

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA ELÉCTRICO - MECÁNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL**

TEMA:

**“ESTUDIO TERMO GRÁFICO Y PLAN DE MEJORAS DE LAS
INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN EN
LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE
LA EDUCACIÓN DE LA UCSG”**

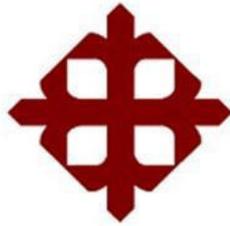
AUTOR:

BAQUE YOZA JAVIER FERNANDO

TUTOR:

ING. RAÚL MONTENEGRO

AÑO 2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA ELÉCTRICO - MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el egresado: Javier Fernando Baque Yoza, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Ingeniero en Eléctrico Mecánica.

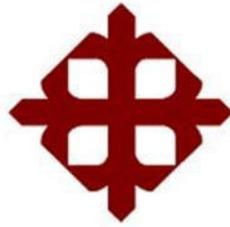
Guayaquil, a los 18 del mes de Marzo del año 2015

TUTOR

Ing. Raúl Montenegro

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Armando Heras Sánchez



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTA DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICO – MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Javier Fernando Baque Yoza

DECLARO QUE:

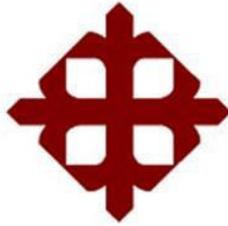
El trabajo de Titulación “Estudio Termo gráfico y Plan de Mejoras de las Instalaciones Eléctricas actuales en Media y Baja Tensión en los Edificios de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencia de la Educación de la UCSG”, previa a la obtención del Grado Académico de Ingeniero en Eléctrico - Mecánica, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de Titulación en mención.

Guayaquil, a los 18 del mes de Marzo del año 2015

EL AUTOR

Javier Fernando Baque Yoza



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTA DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICO - MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Javier Fernando Baque Yoza

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución el Trabajo de Titulación de Ingeniero en Eléctrico - Mecánico titulada: “Estudio Termo gráfico y Plan de Mejoras de las Instalaciones Eléctricas actuales en Media y Baja Tensión en los Edificios de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencia de la Educación de la UCSG”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 del mes de Marzo del año 2015

El AUTOR:

Javier Fernando Baque Yoza

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme fortaleza para culminar esta etapa importante de mi vida.

Al Ing. Raúl Montenegro, mi Tutor por su colaboración y técnicos conocimientos, guía esencial para el desarrollo del Trabajo de Titulación y así cumplir con todos los requisitos exigidos por la UCSG.

A todos los Docentes de la Facultad Técnica para el desarrollo que durante la carrera de Ingeniería Eléctrico Mecánica impartieron sus conocimientos y experiencias en la Industria Eléctrica, base fundamental en mi formación académica.

Javier Baque Yoza

DEDICATORIAS.

A mi esposa Paola y mis hijos; Sebastián y Andrés por su paciencia y comprensión desde el inicio hasta la culminación de la carrera.

A mi mamá Isidora y a mis hermanos Antonio e Isabel, por brindarme su apoyo incondicional para cumplir este anhelo personal de ser un profesional.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, institución que me abrió sus puertas y que por medio de su personal docente contribuyó en la etapa de formación académica.

Javier Baque Yoza

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Hipótesis.....	2
1.4 Objetivo General.....	2
1.5 Objetivos Específicos.....	2
1.6 Conformación de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.....	3
1.6.1 Identificación de áreas de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.....	4
CAPÍTULO 2	8
FUNDAMENTO TEÓRICO	8
2.1 Instalación eléctrica.....	8
2.2 Acometida.....	8
2.3 Interruptores.....	9
2.3.1 Interruptor general.....	9
2.3.2 Interruptor derivado.....	9
2.3.3 Interruptor termomagnético.....	10
2.4 Transformador.....	10
2.5 Equipo de Medición.....	10
2.6 Celdas Seccionadoras.....	11

2.7 Paneles de Distribución eléctrica.....	11
2.7.1 Panel Principal de distribución.....	11
2.7.2 Partes principales del panel de distribución.....	12
2.7.3 Paneles de distribución auxiliar.....	13
2.7.4 Paneles de Breakers.....	13
2.7.5 Generación de Emergencia.....	13
2.7.5.1 Características de un generador de emergencia.....	14
2.8 Panel de transferencia.....	15
2.9 Sistema de medición.....	15
2.9.1 Equipos del sistema de medición.....	15
2.9.1.1 Cajas de medición.....	15
2.9.1.2 Tipos de mediciones de acuerdo con la capacidad instalada.....	16
2.10 Termografía.....	17
2.10.1 Características de la termografía.....	17
2.10.2 Metodología de inspección.....	18
2.10.3 Termografía comparativa.....	18
2.10.4 Termografía inicial.....	18
2.10.5 Tendencia térmica.....	19
2.10.6 Aplicaciones de la termografía.....	19
2.10.7 Aplicaciones eléctricas.....	19

CAPÍTULO 3	21
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	21
3.1 Condiciones actuales de las instalaciones de media tensión y baja tensión.....	21
3.1.1 Sistemas de Media tensión.....	21
3.1.1.1 Acometida Eléctrica en Media tensión.....	21
3.1.1.2 Protecciones en media tensión.....	24
3.1.1.2.1 Celda Seccionadora.....	24
3.1.1.3 Cuarto de Transformador, ubicación y dimensiones.	24
3.1.2 Sistemas de baja tensión.....	29
3.1.2.1. Panel Principal de Distribución.	29
3.1.2.2. Paneles de Distribución Secundarios.	32
3.1.2.2.1 Identificación de Paneles de breakers del Edificio Administrativo.	33
3.1.2.2.1.1 Paneles de Breakers PB-1, PB-2 Y PB-3	33
3.1.2.2.1.2 Panel de Breaker PB-4	35
3.1.2.2.1.3 Panel de Breaker PB-5	36
3.1.2.2.2 Identificación de Paneles de breakers del Edificio Aulas / Laboratorios.	37
3.1.2.2.2.1 Panel de Breaker PB-1	37
3.1.2.2.2.2 Panel de Breaker PB-2	38
3.1.2.2.2.3 Panel de Breaker PB-3.....	38
3.1.2.2.2.4 Panel de Breaker PB-4.....	39
3.1.2.2.2.5 Panel de Breaker PB-5.....	40
3.1.2.2.2.6 Panel de Breaker PB-6.....	41

3.1.2.2.2.7 Panel de Breaker PB-7.....	42
3.1.2.2.2.8 Panel de Breaker PB-8.....	42
3.1.2.2.2.9 Panel de Breaker PB-9.....	43
3.1.2.2.2.10 Panel de Breaker PB-10.....	44
3.1.2.2.2.11 Panel de Breaker PB-11.....	44
3.1.2.2.2.12 Paneles de Breaker PB-12, PB-13 Y PB-14.....	45
3.1.3 Levantamiento de carga.....	48
3.1.3.1 Implantación y ubicación de equipos.....	48
3.1.3.2 Diagrama eléctrico unifilar general.....	53
3.1.3.3 Estudio de la carga por Edificio.....	54
3.1.3.4 Planilla de circuitos por Edificio.....	67
CAPÍTULO 4.....	74
ESTUDIO TERMOGRÁFICO.....	74
4.1 Diagnostico Termográfico de la situación actual de los Equipos Eléctricos Principales.	74
4.2 Características técnicas del equipo termográfico.....	74
4.3 Matriz de criticidad.....	76
4.4 Frecuencias típicas de inspección termográfica.....	77
4.5 Metodología para la inspección.....	77
4.6 Reportes del análisis termográfico de los equipos eléctricos principales.....	78
4.7 Reportes del análisis termográfico del transformador principal.....	79
4.8 Reportes del análisis termográfico del Panel Principal de distribución.....	82
4.9 Reportes del análisis termográfico del Panel Secundario de distribución.....	86

4.10	Reporte de la Matriz de criticidad.....	87
4.11	Evaluaciones de resultados inspección termográfica.....	87
	CAPÍTULO 5.....	88
	CALIDAD DE ENERGÍA.....	88
5.1	Estudio de la calidad de Energía.....	88
5.2	Especificaciones y Metodología de Monitoreo.....	88
5.3	Especificaciones del Equipo de Medición ION7650.....	89
5.4	Datos del Equipo de Medición ION7650.....	91
5.5	Monitoreo.....	92
5.6	Graficas Obtenidas.....	93
5.6.1	Curva de Potencia.....	93
5.6.2	Curva de Voltaje.....	94
5.6.3	Curva de Corriente.....	94
5.6.4	Curva de Potencia Reactiva.....	95
5.6.5	Curva de Potencia Aparente.....	95
5.6.6	Curva de Factor de Potencia.....	96
5.6.7	Curva de Perfil de Distorsión Armónica Total en Voltaje (THDv).....	96
5.6.8	Curva de Perfil de Distorsión Armónica Total en Corriente (THDi).....	97
5.7	Evaluaciones de resultados del estudio de la calidad de energía.....	97

CAPÍTULO 6	99
PLAN DE MEJORAS	99
6.1. Precedentes.....	99
6.2. Generador de emergencia.	99
6.2.1 Determinación de las cargas principales y auxiliares que se van a transferir al generador de emergencia.....	100
6.2.1.1 Aire acondicionado.....	100
6.2.1.2 Iluminación interior y exterior del Edificio.....	101
6.2.1.3 Equipos varios.....	101
6.2.1.4 Áreas Sistemas Informáticos.	102
6.2.1.5 Capacidad del Generador de Emergencia.	102
6.3 Sistema de medición.....	103
6.4 Diagrama unifilar general sugerido.....	104
CAPÍTULO 7	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
CONCLUSIONES	106
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	108

Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo realizar el estudio termo gráfico y levantamiento eléctrico en el sistema de media y baja tensión de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG, para conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas.

En el primer capítulo se indica el problema actual que se presenta en facultad con respecto a su sistema eléctrico, que se manifiesta como la falta de documentación y la pérdida parcial del suministro eléctrico durante las actividades académicas y administrativas de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.

En el segundo capítulo se presenta un resumen de las normas eléctricas y termo gráficas a ser utilizadas en este proyecto la cual permite tener las instalaciones eléctricas en óptimas condiciones de operación.

En el tercer capítulo, se desarrolla la descripción del sistema eléctrico y se verificará si las instalaciones actuales cumplen con lo que exigido en las normas eléctricas.

En el cuarto capítulo, se desarrolla la inspección termo gráfica con el objetivo de determinar si en los equipos eléctricos principales y secundarios existe algún daño severo que amerite realizar acciones correctivas.

En el quinto capítulo, se presenta el análisis de la calidad de la energía que permitirá determinar si existen variaciones de acuerdo a lo establecidos en las normas.

En el sexto capítulo se presenta el plan de mejoras propuesto con la finalidad de que la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG lo tome como referencia y escoja la mejor decisión para renovar el sistema eléctrico.

Abstract

This present project's objective is to present thermographic study and uprising electrical system in medium and low voltage of the Faculty of Philosophy, Letters and Science Education UCSG to know the current state of electrical installations.

In the first chapter indicated the present problem that occurs in the faculty respect the electrical system, manifested lack of documentation and loss partial electrical supply during academic and administrative activities of the Faculty of Philosophy, Letters and Science Education UCSG.

The second chapter present a summary of the electrical and thermographic standards to be used in this project which allows to have electrical installations in optimal operating condition.

In the third chapter, develop the description of the electricity system and will be verified if the existing installations comply with required in the electrical standards.

In the fourth chapter, develop the thermographic inspection in order to determine if the main and secondary electrical equipment exist a severe damage that warrants corrective actions.

In the fifth chapter, presents the analysis of the quality of energy that it will determine if there are variations according to the established in the electrical standards.

In the sixth chapter present the improvement plan in order that the Faculty of Philosophy, Letters and Science Education UCSG take it as reference and choose the best decision for renewing the electrical system.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Realizar el levantamiento del sistema eléctrico existente de la Facultad de Filosofía, Letras y ciencias de la educación de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, debido a los repentinos cortes de luz, lo cual implica la suspensión de clases y fallas en el sistema informático que influye directamente en el desarrollo normal de las actividades produciendo una baja en el rendimiento laboral y académico.

1.2. Justificación

La Facultad de Filosofía, Letras y ciencias de la educación de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil desde el inicio de funcionamiento hasta la actualidad ha sufrido cambios constantes en su infraestructura; la inexistencia de planos eléctricos o de muy poca información disponible ha sido un factor para no conocer el estado actual de las instalaciones.

Es fundamental realizar un estudio apropiado del sistema eléctrico actual debido a la gran demanda de energía. Es imprescindible proporcionar continuidad eléctrica dentro de las instalaciones de la facultad, y así evitar paralizaciones en las actividades académicas.

1.3. Hipótesis

Mediante un análisis termo gráfico y un levantamiento eléctrico de equipos y circuitos eléctricos de los edificios de la facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG, se podrá determinar las fallas eléctricas presentes bajo las condiciones actuales y adicionalmente verificar el cumplimiento o no de las normas eléctricas internacionales tales como NEC o NATSIM y de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil.

1.4. Objetivo General

Realizar un estudio eléctrico, a partir de lo cual se permita recomendar a la facultad soluciones a ser aplicadas, con el fin de mejorar su sistema eléctrico.

1.5. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento del sistema eléctrico existente de la Facultad de Filosofía, utilizando como mecanismo la revisión visual, uso de equipos de medición y termográficos para determinar la condición actual de operación del sistema eléctrico.

- Examinar el estado actual de la acometida, transformador, paneles, conductores, etc que conforman el sistema eléctrico de la facultad.

1.6. Conformación de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.

La Facultad está conformada por 2 Edificios que se detallan a continuación:

- **Edificio Administrativo**, que está compuesto por 2 niveles: Planta baja y primer piso, como muestra la figura 1.1
-
- **Edificio Aulas / Laboratorios**, que está compuesto de 4 niveles: Planta baja, primer piso, segundo piso y tercer piso, como muestra la figura 1.2



Figura 1.1 Edificio Administrativo
Elaborado: Autor



Figura 1.2 Edificio Aulas / Laboratorios.
Elaborado: Autor

1.6.1 Identificación de áreas de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.

La facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG. En su estructura cuenta con las siguientes áreas:

Áreas de edificio Administrativo

- Secretaría. (Figura 1.3)
- Sala de Juntas
- Control de Cátedra. (Figura 1.4)
- Decanato
- Coordinación
- Bodega en área de secretaría
- Departamento de Psicología
- Dispensario Médico
- Dirección Carrera Comunicación
- Área de Dirección de carrera
- Área de Dirección de carrera pedagógica
- Área común
- Asesoría pedagógica y consejería

- Instituto de Investigación Facultad de Filosofía
- Oficina tiempo completo
- Coordinación de admisiones
- Programa internacional de español para extranjeros
- Área profesores tiempo completo
- Secretaria área psicología
- Dirección de carrera psicología. (Figura 1.5).
- Aula C1
- Cubículos A,B, C y lectura



Figura 1.3 Secretaría
Elaborado: Autor



Figura 1.4 Control de Cátedra.
Elaborado: Autor



Figura 1.5 Dirección de carrera psicología
Elaborado: Autor

Áreas Edificio Aulas / Laboratorios.

- Sala de Computo 1. (Figura 1.6)
- Sala de Computo 2. (Figura 1.7)
- Asociación de estudiantes
- Sala de Lectura
- Bar
- Auditorio (Sala de uso múltiple)
- Centro de producción audiovisual
- Aulas A5,A6, A8, A9-A10, A11, CPA. (Figura 1.8)
- Aulas B1, B2, B3, B4, B5, B6 Y B7.



Figura 1.6 Sala de Computo 1
Elaborado: Autor



Figura 1.7 Sala de Computo 2
Elaborado: Autor



Figura 1.8 Aulas
Elaborado: Autor

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Instalación eléctrica

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos). (Campero, 1995)

2.2. Acometida

Por acometida se entiende el punto donde se hace la conexión entre la red, propiedad de la compañía suministradora, y el alimentador que abastece al usuario. La acometida también puede entenderse como la línea (aérea o subterránea) que por un lado entronca con la red eléctrica de alimentación y por el otro tiene conectado el sistema de medición.

En las terminales de entrada de la acometida normalmente se colocan apartarrayos para proteger la instalación y el equipo contra ondas de alto voltaje, ya sea de origen atmosférico o por maniobras de conexión o desconexión en la red de suministro. (Campero, 1995)

2.3. Interruptores.

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio desconexión o conexión. (Campero, 1995)

2.3.1 Interruptor general.

Se le denomina interruptor general o principal al que va colocado entre la acometida (después del equipo de medición) y el resto de la instalación y se utiliza como medio de desconexión y protección del sistema o red suministradora. (Campero, 1995)

Este interruptor debe ser de fácil acceso y operación, de tal forma que en caso de emergencia permita desenergizar la instalación rápidamente; debe proteger a toda la instalación y a su equipo, por lo que debe ser capaz de interrumpir las corrientes de cortocircuito que pudieran ocurrir en la instalación del consumidor.

Dependiendo del tipo de instalación, el interruptor general o principal puede ser alguno de los siguientes dispositivos: caja con cuchillas y fusibles, interruptor termomagnético, cortacircuitos o interruptor de potencia (en aire, al vacío, en algún gas o en aceite). También se acostumbra llamarles interruptores generales a los que controlan toda la alimentación de un tablero, de un centro de control de motores (definido más adelante), o de una zona de una instalación. (Campero, 1995)

2.3.2 Interruptor derivado

Los interruptores eléctricos llamados derivados son aquéllos que están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros. Por ejemplo, una instalación residencial normalmente tiene el medidor conectado a un interruptor general de navajas (medio de desconexión) y fusibles (medio de protección). Del interruptor se

alimenta a un tablero de donde se derivan, por lo general, dos circuitos a través de interruptores termomagnéticos, mejor conocidos con el nombre de bréiquers (del inglés breakers).(Campero, 1995)

2.3.3 Interruptor termomagnético.

Uno de los interruptores más utilizados y que sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas y cortocircuitos es el termomagnético. Se fabrica en gran variedad de tamaños, por lo que su aplicación puede ser como interruptor general o derivado.

Su diseño le permite soportar un gran número de operaciones de conexión y desconexión, lo que lo hace muy útil en el control manual de una instalación. Tiene un elemento electrodinámico con el que puede responder rápidamente ante la presencia de un cortocircuito. (Campero, 1995)

2.4 Transformador.

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes (o complejas) pueden necesitarse varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones). Por otra parte pueden existir instalaciones cuyo voltaje sea el mismo que tiene la acometida y por lo tanto no requieran de transformador. (Campero, 1995)

2.5 Equipo de Medición

Por equipo de medición se entiende aquél, propiedad de la compañía suministradora, que se coloca en la acometida de cualquier usuario con el propósito de cuantificar el consumo de energía eléctrica de acuerdo con las condiciones del contrato de compra-venta. Este equipo está sellado y debe estar protegido contra agentes externos, y colocado en un lugar accesible para su lectura y revisión.

El equipo de medición puede conectarse a través de un juego de cuchillas que permitan que la compañía suministradora verifique su funcionamiento y, en caso necesario, haga la calibración correspondiente sin interrumpir el servicio al usuario. (Campero, 1995)

2.6 Celdas Seccionadoras

En general se entenderá como celdas de media tensión (switchgear) el conjunto continuo de secciones verticales (celdas) en las cuales se ubican equipos de maniobra, medida, y cuando se solicite, equipos de protección y control, montados en uno o más compartimientos insertos en una estructura metálica externa, y que cumple la función de recibir y distribuir la energía eléctrica.

(ceará, 2012), (Jimenez, 2013)

2.7 Paneles de Distribución eléctrica

A continuación indicamos los paneles de distribución eléctrica a ser utilizados durante el desarrollo del proyecto.

2.7.1 Panel Principal de distribución

El panel de distribución es el corazón de la instalación eléctrica, de este salen todos los conductores que alimentan los diferentes circuitos de la residencia, comercio o industria. Las funciones del panel de distribución son distribuir, controlar y proteger todos los circuitos que hayan instalados. (Harper, 2002)

Distribuir: En el momento en que se diseña la instalación existen varios circuitos independientes. Por ejemplo, un circuito de iluminación o alumbrado, circuitos para tomacorrientes de uso general, salida especial para un aire acondicionado o calentador de agua, etc. (Harper, 2002)

Controlar: Si se desea interrumpir el un circuito para un mantenimiento o cualquier verificación, por medio del disyuntor se puede poner en OFF el circuito específico o toda la instalación. (Harper, 2002)

Proteger: Los diyuntores o breakers, interruptores diferenciales y fusibles se encargan de proteger cada circuito de fallas eléctricas que se presenten en la instalación, tales como sobrecarga, cortocircuito o falla a tierra. (Harper, 2002)

2.7.2 Partes principales del panel de distribución

Conductores alimentadores: Son los conductores que suministra y soporta da la potencia de la instalación. Este va desde la salida del medidor de energía hasta el panel de distribución. (Harper, 2002)

Interruptor principal: Se encarga de proteger toda la instalación, ante una bajada de este, se corta todo el suministro eléctrico. (Harper, 2002)

Disyuntores de circuito ramal: Son los dispositivos de protección, que dependiendo del tipo de panel, se encuentran instalados en una barra (sistema americano) o rieles (sistema europeo). (Harper, 2002)

Conductores de circuitos ramales: Son los conductores derivados que parten desde el último dispositivo de protección ubicado en el panel de distribución hasta el punto de consumo eléctrico. (Harper, 2002)

Barra de neutro: Es una barra que posee varios tornillos para poder derivar el neutro de los cables alimentadores hacia los circuitos ramales, los cables pueden ir directamente al neutro sin pasar por ningún dispositivo de protección. (Harper, 2002)

Barra de tierra: Para la protección contra falla de aislamiento, en el panel se coloca una barra con el cable de tierra principal para luego distribuirse por toda la instalación. (Harper, 2002)

2.7.3 Paneles de distribución auxiliar

Los paneles de distribución auxiliar son energizado desde el panel principal y de este se derivan a paneles de breakers o a centros de cargas específicos. (Harper, 2002)

2.7.4 Paneles de Breakers

Estos paneles están provistos por elementos de protección (breaker) para los alimentadores o circuitos derivados de una instalación. Alimentan a unidades de alumbrado, tomacorrientes, etc. (Harper, 2002)

2.7.5 Generación de Emergencia

Existen gran cantidad de instalaciones eléctricas que cuentan con una planta de emergencia para protegerse contra posibles fallas en el suministro de energía eléctrica.

Normalmente en todos aquellos lugares de uso público (especialmente en hospitales), se requiere de una fuente de energía eléctrica que funcione mientras la red suministradora tenga caídas de voltaje importantes, fallas en alguna fase o interrupciones del servicio. (López, 2014)

A continuación se muestra en la Figura 2.1, un diagrama esquemático de un generador de emergencia

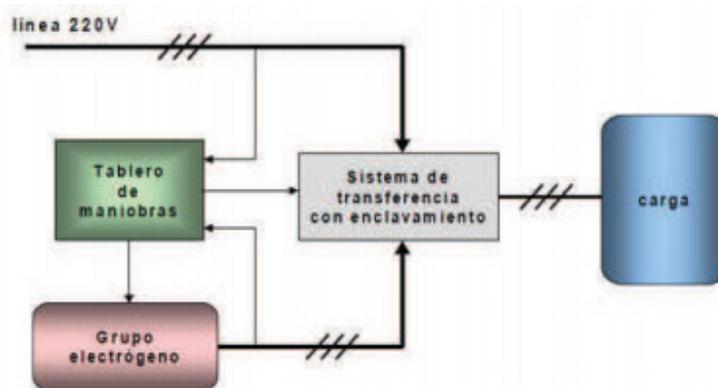


Figura 2.1 Diagrama del Generador de Emergencia.
Elaborado: Autor

De acuerdo con la tabla 2.1 de NEMA MG se presenta la capacidad y tensión del grupo generador.

CAPACIDAD DE GRUPO GENERADOR (PLANTA DE EMERGENCIA)				
Potencia base (primer uso continuo) kW	Potencia base (primer uso continuo) kVA	Potencia de sobrecarga (stanby o uso en emergencia) kW	Potencia de sobrecarga (stanby o uso en emergencia) kVA	Voltaje de operación V
30	37,5	33	41,2	480, 480/277 ó 220/127
40	50	44	55	480, 480/277 ó 220/127
50	62,5	55	68,7	480, 480/277 ó 220/127
60	75	66	82,5	480, 480/277 ó 220/127
75	93,8	82,5	103,1	480, 480/277 ó 220/127
100	125	110	137,5	480, 480/277 ó 220/127
125	156	138	171,6	480, 480/277 ó 220/127
150	187	165	205,7	480, 480/277 ó 220/127
175	219	192,5	240,9	480, 480/277 ó 220/127
200	250	220	275	480, 480/277 ó 220/127
250	312	275	343,2	480, 480/277 V
300	375	330	412,5	480, 480/277 V
350	438	385	481,8	480, 480/277 V
400	500	440	550	480, 480/277 V

Tabla 2.1 Capacidad de Grupo Generador
Elaborado: Normas NEMA EG

2.7.5.1 Características de un generador de emergencia.

Motor.- Posee un motor diesel industrial 4 tiempos, provee potencia confiable, bajas emisiones y respuesta rápida a los cambios de carga.

Alternador.- El alternador debe ofrecer baja reactancia, baja distorsión de ondas con cargas no lineales, alta capacidad de cortocircuito y aislamiento clase H.

Sistema de Enfriamiento.- Conjunto agua-aire que proporciona funcionamiento confiable en el nivel de potencia nominal con temperatura ambiente de hasta 40°C.

Aislamiento contra vibraciones.- Fuerte plataforma que soporta al grupo generador sobre tacos de goma para disminuir las vibraciones propias del funcionamiento. (Harper, 2002)

2.8 Panel de transferencia

La conexión y desconexión del sistema de emergencia se hace por medio del panel de transferencia que contiene interruptores de doble tiro (manuales o automáticos) que transfieren la carga del suministro normal a la planta de emergencia. Las plantas automáticas tienen sensores de voltaje que detectan la ausencia de voltaje (o caídas más abajo de cierto límite) y envían una señal para que arranque el motor de combustión interna, cuyo sistema de enfriamiento tiene intercalada una resistencia eléctrica que lo mantiene caliente mientras no está funcionando. (López, 2014)

2.9 Sistema de medición

En Ecuador la medición se hace mediante equipos (actualmente electrónicos de pulsos) que permiten el registro de los parámetros necesarios para establecer cargos por variables tales como: el consumo de energía (kWh) a diferentes horas del día, el factor de potencia, la demanda máxima de potencia activa (kW) registrada en el lapso de facturación y la demanda facturable o contratada. (E.E.E, 2010)

2.9.1 Equipos del sistema de medición

2.9.1.1 Cajas de medición

Son las cajas que alojan los elementos de medición y protección principal de las instalaciones eléctricas. La caja de medición puede estar construida de dos formas:

- Una caja con dos compartimientos separados, con puertas independientes, una para el medidor y otra para la protección general o principal.

- Una caja de un sólo compartimiento para medición y otra para la protección general o principal, cada una con puerta.

Se podrá fabricar cualquiera de las dos opciones, dependiendo del caso, también es válido para medidores trifásicos.

- Estas cajas deberán ser metálicas y con dimensiones de acuerdo a lo establecido en las normas.

- La base inferior de cualquiera de las dos cajas mencionadas, debe estar a una altura comprendida entre 1.30 a 1.50 m sobre el nivel del piso terminado.

- Deberán estar empotrados en muros, columnas o machones contruidos para este fin, de manera que queden firmes y protegidas.

- La caja de medición, deberá permitir la lectura directa de los medidores sin necesidad de abrir puertas o tapas.

- Las dimensiones y disposición de las cajas de medición estarán de acuerdo con el tipo de instalación y sistema de alimentación. (E.E.E, 2010)

2.9.1.2 Tipos de mediciones de acuerdo con la capacidad instalada

Se aceptara medición directa hasta una demanda máxima de 25 kW. en 220 V y 35 kW. en 380 V.

Para usuarios cuya demanda máxima no supera los 10 kW., el sistema de medida será monofásico, exceptuando instalaciones especiales que requieran suministro trifásico.

Para usuarios cuya demanda máxima supera los 10 kW., el sistema de medida será trifásico, considerando los siguientes aspectos:

- **Medición directa**, cuando la demanda máxima del usuario no supera 25 kW. en 220 V y 35 kW. en 380/220 V de tensión de servicio.

- **Medición indirecta**, con el uso de transformadores de corriente de relaciones de transformación adecuadas, cuando la demanda máxima supere los valores anteriores indicados.

Los medidores serán del tipo de inducción, suspensión magnética de lectura directa, con 5 dígitos enteros ciclométrico, clases de precisión 2 (Norma IEC publicación 521).

Los transformadores de corriente serán de carga de precisión mínima de 10 VA, clase de precisión 0.5 (factor de potencia 0.9), corriente nominal del secundario 5 A, frecuencia de 50 ciclos por segundo, tipo toroidal o barra pasante. (E.E.E, 2010)

2.10 Termografía

La termografía es la ciencia que estudia el uso de dispositivos óptico electrónico para detectar y medir radiación a partir de la cual se obtiene la temperatura de las superficies bajo estudio. (EESPA, 2013)

La temperatura y el comportamiento térmico de la maquinaria es un factor crítico en el mantenimiento industrial. La medición de temperatura por no contacto usando sensores infrarrojos ha llegado a ser una alternativa creciente sobre otros métodos convencionales. (EESPA, 2013)

2.10.1 Características de la termografía.

- A continuación indicaremos las características de la termografía:
- Es una forma de radiación electromagnética.
- Es parte de espectro electromagnético
- Es muy similar a la luz visible
- Viaja a la velocidad de la luz
- La diferencia entre ambas es la longitud de la onda
- Las ondas infrarrojas son más largas que la luz visible. (EESPA, 2013)

2.10.2 Metodología de inspección

Los termógrafos utilizan principalmente tres métodos para realizar inspecciones con cámaras termográficas. Estos métodos son el método comparativo, el inicial y el de tendencia. El método elegido depende del tipo de equipo que se inspeccione y del tipo de datos que se necesiten. Se pueden obtener buenos resultados con los tres métodos, siempre que se utilicen para la aplicación adecuada. (EESPA, 2013)

2.10.3 Termografía comparativa.

Es un proceso utilizado para comparar componentes en condiciones similares para así evaluar el estado del equipo que se está inspeccionando. (EESPA, 2013)

Cuando la termografía comparativa se utiliza de forma correcta, las diferencias entre los equipos analizados suelen ser indicadores de su estado. Es de suma importancia establecer el margen de error aceptable antes de empezar una inspección y trabajar con mucho cuidado para no salirse de esos límites, mediante la comparación del objeto de interés con otros similares, suelen ser fácil de detectar una anomalía, la formación y la experiencia son fundamentales para el proceso de inspección puesto que puede haber muchas variables que deben tenerse en cuenta. (EESPA, 2013)

2.10.4 Termografía inicial

Con una inspección inicial se pretende establecer un punto de referencia del equipo cuando funciona en condiciones normales y sin problemas. Es importante determinar el estado del equipo normal y utilizarlo como firma térmica inicial con la que comparar imágenes posteriores. (EESPA, 2013)

2.10.5 Tendencia térmica

La tendencia térmica es un proceso utilizado por el analista para comparar la distribución de la temperatura en el mismo componente en función del tiempo, se utiliza sobre todo en inspecciones de equipos mecánicos en los que las formas térmicas habituales pueden resultar complejas. Es útil también cuando las formas térmicas con las que se detectan las averías se suelen desarrollar con lentitud. (EESPA, 2013)

2.10.6 Aplicaciones de la termografía.

La termografía se puede utilizar en aplicaciones como la inspección de equipos eléctricos y de transformación así como para el diagnóstico de edificios. Son equipos eléctricos los motores, los sistemas de distribución y las subestaciones. Son equipos de transformación los equipos automatizados de fabricación y en líneas de ensamblaje.

(EESPA, 2013)

2.10.7 Aplicaciones eléctricas.

Las cámaras termográficas se utilizan para inspeccionar los componentes y sistemas eléctricos de todos los tamaños y formas. La gran variedad de posibles aplicaciones de la termografía en los rangos de estos sistemas se puede dividir en dos categorías: Instalaciones de Alto voltaje e instalaciones de bajo voltaje. (EESPA, 2013)

Instalaciones de alta tensión

- Inspecciones de subestaciones eléctricas
- Oxidación de los seccionadores
- Conexiones mal fijadas o recalentadas
- Defectos de aislamiento
- Conexiones sobrecalentadas o mal aseguradas

- Inspección en líneas de alta tensión
- Conexiones de alta tensión defectuosas
- Inspecciones en interruptores de potencia
- Verificación después de una reparación

(EESPA, 2013)

Instalaciones de baja tensión

- Conexiones de alta resistencia
- Conexiones corroídas
- Daños en internos en los fusibles
- Mala conexión y daños internos
- Fallos ruptores internos
- Conexiones de cables sueltos
- Inspección de tableros de control y fuerza de maquinaria en general
- Inspección de motores eléctricos
- Inspección de acometidas

(EESPA, 2013)

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

3.1 Condiciones actuales de las instalaciones de media tensión y baja tensión

A continuación se indican las partes que conforman las instalaciones de media y baja tensión en la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación del UCSG.

3.1.1 Sistemas de Media tensión

En esta sección, procederemos a identificar los elementos que conforman el sistema de media tensión de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación del UCSG.

3.1.1.1 Acometida Eléctrica en Media tensión

La red de distribución del sistema primario que suministra energía eléctrica a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, está conformada por el alimentador que proviene desde la subestación Garay (ubicada en el Barrio Garay), la acometida principal de la Universidad de 13.6 KV es de tipo aérea que termina en un poste de concreto. Luego se distribuye a todas las Facultades, entre ellas la de la Facultad de Filosofía y Letras. La acometida de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación está conformada por una terna de conductores de calibre No. 2, tipo XLPE de 15 KV más un neutro de cobre desnudo calibre No. 2 (3F#2 XLPE + 1N#2), que ingresan mediante reversible de forma subterránea, hasta llegar al cuarto de transformación de la Facultad de Filosofía.

En la figura 3.1 se puede observar el poste terminal de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación de la UCSG, que está conformado de los siguientes elementos:

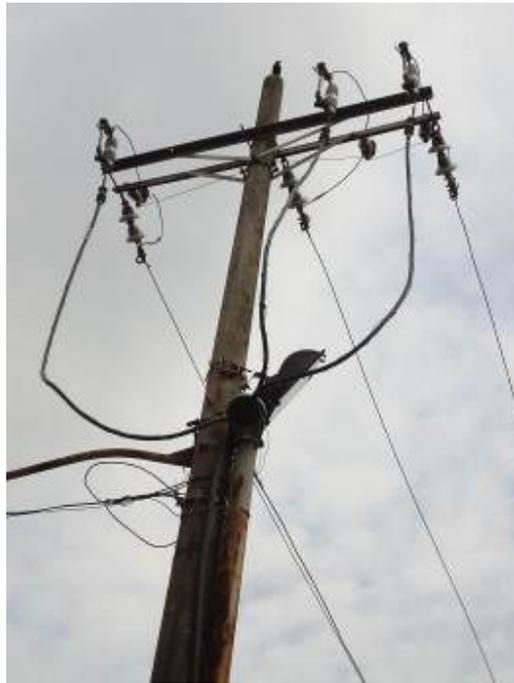


Figura 3.1 Acometida de Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación.
Elaborado: Autor

- Estructura de soporte: 1 poste circular de hormigón armado de 11m (500Kg (ruptura))
- 1 estructura doble de retención trifásica (Cruceta galvanizada de 2.5" por 2.5" por 1/4" de espesor por 2m de longitud), que como retención usan 3 conjuntos de aisladores 52 que sujetan los cables de aluminio calibre # 2 AWG por fase, y en la suspensión 3 aisladores de porcelana tipo pin 55-4 ANSI, que sirven para separar los puentes de media tensión por cada fase (A, B y C) y con tres seccionadores portafusiles de porcelana de 15kv.

- 1 bajante de acometida 3 ϕ anexado al poste en tubo rígido de 4 pulgadas, la bajante es 3 ϕ con cables de cobre #2/0 de 15KV, la bajante está conectada a la salida de la caja fusible con sus respectivas puntas terminales para uso exterior.

A continuación se visualiza en la Figura 3.2 la ruta de alimentación eléctrica de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación.



Figura 3.2 Ruta de alimentación eléctrica de Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación.
Elaborado: Autor

La terna de cables de la acometida principal de La Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación se conecta de forma subterránea a un PadMounted Switchgear 15 KV y luego se dirige por medio de tubería metálica rígida de 4'' hacia la entrada al cuarto del transformador.

3.1.1.2 Protecciones en media tensión

3.1.1.2.1 Celda Seccionadora

En general se entenderá como celdas de media tensión (switchgear) el conjunto continuo de secciones verticales (celdas) en las cuales se ubican equipos de maniobra, medida, y cuando se solicite, equipos de protección y control, montados en uno o más compartimientos insertos en una estructura metálica externa, y que cumple la función de recibir y distribuir la energía eléctrica.

(ceará, 2012), (Jimenez, 2013)

Entre la acometida de la Facultad de Filosofía y el Transformador, se encuentran 1 PadMounted Switchgear 15 KV Modelo PMH-6 del fabricante S&C como se muestra en la figura 3.3, contienen las celdas seccionadoras, tanto principal como secundarias para el transformador.



Figura 3.3 Pad Mounted Swithgear de Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación.

Elaborado: Autor

3.1.1.3 Cuarto de Transformador, ubicación y dimensiones.

El cuarto de transformación de la Facultad de Filosofía y Ciencia de la Educación de la UCSG presenta las siguientes características, tal como se muestra en la figura 3.4:



Figura 3.4 Entrada Principal del cuarto del transformador.

Elaborado: Autor

- Se encuentra en la planta baja en un sitio de fácil acceso para poder realizar cualquier inspección o reparación cumpliendo la normas eléctricas.
- El cuarto del transformador se encuentra construido sobre una base de hormigón de 15 cm de espesor, desde la base se conformó las paredes y techos de hormigón hasta una altura de 3.20 m.
- Las puertas son de 2m de alto y 1m de ancho construidas en plancha metálica de 1/16'' de espesor, la batiente de la puerta se abre hacia afuera y contiene cerradura de protección.
- El cuarto del transformador se encuentra debidamente identificado mediante una placa, además de contener las respectivas señales de seguridad y con un extintor de fuego de 5 libras.
- El cuarto tiene ventanas con rejas ubicadas en la parte superior del cuarto, con el objetivo de disipar el calor producido por el funcionamiento del transformador.

En la siguiente tabla se muestra las dimensiones actuales y dimensiones ideales según las normas:

CAPACIDAD	DIMENSIONES ACTUALES	DIMENSIONES IDEALES
200 KVA	5.10 * 3.8 m	4.0 * 3.0 m

Tabla 3.1 Tabla comparativa de dimensiones del cuarto del transformador.

Lo que se concluye que el cuarto del transformador es el adecuado y cumplen de forma general con las normas establecidas por la empresa eléctrica.

El cuarto de transformación de la Facultad de Filosofía presenta un transformador trifásico de las siguientes características, tal como se indica en la figura 3.5 y figura 3.6:

Datos de Placa del Transformador.

- **Capacidad:** 200 KVA
- **Fases:** Trifásico.
- **Conexión:** Delta – Estrella
- **Marca:** Moretran
- **Tipo:** Subestación con enfriamiento por radiadores
- **Año de fabricación:** 2000
- **Voltaje primario (dato de placa):** 13.600 V
- **Voltaje secundario (dato de placa):** 240 -120 V
- **Posición del Tap A:** +5%



Figura 3.5 Transformador de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación.
Elaborado: Autor



Figura 3.6 Conexión de media tensión y baja tensión en bushing del transformador.
Elaborado: Autor

Observaciones y recomendaciones del cuarto del transformador

Es deplorable las condiciones internas en que se encuentra el cuarto del transformador debido a que se ha convertido en una especie de bodega, tal como lo muestra la figura 3.7, existen materiales eléctricos, luminarias descompuestas, cartones, etc. Esto constituye un peligro ya que puede ocurrir que estos materiales se pongan en contacto con los equipos eléctricos o incluso ocasionar accidentes a seres humanos.

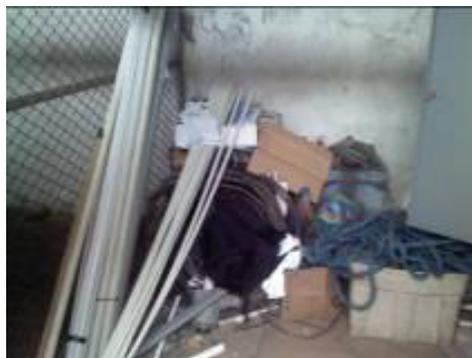


Figura 3.7 Condiciones actuales del cuarto de transformador
Elaborado: Autor

Dentro del cuarto del transformador no se localizó punto de luz (aplique), ni tampoco un tomacorriente de 120 voltios.

Este transformador suple la capacidad instalada en la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, pero es evidente la falta de mantenimiento de los equipos, así como del área del cuarto de transformadores en general, pese a la imperiosa necesidad de tener la suficiente energía eléctrica es importante realizar una programación de un mantenimiento preventivo y correctivo al transformador que incluya:

1. Ensayos de circuito eléctrico/magnético:

- Ensayo de vacío. Relación de transformación (TTR). Polaridad.
- Ensayo de cortocircuito (impedancia de dispersión).
- Resistencia de bobinados.
- Respuesta de frecuencia (FRA).

2. Ensayos del circuito dieléctrico.

- Resistencia de Aislamiento e Índice de Polarización (IR, PI).
- Tensión de reabsorción (RVM) y constante de tiempo.
- Descargas parciales (PD).

3. Ensayos físico-químicos en el aceite.

- Rigidez dieléctrica.
- Humedad disuelta.
- Cromatografía de gases.

3.1.2 Sistemas de baja tensión

En esta sección, procederemos a identificar los elementos que conforman el sistema de baja tensión de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación de la UCSG, además de identificar la distribución de circuitos derivados mediante sectorización de paneles de distribución, es decir, que se zonificará de acuerdo a la alimentación que disponga cada panel y/o tablero de distribución secundario indiferente a las áreas que pudiesen existir.

Para una mejor comprensión e identificación del sistema eléctrico, se utilizará y anexará la descripción y las principales abreviaturas con su codificación alfanumérica, para evitar la multiplicidad de significados en cada área.

3.1.2.1. Panel Principal de Distribución.

Es una caja metálica que se encuentran en el cuarto del transformador, que recibe la alimentación por cable desde el transformador, la acometida llega al Breaker Principal, luego a las barras de distribución y de allí alimenta a los respectivos paneles y tableros secundarios para posteriormente distribuir a los circuitos derivados correspondientes.

En el caso específico de las instalaciones de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG existe un Panel Principal de distribución (PPD), tal como se indica en la figura 3.8.:

P: Panel

P: Principal

D: Distribución



Figura 3.8 Panel Principal de Distribución (PPD)
Elaborado: Autor

Características constructivas: El panel principal de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la educación es modular, auto soportado y fabricado con estructuras de plancha de fierro de 3mm, puertas, techo y tapas.

El grado de protección es estándar IP40 (“4” Nivel de protección contra el ingreso de objetos solidos, “0” nivel de protección contra el ingreso de agua).

Todas las superficies metálicas del panel están pintadas con capas de pintura de base anticorrosiva y capas de pintura de acabado color gris.

Cada puerta dispone de bisagras robustas y cerraduras tipo manija con llave que proporcionan hasta tres puntos de contacto con la estructura del Tablero.

Todas las partes metálicas están conectadas a una barra de tierra empernada a la estructura de la Celda.

Observaciones y recomendaciones al panel principal de distribución

De acuerdo a la revisión física al panel principal de distribución se pudo detectar las siguientes observaciones:

- Los conductores se encuentran en forma desordenada, se debe utilizar correas plásticas para mejorar el orden, como se muestra en la figura 3.9.
- Los breakers no se encuentran debidamente identificados, como se muestra en la figura 3.9.
- Las paredes laterales y la base del panel se presenta parcialmente con deterioro producido por el óxido.
- Aunque el panel dispone de cerraduras, en el momento de la revisión el panel no se encontraba con llave.

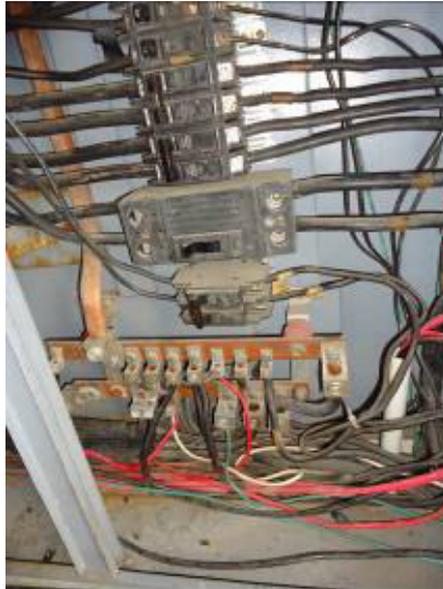


Figura 3.9 Conductores sin abrazaderas para cables y breakers sin identificación del PPD
Elaborado: Autor

3.1.2.2. Paneles de Distribución Secundarios.

Hacen referencia a los tableros que contienen breakers secundarios de donde se alimentan los circuitos derivados como tomacorrientes, iluminación y circuitos especiales de climatización. Estos tableros están distribuidos en todas las áreas de la Facultad, siendo alimentados en muchos de los casos de manera directa desde el tablero de distribución principal. Son de tipo gabinete de fabricación metálica liviano con plafón con puertas de seguridad.

Nomenclatura y abreviaciones

A continuación indicaremos la nomenclatura a ser utilizada en los planos, tablas y memorias técnicas durante el desarrollo del levantamiento eléctrico:

Nomenclatura para Paneles

PB-i

PB= Panel de Breaker

i= Numero de panel, $i=1,2,3,4,\dots,n$

Nomenclatura para Circuitos

Li= Circuito alumbrado

Ti= Circuito tomacorriente

i=1,2,3,4.....n

3.1.2.2.1 Identificación de Paneles de breakers del Edificio Administrativo.

A continuación se realizará la identificación de los paneles existentes dentro del edificio Administrativo.

3.1.2.2.1.1 Paneles de Breakers PB-1, PB-2 Y PB-3

Ubicados en la planta alta del edificio administrativo dentro del departamento de programa Internacional de Español para extranjeros, tal como lo indica en la Figuras 3.10

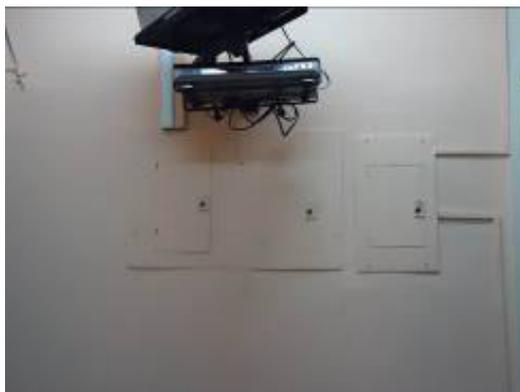


Figura 3.10 Ubicación de paneles Panel Breaker 1, 2 y 3
Elaborado: Autor

De acuerdo a la revisión realizada a los paneles PB-1, PB-2 y PB-3 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. Al proceder con la apertura del panel, nos encontramos con la novedad que la cerradura se encuentra en mal estado.
2. No existe rotulado para la identificación de circuitos como se muestra en la figura 3.11.
3. Al realizar la inspección, los conductores de entrada y salida del breaker son de diferente calibre, como se muestra en la figura 3.12.
4. Se encuentran oxidados internamente como se muestra en la figura 3.13.



Figura 3.11 Panel Breaker 1
Elaborado: Autor



Figura 3.12 Panel Breaker 2
Elaborado: Autor



Figura 3.13 Panel Breaker 3
Elaborado: Autor

3.1.2.2.1.2 Panel de Breaker PB-4

Ubicado en la planta alta del edificio administrativo dentro del departamento de profesores de tiempo Completo.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-4 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. El tablero se encuentra en buenas condiciones, externa e internamente.
2. La única observación encontrada es que no existe rotulado para la identificación de circuitos como se muestra en la figura 3.14.



Figura 3.14 Panel Breaker 4
Elaborado: Autor

3.1.2.2.1.3 Panel de Breaker PB-5

Ubicado en la planta alta del edificio administrativo dentro del cubículo de literatura.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-5 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. Tablero en mal estado (oxidado, se tuvo que forzar la puerta), como se indica en la figura 3.15.
2. El panel se encuentra en un estado de operación totalmente desfavorable, es visible la intervención de corrosión y agentes externos, representando riesgos de contacto directo al personal o estudiantes.
3. No existe rotulado para la identificación de circuitos
4. Los conductores se encuentran sin correas para cables.



Figura 3.15 Panel Breaker 5
Elaborado: Autor

3.1.2.2.2 Identificación de Paneles de breakers del edificio aulas / laboratorios.

A continuación se realizará la identificación de los paneles existentes dentro del edificio aulas/laboratorios.

3.1.2.2.2.1 Panel de Breaker PB-1

Ubicado en la planta baja del edificio aulas/laboratorio dentro de la sala de computo 2.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-1 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. El tablero se encuentra en buenas condiciones, externa e internamente.
2. La única observación encontrada es que no existe rotulado para la identificación de circuitos como se muestra en la figura 3.16.



Figura 3.16 Panel Breaker 1
Elaborado: Autor

3.1.2.2.2 Panel de Breaker PB-2

Ubicado en la planta baja del edificio aulas/laboratorio dentro de la a la de lectura.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-2 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. El tablero se encuentra en buenas condiciones, externa e internamente.
2. La única observación encontrada es que no existe rotulado para la identificación de circuitos como se muestra en la figura 3.17.



Figura 3.17 Panel Breaker 2
Elaborado: Autor

3.1.2.2.3 Panel de Breaker PB-3

Ubicado en la planta baja del edificio aulas/laboratorio dentro de la sala de computo 1, como se indica en la figura 3.18.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-3 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. El tablero se encuentra en buenas condiciones, externa e internamente.
2. La única observación encontrada es que no existe rotulado para la identificación de circuitos como se muestra en la figura 3.19.



Figura 3.18 Sala de Computo 1
Elaborado: Autor



Figura 3.19 Panel Breaker 3
Elaborado: Autor

3.1.2.2.4 Panel de Breaker PB-4

Ubicado en la planta baja del edificio aulas/laboratorio en el área del pasillo junto a la escalera de acceso al primer piso.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-4 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. En el panel es visible la intervención de corrosión, tal como se muestra en la figura 3.20.
2. No existe rotulado para la identificación de circuitos



Figura 3.20 Panel Breaker 4

Elaborado: Autor

3.1.2.2.2.5 Panel de Breaker PB-5

Ubicado en el primer piso del edificio aulas/laboratorio en la sala de usos múltiples, tal como se muestra en la figura 3.21.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-5 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. El tablero se encuentra en buenas condiciones, externa e internamente.
2. La única observación encontrada es que no existe rotulado para la identificación de circuitos como se muestra en la figura 3.22



Figura 3.21 Sala de usos múltiples.

Elaborado: Autor



Figura 3.22 Panel Breaker 5
Elaborado: Autor

3.1.2.2.2.6 Panel de Breaker PB-6

Ubicado en el primer piso del edificio aulas/laboratorio en el área del pasillo junto a la escalera.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-6 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. En el panel es visible la intervención de corrosión, tal como se muestra en la figura 3.23.
2. No existe rotulado para la identificación de circuitos



Figura 3.23 Panel Breaker 6
Elaborado: Autor

3.1.2.2.7 Panel de Breaker PB-7

Ubicado en el primer piso del edificio aulas/laboratorio en el pasillo junto a la sala de taller pedagógico.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-7 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. En el panel es visible la intervención de corrosión, tal como se muestra en la figura 3.24.
2. No existe rotulado para la identificación de circuitos



Figura 3.24 Panel Breaker 7
Elaborado: Autor

3.1.2.2.8 Panel de Breaker PB-8

Ubicado en el segundo piso del edificio aulas/laboratorio en el pasillo junto a la escalera derecha que da acceso al tercer Piso.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-8 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. El tablero se encuentra en buenas condiciones, externa e internamente.
2. No existe rotulado para la identificación de circuitos.
3. Los conductores se encuentran sin correas para cables, como se muestra en la figura 3.25.

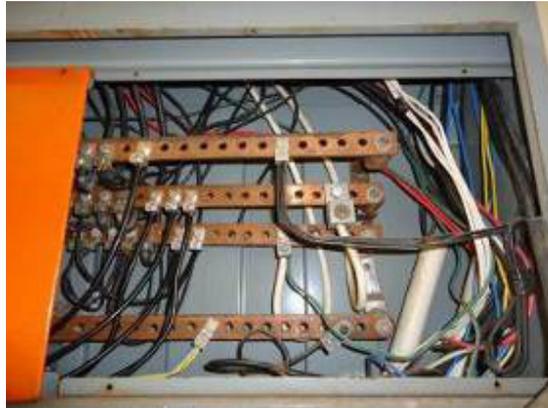


Figura 3.25 Panel Breaker 8
Elaborado: Autor

3.1.2.2.9 Panel de Breaker PB-9

Ubicado en el segundo piso del edificio aulas/laboratorio en el pasillo junto a la escalera izquierda que da acceso al tercer Piso.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-9 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. En el panel es visible la intervención de corrosión, tal como se muestra en la figura 3.26.
2. No existe rotulado para la identificación de circuitos.



Figura 3.26 Panel Breaker 9
Elaborado: Autor

3.1.2.2.10 Panel de Breaker PB-10

Ubicado en el segundo piso del edificio aulas/laboratorio en el pasillo junto a la Aula A7.

De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-10 se pudo detectar las siguientes observaciones:

3. En el panel es visible la intervención de corrosión, tal como se muestra en la figura 3.27.
4. No existe rotulado para la identificación de circuitos



Figura 3.27 Panel Breaker 10
Elaborado: Autor

3.1.2.2.11 Panel de Breaker PB-11

Ubicado en el tercer piso del edificio Aulas/Laboratorio en el pasillo junto a la escalera derecha. De acuerdo a la revisión realizada al panel PB-11 se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. En el panel es visible la intervención de corrosión, tal como se muestra en la figura 3.28.
2. No existe rotulado para la identificación de circuitos.
3. presenta una mala ubicación por motivo de ser un lugar de alto tráfico de personas, y por tanto su acceso a personas no autorizadas es evidente.



Figura 3.28 Panel Breaker 11
Elaborado: Autor

3.1.2.2.2.12 Paneles de Breaker PB-12, PB-13 Y PB-14

Ubicado en la parte posterior del edificio aulas/laboratorio, tal como se indica en la figura 3.29. De acuerdo a la revisión realizada a los paneles se pudo detectar las siguientes observaciones:

1. Sin tapa principal, tal como se muestra en la figura 3.30.
2. En el panel es visible la intervención de corrosión, tal como se muestra en la figura 3.31.
3. Terminal de talón deteriorado y oxidado, tal como se muestra en la figura 3.32.
4. No existe rotulado para la identificación de circuitos.
5. Tableros no brinda las condiciones adecuadas para las respectivas conexiones.
6. Barras de cobre en mal estado.
7. Interior del tablero oxidado y sucio.



Figura 3.29 Parte posterior del Edificio Aulas/Laboratorios.
Elaborado: Autor



Figura 3.30 Panel Breaker 12
Elaborado: Autor



Figura 3.31 Panel Breaker 13
Elaborado: Autor



Figura 3.32 Panel Breaker 14
Elaborado: Autor

3.1.3 Levantamiento de carga

3.1.3.1 Implantación y ubicación de equipos

En los siguientes planos se detalla la ubicación de equipos, circuitos de iluminación y circuitos de tomas de 110V y 220V de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.

A continuación se listan los planos desarrollados para la elaboración del proyecto:

- Edificio Administrativo Planta Baja, lámina 1
- Edificio Aulas/Laboratorios Planta Baja, lámina 1
- Edificio Administrativo Primer Piso, lámina 2
- Edificio Aulas/Laboratorios Primer Piso, lámina 3
- Edificio Aulas/Laboratorios Segundo Piso, lámina 4
- Edificio Aulas/Laboratorios Tercer Piso, lámina 5

3.1.3.2 Diagrama eléctrico unifilar general

En el siguiente plano se detalla el diagrama eléctrico unifilar general.

- Diagrama eléctrico unifilar general, lámina 6

3.1.3.3 Estudio de la carga por Edificio

La carga en la Facultad de Filosofía, Letras y ciencias de la educación está compuesta básicamente por alumbrado, aires acondicionados, tomacorrientes 120V, tomacorrientes de 220V.

La carga proyectada del Edificio Administrativo se muestra a continuación en las siguientes tablas:

EDIFICIO ADMINISTRATIVO - PLANTA BAJA : ILUMINACIÓN						
UBICACIÓN	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA EMERGENCIA
	4x40W	3x40W	2x40W	1x40W	3x17W	2x20W
SALA DE JUNTAS			4		2	
CONTROL DE CATEDRA			2			
DECANATO			4			
SECRETARIA			11			2
COORDINACIÓN			6			1
BODEGA SECRETARIA			2			
PASILLO			4			1
DEPARTAMENTO PSICOLOGÍA			9			
DISPENSARIO MEDICO PSICOLOGÍA			2			
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	0	0	44	0	2	4
POTENCIA (W)	0	0	2,816	0	82	32

POTENCIA TOTAL (W)	2,930
---------------------------	--------------

EDIFICIO ADMINISTRATIVO - PLANTA BAJA : OTROS EQUIPOS																				
UBICACIÓN	TOMACORRIENTE 110V	PC	UPS	VENTILADOR	TV	AIRE ACONDICIONADO (PARED)	AIRE ACONDICIONADO (SPLIT)	IMPRESORAS	ROUTER	RADIOS/DVD	CAFETERA	COPIADORA	DISPENSADOR DE AGUA	MICROONDAS	PROYECTOR	NEVERA	PARLANTE	SERVIDOR CON RACK	CAMARA VIDEO	AMPLIFICADOR
SALA DE JUNTAS	9	2		2	1	1		1	1				1							
CONTROL DE CATEDRA	1	1		1				1		1										
DECANATO	7	1	1			1												1		
SECRETARIA	8	5	5				1	5					1	1		1				
COORDINACIÓN	7	3	2			1		2												
BODEGA SECRETARIA	3																			
PASILLO	7			2															1	
DEPARTAMENTO PSICOLOGÍA	11	5	5			2		2												
DISPENSARIO MEDICO PSICOLOGÍA	5	1	1			1		1												
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	58	18	14	5	1	6	1	12	1	1	0	0	2	1	0	1	0	1	1	0
POTENCIA (W)	290	3,600	560	18	20	7,200	2,800	720	25	5	0	0	60	300	0	210	0	100	20	0

POTENCIA TOTAL (W)	15,928
---------------------------	---------------

EDIFICIO ADMINISTRATIVO - PRIMER PISO : ILUMINACIÓN						
UBICACIÓN	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA EMERGENCIA
	4x40W	3x40W	2x40W	1x40W	3x17W	2x20W
DIRECCION CARRERA COMUNICACIÓN	2					
AREA DIRECCION DE CARRERA	3					
AREA DIRECCION DE CARRERA PEDAGOGICA			2			
AREA COMUN	5				4	
ASESORIA PEDAGOGICA Y CONSEJERIA	1					
INSTITUTO DE INVESTIGACION FACULTAD FILOSOFIA				1		
OFICINA TIEMPO COMPLETO				1		
COORDINACION ADMISIONES				1		
PROGRAMA INTERNACIONAL DE ESPAÑOL PARA EXTRANJEROS			4			
AULA C1			6			
PASILLO ESCALERA			1			
AREA PROFESORES TIEMPO COMPLETO	4					
CUBICULO A						
CUBICULO B						
CUBICULO C						
CUBICULO LECTURA	4					
SECRETARIA AREA PSICOLOGIA		1				
DIRECCION CARRERA PSICOLOGIA	2					
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	21	1	13	3	4	0
POTENCIA (W)	2,688	96	832	96	163	0

POTENCIA TOTAL (W)	3,875
---------------------------	--------------

CUBICULO A	2	1	1			1			1												
CUBICULO B	2	1	1																		
CUBICULO C	2	1	1																		
CUBICULO LECTURA	6	1				1									1		1				
SECRETARIA AREA PSICOLOGIA	2	1	1	1				1													
DIRECCION CARRERA PSICOLOGIA	3	1				1															
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	68	25	9	6	2	15	0	10	2	2	1	0	1	1	3	2	3	0	0	0	
POTENCIA (W)	340	5,000	360	21	40	18,000	0	600	50	10	160	0	30	300	546	420	21	0	0	0	

POTENCIA TOTAL (W)		25,898
---------------------------	--	---------------

POTENCIA PLANTA BAJA (W)	18,857.10
---------------------------------	------------------

POTENCIA PRIMER PISO (W)	29,773.20
---------------------------------	------------------

POTENCIA TOTAL ED. ADMINISTRATIVO (W)	48,630.30
--	------------------

La carga proyectada del Edificio Aulas /Laboratorios se muestra a continuación en las siguientes tablas:

EDIFICIO AULAS / LABORATORIO - PLANTA BAJA : ILUMINACIÓN						
UBICACIÓN	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA EMERGENCIA
	4x40W	3x40W	2x40W	1x40W	3x17W	2x20W
SALA DE COMPUTO 2			9			
ASOCIACION DE ESTUDIANTES			12			
SALA DE LECTURA			12			
SALA DE COMPUTO 1			9			
BANOS HOMBRES			3			
BANOS MUJERES			2			
PASILLO			12			
BAR			4			
LUMINARIA EXTERIOR			20			
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	0	0	83	0	0	0
POTENCIA (W)	0	0	5,312	0	0	0

POTENCIA TOTAL (W)	5,312
---------------------------	--------------

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - PLANTA BAJA : OTROS EQUIPOS																				
UBICACIÓN	TOMACORRIENTE 110V	PC	UPS	VENTILADOR	TV	AIRE ACONDICIONADO (PARED)	AIRE ACONDICIONADO (SPLIT)	IMPRESORAS	ROUTER	RADIOS/DVD	CAFETERA	COPIADORA	DISPENSADOR DE AGUA	MICROONDAS	PROYECTOR	NEVERA	PARLANTE	SERVIDOR CON RACK	CAMARA VIDEO	AMPLIFICADOR
SALA DE COMPUTO 2	19	34	23			1									1		2	1	2	
ASOCIACION DE ESTUDIANTES	18	8			1	1	1					3					2			
SALA DE LECTURA	19	7	5				1	1							1		2			
SALA DE COMPUTO 1	41	28	16			2									1			1	2	
BANOS HOMBRES																				
BANOS MUJERES																				
PASILLO																				
BAR	6			2						1	1			1		2				
LUMINARIA EXTERIOR	6																			
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	109	77	44	2	1	4	2	1	0	1	1	3	0	1	3	2	6	2	4	0
POTENCIA (W)	545	15,400	1,760	7	20	4,800	5,600	60	0	5	160	88	0	300	546	420	42	200	80	0

POTENCIA TOTAL (W)	33,320
---------------------------	---------------

EDIFICIO AULAS / LABORATORIO - PRIMER PISO : ILUMINACIÓN						
UBICACIÓN	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA EMERGENCIA
	4x40W	3x40W	2x40W	1x40W	3x17W	2x20W
AUDITORIO (SALA DE USO MULTIPLE)		24				4
AULA B1 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS COMUNICACIÓN)			7			
AULA B2 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS SICOLOGIA)			9			
AULA B3 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS PEDAGOGIA)			9			
AULA B4 (SALA DE TALLER PEDAGOGICA)		12				
PASILLO			20			1
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	0	36	45	0	0	5
POTENCIA (W)	0	3,456	2,880	0	0	40

POTENCIA TOTAL (W)	6,376
---------------------------	--------------

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - PRIMER PISO : OTROS EQUIPOS																				
UBICACIÓN	TOMACORRIENTE 110V	PC	UPS	VENTILADOR	TV	AIRE ACONDICIONADO (PARED)	AIRE ACONDICIONADO (SPLIT)	IMPRESORAS	ROUTER	RADIOS/DVD	CAFETERA	COPIADORA	DISPENSADOR DE AGUA	MICROONDAS	PROYECTOR	NEVERA	PARLANTE	SERVIDOR CON RACK	CAMARA VIDEO	AMPLIFICADOR
AUDITORIO (SALA DE USO MULTIPLE)	18	1	1				2								1					5
AULA B1 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS COMUNICACIÓN)	11	1		2	1		1			2					1		2			
AULA B2 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS SICOLOGIA)	12	1		4	1		1								1		1			
AULA B3 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS PEDAGOGIA)	11	1		4	1		1								1		1			
AULA B4 (SALA DE TALLER PEDAGOGICA)	11	1		4	1		1								1		1			
PASILLO	11																			
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	74	5	1	14	4	0	6	0	0	2	0	0	0	0	5	0	5	0	0	5
POTENCIA (W)	370	1,000	40	49	80	0	16,800	0	0	10	0	0	0	0	910	0	35	0	0	400

POTENCIA TOTAL (W)	19,694
---------------------------	---------------

EDIFICIO AULAS / LABORATORIO - SEGUNDO PISO : ILUMINACIÓN						
UBICACIÓN	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA EMERGENCIA
	4x40W	3x40W	2x40W	1x40W	3x17W	2x20W
AULA A5			9			
AULA A6			9			
PASILLO			15			
AULA CPA		8				
CENTRO DE PRODUCCION AUDIVISUALES		13				
BAÑOS			5			1
AULA B5			9			
AULA B6			9			
AULA B7			12			
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	0	21	68	0	0	1
POTENCIA (W)	0	2,016	4,352	0	0	8

POTENCIA TOTAL (W)	6,376
---------------------------	--------------

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - SEGUNDO PISO : OTROS EQUIPOS																				
UBICACIÓN	TOMACORRIENTE 110V	PC	UPS	VENTILADOR	TV	AIRE ACONDICIONADO (PARED)	AIRE ACONDICIONADO (SPLIT)	IMPRESORAS	ROUTER	RADIOS/DVD	CAFETERA	COPIADORA	DISPENSADOR DE AGUA	MICROONDAS	PROYECTOR	NEVERA	PARLANTE	SERVIDOR CON RACK	CAMARA VIDEO	AMPLIFICADOR
AULA A5	9	1		6			1								1		2			
AULA A6	9	1		5			1								1		2			
PASILLO	6																			
AULA CPA	8	1					1								1					1
CENTRO DE PRODUCCION AUDIVISUALES	14	9			1		1	1	3									1	1	
BAÑOS																				
AULA B5	11	1		4			1								1		2			
AULA B6	10	1		4			1								1		2			
AULA B7	13	1		4	1		1								1					
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	80	15	0	23	2	0	7	1	3	0	0	0	0	0	6	0	8	1	1	1
POTENCIA (W)	400	3,000	0	81	40	0	19,600	60	75	0	0	0	0	0	1,092	0	56	100	20	80

POTENCIA TOTAL (W)	24,604
---------------------------	---------------

EDIFICIO AULAS / LABORATORIO - TERCER PISO : ILUMINACIÓN						
UBICACIÓN	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA FLUORESCENTE	LUMINARIA EMERGENCIA
	4x40W	3x40W	2x40W	1x40W	3x17W	2x20W
AULA A8			6			
AULA A9 -A10			12			
AULA A11			6			
PASILLO			6			1
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	0	0	30	0	0	1
POTENCIA (W)	0	0	1,920	0	0	8

POTENCIA TOTAL (W)	1,928
---------------------------	--------------

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - TERCER PISO : OTROS EQUIPOS																				
UBICACIÓN	TOMACORRIENTE 110V	PC	UPS	VENTILADOR	TV	AIRE ACONDICIONADO (PARED)	AIRE ACONDICIONADO (SPLIT)	IMPRESORAS	ROUTER	RADIOS/DVD	CAFETERA	COPIADORA	DISPENSADOR DE AGUA	MICROONDAS	PROYECTOR	NEVERA	PARLANTE	SERVIDOR CON RACK	CAMARA VIDEO	AMPLIFICADOR
AULA A8	9	1		2			1								1		2			
AULA A9 -A10	10	1		2			2								1		2			
AULA A11	9	1		2			1								1					
PASILLO	3																			
TOTAL CANTIDAD EQUIPOS	31	3	0	6	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0
POTENCIA (W)	155	600	0	21	0	0	11,200	0	0	0	0	0	0	0	546	0	28	0	0	0

POTENCIA TOTAL (W)	12,550
---------------------------	---------------

POTENCIA PLANTA BAJA (W)	38,632.00
---------------------------------	------------------

POTENCIA PRIMER PISO (W)	26,070.00
---------------------------------	------------------

POTENCIA SEGUNDO PISO (W)	30,979.50
----------------------------------	------------------

POTENCIA TERCER PISO (W)	14,478.00
---------------------------------	------------------

POTENCIA TOTAL EDIFICIO AULAS/LABORATORIO (W)	110,159.50
--	-------------------

La potencia total de carga de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG es el resultado de la suma de las cargas de los 2 edificios:

POTENCIA TOTAL DE LOS EDIFICIOS (W)	158,789.80
--	-------------------

3.1.3.4 Planilla de circuitos por Edificio.

A continuación se indican la cantidad de circuitos de iluminación, tomas de 110V, tomas de 220V, potencia, etc. de los paneles de breakers que se encuentran ubicados en los diferentes sectores de la Facultad de Filosofía, Letras y ciencias de la educación.

La planilla de circuitos del Edificio Administrativo se muestra a continuación en las siguientes tablas:

EDIFICIO ADMINISTRATIVO - PLANTA BAJA : PLANILLA DE CIRCUITOS													
PANEL	AREA	CIRCUITOS ILUMINACION		CIRCUITOS TOMAS 110V		CIRCUITOS TOMAS 220V		POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	AMPERAJE (A)	BREAKER CALCULADO	BREAKER INSTALADO ACTUALMENTE	CABLE DE ACOMETIDA
		CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO						
PB-1	SALA DE JUNTAS	1	L1	1	T1	1	T5	2,125	9,957	41	2P-60A	2P-60A	2C# 8+1C#10 AWG
	CONTROL DE CATEDRA	1	L2	1	T2	1	T6	402					
	DECANATO	1	L3	1	T3	1	T7	1,831					
	SECRETARIA	1	L4	1	T4	1	T8	5,600					
PB-2	COORDINACIÓN	1	L1	1	T1	1	T6	2,427	8,900	37	2P-50A	2P-50A	2C# 8+1C#10 AWG
	BODEGA SECRETARIA	1	L2	1	T2			143					
	PASILLO	1	L3	1	T3			326					
	DEPARTAMENTO PSICOLOGÍA	1	L4	1	T4	2	T7/T8	4,351					
	DISPENSARIO MEDICO PSICOLOGÍA	1	L5	1	T5			1,653					
	TOTAL	9		9		7			18,857				

Observaciones:

- Para el cálculo se utilizó un factor de coincidencia de 0.9.
- La selección del breaker y la acometida al panel PB-1 y PB-2 está de acuerdo a lo establecido en la norma.

EDIFICIO ADMINISTRATIVO - PRIMER PISO: PLANILLA DE CIRCUITOS													
PANEL	AREA	CIRCUITOS ILUMINACION		CIRCUITOS TOMAS 110V		CIRCUITOS TOMAS 220V		POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	AMPERAJE (A)	BREAKER CALCULADO	BREAKER INSTALADO ACTUALMENTE	CABLE DE ACOMETIDA
		CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO						
PB-3	DIRECCION CARRERA COMUNICACIÓN	1	L1	1	T1	1	T6	1,726	20,575	86	2P-100A	2P-100A	2C#4 +1C#8 AWG
	AREA DIRECCION DE CARRERA	1	L1	1	T2	1	T7	2,153					
	AREA DIRECCION DE CARRERA PEDAGOGICA	1	L1	1	T1	1	T8	1,853					
	AREA COMUN	1	L2	1	T2			1,020					
	ASESORIA PEDAGOGICA Y CONSEJERIA					1	T9	1,538					
	INSTITUTO DE INVESTIGACION FACULTAD FILOSOFIA	1	L3	1	T3	1	T10	1,497					
	OFICINA TIEMPO COMPLETO					1	T11	1,547					
	COORDINACION ADMISIONES					1	T12	1,542					
	PROGRAMA INTERNACIONAL DE ESPAÑOL PARA EXTRANJEROS	1	L4		T4	2	T13 / T14	4,385					
AULA C1	1	L5	1	T5	2	T15/T16	3,245						

	PASILLO ESCALERA							69					
PB-4	AREA PROFESORES TIEMPO COMPLETO	1	L1	1	T1	1	T3	3,012	4,987	21	2P-50A	2P-50A	2C# 10 +1C#12 AWG
	CUBICULO A							1,475					
	CUBICULO B	1	L2	1	T2			250					
	CUBICULO C							250					
PB-5	CUBICULO LECTURA	1	L1	1	T1	1	T3	2,131	4,212	18	2P-30A	2P-30A	2C# 10+1C#1 2 AWG
	SECRETARIA AREA PSICOLOGIA	1	L2	1	T2			410					
	DIRECCION CARRERA PSICOLOGIA					1	T4	1,671					
	TOTAL	11		10		14			29,773				

Observaciones:

- Para el cálculo se utilizó un factor de coincidencia de 0.9.
- La selección del breaker y la acometida al panel PB-1 y PB-2 está de acuerdo a lo establecido en la norma.

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - PLANTA BAJA: PLANILLA DE CIRCUITOS													
PANEL	AREA	CIRCUITOS ILUMINACION		CIRCUITOS TOMAS 110V		CIRCUITOS TOMAS 220V		POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	AMPERAJE (A)	BREAKER CALCULADO	BREAKER INSTALADO ACTUALMENTE	CABLE DE ACOMETIDA
		CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO						
PB-1	SALA DE COMPUTO 2	1	L1	3	T1/T2/T3	1	T6	9,927	19,794	82.5	3P-125A	3P-225A	2C# 4 +1C#8 AWG
	ASOCIACION DE ESTUDIANTES	1	L2	2	T4/T5	2	T7/T8	9,867					
PB-2	SALA DE LECTURA	1	L1	3	T1/T2/T3	1	T4	5,519	5,519	23.0	2P-50A	2P-50A	2C# 10 +1C#12 AWG
PB-3	SALA DE COMPUTO 1	1	L1	4	T1/T2/T3/T4	2	T5/T6	9,743	9,743	40.6	2P-70A	2P-70A	2C# 8 +1C#10 AWG
PB-4	BANOS HOMBRES	1	L1					192	3,576	14.9	2P-20A	2P-20A	2C# 10 +1C#12 AWG
	BANOS MUJERES							128					
	PASILLO	1	L2					768					
	BAR	1	L3	1	T1			1,178					
	LUMINARIA EXTERIOR	1	L4					1,310					
	TOTAL	8		13		6			38,632				

Observaciones:

- Para el cálculo se utilizó un factor de coincidencia de 0.9.
- La selección del breaker y la acometida al panel PB-1 esta sub-dimensionado.

- La selección del breaker y la acometida al panel PB-2, PB-3 y PB-4 están de acuerdo a lo establecido en la norma.

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - PRIMER PISO: PLANILLA DE CIRCUITOS													
PANEL	AREA	CIRCUITOS ILUMINACION		CIRCUITOS TOMAS 110V		CIRCUITOS TOMAS 220V		POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	AMPERAJE (A)	BREAKER CALCULADO	BREAKER INSTALADO ACTUALMENTE	CABLE DE ACOMETIDA
		CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO						
PB-5	AUDITORIO (SALA DE USO MULTIPLE)	2	L1/L2	2	T1/T2	2	T3/T4	8,848	8,848	36.9	2P-60A	2P-60A	2C# 8 +1C#10 AWG
PB-6	AULA B1 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS COMUNICACIÓN)	1	L1	1	T1	1	T4	3,736	11,449	48	2P-70A	2P-70A	2C# 6 +1C#10 AWG
	AULA B2 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS SICOLOGIA)	1	L2	1	T2	1	T5	3,859					
	AULA B3 (SALA DE RECURSOS TECNOLOGICOS PEDAGOGIA)	1	L3	1	T3	1	T6	3,854					
PB-7	AULA B4 (SALA DE TALLER PEDAGOGICA)	1	L1	1	T1	1	T5	4,430	5,773	24.1	2P-50A	2P-60A	2C# 10 +1C#12 AWG
	PASILLO	2	L2/L3	2	T2/T3			1,343					
	TOTAL	8		8		6			26,070				

Observaciones:

- Para el cálculo se utilizó un factor de coincidencia de 0.9.
- La selección del breaker y la acometida al panel PB-5, PB-6 y PB-7 están de acuerdo a lo establecido en la norma.

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - SEGUNDO PISO: PLANILLA DE CIRCUITOS													
PANEL	AREA	CIRCUITOS ILUMINACION		CIRCUITOS TOMAS 110V		CIRCUITOS TOMAS 220V		POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	AMPERAJE (A)	BREAKER CALCULADO	BREAKER INSTALADO ACTUALMENTE	CABLE DE ACOMETIDA
		CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO						
PB-8	AULA A5	1	L1	1	T1	1	T4	3,838	8,663	36.1	2P-50A	2P-50A	2C# 8 +1C#10 AWG
	AULA A6	1	L2	1	T2	1	T5	3,835					
	PASILLO	1	L3/L4	1	T3			990					
PB-9	AULA CPA	1	L1	1	T1	1	T3	4,070	10,591	44.1	2P-70A	2P-70A	2C# 6 +1C#10 AWG
	GENTRO DE PRODUCCION AUDIVISUALES	1	L2	1	T2	1	T4	6,193					
	BAÑOS	1	L3					328					
PB-10	AULA B5	1	L1	1	T1	1	T4	3,841	11,726	48.9	2P-70A	2P-70A	2C# 6 +1C#10 AWG
	AULA B6	1	L2	1	T2	1	T5	3,836					
	AULA B7	1	L3	1	T3	1	T6	4,049					
	TOTAL	9		8		7			30,980				

Observaciones:

- Para el cálculo se utilizó un factor de coincidencia de 0.9.
- La selección del breaker y la acometida al panel PB-8, PB-9 y PB-10 están de acuerdo a lo establecido en la norma.

EDIFICIO AULAS/LABORATORIO - TERCER PISO: PLANILLA DE CIRCUITOS													
PANEL	AREA	CIRCUITOS ILUMINACION		CIRCUITOS TOMAS 110V		CIRCUITOS TOMAS 220V		POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	AMPERAJE (A)	BREAKER CALCULADO	BREAKER INSTALADO ACTUALMENTE	CABLE DE ACOMETIDA
		CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO	CANT.	CIRCUITO						
PB-11	AULA A8	1	L1	1	T1	1	T5	3,632	14,478	85	3P-100A	3P-200A	3C# 4 +1C#8 AWG
	AULA A9 - A10	2	L2/L3	1	T2	2	T6/T7	6,821					
	AULA A11	1	L4	1	T3	1	T8	3,618					
	PASILLO	1	L5	1	T4			407					
	TOTAL	5		4		4			14,478				

Observaciones:

- Para el cálculo se utilizó un factor de coincidencia de 0.9.
- La selección del breaker y la acometida al panel PB-11 esta sub-dimensionado.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO TERMOGRÁFICO

4.1 Diagnóstico Termográfico de la situación actual de los Equipos Eléctricos Principales.

Se realizó el presente estudio termográfico de los equipos eléctricos principales ubicados en el cuarto de transformador de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG, con el objetivo de pronosticar probables daños o determinar defectos en el funcionamiento. Para las tomas termográficas se consideró que los equipos eléctricos se encuentren en operación con su máxima carga total instalada durante una jornada normal de actividades. Los equipos a ser analizados son los siguientes:

- Transformador de 200 KVA, niveles de tensión de 13.6 KV/220-120 V, Marca MORETRAN.
- Panel Principal de Distribución

4.2 Características técnicas del equipo termográfico.

Para la realización del presente estudio, se hizo uso de la cámara Flir T640, se muestra el equipo en la figura 4.1.



Figura 4.1 Cámara Termográfica Flir T640
Fuente: Manual Flir T640

(Flirmedia)

La aplicación común de las cámaras termográficas Flir T640 son las siguientes:

- Mercado de empresas de servicios públicos: utilizan cámaras de infrarrojos para localizar problemas o detectar puntos calientes y otros contratiempos antes de que se conviertan en averías y períodos de inactividad en la producción costosos o en incendios.
- Inspecciones eléctricas: con las cámaras termográficas FLIR los contratistas de servicios eléctricos pueden escanear cuadros, paneles y componentes eléctricos para conseguir una visión sin contacto de su estado. (Flirmedia)

A continuación indicamos las siguientes características de la cámara Flir T640, véase en la Tabla 4.1.

Especificación de la Cámara FLIR T640

Características	FLIR T640
Rango de Temperatura	-20° C a 2000° C
Sensibilidad Térmica	<0.04° C @ 30° C
Visor a Color	Sí
Almacenamiento de Imágenes	>1000 JPEG radiométricas (en tarjeta de memoria flash)
Presentación de Imagen y Desempeño	
Frecuencia de Imagen	30Hz
Campo de Visión/Distancia Mínima	25° x 19° / 0.25 m
Enfoque	Manual/Automático
Resolución IR	640 x 480
Rango Espectral	7.8–14 µm
Pantalla	LCD Táctil 4.3"
Modos de Imagen	IR/Visual/PiP/Fusión
Comentarios	Voz (60 segundos), Texto y Bosquejos
Lentes	25° (opcional Telefoto 15° y Gran angular 45°)
Lámpara de Iluminación	LED de alto brillo
Tipo y Clasificación del Láser	Semiconductor AlGaInP Láser de diodo: 1mW/635nm (rojo)
Controles	Selector de modo, paletas de colores, información que aparece en pantalla, unidades de medida, lenguaje, hora/fecha y galería de imágenes
Modos de Medición	10 Puntos, 5 cuadros o círculos, Isotermas, Delta-T
Corrección de Mediciones	Temperatura reflejada y Emisividad
Salida de Video	HDMI/DVI
Tipo de Batería y Duración	Ión de Litio / >3 horas, la pantalla muestra el estado
Sistema de Recarga	En cámara o usando sistema de dos bahías
Choque	25 g (IEC 60068-2-29)
Vibración	2 g (IEC 60068-2-6)
Dimensiones/Peso	143 x 195 x 95 mm / 1300g
Modelo	Descripción
FLIR T640.....	Cámara Termográfica con Resolución IR 640 x 480 y Visor

Tabla 4.1 Especificaciones de la cámara Flir T640

Fuente: Manual Flir T640

4.3 Matriz de criticidad.

La matriz de criticidad envuelve aspectos gerenciales y criterios de decisión que tratan de abordar los aspectos de impacto global con miras a descubrir los ítems. El análisis se efectúa a través de una matriz (Tabla 4.2) que contiene siete áreas de impacto con los criterios respectivos que ubica a cada ítem en una de las tres posibilidades:

- a) Riesgo alto
- b) Riesgo medio
- c) Riesgo Bajo

MATRIZ DE CRITICIDAD			
CAUSAS DE PARADAS NO PLANEADAS			
ÁREA DE IMPACTO	A RIESGO ALTO	B RIESGO MEDIO	C RIESGO BAJO
Seguridad y salud (S&S)	Alto riesgo de vida del personal	Riesgo de vida significativa del personal	No existe riesgo ni de salud ni de daños del personal
	Daños graves en la salud del personal	Daños menores en la salud del personal	
Medio ambiente (MA)	Alto excedente de los límites permitidos de derrame y fugas	Excedente de los límites permitidos y repetitivos de derrame y fugas	Emisiones normales de la planta dentro de los límites permitidos
Calidad y productividad (C&P)	Defectos de producción	Variaciones en las especificaciones de calidad y producción	Sin efectos
	Reducción de velocidad de producción		
Producción (P)	Parada de todo el proceso	Parada de una parte del proceso	Sin efectos
OPERACIÓN DE EQUIPOS			
ÁREA DE IMPACTO	A RIESGO ALTO	B RIESGO MEDIO	C RIESGO BAJO
Tiempos de operación (TO)	24 hora diarias	2 turnos u horas normales de trabajo	Ocasionalmente o no es un equipo de producción
Intervalos entre actividades (TBF)	Menos de 6 meses	En promedio una vez al año	Raramente
Tiempos y costos de mantenimiento (MT)	Tiempo y/o costos de reparación altos	Tiempo y/o costos de reparación razonables	Tiempo y/o costos de reparación irrelevantes

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/60544366/3-Presentacion-MatrizCriticidad>

Tabla 4.2 Matriz de criticidad

4.4 Frecuencias típicas de inspección termográfica

Las frecuencias recomendables para la inspección de equipos mediante el análisis termográfico dependerán del uso en la que está expuesto el equipo. La tabla 4.3 indica las frecuencias de inspecciones periódicas recomendadas para el análisis termográfico.

Tipo de equipo	Frecuencia de inspecciones
Subestaciones de alto voltaje	1-3 años
Transformadores	Anualmente
Aire acondicionado	6-12 meses
Equipos de distribución eléctrica	4-6 meses
Motores eléctricos	4-6 meses

Tabla 4.3 Tabla de Frecuencia de inspecciones en equipos y máquina
Fuente: Snell, J. Fundamentos para un programa de inspección infrarroja

4.5 Metodología para la inspección.

En este capítulo se indicará el método que el especialista utilizó en la termografía para realizar las inspecciones con la cámara termográfica, con el objetivo de encontrar algún daño severo en los equipos a ser inspeccionados. Se realizó una inspección minuciosa a todos los equipos con sus respectivos componentes, empalmes, uniones y bornes.

Con la cámara en operación se procedió a buscar áreas donde usualmente se producen fallas. El especialista desde una distancia de seguridad determinada a los equipos, procedió a realizar tomas con la cámara desde distintos ángulos del cuarto de transformador, con el objetivo de encontrar anomalías o datos que le ayudaran a establecer el estado actual del equipo.

Con la finalidad de descartar falsos puntos calientes, todo punto caliente encontrado será analizado. El especialista al final de la inspección realizará los correspondiente reportes termográficos, donde indicará las observaciones encontradas durante el proceso de inspección.

4.6 Reportes del análisis termográfico de los equipos eléctricos principales.

Para realizar los informes y/o reportes en el presente análisis a continuación se indican en la Tabla 4.4 los rangos de temperatura para inspecciones termográficas, que se basaron en las normas ASNT –TC – 1A dedicada a los ensayos no destructivos.

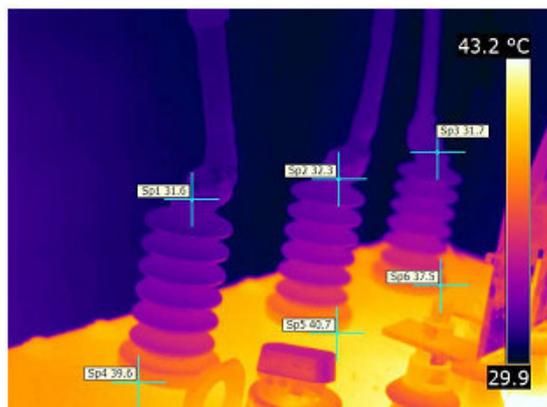
Tabla de prioridades	
AAA mayor que 100 °C	Severo sobrecalentamiento Atención inmediata.
A 50 ⁰ C - 99 ⁰ C	Agudo sobrecalentamiento Tan pronto como sea posible.
B 30 ⁰ C - 49 ⁰ C	Desarrollado sobrecalentamiento Atender a la primera oportunidad
C 10 ⁰ C - 29 ⁰ C	Segundo paso de sobrecalentamiento Programar cuando sea posible
D menor de 10 ⁰ C	Siguiente mantenimiento programado.

Tabla 4.4 Tabla de prioridades norma ASNT – TC – 1A
Fuente: Análisis termográfico Nivel I, IVAN BOHMAN

A continuación se indica los informes detallados entregados por el especialista en termografía.

4.7 Reportes del análisis termográfico del transformador principal

Bushing del lado primario del transformador. (Figura 4.2)



Parámetros de imagen y objeto

Modelo de cámara	FLIR T640
Fecha de imagen	13/02/2015 07:36:35 p.m.
Nombre de imagen	IR_2507-Cuarto de transformador de 200KVA-Primario.jpg
Emisividad	0.92
Temperatura reflejada	28.0 °C
Distancia al objeto	1.0 m

Comentarios de texto

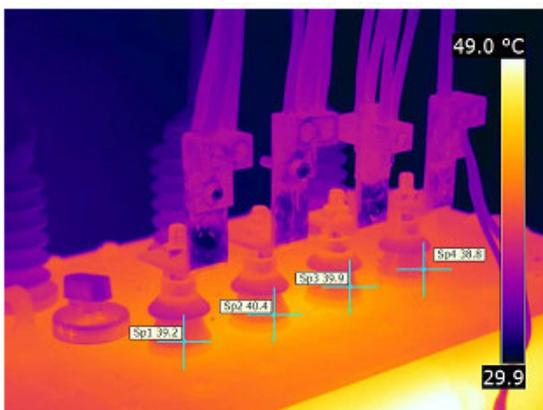
Site
Location
Object
ObjectID
Deviation
Remedy
Severity
Description

Descripción

La temperatura (32 y 40°C) en los bushing del primario, se encuentran en condiciones normales de operación.

Figura 4.2 Reporte termográfico del bushing del lado primario del transformador;
Elaborado: Autor

Bushing del lado secundario del transformador.(Figura 4.3).



Parámetros de imagen y objeto

Modelo de cámara	FLIR T640
Fecha de imagen	13/02/2015 07:36:57 p.m.
Nombre de imagen	IR_2509-Cuarto de transformador de 200KVA-secundario.jpg
Emisividad	0.92
Temperatura reflejada	28.0 °C
Distancia al objeto	1.0 m



Comentarios de texto

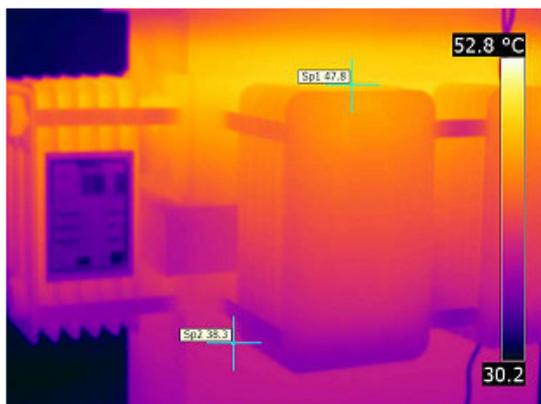
Site	
Location	
Object	
ObjectID	
Deviation	
Remedy	
Severity	
Description	

Descripción

La temperatura (40°C) en los bushing del secundario, se encuentran en condiciones normales de operación.

Figura 4.3 Reporte termográfico del bushing del lado secundario del transformador
Elaborado: Autor

Sistema de enfriamiento del transformador.(Figura 4.4)



Parámetros de imagen y objeto

Modelo de cámara	FLIR T640
Fecha de imagen	13/02/2015 07:37:38 p.m.
Nombre de imagen	IR_2511-Cuarto de transformador de 200KVA-Sistema de enfriamiento.jpg
Emisividad	0.92
Temperatura reflejada	28.0 °C
Distancia al objeto	1.0 m

Comentarios de texto

Site
Location
Object
ObjectID
Deviation
Remedy
Severity
Description

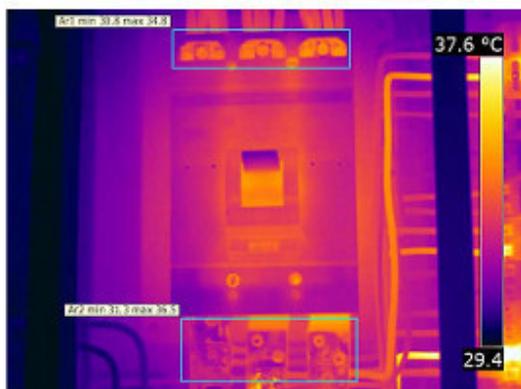
Descripción

La temperatura en el sistema de enfriamiento del transformador se encuentra en condiciones normales de operación, ya que el diferencial entre la parte superior e inferior debe de estar entre 5 y 14 °C, Delta= 9.5°

Figura 4.4 Reporte termográfico del sistema de enfriamiento del transformador
Elaborado: Autor

4.8 Reportes del análisis termográfico del Panel Principal de distribución.

Breaker Principal Termo magnético. (Figura 4.5)



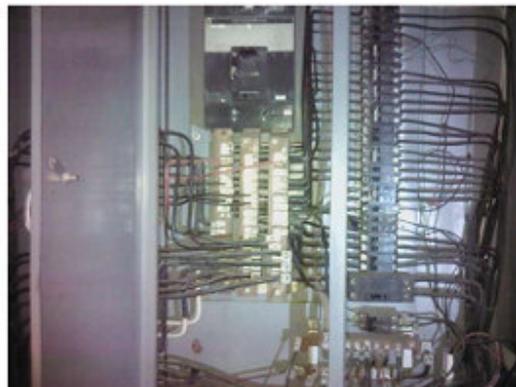
Parámetros de imagen y objeto

Comentarios de texto

Modelo de cámara	FLIR T640	Site
Fecha de imagen	13/02/2015 07:38:49 p.m.	Location
Nombre de imagen	IR_2513-Cuarto de transformador - Tablero electrico-Breaker principal.jpg	Object
Emisividad	0.92	ObjectID
Temperatura reflejada	28.0 °C	Deviation
Distancia al objeto	1.0 m	Remedy
		Severity
		Description
Descripción		
La temperatura del breaker trifasico se encuentra en condiciones normales de operación.		

Figura 4.5 Reporte termográfico del Breaker principal
Elaborado: Autor

Conexión de terminales con la barras de distribución. (Figura 4.6).



Parámetros de imagen y objeto

Modelo de cámara	FLIR T640
Fecha de imagen	13/02/2015 07:39:04 p.m.
Nombre de imagen	IR_2515-Cuarto de transformador - Tablero eléctrico-Breaker's.jpg
Emisividad	0.92
Temperatura reflejada	28.0 °C
Distancia al objeto	1.0 m

Comentarios de texto

Site
Location
Object
ObjectID
Deviation
Remedy
Severity
Description

Descripción

La temperatura en los terminales se encuentra en condiciones normales de operación.

Figura 4.6 Reporte termográfico de Conexión de terminales con la barras de distribución
Elaborado: Autor

Breaker Secundario Termo magnético. (Figura 4.7).

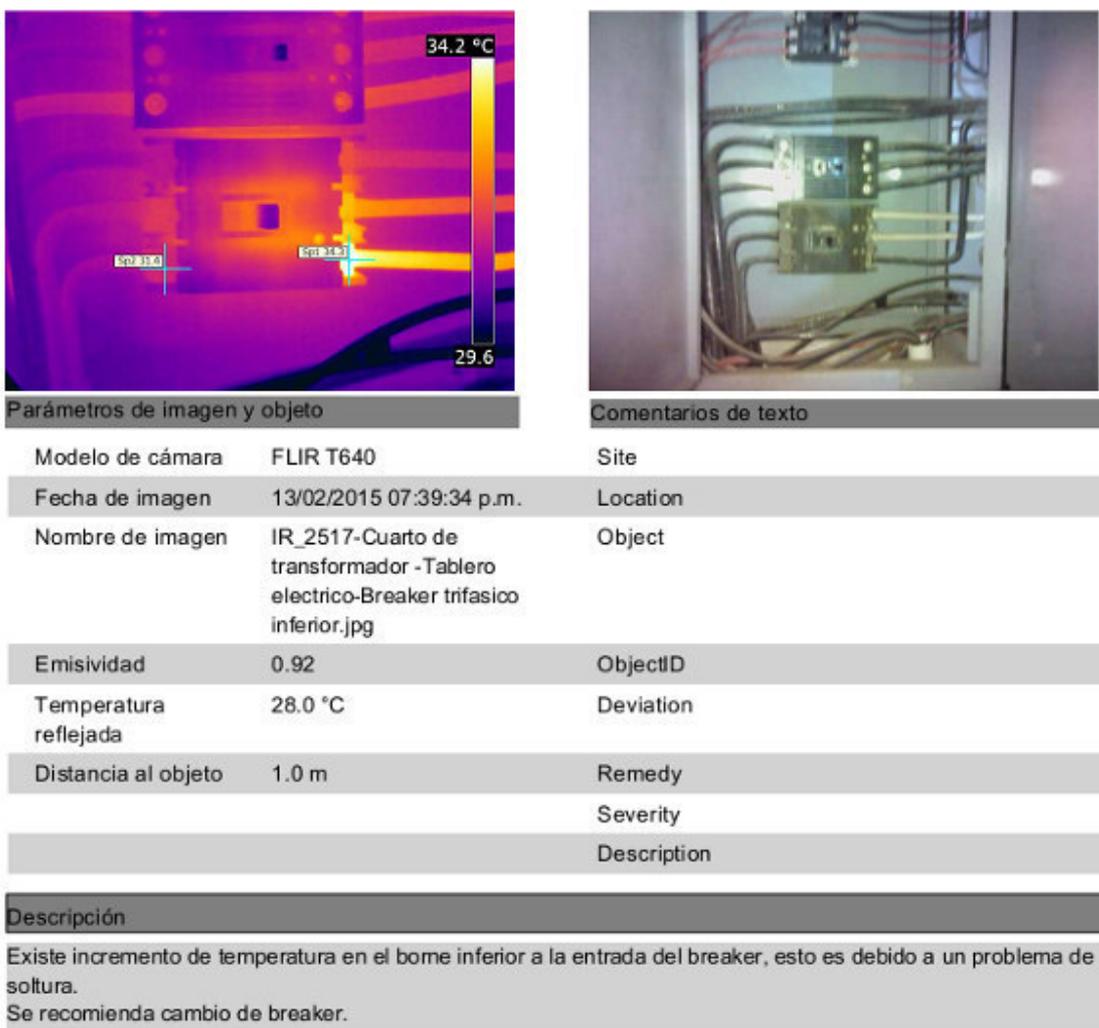


Figura 4.7 Reporte termográfico del Breaker secundario
Elaborado: Autor

Breakers para acometidas de carga. (Figura 4.8)

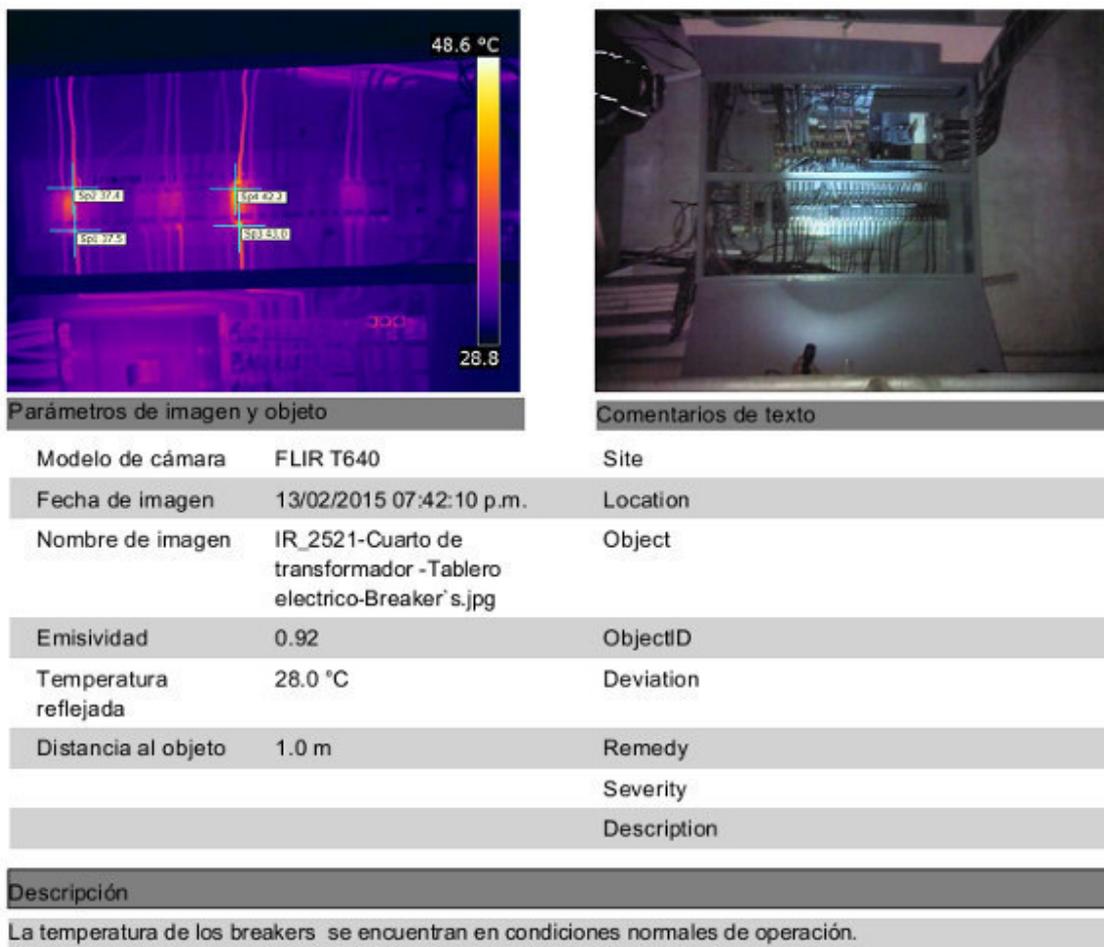


Figura 4.8 Reporte termográfico de breakers para acometidas de cargas.

Elaborado: Autor

4.9 Reportes del análisis termográfico del Panel Secundario de distribución.

Panel Secundario de Distribución. (Figura 4.9)



Figura 4.9 Reporte termográfico del panel secundario de distribución.

Elaborado: Autor

4.10 Reporte de la Matriz de criticidad.

A continuación se indica el resumen de análisis termográfico clasificado por criticidad de acuerdo a la inspección realizada por el especialista en los equipos eléctricos.

RESUMEN DEL ANALISIS TERMOGRAFICO CLASIFICADO POR CRITICIDAD				
		CRITICIDAD		
Página	Equipo	Alta	Media	Ninguna
1	Cuarto de transformador de 200KVA-Primario.			
2	Cuarto de transformador de 200KVA-Secundario			
3	Cuarto de transformador de 200KVA-Sistema de enfriamiento			
4	Cuarto de transformador -Tablero electrico-Breaker principal.			
5	Cuarto de transformador -Tablero electrico-Breaker's.			
6	Cuarto de transformador Tablero electrico-Breaker trifasico inferior			
7	Cuarto de transformador -Tablero electrico-Breaker's.			
8	Cuarto de transformador -Tablero electrico-Breaker's.			
9	Tablero electrico del 2do piso o-breaker principal.			
10	Tablero electrico del 2do piso o-breaker doble (parte superior).			

Tabla 4.5 Reporte de Matriz de criticidad Fuente
Elaborado: Autor Normas

4.11 Evaluaciones de resultados inspección termográfica.

De acuerdo a la inspección realizada por el especialista la mayoría de equipos eléctricos se encuentran dentro de los rangos normales termográficos de operación a excepción del breaker secundario del panel principal de distribución y el panel secundario de distribución que presentan niveles de criticidad media, y se deberá realizar ajustes o cambios a estos equipos siguiendo un plan de mantenimiento.

CAPÍTULO 5

CALIDAD DE ENERGÍA

5.1 Estudio de la calidad de Energía

Se desarrolló el Estudio de Calidad de Energía en la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG, con el objetivo de averiguar el estado actual del sistema eléctrico .

El monitoreo da como resultado valores de voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, armónicos), y ayuda a determinar si existe variaciones de acuerdo a lo establecidos en las normas.

El equipo de medición se lo conecto a los bushing del transformador de la facultad durante 7 días, las 24 horas con el objetivo de obtener resultados óptimos que permitan dar una evaluación real de la calidad de energía.

El Transformador analizado tiene las siguientes características:

Transformador de 200 KVA, niveles de tensión de 13.6 KV/220-120 V, Marca MORETRAN.

5.2 Especificaciones y Metodología de Monitoreo.

Para la elaboración del presente estudio, se alquiló el equipo 3Ø marca SCHNEIDER ELECTRIC MODELO 765, muestra del equipo en la figura 5.1.



Figura 5.1 Equipo de Medición ION7650
Elaborado: Manual ION 7650

(Schneider)

5.3 Especificaciones del Equipo de Medición ION7650

El equipo de Medición ION7550 es utilizado en puntos de distribución claves y cargas sensibles, ofrece una funcionalidad sin igual que incluye un análisis avanzado de calidad de energía combinado con precisión de medidas, varias opciones de comunicación, compatibilidad con la web y funciones de control.

Aplicación común de los medidores:

- Análisis de eficiencia, pérdidas y capacidad.
- Verificación de facturas, asignación de costos y submedición.
- Supervisión del cumplimiento de la calidad de alimentación.
- Diagnóstico y notificación de problemas.
- Demanda o administración del factor de potencia.

- Control de cargas, generadores u otros equipos

Los beneficios que se obtienen con el medidor son los siguientes:

- Reducir los costos de las operaciones y la energía.
- Mejorar la calidad de la alimentación, la confiabilidad y el tiempo productivo.
- Optimizar el uso del equipo para la administración óptima de su instalación eléctrica y una mejor productividad.

5.4 Datos del Equipo de Medición ION7650.

A continuación indicamos las siguientes características de entradas para medición, véase en la Tabla 5.1.

N°	ENTRADAS	ESPECIFICACIONES
Entradas de Voltaje		
1	Escala de Voltaje Nominal.	347 VAC Línea a Neutro, 600 VAC Línea a Neutro, RMS
2	Sobrecarga	1500 VAC RMS Continuos
3	Impedancia de Entrada	5 M Ω / Fase (Fase - Vref)
4	Falla de Captura	1200 V Pico
Entradas de Corriente		
7	Corriente Nominal.	5A, 10A y /o 20 A, (1A, 2A, 5 A, rango opcional de corriente)
8	Voltaje Máximo	600 V RMS (CAT III IEC 61010-1)
9	Resistir a	2500 VAC, 60 Hz por 1 minuto
10	Carga	0.05 VA/ Fase (a 5A standard) 0.015 VA/ Fase (a 1A opcional)
11	Impedancia	0.002 Ω / Fase (Fase- Vref.) 0.015 Ω / Fase (rango de corriente opcional)
Potencia de Control		
12	Rango de Operación	Standard: AC: 85 VAC a 240 VAC ($\pm 10\%$), 47 Hz a 63 Hz; DC: 110 VDC to 300 VDC ($\pm 10\%$) Carga Típica 15 VA, max. 35 VA Opcional: Bajo Voltaje DC Fuente de Alimentación Entradas: DC: 20 VDC a 60 VDC ($\pm 10\%$) Carga: Típica 12 VA, max. 18 VA
Sondas de Corriente con Salidas de voltaje de CA		
13	Entradas	1, V RMS
14	Sobrecarga	5.5 V (CAT I IEC 61010-1)
15	Impedancia de Entrada	220 k Ω max.
16	Opciones	Entradas de Sondeas de Corriente para uso de 0 VAC a 1 VAC. La precisión depende de las especificaciones de la sonda.

Tabla 5.1 Equipo ION7650
Elaborado: POWER LOGIC

(Logic, 2012)

5.5 Monitoreo.

El equipo de medición se lo conecto a los bushing de los terminales de baja tensión del transformador de la facultad durante 7 días, las 24 horas, tomando datos cada 15 minutos con el objetivo de obtener resultados óptimos que permitan dar una evaluación real de la calidad de energía. Véase en la figura 5.2.



Figura 5.2 Conexiones en baja tensión con el equipo de Medición ION7650
Elaborado: Autor

Durante los 7 días, se tomaron alrededor de 10,500 muestras entre voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, armónicos, etc. Siendo los datos más importantes los que se obtuvieron a partir de la 18h00, periodo en el cual se registran los mayores consumos de energía. (XAVIER, 2014)

5.6 Graficas Obtenidas

A continuación se indican las curvas obtenidas de los datos suministrado por el equipo de medición:

- Curva de Potencia. (Figura 5.3)
- Curva de Voltaje. (Figura 5.4)
- Curva de Corriente. (Figura 5.5)
- Curva de Potencia Reactiva. (Figura 5.6)
- Curva de Potencia Aparente. (Figura 5.7)
- Curva de Factor de Potencia. (Figura 5.8)
- Curva de Perfil de Distorsión Armónica Total en Voltaje (THDv). (Figura 5.9)
- Curva de Perfil de Distorsión Armónica Total en Corriente (THDi).(Figura 5.10)

5.6.1 Curva de Potencia

A continuación se muestra en la Figura 5.3 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.

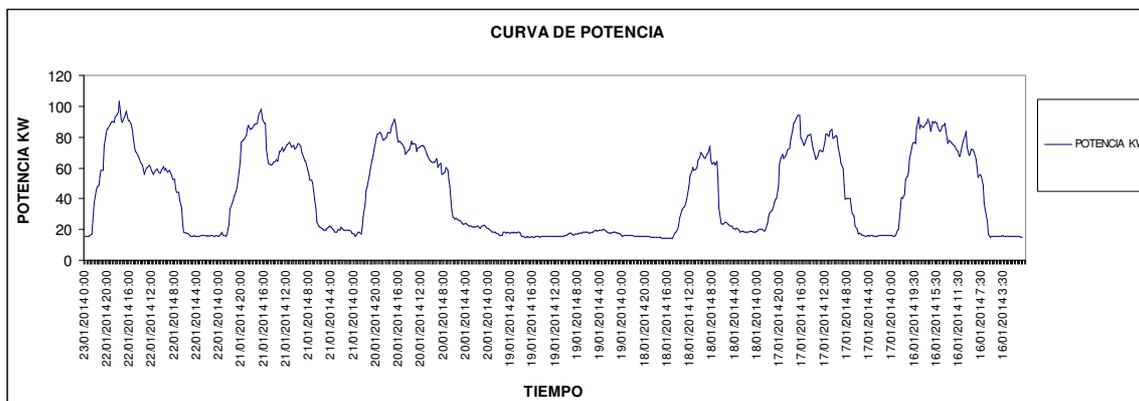


Figura 5.3 Curva de Potencia

Elaborado: Autor

5.6.2 Curva de Voltaje

A continuación se muestra en la Figura 5.4 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.

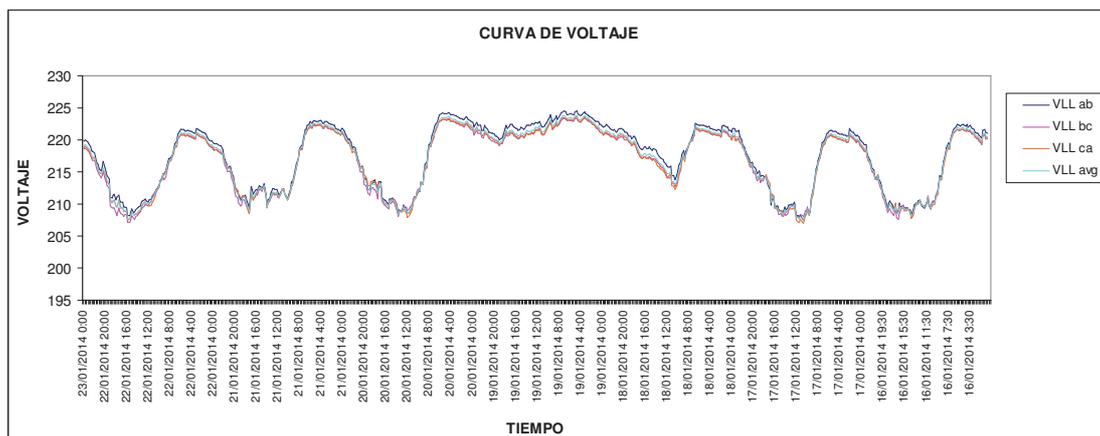


Figura 5.4 Curva de Voltaje

Elaborado: Autor

5.6.3 Curva de Corriente

A continuación se muestra en la Figura 5.5 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.

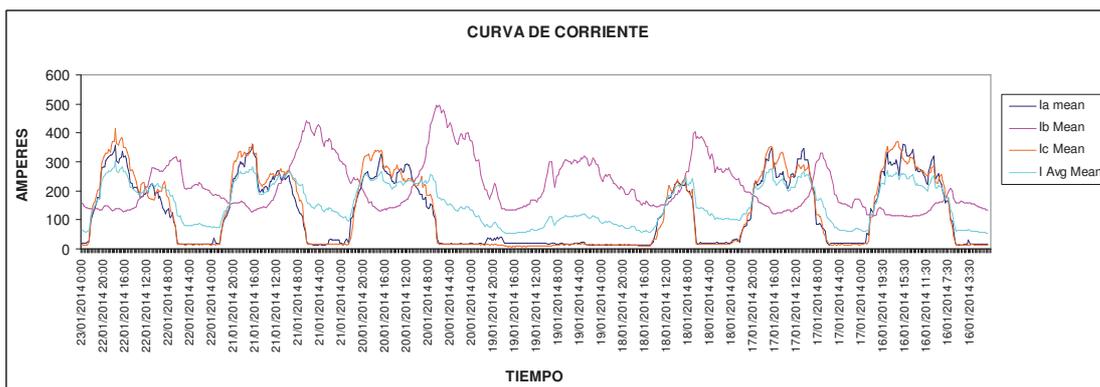


Figura 5.5 Curva de Corriente

Elaborado: Autor

5.6.4 Curva de Potencia Reactiva

A continuación se muestra en la Figura 5.6 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.



Figura 5.6 Curva de Potencia Reactiva
Elaborado: Autor

5.6.5 Curva de Potencia Aparente

A continuación se muestra en la Figura 5.7 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.



Figura 5.7 Curva de Potencia Aparente
Elaborado: Autor

5.6.6 Curva de Factor de Potencia

A continuación se muestra en la Figura 5.8 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.

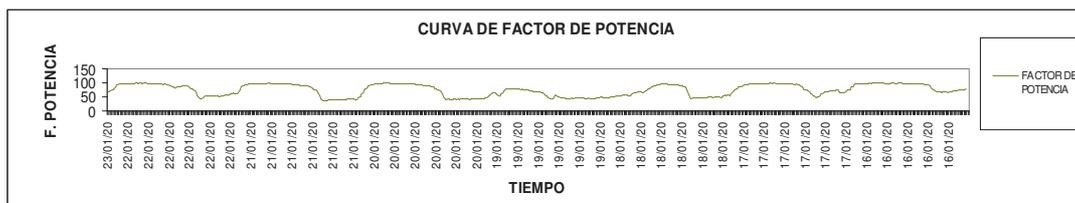


Figura 5.8 Curva de Factor de Potencia
Elaborado: Autor

5.6.7 Curva de Perfil de Distorsión Armónica Total en Voltaje (THDv)

A continuación se muestra en la Figura 5.9 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.

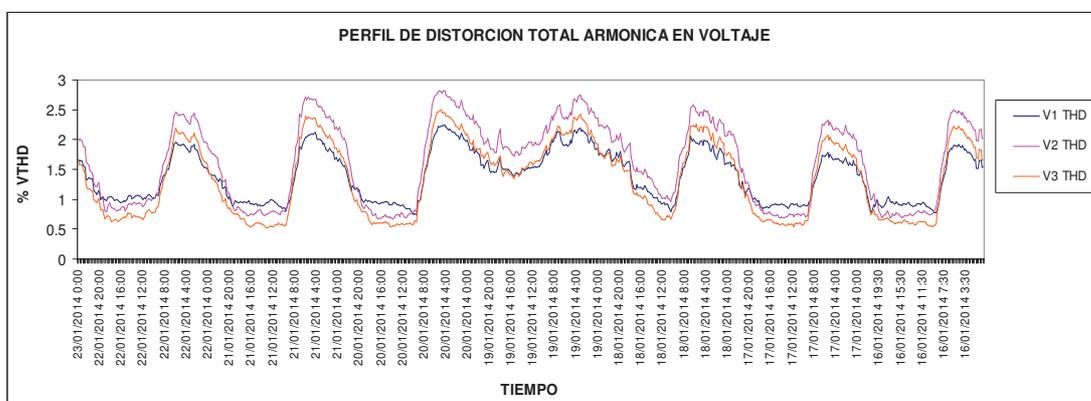


Figura 5.9 Curva de Perfil de distorsión armónica en voltaje.
Elaborado: Autor

5.6.8 Curva de Perfil de Distorsión Armónica Total en Corriente (THDi)

A continuación se muestra en la Figura 5.10 la curva obtenida de los datos del equipo de medición.

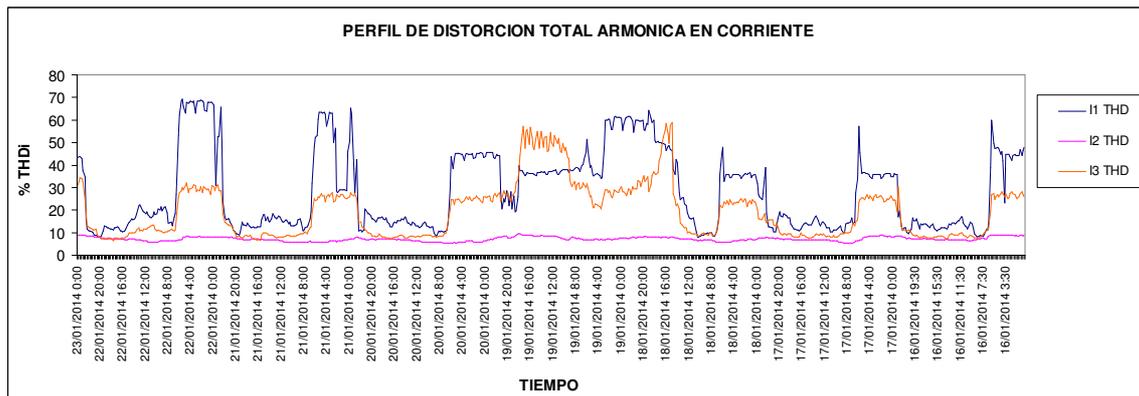


Figura 5.10 Curva de Perfil de distorsión armónica en corriente

Elaborado: Autor

5.7 Evaluaciones de resultados del estudio de la calidad de energía.

A continuación se indica en la Tabla 5.2 el resumen de curvas de medición con el respectivo análisis técnico de cada curva y su aplicación con la norma IEEE. En conclusión podemos indicar que de acuerdo al monitoreo realizado con el equipo de medición ION7650 durante los 7 días, se pudo determinar que no existe desviación de ninguno de estos factores (voltaje, corriente, potencia, armónicos, etc.) que provoque la mala operación de los equipos o que exista alguna interrupción del flujo de energía eléctrica en la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.

CURVA	FIGURA	OBSERVACIONES	NORMA IEEE
Curva de Potencia	5.3	El valor de Potencia Real promedio en el período de operación fue de 43.29 kW, registrando un valor máximo de 103.13 kW.	
Curva de Voltaje	5.4	El nivel del Voltaje promedio en el monitoreo fue de 217.40 Volts, valor que se encuentra 4.32% por encima del valor nominal de 208 Volts del Transformador de 200 kVA. La variación registra valores de 207.43 Volts a los 224.53 Volts, lo cual indica una variación que va del -4.58 % al 3.27% del voltaje promedio de 217.4 Volts,	Si cumple. IEEE 1100-1999 (variación no mayor al $\pm 5\%$ del valor nominal).
Curva de Corriente	5.5	El valor de Corriente promedio registra el valor de 303 Amp y un valor máximo instantáneo en Corriente de 490 Amp	
Curva de Potencia Reactiva	5.6	El valor de Potencia Reactiva promedio registra valor de 27.30 kVAR y un pico máximo instantáneo de 62.03 kVAR (inductivo).	
Curva de Potencia Aparente	5.7	El valor de Potencia Aparente registra un valor de 53.96 kVA y valor máximo instantáneo de 103.25 kVA. Por lo tanto, el porcentaje máximo de utilización fue de 54.35% y el promedio de 26.54%.	
Curva de Factor de Potencia	5.8	El valor del Factor de Potencia promedio registra un valor del 99.25% y valor mínimo de 82.5% (inductivo).	
Curva de Perfil de Distorsión armónica total en voltaje (THDV)	5.9	Se registró un porcentaje promedio de 1.40% y un valor máximo en periodo de baja carga de 2.85%.	Si cumple. El porcentaje recomendado por el IEEE 519-1992 que establece que para niveles de voltaje
Curva de Perfil de Distorsión armónica total en corriente (THDI)	5.10	Durante el periodo a plena carga se registró un porcentaje promedio en periodo de operación normal de 6.45%.	Si cumple. Valores se encuentran dentro del porcentaje establecido por la IEEE 519-1992 que establece un valor no mayor al 8%.

Tabla 5.2 Resumen Técnico de curvas de medición.

Elaborado: Autor

CAPÍTULO 6

PLAN DE MEJORAS

6.1. Precedente

Una vez realizado el levantamiento eléctrico de las instalaciones eléctricas de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG se puede indicar que los equipos y materiales instalados se encuentran en su mayoría en buenas condiciones y en pleno funcionamiento, cumpliendo así con las normas eléctricas vigentes, sin embargo se propone como plan de mejora la instalación de equipos y sistemas que actualmente son exigidos por la norma NEC 15.1.4.1.1. Los equipos a ser propuestos se listan a continuación:

- Generador de Emergencia
- Panel de transferencia automática
- Sistema de medición.

NEC 15.1.4.1.1. Los sistemas de emergencia serán necesarios en recintos asistenciales, educacionales, hoteles, teatros o cines, recintos deportivos, centros comerciales, locales de reunión de personas, y todo otro recinto o institución de finalidades similares o de asistencia pública masiva.

6.2. Generador de emergencia.

Durante una falla en el suministro de energía eléctrica por parte de empresa distribuidora (Empresa Eléctrica), la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación no cuenta con un sistema alternativo de energía, es por tal motivo que una de las mejoras a realizar dentro de las instalaciones es la de adquirir y poner en operación un generador de emergencia, el que suministrará de energía eléctrica sólo al edificio administrativo, para así evitar la suspensión de actividades en caso de la ausencia del suministro eléctrico.

6.2.1 Determinación de las cargas principales y auxiliares que se van a transferir al generador de emergencia.

Para la determinación de las cargas que el grupo electrógeno va a suministrar energía eléctrica se toma en cuenta el grado de disponibilidad de dichas cargas además de su ubicación dentro del edificio Administrativo de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la educación.

A continuación se desglosa cada una de las cargas a tener en cuenta para el diseño del generador de emergencia.

6.2.1.1 Aire Acondicionado

En el Edificio Administrativo se disponen de aires acondicionados de pared y tipo split que son de uso continuo y representa una de las cargas de mayor consumo. En la Tabla 6.1 se muestra la carga que debe estar disponible en el edificio.

Aire acondicionado	
Descripción	Cantidad de AA
Aire acondicionado Planta Baja	4,00
Aire acondicionado Primer Piso	15
Total	19
Total (W)	24.400,00

Tabla 6.1 Carga requerida de consumo para aire acondicionado

Elaborado: Autor

6.2.1.2 Iluminación interior y exterior del Edificio Administrativo

Para el correcto desempeño de los funcionarios de este plantel se ha determinado que la carga de iluminación en esta área es necesaria para un buen desempeño y desarrollo de la Facultad. En la Tabla 6.2 se muestra la carga que debe estar disponible en oficinas.

Iluminación Edificio Administrativo	
Descripción	Cantidad de Luminarias
Luminarias	81,00
Total (W)	6.100,80

Tabla 6.2 Carga requerida de consumo para Iluminación del Edificio Administrativo
Elaborado: Autor

6.2.1.3 Equipos varios

En el Edificio Administrativo se disponen de equipos como UPS, impresoras, copiadora, dispensador de agua, proyector, parlantes, cámara de video, cafeteras, etc) que son de uso continuo. En la Tabla 6.3 se muestra la carga que debe estar disponible en el edificio.

Equipos Varios, Tomacorrientes	
Descripción	Cantidad
Equipos Varios	69
Total (W)	4.550,50

Tabla 6.3 Carga requerida para consumo Equipos varios, Tomacorrientes.
Elaborado: Autor

6.2.1.4 Áreas Sistemas Informáticos.

Dentro de estas áreas encontramos los equipos informáticos que es indispensable que en caso de ausencia del suministro eléctrico deben continuar prestando sus servicios a la comunidad educativa como se muestra en la Tabla 6.4.

Sistemas Informáticos	
Descripción	Cantidad de Equipos
Computadoras	37,00
Router	3,00
Rack Servidores	1,00
Total (W)	7.575,00

Tabla 6.4 Carga requerida para consumo en área de sistemas Informáticos.
Elaborado: Autor

6.2.1.5 Capacidad del Generador de Emergencia.

La Tabla 6.5 indica las cargas de consumo que necesitan respaldo de energía eléctrica a través de un generador de emergencia durante un tiempo específico, cuando hay una falla o ausencia en la alimentación eléctrica normal en el edificio administrativo de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la UCSG.

CARGAS	P (W)
Aires Acondicionados	24.400,00
Iluminación oficinas	6.100,80
Equipos Varios, Tomacorrientes 110V	4.550,50
Áreas Sistemas Informáticos	7.575,00
Potencia Total (W)	42.626,30
kVA	43,94

Tabla 6.5 Carga requerida para consumo en área de sistemas Informáticos.
Elaborado: Autor

Por lo tanto se concluye que la potencia del Generador de Emergencia para cubrir la potencia requerida es de 50 KVA 220/120V, como se muestra en la figura 6.1



Figura 6.1 Generador de 50 KVA marca Cummins.
Elaborado: Autor

Como conocemos ahora la capacidad del generador de emergencia que se deberá instalar en la facultad, a continuación indicaremos el procedimiento de alimentación desde el generador hacia las barras de distribución del panel de principal. Entre estos 2 equipos se conecta mediante cables un Panel de Transferencia Automática, que es un dispositivo que permite, ante la falla del suministro de energía eléctrica externa, poner en marcha el generador de emergencia. Este dispositivo hace que se activen los contactores o breakers correspondientes a la entrada de emergencia y dar energía desde el generador.

6.3 Sistema de medición.

Según las normas NATSIM como la demanda máxima supera los 10 kW, el sistema de medida será trifásico, considerando los siguientes aspectos:

- **Medición indirecta**, con el uso de transformadores de corriente de relaciones de transformación adecuadas.

Los transformadores de corriente serán de 10 VA, clase de precisión 0.5 (factor de potencia 0.9), de relación de transformación de 400:5 (datos obtenido de la tabla de relaciones de transformación de la Eléctrica de Guayaquil), frecuencia de 60 ciclos por segundo, tipo toroidal o barra pasante y su ubicación será en una de las paredes internas del cuarto de transformador.

6.4 Diagrama unifilar general sugerido.

En el siguiente plano se detalla el diagrama eléctrico unifilar general sugerido, donde se detallan los equipos sugeridos por el plan de mejoras.

- Diagrama eléctrico unifilar general sugerido, lámina 7

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Una vez realizado el levantamiento eléctrico de las instalaciones de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la educación de la UCSG, se constató que la mayor parte de los equipos y de los circuitos se encuentran en condiciones normales de operatividad cumpliendo en su mayoría con las normas eléctricas NATSIM y NEC.

El Transformador de 200KVA de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación está siendo utilizado en el 52% de su capacidad nominal.

Mediante los resultados obtenidos en las mediciones realizadas con el equipo de ION7650, fue posible el estudio de la calidad de energía consumida en la Facultad obteniendo resultados satisfactorios con respecto a lo exigido por parte de la empresa eléctrica.

Al realizar las debidas mediciones en las diferentes áreas de la Facultad se determinó que la caída de voltaje está dentro del rango permitido por el NEC (5%).

Los resultados de los reportes termográficos indican datos alentadores, ya que en su gran mayoría los equipos eléctricos están realizando sus actividades en forma óptima y eficiente.

RECOMENDACIONES

- Mantener organizada y actualizada la información referente a planos y diagramas eléctricos instalados y en construcción.
- Mantener la identificación actualizada de todos los circuitos de los tableros, para evitar así la incertidumbre, operaciones erróneas y las dificultades en el mantenimiento.
- Realizar mediciones periódicas de corriente, voltaje, factor de potencia, armónicas y potencia; ya que esto permite, tener un conocimiento real de cómo se encuentra las instalaciones eléctricas de la Facultad.
- Es importante mantener un plan de mantenimiento preventivo y/o predictivo a ser aplicado al Transformador Principal de la Facultad.
- Se recomienda la adquisición de un generador de emergencia el cual sea el más eficiente y cumpla con las normas de medio ambiente establecidas por las autoridades pertinentes y estándares exigidos para evitar ocasionar inconvenientes a quienes estén a su alrededor.
- Realizar inspección termográfica periódica de paneles y equipos eléctricos, según la normas ASNT –TC – 1A.
- El costo referencial del plan de mejoras de las instalaciones eléctricas de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación es de 95,000 USD, incluye el suministro de: generador de emergencia, Panel de transferencia, Panel de distribución de administración, materiales eléctricos (cables, conduit, etc.) y, obra civil e instalación eléctrica en general.

BIBLIOGRAFÍA

- E.E.E. (2010). Normas de acometida cuartos de transformadores y sistema de medición para el suministro de electricidad (NATSIM).
- Campero, N. B. (1995). Instalaciones eléctricas conceptos básicos y diseños. México: Alfaomega.
- EESPA. (2013). Guia de Termografía para mantenimiento predictivo. Madrid: Eespa energía. www.eespa-energia.com/termografia.pdf
- Enriquez, G. H. (2002). Control de motores Eléctricos. Mexico: Limusa.
- García Trasancos, J. (2003). Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión. Mexico: Paraninfo.
- Harper, E. (2002). Elementos de Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales. Mexico: Limusa Noriega .
- Jimenez, T. J. (2013).
- Logic, P. (2012). Manual Power Logic ION7650.
- López, P. M. (2014). Diseño de Laboratorio y Elaboración de prácticas para la materia de instalaciones industriales. Mexico. www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5465/Tesis.pdf?sequence=1.
- XAVIER, F. V. (2014). Estudio y rediseño del sistema eléctrico actual en media y baja tensión del edificio de la facultad de Jurisprudencia de la UCSG. Guayaquil: UCSG.
- Normas ecuatorianas de la construcción NEC
- Ensayos no destructivos, Normas ASNT –TC – 1A.
- Manual Flir T640
- Flirmedia. Brochures (2010). www.flirmedia.com
- Camara termográfica. • <http://www.alava-ing.es/repositorio/1acf/pdf/7290/2/camaras-termograficas-t620-y-t640-de-flir.pdf>.

- ceará, C. E. (2012). Normas Corporativas COELCE. Chile:
www.coelce.com.br/media/46601/coelce_normas_corporativas_20060620_341.pdf.
- Schneider. Medidor de calidad de energetica. <http://www.schneider-electric.com/products/mx/ls/4100-sistema-de-administracion-y-monitoreo-de-la-energia/4110-medidores-de-calidad-energetica-powerlogic/1460-powerlogic-ion7550-ion7650/>.
- Secovi. (2012). Estudio de factor de potencia y armónicas. Mexico:
<http://www.secovi.com/files/ingenieria/factor%20de%20potencia/estudio%20de%20factor%20>.
- Secovi. (2006). Reporte de cargabilidad. Mexico:
www.secovi.com/files/ingenieria/cargabilidad/reporte%20.
- Schneider. (s.f.). Medidor de calidad de energética. <http://www.schneider-electric.com/products/mx/ls/4100-sistema-de-administracion-y-monitoreo-de-la-energia/4110-medidores-de-calidad-energetica-powerlogic/1460-powerlogic-ion7550-ion7650/>.