfil y los equipos de monitorización para cada laboratorio con equipos instalados o próximos a instalar.
- Proponer el procedimiento, los protocolos y los registros asociados a la monitorización de los parámetros eléctricos del EDI-PTG.

2. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se pretende mostrar los principales conceptos técnicos relacionados con el desarrollo del proyecto. Definiciones tales como la calidad de la energía, las características de las ondas de tensión, fenómenos electromagnéticos, se expondrán algunos tipos de analizadores de redes y para finalizar el capítulo se hablará de los sistemas SCADA.

2.1. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La calidad de la energía se define mediante la caracterización y cuantificación de fenómenos o perturbaciones de un sistema eléctrico como las interrupciones, los cambios en la magnitud de la tensión, la presencia de componentes armónicos, las variaciones del valor eficaz de la tensión suministrada al usuario. Todos estos parámetros inciden en la calidad de la onda de tensión, la frecuencia y la continuidad del suministro de energía.

Asimismo la calidad de la energía se relaciona de manera importante con las pérdidas de energía relacionadas a la eficiencia de los dispositivos y los sistemas eléctricos [4].

Los efectos asociados a los problemas de calidad de la energía son los siguientes [4]:

- Incremento de las pérdidas de energía por la distorsión armónica y el factor de potencia.

- Daños en los procesos productivos debido a las anomalías de funcionamiento de los equipos de control sensibles a las fluctuaciones del servicio de energía eléctrica.
- Reducción de la confiabilidad del suministro debido a la saturación de la capacidad de los sistemas eléctricos.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ONDAS DE TENSIÓN Y CORRIENTE

Las ondas de tensión y corriente están definidas por las siguientes características principales:

2.2.1. Fase

La fase indica la posición relativa de la onda de tensión con respecto a las demás presentes en el sistema eléctrico.

2.2.2. Amplitud de onda

La amplitud de una onda es el valor máximo, tanto positivo como negativo, que puede llegar a adquirir la componente fundamental de la onda de tensión.

El valor máximo positivo que toma la amplitud de una onda sinusoidal recibe el nombre de "pico o cresta". El valor máximo negativo, "vientre o valle". El punto donde el valor de la onda se anula al pasar del valor positivo al negativo, o viceversa, se conoce como "nodo", "cero" o "punto de equilibrio".

2.2.3. Frecuencia de onda

Tasa de repetición de la componente fundamental de la tensión de alimentación, medida durante un intervalo de tiempo [5].

2.2.4. Factor de potencia

Razón entre la potencia activa P en (kW) y la potencia de dimensionamiento o aparente S en (kVA) [6].

2.2.5. Distorsión armónica

Un armónico es una onda sinusoidal de tensión o corriente cuya frecuencia es múltiplo entero de la frecuencia fundamental del sistema. Una señal con distorsión armónica se define como la suma de varios armónicos los cuales pueden o no estar en fase con la componente fundamental. Los armónicos son causados por cargas y dispositivos no lineales o variantes con el tiempo. Se caracterizan con el espectro, la distorsión armónica total (*Total Harmonic Distortion-THD*) y la distorsión total de demanda (*Total Harmonic Distortion-TDD*) [7].

2.3. FENOMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

Para analizar de manera precisa el comportamiento de un sistema eléctrico en cuanto a las ondas de tensión y de corriente se incluyen varios fenómenos que tienen sus efectos en aspectos como la confiabilidad, el consumo energético y por consiguiente en el diseño de los sistemas eléctricos.

La Norma IEEE Estándar 1159 de 1995 establece que los fenómenos electromagnéticos pueden ser de tres tipos:

Variaciones en el valor eficaz de la tensión o la corriente.

Una variación en el valor eficaz de una tensión entre dos niveles consecutivos mantenidos durante intervalos de tiempo definidos pero no especificados [7].

Perturbaciones de carácter transitorio.

Sobretensión oscilatoria o no oscilatoria de corta duración generalmente fuertemente amortiguada y que dura como máximo algunos milisegundos [7].

Deformaciones en la forma de onda.

Las deformaciones se dan cuando la onda de tensión o de corriente de un sistema eléctrico se distorsiona con respecto a la forma de onda sinusoidal. Cuando estas deformaciones se presentan se dice que la onda está contaminada con componentes armónicos [13].

En las **figuras 1 y 2** se muestran las características típicas de los fenómenos electromagnéticos.

Figura 1. Características y clasificación típica de los F. Electromagnéticos⁸

CATEGORÍAS	CONTENIDO ESPECTRAL	DURACIÓN	MAGNITUD DE VOLTAJE
TRANSIENTES			
IMPULSIVOS			
Nanosegundos	5 ns rise	< 50 ns	
Microsegundos	1 μ s rise	50 ns - 1 ms	
Milisegundos	0.1 ms rise	> 1 ms	
OSCILATORIOS			
Baja Frecuencia	< 5 kHz	0.3 - 50 ms	0 - 4 pu
Media Frecuencia	5 - 500 kHz	20 μ s	0 - 8 pu
Alta Frecuencia	0.5 - 5 MHz	5 μ s	0 - 4 pu
VARIACIONES DE CORTA DURACIÓN			
INSTANTÁNEAS			
Sag (Valles)		0.5 - 30 cycles	0.1 - 0.9 pu
Swell (Crestas)		0.5 - 30 cycles	1.1 - 1.8 pu
MOMENTÁNEAS			
Interrupciones		0.5 cycles - 3 s	< 0.1 pu
Sag (Valles)		30 cycles - 3 s	0.1 - 0.9 pu
Swell (Crestas)		30 cycles - 3 s	1.1 - 1.4 pu

⁸ Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995.

Figura 2. Continuación

CATEGORÍAS	CONTENIDO ESPECTRAL	DURACIÓN	MAGNITUD DE VOLTAJE
VARIACIONES DE CORTA DURACIÓN			
TEMPORALES			
Interrupciones		3 s - 1 min	< 0.1 pu
Sag (Valles)		3 s - 1 min	0.1 - 0.9 pu
Swell (Crestas)		3 s - 1 min	1.1 - 1.2 pu
VARIACIONES DE LARGA DURACIÓN			
Interrupciones sostenidas		> 1 min	0.0 pu
Bajo Voltaje		> 1 min	0.8 - 0.9 pu
Sobrevoltajes		> 1 min	1.1 - 1.2 pu
Desbalance de Voltaje		Estado Estable	0.5 - 2%
DISTORSIÓN DE FORMA DE ONDA			
Desplazamiento de C.D.		Estado Estable	0 - 0.1%
Armónicos	0 - 100th H	Estado Estable	0 - 20%
Interarmónicos	0 - 6 kHz	Estado Estable	0 - 2%
Hendiduras		Estado Estable	
Ruidos	Banda - ancha	Estado Estable	0 - 1%
FLUCTUACIONES	< 25 Hz	intermitente	0.1 - 7%
VARIACIONES DE FRECUENCIA		< 10 s	

2.3.1. Transitorios electromagnéticos⁹

Estos fenómenos electromagnéticos pocas veces analizados o tomados en cuenta, debido a que son difíciles de identificar, sin embargo, podrían afectar considerablemente un sistema eléctrico.

Transitorio impulsivo: Es un cambio súbito y unidireccional (positivo o negativo) en la condición del estado estable de la tensión y/o la corriente o ambos y de frecuencia diferente a la frecuencia del sistema de potencia.

⁹ Fuente: Calidad de la energía eléctrica. Elaborado por la Universidad del Atlántico y la universidad Autónoma del oriente.

Son de moderada y elevada magnitud pero de corta duración medida en microsegundos. Normalmente están caracterizados por sus tiempos de ascenso (1 a 10 μ sec) y descenso (20 a 150 μ sec) y por su contenido espectral.

Transitorios oscilatorios: Se refiere al cambio súbito en la condición de estado estable de la tensión y/o la corriente, con polaridades positivas y negativas y de frecuencia diferente a la frecuencia de operación del sistema.

Este tipo de transitorio se describe por su contenido espectral, duración y magnitud. Por su frecuencia se clasifican en: transitorios de alta, media y baja frecuencia.

- Los transitorios oscilatorios con una frecuencia mayor de 500 kHz y una duración típica medida en microsegundos (o varios ciclos de la frecuencia fundamental) son considerados transitorios oscilatorios de **alta frecuencia**.
- Cuando la frecuencia se encuentra entre 5 y 500 kHz se considera un transitorio de **frecuencia media**.
- Un transitorio con una frecuencia inferior a 5 kHz, y una duración de 0,3 ms a 50 ms, se considera un transitorio de **baja frecuencia**.

2.3.2. Variaciones de tensión de corta duración

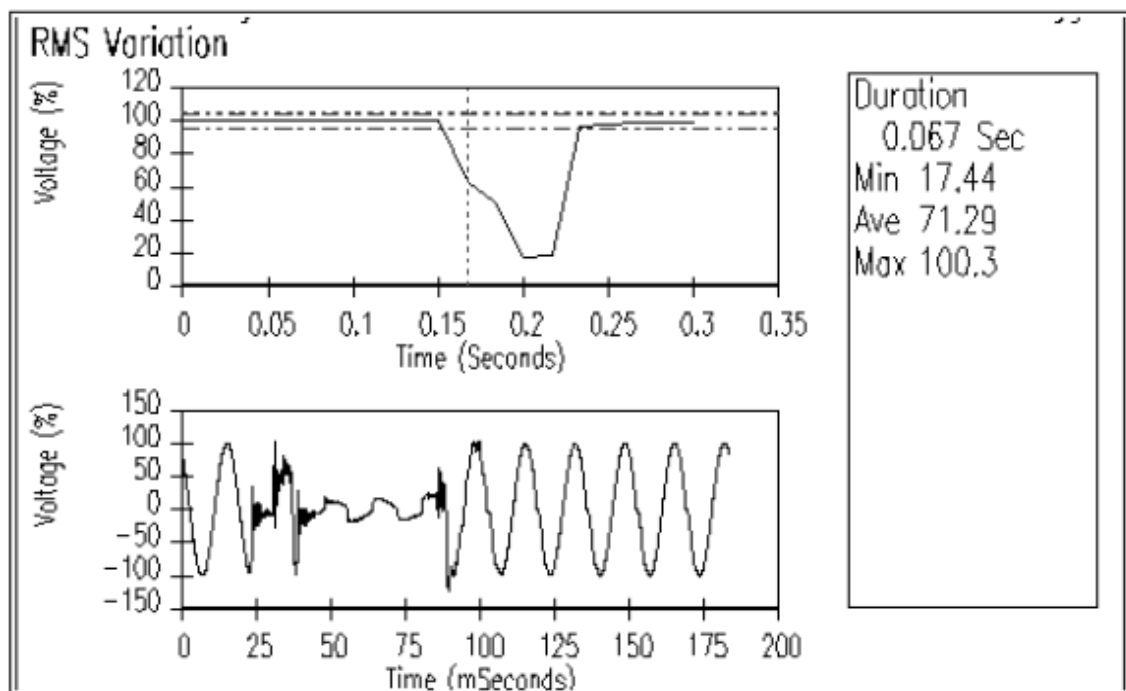
Depresiones

Las depresiones [Sag (América) o Dip (Europa)], también conocidas como valles, huecos o hundimientos consisten en una reducción entre 0,1 y 0,9 p.u. en el valor eficaz de la tensión o corriente con una duración de 0,5 ciclo a un minuto (**Ver Figura 3**).

Los hundimientos de tensión son normalmente asociadas a fallas del sistema, a la energización de grandes cargas, al arranque de motores de elevada potencia y a la energización de transformadores de potencia.

Los efectos nocivos de los huecos de tensión dependen de su duración y de su profundidad, estando relacionados con la desconexión de equipos de cómputo, PLC y contactores entre otros dispositivos. También presentan efectos sobre la velocidad de los motores.

Figura 3. Depresiones¹⁰



Existen diferentes posibilidades para mitigar los efectos de los sags por ejemplo, estabilizando la señal de tensión a través de acondicionadores de red, los cuales existen con diferentes principios y tecnologías [4].

Crestas

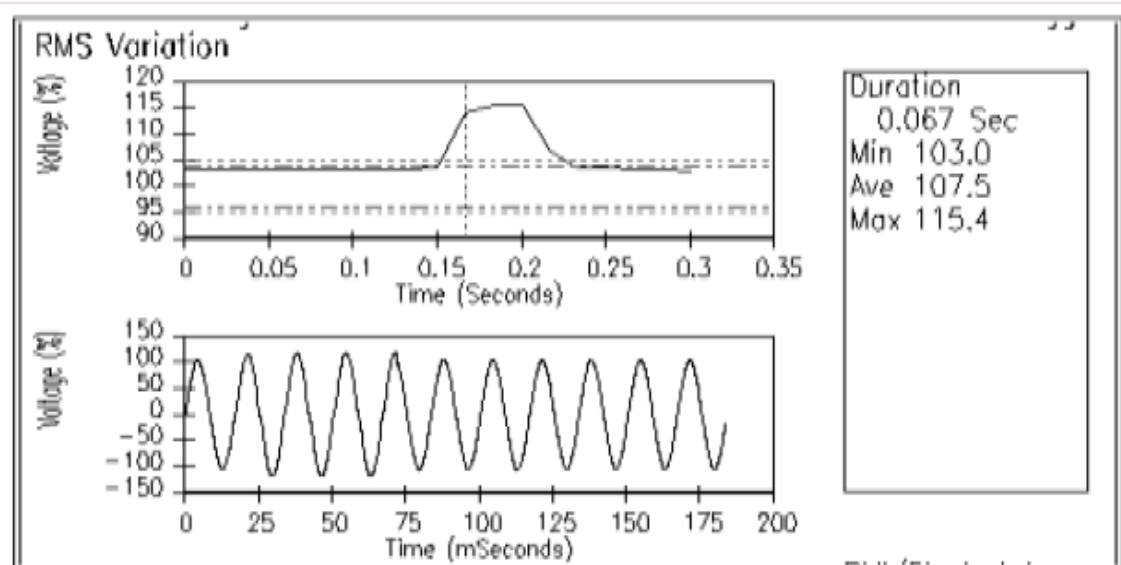
Una cresta o elevación de tensión (Swell) se define como un incremento del valor eficaz de la tensión o la corriente entre 1,1 y 1,8 p.u. con una duración desde 0,5

¹⁰ Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995.

ciclo a un minuto. Como en el caso de los huecos de tensión, las crestas son asociadas a fallas en el sistema aunque no son tan comunes como los hundimientos. (Ver figura 4).

Un caso típico es la elevación temporal de la tensión en las fases durante una falla línea a tierra. También pueden ser causadas por la desconexión de grandes cargas o la energización de grandes bancos de capacitores.

Figura 4. Crestas¹¹



Instantaneous Voltage Swell Caused by a SLG Fault

Interrupciones

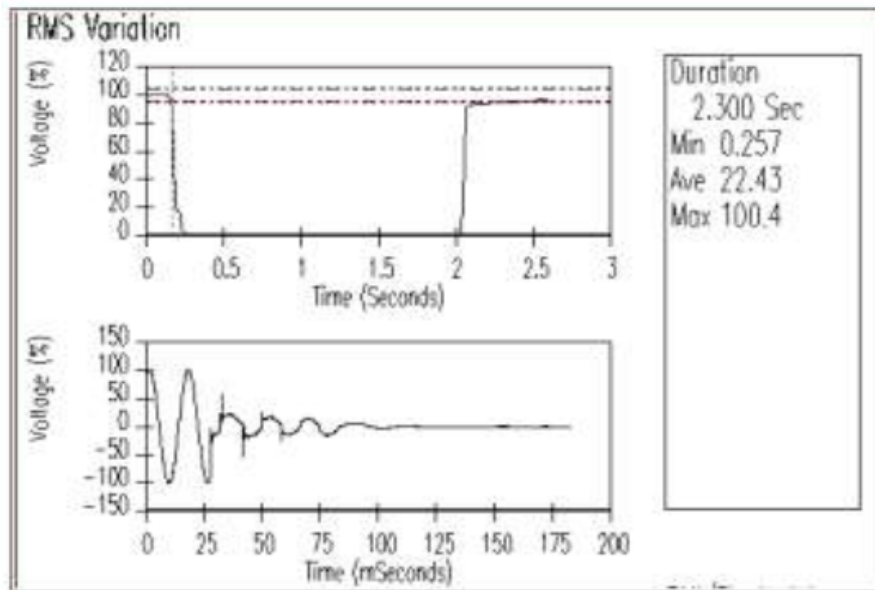
Una interrupción ocurre cuando la tensión o la corriente de la carga disminuyen a menos de 0,1 p.u. Las interrupciones pueden ser el resultado de fallas en el sistema, equipos averiados o debidas al mal funcionamiento de los sistemas de control. (Ver figura 5).

Las interrupciones se caracterizan por su duración ya que la magnitud de la tensión es siempre inferior al 10% de su valor nominal. El re-cierre instantáneo

¹¹ Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995.

generalmente limita la interrupción causada por una falla no permanente a menos de 30 ciclos. La duración de una interrupción motivada por el funcionamiento indebido de equipos o pérdidas de conexión es irregular.

Figura 5. Interrupciones¹²



2.3.3. Variaciones de tensión de larga duración

Son aquellas desviaciones de valor eficaz de la tensión que ocurren con una duración superior a un minuto. En Colombia los límites están definidos por la Resolución CREG 024 de 2005 entre +10% y -10% de la tensión nominal.

La sobretensión y la baja tensión generalmente no se deben a fallas en el sistema. Éstas son causadas comúnmente por variaciones en la carga u operaciones de conexión y desconexión. Estas variaciones se registran cuando se monitorea el valor eficaz de la tensión contra el tiempo.

¹² Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995.

Sobretensión

Es el incremento de la tensión a un nivel superior al 110% del valor nominal por una duración mayor a un minuto.

Sub tensión

La reducción en el valor eficaz de la tensión a menos del 90% del valor nominal por una duración mayor a un minuto.

Interrupción sostenida

Es cuando la ausencia de tensión se manifiesta por un periodo superior a un minuto. Este tipo de interrupciones suelen ser permanentes y requieren de la intervención del hombre para restablecer el sistema.

2.3.4. Distorsión de la forma de onda

La distorsión de la forma de onda es una desviación estable del comportamiento idealmente sinusoidal de la tensión o la corriente a la frecuencia fundamental del sistema de potencia.

Existen seis formas primarias de distorsión de la forma de onda:

- Corrimiento DC
- Armónicos
- Interarmónicos
- Muecas
- Ruido
- Flicker

Corrimiento DC

Es la presencia de una tensión o corriente directa (DC) en un sistema de corriente alterna (AC) de potencia, y se denomina DC offset.

Esto puede ocurrir debido al efecto de la rectificación de media onda, extensores, o controladores de luces incandescentes. Este tipo de controlador por ejemplo puede consistir en diodos que reducen el valor eficaz de la tensión de alimentación por rectificación de media onda.

Armónicos

Los armónicos son tensiones con corrientes sinusoidales cuya frecuencia es un múltiplo integral de la frecuencia fundamental del sistema, la cual en el caso de nuestro país es de 60 Hz.

Las formas de onda distorsionadas son descompuestas, de acuerdo con la serie Fourier, en la sumas de una componente fundamental más las componentes armónicas. La distorsión armónica se origina fundamentalmente, por la característica no lineal de las cargas en los sistemas de potencia.

El nivel de distorsión armónica se describe por el espectro total armónico mediante las magnitudes y el ángulo de fase de cada componente individual. Es común, además utilizar un criterio denominado distorsión armónica total (THD) como una medida de la distorsión.

Interarmónicos

Son tensiones o corrientes con componentes de frecuencia que no son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual trabaja el sistema.

Los interarmónicos se pueden encontrar en redes con toda clase de tensiones, principalmente en convertidores estáticos de frecuencia, cicloconvertidores, motores asincrónicos y dispositivos de arco.

Huecos (Notching)

Los huecos o muescas de tensión son perturbaciones periódicas en la forma de onda de tensión, causadas por la operación normal de los dispositivos de

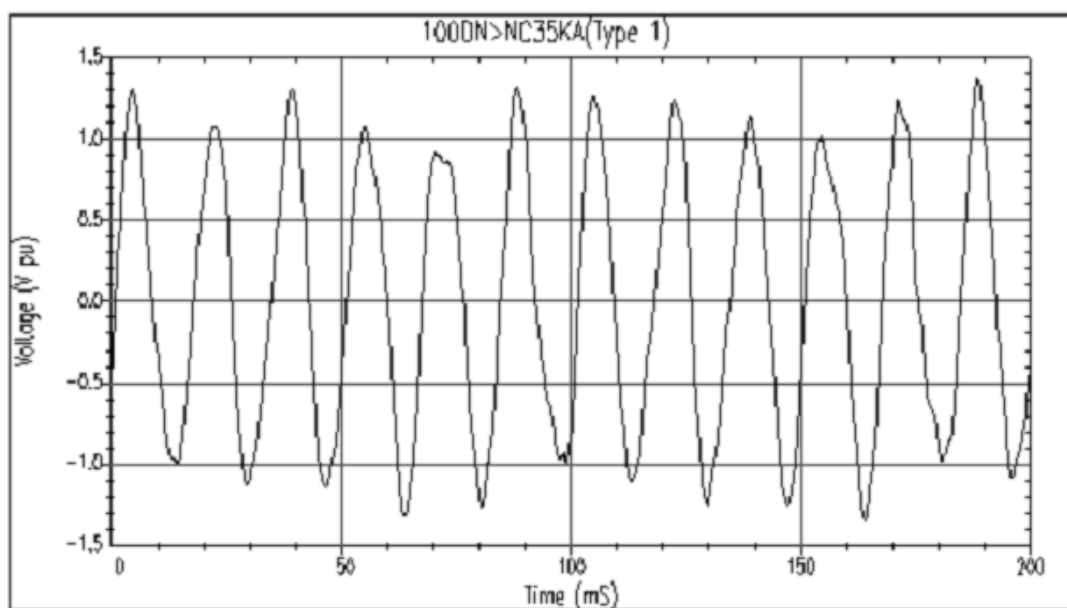
Flicker

El flicker es el fenómeno de variación de la intensidad del flujo luminoso que afecta a la visión humana generado por fluctuaciones (modulaciones) en la tensión de red. Es un problema de percepción visual, puesto que el fenómeno depende principalmente de las personas que lo observan.

La molestia causada en la visión provoca cansancio prematuro en la vista e irritabilidad en las pupilas por estar en continua dilatación y contracción ajustándose al nivel de iluminación, especialmente cuando un lector recorre el texto de un libro.

Las frecuencias consideradas como flicker dependen de la tensión y frecuencia nominal de red. Para los sistemas de 50 Hz el rango de flicker es de 0,05 hasta 35 Hz a 230 V de tensión nominal y para 60Hz es de 0,05 Hz hasta 42 Hz a 120 V.

Figura 7. Fluctuaciones de tensión (Flicker)



Las principales causas son las conexiones de grandes motores de inducción, compresores, trenes laminadores, bancos de capacitores, soldadoras y hornos de arco (cargas no lineales) entre otras, en redes eléctricas deficientes, de baja potencia o en aquellas sin sistemas de control de inhibición de transitorios.

El flicker puede clasificarse según su naturaleza en dos categorías: sistemático o periódico y aleatorio o no periódico, pudiendo manifestarse simultáneamente. El flicker periódico puede ser consecuencia de cargas, el flicker no periódico es provocado por la eventual conexión de grandes cargas. Ambos tipos de flicker pueden presentarse simultáneamente en presencia de cargas tales como hornos y soldadoras de arco [8].

2.4. ANALIZADOR DE REDES

Un analizador de redes es un instrumento que puede medir una gran variedad de parámetros y propiedades de las redes eléctricas monofásicas y/o trifásicas, de tres o cuatro hilos y tanto de baja tensión como de alta. A partir de estas mediciones es posible analizar los datos y así realizar labores correctivas a la red eléctrica, si es el caso, siendo el control y la supervisión de la red la característica más importante de estos aparatos.

Los analizadores de redes son ampliamente utilizados en las etapas de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica, también en industrias donde se quiere supervisar diferentes variables eléctricas.

2.4.1. Características y funciones

- Los analizadores de redes muestran mediante un visor y transmiten por comunicaciones todas las magnitudes eléctricas medidas y/o calculadas.
- Incorporan la función contador, siendo capaces de mantener en su memoria el valor de energía consumida y generada, incluso ante la ausencia de alimentación auxiliar.
- Mediante programación previa se pueden obtener un totalizador de energía activa, aparente, reactiva inductiva y reactiva capacitiva, por cada una de las tarifas programadas.




- Se puede programar un periodo de tiempo calculando la demanda integrada. La integración se hace mediante ventana deslizante en el tiempo y puede llevarse a cabo respecto a parámetros seleccionables como: corriente trifásica, potencia activa trifásica, potencia aparente trifásica o corriente por fase.
- Conexiones: Ethernet, RS-232, RS-485, RF.

Esta última característica, la de comunicación, permite conectar directamente a una intranet y en consecuencia a internet. Luego estos datos pueden ser visualizados en tiempo real desde un lugar remoto.

2.4.2. Tipos de analizadores de redes

Los analizadores de redes también pueden clasificarse también dependiendo de la característica de instalación y uso, siendo éstos adaptables a cualquier tipo de medida. Ver tabla 1.

Tabla 1. Tipos de analizadores de redes.

TIPO	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
<p><i>Fijos con montaje en panel.</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación frontal del gabinete. • Montaje de profundidad mínima. • Configuración de alarmas. • Visualiza de valores máximos y mínimos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de cuadros de distribución y acometidas de media y baja tensión.
<p><i>Fijos con montaje de carril DIN.</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación sobre rieles en el interior del gabinete o tablero eléctrico.* • Tamaño menor respecto a los de montaje en panel. • Visualización de valores instantáneos, máximos y mínimos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de cuadros de distribución y acometidas de media y baja tensión.
<p><i>Portátiles trifásicos</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Poseen múltiples opciones y parámetros de medida totalmente configurables. • Configuración de tiempos de medición. • Configuración de alarmas. • Utiliza distintas normas eléctricas. • Almacenamiento de registros. • Genera informes periódicos. • Incluye software para análisis de mediciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones de seguridad y control. • Equipos de campo por su versatilidad.

*Los rieles de DIN son barras metálicas muy usadas para el montaje de elementos electrónicos de protección y mando, tanto de aplicaciones industriales como en viviendas.

2.5. ANALIZADOR FLUKE 435 SERIE II

La Universidad Industrial de Santander sólo cuenta con un analizador de redes portátil trifásico que se encuentra actualmente en el campus central bajo la administración de la división de planta física, siendo poco conocido dentro de la comunidad universitaria. Sin embargo, un requerimiento que se consideró para la ejecución de este proyecto fue la gestión para la adquisición por parte de la Universidad de un analizador de redes que quedará a disposición del EDI-PTG.

Este edificio como ya se ha dicho cuenta con cuarenta y dos laboratorios que acogen constantemente nuevos equipos eléctricos y electrónicos, agregando cargas a la red. Muchos de estos equipos son de alto costo y de alto cuidado. Se habían presentado algunos eventos en la red y era de primordial importancia poseer un equipo capaz de hacer capturas de estos eventos y avanzar en la monitorización del edificio.

El analizador portátil trifásico ofrece un conjunto potente y completo de medidas para comprobar sistemas de distribución eléctrica. Ayuda a localizar, predecir, prevenir e identificar problemas de calidad de la energía en sistemas de distribución trifásicos y monofásicos.



Figura 8. Paquete: Analizador de calidad de energía. Fluke 435 serie II¹⁴

¹⁴ Tomada de la página web: <http://cedesa.com.mx/fluke/analizadores/calidad-energia/435-II/>

Este analizador de clase A, posee una memoria interna de 32 GB donde se almacena gran variedad de información según se requiera. Está equipado con avanzadas funciones de calidad de energía y capacidades de monetización de energía. Algunos modos de medida que este analizador ofrece son: Tensiones de fase y línea, corrientes de fase y línea, factores de cresta, armónicos, flicker, fluctuaciones, frecuencia, desequilibrios, calculadora de pérdida de energía, eficiencia de inversores de potencia entre otros [14].

Los principales atributos del analizador Fluke se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Características Fluke 435 serie II

ATRIBUTO	CARACTERISTICAS	APLICACIONES
<i>Captura de datos PowerWave</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Valores eficaces. • Valores de medio ciclo • Formas de onda. 	Caracterizar las dinámicas de los sistemas eléctricos (arranques, generadores, conmutación de UPS, etc.)
<i>Eficiencia de inversor de potencia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mide simultáneamente la potencia de salida CA y la potencia de entrada CC. 	Sistemas electrónicos de potencia.
<i>Calculador de pérdidas de energía.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mide energía activa y reactiva clásica. • Desequilibrios de potencia. • Potencia de armónicos. • Cálculo de pérdidas de energía reales. 	Localización de pérdidas reales de energía en el sistema en dólares (otras divisas locales disponibles).
<i>Captura de forma de onda</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Captura de 100/120 ciclos de cada evento en todos los modos. 	—
<i>Modo automático de transitorios.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Captura datos de forma de onda de 200kHz en todas las fases simultáneamente. 	Máximo hasta sistemas de 6kV.
<i>Compatible con la clase A</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza pruebas conforme a la exigente norma internacional IEC 61000-4-30 Clase A. 	—
<i>Señalización de red eléctrica.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mide interferencias causadas por señales de control de cargas a frecuencias específicas. 	—
<i>Identificación de problemas en tiempo real.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye cursores y opciones de zoom. 	Permite el análisis de tendencias.
<i>Mediciones de las tres fases y neutro.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye cuatro puntas de prueba de corriente flexibles delgadas. 	Para utilización en los lugares más estrechos.
<i>Tendencia automática.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Registro automático. 	Cada medición se registra automáticamente, sin necesidad de configuración alguna.

<i>Monitor del sistema.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Incluye la norma de calidad de potencia eléctrica EN50160. 	Ofrece diez parámetros de calidad de potencia en una sola pantalla.
<i>Función de registrador.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Registra hasta 600 parámetros. 	Guarda información en intervalos definidos por el operador del medidor.
<i>Visualización de gráficos y generación de informes</i>	<ul style="list-style-type: none"> Incluye software Power Log. 	Permite un análisis más detallado de las mediciones hechas.
<i>Análisis de la energía.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mide y cuantifica el consumo de energía de una instalación. 	Tiene la capacidad de medir el antes y el después para mejoras de la instalación en el consumo de energía.
<i>Análisis a largo plazo.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Posee una batería de ion litio que permite una carga de 7 horas. Adaptador/cargador. 	Descubrir problemas difíciles de detectar o intermitentes, al tener la capacidad de estar conectado al sistema por periodos de tiempo programados por el operador.
<i>Estudio de carga.</i>		Permite comprobar la capacidad de los sistemas eléctricos antes de añadir la carga al sistema.

2.6. SISTEMA SCADA

La necesidad de conocer información de cualquier tipo de procesos y al mismo tiempo monitorearlos en tiempo real, ha llevado al desarrollo de diversas tecnologías que juntas han conseguido conformar un sistema capaz de suplir estas necesidades.

Una de estas tecnologías es denominada sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition* o Control con supervisión y Adquisición de Datos) la cual consiste, sencillamente, en un software que permite, mediante la utilización de herramientas en cada caso, el acceso a datos remotos de un proceso y el control del mismo [9].

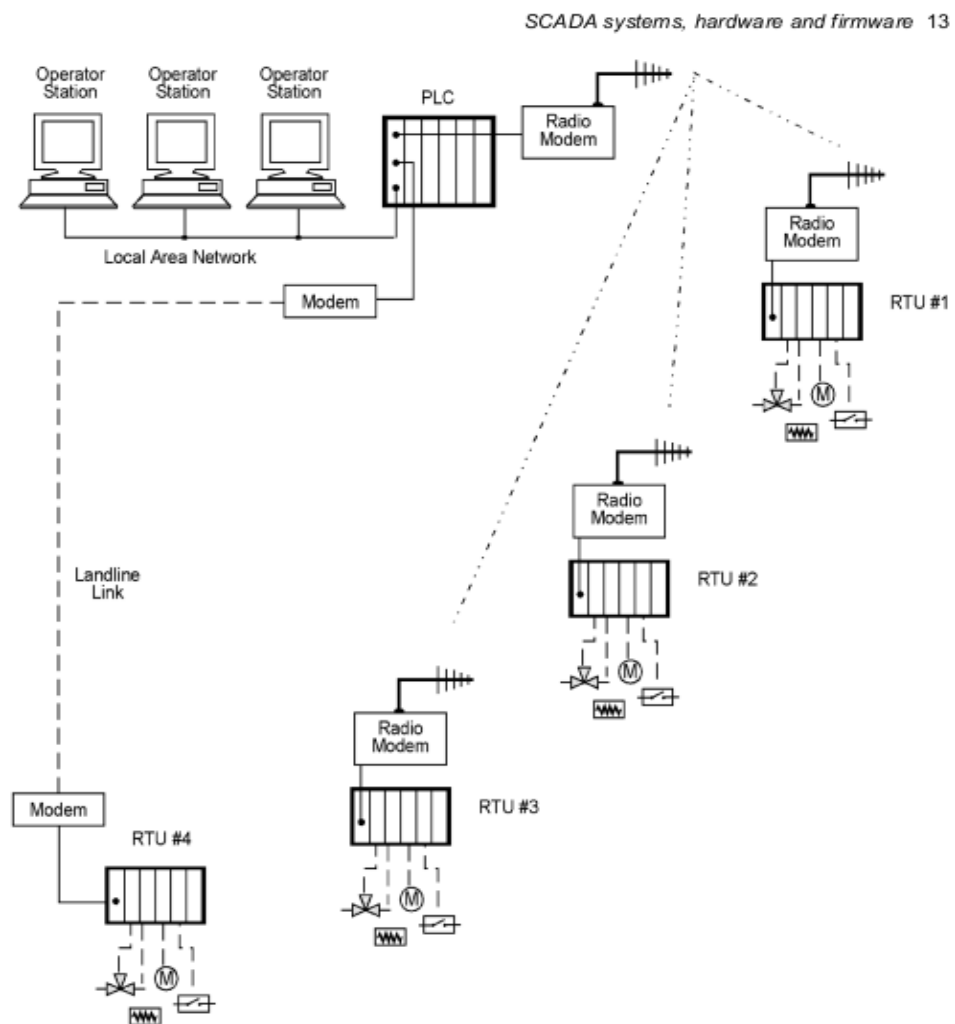
Vale la pena aclarar que no se trata de un sistema de control, sino de una utilidad de software de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interface entre los niveles de control (PLC) y los de gestión a un nivel superior [10].

2.6.1. Estructura de un sistema SCADA.

La estructura básica de un sistema SCADA se puede identificar por tres aspectos:

- Está compuesto de una serie de Unidades Terminales Remotas (RTU) que se encargan de la recopilación de datos de campo.
- El sistema es de comunicación y se encarga de transmitir estos datos a una estación maestra.
- En esta estación maestra se puede almacenar la información, visualizarla y generar acciones de control.

Figura 9. Estructura básica de un sistema SCADA¹⁵.



¹⁵ Tomado de Practical SCADA for Industry.

La estructura del sistema SCADA se categoriza en dos componentes: el componente hardware y el componente software, a continuación una breve descripción.

2.6.2. Hardware de los sistemas SCADA

Está basado en dispositivos físicos para la recepción y envío de datos, control, supervisión y comunicación de eventos. Estos elementos están integrados de forma estratégica, que varían, desde luego, según el tamaño de la industria en la que sea aplicando. El hardware de los sistemas SCADA se compone de los siguientes elementos:

Interfaz hombre máquina (HMI)

Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.

Unidades Terminales Remotas (RTU)

Son dispositivos de adquisición de datos y control de campo, cuya función principal es hacer interfaz entre los equipos de instrumentación y control local y el sistema de adquisición de datos a supervisar. Un sistema SCADA puede tener decenas de RTUs, distribuidas en una amplia zona geográfica. Estas unidades comandan los elementos finales de control ejecutando el software de la aplicación SCADA.

Unidad central o MTU

La Unidad Terminal Maestra es, por lo general, un computador de todo el sistema, éste debe poder soportar el software y el HMI, allí se recopila y se almacena la

información de las otras subestaciones, de otros ordenadores (sistemas complejos) a los instrumentos de campo.

Instrumental de campo

Son aquellos que permiten tanto realizar la automatización o control del sistema (PLCs, controladores de procesos industriales y actuadores en general) como los que se encargan de la captación de información del sistema (sensores y alarmas).

La instrumental de campo está en su mayoría compuesta por:

- **Transductores y Sensores:** Son elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica y viceversa.
- **Actuadores:** Son dispositivos capaces de transformar todo tipo de energía en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

Sistema de comunicación

Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Está conformado por transmisores, receptores y medios de comunicación.

Los medios de transmisión pueden ser variables dependiendo de las necesidades del sistema. La conexión entre los RTUs y los dispositivos de campo es realizada mediante conductores eléctricos. También el traslado de la información a la estación maestra puede ser mediante el aire. Las redes inalámbricas toman cada día más confianza en este tipo de aplicaciones.

Las redes de datos son las que se encargan de conectar las unidades remotas con la estación maestra. Según la distancia de transmisión estas redes pueden clasificarse así:

- **PAN (Redes de Área Personal)** tienen cobertura limitada, alrededor de unos pocos metros. Este tipo de redes se implementa para interconectar dispositivos como PDAs, celulares, computadores portátiles, etc. Sus tasas de transmisión se encuentran entre los 10bps hasta los 10Mbps. Algunas implementaciones importantes de las redes PAN se basan en enlaces infrarrojos, Bluetooth y ZigBee. Este tipo de redes tiene bajo consumo de potencia y su diseño es simple, permitiendo ahorros económicos.
- **WAN (Wide Área Network)** o red de área amplia, es una red de ordenadores que abarcan un área espacial relativamente grande. Estas redes están compuestas de redes de área local (LANs). En las redes WAN pueden usarse sistemas de comunicación vía satélite o de radio, y pueden cubrir distancias hasta de 1000 km.
- **MAN (Metropolitan Área Network)**, red de área metropolitana, es una red de alta velocidad que da cobertura en un área geográfica extensa. Estas redes son utilizadas en ciudades.
- **LAN (Local Área Network)**, red de área local, es una red que conecta ordenadores en un área relativamente pequeña. Este tipo de red está presente en edificios y en conjuntos de edificios.

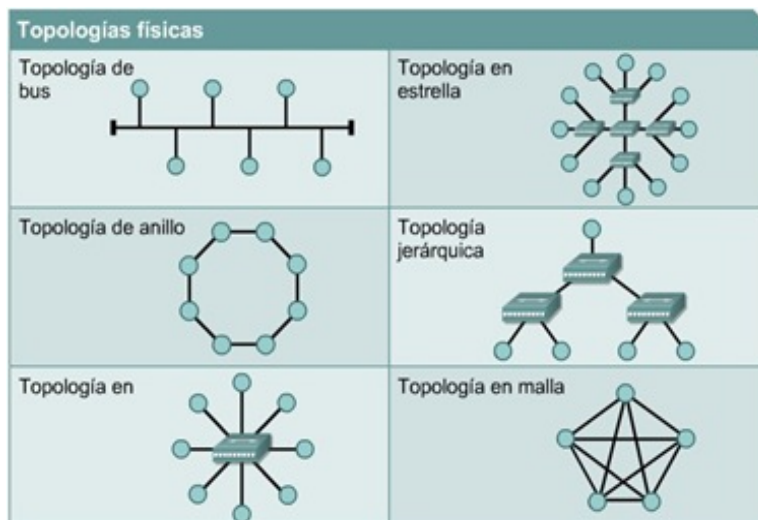
Topología de red: Existen diversas configuraciones de topologías de red. Estas configuraciones acogen tres campos: físico, eléctrico y lógico. Algunas de estas topologías aparecen a continuación:

Punto a punto: Conocido como Maestro-Esclavo. Considerada la más sencilla por tener una unidad maestra, la línea de comunicación y una unidad remota o terminal.

Punto a multipunto: En esta topología existe un punto central que se comunica con varios otros puntos remotos. Generalmente esto implica que la comunicación

es solamente entre el punto central y los remotos, y de éstos hacia el central; no existe comunicación entre los remotos.

Figura 10. Topologías de redes¹⁶



Estrella: Ésta es una red centralizada, donde todas las unidades remotas se conectan a través de un dispositivo central de control. No comparte cables entre dispositivos, cada uno se conecta independientemente al mando central.

Anillo: Esta red es distribuida, y se da básicamente conectando cada nodo de la red en un ciclo cerrado con cada nodo enlazado así a los nodos contiguos. Esta red es capaz de trabajar a altas velocidades.

Malla: Es una red múltiplemente conexa, en la cual los nodos tienen más de una conexión con más de un nodo diferente.

Árbol: Es una estructura jerárquica en la cual se desciende desde un punto central por sus ramas. Esto se repite a medida que aumente su tamaño.

Bus: Esta topología es fácil de usar y permite añadir o sustraer nuevos puntos remotos, generalmente es una topología cableada donde cada nodo se conecta a

¹⁶ Tomado de CCNA1 (Cisco Networking Academy Program), Tutoriales para profesores (Microsoft Corporation).

un cable principal. Esta topología es insegura debido a que desde cada nodo puede ver los mensajes y si existe un fallo en el bus afectará toda la red [10].

2.6.3. Software de los Sistemas SCADA

El software de los sistemas SCADA es el apoyo de todas las actividades dentro de estos sistemas, un programa del tipo **HMI** se ejecuta en un computador o Terminal y permiten comunicarse con los dispositivos de control de la planta. Este software es capaz de administrar datos y procesarlos para darle al controlador una interfaz gráfica fácil de interpretar.

Existen numerosos paquetes SCADA de diversos fabricantes disponibles comercialmente. En la tabla 3 se mencionan algunos de los más conocidos.

Tabla 3. Ejemplos de fabricantes de sistemas SCADA¹⁷.

Nombre del producto	Fabricante/Distribuidor
Aimax	Design Instruments S.A.
CIRNET	CIRCUTOR S.A.
Coros LS-B/Win	Siemens
CUBE	Orsi España S.A.
Cx Supervisor	Omron
FIXDMACS	Omron-Intellution
GENESIS32	Iconics
LabVIEW DSC	National Instruments

Nombre del producto	Fabricante/Distribuidor
Lookout	National Instruments
Monitor Pro	Shneider Electric
RS-VIEW DSC	Rockwell
Scada InTouch	LOGITEK
SYSMAC SCS	Omron
Vijeo	Schneider / Telemecanique
WinCC	Siemens
Lookout	National Instruments

2.6.4. Flujo de la información

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: el fenómeno físico lo constituye la variable que se mide. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo de potencia, intensidad de corriente, tensión, etc. Este

¹⁷ Tomada del libro: "Programación gráfica para ingenieros" [12].

fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los sensores o transductores. Los sensores o transductores convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: tensión, corriente, carga, resistencia o capacitancia. Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas deben ser procesadas para ser analizadas por el computador digital. Para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o tensión. Además, provee aislamiento eléctrico y filtrado de la señal con el objeto de proteger el sistema de transitorios y ruidos originados en el campo. Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de conversión de datos. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. La computadora almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones.

Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real. Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, el cual funciona como un acondicionador de señal, transformándose de escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, set point de un controlador, etc. [11].

2.6.5. Principales funciones de un sistema SCADA

Las principales funciones de un sistema SCADA sin lugar a dudas son de Supervisión y de Control. Pero también otras funciones dan soporte a éstas, donde el operador puede visualizar y obtener de forma clara y precisa la información necesaria de cada una de las estaciones remotas que conforman el

sistema, los estados de éstas, los eventos y las situaciones de alarma, así como proceder a una acción física sobre algún equipo remoto. Algunas de estas otras funciones son:

Supervisión remota de instalaciones y equipos.

Esta función permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta o el espacio previsto para el sistema, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadísticas de fallas.

Control remoto de instalaciones y equipos.

Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente, de manera automática y también manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.

Procesamiento de datos.

El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.

Visualización gráfica dinámica.

El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en tiempo real.

Figura 11. Ejemplo de visualización dinámica.¹⁸



Generación de reportes.

Otra función no menos importante es la de generar informes periódicos con análisis estadísticos, con información detallada del proceso y de las variables más importantes según sea el caso. El operador puede elegir el periodo del informe y las variables asociadas.

Representación de señales de alarma.

Las funciones de alarma son parte de las ventajas de este sistema, estas se presentan mediante señales visuales mostrándole al operador la información detallada de la falla o evento, así como su ubicación dentro de la planta que originó la alarma, o sonoras según sea lo previsto en el proceso.

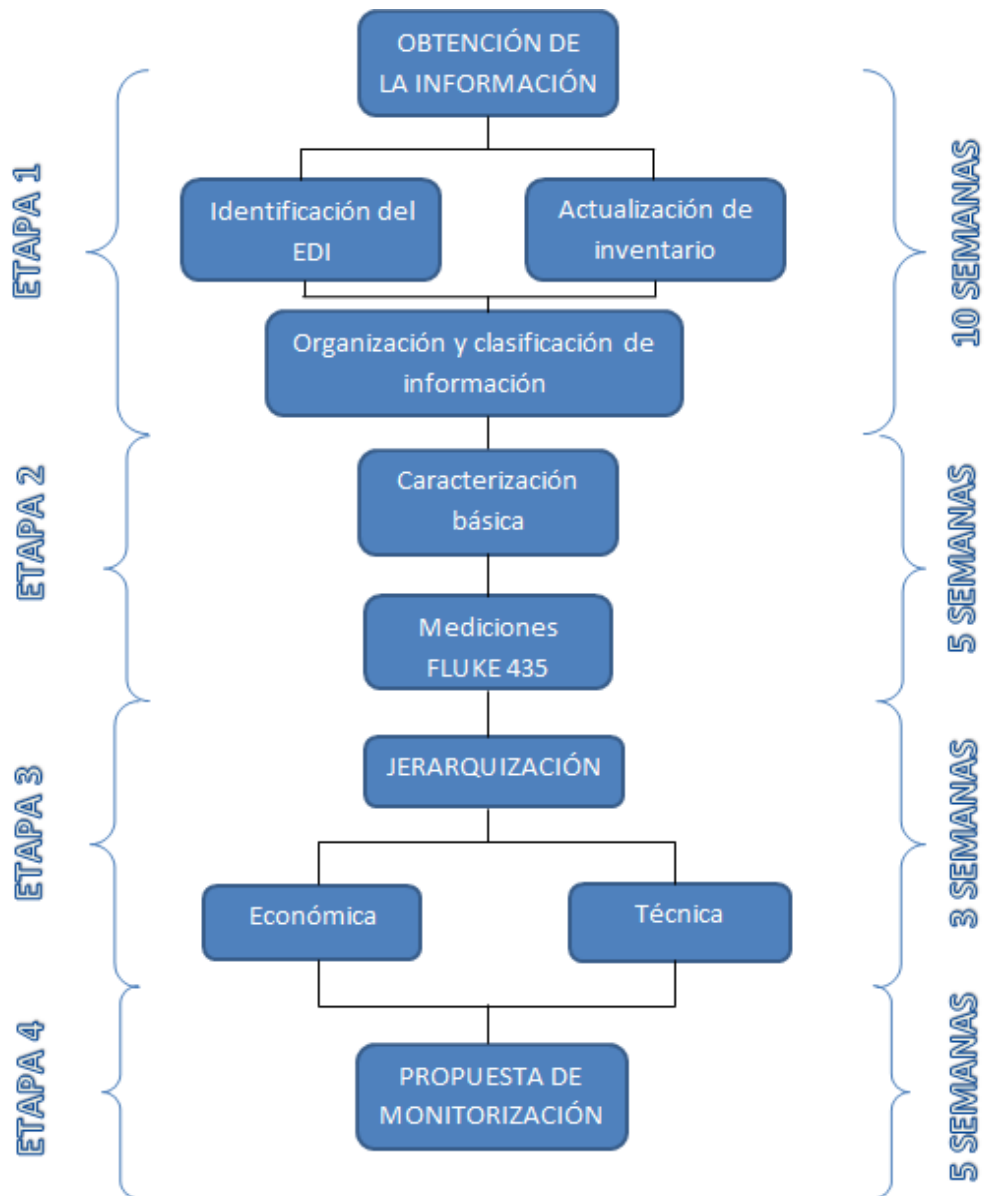
Programación de eventos.

Está referido a la posibilidad de programar pequeños programas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

¹⁸ Fuente: <http://www.pixsys.net/prodotti/tools-di-sviluppo-software-accessori/movicon-power-hmi-win3264ce-887-installazione>.

3. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

La metodología propuesta para la ejecución del proyecto Diseño de Monitorización Energética está dividida en cuatro etapas, cada etapa se plantea en diferentes componentes a seguir.



ETAPA 1

Obtención de la información.

En esta etapa se obtuvo la información técnica de los datos eléctricos de placa de los equipos ubicados en cada uno de los laboratorios del EDI-PTG, además de recolectar manuales de instalación y operación. En el **ANEXO DIGITAL A** se pueden apreciar los manuales o fichas técnicas de los equipos con el registro fotográfico

Esta información se comparará con valores reales medidos. Cabe aclarar que esta recopilación de datos se realizó a los equipos presentes en el edificio hasta el 30 de Noviembre del 2013.

OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN	<i>Identificación del EDI</i>	Identificar la planta física del edificio, esto incluye hacer un recorrido por los laboratorios existentes, el sótano y los ductos técnicos.
	<i>Actualización de inventario</i>	Realizar visitas a los laboratorios del EDI-PTG por pisos para recolectar la información eléctrica de placa disponible de cada equipo de laboratorio que allí se encuentren a la fecha acordada.
	<i>Organización y clasificación de información</i>	Crear un archivo digital con las fichas técnicas y manuales de los equipos instalados y definidos por cada laboratorio.
		Proporcionar tablas con información resumida de cada laboratorio donde se especifiquen las características técnicas de los aparatos instalados.
		Establecer un archivo fotográfico donde se aprecien los aparatos encontrados en cada laboratorio y sus datos de placa.

ETAPA 2

Caracterización y medición.

La segunda etapa del desarrollo del proyecto se pudo iniciar luego del proceso de adquisición por parte de la universidad del Analizador de Calidad de la Energía: Fluke 435 Serie II.

CARACTERIZACIÓN Y MEDICIÓN	Caracterización básica	Crear un cronograma de mediciones que relacione el número del laboratorio y el tiempo total de la medición. Para el desarrollo de este paso se contó con la colaboración del encargado de planta física del edificio.
	Mediciones FLUKE 435	Asistir a la entrega y capacitación del equipo por parte del proveedor.
		Realizar conexiones y pruebas preliminares con el analizador para afianzar conocimientos sobre él mismo y para ajustar configuraciones requeridas.
		Toma de información eléctrica por laboratorio utilizando como herramienta de medición un analizador de redes FLUKE 435-II.
		Visualizar a través del software Power Log los datos obtenidos por el analizador y buscar asesoría profesional para su posterior análisis.

ETAPA 3

Jerarquización de información.

Luego de tener la información en la etapa 1 se procedió a la clasificación y jerarquización de la información por laboratorio. Se decidió plantear la jerarquización de los equipos teniendo en cuenta aspectos económicos y técnicos.

JERARQUIZACIÓN DE INFORMACIÓN	Jerarquización económica	Generar una lista que relacione los equipos instalados dentro de los laboratorios del edificio con sus respectivos seriales UIS y solicitar información de precios de adquisición.
		Crear rangos de valores donde se puedan clasificar los equipos de laboratorio.
		Localizar los laboratorios donde se encuentran los aparatos más costosos.
	Jerarquización técnica	Revisar la información técnica recolectada en etapa 1.
		Calcular a partir de los datos obtenidos la potencia consumida por los equipos de cada laboratorio.
		Clasificar los equipos de los laboratorios según el consumo de potencia.

ETAPA 4

Propuesta de monitorización

Luego de recopilar datos y jerarquizar la información, se procedió al análisis. Este análisis nos permitió conocer el comportamiento energético de cada laboratorio

contemplando así algunas alternativas de monitorización y proponiendo el equipo de medición adecuado.

Así mismo se definieron las variables eléctricas que deberán medir los equipos de monitorización, transmisión, almacenamiento y procesamiento de los datos.

PROPUESTA DE MONITORIZACIÓN	<i>Análisis</i>	Análisis de la información de datos suministrada por el analizador de redes.
		Crear un archivo en el cual se especifiquen los eventos más importantes presentados en cada uno de los laboratorios.
		Realizar una comparación energética de la información teórica obtenida versus la información medida por cada laboratorio.
	<i>Propuesta de medición</i>	Proponer el perfil del medidor ajustado a los requerimientos de cada laboratorio.
		Proponer un sistema de monitorización diseñando las pautas más importantes para su uso.
		Plantear recomendaciones generales y particulares sobre el desarrollo del proyecto.

3.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR

Después de realizar algunas visitas previas al edificio PTG se pudieron recolectar algunas versiones de encargados de los laboratorios y personal de planta física en las cuales se denotaban repentinas interrupciones del flujo eléctrico sin explicación alguna, anomalías en el funcionamiento de algunos equipos de alta gama y caídas de tensión, entre otras.

Para poder acceder al edificio de investigaciones se tuvo que seguir un conducto regular el cual consiste en tramitar un permiso para el ingreso al Parque Tecnológico con la coordinadora de la sede, posteriormente conseguir el aval del jefe de cada laboratorio para su ingreso e interacción en el mismo. Se procedió a solicitar información del estado actual del EDI-PTG en cuanto a información técnica e inventario antes de hacer la intervención, con el objetivo de tener una visión global del edificio así mismo los protocolos necesarios para el ingreso a cada laboratorio como indumentaria, permisos y supervisión por parte de los encargados de cada recinto.

3.2. ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se recolectaron nombres, seriales UIS, marcas y referencias de los aparatos ubicados en los laboratorios, también se verificó la disponibilidad de fichas técnicas y manuales; no todos los laboratorios cuentan con estos documentos.

Posteriormente se recopiló la información en hojas de cálculo de los datos eléctricos de placa como tensión, corriente, potencia y tipo de alimentación (monofásica o trifásica). Creando un inventario digital acompañado de manuales y datos técnicos encontrados en los sitios web¹⁹ de los distribuidores o fabricantes.

Se solicitó al encargado de planta física del EDI-PTG información de datos eléctricos que no se encontraban dentro de estos laboratorios, ya que muchos equipos son de fabricación local y carecen de fichas técnicas y páginas web.

En la tabla 4 se puede observar la información resumida de los datos de placa encontrados en el laboratorio de Espectrometría de Masas ubicado en la primera planta del EDI. En el **ANEXO B** se encuentran las tablas con columnas adicionales (serial UIS y del fabricante), correspondientes a los laboratorios ubicados en los niveles uno, tres y cuatro. A la fecha de toma de intervención el nivel dos y el sótano carecen de equipos instalados.

Tabla 4. Información resumida laboratorio de Espectrometría de Masas (103).

ESPECTROMETRÍA DE MASAS. LABORATORIO 103									
NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Var]	POTENCIA [VA]	FP
CABINA EXTRACTORA	ESCO	EFA-6UDRCW-9	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
AGITADOR	VORTEX	V-1 PLUS	NORMAL-BIFÁSICA	120	0,072	N/D	N/D	8,64	N/D
MICROTOMO CRIOESTADADO	LEICA	CM1850W	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	N/D	N/D	1440	N/D
GENERADOR DE NITROGENO	PEAK SCIENTIFIC	nm301a-ms	NORMAL-BIFÁSICA	230	5	N/D	N/D	N/D	N/D
ESPECTROMETRO DE MASAS	BRUNKER	ESI-IT - AMAZON X	NORMAL-BIFÁSICA	230	N/D	N/D	N/D	1600	N/D
BOMBA DE VACIO	VARIAN	HS 602	REGULADA-BIFÁSICA	220	6,4	900	N/D	N/D	N/D
CROMATOGRAFO LIQUIDO	HITACHI	ELITE LACHROM	REGULADA-BIFÁSICA	240	N/D	N/D	N/D	400	N/D
DESPTOCK	HP	Z400	NORMAL-MONOFASICA	110	10	475	N/D	1100	N/D
IMPRESORA LASER	HP	HP LASER JET p3015	REGULADA-MONOFASICA	110	8,6	780	N/D	N/D	N/D
UPS 5 KVA	POWERVAR	SECURITY PLUS ABCDEF5200-22	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	5000	95
ESPECTROMETRO DE MASAS MALDITOF	BRUNKER	UltrafleXtreme	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	2000	N/D
PREPARADOR DE IMÁGENES Y MUESTRAS	BRUNKER	IMAGEPREP	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
DESPTOCK	DELL	OPTIPLX GX520	NORMAL-MONOFASICA	135	N/D	220	N/D	N/D	N/D
IMPRESORA	HP	HP LASER JET p3015	REGULADA-MONOFASICA	110	8,6	780	N/D	N/D	N/D
UPS 6KVA	TITAN-ISOLTEC	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	6000	0,99
TERMOHIGRÓMETRO	EXTECH INSTRUMENTS	N/D	NORMAL-MONOFASICA	127	0,25	N/D	N/D	N/D	N/D

¹⁹ Muchos de los datos de placa no coinciden con los datos encontrados en los manuales y fichas técnicas.

3.2.1. Mediciones

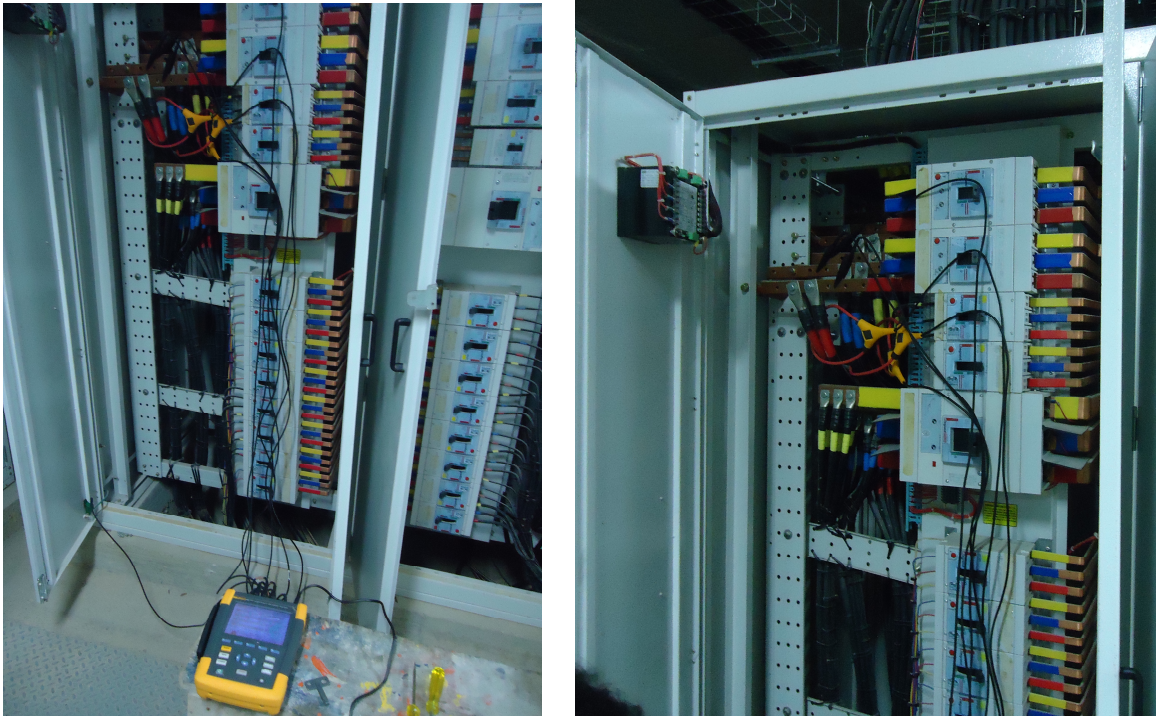
El proceso de monitorización de variables eléctricas en los laboratorios comenzó con la adquisición del analizador de redes trifásico portátil Fluke 435 serie II, reseñado anteriormente en el marco teórico.

La gestión del analizador fue realizada por el director del proyecto (MIE Manuel Ortiz), presentando cotizaciones de equipos (**Ver ANEXO C**), comparando costos de compra y de cumplimiento de requisitos técnicos.

La entrega del equipo por parte de los proveedores fue el primer contacto directo con el analizador, en esta reunión se recibió una capacitación por parte de los proveedores sobre su funcionamiento y sus formas de operación. Luego se procedió a realizar conexiones de prueba en las fronteras eléctricas de cada laboratorio, donde se hallan los ductos técnicos, visualizando las mediciones con el software Power Log, que proporciona el fabricante. Se diseñó un primer cronograma de mediciones preliminares (**Ver ANEXO D**). Se contrastaron las medidas y se pudo observar que la tensión de fase y la de línea estaban intercambiadas. Se hicieron algunos ajustes necesarios en el equipo, También se cambió la configuración de las sondas de corriente por el modelo i430-Flexi-TF que es la sonda correspondiente.

Con el equipo configurado convenientemente, se procedió a realizar una programación (**Ver ANEXO E**) de mediciones a algunos laboratorios y así poder visualizar su comportamiento eléctrico.

Figura 12. Mediciones.²⁰



3.3. ANÁLISIS DE DATOS

Luego de leer el manual y las guías del software Power Log se procedió a cargar la información de las previas mediciones en un desktop y acudiendo seguidamente a asesoría del codirector. (PhD Gabriel Ordoñez Plata) se pudieron habilitar las variables eléctricas más importantes como por ejemplo: los armónicos de corriente, tensión y de potencia, y la frecuencia de muestreo del analizador.

Se contrastaron valores tensión y corriente de alimentación adquiridos con el Fluke y valores medidos con algunos analizadores tipo ventana que se encontraban instalados en las fronteras de los laboratorios. Los resultados de las mediciones fueron analizados utilizando la herramienta software PowerLog y con asesoría de profesionales calificados.

²⁰ Autor: Medición en subestación de energía eléctrica EDI-PTG.

3.2.3. Eventos y estadísticas

El analizador Fluke 435 serie II permite numerar y visualizar eventos basados en la norma EN50160, así como estadísticas durante el periodo de medición seleccionado. A continuación se enumerarán algunos de estos eventos y estadísticas de distintas mediciones en los laboratorios.

Flicker

En medición realizada en la frontera eléctrica del laboratorio 101 se registraron dos eventos importantes, el primero ocurrió a las 6am del 10 de febrero del 2014 con un valor de 5.63 Pst²¹, esto ocurrió en un horario en el cual la actividad eléctrica en el edificio es muy baja. El otro evento ocurrió seis horas después con un valor de 3.33 Pst. Ver figura 13.

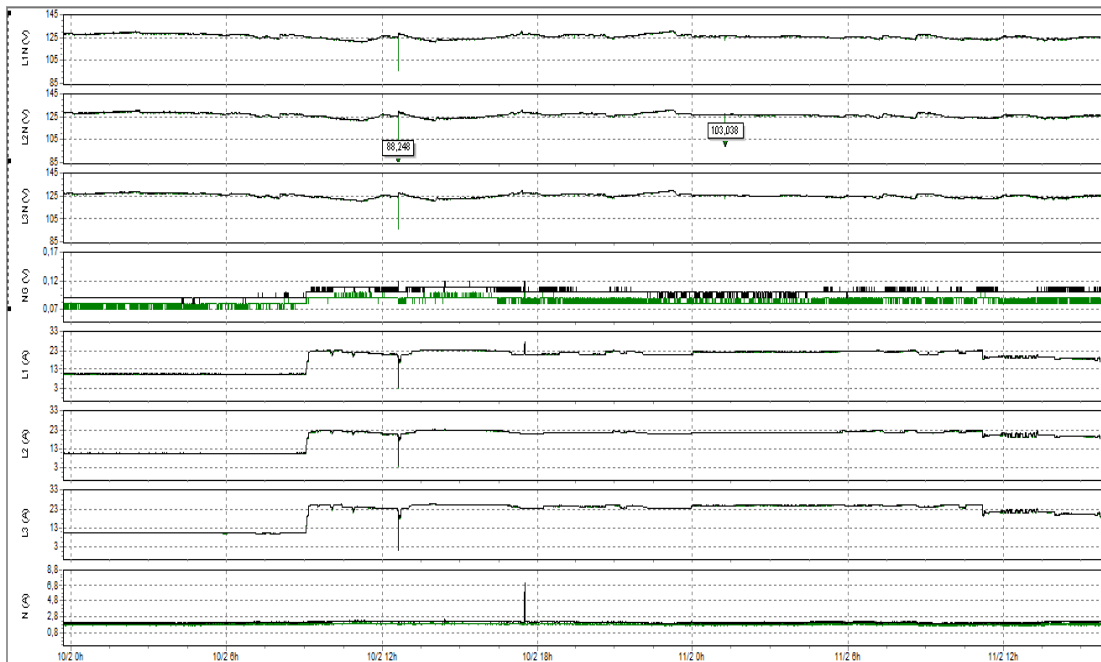
Figura 13. Evento flicker



²¹ Pst: (Short Term Perceptibility), fluctuaciones menores a diez minutos. Plt: (Long Term Perceptibility). Fluctuaciones de larga duración.

En la figura 14 se evidencia que el primer flicker (ver figura 13) fue producido por una caída de tensión la cual alcanzó 88.24 V, en el segundo flicker la caída llegó a un valor de 103.03 V.

Figura 14. Caídas de tensión laboratorio

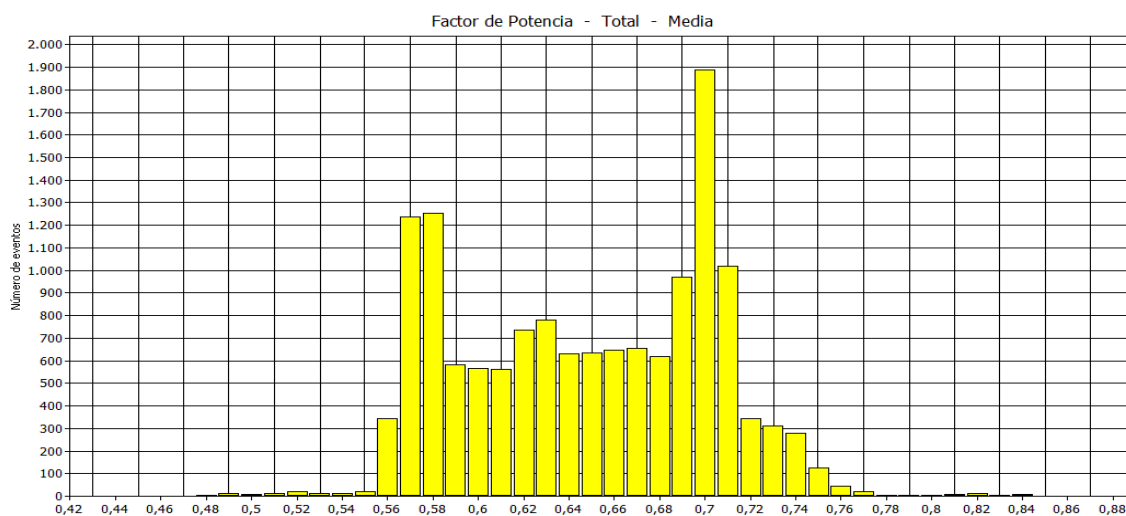


En otras mediciones se pudo observar que la presencia de flicker se da en horas cercanas al medio día, media noche y seis de la mañana.

Factor de potencia

La estadística del factor de potencia medida en el laboratorio 108 (ver figura 15) agrupa en barras el número de veces que se presentó determinado valor. Se observa que la variación del factor de potencia está entre valores de 0.57 y de 0.7.

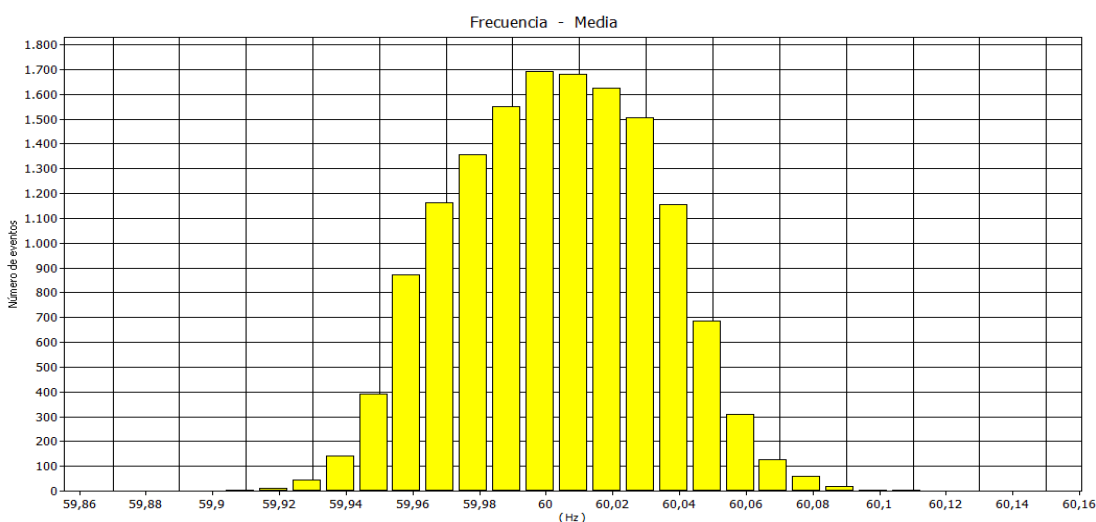
Figura 15. Estadística de factor de potencia.



Frecuencia

Las estadísticas de frecuencia en todos los laboratorios donde se realizaron las mediciones oscilan entre 59.96 y 60.04 Hz. (ver figura 16). Vale la pena aclarar que el medidor tipo ventana ubicado en la subestación eléctrica (sótano) registró una captura de frecuencia de 48 Hz.

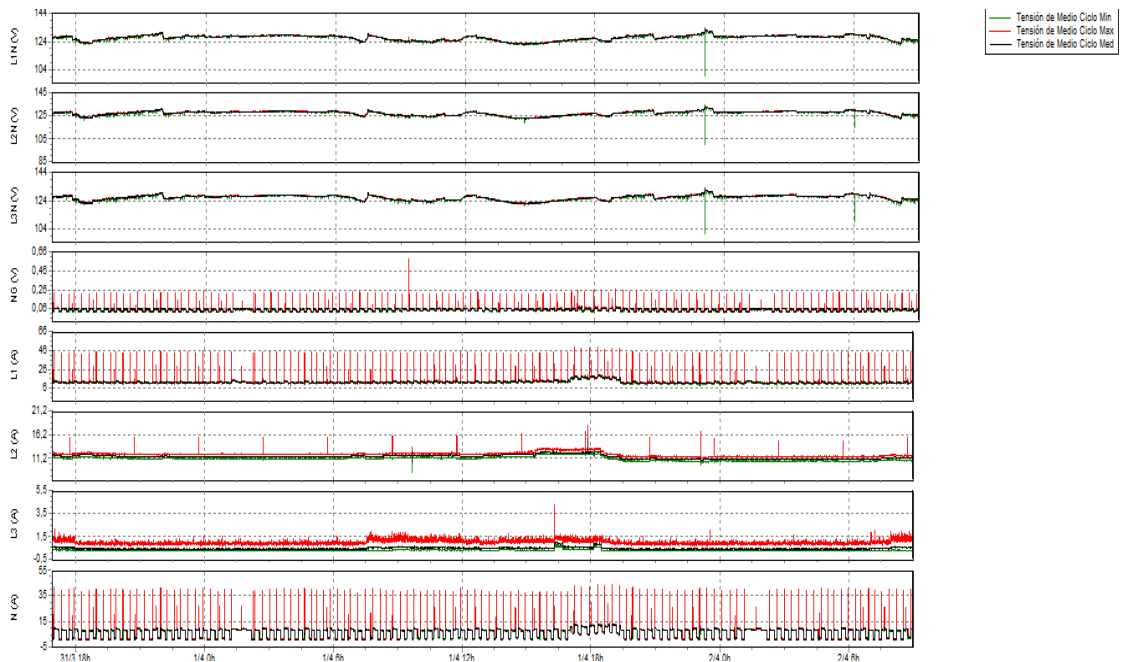
Figura 16. Estadística de frecuencia.



Swells

En el laboratorio 103²² se registró una caída de tensión (swell) alrededor de la media noche la cual produjo un flicker de valor 4.1 pst en ese mismo instante de tiempo.

Figura 17. Elevación de corriente, laboratorio 103.



También se evidencia una fuerte y frecuente presencia de picos de corriente que alcanzan los 48 Amperes (ver figura 17) que a su vez se ven reflejados en la compensación en el neutro, también se evidencia un desbalance de corriente en las líneas dejando una prácticamente sin utilizar.

²² Laboratorio de espectrometría de masas: en este laboratorio se encuentra el espectrómetro de masas que es el equipo más importante del laboratorio, es pertinente realizar mayores análisis a estas elevaciones y caídas de tensión y corriente para mitigar futuros daños en el aparato o interrupciones en los procesos que allí se adelantan.

4. JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS Y LABORATORIOS

La jerarquización de equipos electrónicos se puede definir como un criterio que permite establecer un orden de superioridad o importancia dependiendo de su valor económico o referente a sus cualidades o servicios. La jerarquización permitirá entonces definir las variables y los laboratorios que requieran monitorización con más urgencia y detallar procedimientos para su implementación.

Los equipos presentes en los laboratorios del EDI, se pueden agrupar debido a su importancia en sus áreas de desarrollo así como al tiempo de uso y su precio. También criterios eléctricos definidos luego de realizar mediciones en los laboratorios se pueden tener en cuenta para hacer recomendaciones en cuanto a variables importantes a medir en la monitorización.

Se atendieron recomendaciones hechas por personal y jefes de laboratorios en cuanto a equipos considerados -de vital importancia- para su desarrollo permanente de tecnología e investigaciones.

4.1. CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO

Luego de solicitar y recibir información confidencial económica de los equipos de laboratorio existentes en el EDI-PTG se procedió a agrupar los laboratorios en cinco rangos como se muestra en la figura 18.

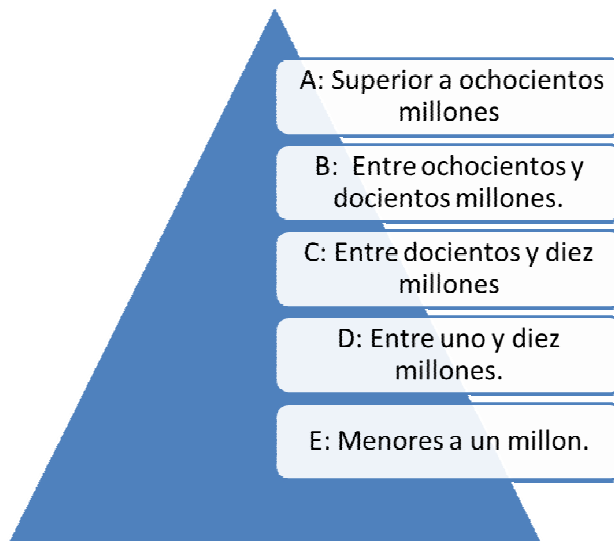


Figura 18. Pirámide con rangos de precios de equipos EDI.

Organización asociada a cada laboratorio.

En la tabla 5 se aprecia la jerarquización de los principales equipos encontrados y laboratorios instalados en el EDI, ponderándolos de acuerdo con los intervalos establecidos en la figura 18. A partir de la caracterización de los diferentes equipos en los distintos laboratorios se toma como base aquellos que son más relevantes y se le da la ponderación al laboratorio, por ejemplo los equipos que están en la punta de la pirámide de clasificación A se encuentran ubicados en la primera planta, adquiriendo la categoría de AA los laboratorios de supercomputación (101), de microscopía (102), y de espectrometría de masas (103).

El laboratorio de análisis petrofísicos (108) es de categoría BB donde sus equipos más relevantes económicamente son el equipo de desplazamiento el cual es clase C, y la celda de volumen total que es clase B, por esto el laboratorio obtiene dicha clasificación, debido a que posee al menos un instrumento de clase B.

Tabla 5. Jerarquización de equipos y laboratorios²³.

	Laboratorio	Rango	Equipos	Clase de laboratorio
Primera planta	101	A	Supercomputador	AA
	102	A	Microscopio de barrido electrónico	AA
	103	A	Espectrómetro de masas	AA
		B	Generador de nitrógeno	
	104	B	Cromatógrafo líquido	CC
		C	Difractómetro de rayos X	
108	B	Celda de volumen total	BB	
	C	Equipo de desplazamiento		
Tercera planta	301	C	Cabina extractora	CC
		C	Horno tubular	
		C	Balanza de precisión	
	302	C	Espectrómetro de emisión óptica	CC
		C	Micro durómetro	
	303	B	Horno	BB
		C	Preparador de muestras	
	304	C	Prensa	CC
		C	Cabina extractora	
	305	C	Cabinas extractoras	CC
306	C	Reactor de precisión	CC	
	C	Cabina extractora		
310	C	Horno de cámara (mufla)	CC	
	C	Horno tubular		
Cuarta planta	401	C	Cabina extractora	CC
	402	C	Sistema de purificación integral de agua	CC
		C	Autoclaves (Horizontal y vertical)	
	403	C	Bio-reactor	CC
		C	Horno	
	404	C	Agitador orbital con control de temperatura	CC
		C	Cabina extractora de bajo ruido	
	405	C	Roto-evaporador	CC
	406	C	Cabina extractora	CC
407	C	Cabina extractora	CC	
408	C	Cabina extractora	CC	
409	B	Microscopio	BB	
	C	Centrífuga		

²³ La segunda planta del edificio se encuentra en etapa de adjudicación por parte de los directivos del EDI-PTG

4.2. CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS SEGÚN CRITERIO TÉCNICO

Las variables eléctricas más importantes para un sistema de monitorización son de corriente y tensión (monofásica o trifásica) en la carga, factor de potencia, frecuencia, potencia activa, reactiva y aparente.

Con la base de datos eléctricos creada (ver **figura 3**) de los equipos, se logra depurar para así obtener la cantidad de potencia consumida por equipo y seguidamente calcular la sumatoria de carga de los diferentes equipos instalados en los laboratorios.

De los equipos revisados, se encuentran catorce (14) sin datos de placa²⁴, o manuales técnicos, otros equipos muestran información incompleta para poder hacer el cálculo de la potencia aparente. A continuación se muestran tablas donde se relaciona la clasificación económica y la cantidad de equipos que carecen información de potencia aparente. **Ver Anexo F**

Tabla 6. Cantidad de equipos carentes de datos de placa para cálculo de potencia aparente.

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
108 LAB. ANÁLISIS PETROFÍSICOS total de equipos: 28	A	0
	B	1
	C	9
	D	6
	E	1
	Total sin información de potencia aparente	17

* Esta clasificación se puede detallar en la sección de jerarquización económica

²⁴ Once de estos equipos están instalados en el laboratorio de análisis petrofísico (108) de marca Core Pet de fabricación local. (Horno, equipo de desplazamiento positivo, porosímetro etc.).

5. PROPUESTA DE DISEÑO SISTEMA DE MONITORIZACIÓN EDI-PTG

En este capítulo se plantea una alternativa de monitorización para los laboratorios del edificio de investigaciones partiendo de la jerarquización realizada en función de algunas variables de tipo eléctricas o a partir del costo de los equipos existentes. Esta propuesta incluye las principales necesidades de este sistema, la ubicación espacial de las áreas a intervenir así como la selección y descripción de las principales características de los elementos o equipos requeridos para el desarrollo del sistema.

5.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

Las actividades que se realizan en los laboratorios del EDI-PTG constituyen en gran medida al aporte científico y tecnológico de la región oriental al país y al mundo, algunos de estos laboratorios pueden tener en funcionamiento los equipos durante las veinticuatro horas del día. La investigación que se realiza en los laboratorios depende del correcto funcionamiento de los parámetros técnicos de funcionamiento y condiciones de temperatura y humedad.

La monitorización de variables eléctricas representa un aporte a la necesidad de conocer las condiciones eléctricas de funcionamiento y poder diseñar planes de mantenimiento preventivo o correctivo y así poder conservar la vida útil de estos aparatos.

Se plantean los siguientes requisitos sobre algunas condiciones necesarias del sistema:

Registro de variables	<ul style="list-style-type: none"> •Tensión, corriente, factor de potencia, humedad y temperatura que se suministran a los laboratorios. El almacenamiento de esta información en una base de datos servirá para posteriores análisis por parte de personal interesado.
Registro de eventos	<ul style="list-style-type: none"> •Debe tener capacidad para guardar eventos, es decir acontecimientos importantes donde se presenta alguna variación por encima o por debajo de los valores regulares de tensión o corriente; así como huecos de tensión, frecuencia, temperatura y humedad.
Generación de alarmas	<ul style="list-style-type: none"> •Cada vez que se presente un evento crítico el sistema debería ser capaz de generar una alarma que alerte al personal correspondiente, como el coordinador de la planta física.
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> •Se recomienda que el sistema de transmisión sea inalámbrico para poder acoplar con mayor facilidad futuras unidades remotas. Se deberán tener en cuenta los concentradores inalámbricos o repetidores de señal.
Economía	<ul style="list-style-type: none"> •Evitar sobre-costos por obras civiles, escoger los equipos con mejor costo-beneficio sin sobredimensionar el sistema. Se recomienda la utilización de base de datos de libre distribución, es decir software libre para desaparecer el pago de licencias de funcionamiento.
Visualización de variables	<ul style="list-style-type: none"> •Se recomienda la existencia de una interfaz hombre máquina (HMI) que permita visualizar los datos obtenidos en tiempo real para su posterior análisis por parte de especialistas.
Reportes periódicos	<ul style="list-style-type: none"> •Para un mejor análisis de las variables elegidas, se recomienda la generación de informes periódicos con información destacada de cada laboratorio intervenido.

5.2. ESPACIO A INTERVENIR

El edificio de investigaciones cuenta con un área de 7000m² distribuida en cuatro plantas y un sótano. Cada piso está conformado por diez laboratorios, a excepción de la cuarta planta que posee nueve laboratorios.

En el sótano se encuentran tres aulas próximas a equipar que comparten nivel con la subestación eléctrica, un transformador de 1000 KVA, banco de condensadores, tableros de distribución, rack principal etc.

La estructura física posee cinco cuartos técnicos por donde pasan redes eléctricas, sistemas de ventilación y de aguas. Estos cuartos son de vital importancia para el desarrollo del proyecto debido a que brindan un espacio adecuado para la instalación de transductores y/o analizadores requeridos para la monitorización.

Figura 19. Plano primera planta EDI-PTG.



Para el diseño del sistema de monitorización se deben tener en cuenta los costos que este sistema acarrea. Evitar intervenir espacios para incluir adecuaciones físicas (obras civiles) es una de las recomendaciones más importantes para reducir costos mediante la utilización de redes inalámbricas.

Figura 20. Fotografías de la primera planta EDI-PTG.



Todos los laboratorios tienen salida a un pasillo amplio y abierto especial para la transmisión inalámbrica. Ver **figura 20**.

5.3. MONITORIZACIÓN POR TELEMETRÍA

Teniendo en cuenta las necesidades principales de monitorización expuestas en la sección anterior, la solución que se acopla mejor es la de un sistema de monitorización por telemetría.

La telemetría es una tecnología o proceso en el cual se lleva información de cualquier tipo (magnitudes físicas) desde el punto donde están localizados los

datos hasta el sitio donde se organizan, analizan y se presentan estos datos. Vale la pena recordar que los sistemas SCADA son en realidad sistemas de telemetría y control que permiten medir o controlar un proceso determinado. En este caso específico bastará con guardar la información y mostrarla al operario para su análisis correspondiente.

La propuesta de monitorización para el EDI-PTG se puede dividir en dos fases o etapas. La primera etapa corresponde a la monitorización de los laboratorios ubicados en la primera planta llamados críticos, éstos corresponden a los recintos donde es primordial la instalación de este sistema debido a que allí funcionan equipos electrónicos de gran importancia y de gran costo.

Otra razón es que la inversión para la realización de este sistema debe hacerse paulatinamente por parte de la universidad.

En la segunda etapa se recomienda adicionar más unidades remotas al sistema, permitiendo que este se vuelva más completo abarcando otras plantas del edificio.

La necesidad de crecimiento futuro del sistema hace que la solución de monitorización se base en las nuevas tecnologías inalámbricas, basadas en redes PAN para minimizar la dependencia y alto costo de implementación de una conectividad por cables; así mismo se integran diferentes soluciones de conectividad física (diferentes tipos de puertos) para minimizar la dependencia de varios proveedores de hardware. Desde el punto de vista software el sistema se basa en la modularidad de integrar servicios como seguridad, conectividad remota, conectividad por aplicaciones que están asociadas a elementos de almacenamiento como bases de datos que puedan estar centralizados.

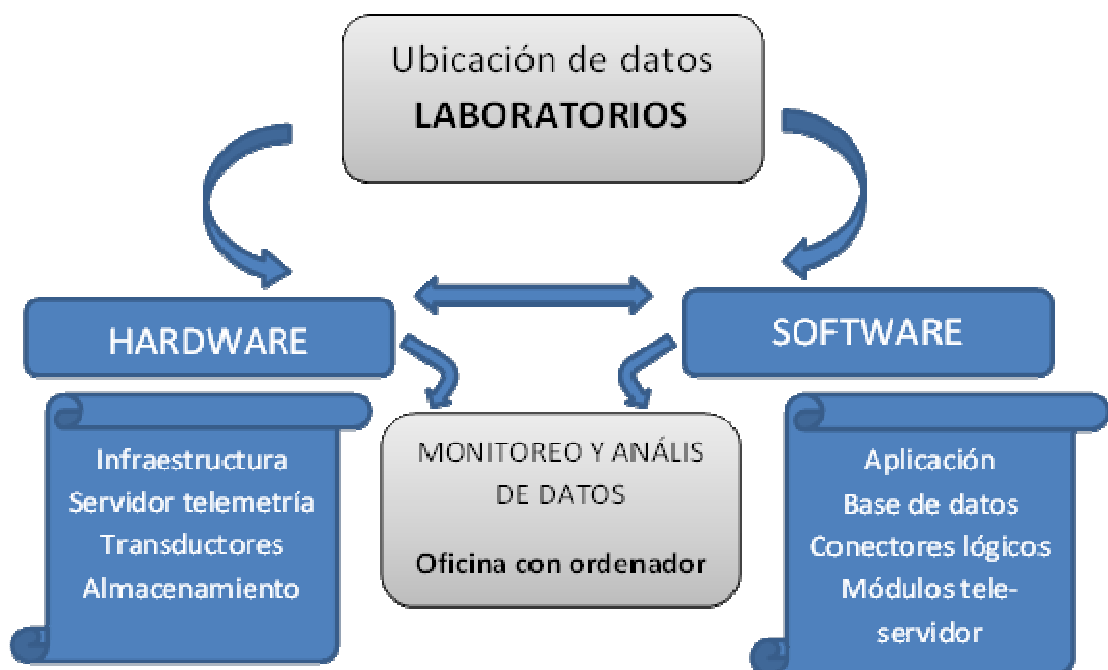
5.3.1. Componentes de la solución por telemetría

La solución por telemetría se puede descomponer en dos módulos fundamentales; el hardware y el software. Ver **Figura 21**.

El módulo de hardware tiene la función de recolectar los datos y llevarlos a los recursos de almacenamiento de información. Está compuesto de: infraestructura, servidores de telemetría, transductores y almacenamiento.

El módulo de software es el encargado de almacenar, visualizar y analizar los datos entregados por la componente de hardware. Este módulo se puede dividir en: aplicación, base de datos, conectores lógicos y módulos de tele-servidor.

Figura 21. Esquema básico solución por telemetría.

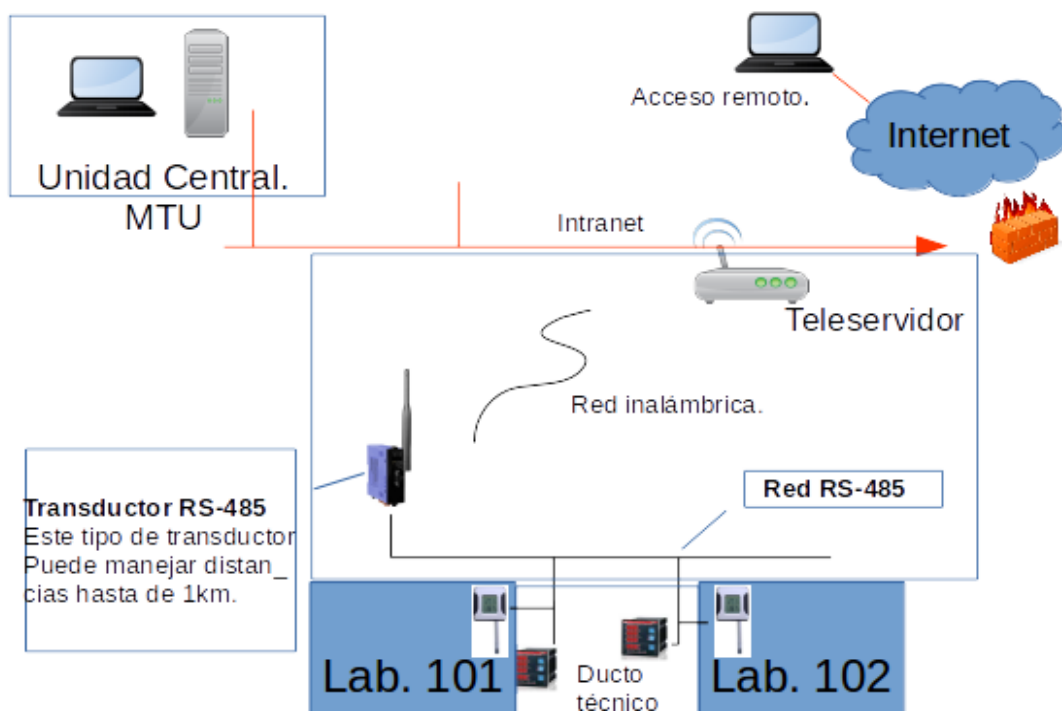


5.3.2. Esquema General del Flujo de Información

El esquema básico de monitorización se puede observar en la **Figura 22**, en ella se plantea la utilización de dos medidores de parámetros eléctricos (analizadores trifásicos tipo ventana) y de dos sensores de temperatura y humedad, repartidos como se muestra, por laboratorio. Estos sensores y/o medidores se conectan a través de una red RS-485 (Protocolo MODBUS) o a través de conexiones directas

a un transductor inalámbrico RS-485. Éste envía la información vía inalámbrica al servidor de telemetría (o concentrador de datos) ubicado en el pasillo, este será de vital importancia para el desarrollo de las siguientes fases, debido a que a él se conectarán las demás unidades remotas.

Figura 22. Esquema general sistema de monitorización.



5.4. INSTRUMENTAL REQUERIDO

En la presente sección se nombrarán y describirán los principales elementos necesarios para desarrollar el sistema de monitorización en los recintos ya mencionados, también se abordarán algunas opciones existentes en el mercado.

5.4.2. Sensores termo-higrómetros

Algunos de estos sensores ya se encuentran instalados en los laboratorios donde es necesario controlar la temperatura y la humedad relativa. Éstos se encuentran en funcionamiento, no poseen un puerto de comunicaciones, solo cuentan con un puerto USB que permite descargar los datos a la computadora. Es conveniente la introducción de nuevos termo-higrómetros que permitan conectarse a la red de monitorización, por ejemplo mediante el puerto RS-485.

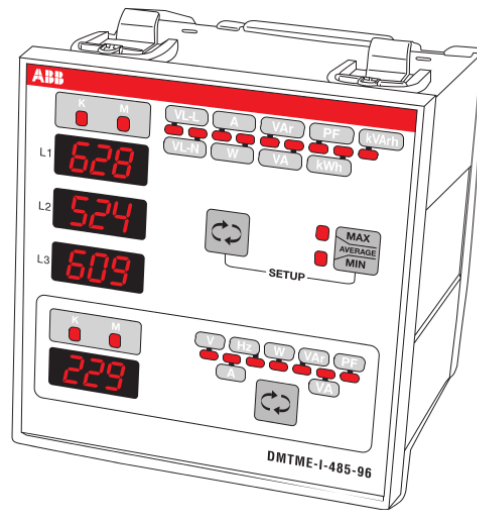
Figura 23. Termo higrómetro marca Comet.



5.4.1. Analizador digital tipo ventana

Este medidor digital deberá ser capaz de leer variables eléctricas como tensiones y corrientes trifásicas, potencias y factor de potencia además de la frecuencia. Estarán ubicados en los cuartos técnicos especiales localizados a lado y lado de cada laboratorio. Se solicitó cotización por medio del ingeniero de planta física Carlos Andrés Sierra de un analizador de red eléctrica tipo ventana NOVELEC REF: CVM-ALBO-NGR96. Que se presenta en el **Anexo G**.

Figura 24. Analizador digital ABB DMTE-I-485-96



5.4.2. Transductor Inalámbrico RS-485

Este equipo tendrá la función de leer los datos provenientes de los medidores y sensores ya reseñados, convertirlos en señales eléctricas o de radio y comunicar la información usando como medio de transporte el aire.

Figura 25. Convertidor de enlace inalámbrico²⁵



²⁵ Fuente: <http://www.senso-reg.com/productos/big/Convertidor-de-enlace-inalambrico---940.jpg>

5.3.4. Concentradores Inalámbricos

También denominados puntos de acceso o servidor de telemetría (tele-servidor) son dispositivos que actúan como puntos de conexión entre los nodos que conforman la red. Este equipo puede generar decisiones que conllevan a realizar una acción sobre los equipos transductores.

Este transmisor/receptor conecta entre sí los nodos de la misma red inalámbrica y normalmente sirve de puente entre ellos y la red cableada o el área de soporte lógico; también puede guardar los datos localmente. Si se interconecta un conjunto de estos equipos es posible seguir ampliando la red inalámbrica. El concentrador leerá y enrutará los datos que de manera inalámbrica recibe de las unidades remotas instalada.

La ubicación del concentrador deberá hacerse en un lugar estratégico donde pueda recibir las señales generadas desde los sensores y el analizador, se recomienda instalarlo lo más cerca posible a estas unidades remotas.

Además ese punto deberá tener acceso a la red de Intranet local (red LAN) para posteriormente poder transmitir los datos al soporte lógico localizado en un cuarto técnico.

5.3.5. Unidad central y de almacenamiento

Recordemos que un equipo de almacenamiento consiste de cualquier dispositivo que albergue o esté encargado de almacenar datos, aplicaciones y/o bases de datos (Disco duro, Memoria USB, etc.).

En este caso específico se recomienda la utilización de un PC de escritorio o un laptop, debido a que éste puede guardar datos pero también soportará el software que permitirá ejecutar, mostrar y analizar los datos recolectados.

5.5. SOPORTE LÓGICO

El soporte lógico se refiere al equipo y al software que almacenará y permitirá visualizar todos los datos provenientes de las unidades remotas a través de un computador (PC).

En este equipo se instalará y programará una base de datos MySQL que pueda soportar las variables escogidas para la monitorización, es decir variables eléctricas de corriente y tensión pero además las variables de temperatura y de humedad requeridas para laboratorios específicos anteriormente reseñados.

Base de datos MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD, DBMS por sus siglas en inglés) muy conocido por su simplicidad y notable rendimiento. MySQL es de distribución libre en internet bajo licencia GPL, lo cual que acarrea ventajas en cuanto a estabilidad proporcionando constantes desarrollos.

6. PLAN DE MONITORIZACIÓN

El sistema de telemetría propuesto no es la única opción para llevar a cabo la monitorización de las variables eléctricas. Pero lo que sí se hace indispensable es escoger los laboratorios más importantes en donde se puedan implementar las diferentes soluciones de monitoreo.

Gracias a la jerarquización de los equipos y laboratorios existentes en el EDI-PTG se logró configurar un plan en donde se muestran las variables importantes a medir que serán recopiladas por los analizadores tipo ventana y por el Fluke.

El constante ingreso de equipos al EDI-PTG para la implementación de nuevos laboratorios como también a los ya existentes, puede producir cambios en el perfil de carga y en el valor económico de cada laboratorio, produciendo posibles cambios en el perfil de monitorización, para esto se plantea un procedimiento. Ver **figura 26**.



Figura 26. Diagrama de ingreso de equipos nuevos al EDI-PTG.

Al ingresar un nuevo equipo se procede a realizar la adquisición de la información del mismo como se muestra en la sección 4.1 (Clasificación de equipos según criterio económico), y la sección 4.2 (Clasificación de equipos según criterio técnico), dándole su respectiva ponderación al equipo y posteriormente a cada laboratorio.

Hecho seguido de la jerarquización del laboratorio, es necesario realizar un ajuste de los parámetros a medir. El plan de monitorización está especificado según la clasificación obtenida en la jerarquización, asignándole una medición de parámetros ajustada según la clase a la que corresponda. Ver tabla 7.

En la tabla 7 se muestra la programación de medición de variables, siendo necesaria la utilización de dos instrumentos de medición, el primero de montaje fijo el cual ya tiene unas variables establecidas anteriormente en la sección 5.4.1 (Analizador digital tipo ventana), el segundo es un equipo de medición portable ver sección 2.5 (Analizador Fluke 435 serie II) al cual se le asigna un plan de trabajo que consta de la cantidad de días y orden con el cual se tiene que efectuar las mediciones con este equipo.

Después de configurar el equipo para las variables específicas según cada laboratorio y de realizar las mediciones, se procede a la descarga de datos en un equipo de cómputo, a través del software Power Log visualizar eventos y estadísticas o generar un reporte seleccionando el periodo de tiempo deseado. El análisis de esta información quedará a disposición del personal interesado.

Para la correcta conexión, configuración, desconexión y descarga de información del Fluke 435 serie II, los fabricantes proporcionan protocolos apropiado para dichas actividades. El **ANEXO DIGITAL H.** corresponde al capítulo veinticuatro del manual de uso y operación del Fluke 435 serie II, denominado: Configuración del analizador.

Tabla 7 Programación de medición de variables.

	MONITORIZACIÓN CONSTANTE	PERIODO: 3 días
CLASE	ANALIZADOR TIPO VENTANA	ANALIZADOR FLUKE 435 II
AA	tensión (fase y línea) corriente (fase y línea) frecuencia potencia activa potencia reactiva potencia aparente factor de potencia contadores de energía	tensión (fase y línea) Corriente (fase y línea) THD armónicos tensión (0,1,3,5,7,9) armónicos corriente (0,1,3,5,7,9) huecos y picos flicker eventos de onda eventos RMS potencia activa potencia reactiva potencia aparente factor de potencia
BB	tensión (fase y línea) corriente (fase y línea) frecuencia potencia activa potencia reactiva potencia activa factor de potencia contadores de energía	PERIODO: 2 días tensión (fase y línea) Corriente (fase y línea) THD armónicos tensión (0,1,3,5,7,9) armónicos corriente (0,1,3,5,7,9) huecos y picos flicker eventos de onda eventos RMS potencia activa potencia reactiva potencia aparente factor de potencia

Continuación tabla 7

	MONITORIZACIÓN CONSTANTE	PERIODO: 2 día
CLASE	ANALIZADOR TIPO VENTANA	ANALIZADOR FLUKE 435 II
CC	tensión (fase y línea) corriente (fase y línea) frecuencia potencia activa potencia reactiva potencia aparente factor de potencia contadores de energía	THD armónicos tensión (0,1,3,5) armónicos corriente (0,1,3,5) huecos y picos flicker eventos de onda eventos RMS potencia activa potencia reactiva potencia aparente factor de potencia
		PERIODO: 1 día
DD	tensión (fase y línea) corriente (fase y línea) frecuencia potencia activa potencia reactiva potencia aparente factor de potencia contadores de energía	THD armónicos tensión (0,1,3,5) armónicos corriente (0,1,3,5) huecos y picos flicker eventos RMS
EE	tensión (fase y línea) corriente (fase y línea) frecuencia potencia activa potencia reactiva potencia aparente factor de potencia contadores de energía	THD armónicos tensión (0,1,3) armónicos corriente (0,1,3) huecos y picos flicker eventos RMS

6.1. CRONOGRAMA DE MEDICIÓN

Se proponen dos alternativas, para la toma de mediciones en el EDI-PTG, en un periodo de tiempo de sesenta (60) días.

6.2. PRUEBA DE TECNOLOGÍA

Luego del diseño del sistema de monitorización se realizó una búsqueda de empresas locales que ofrecieran el tipo de tecnología requerida para poner en marcha el sistema de monitorización, además de dar una visión del valor económico requerido para este fin.

Se encontraron tres empresas que ofrecen estos servicios y se procedió a realizar las respectivas cotizaciones para cuatro laboratorios por medio del ingeniero Manuel José Ortiz. Las empresas mencionadas son: SAFER Ingeniería Ltda., Distritech S.A. e Ingeniería M&M Ltda. Ver **ANEXO I**.

Con la empresa Distritech S.A. se logró pactar una prueba de la tecnología ofrecida por quince días, en la cual se instaló en la frontera eléctrica de los laboratorios 101 y 104 alternándolos por un lapso de ocho días para probar el alcance de la red inalámbrica.

La instalación consto con un analizador tipo ventana de marca **ABB** de modelo **dmtme-i-485-96**, con sus transformadores de corriente necesarios y transductores inalámbricos. Los datos obtenidos se visualizaron en un equipo de cómputo portátil de la sede, donde se archivó el historial de las variables tensión, corriente y potencias obtenidas durante los días de prueba.

6.5.1. Resultados prueba de tecnología

El prototipo que se instaló temporalmente en la edificación presentó óptimos niveles de transmisión y recepción de datos. Se utilizó la frecuencia libre de 2.4 GHz que corresponde a la banda (2400 a 2483.5 MHz) no licenciada disponible para el territorio Colombiano y usando las especificaciones del comité IEEE 802.11.

Se instaló el equipo de transmisión dentro y fuera de los cuartos técnicos para verificar la potencia de transmisión de datos. Respondieron de manera similar pero la que tuvo mayor aceptación debido a su velocidad de transición constante.

La estructura del edificio no presenta mayores obstáculos en la línea de vista desde los ductos técnicos hasta el concentrador inalámbrico, ayudando a que el tráfico de información tenga una velocidad constante y libre de interrupciones.

Tampoco se presentaron interferencias con equipos de comunicación o equipos propios existentes en los laboratorios.

6.5.2. Análisis de cotizaciones

En la siguiente tabla se resume la información de las cotizaciones hechas por algunos proveedores de servicios de telemetría y control, para cuatro laboratorios del EDI-PTG. Se pueden apreciar los costos totales y los componentes que ofrece cada proveedor.

Tabla 8 Cotizaciones

PROVEEDOR	COMPONENTES	COSTO
<i>DISTRITECH S.A.S</i>	Analizadores Gabinetes Transductores Unidad concentrador Sensores PC servidor Programación conectores lógicos Programación base de datos Protecciones eléctricas y físicas Cableado de control, eléctrico y de control Mano de obra	\$ 24.944.535,00
<i>INGENIERÍA M&M Ltda.</i>	Analizadores Sensores Protecciones Gabinetes Radios Programación base de datos Mano de obra Presentación en tiempo real de variables y graficación básica	\$ 56.500.000,00 \$ 13.500.000,00
<i>SAFER INGENIERÍA Ltda.</i>	Analizadores Sensores Transductores Protecciones Gabinetes Radios Sistema Scada	\$ 58.900.000,00

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de grado.

7.1. CONCLUSIONES

Se definió un perfil de monitorización con los equipos existentes en el EDI-PTG, generando una estratificación desde la óptica de su valor económico y sus características técnicas.

La adquisición por parte de la sede Guatiguará del analizador de calidad de energía Fluke 435 Serie II, permitió en poco tiempo identificar algunas anomalías existentes en el edificio de investigaciones y generar preguntas a los interesados en esta información. Se identificó la hora y la duración de huecos de tensión junto con sus correspondientes flicker en laboratorios mencionados en el trabajo.

Así, este analizador se convierte en un engranaje principal del sistema de monitorización de variables eléctricas, permitiendo detectar problemas puntuales en el sistema eléctrico del Parque Tecnológico. Sin duda este instrumento podrá ayudar a nuevas investigaciones más detalladas y/o en la ejecución de programas como el URE (Uso racional de energía), que se adelanta en la sede de Piedecuesta.

Un sistema de monitorización energético se puede utilizar como herramienta de seguimiento de variables eléctricas importantes como tensión, corriente,

frecuencia, armónicos, potencia activa, reactiva y aparente. Permitiendo al interesado en la información visualizar reportes periódicos gráficos o escritos, donde se muestren eventos, como por ejemplo subidas o caídas de tensión, ajustando los límites de los parámetros a medir mediante la utilización de normas internacionales.

La implementación de un sistema de telemetría es un adelanto en el proceso de sistematización y control del EDI-PTG, el cual es necesario debido a la importancia de los equipos y al alto nivel de investigación al que este complejo ha sido proyectado. La telemetría también es la puerta de inicio para la utilización de la gestión URE, la cual acarreará grandes beneficios económicos y técnicos al EDI-PTG.

La utilización del aire como medio de transmisión para llevar la información desde los puntos remotos hasta el centro de control o supervisión, se ha convertido en una solución confiable y de bajo costo frente a la utilización de medios de transmisión alámbricos. La capacidad de ampliar la red, incorporando nuevas unidades sin recurrir a obras civiles también es otra ventaja de esta solución. Las pruebas de la tecnología realizadas con los transductores y equipos inalámbricos fueron satisfactorias, avalando esta tecnología para la transmisión de datos.

La usencia de un protocolo de entrada y salida de equipos en el edificio, junto con recomendaciones por parte de los proveedores en cuanto a necesidades de suministro eléctrico y de atención de cada instrumento, dificulta la realización de una jerarquización más completa de los equipos electrónicos instalados.

7.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar comparaciones periódicas que incluyan otro analizador de redes para contrastar resultados y tener más certidumbre con las mediciones que se realicen. El analizador Fluke 435-II puede ser reconfigurado con facilidad, por eso también se recomienda verificar que los parámetros seleccionados correspondan a la escogencia de cada laboratorio a medir.

Solicitar una revisión por parte del proveedor del Fluke 435 serie II, debido a la aparición de una componente continua en la corriente entre el 20% y el 50% con respecto a la fundamental en las mediciones realizadas.

Se recomienda una creación y aplicación de protocolos de entrada y salida de equipos al edificio por parte de los funcionarios administrativos de la sede. Es fundamental exigir y archivar información necesaria a los proveedores de los equipos nuevos en el edificio así información para su instalación y precauciones para su buen funcionamiento. Esta información será necesaria para la continua caracterización de los laboratorios en constante crecimiento.

Para tener sistema completo de telemetría y control, se requiere incluir los sistemas de climatización electrónicos de las aulas, con equipos actuadores que permitan el control de temperatura y humedad. Actualmente es empleada una bitácora diligenciada manualmente a cargo del personal de seguridad del EDI, en la cual se lleva el control de variables atmosféricas de los laboratorios.

Se recomienda ampliar el sistema de monitorización con el Fluke en las demás plantas además de la subestación del EDI complementando la monitorización existente, para verificar el estado general del sistema eléctrico del edificio.

Dentro de las cotizaciones obtenidas por parte de algunos proveedores, se puede evidenciar que la primera propuesta, hecha por la empresa Distritech S.A.S. es la solución más económica y la que ofrece una tecnología que se pudo comprobar en el EDI.

RERERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Un paso gigante en la construcción del futuro. Artículo informativo. Consultado en Diciembre de 2013 Sitio web: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/egresados/boletines/5/ptg.html>
- [2] Presentación del parque tecnológico de Guatiguará. Consultado en Diciembre de 2013. Sitio web: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara/index.html>
- [3] Reglamento de Baja Tensión. Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctrica UTE. Uruguay. Capitulo XXVII Perturbaciones. Documento web: http://www.ute.com.uy/servicios_cliente/docs/c-27.pdf
- [4] Calidad de la energía eléctrica. Elaborado por la Universidad del Atlántico y la universidad Autónoma del oriente. Consultado en Diciembre de 2013. Sitio web: www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf
- [5] Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución. (UNE-EN 50160), Comité técnico AEN/CTN 208, (2001)
- [6] Normas Para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución. Comité de Normas 2004-2005. ESSA Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. Capitulo primero.
- [7] Vega, V. (2007). "DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE PERTURBACIONES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA" Trabajo de investigación para optar al título de Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- [8] Detección de flicker basado en un esquema de multirresolución. Elaborado por A.E. Legarreta, A. Gomez y C.E. D'attellis. Universidad tecnológica Nacional.

Buenos Aires. Consultado en Diciembre de 2013. Sitio web:
<http://ie.fing.edu.uy/jrcee2006/trabajos/p11.pdf>

[9] Sistemas SCADA, Aquilino Rodriguez Penin, Capitulo I (2006).

[10] Practical SCADA for Industry, David Bailey, Edwin Wright. (2003)

[11] ¿Qué es un sistema SCADA? Consultado en Diciembre de 2013. Sitio web:
<http://control-accesos.es/scada/%c2%bfque-es-un-sistema-scada>

[12] Programación Gráfica para ingenieros. José Miguel Molina Martínez. Primera edición, junio 2010. Editorial Marcombo, S. A.

[13] Eugenio Tellez Ramírez. Distorsión Armónica. Programa de Ahorro de Energía AP&C. Sitio web:
<http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>

[14] Manual de uso. Analizador trifásico de Energía y Calidad de la Energía Eléctrica. 2012 Fluke Corporation. Impreso en la UE. Sitio web:
http://www.cedesa.com.mx/pdf/fluke/fluke_434II-435II_user_manual.pdf

BIBLIOGRAFÍA

- Practical SCADA for Industry, David Bailey, Edwin Wright. (2003).
- Calidad de la energía eléctrica. Elaborado por la Universidad del Atlántico y la universidad Autónoma del oriente. Consultado en Diciembre de 2013. Sitio web: www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf
- Propuesta de regulación de la calidad de potencia en el sistema interconectado. Documento CREG-032. 25 julio de 2012. Sitio web: [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/c2dae01dccebf05105257a4c00719a8f/\\$FILE/D-032-12%20CALIDAD%20DE%20LA%20POTENCIA.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/c2dae01dccebf05105257a4c00719a8f/$FILE/D-032-12%20CALIDAD%20DE%20LA%20POTENCIA.pdf)
- <http://www.mty.itesm.mx/etie/deptos/ie/profesores/jabaez/clases/e242/introduccion.pdf>
- <http://www.fluke.com/Fluke/coes/Medidores-de-Calidad-de-la-Energia-Elctrica/Logging-Power-Meters/Fluke-435-Series-II.htm?PID=73939>
- LEGARRETA A. E., GOMEZ A. y D'ATELLIS C. E. "DETECCIÓN DE FLICKER BASADO EN UN ESQUEMA DE MULTIRRESOLUCIÓN". Universidad Tecnológica Nacional, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Facultad Regional Buenos Aires. <http://ie.fing.edu.uy/jrcee2006/trabajos/p11.pdf>
- W. Tomasi, *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, Cuarta Edición. Prentice-Hall: México, pp. 366, 2003.

- <http://www.cerien.upc.edu/jornades/jiie2005/ponencies/Equipos%20para%200la%20medida.pdf>
- <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/18/37/a37.pdf>

Anexo B

Primera planta

101

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VA]	POTENCIA [VA]	FP
SUPERCOMPUTACIÓN LABORATORIO 101	10076	EQUIPO DE SUPERCOMPUTACION TERMOHIGROMETRO	HP EXTECH INSTRUMENTS	HP R5500 42280	N/D 9905502	NORMAL-BIFÁSICA NORMAL-MONOFASICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	103153						127	0.25	N/D	N/D	N/D	N/D

102

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VA]	POTENCIA [VA]	FP
MICROSCOPIA LABORATORIO 102	98633	MICROSCOPIO DE BARRIDO ELECTRONICO	FEI	QUANTA FEG 650	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	230	8	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	RECUBRIDOR DE MUESTRAS	QUORUM	Q150R ES	11043	NORMAL-BIFÁSICA	240	N/D	N/D	N/D	1350	N/D
	N/D	BAÑO ULTRASONICO	BRANSON	2510	RL80726914F	NORMAL-MONOFASICA	120	2	230	N/D	N/D	N/D
	90558	TELEVISOR	SONY BRAVIA	kdI-40s5100	8512946	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	200	N/D	N/D	N/D
	N/D	UPS 10 KVA	ENERGEX	GALLEON 10K+ISOTX	83921105100104,00	NORMAL-BIFÁSICA	220	63	8000	N/D	N/D	0,99
	102437	UPS 6 KVA	TITAN-ISOLTEC	TITAN 6KVA	100113 - 72770007	NORMAL-BIFÁSICA	240	N/D	4800	N/D	N/D	0,99
	N/D	EQUIPO DE REFRIGERACION (CHILLER)	thermo scientific	THERMO FLEX 900	111013064	NORMAL-BIFÁSICA	230	15	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	CZC10182P7	NORMAL-MONOFASICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D
	N/D	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	CZC1089WS4	NORMAL-MONOFASICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D
	N/D	COMPRESOR	JUN-AIR	OF302-4B	211700361	NORMAL-BIFÁSICA	230	0,9	444	N/D	N/D	N/D
	N/D	BOMBA DE VACIO	FEI	QUANTA FEG 650	119465953	NORMAL-MONOFASICA	110	6,8	N/D	N/D	N/D	N/D
	98633	BOMBA DE VACIO	FEI	QUANTA FEG 650	119460210	NORMAL-BIFÁSICA	220	3,4	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	IMPRESORA	HP	HP office jet Pro 8600A Plus	CN15HCM0H1	NORMAL-MONOFASICA	110	1,8	34	N/D	N/D	N/D
	103154	TERMOHIGROMETRO	EXTECH INSTRUMENTS	42280	9905508	NORMAL-MONOFASICA	127	0,25	N/D	N/D	N/D	N/D

103

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VA _r]	POTENCIA [VA]	FP
ESPECTROMETRÍA DE MASAS LABORATORIO 103	101139	CABINA EXTRACTORA	ESCO	EFA-6UDRCV-9	2011-62431	NORMAL-MONOFÁSICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	N/D	AGITADOR	VORTEX	V-1 PLUS	010203-1302-0546	NORMAL-MONOFÁSICA	120	0,072	N/D	N/D	8,64	N/D
	102304	MICROTOMO CRIOESTADADO	LEICA	CM1850W	2456-01	NORMAL-MONOFÁSICA	120	N/D	N/D	N/D	1440	N/D
	94891	GENERADOR DE NITROGENO	PEAK SCIENTIFIC	nm30a-ms	K10-04-168	NORMAL-BIFÁSICA	230	5	N/D	N/D	N/D	N/D
	94891	ESPECTROMETRO DE MASAS	BRUNKER	ESI-IT - AMAZON X	274444-06046	NORMAL-BIFÁSICA	230	N/D	N/D	N/D	1600	N/D
	94891	BOMBA DE VACIO	VARIAN	HS 602	271206	REGULADA-BIFÁSICA	220	6,4	900	N/D	N/D	N/D
	94891	CROMATOGRAFO LIQUIDO	HITACHI	ELITE LACHROM	Z1E71-054	REGULADA-BIFÁSICA	240	N/D	N/D	N/D	400	N/D
	94981	PC ESCRITORIO	HP	Z400	CZC0117Q12	NORMAL-MONOFÁSICA	110	10	475	N/D	1100	N/D
	94891	IMPRESORA LASER	HP	HP LASER JET p3015	VNBCB 1BEF4	REGULADA-MONOFÁSICA	110	8,6	780	N/D	N/D	N/D
	N/D	UPS 5 KVA	POWERSVAR	SECURITY PLUS ABCDEF5200-22	2205278-R	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	5000	95
	107493	ESPECTROMETRO DE MASAS MALDI TOF	BRUNKER	UltrafleXtreme	276601-00358	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	2000	N/D
	N/D	PREPARADOR DE IMÁGENES Y MUESTRAS	BRUNKER	IMAGEPREP	249501-00191	NORMAL-MONOFÁSICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	N/D	NORMAL-MONOFÁSICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D
	N/D	IMPRESORA	HP	HP LASER JET p3015	VNBCC95093	REGULADA-MONOFÁSICA	110	8,5	780	N/D	N/D	N/D
	102436	UPS 6KVA	TITAN-ISOLTEC	N/D	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	0,99
	103155	TERMOHIGROMETRO	EXTECH INSTRUMENTS	42280	9905510	NORMAL-MONOFÁSICA	127	0,25	N/D	N/D	N/D	N/D

104

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VA _r]	POTENCIA [VA]	FP
DIFRACCIÓN DE RAYOS X LABORATORIO 104	N/D	IMPRESORA	HP	laser jet pro 200 color MFP	CNC9DCV8LS	NORMAL-MONOFÁSICA	110	8,6	780	N/D	N/D	N/D
	71121	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	N/D	NORMAL-MONOFÁSICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D
	N/D	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X	BRUNKER	D8 DISCOVER	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	N/D	NORMAL-MONOFÁSICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D
	101416	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X	BRUNKER	D8 ADVANCE	N/D	NORMAL-MONOFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	N/D	NORMAL-MONOFÁSICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D
	N/D	UPS EATON 40 KVA	EATON	9355	BE214KX07-1	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	0,99
	N/D	UPS EATON 40 KVA	EATON	N/D	BE194KX03-1	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	CHILLERS	BRUNKER	br 058t-72	130322342	220	16	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	CHILLERS	BRUNKER	br 058t-72	N/D	220	26	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	100738	BALANZA DE PRECISION	OHAUS	ADVENTURE	8332040266	NORMAL-MONOFÁSICA	110	4	N/D	N/D	4	N/D
	103156	TERMOHIGROMETRO	EXTECH INSTRUMENTS	N/D	9905506	NORMAL-MONOFÁSICA	127	0,25	N/D	N/D	N/D	N/D

108

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60	TENSIÓN	CORRIENTE	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	FP
						Hz	[V]	[A]	[W]	[Var]	[VA]	
ANÁLISIS PETROFÍSICOS LABORATORIO 108	86285	PERMEAMETRO	CORE PET	PA 214	08-01	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	BOMBA DE VACIO	GAST	N/D	N/D	NORMAL-MONOFASICA	115	4,2	N/D	N/D	N/D	N/D
	83154	BOMBA DE VACIO	GAST	DOA-P704-AA	DOA-P704-AA	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	900	N/D	N/D	N/D
	83088	EQUIPO DE PRESION CAPILAR	CORE PET	N/D	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83082	POROSIMETRO	CORE PET	N/D	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83155	BOMBA DE VACIO	GAST	N/D	N/D	NORMAL-MONOFASICA	115	4,2	N/D	N/D	N/D	N/D
	83083	RESISTOMETRO	STANFORD	SR720 LCR METER	60755	NORMAL-MONOFASICA	120	0,5	20	N/D	N/D	N/D
	100682	INHIBIDOR DE MINIMA CONCENTRACION	COREPET	COIL TUBING SYSTEM	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	100683	CELDA DE VOLUMEN TOTAL	COREPET	N/D	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83085	EQUIPO DE DESPLAZAMIENTO	CORE PET	N/D	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83086	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO	COREPET	N/D	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	100684	SISTEMA DE RESTAURACION SIMPLE	COREPET	N/D	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83115	MICROSCOPIO	COLE PARMER	b2-223	30707000	NORMAL-MONOFASICA	110	0,28	N/D	N/D	N/D	N/D
	91571	ESTEROSCOPIO	SANITAS	Ni-30	0712-374	NORMAL-MONOFASICA	115	4	40	N/D	N/D	N/D
	91568	ESTEROSCOPIO	SANITAS	Ni-30	0712-244	NORMAL-MONOFASICA	115	4	40	N/D	N/D	N/D
	91569	ESTEROSCOPIO	SANITAS	Ni-30	0712-726	NORMAL-MONOFASICA	115	4	40	N/D	N/D	N/D
	91566	HORNO HUMEDAD CONTROLADA	N/D	N/D	N/D	NORMAL-BIFÁSICA	220	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	99435	PC ESCRITORIO	HP	N/D	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	IMPRESORA	HP	HP LASERJET P1102W	CNBK660514	NORMAL-MONOFASICA	110	12	370	N/D	N/D	N/D
	64256	BALANZA	OHAUS	AVENTURER	J0171225430727 P	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	4	N/D
	91311	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	thermo scientific	sp131325	1768090806254	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83085	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO	CORE PET	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83085	PANEL DE EQUIPO DESPLAZAMIENTO	CORE PET	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83085	HORNO DE EQUIPO DESPLAZAMIENTO	CORE PET	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	83116	COMPRESOR	GAST	5HCD-11T-M550NGX	N/D	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	560	N/D	N/D	N/D
	100455	VENTILADOR	HOLMES	U2-1803	E90368	NORMAL-MONOFASICA	120	1,8	N/D	N/D	N/D	N/D
	100456	VENTILADOR	HOLMES	U2-1803	E90368	NORMAL-MONOFASICA	120	1,8	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	UPS	ENERGEX	GALLON ISO TX6K	83621111100020	NORMAL-BIFÁSICA	240	N/D	4800	N/D	N/D	0,99

Tercera Planta

301

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60	TENSIÓN	CORRIENTE	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	FP
						Hz	[V]	[A]	[W]	[Var]	[VA]	
SÍNTESIS SECA LABORATORIO 301	101137	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62435	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	101138	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62434	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	100737	BALANZA	OHAUS	PA214	8332090758	NORMAL-MONOFASICA	120	0,12	400	N/D	4	N/D
	104128	BALANZA DE PRECISION	RADWAG	XA 110/2Y	348673/12	NORMAL-MONOFASICA	110	0,8	2	N/D	N/D	N/D
	102659	HORNO TUBULAR GRANDE	CARBOLITE	CTF 17/300	21-200291	NORMAL-BIFÁSICA	220	25	4125	N/D	N/D	N/D
	109060	MUFULA	CENTRICOL	PMG9L	1282	NORMAL-BIFÁSICA	220	15	3200	N/D	N/D	N/D
	108652	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	CORNING	PC4200	N/D	NORMAL-MONOFASICA	120	5,9	698	N/D	N/D	N/D
	100732	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	VELP SCIENTIFICA	AREC	184274	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	800	N/D	N/D	N/D
	96515	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	HEIDOLPH INSTRUMENTS	MR HEI STANDARD	111033971	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	620	N/D	N/D	N/D
	100730	BANCO DE PH	THERMO SCIENTIFIC	ORION 3 STAR SERIES	B35883	NORMAL-MONOFASICA	110	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D
	100733	BALANZA	KERN	PCB 6000-1	WD110014037	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	6	N/D	N/D	N/D

99

302

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Var]	POTENCIA [VA]	FP
CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES LABORATORIO 302	101136	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62424	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	108660	DUROMETRO	INNOVATEST	677-670 SERIES	67781207024	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	108659	MICRODUROMETRO	INNOVATEST	413D-400 SERIES	413D20120601	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	PC ESCRITORIO	HP	6200 PRO	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	5,5	320	N/D	N/D	N/D
	102641	ESPECTROMETRO DE EMISION OPTICA	BRUKER	Q4 TASMAN	M0022	NORMAL-BIFÁSICA	240	N/D	600	N/D	N/D	N/D
	N/D	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLEX 790	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	5	265	N/D	N/D	N/D
	107075	ESPECTROFOTOMETRO DE UV	AVANTES	AVASPEC-3648	1301117U1	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	90	N/D	N/D	N/D
	22383	PC ESCRITORIO	COMPAQ	PRESARIO CQ1-AioPC	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	65	N/D	N/D	N/D
	105260	ANGULO DE CONTACTO	DATAPHYSICS	OCA 15EC	O48E0212F9F1	NORMAL-MONOFASICA	110	1,5	70	N/D	N/D	N/D

303

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Var]	POTENCIA [VA]	FP
SÍNTESIS HÚMEDA LABORATORIO 303	101135	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62437	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	109667	AGITADOR MECÁNICO	IKA	RW 20 D	7.286.968	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	87	N/D	N/D	N/D
	109668	CALENTADOR	HEATING MANTLE	509.303.05	11/08/2464	NORMAL-MONOFASICA	110	2	300	N/D	N/D	N/D
	N/D	BALANZA DE PRECISION	PRECISA GRAVIMETRICS	XB 220A	5001161	NORMAL-MONOFASICA	115	0,6	N/D	N/D	12	N/D
	58084	BALANZA	OHAUS	ADVENTURER PRO AV812	12031218899	NORMAL-MONOFASICA	120	0,12	N/D	N/D	4	N/D
	N/D	BOMBA DE VACIO	ROCKER	ROCKER 400	167400-11-ACD013	NORMAL-MONOFASICA	110	1	100	N/D	N/D	N/D
	61042	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	IKA	RH-KT/C	05 006161	NORMAL-MONOFASICA	100	N/D	416	N/D	N/D	N/D
	10195	HORNO	TKF	ASTROLAB-10	250786-17B	NORMAL-MONOFASICA	120	13	1500	N/D	N/D	N/D
	26495	HORNO	MEMMERT	TV30U	760309	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	1600	N/D	N/D	N/D
	N/D	PRENSA	SPEX SamplePrep	3635 X-PRESS	10110	NORMAL-MONOFASICA	110	8	N/D	N/D	800	N/D
	N/D	TAMIZADORA ELÉCTRICA	PINZUAR LTDA	03PS35	263	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	102645	PREPARADOR DE MUESTRAS	METKON	ECOPRESS 100	N20120037	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	1650	N/D	N/D	N/D
	N/D	MOLINO PULVERIZADOR	SPEX SamplePrep	8530 ShatterBox	10124	NORMAL-MONOFASICA	115	9	N/D	N/D	N/D	N/D
	108235	NEVERA	MABE	MA021VHCE	N/D	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	PULIDORA/DEBASTADORA DOBLE PLATO	PRESI	MECATECH 264	127	NORMAL-BIFÁSICA	230	8	N/D	N/D	N/D	N/D
	102513	CORTADORA DE PRECISION	PRESI	MECATOME T260	630	NORMAL-BIFÁSICA	230	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	102512	CORTADORA	PRESI	MECATOME T201 A	243	NORMAL-BIFÁSICA	230	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

304

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Var]	POTENCIA [VA]	FP
ELECTROQUÍMICA LABORATORIO 304	101133	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62423	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	101134	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62433	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	87	N/D	N/D	N/D
	102646	BAÑO TERMOSTATADO	POLYSCIENCE	AD28R-30-A11B	281210047	NORMAL-MONOFASICA	120	13	N/D	N/D	N/D	N/D
	102662	POTENCIOSTATO	AUTOLAB	PGSTAT 302N	AUT85156	REGULADA-MONOFASICA	120	N/D	N/D	N/D	300	N/D
	N/D	UPS	TITAN	TITAN 1KVA	N/D	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	AUXILIAR DE POTENCIOSTATO	AUTOLAB	BOOSTER104	B5T7448	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	650	N/D
	N/D	CONTROLADOR DE MOTOR	AUTOLAB	MOTORCONTROLLER FOR ROTATOR	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	50	N/D
	N/D	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	VELP SCIENTIFICA	AREC	SI	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	CONDUCTIVIMETRO	THERMO SCIENTIFIC	ORION 3 STAR SERIES	B36114	NORMAL-MONOFASICA	110	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	CONDUCTIVIMETRO	THERMO SCIENTIFIC	ORION 3 STAR SERIES	B36098	NORMAL-MONOFASICA	110	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	PHMETRO	THERMO SCIENTIFIC	ORION 3 STAR SERIES	B35950	NORMAL-MONOFASICA	110	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D

100

305

CARACTERIZACIÓN DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS LABORATORIO 305	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Var]	POTENCIA [VA]	FP
		101131	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62425	NORMAL-MONOFÁSICA	120	N/D	100	N/D	N/D
	101132	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62429	NORMAL-MONOFÁSICA	115	N/D	87	N/D	N/D	N/D
	108871	CALORIMETRO	PARR	6200 CALORIMETER	M36483	NORMAL-MONOFÁSICA	120	6	N/D	N/D	N/D	N/D
	108996	BALANZA DE PRECISIÓN	PRECISA GRAVIMETRICS	XB 220A	5000346	NORMAL-MONOFÁSICA	115	0,6	N/D	N/D	12	N/D
	109286	HORNO	THERMO SCIENTIFIC	HERATHERM OMS60	41339902	NORMAL-MONOFÁSICA	120	12	1440	N/D	N/D	N/D
	N/D	IMPRESORA DE RECIBOS	STAR MICRONITS LTDA	SP500	2247012040600029c	NORMAL-MONOFÁSICA	110	0,8	N/D	N/D	N/D	N/D
	N/D	SISTEMA MANEJADOR DE AGUA	PARR	6510	01/07/-13	NORMAL-MONOFÁSICA	115	3	N/D	N/D	N/D	N/D

306

REACTORES LABORATORIO 306	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Var]	POTENCIA [VA]	FP
		101130	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-6UDRCW-9	2011-62427	NORMAL-MONOFÁSICA	120	N/D	100	N/D	N/D
	N/D	BALANZA	PRECISA GRAVIMETRICS	XB 3200C	5201079	NORMAL-MONOFÁSICA	115	0,6	N/D	N/D	12	N/D
	108994	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNÉTICO	IKA	C-MAG HS 7 S1	7.250.223	NORMAL-MONOFÁSICA	120	N/D	1020	N/D	N/D	N/D
	108870	REACTOR DE PRESIÓN	PARR	4581	4530-1212-27439	NORMAL-BIFÁSICA	220	12,82	3000	N/D	N/D	N/D

310

CERAMURGIA LABORATORIO 310	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Var]	POTENCIA [VA]	FP
		102660	HORNO DE CÁMARA (MUFLA)	CARBOLITE	CWF 12/13	21-201181	NORMAL-BIFÁSICA	220	13	2627	N/D	N/D
	102661	HORNO DE CÁMARA (MUFLA)	CARBOLITE	CWF 12/13	21-200292	NORMAL-BIFÁSICA	220	13	2627	N/D	N/D	N/D
	N/D	HORNO TUBULAR	CARBOLITE	CTF 12/65/550	21-200289	NORMAL-BIFÁSICA	220	8,3	1661	N/D	N/D	N/D
	102657	HORNO TUBULAR	CARBOLITE	CTF 12/65/550	21-200290	NORMAL-BIFÁSICA	220	8,3	1661	N/D	N/D	N/D
	N/D	MUFLA	CARBOLITE	PTC 12/50/150	21-200293	NORMAL-MONOFÁSICA	110	8,4	924	N/D	N/D	N/D

Cuarta planta

401

101

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VAr]	POTENCIA [VA]	FP
CULTIVO DE CELULAS LABORATORIO 401	101125	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-BUDRCW-9	2011-62430	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	101144	CABINA DE BIOSEGURIDAD DE BAJO RUIDO CLASE II	ESCO	LA2-6A2	2011-62453	NORMAL-MONOFASICA	110	11,5	1200	N/D	N/D	N/D
	101145	CABINA DE BIOSEGURIDAD DE BAJO RUIDO CLASE II	ESCO	LA2-6A2	2011-62456	NORMAL-MONOFASICA	110	11,5	1200	N/D	N/D	N/D

402

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VAr]	POTENCIA [VA]	FP
PREPARACIÓN Y ESTERILIZACIÓN LABORATORIO 402	102519	SISTEMA DE PURIFICACIÓN INTEGRAL DE AGUA	MILLIPORE	MILLI-Q	F1NA19774D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	160	N/D
	101140	CABINA DE FLUJO LAMINAR HORIZONTAL	ESCO	LHC-6A2	2011-62459	NORMAL-MONOFASICA	110	10,5	1045	N/D	N/D	N/D
	101126	CABINA EXTRACTORA	ESCO	FRONTIER EFA-BUDRCW-9	2011-52436	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	100	N/D	N/D	N/D
	108209	AUTOCLAVE HORIZONTAL	TUTTNAUER	5075ELCD	1106972	NORMAL-TRIFÁSICA	440	18	N/D	N/D	N/D	N/D
	108210	AUTOCLAVE VERTICAL	TUTTNAUER	3150ELVC	2910042	NORMAL-BIFÁSICA	220	14,3	3300	N/D	N/D	N/D

403

	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VAr]	POTENCIA [VA]	FP
BACTERIAS LABORATORIO 403	101146	CABINA DE BIOSEGURIDAD DE BAJO RUIDO CLASE II	ESCO	LA2-6A2	2011-62455	NORMAL-MONOFASICA	110	11,5	1200	N/D	N/D	N/D
	98934	BALANZA ANALITICA	SARTORUS	AX224	26391427	NORMAL-MONOFASICA	115	0,2	N/D	N/D	16	N/D
	92381	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	HEIDOLPH INSTRUMENTS	MR HEI STANDARD	70924785	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	620	N/D	N/D	N/D
	23770	HORNO	GCA/PRECISION SCIENTIFIC	THELCO	21AG-6	NORMAL-MONOFASICA	110	11,8	1420	N/D	N/D	N/D
	100621	CENTRIFUGA	HETTICH	UNIVERSAL 320R	0000581-03-00	NORMAL-MONOFASICA	120	8	950	N/D	N/D	N/D
	95200	AGITADOR ORBITAL	HEIDOLPH INSTRUMENTS	INKUBATOR 1000	101040234	REGULADA-MONOFASICA	115	N/D	330	N/D	N/D	N/D
	95200	UNIDAD AUXILIAR INCUBADORA DE AGITADOR ORBITAL	HEIDOLPH INSTRUMENTS	UNIMAX 1010	8106069	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	50	N/D	N/D	N/D
	55753	MICROSCOPIO OPTICO	OLYMPUS	CH20BIMF110	2G10475	NORMAL-MONOFASICA	110	0,4	N/D	N/D	N/D	N/D
	94939	BACTICINERADOR	MACCORMICK SCIENTIFIC	Bacti-Cinerator IV	12100099-2	NORMAL-MONOFASICA	120	1,1	135	N/D	N/D	N/D
	102222	BAÑO ULTRASONICO	BRANSON	3510R-MTH	RMB04111191G	NORMAL-MONOFASICA	120	2,8	330	N/D	N/D	N/D
	109337	UPS	MINUTE MAN	ETR1500	AE58130100282	NORMAL-MONOFASICA	120	12	900	N/D	1500	N/D
	N/D	COMPRESOR	PUMA	OIL LESS AIR COMPRESSOR	T6390053	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	1118	N/D	N/D	N/D
	109491	BIO-REACTOR	NEW BRUNSWICK SCIENTIFIC	BF-115	B115CJ002078	NORMAL-MONOFASICA	110	10	N/D	N/D	1800	N/D
	64739	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLEX GX520	00045-610-880-214	NORMAL-MONOFASICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D
	64739	MONITOR	DELL	E173FPC	CN-OF5035-64180-587-2FK	NORMAL-MONOFASICA	127	1,5	35	N/D	N/D	N/D

404

102


	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VAr]	POTENCIA [VA]	FP	
HONGOS LABORATORIO 404	101147	CABINA DE BIOSEGURIDAD DE BAJO RUIDO CLASE II	ESCO	LA2-6A2	2011-62454	NORMAL-MONOFASICA	110	11,5	1200	N/D	N/D	N/D	
	N/D	NEVERA	WHIRLPOOL	TECHNO SPECE	N/D	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	
	89785	HORNO	BINDER	ED53-UL	07-21824	NORMAL-MONOFASICA	115	10,5	1200	N/D	N/D	N/D	
	106962	AGITADOR ORBITAL CON CONTROL DE TEMPERATURA	NEW BRUNSWICK SCIENTIFIC	EXCELLA E24	110856087	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	N/D	N/D	N/D	1500	N/D
	86677	ESTABILIZADOR	ENERGEX	PR-1000N	10007020784	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	1000	N/D	
	89677	BAÑO TERMOSTATADO	LAUDA	E 100	IDC4261-050008	NORMAL-MONOFASICA	115	N/D	1400	N/D	N/D	N/D	
	64745	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	00045-610-880-213	NORMAL-MONOFASICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D	
	64745	MONITOR	DELL	E173FPC	CN-0F5035-64180-587-1JRK	NORMAL-MONOFASICA	127	1,5	35	N/D	N/D	N/D	
	64746	PC ESCRITORIO	DELL	OPTIPLX GX520	00045-610-880-216	NORMAL-MONOFASICA	135	10	220	N/D	N/D	N/D	
	64746	MONITOR	DELL	E173FPC	CN-0F5035-64180-587-1JYK	NORMAL-MONOFASICA	127	1,5	35	N/D	N/D	N/D	
	86674	ESTABILIZADOR	ENERGEX	PR-1000N	10007020732	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	N/D	N/D	1000	N/D	
	N/D	ESTUFA ELECTRICA	HACCEB	EMI	H98108161	NORMAL-MONOFASICA	120	N/D	1110	N/D	N/D	N/D	
	89940	PH-METRO	SCHOTT INSTRUMENTS	LAB 850	9041676	NORMAL-MONOFASICA	110	0,4	N/D	N/D	N/D	N/D	
	3945	HORNO	N/D	N/D	N/D	NORMAL-MONOFASICA	127	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	

405


	SERIAL UIS	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL FABRICANTE	TIPO DE ALIMENTACIÓN 60 Hz	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	POTENCIA [VAr]	POTENCIA [VA]	FP
BIOPROCESOS CON MICROORGANISMOS LABORATORIO 405	102190	BOMBA DE VACIO	GAST	DAA-V704A-EB	6110116178	NORMAL-MONOFASICA	115	2,7	190	N/D	N/D	N/D
	107069	PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNETICO	N/D	515.303	11/08/2487	NORMAL-MONOFASICA	110	N/D	350	N/D	N/D	N/D
	89728	COMPRESOR	THOMAS	688CE44 D	50900014385	NORMAL-MONOFASICA	115	3,6	325	N/D	N/D	N/D
	108691	BIOREACTOR	NEW BRUNSWICK SCIENTIFIC	BIO FLO 110	800936443	REGULADA-MONOFASICA	115	10	N/D	N/D	1600	N/D
	89529	UPS	POWERCOM	VGD 1500	40247630804	NORMAL-MONOFASICA	120	5,7	N/D	N/D	1500	0,97
	91616	ROTOEVAPORADOR	BUCHI	R-210	1000034047	REGULADA-MONOFASICA	110	N/D	60	N/D	N/D	N/D
	91616	OLLA PARA BAÑO MARIA	BUCHI	B-491	1000031088	REGULADA-MONOFASICA	110	N/D	1700	N/D	N/D	N/D
	91617	BOMBA DE VACIO	BUCHI	V-700	1000034048	REGULADA-MONOFASICA	110	N/D	210	N/D	N/D	N/D
	N/D	BIOREACTOR	SEW EURODRIVE	R17DR571M4	58.0192124401.0001.11	NORMAL-BIFASICA	220	2,6	550	N/D	N/D	0,72
	88774	BOMBA DE DOSIFICACION ELECTROMEGNETICA	LMI MILTON ROY	AA751-393SI	08072616155-1	NORMAL-MONOFASICA	120	1,4	22	N/D	N/D	N/D
	95569	BOMBA DE DOSIFICACION ELECTROMEGNETICA	LMI MILTON ROY	AA751-393SI	10083033863-1	NORMAL-MONOFASICA	120	1,4	22	N/D	N/D	N/D
	101141	CABINA DE FLUJO LAMINAR HORIZONTAL	ESCO	LHC-6A2	2011-62460	NORMAL-MONOFASICA	110	10,5	1045	N/D	N/D	N/D




103

Anexo C
Cotizaciones Fluke

CASA HERMES LTDA.					
NIT. 890.204.286-5 REGIMEN COMUN		CR 17 # 36-23 BUCARAMANGA COLOMBIA			
Bucaramanga:		26 de junio de 2013		Cot. N° 47-0186_2013	
Señores:					
UIS GUATIGUARA			email: urequatiguara@uis.edu.co		
AT. CARLOS ANDRES SIERRA			telefono: 6344000		extensión: -
CIUDAD			móvil: -		
De acuerdo con su amable solicitud, nos es grato enviarle cotizacion de productos y servicios solicitados.					
ITEM	IMAGEN	DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1		<p>ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGIA FLUKE 437 II CLASE A</p> <p>MEMORIA DE 8GB EXPANDIBLE A 32GB</p> <p>El Analizador de la energía y calidad Eléctrica de la Serie 437 II de Fluke se ha diseñado específicamente para la industria aeronáutica y de defensay telecomunicaciones Capaz de realizar mediciones a 400 Hz, el modelo 437 II es indispensable para el trabajo en submarinos, aeronaves y otras aplicaciones de transporte.</p> <p>Aplicaciones</p> <p>Captura de datos PowerWave – capture datos RMS reales para ver todas las formas de onda de modo que pueda determinar cómo interaccionan tensión, corriente y frecuencia.</p> <p>Eficiencia de inversores de potencia – mida tanto la potencia CA y CC, de entrada y salida, para controlar la eficacia de los inversores.</p> <p>Cuantificación monetaria de la energía – calcule el coste fiscal de la energía desperdiciada por una pobre calidad eléctrica.</p> <p>Análisis de la energía– mida el antes y el después para cuantificar las mejoras de la instalación en el consumo de energía, justificando el uso de los dispositivos de ahorro energético.</p> <p>Detección y resolución de problemas en primer nivel de actuación – diagnostique rápidamente los problemas en pantalla, de forma que pueda volver a poner los equipos en marcha.</p> <p>Mantenimiento predictivo – detecte y prevenga los problemas de calidad eléctrica antes de que produzcan tiempos de inactividad de la producción.</p> <p>Análisis a largo plazo – descubra problemas difíciles de detectar o intermitentes.</p> <p>Estudios de carga – compruebe la capacidad de los sistemas eléctricos antes de añadir la carga</p> <p>GARANTIA: 3 AÑO para el equipo y un años para los accesorios</p>	1	\$ 30.200.000	\$ 30.200.000
				SUBTOTAL	\$ 30.200.000
				IVA	\$ 4.832.000
				TOTAL	\$ 35.032.000

ACCESORIO ADICIONAL RECOMENDADO

ITEM	IMAGEN	DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1		<p>SONDA 1200S DE FLUKE Sonda amperimétrica AC cómoda de pequeño tamaño. Las sondas amperimétricas Fluke son herramientas ideales para ampliar los rangos de corriente de instrumentos Fluke.</p> <p>El 1200s es una sonda amperimétrica AC de 20A y 200A de rango dual con salida de tensión a través de un conector BNC con aislamiento de seguridad. Se incluye un adaptador tipo banana a BNC dual para permitir conectar el 1200s a multímetros con entradas tipo banana.</p> <p>Complemento para su osciloscopio, medidor de calidad eléctrica o multímetro digital que permite medir hasta los 200 A CA.</p> <p>Adaptador para multímetros digitales incluido. Dos rangos: 20 A y 200 A, nivel de salida 10 ó 100 mV/A.</p> <p>Toma lecturas de corriente exactas sin interrumpir el circuito.</p> <p>Diámetro máximo del conductor: 20 mm.</p> <p>Categoría de seguridad CAT III 600 V. GARANTIA : 1 AÑO.</p>	4	\$ 640.000	\$ 2.560.000
				SUBTOTAL	\$ 2.560.000
				IVA	\$ 409.600
				TOTAL	\$ 2.969.600

ITEM	IMAGEN	DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
3		<p>ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGIA FLUKE 435 II CLASE A MEMORIA DE 8GB EXPANDIBLE A 32GB Considere al Analizador de la energía y calidad eléctrica Fluke 435 Serie II como su pólice de seguros. No importa que pase en su instalación, con el 435 II, usted siempre estará preparado para solucionar cualquier problema. Está equipado con avanzadas funciones de calidad de la energía y capacidades de monetización de la energía: no existe problema eléctrico que este modelo no pueda solucionar.</p> <p>Aplicaciones</p> <p>Captura de datos PowerWave – capture datos RMS reales para ver todas las formas de onda de modo que pueda determinar cómo interaccionan tensión, corriente y frecuencia.</p> <p>Eficiencia de Inversor de Potencia– eficiencia de los Inversores de potencia</p> <p>Cuantificación monetaria de la energía – calcule el coste fiscal de la energía desperdiciada por una pobre calidad eléctrica.</p> <p>Análisis de la energía– mida el antes y el después para cuantificar las mejoras de la instalación en el consumo de energía, justificando el uso de los dispositivos de ahorro energético.</p> <p>Detección y resolución de problemas en primer nivel de actuación – diagnostique rápidamente los problemas en pantalla, de forma que pueda volver a poner los equipos en marcha.</p> <p>Mantenimiento predictivo – detecte y prevenga los problemas de calidad eléctrica antes de que produzcan tiempos de inactividad de la producción.</p> <p>Análisis a largo plazo – descubra problemas difíciles de detectar o intermitentes.</p> <p>Estudios de carga – compruebe la capacidad de los sistemas eléctricos antes de añadir la carga.</p> <p>GAERANTIA : 3 AÑOS PARA EL EQUIPO Y UN AÑO PARA LOS ACCESORIOS</p>	1	\$ 25.400.000	\$ 25.400.000
NOTA: LOS TIEMPOS DE ENTREGA SON SALVO VENTA, FAVOR CONFIRMAR LA DISPONIBILIDAD ANTES DE ENVIAR ORDEN DE COMPRA.				SUBTOTAL	\$ 25.400.000
LOS EQUIPOS NO INCLUYEN INFORME DE CALIBRACION CON DATOS.				IVA	\$ 4.064.000
				TOTAL	\$ 29.464.000
CONDICIONES COMERCIALES					
Forma de pago:	ACONVENIR				
Validez de la oferta:	30 DIAS				
Tiempo de entrega:	SEGÚN DISPONIBILIDAD				
SOMOS DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS DE FLUKE PARA EL ORIENTE COLOMBIANO					
Quedamos atentos a resolver cualquier inquietud .					
Cordialmente,		ING. LUBER JHON MARTINEZ INGENIERO COMERCIAL		 antes de imprimir este documento piense si es realmente necesario	

Anexo D

Programación de medición con el Analizador de Redes en el Edificio de Investigaciones del Parque Tecnológico de Guatiguará.

Programa para pruebas de reconocimiento medidor Fluke 435 serie II

<i>Laboratorio</i>	<i>Duración de medición</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Responsable</i>
101. SUPER-COMPUTACIÓN	72 Horas	Ninguna	Ing. Carlos Sierra ²⁶
102. MICRSOCOPIA	72 Horas	Ninguna	Ing. Carlos Sierra
103. ESPECTROMETRIA DE MASAS	72 Horas	La medición duró 96 horas aproximadamente	Ing. Carlos Sierra
104. DIFRACCIÓN DE RAYOS X	72 Horas	Ninguna	Ing. Carlos Sierra
108. ANÁLISIS PETROFISICOS	72 Horas	Ninguna	Ing. Carlos Sierra
310. CERAMURGIA	48 Horas	Ninguna	Ing. Carlos Sierra
403. BACTERIAS	48 Horas	Ninguna	Ing. Carlos Sierra
08. BIOLOGIA MOLECULAR	48 Horas	Ninguna	Ing. Carlos Sierra

²⁶ Ing. Carlos Sierra: Ingeniero encargado de planta física EDI-PTG.

Anexo E

Programación de medición con el Analizador de Redes en el Edificio de Investigaciones del Parque Tecnológico de Guatiguará.

Programa para mediciones de caracterización de los laboratorios Fluke 435 serie II

<i>Laboratorio</i>	<i>Duración de medición</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Responsable</i>
101. SUPER COMPUTACIÓN	14 Abril- 16 Abril	Ninguna	Ing. Carlos Sierra
102. MICROSCOPIA	29 Marzo- 31 Marzo	Ninguna	German Fontecha
103. ESPECTROMETRIA DE MASAS	31 Marzo- 2 Abril	Ninguna	Gabriel Rojas
104. DIFRACCION DE RAYOS X	2 Abril- 4 Abril	Se accionaron las protecciones del laboratorio pero no se encontraba conectado el analizador en el momento.	Ing. Carlos Sierra
108. ANÁLISIS PETROFISICOS	4 Abril- 7 Abril	No se cumplió con la fecha propuesta.	German Fontecha
310. CERAMURGIA	7 Abril- 9 Abril	La medición se corrió un día.	Gabriel Rojas
403. BACTERIAS	9 Abril- 11 Abril	La medición se corrió un día.	German Fontecha
408. BIOLOGIA MOLECULAR	11 Abril- 14 Abril	La medición se corrió un día.	German Fontecha

Anexo F

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
102 LAB. MICROSCOPIA total de equipos: 14	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	1
	Total sin información de potencia aparente	1

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
103 LAB. ESPECTROMETR DE MASAS total de equipos: 16	A	0
	B	0
	C	1
	D	2
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	3

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
104 LAB. DIFRACI3N DE RAYOS X total de equipos: 12	A	0
	B	2
	C	2
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	4

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
108 LAB. ANLISIS PETROFISICOS total de equipos: 28	A	0
	B	1
	C	9
	D	7
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	17

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
301 LAB. DE SÍNTESIS DE MATERIALES <i>total de equipos:</i> <i>11</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
Total sin información de potencia aparente		0

* Esta clasificación se puede detallar en la sección de jerarquización económica

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
302 LAB. DE PROPIEDADES MECÁNICAS <i>total de equipos: 9</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
Total sin información de potencia aparente		0

* Esta clasificación se puede detallar en la sección de jerarquización económica

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
303 LAB. DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES <i>total de equipos:</i> <i>17</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
Total sin información de potencia aparente		0

* Esta clasificación se puede detallar en la sección de jerarquización económica

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
304 LAB. DE EVALUACIÓN DE MATERIALES <i>total de equipos:</i> <i>17</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
Total sin información de potencia aparente		0

* Esta clasificación se puede detallar en la sección de jerarquización económica

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
401 LAB. CULTIVO DE CÉLULAS <i>total de equipos: 3</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	0

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
402 LAB. PREPARACIÓN Y ESTERILIZACIÓN <i>total de equipos: 15</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	0

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
403 LAB. BACTERIAS <i>total de equipos: 14</i>	A	0
	B	0
	C	1
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	1

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
404 LAB. HONGOS <i>total de equipos: 15</i>	A	0
	B	0
	C	1
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	1

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
405 LAB. BIOPROCESOS CON MICROORGANISMOS <i>total de equipos: 12</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	0

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
406 LAB. BIOPROCESOS CON MICROORGANISMOS <i>total de equipos: 1</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	0




	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
407 LAB. GEOMÁTICA Y PROTEOMÁICA <i>total de equipos: 2</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	0

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
408 LAB. BIOLOGÍA MOLECULAR <i>total de equipos: 2</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	0

	CLASE DE EQUIPO*	CANTIDAD
409 LAB. SERVICIO COMUNES <i>total de equipos: 7</i>	A	0
	B	0
	C	0
	D	0
	E	0
	Total sin información de potencia aparente	0

Anexo G

CASA HERMES LTDA.			
NIT. 890.204.286-5 REGIMEN COMUN		CR 17 # 36-23 BUCARAMANGA COLOMBIA	
Bucaramanga:	6 de julio de 2013	Cot. N°	47-0202_2013
Señores:			
UIS GUATIGUARA		email:	jrequiguarra@uis.edu.co
AT. ING. CARLOS ANDRES SIERRA		telefono:	6344000 extensión: -
CIUDAD		móvil:	
De acuerdo con su amable solicitud, nos es grato enviarle cotización de productos y servicios solicitados.			

ITEM	IMAGEN	DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	N/A	CONVERSOR DE INTERFASE RS485/USB CONV-ALBO RS465.USB Para poder convertir la señal de RS485 a puerto de entrada USB en el PC. Soporta 32 equipos analizadores	1	\$ 615.000	\$ 615.000
1	N/A	SOFWAR POWER-ALBO-STUDIO-BASIC Software para supervisión Energetica en entornos industriales. Soporta 120 equipos. Tipo basico. Registra datos de los analizadores en el PC	1	\$ 790.000	\$ 790.000
1		ANALIZADOR DE RED ELECTRICA NOVELEC REF:CVM-ALBO-NRG96 Tensión alimentación 85...265 VAC, medida de voltaje y corriente trifásica en TRMS, entrada de corriente aislada / 5 A, medida en 4 cuadrantes, una salida por transistor; medida de THD en tensión y corriente; medida de energía y máxima; demanda; mide por por fase: V, I, kW, kVArI, THD V e I, PF y los valores trifásicos de P, Q, PF promedio; y calculo de la corriente de neutro; dimensiones 96 x 96 mm. comunicaciones RS485	8	\$ 1.590.000	\$ 12.720.000
NOTA: LOS TIEMPOS DE ENTREGA SON SALVO VENTA, FAVOR CONFIRMAR LA DISPONIBILIDAD ANTES DE ENVIAR ORDEN DE COMPRA.				SUBTOTAL	\$ 14.125.000
				IVA	\$ 2.260.000
				TOTAL	\$ 16.385.000
CONDICIONES COMERCIALES					
Forma de pago:	ACONVENIR				
Validez de la oferta:	30 DIAS				
Tiempo de entrega:	VER CARACTERISTICAS				
SOMOS DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS DE FLUKE PARA EL ORIENTE COLOMBIANO					
Quedamos atentos a resolver cualquier inquietud .					
Cordialmente, ING. LUBER JHON MARTINEZ INGENIERO COMERCIAL			 antes de imprimir este documento piense si es realmente necesario		

Anexo I

Cotizaciones sistema de telemetría y control.

PROYECTO
Telemetría UIS
Universidad Industrial de Santander 2013



A- Introducción:

La sede UIS-Gustiguarrá en Piedecuesta-Santander manifiesta su necesidad de realizar control de datos de telemetría de variables eléctricas enfocadas dentro del marco de la iniciativa gubernamental para el Uso Racional de la Energía – URE; se planteó la necesidad de desarrollar un proyecto para coleccionar información en tiempo real de variables eléctricas para ser monitoreadas y, además, almacenadas para su posterior análisis con el fin de realizar los ajustes necesarios para minimizar el consumo de energía en el nuevo centro de investigaciones localizado en la sede. Así mismo, se desea incluir en el proyecto la telemetría de sensores de temperatura y humedad relativa (termo-higrómetros) de los laboratorios y otras áreas críticas para realizar monitoreo remoto y efectivo de estas zonas y minimizar los errores de control y lectura que pudieran presentarse debido al factor humano presente en el proceso que se usa actualmente. El requerimiento a DISTRITECH S.A.S incluye el diseño, desarrollo e instalación de la solución para una primera fase basada en las condiciones expresadas en el inciso B de este documento.

B- Condiciones:

Una vez realizadas las visitas a la sede y en reuniones sucesivas con el ingeniero Manuel José Ortiz se establecieron las siguientes condiciones:

- 1- **Monitoreo de variables eléctricas:**
 - a. Monitoreo de variables eléctricas de analizador digital marca ABB modelo dntme-i-485-96, se. Dado que el analizador posee una lista de variables extensa, se solicita a DISTRITECH S.A.S el monitoreo y almacenamiento de solo un grupo de ellas (a ser definido) con la posibilidad de incluir variables adicionales en sucesivas actualizaciones.
 - b. Todos los datos deben transmitirse de forma inalámbrica para reducir sobre-costos debido a gastos derivados de Obras Civiles.
- 2- **Monitoreo de Sensores:**
 - a. Monitoreo de temperatura y humedad de cuatro (4) laboratorios y almacenamiento de los datos. Cada laboratorio contará con dos unidades de termo-higrómetros para asegurar la redundancia en la información.
 - b. Todos los datos deben transmitirse de forma inalámbrica para reducir sobre-costos debido a gastos derivados de Obras Civiles.
- 3- **Concentrador Inalámbrico:**
 - a. Este equipo se encargará de leer y enrutar los datos, que de forma inalámbrica sean recibidos de cada unidad instalada y definida en los incisos B.1 y B.2. Sirve de puente entre el área de operaciones y el soporte lógico (Base de datos, archivos, etc) para almacenamiento de datos.
 - b. La unidad proveerá a este proyecto la posibilidad de incluir ampliaciones en el número de sensores o módulos analizadores siempre y cuando se cumplan los requerimientos técnicos y de propagación inherentes a la transmisión inalámbrica; caso contrario se debe incluir la posibilidad de hacer flexible la solución incluyendo nuevas unidades concentradoras para sucesivas y futuras ampliaciones.
 - c. Dado 3.a El concentrador estará localizado lo más cercano posible al área de operaciones de los sensores y analizador; así mismo, deberá tener acceso a la Intranet local (red LAN) para la re-transmisión de los datos hacia el soporte lógico por lo que el grupo de sistemas debe proporcionar dirección IP y conectividad hasta el sitio donde este localizado el soporte lógico.
- 4- **Soporte Lógico:**
 - a. Es el equipo y software asociado a la plataforma que hará los requerimientos de lectura en tiempo real y almacenamiento de todos los datos provenientes del área de operaciones.
 - b. Esta compuesto de un servidor de datos (PC o Servidor físico) donde se instalará y programará una base de datos MySQL de acuerdo a la aplicación requerida (Analizador y sensores), programas de conectividad al concentrador (conectores lógicos) que son los

elementos que hacen los requerimientos de información al área de operaciones y, finalmente, un conector ODBC MySQL para acceso a los datos almacenados desde la aplicación ofimática de Microsoft MS- EXCEL desde donde se harán los análisis y reportes.

c. No se ha definido si el análisis y los reportes deben ser incluidos como parte de esta propuesta.

5. Otros:

- a. Se puede incluir una interfaz HMI (Interfaz Humano-Maquina) tipo SCADA. A definir requerimientos.
- b. La UIS proveerá los accesos de energía y tierra adecuados para la alimentación de cada unidad de esta solución.
- c. No hay solicitud de Acceso remoto a la información (fuera de la sede)

C- Propuesta Financiera:

- 1. **Monitoreo de variables eléctricas:** \$ 3'3832.000
 - a. Incluye (Gabinete hasta para ocho (8) analizadores adicionales
 - b. Transductor
 - c. Protecciones eléctricas y físicas (ducto flex,) , cables de control, eléctrico y de comunicaciones.

- 2. **Monitoreo de variables eléctricas:** \$ 3'980.000
 - a. Incluyen sensores y transductores (integrados). 2 por cada laboratorio para un total de ocho unidades.
 - b. Gabinetes IP-65
 - c. Protecciones eléctricas y físicas (ducto flex,) , cables de control, eléctrico y de comunicaciones.

- 3. **Concentrador:** \$ 2'635.000
 - a. Unidad
 - b. Gabinetes IP-65
 - c. Protecciones eléctricas y físicas (ducto flex,) , cables de control, eléctrico y de comunicaciones.

- 4. **Soporte Lógico:** \$ 8'450.000
 - a. PC servidor
 - b. Programación conectores lógicos
 - c. Programación Base de datos aplicada al proyecto
 - d. Gabinete IP-65
 - e. Protecciones eléctricas y físicas (ducto flex,) , cables de control, eléctrico y de comunicaciones.

- 5. **Otros:**
 - a. Mano de Obra \$ 2'700.000
 - b. Imprevistos \$ 1'079.850
 - c. Utilidad \$ 2'267.685

El valor neto del proyecto (IVA no incluido) es de \$ 24'944.535. De antemano agradecemos a ustedes su interés y el habernos permitido presentar nuestros productos y servicios

Cordialmente;

Fernando Peña Fuentes
Gerente
DISTRITECH S. A. S.



AUTOMATIZACION Y CONTROL
INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
MONTAJES METALMECANICOS

Bogotá D.C., 12 de Abril de 2013

COTIZACIÓN No.484-13

Señor:

Ingeniero Manuel José Ortiz
Universidad Industrial Santander
La Ciudad.

Atendiendo su solicitud, ponemos a su consideración la siguiente cotización:

- * Sistema de telemetría y telecontrol para control de variables de 4 laboratorios:
 - a. Hardware: Sensores, protecciones, gabinetes, radios
 - b. Software: Programación base de datos
 - c. Mano de Obra Especializada

VALOR: \$ 56.500.000

- * Presentación en tiempo real de variables y graficación básica
Si se desea personalizar el HMI el precio será ajustado a los cambios deseados

VALOR: \$ 13.500.000

*Calle. 21 88a -49. Tel 8128784 Cels 311-2040955
E-mail ingenieriamym@yahoo.es*



Bogotá, 18 de Abril del 2.013.

Cotización 045-13

Señores:

Universidad Industrial Santander
Sede Guatiguara
Piedecuesta-Santander.
Atencion. Ing. Manuel Jose Ortiz

Gracias por su interés en nuestros productos y servicios, a continuación presentamos a su consideración la cotización para el proyecto especificado:

Ítem	DESCRIPCION	VALOR
1.	Hardware e Instalación de Sistema de telemetría para monitoreo de variables de 4 laboratorios. Incluye: * Hardware: Analizadores, Sensores, Transductores protecciones, gabinetes, radios * Software: Base de datos (MYSQL)	\$ 46.700.000 Mas IVA
2.	SISTEMA SCADA: Interface para presentación en tiempo real de variables almacenadas	\$ 12.200.000 Mas IVA

NOTA: El cliente será responsable por proveer los puntos de acceso de red para interconexión de los diferentes módulos a la base de datos; de acceso a energía eléctrica (110-220 Vac) y puntos de tierra en perfecto estado para los mismos

VALOR TOTAL: \$ 58.900.000

*Cra.66a No. 11-53 Bogotá – Cund. Tel 4478285 – Cels 313-2916243 311-2040955
E-mail saferingenieria@yahoo.com*