



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

#### TESIS DE GRADO

#### TÍTULO:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ, AÑO 2012”.**

Proyecto presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

#### **Autor:**

Mendoza Loor Hamilton Paul

#### **Director:**

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón

La Maná – Ecuador

Junio, 2014

## **AUTORÍA**

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ, AÑO 2012”**; son de exclusiva responsabilidad del autor.

-----  
Mendoza Loor Hamilton Paul

**C.I.** 120564493-1

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Tutor de Investigación sobre el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ, AÑO 2012**; de Mendoza Loor Hamilton Paul, postulante de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos- técnicos, suficientes para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Junio 2014.

El Director.

-----  
Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón

**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**La Maná – Ecuador**

---

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de Coordinador Académico y Administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; tengo a bien certificar que el trabajo del Proyecto Macro **“IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR TRIFÁSICO CON TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LOS BLOQUES A Y B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EXTENSIÓN LA MANÁ”**, con el subtema **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ, AÑO 2012”**; de Mendoza Loor Hamilton Paul, con C.I. 1205644931, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicha implementación cumple con los requerimientos técnicos de instalación y operación. Indicando al Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de las Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi su correcto funcionamiento a los diecinueve días del mes de Junio del año dos mil trece.

Lcdo. Mg.Sc. Ringo López Bustamante.

COORDINADOR ACADÉMICO Y ADMINISTRATIVO

Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná

**AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y  
EVALUACIÓN**

**TESIS DE GRADO**

Sometido a consideración del tribunal de revisión y evaluación por: el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ, AÑO 2012”**

**REVISADA Y APROBADA POR:**

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón

-----

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL ESPECIAL**

Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón

-----

Ing. Amable Bienvenido Bravo

-----

Ing. Carmen Lucía Toapanta Toapanta

-----



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**  
**La Maná – Ecuador**

---

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Mendoza Loor Hamilton Paul cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ, AÑO 2012”**; lo elaboró bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, Junio 2014

Atentamente.

---

Lic. Sebastián Fernando Ramón Amores.

**DOCENTE**  
**C.I. 050301668-5**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme todos los días, salud y vida, por ser mi fortaleza y mi guía en el camino de mi existencia, para que hoy cumpla con uno de los más anhelados objetivos que me he propuesto, como es la culminación de mis estudios universitarios.

Gracias a aquellas personas que me brindaron su apoyo absoluto en momentos difíciles, entre ellos mis queridos padres, hermanos, mi novia, maestros y amigos, por su fuerza alentadora que me impulsó a seguir siempre adelante.

**Hamilton Mendoza.**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios, por ser quien ha estado a mi lado en todo momento brindándome las fuerzas necesarias para seguir adelante, a mi madre por su amor incondicional, sus consejos y su compañía, a mi padre por inculcarme valores muy importantes que han hecho de mí una persona íntegra, a mis hermanos por brindarme ese granito de arena cuando más lo necesitaba, a mi novia por el impulso final que me proporcionó, a mis amigos y compañeros con los que siempre compartí gratos momentos y de los cuales me llevo buenos recuerdos.

**Hamilton Mendoza.**

# ÍNDICE GENERAL

N°	TEMAS	PÁG.
	Portada	i
	Autoría	ii
	Aval del director de tesis	iii
	Certificación de implementación	iv
	Aval de los miembros del tribunal	v
	Certificado de la traducción del idioma inglés	vi
	Agradecimiento	vii
	Dedicatoria	viii
	Índice de contenido	ix
	Índice de cuadros	xiii
	Índice de gráficos	xiv
	Resumen	xv
	Abstract	xvi
	Introducción	xvii
	<b>CAPÍTULO I</b>	
	<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	
1.1	Antecedentes investigativos	1
1.1.1	Proyecto 1	1
1.1.2	Proyecto 2	2
1.2	Categorías fundamentales	4
1.3	Marco teórico	5
1.3.1	Energía eléctrica secundaria	5
1.3.1.1	Generación	5
1.3.1.2	Importancia	8
1.3.1.3	Mantenimiento eléctrico	9
1.3.1.4	Riesgos	10
1.3.2	Plantas de emergencia	11
1.3.2.1	Partes de una planta de emergencia	12
1.3.2.2	Montaje	16

1.3.2.3	Mantenimiento de plantas de emergencia	19
1.3.3	Protecciones eléctricas	23
1.3.3.1	Elementos de protección	24
1.3.3.2	Conductores eléctricos	26
1.3.3.3	Cables eléctricos, composición y tipos	26
1.3.3.4	Funciones de las protecciones	28
1.3.3.5	Puesta a tierra	29
1.3.4	Automatización	30
1.3.4.1	Elementos de un automatismo	31
1.3.4.2	Fases de un automatismo	34
1.3.4.3	Estructura de los autómatas	36
1.3.5	Panel de transferencia automática	38
1.3.5.1	Tipos de arranques de transferencia	38
1.3.5.2	Actuadores	40
1.3.5.3	Montaje de un panel de transferencia	40
1.3.5.4	Transferencia eléctrica	41

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1	Breve caracterización de la institución	44
2.1.1	Historia de la universidad	45
2.1.2	Misión	48
2.1.3	Visión	48
2.2	Operacionalización de las variables	49
2.3	Análisis e interpretación de resultados de la investigación	50
2.3.1	Metodología de la investigación	50
2.3.1.1	Tipos de investigación	50
2.3.1.2	Metodología	51
2.3.1.3	Unidad de estudio (Población y Muestra)	51
2.3.2	Métodos y técnicas a ser empleados	54
2.3.2.1	Métodos	54
2.3.2.2	Técnicas	55

2.3.3	Resultados de encuestas realizadas a los empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	55
2.3.4	Análisis e interpretación de los resultados	62
2.4	Verificación de la hipótesis	64
2.5	Diseño de la propuesta	65
2.5.1	Datos informativos	65
2.5.2	Justificación	65
2.5.3	Objetivos	66
2.5.3.1	Objetivo general	66
2.5.3.2	Objetivos específicos	67
2.5.4	Descripción de la aplicación	67
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN</b>		
3.1	Dimensionamiento del tablero de transferencia automática	69
3.1.1	Estudio de carga de la UTC-La Maná	69
3.1.1.1	Estudios de carga y demanda	70
3.1.2	Datos técnicos del generador eléctrico	71
3.1.2.1	Datos técnicos del motor a diésel	71
3.1.2.2	Datos técnicos del alternador	72
3.2	Descripción de los equipos de fuerza	72
3.2.1	Dimensionamiento del disyuntor principal	73
3.2.2	Dimensionamiento del conductor eléctrico de potencia	75
3.2.3	Dimensionamiento del interruptor de transferencia	78
3.2.3.1	Criterio técnico de selección del interruptor	79
3.3	Dimensionamiento de los equipos de control	81
3.3.1	Dimensionamiento del módulo de control de transferencia	82
3.3.1.1	Criterio técnico de selección del módulo	82
3.3.2	Dimensionamiento del conductor para el módulo de control	87
3.3.3	Otros elementos para el tablero de transferencia automático	88
3.3.3.1	Gabinete metálico	88
3.3.3.2	Canaletas ranuradas	89
3.3.3.3	Rieles DIN	89

3.3.3.4	Portafusible	90
3.3.3.5	Fusibles	90
3.3.3.6	Transformadores de corriente	91
3.3.3.7	Pulsador de emergencia	92
3.3.3.8	Selector	93
3.3.3.9	Terminales	93
3.3.3.10	Conducto eléctrico	94
3.3.3.11	Relé eléctrico	95
3.4	Montaje, instalación y operación	95
3.4.1	Montaje del gabinete metálico y sus componentes	96
3.4.2	Instalación del cableado de fuerza	97
3.4.3	Instalación del cableado de control del módulo	98
3.4.3.1	Alimentación del módulo de transferencia	99
3.4.3.2	Medición de corriente del ComAp AMF 20	100
3.4.3.3	Medición de voltaje del ComAp AMF 20	100
3.4.3.4	Interfaz del ComAp AMF 20	101
3.4.4	Ajustes del ComAp AMF 20	103
3.4.5	Operación del tablero de transferencia automática	106
3.4.5.1	Operación en automático	107
3.4.5.2	Operación en manual	108
3.5	Alarmas del Módulo	110
3.6	Planos eléctricos	113
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
4.1	Conclusiones	114
4.2	Recomendaciones	115
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		
5.1	Bibliografía citada	117
5.2	Bibliografía virtual	119
<b>ANEXOS Y GRÁFICOS</b>		

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Nº</b>	<b>TEMAS</b>	<b>PÁG.</b>
1	Operacionalización de la variables	49
2	Población universo	51
3	Aleatorio estratificado proporcional	53
4	Eficiencia de energía eléctrica	55
5	Instalaciones eléctricas seguras	56
6	Implementación de generador eléctrico	57
7	Generador eléctrico para que continúen las clases	57
8	Pérdida de clases por falta de energía eléctrica	58
9	Grado de iluminación en la UTC	59
10	Distribución de tomacorrientes en aulas	59
11	Instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los estudiantes	60
12	Instalaciones eléctricas de la UTC cuentan con protecciones adecuadas	61
13	Ruido del generador afectaría al aprendizaje	61
14	Planilla para la determinación de demandas unitarias	70

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Nº</b>	<b>TEMAS</b>	<b>PÁG.</b>
1	Montaje de un grupo electrógeno	17
2	Disyuntor principal	76
3	Conductor eléctrico de potencia	78
4	Interruptor de transferencia automática	81
5	Módulo de control de transferencia	85
6	Conductor 16 AWG	90
7	Gabinete metálico	90
8	Canaletas ranuradas	91
9	Rieles DIN	91
10	Portafusible	92
11	Fusible	93
12	Transformador de corriente	94
13	Pulsador de emergencia	94
14	Selector	95
15	Terminales	96
16	Conductos eléctricos	96
17	Relé eléctrico	97
18	Parte posterior del ComAp AMF 20	101
19	Alimentación del ComAp AMF 20	101
20	Medición de corriente del ComAp AMF 20	102
21	Medición de voltaje del ComAp AMF 20	103
22	Esquema de botones y luces del ComAp AMF 20	104
23	Operación en modo automático	110
24	Operación en modo manual	111
25	Diagrama trifilar eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná	115



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
La Maná – Ecuador

---

**TEMA:” “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ, AÑO 2012”**

**Autor:** Mendoza Loor Hamilton Paul

## RESUMEN

Un panel de transferencia automático beneficiaría el funcionamiento del grupo electrógeno en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, en vista de los frecuentes cortes de energía eléctrica registrados, este sistema de emergencia se activará cuando el suministro de la red pública se vea interrumpido, y conmutará el funcionamiento del generador cuando la electricidad regrese, sin la necesidad de que intervenga el recurso humano. Previo a la implementación se estudiaron antecedentes, características, procesos de instalación y datos técnicos de los paneles de transferencia automáticos, para el correcto funcionamiento del generador. Los métodos empleados son: inductivo, por cuanto los resultados de la encuesta se generalizaran para todas las instalaciones existentes en la universidad; deductivo, porque los proyectos de montaje eléctricos industriales necesitan estudio de cargas instaladas; el método del análisis, para identificar las partes del panel de transferencia automática con las relaciones existentes entre ellas, y finalmente el método de la síntesis para estudiar los elementos del panel de transferencia automática, con el fin de verificar que reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos que se persigue. En cuanto a las técnicas utilizadas tenemos la encuesta aplicada a los empleados, docentes y estudiantes de la institución, y la observación directa de instalaciones, determinando al fin mediante el proceso de datos e información que es muy necesario el diseño e implementación de un panel de transferencia automático.

Palabras claves: Energía Secundaria, Panel de Transferencia Automática.



# COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE CAREER  
La Maná – Ecuador

---

**“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC TRANSFER PANEL FOR SECONDARY HIGH POWER DISTRIBUTION OF THE COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY – LA MANÁ, AÑO 2012”.**

**Author:** Mendoza Loor Hamilton Paul

## ABSTRACT

An automatic transfer panel would benefit the functioning of the electricity-generating group in Cotopaxi Technical University La Maná, given that the frequent power cuts registered, this system of emergency will be activated when the supply of the public network be interrupted, and will exchange the functioning of the generator when the electricity returns, without the need that human resource intervene. Before the implementation there were studied precedents, characteristics, processes of installation and technical information of the automatic panels of transfer for the correct functioning of the generator. The used methods were: inductive, since the results of the survey were generalized for all the existing facilities in the university; deductive, because the electrical industrial projects of assembly need study of installed loads; the method of the analysis, to identify the parts of the panel of automatic transfer with the existing relations between them, and finally the method of the synthesis to study the elements of the automatic transfer panel, in order to check that it gathers the necessary requirements to get the proposed objectives. Regarding the used technologies it was applied the survey to the employees, teachers and students of the institution, and the direct observation of facilities, determining to the end of the data processing and information, that is very necessary the design and implementation of an automatic transfer panel.

Key words: Secondary Energy, Automatic Transfer Panel.

# INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica tiene una gran importancia en el desarrollo de la sociedad, su uso hace posible la automatización de la producción que aumenta la productividad y mejora las condiciones de vida del hombre. Cuando la demanda de energía es excesiva suelen producirse cortes imprevistos, lo cual precisa recurrir a los generadores de emergencia para compensar la falta de suministro temporal, estos grupos electrógenos se los puede manejar como un proceso manual, o como un sistema automático de sincronización y transferencia.

El presente trabajo de investigación permite diseñar e implementar un Panel de Transferencia Automático para la distribución de energía secundaria en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Sede La Maná, Año 2012 sin antes analizar los fundamentos teóricos en los que se enmarca su diseño e implementación.

En el proceso de elaboración de esta tesis se plantean dos hipótesis las cuales serán sustentadas, aceptadas o rechazadas según la investigación. Se emplea la investigación exploratoria para conocer los antecedentes y características de la distribución de energía secundaria, se hará uso de la investigación descriptiva para determinar particularidades de los paneles de transferencias automáticos y procesos de instalación. Adicionalmente se utilizará estudios correlacionales, dado que se establecen relaciones entre la distribución de energía secundaria y el panel de transferencia automático, como la relación entre el precio, tamaño, localización y evaluación financiera, y por último se recurrirá a la investigación explicativa basada en la determinación de causa y efectos de la distribución de energía secundaria.

La metodología aplicada se fundamenta en el diseño experimental, ya que mediante las observaciones se determinará aspectos netamente prácticos.

Los métodos que se emplean son el Inductivo por cuanto los resultados de la encuesta se generalizan para todas las instalaciones existentes en la Universidad;

el método deductivo ya que los proyectos de montaje eléctricos industriales necesitan estudio de cargas energéticas; el método de análisis que ayudará a identificar las partes del panel de transferencia automático y las relaciones existentes entre ellas, para finalmente, mediante la síntesis estudiar sus elementos.

El levantamiento de datos se realizará mediante las técnicas de encuestas y observaciones directas aplicables a las instalaciones eléctricas existentes, tomando en cuenta la operacionalización de variables y análisis documentales de mediciones.

A continuación se presenta la estructura de la tesis en los siguientes capítulos:

Capítulo I, está formado por el marco teórico donde se encuentran conceptos de diferentes autores, los mismos que sumados al análisis y criterio del autor de esta tesis, forman parte fundamental del trabajo investigativo.

Capítulo II, contiene el análisis y la interpretación del resultado de la investigación de campo, obtenido previo a la aplicación de encuestas, además se realiza la verificación de la hipótesis.

Capítulo III, se refiere a la validación o diseño de la propuesta con la que se lleva a cabo la implementación del panel de transferencia automático, en el cual se detallan los pasos y procedimientos a seguir para su correcto funcionamiento.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Antecedentes Investigativos

Los antecedentes que se presentan a continuación se relacionan con el tema de investigación a desarrollarse, los mismos que servirán de referencia importante para el estudio.

#### *1.1.1 Proyecto 1*

#### **Construcción de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para la central telefónica de Echandía de Andinatel S.A.**

En el presente trabajo aparecen cuatro capítulos en los que se menciona el funcionamiento de un grupo electrógeno, cuando se suspende total o parcialmente la energía suministrada por la empresa y su mantenimiento.

En el primer capítulo se estudia el principio eléctrico de un grupo electrógeno así como también los fenómenos que lo producen, llegando a describir cada una de las partes que lo constituyen y la gran variedad de grupos de emergencia que existen en la actualidad.

En el segundo capítulo se presenta todo cuanto se refiere al diseño de los circuitos, además que se realiza todo un análisis profundo del núcleo de este sistema de transferencia automática como es el Controlador Lógico Programable (PLC), describiendo sus partes internas y externas y su funcionamiento. Este PLC

además tiene conectada una extensión que detallamos claramente junto con sus características eléctricas.

En el tercer capítulo se describe la construcción y el montaje, aquí se citan las características técnicas de los componentes tanto eléctricos como electrónicos que acoplados de una manera esquemática puedan tenerle control de un grupo de emergencia para así abastecer de energía eléctrica en el sitio donde va a ser instalada.

Por lo tanto se necesita de una verificación de validez de este Tablero de Transferencia Automática de Energía Eléctrica (TTA), para lo cual se realiza pruebas de funcionamiento del mencionado tablero, acotando un mantenimiento eléctrico preventivo para todos sus componentes y partes del TTA. (MONTATIXE Walter: [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2082/1/CD-1738%282008-10-14-10-26-10%29.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2082/1/CD-1738%282008-10-14-10-26-10%29.pdf), 2008, p.11).

### ***1.1.2 Proyecto 2***

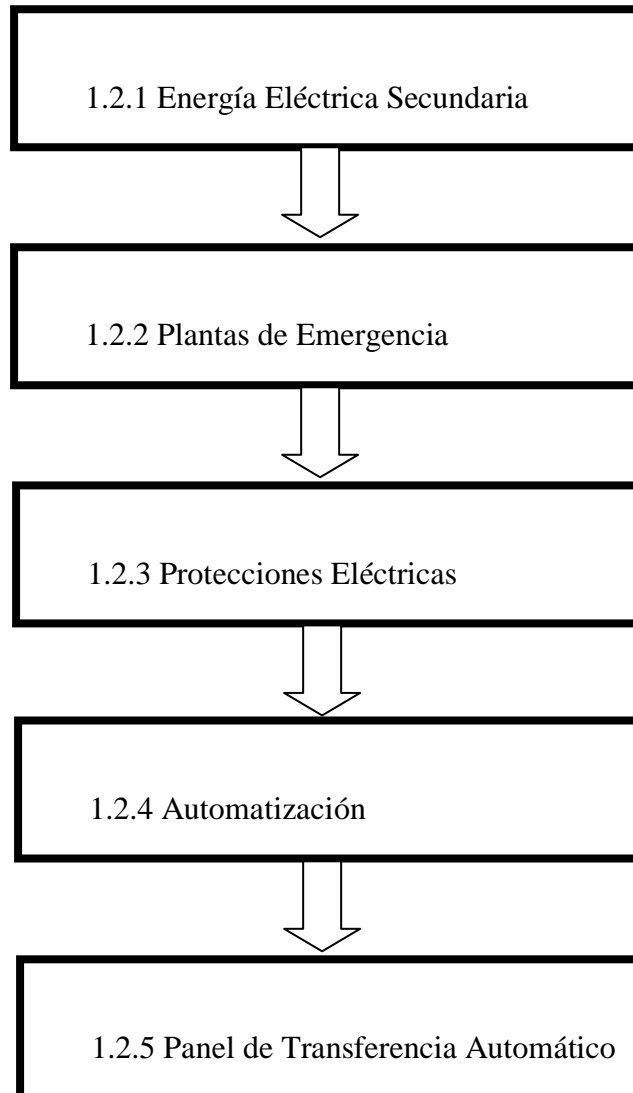
#### **Diseño e Implementación de un Sistema de Transferencia Automático para la Central de Generación de Lago Agrio con el PLC Allen Bradley 1500.**

Petroproducción, es una empresa estatal encargada de la explotación de petróleo, cuyas operaciones se desarrollan principalmente en la región Nororiental del Ecuador, en las áreas de producción denominadas Lago Agrio, Sacha, Shushufindi, Auca y Libertador. La extracción de petróleo en todo el distrito en un gran porcentaje depende de la energía eléctrica, abastecida por sus propias unidades de generación, mini centrales y por el sistema de potencia de mayor importancia en Petroproducción denominado Sistema Eléctrico Interconectado de Petroproducción (SEIP), que abarca parte de los campos: Lago Agrio, Sacha y Shushufindi, y en el futuro incluirá otros campos, que se contemplan en el proyecto denominado “Plan Maestro de Electrificación” de Petroproducción. La explotación de petróleo, es uno de los pilares de la economía del Ecuador, por lo

tanto, el suministro de energía eléctrica debe ser seguro, de calidad y al menor costo. Es decir, un suministro en condiciones adecuadas de voltaje y frecuencia, de no ser así se provoca pérdidas en la producción y acortamiento de la vida útil de los equipos, lo cual disminuye los ingresos y provocan costos adicionales. En la actualidad el principal lema del país es la mejora continua en la producción de petróleo, lo que implica la adopción de medidas que tiendan a optimizar los procesos relacionados con esta tarea, al tener el SEIP gran importancia en el funcionamiento de la empresa, es necesario hacerlo más eficiente y confiable.

Los profesionales responsables del sector eléctrico de Petroproducción, analizan posibilidades para optimizar los recursos y buscar alternativas que mejoren las condiciones de operación del SEIP, recurriendo al uso de las nuevas tecnologías. Una de las alternativas consideradas es la incorporación de tecnología de punta, sobre la base de conocimientos de sistemas eléctricos de potencia, control, electrónica digital, comunicaciones e informática. La teoría de control en este caso está aplicada a la operación de los sistemas de potencia evolucionando el concepto de despacho de carga a una filosofía compleja que incluye el control supervisorio y control distribuido de los sistemas de potencia. La utilización de computadoras digitales, PLC's, entre otros, en el control de procesos no sólo permite resolver problemas específicos de regulación y seguimiento de consignas con una mejor relación prestaciones-coste; sino que además, es posible realizar funciones de supervisión y tratamiento de datos con un reducido coste adicional. Sin embargo cuando se trata de ejecutar un proyecto hay que tomar en cuenta dos condiciones importantes: que el área física en la que va a desarrollarse el proyecto sea la adecuada y la factibilidad económica que es el prerrequisito esencial para una exitosa aplicación de la ingeniería. Debido a los costos elevados que implican la ejecución de este tipo de proyectos, es necesario presentar a las autoridades el respectivo sustento, que sirva como medida para la toma de decisión, proporcionando una herramienta para otorgar prioridad y presupuestario al proyecto. (BAUTISTA Diego: [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3495/1/T-ESPEL-0560.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3495/1/T-ESPEL-0560.pdf), 2008, p.1-2).

## 1.2 Categorías Fundamentales



## **1.3 Marco Teórico**

### ***1.3.1 Energía Eléctrica Secundaria***

A lo largo de la historia se han desarrollado diversas técnicas para la generación de energía eléctrica, diferenciándose unas de otras básicamente en el tipo de energía primaria que se utiliza para su obtención, adicionalmente se puede clasificar a los tipos de centrales de generación, tomando como referencia si la energía utilizada como primaria es convencional o no convencional; cabe resaltar que todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, utilizan el mismo elemento generador, constituido por un alternador, la diferencia radica en la forma y tipo de la turbina.

(ÁLVAREZ Jonathan: [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1650/6/T-ESPE-027402.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1650/6/T-ESPE-027402.pdf), 2010, p.14).

Un sistema eléctrico de potencia es un sistema con generación, transporte y consumo de energía eléctrica, pero en grandes cantidades, a grandes distancias, y con grandes consumos. Actualmente los grandes sistemas eléctricos son las redes de interconexión más importantes que se conocen, ya que llegan prácticamente a todos los confines del mundo. (MUJAL Ramón, 2009, p.18).

El tema de la generación de energía eléctrica abarca un amplio campo de conocimiento, ya que podemos encontrar generación eléctrica a gran y pequeña escala, siendo las primeras las más importantes por la cantidad de energía eléctrica que producen, pero cabe destacar que las de generación a pequeña escala son de gran ayuda para cuando falla el suministro de energía eléctrica pública.

#### ***1.3.1.1 Generación***

Las centrales de generación producen energía eléctrica a partir de alguna fuente de energía primaria. Precisamente, la fuente de energía primaria utilizada permite una clasificación de las centrales de generación de energía eléctrica, a saber:

1. Centrales nucleares, que emplean la energía liberada en la fisión del combustible nuclear para generar vapor de agua que mueve una turbina de vapor a la que está acoplado un alternador que produce energía eléctrica.
2. Centrales térmicas, que queman un combustible fósil para producir vapor que, como en el caso de las centrales nucleares, permite generar energía mediante un conjunto turbina de vapor-alternador.
3. Centrales de ciclo combinado, que integran una turbina de gas que mueve directamente un alternador, y una turbina de vapor que mueve el mismo u otro alternador, y es alimentada con vapor obtenido fundamentalmente empleando el calor de los gases de combustión de la turbina de gas.
4. Centrales hidráulicas, que emplean la energía potencial del agua almacenada en un embalse o la energía cinética de la corriente de un río para producir energía eléctrica mediante una turbina hidráulica.
5. Centrales de energía renovable que emplea energía que la naturaleza renueva continuamente. Además de las centrales hidráulicas ya mencionadas cabe destacar las centrales eólicas y las solares. Las centrales eólicas utilizan la energía del viento para mover directamente un alternador eléctrico. Las centrales solares son fundamentalmente de dos tipos: las fotovoltaicas, que producen directamente energía eléctrica mediante células fotovoltaicas; y las térmicas, que concentran la energía solar para producir vapor de agua que se emplea en un conjunto turbina de vapor-alternador para producir energía eléctrica.

Las centrales eléctricas suministran energía a la red de transporte mediante transformadores que elevan a tensión de en torno a 13 kV, que es una tensión típica de generación, a 220 o 400 kV, que son tensiones típicas de transporte. La generación se realiza en trifásica. Los transformadores se ubican en la así llamada subestación elevadora de tensión. (CONEJO Antonio *et al*, 2007, p. 2-4).

“Un **grupo electrógeno** es una máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un **motor de combustión interna**”

Este tipo de generación es uno de los más comunes, el motor de combustión interna es el encargado de producir el movimiento del rotor del generador, para lo cual es necesaria la utilización de combustibles como el diesel y la gasolina, con las consecuencias intrínsecas a ello, como es la emanación de gases de invernadero.

Generalmente se usan como fuentes aisladas en las industrias donde el suministro eléctrico no es garantizado o tienen un servicio constantemente interrumpido, o también en lugares donde se requiere tener un respaldo de energía eléctrica, como en los hospitales, donde la importancia de sus procesos requiere que se garantice el suministro de energía eléctrica en cualquier circunstancia.

Un grupo electrógeno básicamente consta de los siguientes componentes:

- Motor de combustión interna.
- Sistema de refrigeración.
- Alternador.
- Depósito de combustible y bancada.
- Regulación del motor.

(ÁLVAREZ Jonathan: [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1650/6/T-ESPE-027402.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1650/6/T-ESPE-027402.pdf), 2010, p.25-26).

La generación eléctrica se efectúa, básicamente, por medio de un generador; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de maniobra, varían en función a la forma en que se accionan. Explicado de otro modo, en que fuente de energía principal utiliza para convertir la energía contenida en ella, en energía eléctrica.

De acuerdo a esta ilustración podemos designar, según su importancia en relación con su uso en el mundo, las siguientes formas de generación eléctrica: generación termoeléctrica, hidroeléctrica, termonuclear, energía solar, energía eólica, energía geotérmica, energía mareomotriz, energía utilizando la biomasa y generación con motores a diesel, gasolina y gas.

### ***1.3.1.2 Importancia***

Por su versatilidad, la electricidad es la principal energía de nuestro mundo actual. Está en todas partes y se aplica a muchísimos tipos de receptores que ayudan a mantener e incrementar nuestro bienestar, la actividad y productividad de las empresas, las comunicaciones, la sanidad y la gestión empresarial.

La electricidad empezó por el alumbrado, después vino la motorización de las industrias, las comunicaciones, y posteriormente la electrificación de las tareas del hogar, la televisión y el entretenimiento, las comunicaciones inalámbricas, la informática, internet, la medicina, investigación, la gestión. Sin la electricidad, volveríamos a la situación que teníamos antes de mediados del siglo XIX. Es difícil que deseemos un mundo en el que no dispongamos de la electricidad, a pesar de los problemas que ocasiona su generación a causa de la contaminación.

Muchos que se denominan ecologistas, y que viven en situación de ecologismo parcial, no se dan cuenta de que todo lo que los rodea y muchas cosas de las que hacen uso proceden de productos que durante el proceso de su elaboración o transformación han emitido desechos contaminantes. (VILORIA José, 2008, p. 164).

La importancia de la electricidad estriba en que prácticamente no hay actividad del ser humano en la que no sea utilizable o bien para fabricar los objetos que satisfacen nuestras necesidades o bien para obtener los alimentos que tomamos.

Para satisfacer el crecimiento eléctrico anual previsto del 2% se necesita un aumento espectacular de la producción de electricidad. La generación de energía eléctrica es inmensa, pues de la producción mundial cero en 1900, se pasó a 400.000 millones de kWh en 1960 y por esas fechas se duplicaba cada seis años.

En la actualidad, a principios del siglo XXI, y como vemos en el transcurso de un solo siglo, se ha pasado de cero a un consumo mundial de electricidad de unos

18.000 TWh. En España, en 1996, se disponían para el consumo de 163.827 millones de kWh (GWh) y se perdían en transporte y distribución 14.140 millones de kWh; en 2007 se generaron unos 300.000 GWh.

El sistema energético mundial se prevé siga estando dominado por los combustibles fósiles que representarán el 90% de suministro total de energía en el año 2030. El petróleo y el carbón representarán aproximadamente el 35% y 30%, mientras que el gas natural representará la cuarta parte el suministro energético. (SANTAMARÍA Germán, 2009, p.12).

Es de mucha importancia la energía eléctrica ya que es el energético más utilizado en el mundo, siendo el pilar del desarrollo industrial, social y tecnológico de todos los países, además juega un papel muy importante en la vida del ser humano, con la electricidad se implanta una serie de comodidades que con el recurrir de los años se van haciendo indispensables para el hombre.

### ***1.3.1.3 Mantenimiento eléctrico***

Los problemas pueden surgir en cualquier parte de la instalación eléctrica, e incluso, en elementos con componentes mecánicos, pero con accionamiento eléctrico.

Cuando una máquina no funciona la tendencia general del operario es la de señalar la avería a la parte eléctrica, aunque sea mecánica, salvo que sea un automatismo informatizado con ayuda al mantenimiento, saliendo sobre la pantalla o impresora la causa de la avería.

Jamás será suficientemente ponderada la eficacia de un buen mantenimiento, ya que de él depende la regularidad y continuidad de la producción, unido a la posibilidad real de asegurar la plena capacidad productiva.

El factor tiempo es el punto más importante a la hora de considerar la eficacia de un buen mantenimiento.

El mantenimiento preventivo eficaz evita gran cantidad de paradas imprevistas, y que sin él, se darían. (VILORIA José, 2008, p.304-305).

Es importante realizar acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de los equipos eléctricos. Realizar un mantenimiento eléctrico preventivo salva vidas, ayuda a reducir el riesgo de accidentes a empleados y minimizar costos no programados, mejora el rendimiento de los equipos, y disminuye el consumo de energía. Sin embargo, su puesta en práctica no es tan habitual como se esperaría y los accidentes se siguen presentando a diario.

#### ***1.3.1.4 Riesgos***

La protección de las personas, particularmente en instalaciones domesticas donde hay electricidad, es fundamental y, por tanto, los riesgos de accidentes existen de no tener en cuenta y prevenir adecuadamente a base de aparatos de protección y prevención que forman parte de la formación de una adecuada información del utilizador.

Como primera medida, resulta imprescindible la puesta a tierra de todos los aparatos electrodomésticos sin excepción y de acuerdo con la normativa. También es necesaria la utilización de diferenciales y protección, ya sea de forma individualizada o colectiva de los aparatos eléctricos. (VILORIA José, 2008, p.115).

La prevención de riesgos en las instalaciones eléctricas debe ser máxima. La electricidad no se percibe y no se ve pero ocasiona importantes daños en la salud de los trabajadores y las personas.

Los accidentes eléctricos representan el 0,5% del total de accidentes, pero este bajo porcentaje le corresponde con el 8% de los accidentes mortales en los centros de trabajo, lo cual indica que se asocian a lesiones muy graves.

Los riesgos que origina el uso de la energía eléctrica son:

- Riesgo de electrocución por el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.
- Riesgo de incendio provocado por las instalaciones eléctricas al sufrir una sobrecarga o cortocircuito.

(ALCALDE Pablo, 2011, p. 386).

Existen riesgos con la energía eléctrica, entre ellos hay que tener en cuenta los siguientes:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión, o con masas puestas accidentalmente en tensión.
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

### ***1.3.2 Plantas de Emergencia***

Como sistema de suplencia de suministro de energía eléctrica están los equipos electrógenos, diseñados como parte integrante de la edificación. Estos equipos, además de su espacio propio, requieren para su funcionamiento condiciones de toma de aire, desfogue del motor, almacenamiento de combustible, facilidades de acceso para mantenimiento y para su remplazo temporal o definitivo, así como los tableros de control y de transferencia de energía a la red. (PATIÑO Gonzalo, 2007, p.24).

En los centros educativos ya sea primaria, secundaria y especialmente en distintos institutos de educación superior requieren esencialmente un sistema de alimentación de un grupo electrógeno para alimentar los distintos circuitos como

el alumbrado en los lugares de circulación, bombas utilizadas para mantener con agua los distintos lugares, equipos de refrigeración, escaleras, elevadores, también se puede tener un sistema de emergencia en el alumbrado de aulas y otros equipos considerados muy importantes.

(VASQUEZ Hugo: [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1411/1/CD-0746.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1411/1/CD-0746.pdf), 2007, p.32).

Las plantas de emergencia se han constituido como un apoyo fundamental dentro de las industrias de manufactura y de servicios, ya que estas representan que las pérdidas por paro de producción eventualmente pasen desapercibidas, y muchas veces tienen capacidades de generaciones prolongadas o incluso autosuficientes.

### ***1.3.2.1 Partes de una planta de emergencia***

Los grupos electrógenos están compuestos principalmente de:

**1.- Motor de combustión interna.** El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores: motores de gasolina y de gasoil. Generalmente los motores diesel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

**a) Sistema de combustible.-** El sistema de combustible debe ser capaz de entregar un suministro de combustible limpio y continuo, y debe estar respaldado por un depósito de combustible de acuerdo a la potencia del grupo electrógeno, además se sugiere tener un depósito de uso diario y uno de mayor capacidad para evitar paros por falta de combustible.

**b) Sistema de admisión de aire.-** El aire admitido por el motor debe ser aire limpio y frío, este es aspirado de la zona que rodea el grupo a través del filtro de aire del motor. En casos especiales donde el polvo o calor se encuentran cerca de la entrada de aire, se debe instalar una conducción de aire externa la cual viene de afuera con aire limpio y fresco.

**c) Sistema de enfriamiento.-** El sistema de enfriamiento del motor consta de un radiador, termostato y un ventilador de acuerdo a la capacidad de enfriamiento requerida. La función del radiador es, intercambiar el calor producido por el motor al hacer pasar aire forzado a través de él. El ventilador es el que fuerza el aire a través del radiador el cual es movido, por el cigüeñal o por un motor eléctrico en algunos casos. El termostato es el que se encarga de que el motor trabaje en un rango de temperatura óptima para un buen desempeño abriendo y cerrando, según los rangos de temperatura.

**d) Sistema de lubricación.-** Este sistema se encarga de mantener lubricadas todas las partes móviles del motor, a sí mismo sirve como medio refrigerante. La función es crear una película de aceite lubricante, en las partes móviles, evitando el contacto metal con metal. Consta básicamente de:

- Bomba de circulación de aceite.
- Válvula reguladora de presión.
- Filtro de aceite.
- Conductos externos e internos para circular el aceite.

**e) Sistema eléctrico.-** El sistema eléctrico del motor es de 12 ó 24 VDC con el negativo a masa y dependiendo del tamaño del grupo este puede contener uno o dos motores de arranque, cuenta con un alternador para cargar la batería autoexcitado, autorregulado y sin escobillas.

El alternador es accionado por el cigüeñal a través de una transmisión flexible, teniendo como finalidad recargar la batería cuando el grupo electrógeno se encuentra en operación, sus principales componentes son:

- Rotor.
- Estator.
- Carcaza.
- Puente rectificador.

**f) Sistema de arranque.-** Puesto que el motor de combustión interna no es capaz de arrancar por sí solo, debido a que se requiere vencer el estado de reposo en que se encuentra el motor de combustión interna, se requiere de un motor de arranque el cual puede ser cualquiera de los siguientes tipos:

- Motor de arranque eléctrico.
- Motor de arranque neumático.

Es muy importante tener en buen estado las baterías, ya que este tipo de motores demandan una cantidad muy elevada de corriente en el arranque.

**2.- Generador de corriente alterna.** El generador sincrónico de corriente alterna, está compuesto por las siguientes partes:

- Inductor principal.
- Inducido principal.
- Inductor de la excitatriz.
- Inducido de la excitatriz.
- Puente rectificador trifásico rotativo.
- Regulador de voltaje estático.
- Caja de conexiones.

**3.- Circuito de control de arranque y paro.** El circuito del motor de arranque y protecciones de la máquina consta de las siguientes funciones:

**a) Retardo al inicio del arranque:**

- Retardo programable de 3 y 5 intentos.
- Periodo de estabilización del genset.

**b) El control monitorea las siguientes fallas:**

- Largo arranque, baja presión de aceite, alta temperatura, sobre y baja velocidad, no-generación, sobrecarga, bajo nivel de combustible, nivel de refrigerante, paro de emergencia y cuenta con algunos casos de entradas y salidas programables dependiendo del control que se use.

**c) Solenoide de la máquina:**

- Solenoide auxiliar de arranque (4x).
- Válvula de combustible.

**d) Fusibles:** Para la protección del control y medición 34.

**e) Cuenta con indicador de fallas el cual puede ser:**

- Alarma audible.
- Mensaje desplegado en el display.
- Indicador luminoso.

**4.- Instrumentos de medición.** Los instrumentos de medición que se instalan normalmente en los genset son los siguientes:

- Voltímetro de A.C. con su conmutador.
- Amperímetro de A.C. con su conmutador.
- Frecuencímetro digital integrado en el controlador.
- Horómetro digital integrado en el controlador.

**5.- Control electrónico.-** Controla las operaciones del grupo electrógeno, además lo protege contra fallos en el funcionamiento, a través de un microcontrolador programado de fabricación.

**6.- Silenciador.** Todos los grupos electrógenos emiten ruidos debido al tubo de escape, al motor y al flujo de aire, el silenciador permite reducir la emisión de ruidos producidos, algunos grupos electrógenos pueden llevar cubiertas que absorben el ruido en exceso.

**7.- Tanque de combustible.** El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga.

**8.- Regulador de velocidad.** El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida. (SÁNCHEZ Edison: [dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/108T0020.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/108T0020.pdf), 2012, p.38).

El grupo electrógeno fue diseñado como una unidad autónoma para proporcionar un rendimiento y fiabilidad excelentes, lleva incorporadas guardas de protección para evitar el contacto con las partes en movimiento. Sin embargo, debe tenerse cuidado adicional para proteger al personal y al equipo de otros riesgos mecánicos cuando se trabaja cerca del grupo electrógeno.

### ***1.3.2.2 Montaje***

Para el montaje del grupo electrógeno necesario tener en cuenta que el tipo de fijación y fundación debe ser lo bastante firme para soportar el peso del equipo y esfuerzos producidos por el mismo.

### **Montaje y fundación**

La forma más simple de montar el grupo electrógeno es fijándolo rígidamente a la fundación o soportes. Es muy importante tener un perfecto nivelado sobre el bastidor o cimiento. El montaje rígido debe tener las características que provean el funcionamiento normal del equipo y que el sistema grupo electrógeno-cimiento no entre en resonancia.

La fundación sobre la cual debe ser instalado el equipo es de gran importancia porque debe:

- a) Soportar el peso estático del equipo y resistir cualquier tipo de esfuerzo o vibraciones.

b) Ser firme y estable para evitar las distorsiones que pueden afectar la alineación del equipo.

c) Absorber las vibraciones producidas por las partes móviles.

El terreno del lugar de instalación debe poder soportar el peso del equipo completo más el de la fundación de hormigón sobre el cual sea montado el grupo.

El bloque fijo de hormigón es un método probado y preferido en algunas circunstancias. En este caso la base del grupo electrógeno es fuertemente apretada por los bulones al bloque de hormigón. Las dimensiones recomendables del bloque de hormigón están presentadas a continuación:

La altura del bloque puede ser calculada con la fórmula siguiente:

$$D = \frac{W}{d \cdot B \cdot L}$$

Dónde:

**D** = Altura del bloque de hormigón, [m]

**W** = Peso total del grupo electrógeno, [Kg]

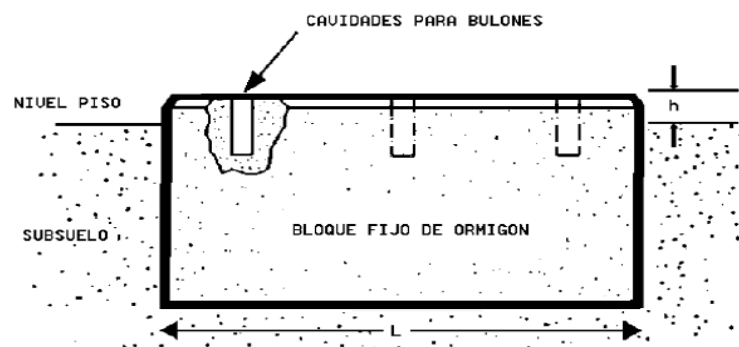
**d** = Densidad de hormigón, [kg/m<sup>3</sup>]

**B** = Ancho del bloque de hormigón, [m]

**L** = Longitud del bloque de hormigón, [m].

### GRÁFICO N° 1

#### MONTAJE DE UN GRUPO ELECTRÓGENO



**Fuente:** Manual de instalación de grupos electrógenos.

## **Procedimiento de instalación del bloque de hormigón**

En un bloque hay que hacer unas cavidades para los bulones de fijación, para hacer dichas cavidades hay que poner en el hormigón los tacos de madera.

Las dimensiones de los tacos deben corresponderse a la de los bulones de fijación que serán usados. Cuando el hormigón sea razonablemente duro se puede remover los tacos. La superficie superior del bloque debe ser nivelada y lisa.

Después de remover los tacos y antes de montar el equipo, se debe dejar los bloques secarse de 5 a 7 días. La profundidad “h” debe ser un poco más de la longitud del bulón “L” para tener posibilidad de mover el bulón en la cavidad.

El izaje o traslado del grupo electrógeno, deberá ser realizado por 2 o más personas juntamente con el equipo apropiado para dicha tarea.

Después de ubicar el equipo y nivelarlo, se poner el hormigón en las ranuras para llenado. Dejar los bloques secarse de 2 a 3 días. En esta etapa controlar la alineación de la unión para asegurarse que la base de fundación no sea deformada. El diseño de la base de fundación del grupo electrógeno debe tener en cuenta la posición de los cables eléctricos de potencia del equipo. (FERNÁNDEZ José, 2011, p. 123).

El grupo electrógeno debe apoyarse sobre una superficie que aguante su peso y sea capaz de aislar las vibraciones producidas en su funcionamiento. A la hora de plantear la suspensión de un grupo electrógeno es necesario tener en cuenta su emplazamiento. La suspensión será distinta dependiendo de que el grupo esté situado sobre el suelo o sobre una estructura, como puede ser una planta o una azotea de un edificio.

La capacidad de los suelos de resistir carga varía de unos a otros. Los suelos de roca aguantan más carga que los de arena. La presión ejercida sobre el suelo se evalúa teniendo en cuenta el peso del grupo con líquidos y su superficie de apoyo.

### ***1.3.2.3 Mantenimiento de plantas de emergencia***

#### **Sistema de lubricación:**

- Revisar el nivel de aceite, agregar cuando sea requerido.
- Inspección por evidencia de diluido o contaminación.
- Inspección por fugas.
- Revisar y registrar la presión de aceite a la temperatura de operación.

#### **Sistema de combustible:**

- Revisar la alimentación de combustible por: cantidad.- contaminación por agua otros materiales extraños.- calidad.
- Inspeccionar los múltiples de suministro de combustible por fugas, condición y seguridad.
- Revisar la operación de las bombas de transferencia.
- Inspeccionar las líneas de combustible del motor, bomba y filtros por fugas, condición y seguridad.
- Inspeccionar y lubricar el actuador del gobernador a la cremallera, y las juntas de bola.
- Revisar y registrar la presión de combustible.
- Revisar y registrar la restricción de combustible de entrada.

#### **Sistema de aspiración:**

- Inspeccionar la toma de aire y la ductería por condiciones y correcta operación.
- Revisar los filtros de aire por condición y seguridad, apretar las abrazadoras y los soportes como lo requieran.
- Inspección de salida de turbocargador, boquilla y tubos por condiciones y seguridad, apretar las abrazaderas y soportes como la requieran.

- Revisar y lubricar los actuadores de bypass del compresor.
- Revisar y lubricar el mecanismo de operación de la compuerta de la caja de aire.
- Dar servicio a los respiradores del cárter y drenaje de la caja de aire como se requiera.
- Revisar y registrar la presión del turbocargador.
- Revisar y registrar la restricción de aire de admisión.
- Revisar registrar la presión del cárter.
- Revisar los obturadores y limpieza de controles de cierre.

**Sistema de enfriamiento:**

- Revisar el nivel de refrigerante, rellenar como se requiera.
- Revisar y registrar la protección contra congelamiento. Agregar etil glicol como sea requerido.
- Realizar la prueba química de protección contra corrosión, agregar inhibidor como se requiera.
- Realizar la prueba de presión y revisar posibles fugas.
- Inspeccionar las aspas del ventilador, guardas y soporte por condiciones de seguridad, apretar los sujetadores como se requieran.
- Revisar el panel del radiador por arreglo y limpieza, condiciones y seguridad.
- Revisar la banda de la polea del ventilador por condiciones y tensión adecuada y ajustar o reemplazar se es necesario.
- Revisar y lubricare los rodamientos de la polea del ventilador y la polea loca, y Revisar las condiciones y seguridad de los alojamientos, soportes y tensores.
- Apretar los sujetadores como se requiera.
- Revisar las mangueras y tubos de refrigerante por condiciones adecuadas y seguridad.
- Apretar abrazaderas y soportes como lo requieran.

- Revisar y registrar la temperatura del refrigerante bajo condiciones de operación.
- Revisar todas las válvulas, realizar su mantenimiento.

#### **Sistema de escape:**

- Revisar los tubos de escape y sus conexiones donde sean accesibles, apretar sujetadores y tornillos de bridas como sea necesario.
- Revisar los soportes del mofle, operar sus drenajes.
- Revisar el turbocargador, abrazaderas y soportes, apretar sujetadores como sea necesario.
- Registrar la contrapresión del escape.

#### **Sistema eléctrico del motor:**

- Revisar los cables de la marcha del motor, alambres y conectores por condición y seguridad. Apretarlos como se requiera.
- Revisar y registrar el voltaje de flotación de las baterías de arranque y nivel de electrolito.
- Revisar el cargador de baterías por operación y salida.
- Realizar una prueba de carga de baterías a 450 amp/cel por 15 segundos y registrar el voltaje.
- Revisar registrar la corriente de funcionamiento de la marcha.
- Revisar los controles eléctricos, terminales de sensores, apretar como se requieran.
- Revisar la operación de la resistencia calefactora del agua, termostatos de control y el contactor de desconexión de presión de aceite.
- Probar todos los dispositivos de protección del motor.

#### **Generador, mecánica:**

- Revisar y verificar los pernos de anclaje.
- Revisar los tornillos del acoplamiento flexible.
- Revisar las guardas del ventilador por condiciones y seguridad.

- Revisar la pantalla de la toma de aire por limpieza de las líneas, condiciones y seguridad.
- Revisar y lubricar los rodamientos si lo requieren.
- Revisar las conexiones mecánicas por apriete, condiciones y seguridad, como lo, requieran.

**Generador, eléctrico:**

- Revisar y registrar el voltaje residual, en vacío y con carga.
- Revisar el ensamble del excitador, estator y campos por limpieza de las líneas e integridad física.
- Revisar las terminales de cables y alambres en el generador por condición y seguridad.
- Revisar el rectificador rotativo y el supresor de onda por condición, conexiones y apriete del montaje.
- Revisar el extremo del alojamiento de la campana por limpieza de líneas e interferencia de dispositivos con ensamble rotativos.
- Probar los dispositivos de protección del generador.

**Controles:**

- Verificar la operación de los controles de encendido automático y control remoto.
- Verificar la operación y calibración de los instrumentos del generador y el motor.
- Verificar la operación del equipo de generación indicadores asociados, luces y alarmas.
- Revisar y ajustar como se requiera la frecuencia y el voltaje del sistema.

**Servicio mayor semestral:**

Este servicio incluye adicionalmente al servicio rutinario:

- Cambio de aceite SAE 40 para diesel.
- Cambio de filtros de aire.
- Cambio de filtros de combustible.

- Cambio de filtros de aceite.
- Cambio de mangueras de precalentadores.
- Cambio de agua de sistema hidráulico de enfriamiento.
- Agregado de anticongelante.
- Pintado de sistema de escape.

(<http://www.teksarlabs.com/servicios/160-mantenimiento/rutinas-mantenimiento.html>).

Para conservar en buen estado el sistema de emergencia y elevar el nivel de confiabilidad se realiza el mantenimiento preventivo, el cual consiste en la revisión y monitoreo del sistema en general, sustitución de partes consumibles, cambio de aceite y anticongelante.

El servicio de mantenimiento preventivo a moto-generadores es aplicable a los sistemas de generación de energía eléctrica de emergencia que basan su funcionamiento en motores de combustión interna a diesel o gasolina.

### ***1.3.3 Protecciones Eléctricas***

Los dispositivos de protección de las instalaciones eléctricas tienen por finalidad detectar, de forma selectiva las averías y separar las partes de la red defectuosas. Además sirven para limitar las sobreintensidades y los efectos de los arcos. (GUTIERREZ José *et al*, 2006, p.105).

Como ya sabes, la energía eléctrica tiene implícito un gran riesgo, al que no solo estás expuesto tú como profesional de la electricidad, sino todos los oficios que conviven contigo en la obra, ya que en algún momento de su trabajo tendrán que manejar equipos o máquinas accionadas por este tipo de energía.

A fin de minimizar y mantener controlado este riesgo, toda instalación y equipos eléctricos han de poseer algún tipo de protección colectiva para preservar la

seguridad de los usuarios y evitar cualquier daño derivado de un contacto eléctrico. (Fundación Metal Asturias, 2009, p.23).

Un sistema de protección bien planteado y debidamente coordinado es vital para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros anunciados. Al ofrecer seguridad a redes y costosos equipos, también se está protegiendo una inversión de capital muy grande y se protege también a las personas. La operación automática permite aislar las fallas tan rápido como sea posible para minimizar los daños. Los costos económicos y los beneficios de un sistema de protección deben ser tomados en cuenta con el fin de obtener un adecuado balance entre los requerimientos del sistema y los recursos financieros disponibles.

#### ***1.3.3.1 Elementos de protección***

Un dispositivo de protección es un elemento encargado de detectar y/o eliminar las posibles averías o incidentes que se puedan producir en las instalaciones eléctricas y en sus automatismos eléctricos o circuitos de maniobra.

Los cuatro tipos de incidentes más típicos que pueden causar problemas en una instalación son los siguientes:

**Sobreintensidades o sobrecargas.** Son aquellas corrientes eléctricas excepcionalmente altas que se prolongan durante un tiempo indefinido. Se producen por un consumo excesivo de las cargas conectadas al elemento generador, debido a los fallos de aislamiento (corrientes de fuga) en las cargas, o por conexión de un elevado número de las mismas al generador. Las sobreintensidades de corta duración (arranque de motores, conexión de instalaciones de alumbrado, entre otros.) se consideran admisibles, por lo que no es necesaria su eliminación.

**Cortocircuitos.** Es la conexión franca (directa) de los dos polos de un circuito generador. Generalmente se producen accidentes o descuidos. Sucede cuando dos

terminales del generador (por ejemplo, la fase y el neutro de una toma de enchufe de la red de 230 V o dos fases de la red trifásica de 400 V) quedan conectados limpiamente entre sí a través de un conductor sin resistencia. Pueden producir graves daños en los generadores, así como los arcos y chispazos que, del mismo modo que las sobreintensidades, pueden provocar incendios.

**Defecto de aislamiento.** Es la unión de partes conductoras no activas o masas (carcasas o cajas de aparatos eléctricos, armarios y cuadros eléctricos, entre otros.) con partes conductoras activas (cables o conexiones) sometidas a tensiones nominales. Es necesario tomar las medidas de protección y de seguridad oportunas en los circuitos para evitar que se produzcan daños importantes en las instalaciones eléctricas, especialmente cuando hay operarios involucrados.

**Sobretensiones.** Son producidas también por fallos, concretamente en el generador, el cual proporciona un voltaje superior a su valor nominal, lo que puede perjudicar gravemente a las cargas conectadas al mismo. Otra causa de sobretensiones en las líneas de distribución eléctrica son las descargas atmosféricas generadas durante las tormentas.

Para evitar o minimizar los efectos de estos cuatro problemas, las actuales instalaciones eléctricas están provistas de los elementos de seguridad y protección adecuados. Los más utilizados son los fusibles, los interruptores magnetotérmicos o automáticos, los relés térmicos, los interruptores diferenciales, los varistores, los pararrayos, entre otros. (DURÁN José *et al*, 2012, p.75).

Toda instalación eléctrica debe tener protección en los conductores, en los aparatos a ellos conectados, como también tiene que existir protección para las personas que trabajan con ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier eventualidad, pero hay tres que deben utilizarse en todo tipo de instalación, ya sea de alumbrado, domesticas, de

fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, entre otros de baja o alta tensión. Estas tres protecciones eléctricas son: Protección contra cortocircuitos, protección contra sobrecargas y protección contra electrocución.

### ***1.3.3.2 Conductores eléctricos***

Los conductores eléctricos son los elementos que facilitan el transporte de la energía eléctrica entre el generador y los receptores.

Los materiales conductores ofrecen una baja resistencia de paso de las cargas eléctricas. Esta cualidad la presentan los metales y dentro de estos, los mejores conductores son la plata, el cobre y el aluminio.

La resistencia de un conductor depende, además del material con el que esté fabricado, de su longitud, de su sección y de la temperatura de trabajo.

### ***1.3.3.3 Cables eléctricos, composición y tipos***

Los conductores eléctricos, llamados generalmente cables están compuestos básicamente por el alma del conductor en sí, el aislamiento y en muchos casos cubiertas protectoras.

- **Alma del cable.** Está compuesta por un solo hilo, o varios trenzados, según se trate de conductores rígidos o flexibles.
- **Aislamiento.** Es el material encargado de impedir el contacto directo entre las personas y los conductores o entre varios conductores de un cable, se fabrican diferentes materiales atendiendo principalmente a la tensión y a las condiciones de trabajo.

Los componentes más utilizados en el aislamiento de conductores eléctricos de baja y alta tensión, por su buen comportamiento frente a los

agentes climatológicos, a la abrasión y al juego, son el neopreno, el etileno propileno, el butil y las siliconas.

- **Cubiertas protectoras.** Las cubiertas protectoras son las encargadas de proteger al conjunto de los conductores y su aislamiento de los agentes externos.

A algunos cables se les dota de una envolvente conductora llamada pantalla, que aísla el cable contra los efectos electromagnéticos, pues se conectan con la red de tierra de la instalación. (SEBASTIAN José, 2012, p. 36-37).

El conocimiento de los tipos de conductores que se utilizan durante el montaje e instalación de los cuadros eléctricos es uno de los puntos que se deben considerar debido a su importancia.

Según el reglamento de baja tensión los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores.

Se pueden establecer infinidad de clasificaciones, atendiendo al tipo de aislamiento, al tipo de conducto, al material con el que se construyen o su sección.

En función del aislamiento pueden ser:

- De policloruro de vinilo.
- De polietileno reticulado.
- De polietileno clorosulfonado.

En cuanto al tipo de conductos se clasifican en:

- Rígidos.
- Flexibles.
- Apantallados.

En cuanto al material constructivo pueden ser:

- De aluminio.
- De cobre.

Los tipos correspondientes al criterio de su sección proporcionan una idea aproximada de la gran variedad de conductores que existen en el mercado. A la hora de realizar el montaje e instalación de un cuadro eléctrico, se deben utilizar los cables correspondientes a las especificaciones de diseño en cuanto al tipo del conductor, a la sección recomendada, al aislamiento y al calor. (COMESAÑA Pablo, 2008, p.18).

Se denomina conductores eléctricos a los cables que se usan para conducir electricidad, éstos se fabrican generalmente de cobre o de aluminio, con aislamiento plástico, su tipo y grosor depende del nivel de tensión de trabajo, de la corriente nominal, de la temperatura ambiente y de la temperatura de servicio del conductor. Un cable eléctrico está compuesto por: Conductor, aislamiento, capa de relleno y cubierta.

#### ***1.3.3.4 Funciones de las protecciones***

Para cumplir las funciones que le han sido asignadas, es decir, reaccionar de manera eficaz a las perturbaciones producidas en las líneas y máquinas, el sistema de protección a de cumplir un conjunto de exigencias entre las que cabe destacar:

**1. Seguridad.** La seguridad es la probabilidad de no actuación de una protección cuando no debe hacerlo.

**2. Obediencia.** La obediencia es la probabilidad de actuación de la protección cuando debe hacerlo.

**3. Fiabilidad.** La fiabilidad es igual al producto de la seguridad por la obediencia.

**4. Sensibilidad.** El dispositivo de protección debe funcionar correctamente para el valor mínimo de la perturbación.

**5. Rapidez.** El sistema de protección debe aislar la parte defectuosa lo más rápidamente posible para minimizar los efectos de las perturbaciones.

**6. Selectividad.** El dispositivo de protección debe desconectar solo la parte de la red afectada por la perturbación, de forma que se minimice la cantidad de energía no suministrada a los consumidores.

**7. Automaticidad.** El funcionamiento de los dispositivos de protección debe llevarse a cabo sin intervención humana.

**8. Estabilidad.** El sistema de protección no debe actuar para eliminar faltas transitorias que se despejan por si solas.

**9. Simplicidad.** La fiabilidad de los dispositivos de protección es, generalmente, directamente proporcional a su simplicidad.

**10. Mantenimiento reducido.** El número de piezas sujetas a desgaste debe ser mínimo.

**11. Modularidad.** El sistema de protección debe permitir la sustitución rápida de los módulos integrantes del mismo para su mantenimiento, así como posibilitar futuras ampliaciones. (CONEJO Antonio *et al*, 2007, p. 166-167).

Las protecciones eléctricas juegan un papel fundamental en el desempeño de los sistemas de energía, no solo realizan la función de proteger los equipos y al personal, sino también permiten hallar fallas.

Los sistemas de protecciones de un transformador, de un generador, de un motor, de un alimentador, de una línea o de cualquier equipo que este protegido por protecciones eléctricas, deben ser tratados con sumo cuidado, para evitar accidentes ya sean leves o graves.

#### ***1.3.3.5 Puesta a tierra***

Podemos definir la **puesta o conexión a tierra** como la conexión eléctrica directa de todas las partes metálicas de una instalación, sin fusibles ni otros sistema de protección, de sección adecuada y uno o varios electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas al terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo

tiempo, permite el paso a tierra de las corrientes de defecto o la descarga de origen atmosférico.

La finalidad principal de una puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar, en un momento dado, las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

El sistema de protección está basado, principalmente, en no permitir la existencia de tensiones entre diferentes masas metálicas o entre estas y el suelo, superiores a 24 V en viviendas y locales húmedos, o 50 V en locales secos. Estos valores son los máximos que puede soportar el cuerpo humano sin peligro de lesiones graves.

Para conseguir estos valores de tensión, se equipan las instalaciones con una línea paralela a los conductores de enlace del edificio que sea capaz de enviar a tierra cualquier corriente de fuga, derivación, etc., así como las descargas de origen atmosférico. (SEBASTIAN José, 2012, p.343).

La toma de conexión a tierra se emplea en las instalaciones eléctricas para evitar el paso de corriente al usuario, por un fallo del aislamiento de los conductores activos. La puesta a tierra es la unión de todos los elementos metálicos que mediante cables de sección suficiente entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, permite la desviación de corrientes de las descargas de tipo atmosférico, para que no se dé una diferencia de potencial peligrosa en los edificios y domicilios.

### ***1.3.4 Automatización***

La tendencia a aumentar la automatización parece imparable, tanto desde el punto de vista de la ingente cantidad de tareas y actividades que se están automatizando, como por la inteligencia y autonomía de las máquinas que se están encargando de esas tareas. Pero la automatización no es inevitable. Además, no hay ninguna

razón por la que deba tener tantos problemas y tantas deficiencias. Debería ser posible crear tecnologías que minimicen lo aburrido, lo peligroso y lo sucio sin introducir demasiados efectos secundarios negativos. (NORMAN Donald, 2010, p.112).

La automatización no es una extensión de los principios mecánicos de la fragmentación y separación de las operaciones. Es más bien una invasión del mundo eléctrico en virtud del carácter instantáneo de la electricidad. Por eso, en el campo de la automatización, se insiste en que ésta es tanto una forma de pensar como de hacer. La sincronización instantánea de numerosas operaciones ha acabado con el antiguo patrón mecánico de disponerlas en secuencia lineal. La cadena de montaje ha ido por el mismo camino que la línea de teléfono compartida. Los aspectos lineal y secuencial del análisis mecánico no son los únicos que han borrado la aceleración eléctrica y la sincronización exacta de la información que constituyen la automatización. (McLUHAN Marshall, 2009, p.395-396).

La automatización en un circuito eléctrico es muy importante ya que nos permite solo evaluar y no maniobrar, simplificando el trabajo. Este es un factor muy importante porque se sustituye el esfuerzo humano, dando un proceso eficaz y veloz.

#### ***1.3.4.1 Elementos de un automatismo***

Básicamente, los elementos o dispositivos que constituyen un automatismo son los siguientes:

- **Maquina o planta.** Es el elemento principal objeto del control automático. Puede estar constituido por un único aparato o por un conjunto de dispositivos dispuestos en planta con una finalidad concreta.
- **Fuente de energía.** Es el medio empleado para realizar el control. En un automatismo eléctrico este medio lo constituye, la energía eléctrica aplicada

en sus distintas formas, como las tensiones continuas o alternas de baja potencia para la alimentación de dispositivos de control y señalización y / o aquellas otras de mayor potencia utilizadas para mover las maquinas o actuar sobre las plantas. En automatismos de naturaleza neumática, hidráulica o mecánica intervienen otras fuentes de energía obtenidas, respectivamente, a partir de la fuerza del aire, la fuerza de un líquido o por la transmisión y transformación de movimientos.

- **Controlador o autómeta.** Es el dispositivo o conjunto de dispositivos en cargados de establecer el criterio de control. Partiendo de la señal proporcionada por el detector o sensor enclavado en la máquina o planta, y de acuerdo con las indicaciones del operador o de algún criterio de actuación previamente definido, determina la correspondiente señal de control que debe ser aplicada al actuador para mantener la máquina o la planta en las condiciones de funcionamiento previstas.
- **Actuador.** Es el dispositivo utilizado para modificar la aportación de energía que se suministra a la máquina o a la planta. El mayor o menor aporte energético que provoca el actuador está en consonancia con la señal de control que le suministra el controlador. Hallamos actuadores típicos en automatismos eléctricos en los relés, los contactores, las electroválvulas, las válvulas motorizadas, los tiristores.
- **Sensor.** Es el elemento empleado para medir o detectar la magnitud de la variable que deseamos controlar. Adquiere o detecta el nivel del parámetro objeto de control y envía la correspondiente señal, habitualmente eléctrica, al dispositivo controlador. Los sensores de uso frecuente en automatismos son: los tacómetros, los codificadores digitales, los sensores de proximidad, o las sondas de temperatura, de presión o de nivel.
- **Operador.** Es el conjunto de elementos de mando y señalización que facilita el intercambio de información entre personas y automatismos para modificar

o corregir las condiciones de actuación de la máquina o planta bajo control. Debemos considerar que la mayoría de los automatismos deben posibilitar que el ser humano incida de forma directa, y en el instante deseado, sobre el proceso, con el objetivo de solventar situaciones de avería, de mantenimiento o de emergencia. (DURÁN José *et al*, 2012, p.9).

Para aplicar los operadores lógicos a los automatismos que conocemos con motores se precisan los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación que suministre corriente continua a los equipos.
- Sensores o captosres. Son los elementos que emiten señales. Pueden ser:
  - Manuales, como los pulsadores.
  - De proceso, como los finales de carrera, los presostatos, los termostatos, y más.
- Elementos lógicos.
- Salidas de accionamiento o potencia.
- Elementos actuadores o receptores, tales como motores, reactancias, resistencias, entre otros. (VALENTÍN José. 2012, p. 147).

Entre los elementos principales de un automatismo están los siguientes:

- Suministro de energía eléctrica.
- Gabinete metálico, el cual contiene los aparatos eléctricos de potencia y de maniobra. Este es el corazón del sistema automático.
- Conductores eléctricos, donde existen dos redes:
  1. Conductores de potencia. Alimentan receptores.
  2. Conductores de maniobra. Conexionan a los captosres y a los elementos accionadores.
- Receptores, tales como: motores, transformadores, elementos eléctricos, entre otros.

#### ***1.3.4.2 Fases de un automatismo***

Las distintas fases o tareas en las que dividimos la confección o realización de cualquier automatismo eléctrico pasan por el estudio de:

- **El diseño y la funcionalidad.** Se corresponde con el estudio meticuloso de las funciones básicas que debe realizar el automatismo. En esta fase deberemos concretar con precisión el comportamiento de automatismo y clarificar con nitidez todas y cada una de las operaciones que este debe solventar, de modo que deben evitarse las ambigüedades y las sofisticaciones superfluas.
- **El dimensionado de dispositivo.** Esta fase debe servirnos para elegir el conjunto de dispositivos apropiado para realizar el automatismo. Con este propósito, deberemos calcular la potencia eléctrica que debe aceptar o proporcionar cada uno de los elementos del automatismo, dimensionar los cables de alimentación y de señal, prever la vida útil de los mecanismos utilizados, analizar cuidadosamente las características de las señales usadas en la interconexión de los diferentes módulos y prever los necesarios elementos de seguridad y mantenimiento.
- **El esquema eléctrico.** El objetivo principal de esta fase es la confección del esquema eléctrico del automatismo. Debe ser completo y hemos de confeccionarlo con una anotación clara y comprensible en la que estén representados todos los componentes perfectamente conectados y referenciados.
- **El cuadro eléctrico.** En esta fase debemos abordar la mecanización del cuadro eléctrico y la ubicación en su interior de los diferentes elementos que componen el automatismo. Previamente hemos debido realizar el esquema de cableado que contempla, entre otras cosas, la identificación, la trayectoria y las diferentes secciones de los conductores y, también habremos

confeccionado los diferentes planos de ubicación de componentes y de mecanización del cuadro eléctrico.

- **El ensayo y la prueba.** Una vez realizada la instalación del automatismo se realizará su ensayo y prueba. En esta fase será conveniente actuar con un plan de trabajo previamente establecido que contemple la entrada en funcionamiento, progresiva y en secuencia, de las diferentes partes del automatismo. Cada parte deberá ser probada de forma aislada, y en las condiciones de trabajos más realistas, antes de interactuar simultáneamente con el resto. Esta fase debe servir, además, para corregir las posibles anomalías o realizar los ajustes pertinentes antes de la entrada en servicio del automatismo.
- **La puesta en servicio.** Solo si el automatismo funciona de manera satisfactoria en la fase de prueba, podremos abordar la fase de puesta en servicio. Resulta una temeridad trabajar con un automatismo que presente deficiencias de funcionamiento o en el que no hayan sido probados todos sus componentes. La puesta en servicio del automatismo debe ir acompañada, siempre, de un manual de operación que recoja de forma explícita todos aquellos aspectos necesarios para la explotación del sistema, y, también, de otro manual de intervención para los casos en los que produzcan averías o debamos realizar el mantenimiento. (DURÁN José *et al*, 2012, p.10).

Para el desarrollo y elaboración correcta de un automatismo, por el técnico o dispositivo encargado de ello, es necesario conocer previamente los datos siguientes:

- a) Las especificaciones sistemáticas del sistema a automatizar y su correcta interpretación.
- b) La parte económica determinada para no caer en el error de elaborar una buena opción desde el punto de vista técnico, pero factible económicamente.

- c) Los materiales y aparatos, existentes en el mercado que se van a manejar para diseñar el automatismo. En este apartado es transcendental conocer también:
- Calidad de la información técnica de los equipos.
  - Disponibilidad y rapidez en cuanto a recambios y asistencia técnica.

#### ***1.3.4.3 Estructura de los autómatas***

Aunque el autómata puede verse como una “caja negra” con entradas y salidas para interactuar con el mundo exterior, conviene acercarnos a su estructura interna, lo que nos permitirá entender mejor sus prestaciones para controlar procesos y máquinas.

Todos los autómatas llevan en su interior los siguientes bloques funcionales que están interconectados a través del microprocesador:

- Un **microprocesador** o más. Constituye el cerebro del autómata. Este lee y ejecuta las secuencias del programa que reside en la memoria, de forma que, en función de los valores de las entradas, calcula los valores de salida. Además, permite operaciones adicionales, como la actualización continua de temporizadores y contactores internos y autodiagnóstico de todo el sistema para detectar posibles fallos de funcionamiento.
- La **memoria**. Está formada por distintos componentes que constituyen un único bloque; nos permite almacenar el programa de usuario mediante algún sistema de programación.

Desde el punto de vista de retención de los datos grabados, la memoria puede ser volátil o no volátil. La primera pierde la información en ausencia de tensión de alimentación, mientras que la segunda, no.

- El **bloque de comunicaciones**. Permite comunicar al autómata como mudo exterior para programarlo, para acceder a sus datos internos o bien para intercomunicar diferentes autómatas entre sí.
- La **entrada-salida**. La forman el conjunto de elementos que permiten al autómata conectarse con el proceso que hay que controlar. Existen diferentes tipos de entradas-salidas, como veras más adelante, pero siempre con aislamiento óptico. Este tipo de aislamiento es necesario porque nos permiten proteger la electrónica interior del autómata del proceso al que debe conectarse.
- El **control de expansión**. Permite la conexión del autómata con otros módulos para ampliar sus prestaciones. Es el interlocutor entre el autómata y el módulo o módulos añadidos. Los microautómatas y algunos autómatas compactos pequeños no disponen de control de expansión.

A parte de estos bloques, todo autómata necesitará una fuente de alimentación que suministre la energía para su funcionamiento, adecuando la tensión de red a las condiciones de tensión, normalmente 24 voltios de CC, y corriente necesaria. (DURÁN José *et al*, 2012, pag.101).

Un proceso controlado por un autómata programable consta de:

- Una alimentación principal del sistema.
- Una adquisición de datos sobre el estado de la instalación.
- Un proceso de tratamientos de esos datos.
- Un resultado, materializados en unos accionadores auxiliares.
- La variación real de los componentes del proceso.

De un modo similar, existe un dialogo llamado hombre-máquina, que permite variar el proceso a conveniencia.

### ***1.3.5 Panel de Transferencia Automática***

El panel de arranque es el circuito lógico o cerebro del sistema de arranque. El panel puede ser montado en la unidad, en la pared o instalado en otro sistema de control. Cuando se le da una señal, el panel de arranque enlazará el motor de arranque en el motor, desconectará el motor de arranque cuando el motor se encienda, y una vez que el motor esté en funcionamiento, controlará los estados que son críticos a la operación del motor. Por el diseño, el panel le permitirá que el motor arranque, durante un tiempo de duración dado, o que pueda incluir programadores que permitirán ciclos de arranque más cortos, con periodos de descanso entre los ciclos. Los periodos de arranque únicos no deben ser más largos de 30 segundos. (LUNA Luis *et al*, 2008, p.318-319).

Los paneles de transferencia automática no son indispensables para el suministro permanente de energía eléctrica, pero ayuda en la eficiencia de esta, ya que sin ellos las empresas o instituciones tendrían pérdidas debido al paro de su producción. Por este motivo se busca efectuar un sistema de transferencia automática cuyo objetivo es conservar el suministro de energía eléctrica minimizando los tiempos de interrupción.

#### ***1.3.5.1 Tipos de arranques de transferencia***

Los grupos electrógenos pueden tener distintos tipos de arranque, como son: arranque manual, arranque eléctrico y arranque con control remoto.

- Arranque manual
- Arranque eléctrico
- Arranque remoto

El arranque manual se produce a voluntad, esto quiere decir que cuando se necesita disponer de la electricidad generada por el grupo electrógeno se lo arranque de forma manual por un operador. Generalmente el accionamiento del arranque automático se suele realizar mediante un pulsador de arranque de una

centralita electrónica con todas las funciones de vigilancia. Cuando se produzca un calentamiento del motor, cuando falte combustible o cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, la centralita lo detectará parando el motor automáticamente.

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; estas centralitas o cuadros electrónicos detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del grupo electrógeno. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predisuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el grupo electrógeno. (SÁNCHEZ Edison: [dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/108T0020.pdf](https://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/108T0020.pdf), 2012, p.38).

El arranque manual se produce a voluntad, esto quiere decir que cuando se necesita disponer de la electricidad generada por el grupo electrógeno se lo arranque de forma manual. Habitualmente el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque de una centralita electrónica con todas las funciones de vigilancia. Cuando se produzca un calentamiento del motor, cuando falte combustible o cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, la centralita lo detectará parando el motor automáticamente.

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; estas centralitas o cuadros electrónicos detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del grupo electrógeno. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predisuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el grupo electrógeno. Instalado aparte un cuadro automático en el que van instalados los accionamientos de cambio de red al grupo electrógeno.

### ***1.3.5.2 Actuadores***

El actuador permite transformar una magnitud eléctrica en otra magnitud física, como fuerza, movimiento, y más. Este es el caso de plantas donde la acción de control no debe ser una magnitud eléctrica, sino una magnitud de distinta naturaleza. Por ejemplo, una válvula electro neumática es un dispositivo que permite transformar una tensión eléctrica en un giro de la misma. En ocasiones, a los actuadores se los conoce también por el nombre de elementos de control final.

Un actuador es, por tanto, un dispositivo que permite transformar una magnitud eléctrica en otra no eléctrica o bien permite la amplificación de un mismo tipo de energía. (DURÁN José *et al*, 2012, p.54).

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover otro módulo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica. Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

### ***1.3.5.3 Montaje de un panel de transferencia***

Cuando los autómatas se montan en cuadros eléctricos, deben seguirse las normas básicas y distancias mínimas de montaje que cada fabricante recomienda en su manual.

En los modelos compactos es habitual dejar entre 2 y 4 cm alrededor de los laterales del autómata y entre 4 y 10 cm en la parte superior e inferior, puesto que es donde normalmente están los bornes de conexión de la alimentación, de las entradas y de las salidas.

Es importante dejar esta distancia en relación con las canaletas de cableado para garantizar la cómoda conexión de los terminales. La distancia con respecto a la

tapa del armario que alojo al autómata acostumbra a ser de entre 5 y 10 cm como mínimo.

Finalmente, debemos señalar la importancia de disponer de un espacio suficiente alrededor de todo el autómata que permita una circulación natural de aire y, por lo tanto, su ventilación, ya sea natural o forzada. (DURÁN José *et al*, 2012, p.112-113).

Para realizar el montaje del tablero de transferencia automática de energía se debe comprobar el correcto funcionamiento de los instrumentos. Como paso previo al montaje se debe identificar cada uno de los elementos que se van a utilizar en el montaje del tablero. Se recomienda que para familiarizarse con su funcionamiento realices cuantas pruebas consideres necesarias. Para evitar riesgos de descargas eléctricas accidentales, se puede utilizar una conexión para practicar antes del montaje final.

#### ***1.3.5.4 Transferencia eléctrica***

Una transferencia automática resulta un complemento muy útil para un grupo electrógeno de emergencia, en aquellos casos en que se necesite un suministro de energía constante, la operación en modo automático brinda la comodidad y tranquilidad al momento de una falla en la red externa de energía.

La automatización del sistema de transferencia de energía eléctrica realiza la siguiente serie de acciones cronológicamente ante una falla eléctrica, en función de poner en marcha el grupo electrógeno:

**1.- Comportamiento frente a una falla de energía externa:** La unidad se encuentra supervisando la presencia de las tres fases de voltaje de entrada en modo permanente y permanece a la espera de una falla eléctrica.

**2.- Arranque de motor:** Pone en contacto el grupo electrógeno en forma automática, operación que se verifica con el encendido de la luz indicadora de contacto ON, seguidamente energiza el motor de arranque, encendiendo la luz del indicador arranque START y una vez establecido, quita la energía al arranque. Esta operación se verifica con el apagado de la luz correspondiente. A partir de este momento, espera el tiempo programado para precalentamiento del motor.

**3 - Transferencia de cargas:** Una vez superado el tiempo de precalentamiento, inicia la transferencia, habiendo anteriormente desconectado ya el contactor de red, procede a conectar el contactor del grupo electrógeno.

**4 - Espera de normalización de red externa:** Una vez terminada la rutina de transferencia de cargas, queda en espera del retorno de la red externa y controlando permanentemente el normal funcionamiento del grupo generador.

**5 – Reconexión a red externa:** Cuando se detecta el retorno de red externa, la unidad esperará que la misma se mantenga normal por un periodo programable de 0 a 255 segundos. Superado tal tiempo se producirá el paso a la rutina de reinstalación a red externa.

**6 - Finalización de maniobra de reconexión a red externa:** Una vez devuelta la carga a Red Externa, se esperará el tiempo programado de apagado del motor, útil por ejemplo para permitir una baja de temperatura del motor por encontrarse sin carga antes de apagarlo. Luego de este tiempo se quitará el contacto al grupo finalizando así el ciclo de transferencia por falla en el suministro de la Red Externa.

Una vez apagado el grupo normalmente, el sistema permanecerá en alerta para una nueva llamada de transferencia. La transferencia automática de energía eléctrica, es aplicable a todo tipo de sistema eléctrico, permite además operar como protección en sistemas trifásicos y monofásicos. (SÁNCHEZ Edison: [dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/108T0020.pdf](https://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/108T0020.pdf), 2012, p.38).

El sistema de transferencia eléctrica nos brindara comodidad y tranquilidad al momento de una falla en el sistema eléctrico de la red externa de energía eléctrica, poniéndole en marcha al generador en el menor tiempo posible. Las transferencias de energía eléctrica son programables según las necesidades. En otras palabras la transferencia de energía eléctrica es de suma importancia ante la necesidad constante de energía eléctrica, su uso es imprescindible en lugares como hospitales, industrias, instituciones educativas, gasolineras, entre otros.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 Breve Caracterización de la Institución**

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, ubicada en las calles los Almendros y Pujilí, del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi; primera Institución de Educación de Nivel Superior en el cantón, la cual oferta distintas carreras como:

- Ing. en Informática y Sistemas Computacionales
- Ing. en Electromecánica
- Ing. en Diseño Gráfico
- Ing. en Contabilidad y Auditoría
- Ing. Comercial
- Lic. en Educación Básica
- Ing. Agronómica
- Ing. en Ecoturismo
- Medicina Veterinaria

Cuenta además con instalaciones amplias y adecuadas para el correcto funcionamiento y desenvolvimiento educativo.

### ***2.1.1. Historia de la Universidad***

La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en 1998, como propuesta de campaña del Movimiento Popular Democrático y siendo rector de la Universidad el Lcdo. Rómulo Álvarez.

El 16 de mayo de este año, con la presencia del Rector de la Universidad y varios representantes de las instituciones locales, se constituye el primer Comité, dirigido por el Lcdo. Miguel Acurio, como presidente y el Ing. Enrique Chicaiza, vicepresidente.

Lamentablemente, en el seno de la Universidad Técnica de Cotopaxi surgen problemas internos entre el Rector, Lcdo. Rómulo Álvarez y los frentes políticos que auspiciaron su candidatura; lo cual supuso un estancamiento de las gestiones del Comité Pro-Universidad. Una vez superado el impasse producido en la UTC, asumió el Rectorado el Arq. Francisco Ulloa, quien jugó un papel trascendental para la creación de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la ciudad de Latacunga y, posteriormente lo sería para su funcionamiento en el cantón La Maná.

Por pedido del Sr. Rector y a fin de ampliar esta aspiración, el 3 de febrero de 2001 se constituye un nuevo Comité Pro- Universidad, conformado por tres Coordinadores: el Lic. Iván Salazar, el Lic. Miguel Acurio, y el Lic. Marcelo Orbea. Como secretario el Ing. Wilson Rúaes y como vocales, cada uno de los delegados de las instituciones y organizaciones presentes, entre ellos: el Ing. Luis Marín, el Dr. Guido Núñez, el Sr. Carlos Carrera, y la Sra. Nelly Bravo.

El 2 de mayo de 2001, el Comité, se traslada a Latacunga y mantienen una reunión con el Arq. Francisco Ulloa, Rector de la UTC, quien manifestó que el Honorable Consejo Universitario resolvió por unanimidad aprobar la creación de un paralelo mediante el cual se oferte la Carrera de Ingeniería Agronómica, sin embargo, indicó que dicho trámite tenía que ser aprobado por el Consejo Nacional de Educación Superior CONESUP y que, para lograr esto, la Universidad Técnica

de Cotopaxi La Maná, tiene que contar con propiedades en la zona; para lo cual, el Rector urgía la necesidad de gestionar la donación de terrenos a favor de la UTC, que sirvan para la construcción del Campus, así como también, para la experimentación y prácticas agropecuarias.

El 8 de mayo del 2001, el Comité solicitó al Ing. Rodrigo Armas, Alcalde de La Maná se le reciba en comisión ante el Concejo Cantonal para solicitar la donación de uno de los varios espacios que la I. Municipalidad contaba en el sector urbano.

Ahora la pregunta era: dónde podría funcionar la Universidad? Gracias a la ayuda del Lic. Absalón Gallardo, Rector del Colegio Rafael Vásquez Gómez, se consiguió que el Consejo Directivo de esta institución se pronunciara favorablemente para la celebración de un convenio de prestación de instalaciones por cinco años.

El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr. Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la escuela Consejo Provincial de Cotopaxi. El Dr. Alejandro Acurio fue nombrado Coordinador Académico y Administrativo y como secretaria se nombró a la Srta. Alba De La Guerra. El sustento legal para la creación de los paralelos de la UTC en La Maná fue la resolución RCP. 508. No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 30 de abril del 2003.

El 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el colegio Rafael Vásquez Gómez, con las especialidades de Ingeniería Agronómica (31 alumnos), Contabilidad y Auditoría (42 alumnos).

En el ciclo académico marzo – septiembre de 2004 se matricularon 193 alumnos y se crearon las especialidades de ingeniería en Electromecánica, Informática y Comercial. En el ciclo abril - septiembre del 2005, se incorpora la especialidad de Abogacía. El 6 de marzo del 2006, a partir de las 18h00 se inauguró el nuevo

ciclo académico abril – septiembre del 2006, con una población estudiantil de más de 500 alumnos.

En este período se contaba con 40 docentes, en su mayoría Lamanenses, además se implementaron las especialidades de Ecoturismo y Medicina Veterinaria. Se promocionaron las carreras de Parvulario y Cultura Física pero no pudieron abrirse debido a que no contaron con el número de alumnos requeridos.

En septiembre de 2006, los estudiantes eligieron la primera Asociación Estudiantil que la presidió el Sr. Frazier Guevara.

El Dr. Alejandro Acurio, como Coordinador gestionó ante su amigo, el Padre Carlos Jiménez, la donación de un solar que él poseía en la ciudadela Los Almendros, lugar donde se construyó el moderno edificio universitario con una inversión de 500 mil dólares, el mismo que fue inaugurado el 7 de octubre del 2006, con presencia de autoridades locales, provinciales, medios de comunicación, estudiantes, docentes y comunidad en general.

Luego de varios diálogos, el Concejo resolvió por unanimidad, en la sesión ordinaria efectuada el 23 de agosto del 2007, se apruebe la donación a favor de la Universidad.

En el inicio del nuevo ciclo existieron muchas sorpresas, como el nombramiento de un nuevo Coordinador, el Ing. Alfredo Lucas, quien estuvo en este cargo por cerca de ocho meses, siendo remplazado a posterior por el Ing. Tito Recalde, el cual tuvo una presencia efímera puesto que, a inicios del nuevo ciclo (octubre 2008-marzo 2009), ya no se contó con su aporte en este cargo. El Ing. Alfredo Lucas continuó asumiendo las responsabilidades de Coordinación, hasta que fue reemplazado por el Lcdo. Ringo López, el mismo que se encuentra en la coordinación hasta la presente fecha.

***“Por la Vinculación de la Universidad con el Pueblo”***

### ***2.1.2 Misión***

La Universidad "Técnica de Cotopaxi", es pionera en desarrollar una educación para la emancipación; forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

### ***2.1.3 Visión***

En el año 2015 seremos una universidad acreditada y líder a nivel nacional en la formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos en el cambio social; en la ejecución de proyectos de investigación que aporten a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e internacionales; dotada de infraestructura física y tecnología moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.

## 2.2 Operacionalización de las Variables

**CUADRO N° 1**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Subdimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica/ Instrumento</b>
Panel de Transferencia Automática	• Instalación	• Red pública	• Tablero Principal	• Encuesta
		• Generador		
		• Equipos	• Sistemas de Monitoreo	
	• Materiales	• Conductores	• Principales Secundarios	• Encuesta
		• Gabinete		
		• Interruptores		
	• Protecciones	• Disyuntores		• Observación
		• Puesta a Tierra		
	Energía Secundaria	• Generadores	• Motores	• Diesel • Gasolina
• Baterías				• Encuesta

Elaborado por: Mendoza Loor Hamilton Paul.

## **2.3 Análisis e Interpretación de Resultados de la Investigación**

### ***2.3.1 Metodología de la Investigación***

#### ***2.3.1.1 Tipos de investigación***

En la estructuración del proyecto de tesis se realizará una investigación exploratoria, porque nos ayudará a conocer los antecedentes nacionales o internacionales, las características necesarias y suficientes de la distribución de energía secundaria; estadísticas de algunos años anteriores de otras instituciones o industrias en el área del proyecto; estadísticas de fabricantes y comercializadores, datos técnicos importantes tales como: demanda de energía, instalaciones, mediciones, precios y protecciones.

Además, la investigación utilizará la investigación descriptiva que permitirá conocer en forma detallada las características generales de los paneles de transferencias automáticas y los procesos de instalación, administrativos, financieros y comerciales. Nos facilitará la evaluación de los estudios de técnicos, conocer las características técnicas de los paneles de transferencia, los precios, la infraestructura, equipos y recursos humanos.

Adicionalmente, el trabajo investigativo a realizarse utilizará estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Relación existente entre la distribución de energía secundaria y el panel de transferencia automática.
- Relación existente entre precio, tamaño, localización y la evaluación financiera.

Asimismo, la investigación que se va a realizar utilizará estudios explicativos, basados en la determinación de causa y efectos de la distribución de energía secundaria.

### **2.3.1.2 Metodología**

La metodología se fundamentará en el diseño experimental, ya que mediante las observaciones que se hagan se determinará detalles netamente prácticos, además esta investigación se basará en aspectos técnicos orientados a procedimientos y métodos relacionados con: sistemas de transferencias automáticos, estudio de instalaciones, estudios técnicos de nuevas formas de energía, evaluación económica y el estudio de impacto ambiental.

### **2.3.1.3 Unidad de estudio (población y muestra)**

#### ***Población universo***

La población universo inmersa en la investigación, está compuesta por las poblaciones de los empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná.

**CUADRO N° 2**  
**POBLACIÓN UNIVERSO**

<b>Estrato</b>	<b>Datos</b>
Empleados	8
Docentes	55
Estudiantes	624
<b>Total</b>	<b>687</b>

Fuente: Secretaria UTC – La Maná. (Año 2011)

Realizado por: Mendoza Loor Hamilton Paul.

### ***Tamaño de la muestra***

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Dónde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{687}{(0,05)^2 (687 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{687}{(0,0025) (686) + 1}$$

$$n = \frac{687}{1.715 + 1}$$

$$n = \frac{687}{2.715}$$

$$n = 253$$

Por lo expuesto, la investigación se fundamentará con los resultados de 253 personas a encuestar.

### ***Criterios de selección de la muestra***

El método a utilizarse para la selección de la muestra es el aleatorio estratificado proporcional, por tal motivo se presenta el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 3**  
**ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL**

<b>Estrato</b>	<b>Población</b>	<b>Fracción Distributiva</b>	<b>Muestra</b>
Empleados	8	0.3682678	3
Docentes	55	0.3682678	20
Estudiantes	624	0.3682678	230
<b>Total</b>	<b>687</b>		<b>253</b>

Fuente: Secretaria UTC – La Maná. (Año 2011).

Realizado por: Mendoza Loor Hamilton Paul.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{253}{687}$$

$$f = 0.3682678$$

Dónde:

**f**= Factor de proporcionalidad

**n**= Tamaño de la muestra

**N**=Población universo

El desarrollo de la fórmula da como resultado que se aplican 3 encuestas a empleados, 20 encuestas a docentes y 230 encuestas al alumnado.

## ***2.3.2 Métodos y Técnicas a ser Empleados***

### ***2.3.2.1 Métodos***

La investigación aplicará inducción por cuanto los resultados de la encuesta se generalizarán para todas las instalaciones existentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, además los aspectos positivos que se obtendrán, serán recomendados para su aplicación a lo largo de todas las instituciones del país.

Se utilizará deducción en base a los siguientes razonamientos:

- Los proyectos de montaje eléctricos industriales necesitan estudio de cargas instaladas, entonces la instalación del panel de transferencia debe complementarse con lineamientos que mitiguen los efectos negativos de los cortes de energía imprevistos.
- La tecnología electromecánica es la base de los estudios de distribución de energía, por lo tanto la electromecánica será la base para la instalación del panel de transferencia automática en los predios de la universidad.
- Es importante que la investigación trabaje con el método de análisis, para identificar las partes del panel de transferencia automática y las relaciones existentes entre ellas, con la finalidad de realizar adecuadamente el experimento.
- Se considera que los elementos son: automatización, formas de energía secundaria, sistema de protección, entre otros.

Finalmente mediante la síntesis, se estudiará los elementos establecidos del **panel de transferencia automático**, con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizadores que se persigue.

### 2.3.2.2 Técnicas

El levantamiento de datos se realizará mediante encuestas y observaciones aplicables a las instalaciones eléctricas existentes, observaciones de campo según operacionalización de variables y análisis documentales de mediciones. El manejo estadístico se fundamentará con la utilización de frecuencias, moda, porcentajes, promedios.

### 2.3.3 Resultados de Encuestas Realizadas a los Empleados, Docentes y Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi

El presente trabajo está basado en resultados reales obtenidos por medio de encuestas realizadas a los empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, quienes colaboraron con la investigación de campo, aportando con la información requerida.

#### 1. ¿CÓMO CONSIDERA LA EFICIENCIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UTC- LA MANÁ?

**CUADRO N° 4**  
**EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	58	23%
Malo	64	25%
Regular	131	52%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 4 muestra que, el 52% de encuestados consideran que la energía eléctrica de la universidad es regular, el 25% opinan que es mala y el 23% consideran que es buena.

La eficiencia de la energía eléctrica es indispensable para el desarrollo de toda institución, ésta se basa en las instalaciones eléctricas internas y en el alcance de la suministradora de energía pública; es muy necesario que la energía sea eficiente para alargar la vida útil de los aparatos eléctricos.

## **2. ¿USTED PIENSA QUE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA UTC-LA MANÁ SON SEGURAS?**

**CUADRO No. 5**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS SEGURAS**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	64	25%
No	189	75%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 5 muestra que, el 75% de encuestados opinan que las instalaciones eléctricas en la universidad no son seguras, y el 25% consideran que si lo son.

Las instalaciones eléctricas internas de una institución deben estar en excelente estado para garantizar la seguridad en personas y objetos eléctricos, de no ser seguras presentan un gran riesgo, que perjudicaría inclusive en el aspecto económico de la institución por daños de equipos.

**3. ¿CREE QUE ES NECESARIO LA IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO EN LA UTC-LA MANÁ?**

**CUADRO N° 6**  
**IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	228	90%
No	25	10%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 6 muestra que, el 90% de las personas encuestadas consideran que si es necesario implementar un generador eléctrico en la universidad, y el 10 % manifiestan que no es importante.

La implementación de generadores eléctricos es una necesidad en los sectores que deseen una fuente de energía eléctrica constante, es por eso que en la universidad es vital este suministro eléctrico cuando la red pública falle.

**4. ¿CÓMO CONSIDERA LA INSTALACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINÚEN LAS CLASES, SÍ EXISTIERA UN CORTE DE ENERGÍA?**

**CUADRO N° 7**  
**GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINÚEN LAS CLASES**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	202	80%
Malo	20	8%
Regular	31	12%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 7 muestra que, el 80% de encuestados consideran que la instalación de un generador eléctrico para la continuidad de la energía eléctrica es bueno, el 12% opinan que es regular y el 8% mencionan que es malo.

Los cortes de energía eléctrica causan molestias y pérdidas en una institución académica, especialmente cuando está en funcionamiento por la noche, debido a que la iluminación es de vital importancia para continuar con la labor educativa; es por ello que es necesario contar con la instalación de un generador eléctrico.

##### **5. ¿USTED HA PERDIDO HORAS CLASE POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DURANTE SU CARRERA EN LA UNIVERSIDAD?**

**CUADRO N° 8**  
**PÉRDIDA DE CLASES POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	175	69%
No	78	31%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 8 nos indica que, el 69% de las personas encuestadas si han tenido pérdida de horas clase durante sus estudios universitarios por falta de suministro eléctrico y, el 31% no han perdido horas clase.

Las pérdidas de horas clase son muy frecuentes cuando falla el suministro de energía eléctrica, especialmente en la sección nocturna, dificultando la labor educativa que es de vital importancia para el alumnado en general, por lo tanto se hace indispensable obtener otra fuente de energía eléctrica, que permita compensar la deficiencia de la red pública.

**6. ¿CÓMO CONSIDERA EL GRADO DE ILUMINACIÓN EN LA UTC-LA MANÁ, PARA EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS?**

**CUADRO N° 9  
GRADO DE ILUMINACIÓN EN LA UTC**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	44	17.39%
Malo	84	33.20%
Regular	125	49.41%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 9 indica que, el 49.41% de los encuestados dicen que la iluminación de la universidad es regular, el 33.20% dicen que es mala, y el 17,39% manifiesta que es buena.

El grado de iluminación debe ser óptimo para el normal desarrollo de actividades académicas, ya que las personas que se encuentran en la institución necesitan un área totalmente visible en horarios nocturnos.

**7. ¿CÓMO CONSIDERA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS TOMACORRIENTES EN LAS AULAS DE LA UTC-LA MANÁ?**

**CUADRO N° 10  
DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES EN AULAS**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	33	13%
Malo	123	49%
Regular	97	38%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 10 muestra que, el 49% de los encuestados consideran que la distribución de tomacorrientes en la edificación de la universidad es mala, el 38% opinan que es regular, y el 13% comentan que es buena.

La distribución de tomacorrientes en toda edificación debe ser planificada según la necesidad de cada sección y con proyección a futuro, especialmente en secciones tecnológicas debido a la utilización en gran número de aparatos eléctricos que se requieren de acuerdo a la actividad que se esté realizando.

**8. ¿CONSIDERA QUE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES TIENEN RIESGOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS ESTUDIANTES?**

**CUADRO N° 11**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES TIENEN RIESGOS**  
**PARA LA SEGURIDAD DE LOS ESTUDIANTES**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	173	68%
No	80	32%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 11 indica que, el 68% de las personas encuestadas consideran que las instalaciones eléctricas existentes en la universidad podrían tener riesgos en la seguridad de las personas que se encuentran en ella, y el 32% opinan que no existe riesgo alguno.

La seguridad en las instalaciones eléctricas es de mucha importancia, ya que de ella depende la utilización que se les dé a los aparatos eléctricos y que actúen de forma correcta; en cambio sí se encuentran en mal estado se pueden producir accidentes.

**9. ¿CONSIDERA QUE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UTC- LA MANÁ CUENTAN CON PROTECCIONES ADECUADAS?**

**CUADRO N° 12**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UTC CUENTAN CON**  
**PROTECCIONES ADECUADAS**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	33	13%
Malo	100	40%
Regular	120	47%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 12 indica que, el 47% de los encuestados opinan que es regular el estado de las protecciones eléctricas en la universidad, el 40% nos dicen que son malas, y el 13% consideran que están bien adecuadas.

Para un eficaz funcionamiento y para prolongar la vida útil de las instalaciones eléctricas, se debe contar con las protecciones eléctricas adecuadas, ya que si existen sobretensiones o cortocircuitos, estas protecciones actuarán para que no existan daños dentro de las instalaciones.

**10. ¿CONSIDERA QUE EL RUIDO PROVOCADO POR EL GENERADOR AFECTARÍA AL APRENDIZAJE?**

**CUADRO N° 13**  
**RUIDO DEL GENERADOR AFECTARÍA AL APRENDIZAJE**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	111	44%
No	142	56%
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

El cuadro N° 13 muestra que, el 56% de las personas encuestadas consideran que el ruido provocado por el generador eléctrico no afectaría el aprendizaje, mientras el 44% opinan que si afectaría.

Normalmente el ruido provocado por cualquier maquina es motivo de molestias en todo ámbito y más aún si es un generador eléctrico, pero hay formas de silenciar en proporciones el ruido que este provoca; colocándolo en un lugar apartado o cerrado, en donde se logre disminuir de gran manera las incomodidades que esto pueda producir.

### ***2.3.4 Análisis e Interpretación de los Resultados***

Luego de haber realizado las encuestas a los docentes, estudiantes y empleados de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, se procede a analizar cada una de las preguntas que contiene la encuesta aplicada, información que nos permitirá establecer parámetros para realizar una correcta planificación del proyecto de estudios de cargas eléctricas para dimensionar un generador eléctrico con su respectivo tablero de transferencia automática, que posteriormente será de mucha ayuda para el mejoramiento de las actividades académicas y administrativas.

#### **Conclusiones:**

- Debido a que los cortes de energía imprevistos afectan al desarrollo de las actividades académicas de la institución, especialmente en la noche en donde las clases son suspendidas, los encuestados manifiestan que si es necesario la instalación de un generador eléctrico con su respectiva transferencia automática, la cual permitirá reiniciar las actividades en un lapso mínimo de tiempo.
- En el Cantón La Maná la distribución de energía eléctrica se realiza a un voltaje de 13.8 Kv por parte de la empresa eléctrica local, pero el problema es que en las horas pico de consumo el voltaje sufre una caída de tensión que afecta a la Universidad, debido a que los equipos que están instalados, en su mayoría son computadoras que se ven afectadas en su funcionamiento.

- El estado de las instalaciones dentro de la institución están en malas condiciones, las cajas de distribución están totalmente dañadas y representan un gran riesgo para los estudiantes y equipos instalados, por lo que requiere un mantenimiento correctivo.
- La mayoría de encuestados dijeron que alguna vez si han perdido clases por la falta de energía eléctrica, además la iluminación no es adecuada, la distribución de los tomacorrientes es mala y muchos se encuentran en mal estado, también consideran que las instalaciones eléctricas existentes representan un riesgo para ellos, adicional, no cuentan con protecciones eléctricas apropiadas.
- Por todos los datos y opiniones obtenidas de los encuestados nos damos cuenta que es viable realizar un estudio de cargas apropiado, una reingeniería en las instalaciones eléctricas, además la instalación de un generador eléctrico provisto de protecciones, un balance de cargas y una adecuación en la distribución eléctrica de la institución.

**Recomendaciones:**

- Realizar un estudio de cargas mediante un cálculo de la demanda, tomando en cuentas todos los equipos instalados como luces, computadores, tomacorrientes, y más, mediante este cálculo obtendremos la potencia máxima y el consumo, para así poder dimensionar la potencia del generador eléctrico, la distribución de las cargas y los calibres de conductores que soporten carga de la universidad.
- La red de alimentación actual de la institución es trifásica por lo que se recomienda realizar un proyecto para acoplar la instalación antigua a la red trifásica del transformador, además se debería instalar protecciones adecuadas como disyuntores, para en caso de un cortocircuito o cualquier tipo de falla estén protegidos los demás equipos e instalaciones.

- El tablero de distribución principal debería dotarse de protecciones, y los conductores que tengan menos empalmes, ya que esta no es la forma en que se deberían tener las conducciones eléctricas por el riesgo que representan, además los tableros secundarios ubicados en cada bloque no tienen cubierta ni están aislados.
- Tratar de mejorar la iluminación ya que esto es un factor importante en el aprendizaje, dar mantenimiento continuo a luces y tomacorrientes, debido a los cortes de energía se recomienda contar con un sistema de generación de energía eléctrica de respaldo como es el tema que vamos a tratar de solucionar en la presente investigación.

## **2.4 Verificación de la Hipótesis**

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis, **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ”**.

A continuación redactamos algunos argumentos que confirman la hipótesis:

- La institución no cuenta con un sistema de generación, ni sistema de transferencia automática para el mismo, y esto dificulta el funcionamiento de los equipos eléctricos cuando existe alguna falla de la red pública.
- Se ha confirmado que puede existir pérdidas económicas sin el debido sistema de transferencia, por el daño de equipos eléctricos.
- Desconocimiento de los sistemas de transferencia existentes en el mercado para la aplicación en el sistema de generación.

- La implementación de un sistema de transferencia para el sistema de generación eléctrico, el mismo que dará garantías para los procedimientos seguros que permitirán a la institución trabajar y desempeñarse en una forma eficiente y segura.

## **2.5 Diseño de la Propuesta**

### ***2.5.1 Datos Informativos***

**Nombre de la institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná.

**Dirección:** Av. Los Almendros y Pujilí.

**Teléfono:** (03) 2688443.

**Coordinador:** Lic. Mg. Sc. Ringo López Bustamante.

**Correo electrónico:** extension.lamana@utc.edu.ec

**Pág. electrónica:** <http://www.utc.edu.ec/es-es/lautc/campus/laman%C3%A1.aspx>

### ***2.5.2 Justificación***

El presente trabajo investigativo aporta con los fundamentos teóricos y prácticos para diseñar e implementar un panel de transferencia automática para la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, con la finalidad de satisfacer las necesidades de automatización dentro de los predios de la institución en caso de emergencia por un corte de suministro eléctrico de la empresa distribuidora local, de tal manera que ayudará a poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas.

En la ejecución del proyecto se aplicará los resultados obtenidos en la investigación, puesto que este sistema de transferencia automática tiene gran aplicabilidad en cualquier lugar donde el fluido de energía eléctrica sea interrumpido, además ayudará a que la distribución sea eficiente para disminuir los tiempos de reactivación de la producción de manera ágil y segura en cualquier institución.

Las razones de utilizar instrumentos metodológicos en el desarrollo de este tema de investigación son muchas, entre ellas la importancia que han obtenido los sistemas de transferencia automática en los últimos tiempos, y por proyectos similares implementados en la región que servirán como punto de partida para ser mejorados con nuestro estudio, los instrumentos a utilizarse son: encuestas y observaciones a los involucrados en este proceso. Todo este aporte metodológico constituye elementos importantes para futuras investigaciones de problemas similares y también podrán ser aplicados por otros investigadores.

La implementación de paneles de transferencia automática en las últimas décadas se ha desarrollado de una manera paralela a la tecnología, uno de los objetivos del estudio es hacer uso de los últimos avances tecnológicos de instrumentos de control eléctrico y electrónico, ya que el sistema de transferencia automática debe implementar una programación eficaz a los instrumentos a pruebas de fallas, con una interfaz hombre-máquina ergonómica para satisfacer los requerimientos de automatización.

Los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para la factibilidad y viabilidad del proyecto serán financiados por el autor de esta tesis.

Los beneficiarios del presente trabajo investigativo será la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, los docentes y empleados de la misma, la comunidad universitaria y la ciudadanía en general, ya que la ejecución de este proyecto aporta significativamente al desarrollo de la educación.

### ***2.5.3 Objetivos***

#### ***2.5.3.1 Objetivo general***

Diseñar e implementar un panel de transferencia automática para la distribución de energía secundaria en la Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, año 2013.

### ***2.5.3.2 Objetivos específicos***

- Analizar los fundamentos teóricos en los que se enmarca el diseño e implementación del panel de transferencia automática.
- Proponer las características de los sistemas de protección eléctricos que se deben instalar, para el correcto funcionamiento del panel de transferencia, equipos e instalaciones, y alargar su tiempo de vida útil.
- Obtener rapidez y eficiencia energética para cubrir las necesidades existentes en la transferencia de energía, por su uso indispensable en el desempeño de actividades.

### ***2.5.4 Descripción de la Aplicación***

Para el dimensionamiento del grupo electrógeno con su respectiva transferencia recurrimos al estudio de cargas de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, para determinar la potencia total de la carga instalada y que el generador eléctrico abastezca las necesidades de energía eléctrica en las horas de mayor consumo, luego de esto se calcula la potencia nominal del grupo y el calibre del conductor que debe ser dimensionado en base a la máxima corriente consumida por la carga, todos estos cálculos se derivan del estudio de cargas por ello su importancia. La selección del grupo electrógeno a instalar y su potencia nominal de generación es el momento más importante a partir del cual se derivan el resto de las etapas como la instalación, protección, puesta en marcha y mantenimiento.

El grupo electrógeno a ser dimensionado y posteriormente instalado básicamente está formado por un conjunto integrado que contiene un motor en línea térmico primario a diésel, un generador eléctrico de corriente alterna acoplado en el mismo eje y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como los distintos indicadores de estado, tableros de maniobra, tanques, radiadores, sistema de lubricación, sistema de refrigeración combustible,

agua, excitatrices, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, tablero de transferencia, protecciones contra bajas o sobre frecuencia.

## **CAPÍTULO III**

### **VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN**

#### **3.1 Dimensionamiento del Tablero de Transferencia Automática**

Para realizar el dimensionamiento de los instrumentos del tablero de transferencia automática de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, es necesario realizar el estudio de cargas para determinar la potencia total requerida y que el grupo electrógeno con sus componentes abastezcan las necesidades del consumo total de energía eléctrica, luego de esto se calcula la potencia nominal del grupo, las protecciones y el calibre del conductor, tipo de transferencia y módulo de control, elementos que deben ser dimensionado en base a la corriente máxima consumida por las cargas, todos estos cálculos se derivan del estudio de cargas por ello su importancia.

##### ***3.1.1 Estudio de Carga de la UTC-La Maná***

El estudio de cargas eléctricas es un cálculo que se aplica a un proyecto eléctrico, para conocer la demanda de energía eléctrica que va a consumir todas las cargas instaladas en toda la instalación, generalmente este estudio sirve para determinar la potencia necesaria del transformador que va a suministrar de energía a los circuitos, en este caso nos va a servir para dimensionar la potencia del generador, a continuación se elabora una planilla de cálculo, en la que se toma en cuenta todos los equipos y artefactos eléctricos instalados y la suma de todos ellos va a dar como resultado la demanda requerida por la institución.

### 3.1.1.1 Estudios de carga y demanda

#### CUADRO N° 14

#### PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS

PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO							
No.	APARATOS ELECTRICOS DE ALUMBRADO			F FUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn (W)				
1	Alumbrado	294	40	100	11760	90	10584
2	Cafetera	1	850	50	425	50	212,5
3	Computadoras	39	450	100	17550	90	15795
4	DVD	1	8	50	4	50	2
5	Impresoras	7	40	70	196	50	98
6	Proyectores	7	280	50	980	90	882
7	Equipo de sonido	2	25	80	40	50	20
8	Reflectores de luz exterior	4	400	100	1600	80	1280
9	Reloj biométrico	1	25	30	7,5	50	3,75
10	Teléfono	5	25	80	100	50	50
11	Televisión	1	85	50	42,5	80	34
12	Ventilador	12	25	100	300	60	180
13	Bomba de agua	1	1500	80	1200	50	600
14	Lámparas de censor	4	15	70	42	70	29,4
15	Maquina pulidora de piso	1	7500	40	3000	50	1500
16	Amplificadores	2	12000	30	7200	50	3600
17	Copiadora	1	2600	20	520	70	364
<b>TOTAL</b>					44967		35234,65
Factor de Potencia DMU (VA)		0,9 39149,6		Factor de Demanda(FDM) <b>Demanda Requerida</b>		0,78 <b>40 KVA</b>	

Elaborado por: Mendoza Loor Hamilton Paul.

### ***3.1.2 Datos Técnicos del Generador Eléctrico***

El generador eléctrico adquirido está compuesto de un motor Huafeng, modelo 4105ZD (62KW - 84HP), 4 cilindros, turbo cargado, enfriado por agua, y un alternador o generador sincrónico marca Gexin, modelo TFW-50 de 50 KW - 62.5 KVA Prime, 380V-225V, 60HZ.

Modelo del grupo	50 GF
Potencia nominal	50 KW

#### ***3.1.2.1 Datos técnicos del motor a diésel***

Modelo	4135D-1
Salida nominal 12 horas	58.8/80 Kw/ps
Consumo de combustible	231,1 g/Kwh
Consumo de aceite	≤ 1.63
Método de enfriamiento	Enfriado por agua
Método de arranque	Arranque Eléctrico
Número de cilindros	4
Desplazamiento total del pistón (L)	3.93
Proporción de presión	16:1
Orden de encendido	1-3-4-2
Modo de consumo de aire	Supercargado
Condiciones de trabajo nominal	50/1800 (Kw/r/min)
Mayor velocidad de ralentí	≤ 2376
Menor velocidad de ralentí estable	≤ 600
Max torque / velocidad	250/1400 (N*m/r/min)
Promedio de presión efectiva	694 Kpa
Temperatura de escape	≤ 600
Peso neto	410 Kg

### **3.1.2.2 Datos técnicos del alternador**

Modelo	TFW – 50
Voltaje nominal	380V-225V
Frecuencia nominal	50 – 60 Hz
Factor de potencia	0.8
Estilo de trabajo	Continuo
Excitación	Sin escobillas, auto excitado
Clase de aislamiento	Clase H
Sistema de regulación de voltaje	AVR Regulación Automática
Clase de protección	IP 22
Regulación nominal de estabilidad de voltaje	$\pm 0,5 \%$
Regulación nominal de frecuencia transitoria	$\pm 15 \%$
Regulación nominal de estabilidad de frecuencia	$\leq 3s$
Sobrecorriente	$3 - 5 I_e \geq 5 s$
Capacidad en sobrecarga	$1,5 I_e \geq 2 \text{ min}$

## **3.2 Descripción de los Equipos de Fuerza**

Un disyuntor, interruptor automático o breaker es un dispositivo capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula se sobrepasa de un determinado valor o, en el que se ha originado un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser suplantados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y remediado el daño que causó el disparo o desactivación automática.

En la instalación y puesta en marcha del grupo electrógeno, necesitamos conectarlo al sistema eléctrico por medio de equipos como son: el cableado de fuerza y un disyuntor principal que proteja al generador en caso de alguna falla en

el sistema cuando el grupo electrógeno esté en funcionamiento con toda la carga de la Universidad.

### ***3.2.1 Dimensionamiento del Disyuntor Principal***

Los disyuntores son mecanismos para establecer y cortar la corriente nominal en un circuito o la corriente que pueda circular en situaciones de falla, como un cortocircuito; por medio de la separación mecánica de los contactos enlazados en serie con el circuito, en un medio aislante, sea este aire o aceite, el cual ayuda a la extinción del arco que se forma entre los contactos.

El generador requiere un disyuntor que esté en la capacidad de trabajar con los valores de corriente y voltaje de conformidad con la característica del generador y la red de energía pública. Se considera que la potencia desarrollada por el generador es de 40 KVA debido a las condiciones atmosféricas que experimenta y un voltaje de 240 V, la corriente nominal se determina de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$S = \sqrt{3} * V * I$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

Dónde:

S = Potencia aparente

I = Corriente total

V = Voltaje

Se conoce que:

S = 40 KVA

V = 240 V

Se tiene que:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

$$I = \frac{40 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 240 \text{ V}}$$

$$I = 96,23 \text{ A}$$

Con estos cálculos se demostró que el disyuntor principal instalado cumple con los requerimientos necesarios en la instalación de un grupo electrógeno. Este disyuntor es un Merlin Gerin.

#### ***Datos técnicos del disyuntor***

Modelo	EZC 100N
Número de polos	3
Intensidad nominal	100 Amp
Voltaje nominal	550 V
Frecuencia nominal	50 – 60 Hz
Tensión de aislamiento	690 V
Durabilidad mecánica	8500 ciclos
Durabilidad eléctrica	1500 ciclos

#### ***Dimensiones y peso***

Dimensiones	75x130x60mm
Peso	780g

## GRÁFICO N° 2 DISYUNTOR PRINCIPAL



Fuente: Mendoza Llor Hamilton Paul

### 3.2.2 Dimensionamiento del Conductor Eléctrico de Potencia

El servicio operativo de la energía eléctrica y su seguridad dependen directamente del correcto dimensionamiento de conductores eléctricos, ya que tienen una importancia decisiva en la operación eficiente y segura de los sistemas. Los conductores deben ser calculados de acuerdo a la carga de la energía eléctrica y el nivel de voltaje del sistema. Es por ello que se tiene la siguiente formula.

$$I = P / (V_n * f.p)$$

Dónde:

P = Potencia

I = Corriente

V<sub>n</sub> = Voltaje nominal

f.p = factor de potencia

Se conoce que:

$$P = 40 \text{ KVA}$$

$$V_n = 220 \text{ V}$$

$$f.p = 0.9$$

Se tiene que:

$$I = 40 \text{ KVA} / (220\text{V} * 0.9)$$

$$I = 202.02 \text{ A}$$

Luego se utilizó la siguiente formula:

$$I_{cond} = I * (f.d)$$

Dónde:

$I_{cond}$  = Corriente de conducción

$I$  = Corriente

f.d = factor de demanda

Se conoce que:

$$I_{cond} = 202.02 \text{ A}$$

$$f.d = 0.8$$

Se tiene que:

$$I_{cond} = 202.02 \text{ A} * (0.8)$$

$$I_{cond} = 161.6 \text{ A}$$

La selección de los conductores se la realizó en base a los cálculos realizados y en tablas que los fabricantes establecen los límites de corriente, por lo que se eligió el conductor calibre 2/0 AWG.

### GRÁFICO N° 3 CONDUCTOR ELÉCTRICO DE POTENCIA



Fuente: Catálogo de productos electrocables

#### *Datos técnicos del conductor*

Calibre	2/0 AWG
Número de hilos	19 Hilos
Área aproximada del conductor	67,4 $mm^2$
Peso aproximado del conductor	750 kg/km
Diámetro exterior aproximado del conductor	15.1 mm
Diámetro aproximado del conductor	10.6 mm
Espesor de aislamiento	2.03 mm
Capacidad de conducción	175 Amp
Capacidad máxima de conducción	265 Amp

**Aplicaciones.-** En distribución y fuerza, instalaciones aéreas o en ductos, tubería o directamente enterradas, en lugares secos o húmedos donde la temperatura del conductor no exceda los 75 °C.

**Composición.-** Conductor de cobre aislado con una capa de polietileno natural y sobre esta colocada una chaqueta de PVC negro.

**Tensión Máxima de Operación.-** La tensión máxima de operación de este conductor es de 600 Volt.

### ***3.2.3 Dimensionamiento del Interruptor de Transferencia***

Los equipos de transferencia están disponibles en varias configuraciones y todas sirven un propósito común; conectar un sistema de distribución eléctrica a fuentes de energía alternativas. La clasificación, la instalación y el uso apropiado de estos equipos son de gran importancia para la confiabilidad del sistema.

Debido a que el interruptor de transferencia se enlaza con la red pública y el grupo electrógeno, que tienen características eléctricas diferentes, es esencial que se apliquen correctamente, y es por ello que se da a conocer algunos requerimientos y recomendaciones:

- El interruptor de transferencia se lo debe ubicar lo más cerca posible de la carga.
- Determinados tipos de interruptores de transferencia necesitan fusibles o disyuntores contracorriente para restringir el nivel de falla del interruptor.
- Para garantizar que el sistema eléctrico funcione de modo confiable, es muy sustancial la coordinación entre los ajustes de los disyuntores, y debe ser confirmada durante la etapa de puesta en funcionamiento y siempre que se realice un canje en el sistema eléctrico.
- La transferencia de carga a los electrógenos involucrará un grado de carga escalonada. Compruebe que el electrógeno sea capaz de aceptar las fases de carga y de mantener una calidad de suministro placentero al mismo tiempo.
- Identifique que el ajuste del voltaje y de la localización de frecuencia de fallos se encuentre dentro de la capacidad de los equipos de carga.

- Algunos instrumentos de control de procesos y estado sólido son particularmente perceptivos a variaciones de frecuencia y voltaje y pueden demandar ajustes de tolerancia más meticulosos.

### 3.2.3.1 Criterio técnico de selección del interruptor

Para la selección del interruptor de transferencia automática se debe tomar en cuenta varios factores tales como: Manejo manual, velocidad de transferencia, contactos mecánicos fiables, 3 polos de conexión, adaptabilidad a circuitos de control y otros datos de operación como la corriente y el voltaje.

Como se tiene en conocimiento por cálculos ya realizados, que la corriente nominal es de 166.67 Amp, este valor se lo multiplica por un factor de seguridad de 1.5, el cual da un valor de 250 Amp.

Conociendo varios datos y requerimientos, especialmente la corriente máxima de operación, que es de 250 Amp, se seleccionó un interruptor automático CAMSCO, tipo W-2, 250 Amp, 3 fases; el cual cumplió con las expectativas necesarias.

## GRÁFICO N° 4

### INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA



Fuente: Mendoza Loor Hamilton Paul

***Datos técnicos del interruptor de transferencia automática***

Marca	Camsco
Modelo	W-2
Corriente nominal	250 Amp
Corriente de operación	4 Amp
Peso	8 Kg
Voltaje nominal	AC 380V/400V
Voltaje de aislamiento	AC 690V
Tipo de contacto	Doble contacto
Número de polos	3 Polos
Capacidad de interruptores auxiliares	AC 200V/220V 2.5 Amp
Accesorios	Manejo manual

***Datos técnicos de funcionamiento del interruptor de transferencia automática***

Corriente admisible de corta duración	15 KA
Condición nominal de cortocircuito	37,5 KA
Tiempo de conexión para transferencia	55 ms
Tiempo de Desconexión para Transferencia	20 ms
Vida eléctrica útil	2000 Operaciones
Vida mecánica útil	6000 Operaciones
Frecuencia de interruptor	120 Operaciones/Hora
Interruptores auxiliares	2 NC y 2 NO

***Características técnicas del interruptor de transferencia automática***

El interruptor de transferencia automática camsco posee las siguientes características:

- **Entrecierre mecánico fiable:** Construcción especial de selección excéntrica para asegurarse de que sólo una fuente de alimentación está conectada.
- **Alto desempeño de corte de arco:** Apaga el arco eléctrico anormal, corta duración de arco eléctrico y baja pérdida de contacto.
- **Contrato de arco principal multidisco:** Aumenta el área de contacto y la presión de las superficies de contacto, eliminando el sobrecalentamiento y soldadura de contacto y aumentando la vida útil de contacto.
- **Alta velocidad de transferencia:** Transferencia rápida entre la potencia activa y la potencia de reserva, que permite un retardo de transferencia personalizado para una ATS con un controlador.
- **Construcción simple y poco volumen:** Con funcionamiento fiable, una tasa baja de fallos y son convenientes para instalar y dar mantenimiento. Permite la rotación con un mango durante la reparación para la detección conveniente de fallos y solución de problemas. Los ATS de la serie W están en nivel PC, son más pequeñas que las del nivel CB, pero cuentan con una mayor capacidad nominal de corriente.

### 3.3 Dimensionamiento de los Equipos de Control

Los circuitos de control, realmente son un manejo de los circuitos de potencia pero a distancia, esta circunstancia evitará que los operarios que controlan un proceso tengan que efectuar desplazamientos innecesarios y el sistema de transferencia entre en funcionamiento rápidamente sin pérdidas de tiempo.

El generador eléctrico adquirido consta con módulo de control, marca Harsen, de serie GU640A, que es un módulo electrónico, el cual tiene como finalidad controlar y configurar las operaciones del generador, pero el inconveniente de este módulo es que consta con la función de controlar el generador a distancia, por lo que se implementará un módulo más sofisticado y funcional, para cumplir con las expectativas de la institución.

### ***3.3.1 Dimensionamiento del Módulo de Control de Transferencia***

Un módulo de control, es un equipo electrónico programable, diseñado para controlar en tiempo real procesos secuenciales. Los módulos son realmente el cerebro que gestiona y controla automáticamente las instalaciones, dependiendo del tamaño del sistema y de la complejidad de la automatización.

#### ***3.3.1.1 Criterio técnico de selección del módulo***

Para seleccionar un módulo, es necesario considerar algunos requerimientos que debe cumplir tales como:

**Número de entradas y salidas.-** Esto dependerá del esquema del grupo electrógeno y la transferencia a controlar, es decir depende del número de sensores y actuadores que el diseño disponga.

**Tipo de entradas y salidas.-** Es necesario que el módulo cuente con entradas y salidas binarias y entradas de corriente, voltaje y analógicas.

**Fuente de alimentación.-** Se debe verificar los niveles de voltaje necesario el cual puede variar desde 220, 110, 36, 24, 12 voltios.

**Programa fácil de editar.-** La visualización de la programación debe ser editada en una pantalla en forma simple.

Tomando en cuenta todos estos requerimientos y por la funcionalidad que en la actualidad proporciona, se implementó un módulo ComAp InteliLite AMF 20.

El ComAp InteliLite AMF 20 es un controlador AMF completo para grupos electrógenos que trabajen en modo de reserva, que ofrece un apoyo ampliado para motores electrónicos. Los controladores InteliLite están equipados con potentes

pantallas gráficas que muestran iconos, símbolos y gráficos de barras para un uso intuitivo que junto con su alta funcionalidad establecen nuevos niveles de calidad para controladores de grupos electrógenos.

La característica principal de IntelliLite es su fácil y sencilla instalación y uso. Dispone de configuraciones predefinidas para aplicaciones típicas, así como configuraciones definidas por el usuario para aplicaciones especiales.

**GRÁFICO N° 5**  
**MÓDULO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA**



Fuente: Catálogo de productos comap

***Datos técnicos del módulo de control de transferencia***

***Fuente de alimentación***

Alimentación de tensión	8-36V DC
Consumo	0,5-0,1Amp
Caída de tensión de alimentación permitida:	50 ms de min. 10V, Volver a min. 8V
Tolerancia de medición de tensión de la batería	2% a 24V

### ***Las condiciones de operación***

Temperatura de IL-NT	-20... +70 ° C
Temperatura de IL-NT LT #	-30... +70 ° C
Temperatura de almacenamiento	-30... +80 ° C
Panel de protección frontal	IP65
Humedad	95% sin condensación

### ***Estándar de conformidad***

Directiva de baja tensión	EN 61010-1:95 + A1: 97
Compatibilidad electromagnética	EN 50081-1:94, EN 50081-2:96 EN 50082-1:99, EN 50082-2:97
Vibraciones	5 - 25 Hz, $\pm 1,6$ mm 25 a 100 Hz, a = 4 g
Golpes	a = 200 m/s <sup>2</sup>

### ***Modificación de baja temperatura***

La pantalla LCD límites de funcionamiento del controlador rango de temperatura de -20 ° C - + 70 ° C, incluso si los otros componentes electrónicos funcionan en un rango de temperatura más amplio. Papel de precalentamiento interno está montado en LT InteliLiteNT para extender el rango de visualización de la temperatura operativa. El precalentamiento se inicia a una temperatura inferior a 5 ° C y precalentamiento poder depender de la tensión de alimentación de temperatura y potencia.

### ***Dimensiones y peso***

Dimensiones	180x120x55mm
Peso	800g

### ***Red y generador***

Frecuencia nominal	50-60Hz
Frecuencia tolerancia de medición	0,1Hz

### ***Entradas de Corriente***

Corriente nominal de entrada (del CT)	5 A
Carga (impedancia de salida CT)	$<0,1 \Omega$
CT carga de entrada	$<0,2 \text{ VA}$ por fase ( $I_n = 5\text{A}$ )
Max. mide la corriente de CT	10 A
Tolerancia de medición actual del	2% de la corriente nominal
Max. corriente máxima CT	150 A / 1s
Max. corriente continua	12 A

### ***Entradas de tensión***

Tensión de medición	231 VCA fase a neutro 400 VCA fase a neutro
Tensión máx. medida	290 VCA fase a neutro
Resistencia de la entrada	0,6 M $\Omega$ fase a neutro 0,3 M $\Omega$ fase a neutro
Tolerancia de medición de la tensión	2 % de la tensión nominal
Clase de sobretensión	III (EN61010)

### ***Entradas y salidas binarias***

#### ***Entradas binarias***

Número de entradas	7
--------------------	---

Resistencia de la entrada	4,7 k $\Omega$
Rango de la entrada	0-36 VCC
Nivel de tensión de cambio para Indicación de contacto cerrado	0-2 V
Nivel máx. de tensión para Indicación de contacto abierto	8-36 V

### ***Salidas de relé de contacto***

Número de salidas	2
Ciclo de vida eléctrica	mín. 100.000 ciclos de cambio
Corriente máxima	Carga resistiva 12 A CC
Carga inductiva	4 A CC
Tensión máx. de cambio	36 VCC
Carga mín.	24 V / 0,1 A
Tensión de aislamiento	500 V <sub>eff</sub>

### ***Salidas binarias de colector abierto***

Número de salidas	5
Máxima corriente	0,5 A
Tensión máxima de maniobra	36 VDC

### ***Entradas analógicas***

No eléctricamente separados	
Número de entradas	3
Resolución de	10 bits
Rango de resistencia máxima	0 $\Omega$ -2,4 k $\Omega$
Resistencia tolerancia de medición	4 % $\pm$ 2 $\Omega$ fuera del valor medido

### ***Entrada de captación de velocidad***

Tipo de sensor	captación magnética
Mín. tensión de entrada	2 Vpk-pk (de 4 Hz a 4 kHz)
Máx. tensión de entrada	50 Veff
Mín. frecuencia medida	4 Hz
Máx. frecuencia medida	10 kHz (tensión mín. de entrada 6Vpk-pk)
Tolerancia de medición de frecuencia	1,5 %

### ***3.3.2 Dimensionamiento del Conductor para el Módulo de Control***

Para realizar la conexión de los circuitos de control de un tablero se debe recurrir a las especificaciones técnicas exigidas por el módulo controlador, en este caso es el ComAp InteliLite AMF 20; en donde se necesita un conductor para conexiones de baja tensión, que sea de cobre blando flexible, tomando en cuenta como aspecto principal la corriente de 4 Amp que el modulo necesita.

El conductor que se eligió tiene las siguientes características:

Calibre	16 AWG
Sección	1.30 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior aproximado	2.9 mm
Corriente	14 A
Tensión de servicio	300 V
Color	Blanco
Aislación integral	PVC
Temperatura de servicio	75 °C

### **GRÁFICO N° 6**

#### **CONDUCTOR 16 AWG**



Fuente: Catálogo de productos electrocables

### ***3.3.3 Otros Elementos para el Tablero de Transferencia Automático***

#### ***3.3.3.1 Gabinete metálico***

El gabinete metálico está construido de material acero galvanizado con pintura al horno de color gris estos tableros deben ser resistentes al fuego para garantizar un correcto funcionamiento, con el fin de proteger a las personas que las maniobran sin embargo, las conexiones pueden ser inspeccionadas, sometidas a mantenimiento o modificaciones, sin afectar la estructura de la construcción o sus terminaciones, este tablero consta de 400 mm de ancho x 600 mm de alto por 200 mm de fondo.

### **GRÁFICO N° 7**

#### **GABINETE METÁLICO**



Fuente: Catálogo de productos insec

### 3.3.3.2 Canaletas ranuradas

Las canaletas ranuradas se encargan de agrupar y proteger los conductores de control. Llevándolos por una ruta preestablecida y son de gran utilidad debido a las ranuras que contiene a lo largo de su longitud, logrando una facilidad en sus conexiones.

**GRÁFICO N° 8**  
**CANALETAS RANURADAS**

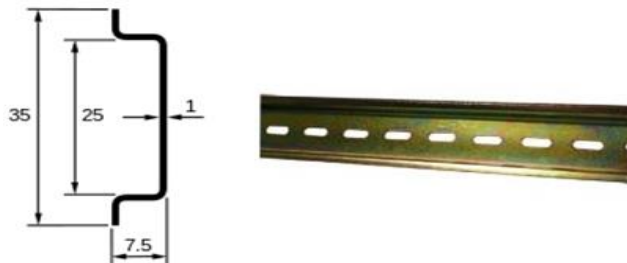


Fuente: Catálogo de productos inselec

### 3.3.3.3 Rieles DIN

Un carril DIN o riel DIN es una barra de metal normalizada de 35 mm de ancho con una sección transversal en forma de sombrero. Es muy usado para el montaje de elementos eléctricos de resguardo y mando, tanto en aplicaciones industriales como en viviendas.

**GRÁFICO N° 9**  
**RIEL DIN**



Fuente: Catálogo de productos electrocables

### ***3.3.3.4 Portafusible***

El portafusible es el receptáculo donde va introducido el fusible.

#### **Bases para fusibles cilíndricos (CF)**

- Normativa internacional IEC60269
- Tensión asignada: 230/400V AC - 50/60Hz
- Tensión de aislamiento  $U_i$ : 2000V
- Alto poder de corte: 20kA
- Opción indicador de fusión por LED
- Grado de protección IP20

#### **GRÁFICO N° 10 PORTAFUSIBLES**



Fuente: Catálogo de productos sassin

### ***3.3.3.5 Fusibles***

Se denomina fusible a un dispositivo, constituido por un soporte apropiado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto explícito de una instalación eléctrica para que se funda, por Efecto Joule,

cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un desproporción de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.

### **GRÁFICO N° 11**

#### **FUSIBLE**



Fuente: Catálogo de productos sassin

#### ***3.3.3.6 Transformadores de corriente***

Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros mecanismos de medida y control. Algunos tipos de transformadores de corriente protegen a los instrumentos al ocurrir cortocircuitos.

Los valores de los transformadores de corriente son:

Carga nominal: 2.5 a 200 VA, dependiendo su función.

Corriente nominal: 5 y 1A en su lado secundario. Se conceptúan como relaciones de corriente primaria a corriente secundaria. Unas relaciones típicas de un transformador de corriente podrían ser: 600/5, 800/5, 1000/5.

**GRÁFICO N° 12**  
**TRANSFORMADOR DE CORRIENTE**



Fuente: Catálogo de productos pysel

**3.3.3.7 Pulsador de emergencia**

El pulsador manual de emergencia o estación manual es un aparato que está diseñado para ser activado en caso de incendio. Al ser activado, el aparato informa de un corte de energía. Algunos pulsadores tienen una llave para rearmarlos tras su activación, pero en la mayoría de los casos no es necesario este tipo de seguro, se debe mover el botón a la posición original y debe reseteado en el panel.

**GRÁFICO N° 13**  
**PULSADOR DE EMERGENCIA**



Fuente: Catálogo de productos autonics

### **3.3.3.8 Selector**

Un selector eléctrico es un aparato que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno sus tipos y aplicaciones son múltiples, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un sistema, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas, inspeccionado por computadora. Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente apartados, se unen por medio de un actuante para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus estados hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.

**GRÁFICO N° 14**  
**SELECTOR**



Fuente: Catálogo de productos autonics

### **3.3.3.9 Terminales**

Un terminal es el punto en que un conductor de un componente eléctrico o dispositivo llega a su fin y suministra un enlace de conexión de circuitos externos. El terminal puede ser simplemente el final de un cable o logra estar provisto con un conector o tornillo. Las conexiones pueden ser uniones temporales o uniones permanentes entre dos aparatos o dos cables, en donde también son utilizados los bloques de terminales.

## GRÁFICO N° 15 TERMINALES



Fuente: Catálogo de productos electrocables

### 3.3.3.10 Conducto Eléctrico

La tubería conduit tipo EMT es un conducto eléctrico canalizado de sección circular utilizada en las instalaciones eléctricas visibles u ocultas, en lugares de ambiente seco no expuestas a humedad o ambiente corrosivo, principalmente en instalaciones comerciales o industriales. La función de la tubería conduit es:

- a) Alojarse los conductores eléctricos y resguardarlos contra el deterioro mecánico.
- b) Evadir incendios por arco eléctrico que pudieran presentarse por condiciones de corto circuito.
- c) Facilitar al instalador el tendido de la red eléctrica.

## GRÁFICO N° 16 CONDUCTOS ELÉCTRICOS



Fuente: Catálogo de productos electrocables

### **3.3.3.11 Relé eléctrico**

Un relé es un mecanismo electromecánico, el cual actúa como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se maniobra un conjunto de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos autónomos. El relé es apto de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, el cual se lo puede determinar como un amplificador eléctrico.

**GRÁFICO N° 17**  
**RELÉ ELÉCTRICO**



Fuente: Catálogo de productos autonics

## **3.4 Montaje, Instalación y Operación**

La ubicación del generador eléctrico y del tablero de transferencia automático, fue designado por las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, previa consulta y autorización de la institución matriz, los cuales decidieron ubicarlo en la parte posterior del área administrativa, debido a que existe un espacio adecuado que cumple con los requerimientos de ventilación y disipación del ruido, evitando afectar el desarrollo normal de las actividades diarias de la universidad.

### ***3.4.1 Montaje del Gabinete Metálico y sus Componentes***

El gabinete metálico, el cual es un tablero diseñado para ser empotrado, se lo ubicó junto al tablero principal de distribución de energía eléctrica de la universidad, debido a la cercanía en las conexiones ya existentes, como también por la distancia adecuada que debe existir entre los elementos de control y los equipos de potencia, con el fin de evitar la generación del efecto inductivo o capacitivo.

Luego de estar completamente asegurado el gabinete metálico, se procedió a ubicar el interruptor de transferencia automática, el cual se lo debe colocar en la parte superior-centro del tablero, para poder realizar las debidas conexiones, especialmente los conductores de fuerza.

En parte inferior del tablero se instaló un carril DIN, el cual permite colocar algunos elementos eléctricos importantes, para la funcionalidad del tablero. Después se ubicó las canaletas ranuradas, bordeando al interruptor de transferencia y al carril DIN, estas canaletas facilitan el cableado de control por la facilidad que tiene para realizar conexiones.

Los portafusible fueron ubicados en el carril DIN de la siguiente manera: en el centro se colocó un relé de contactos auxiliares, a la derecha de este se ubicó el grupo de portafusible para las tres fases del generador, al costado izquierdo los portafusible para las tres fases de la red de energía pública; junto a estos portafusible se colocó un bloque de terminales, para facilitar el esquema de conexión, y también se situó un portafusible para la conexión de la batería del generador con el tablero de control.

La instalación del módulo de control de la transferencia, se la realizó en la puerta del tablero de control, debido a que la distribución y la alimentación de los circuitos de control no superan los 600 V y los 1000 VA, esto se da de acuerdo a la

norma NEC 725-21. También se instaló en la puerta del tablero de control un pulsador de emergencia tipo hongo y un interruptor selector, ya que son instrumentos de fácil maniobra y utilización en casos emergentes.

### ***3.4.2 Instalación del Cableado de Fuerza***

El cableado se lo realizó por medio de tubos EMT desde la sala donde está el generador eléctrico, hasta el tablero de control que se encuentra ubicado en una sala adyacente a la del generador dentro de la universidad, con una distancia aproximada de 30 metros de tubería instalada.

El conductor para realizar la conexión de fuerza, que mediante cálculos fue seleccionado, es el cable 2/0 AWG tipo TTU, el cual se adquirió 150 metros, porque el generador es trifásico y se necesita 4 hilos. Estos 4 conductores parten desde los terminales de conexión del generador, de los cuales 3 de ellos van hasta el tablero de control, donde se conectan al interruptor de transferencia, y el cuarto cable llega hasta el tablero principal, en el cual se realizó la conexión al sistema de puesta a tierra. Completando la instalación del circuito de fuerza, se instalaron los cables desde el otro extremo del interruptor de transferencia, hasta el disyuntor general que se encuentra en el tablero principal.

Para llevar los conductores de una forma segura, se instaló tubería EMT de 2 pulgadas de diámetro, partiendo desde el generador y en los cambios de dirección se utilizó codos y uniones de tipo EMT, esta instalación se la realizó subiendo la tubería por la pared, posteriormente se llevó la tubería por la loseta que se encuentra junto a la sala del generador, para culminar en una caja de revisión que se encontraba ya instalada en el piso de la sala donde se localizan el tablero de control y el tablero principal; esta caja de revisión tiene conexión con el tablero principal.

También se realizó la instalación de una tubería EMT de ½ pulgada, en la cual se llevó 6 cables calibre 16 AWG, que van conectados al módulo de transferencia automática. Estos 6 cables se distribuyen de la siguiente manera:

- Presión de aceite
- Temperatura del motor
- Alimentación de la batería del generador al módulo
- Retorno del solenoide de encendido
- Retorno del solenoide de apagado
- Negativo de la batería

### ***3.4.3 Instalación del Cableado de Control del Módulo***

Garantizando el correcto funcionamiento del módulo ComAp AMF 20, ya que este necesita información tanto del generador como de la transferencia y también del sistema eléctrico, se procedió a realizar todas las conexiones necesarias de este, que se detalla a continuación:

- Corriente del generador
- Voltaje del generador
- Voltaje de red pública
- Retroalimentación del generador
- Retroalimentación de la red pública
- Parada de emergencia
- Presión de aceite
- Temperatura del motor
- Alimentación de la batería del generador
- Motor de arranque
- Solenoide de combustible
- Retorno del solenoide de encendido
- Retorno del solenoide de apagado

## GRÁFICO N° 18

### PARTE POSTERIOR DEL ComAp AMF 20



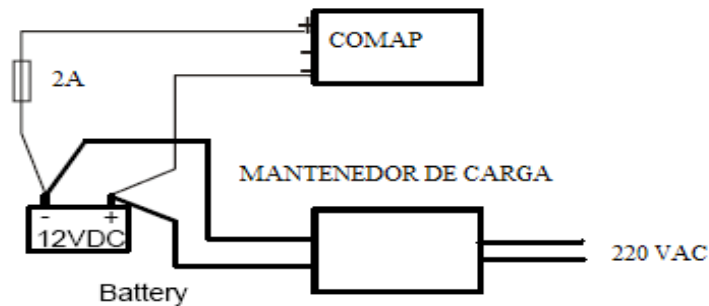
Fuente: Catálogo de productos comap

#### 3.4.3.1 Alimentación del módulo de transferencia

La alimentación del ComAp AMF 20, se la tomó de la batería del generador, que es de 12 VDC; este módulo dispone de condensadores internos que permiten al mismo continuar funcionando durante el arranque si acontece un hueco de tensión de la batería; la conexión fue protegida por medio de un fusible cilíndrico de 2 Amp y respaldando la batería mediante un mantenedor de carga conectado a la red de alimentación de 220 VCC.

## GRÁFICO N° 19

### ALIMENTACIÓN DEL ComAp AMF 20

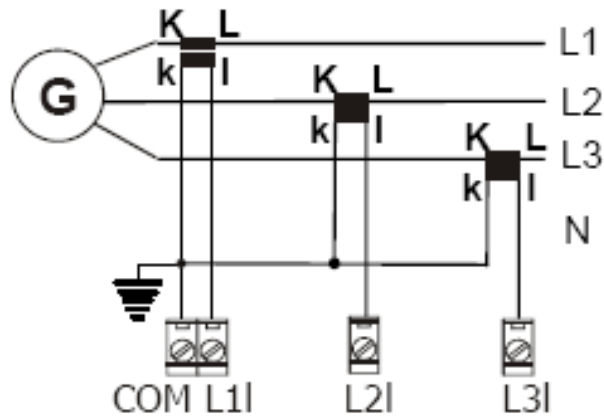


Fuente: Manual del módulo comap AMF 20

### 3.4.3.2 Medición de corriente del ComAp AMF 20

El módulo de control mide la corriente que el generador cede al sistema por medio de transformadores de corriente, ya que cuenta con terminales destinados para la conexión de los transformadores, esta medición lo muestra el módulo en su pantalla gráfica, la cual sirve para controlar y revisar al generador en caso de sobrecarga; los transformadores de corriente vienen incluidos en el grupo electrógeno, pero para esta aplicación se los retiró y se los instaló en el tablero de control, con el fin de reducir el cableado de control desde el generador hasta tablero de transferencia. El módulo acepta solo valores que en el secundario de los transformadores de corriente sean de 5 Amp, y se conecta como lo considera el siguiente esquema.

**GRÁFICO N° 20**  
**MEDICIÓN DE CORRIENTE DEL ComAp AMF 20**



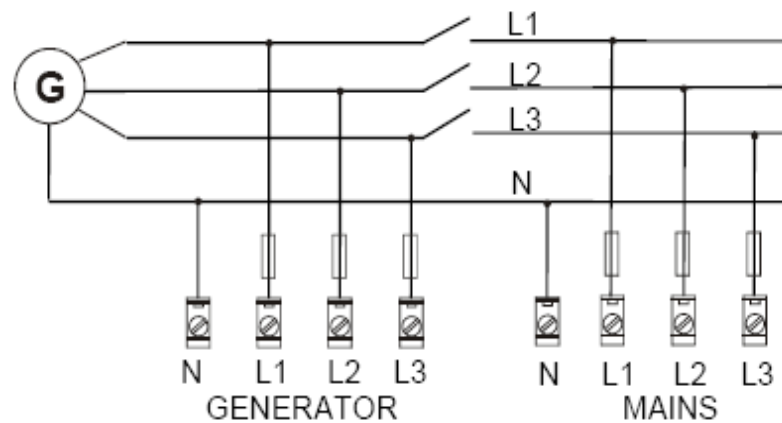
Fuente: Manual del módulo comap AMF 20

### 3.4.3.3 Medición de voltaje del ComAp AMF 20

El ComAp realiza la medición de voltaje, tanto de la red pública como la del generador, esta medición la realiza tomando en cuenta sus variables, ya que

dispone de terminales de conexión específicos para dicha función. Cuando existe corte de energía de la red pública, el módulo utiliza los valores de tensión obtenidos para automatizar el sistema; también detecta cuando el generador está en funcionamiento, analizando la frecuencia y bajo o sobre voltajes, utilizando las protecciones integradas en el módulo.

**GRÁFICO N° 21**  
**MEDICIÓN DE VOLTAJE DEL ComAp AMF 20**

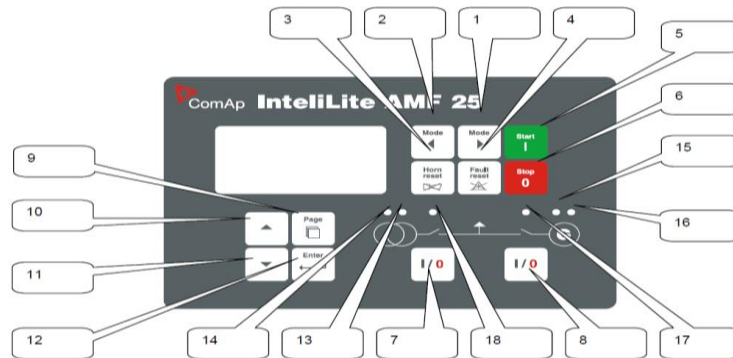


Fuente: Manual del módulo comap AMF 20

#### **3.4.3.4 Interfaz del ComAp AMF 20**

La calibración del sistema aconteció una vez instalados todos los equipos y realizadas las conexiones pertinentes, luego es necesario conocer el interfaz del módulo de transferencia con las funciones que realicen todos sus botones y sus luces led, debido a que desde allí se programa a todo el sistema; a continuación se detalla cada una de sus funciones.

**GRÁFICO N° 22**  
**ESQUEMA DE BOTONES Y LUCES DEL ComAp AMF 20**



Fuente: Manual del módulo comap AMF 20

**BOTONES**

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. <b>Mode</b> →      | Avance cíclico, selección del modo de operación del grupo electrógeno. (OFF -> MAN -> AUT -> TEST). |
| 2. ← <b>Mode</b>      | Retroceso cíclico, selección del modo de operación grupo electrógeno. (TEST -> AUT -> MAN ->OFF).   |
| 3. <b>Horn reset</b>  | Desactiva la bocina.  |
| 4. <b>Fault reset</b> | Confirma fallos y alarmas.  |
| 5. <b>Start</b>       | Arranca el grupo electrógeno.   |
| 6. <b>Stop</b>        | Para el grupo electrógeno.  |
| 7. <b>MCB ON/OFF</b>  | Abre/cierra manualmente el disyuntor de la red eléctrica.   |
| 8. <b>GCB ON/OFF</b>  | Abre/cierra manualmente el disyuntor del generador.   |
| 9. <b>Page</b>        | Selección cíclica del modo de visualización (MEDICIÓN ->AJUSTE).                                    |
| 10. ↑                 | Selecciona el valor de consigna, selecciona la pantalla o aumenta el valor de consigna.             |
| 11. ↓                 | Selecciona el valor de consigna, selecciona la pantalla o disminuye el valor de consigna.           |
| 12. <b>Enter</b>      | Confirma el valor de consigna.  |

## **LED**

13. **Red eléctrica presente: led verde.-** Encendido si hay presencia de la red eléctrica y se encuentra dentro de los límites.

14. **Fallo de red: led rojo.-** Empieza a parpadear cuando se produce un fallo en la red eléctrica y el grupo electrógeno no funciona, se ilumina constantemente cuando el grupo electrógeno se pone en marcha y se apaga cuando se reanuda la alimentación de la red eléctrica.

15. **Tensión del generador presente: led verde.-** Encendido si hay tensión del generador y está dentro de los límites.

16. **Fallo del grupo electrógeno: led rojo.-** Empieza a parpadear cuando se produce un fallo en el grupo electrógeno. Después de pulsar el botón FAULT RESET se ilumina permanentemente (si todavía hay una alarma activada) o se apaga (si no hay ninguna alarma activada).

17. **GCB ON: led verde.-** Encendido si el GCB está cerrado. Dirigido por la señal de retroalimentación.

18. **MCB ON: led verde.-** Encendido si el MCB está cerrado. Dirigido por la señal de retroalimentación.

### ***3.4.4 Ajustes del ComAp AMF 20***

En la operación y análisis de las señales que ingresan al módulo, se deben ajustar varios parámetros como: valores de potencia del generador, parámetros del motor, protección del grupo electrógeno y ajustes del ComAp AMF 20.

#### **Ajustes básicos**

Nombre del grupo electrógeno

IL-NT

Corriente nominal	50 KW
Potencia nominal	155 Amp
Relación TC	200 Amp / 5 Amp
Relación TP	1 V / 1 V
Relación TP V red eléctrica	1 V / 1 V
Tensión nominal Ph-N	128 V
Tensión nominal Ph-Ph	222 V
Frecuencia nominal	60 Hz
RPM nominal	1800 RPM
Modo de controlador	Auto
Reinicio fallo ir a manual	Deshabilitado

***Parámetro de motor***

RPM de arranque	25%
Presión de aceite de arranque	4,5 Bar
Tiempo máximo de arranque	5 seg
Pausa entre arranques	8 seg
Intentos de arranques	3
Tiempo de ralentí	12 seg
Tiempo mínimo de Estb	2 seg
Tiempo máximo de Estb	10 seg
Tiempo de refrigeración	200 seg
Tiempo de parada	60 seg
Solenoides de combustible	Diesel

***Protección del MOTOR***

Demora de protección del motor	5 seg
Tiempo límite de bocina	10 seg

Sobre velocidad	115%
Presión de aceite Wrm	2 Bar
Presión de aceite Sd	1 Bar
Demora de presión de aceite	3 seg
Temperatura de motor Wrm	80 °C
Temperatura de motor Sd	90 °C
Demora temperatura de motor	5 seg
Sobretensión de la batería	15,5 V
Subtensión de la batería	11 V
Próximo mantenimiento	10000 Horas

### ***Protección del generador***

Sobrecarga	120 %
Demora de sobrecarga	5 seg
Corriente de cortocircuito	250 %
Demora de cortocircuito	0,0 seg
Desequilibrio de la corriente	50 %
Demora de desequilibrio de la corriente	5 seg
Gen > V de parada	108 %
Gen < V de parada	75 %
Demora de V del generador	3 seg
Desequilibrio de tensión	10 %
Demora de desequilibrio de tensión	3 seg
Gen > f	110 %
Gen < f	85 %
Demora de f del generador	3 seg

### ***Fallo de red automático (AMF)***

Retorno desde isla	Auto
Demora de arranque de emergencia	5 seg
Demora de retorno de red	180 seg
Pausa de retorno de avance	1 seg
Demora de cierre del MBC	1 seg
Red eléctrica > V	110 %
Red eléctrica < V	60 %
Demora de tensión de red	2 seg
Desequilibrio de tensión de red	10 %
Demora de desequilibrio de tensión de red	2seg
Red eléctrica > f	103 %
Red eléctrica < f	97 %
Demora de la f de la red	0,5 seg
Lógico del MCB	Close-On
Retorno desde test	Manual
MCB abierto	Fallo de la Red
Test periodo	7 Días
Test duración	10 Min

### ***3.4.5 Operación del Tablero de Transferencia Automática***

La operación del tablero de transferencia automática, tiene como propósito transferir la carga de forma segura y automática entre dos fuentes de energía. Estas dos fuentes de energía son: la que proporciona la empresa pública y la que proporciona el generador de emergencia.

El panel de transferencia automática se constituye principalmente de un módulo de control y de un interruptor de transferencia automática; el módulo está alimentado

por la batería del generador, el cual energiza al sistema para actuar cuando se produce alguna falla eléctrica.

El sistema de transferencia está diseñado y sobredimensionado para que funcione automáticamente, para que en caso de alguna emergencia no necesita operador, además cuenta con un modo de funcionamiento opcional del tipo manual para ser operado mediante la interfaz del módulo de control, tomando en cuenta dos modos de operación: automático y manual.

Es de una importancia significativa realizar las revisiones físicas periódicas al generador para comprobar los niveles de aceite, agua del radiador, carga de baterías, nivel de combustible y realizar una limpieza general a la sala del generador y la del tablero de transferencia automática.

#### ***3.4.5.1 Operación en automático***

En este modo de operación es necesario configurar el módulo de control y verificar que los otros dispositivos del tablero de control estén en condiciones normales de uso, para lo cual se debe realizar los siguientes pasos:

- El pulsador de parada de emergencia debe encontrarse desactivado.
- El selector de bloqueo/desbloqueo debe estar en posición de desbloqueo, ya que ahí el módulo se encuentra energizado, mientras que en la posición de bloqueo la pantalla del módulo está apagada.
- Se debe elegir el modo de operación en el módulo de control, a través de sus botones, Mode → o Mode ←, hasta seleccionar el modo AUTOMÁTICO.

**GRÁFICO N° 23**  
**OPERACIÓN EN MODO AUTOMÁTICO**



Fuente: Mendoza Loor Hamilton Paul

Una vez ejecutado estos pasos de configuración, el sistema está listo para funcionar completamente automatizado, el cual permanece a la espera de una falla eléctrica, posteriormente el módulo espera un tiempo prudente para afirmar la falta de tensión en la red, luego envía a trabajar el generador en forma automática, espera hasta que el generador se estabilice en sus condiciones normales y esté listo para abastecer la carga, después envía al interruptor de transferencia automática a desconectarse de la red pública de la institución y a conectarse de la energía del generador. Cuando el sistema de alimentación de la empresa eléctrica local se restablece, el módulo de control ComAp detecta la presencia de tensión y vuelve a realizar la transferencia de carga a la red normal, y luego de monitorear si no hay nuevas interrupciones de energía en un determinado tiempo envía a apagar el generador.

#### ***3.4.5.2 Operación en manual***

En este modo de operación es necesario que una persona con conocimientos ejecute esta operación, ya que su proceso demanda de la selección correcta de los

botones y pasos para realizar el proceso de transferencia de la red pública al generador, por lo que se debe ejecutar los siguientes pasos:

- El pulsador de parada de emergencia debe encontrarse desactivado.
- El selector de bloqueo/desbloqueo debe estar en posición de desbloqueo, ya que ahí el módulo se encuentra energizado, mientras que en la posición de bloqueo la pantalla del módulo está apagada.
- Se debe elegir el modo de operación en el módulo de control, a través de sus botones, Mode → o Mode ←, hasta seleccionar el modo MANUAL.

#### GRÁFICO N° 24 OPERACIÓN EN MODO MANUAL



Fuente: Mendoza Loor Hamilton Paul

- Pulsar en el módulo de control la tecla Start para enviar a encender el generador. Se debe esperar hasta que el generador alcance las revoluciones nominales de trabajo y verificar sus variables en la pantalla como voltajes, frecuencia, temperatura del motor, presión de aceite.

- Pulsar el botón I/O que se encuentra a la izquierda del módulo, para enviar a desconectar el contacto de la red pública en el interruptor de transferencia automática.
- Pulsar el botón I/O que se encuentra a la derecha del módulo para enviar a cerrar el contacto del generador en el interruptor de transferencia automática, en este paso el generador entra a funcionar y abastece de energía eléctrica a la Universidad.
- Una vez que la red pública se restablezca se encienden dos luces led sobre el símbolo de transformador dibujado en el módulo y se deben verificar los niveles de voltaje en la pantalla del ComAp.
- Después de un tiempo prudente que se mantenga restablecido la red pública procedemos a realizar la transferencia a esta, desconectando el contacto del generador en el interruptor de transferencia y conectando el contacto de la red pública por medio de las teclas antes utilizadas I/O. Se debe tomar en cuenta primero desconectar el contacto del generador caso contrario no se realiza la transferencia.
- Finalmente se debe enviar a apagar el generador mediante el botón Stop, después de recibir la señal de apagado, el módulo interno del generador espera un tiempo de enfriamiento y se procede a apagarlo.

### **3.5 Alarmas del Módulo**

Están disponibles las siguientes alarmas:

- Falla del sensor
- Advertencia de peligro
- Interruptor abierto y refrigeración (BOC)

- Cierre
- Falla de red
- Secuencia de fases incorrecta

### **Falla del sensor**

Sensor de falla de las entradas analógicas se detecta en tres formas: El primer valor cuando se mide la resistencia es menor de la mitad del punto más bajo de las características del sensor. Segunda resistencia cuando el valor real es superior a 112,5% del punto más alto de las características del sensor. Falla del sensor está indicado por # # # # # símbolo de valor que se encuentra en vez de las medidas. El valor máximo permitido para la resistencia a las características del sensor es de 15000 Ohms.

### **Advertencia de peligro (WRN)**

Cuando la advertencia aparece, sólo salidas de alarma y salida de alarma común están cerradas.

### **Interruptor abierto y refrigeración (BOC)**

Cuando la alarma BOC aparece, IL-NT se abre CLOSE primera salida GCB / descarga al grupo electrógeno y luego, después de un tiempo de enfriamiento también se detiene el grupo electrógeno. Salidas de alarma y la salida de cierre comunes son activadas.

### **Cierre (SD)**

Cuando la alarma de desconexión aparece, InteliLite abre salidas GCB cierre / apertura de combustible, solenoide de arranque y pre arranque para detener el motor inmediatamente. Salidas de alarma y comunes salida de cierre están cerradas.

### **Falla de red (MF)**

Detección de falla de red depende de puntos de ajuste automático (niveles y demoras) de ajuste. Cuando la falla de la red aparece, el interruptor de red abre el circuito.

### **Secuencia de fases incorrecta**

La secuencia definida de fases en el controlador InteliLite es L1, L2, L3. Cuando las fases están conectadas en un orden diferente (por ejemplo, L1, L3, L2 o L2, L1, L3) se detectan las siguientes alarmas:

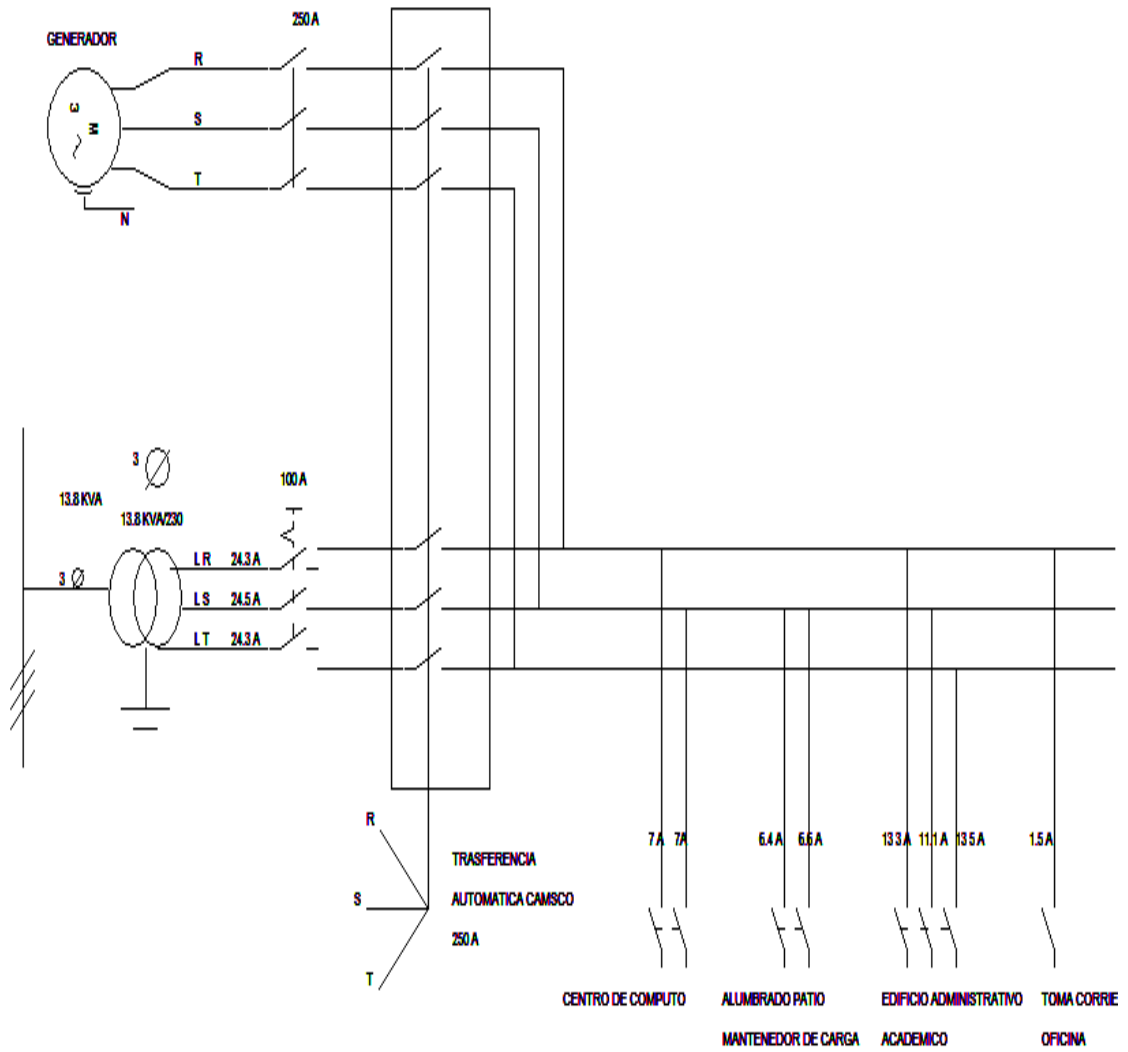
Gen CCW Rot = mal secuencia de fases del generador

Red Rot CCW = secuencia de fases de red incorrecta

### 3.6 Planos Eléctricos

GRÁFICO N° 25

Diagrama trifilar eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná



Fuente: Mendoza Loor Hamilton Paul

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se realizó el estudio de cargas y demanda eléctrica de la institución, el cual permitió obtener los cálculos necesarios para el adecuado dimensionamiento de los instrumentos del tablero de transferencia automática.
- La utilización de modernos instrumentos eléctricos permitió la optimización de espacios y ayudó a que la institución cuente con tecnología avanzada de acuerdo a las exigencias actuales de la educación.
- Se cumplió con el diseño e implementación del circuito de potencia y control, para transferir el suministro de energía eléctrica entre la red pública y el generador eléctrico de emergencia de 62,5 KVA, utilizando un interruptor de transferencia automática.
- Se realizó el diseño e implementación del circuito de control para recibir y enviar señales al interruptor de transferencia automática y al grupo electrógeno de emergencia, de esta forma se logró gozar de un sistema automático mediante un módulo ComAp AMF 20.
- Se programó el tablero de transferencia automática para que realice el encendido del grupo electrógeno y la transferencia automático en menos de un minuto, logrando así reducir el tiempo de conexiones a energías alternativas que se utilizaban.

- El tablero de transferencia automática instalado, funciona en dos modos de operación: manual y automático, el modo manual es un sistema auxiliar para trabajar cuando ocurra una falla del modo automático, especialmente del ComAp, este se activa con la manipulación del módulo de control.

## **4.2 Recomendaciones**

- Realizar los estudios de carga y demanda eléctrica, previo a la adecuación de un grupo electrógeno, tomando en cuenta futuros requerimientos e instalaciones de energía, para obtener el correcto funcionamiento del sistema.
- Utilizar dispositivos que se encuentran renovados en el mercado, debido a las actualizaciones de la tecnología, los cuales ayudan a que los espacios utilizados por los tableros de control sean de menor volumen.
- Implementar el presente proyecto a las instituciones públicas o privadas debido a los grandes beneficios conseguidos y al considerable progreso en cuanto a seguridad, eficacia y tiempo de respuesta que el sistema otorga, si se va la energía eléctrica.
- El personal de mantenimiento de la institución, debe realizar las limpiezas respectivas de la sala de control, especialmente de las partes internas de los tableros con las debidas precauciones.
- Capacitación al personal que trabaja en la institución, por parte de los encargados del grupo electrógeno, para que en caso de falla del modo automático, se pueda aplicar el modo de operación manual con la total seguridad del caso.

- Sería conveniente y necesario realizar seminarios talleres al interior de la institución para capacitar al estudiantado, especialmente a la carrera de Ing. en electromecánica, en temas relacionados al presente proyecto y otros similares, incentivando así a la creatividad y desarrollo de trabajos acordes a la especialidad.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 5.1 Bibliografía Citada

ALCALDE Pablo. *Electrotecnia*. Primera Edición. España, Madrid: Paraninfo. 2011. 483P. ISBN: 978-84-9732-861-6.

COMESAÑA Pablo. *Montaje e Instalación de Cuadros de Maniobra de Control*. Primera Edición. España, Vigo: Ideaspropias. 2008. 160P. ISBN: 978-84-96585-42-3.

CONEJO Antonio *et al.* *Instalaciones Eléctricas*. Primera Edición. España, Madrid: Interamericana. 2007. 416P. ISBN: 978-84-481-5639-8.

DURÁN José *et al.* *Automatismos Eléctricos e Industriales*. Primera Edición. España, Barcelona: Marcombo. 2012. 240P. ISBN: 978-84-26715-63-0.

ENRÍQUEZ Gilberto. *Protecciones de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales*. Segunda Edición. México, México DF: Limusa. 2011. 520P. ISBN: 978-968-18-6152-0.

FERNÁNDEZ José. *Sistemas de Regulación y Control*. Primera Edición. España, Barcelona: Marcombo. 2011. 190P. ISBN: 978-84-267-1734-4.

FUNDACIÓN METAL ASTURIAS. *Prevención de Riesgos Laborales para Electricidad*. Primera Edición. España, Valladolid: Lex Nova. Febrero 2009. 145P. ISBN: 978-84-9898-054-7.

GUTIERREZ, José *et al.* *El Proyecto del Centro de Transformación*. Primera Edición. España, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006. 223P. ISBN: 84-9705-959-X.

LUNA, Luis *et al.* *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en el Sector Agrario y Agroalimentario*. Primera Edición. España, Madrid: Mundi-Prensa. 2008. 542P. ISBN: 978-84-8476-324-6.

McLUHAN, Marshall. *Comprender los Medios de Comunicación*. Primera Edición. España, Barcelona: Paidós Ibérica. 2009. 416P. ISBN: 978-84-493-2203-7.

MUJAL, Ramón. *Tecnología Eléctrica*. Tercera Edición. España, Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya. 2009. 437P. ISBN: 8483017164.

NORMAN, Donald. *El Diseño de los Objetos del Futuro*. Primera Edición. España, Barcelona: Paidós Ibérica. Mayo 2010. 300P. ISBN: 978-84-493-2388-1.

PATIÑO, Gonzalo. *Planeamiento de un Presupuesto de Construcción*. Primera Edición. Colombia, Bogotá: (s.n). Abril 2007. 236P. ISBN: 978-958-701-806-6.

SANTAMARÍA Germán, CASTEJÓN Agustín. *Electrotecnia*. Primera Edición. España, Madrid: Editex. 2009. 347P. ISBN: 978-84-9771-536-2.

SEBASTIAN José, GONZALES Pedro. *Instalación Eléctricas Interiores*. Primera Edición. España, Barcelona: Marcombo. 2012. 368P. ISBN: 978-84-26715-61-6.

VALENTÍN José. *Automatismos Industriales*. Primera Edición. España, san Sebastián: Donostiarra. 2012. 248P. ISBN: 978-84-7063-463-5.

VILORIA José. *Manual de Mantenimiento de Instalaciones*. Cuarta Edición. España, Madrid: Paraninfo. 2008. 416P. ISBN: 978-84-283-2393-2.

## 5.2 Bibliografía Virtual

ÁLVAREZ Jonathan, NÁJERA Roberto. Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para el Funcionamiento de los Generadores de Energía Eléctrica en la Estación Osayacu, para la Empresa Petrocomercial. [en línea]. Ecuador, Sangolquí. 2010. [ref. 24 de Octubre del 2013]. (Tesis. Ing. Electrónica ESPE). Disponible en web: [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1650/6/T-ESPE-027402.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1650/6/T-ESPE-027402.pdf)

BAUTISTA Diego. Diseño e Implementación de un Sistema de Transferencia Automático para la Central de Generación de Lago agrío con el PLC Allen Bradley 1500. [en línea]. Ecuador, Latacunga. Octubre 2008. [ref. 16 de Octubre del 2013]. (Tesis. Ing. Electromecánica. ESPEL) Disponible en web: [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3495/1/T-ESPEL-0560.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3495/1/T-ESPEL-0560.pdf)

LUNA Christian, Transferencia y Sincronización Automática de Generadores de Emergencia en Instalaciones Industriales. [en línea]. Guatemala. Abril 2006. [ref. 22 de Octubre del 2013]. (Tesis. Ing. Mecánica Eléctrica. USCG). Disponible en web: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_7583.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_7583.pdf)

MONTATIXE Walter, PILLAJO Aníbal. Construcción de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para la central telefónica de Echandía de Andinatel S.A. [en línea]. Ecuador, Quito. Septiembre 2008. [ref. 18 de Octubre del 2013]. (Tesis. Tlg. Electromecánica. EPN) Disponible en web: [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2082/1/CD-1738%282008-10-14-10-26-10%29.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2082/1/CD-1738%282008-10-14-10-26-10%29.pdf)

SÁNCHEZ Edison. Automatización del Sistema de Transferencia de Energía Eléctrica entre la Red Pública y el Generador Eléctrico de 40KVA para el Edificio Wärtsilä Ecuador s.a. Utilizando PLC. [en línea]. Ecuador, Riobamba. 2012. [ref. 20 de Octubre del 2013]. (Tesis. Ing. Ingeniero en Electrónica Control y Redes

Industriales. ESPOCH) Disponible en web:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/108T0020.pdf>

VASQUEZ Hugo, CHINCHÍN Eduardo. Diseño e Implementación de un HMI para un Sistema de Transferencia Automática. [en línea]. Ecuador, Quito. Mayo 2007. [ref. 20 de Octubre del 2013]. (Tesis. Tlg. Electromecánica. EPN) Disponible en web: [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1411/1/CD-0746.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1411/1/CD-0746.pdf)

## 6. ANEXOS Y GRÁFICOS

### ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
LA MANÁ

**SEÑORES:**

**ESTUDIANTES, DOCENTES Y EMPLEADOS.**

Proyecto de tesis: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SECUNDARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ.”**

Para efectos de la realización de este proyecto se requiere recabar información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar la siguiente encuesta.

---

1. ¿Cómo considera la eficiencia de la energía eléctrica en la UTC- La Maná?

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

2. ¿Usted piensa que las instalaciones eléctricas en la UTC-La Maná son seguras?

Si ( )      No ( )

3. ¿Cree que es necesario la implementación de un generador eléctrico en la UTC-La Maná?

Si ( )      No ( )

**4.** ¿Cómo considera la instalación de un generador eléctrico para que continúen las clases si que existiera un corte de energía?

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

**5.** ¿Usted ha perdido horas clase por falta de energía eléctrica durante su carrera en la universidad?

Si ( )      No ( )

**6.** ¿Cómo considera el grado de iluminación en la UTC- La Maná para el desarrollo de las actividades académicas?

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

**7.** ¿Cómo considera la distribución de los tomacorrientes en las aulas de la UTC-La Maná?

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

**8.** ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los estudiantes?

Si ( )                      No ( )

**9.** ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la UTC- La Maná cuentan con protecciones adecuadas?

Si ( )      No ( )

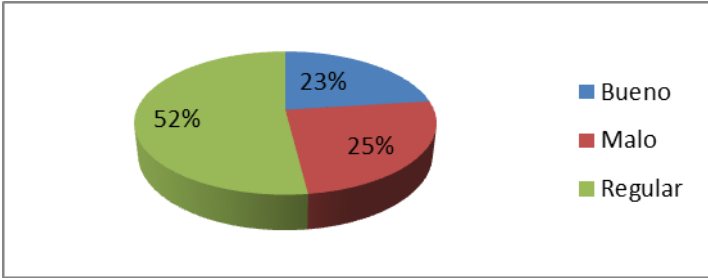
**10.** ¿Considera que el ruido provocado por el generador afectaría al aprendizaje?

Si ( )      No ( )

## ANEXO 2. TABULACIÓN GRÁFICA DE ENCUESTAS APLICADAS

### PREGUNTA 1

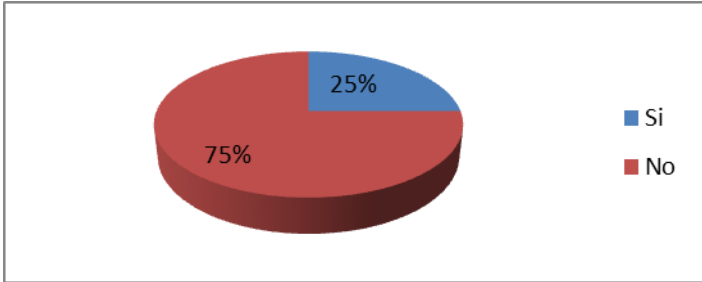
#### EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA



**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

### PREGUNTA 2

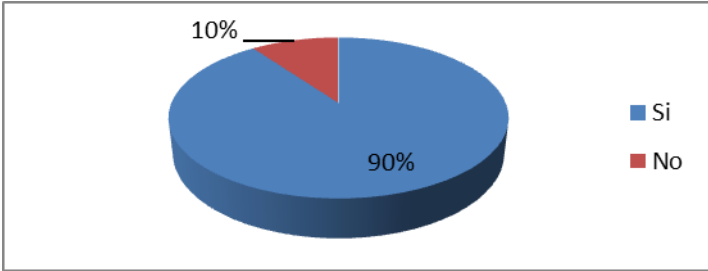
#### INSTALACIONES ELÉCTRICAS SEGURAS



**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

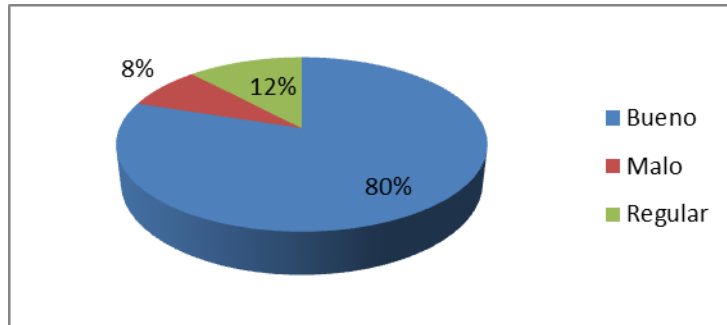
### PREGUNTA 3

#### IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO



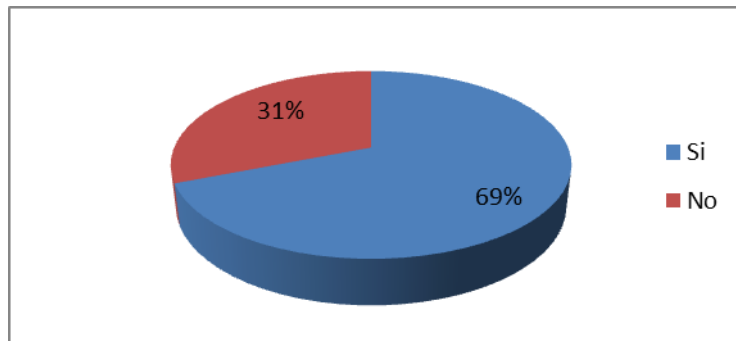
**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

**PREGUNTA 4**  
**GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINÚEN LAS CLASES**



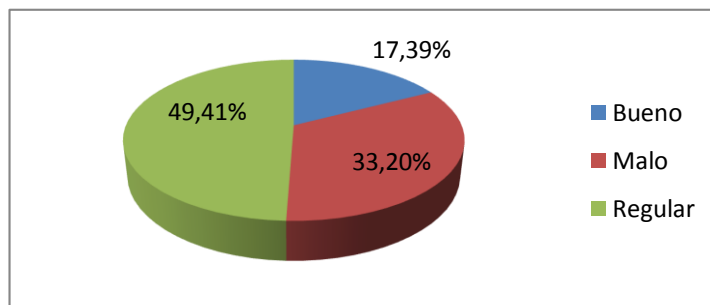
**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

**PREGUNTA 5**  
**PÉRDIDA DE CLASES POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**



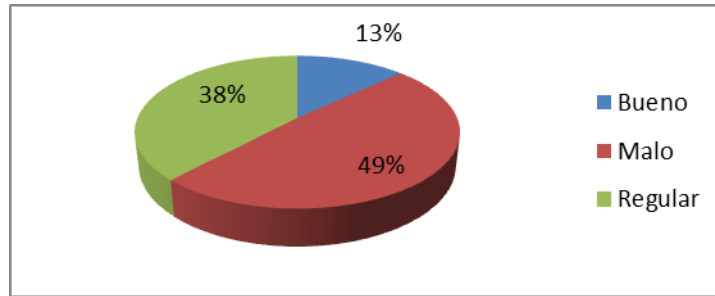
**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

**PREGUNTA 6**  
**GRADO DE ILUMINACIÓN EN LA UTC**



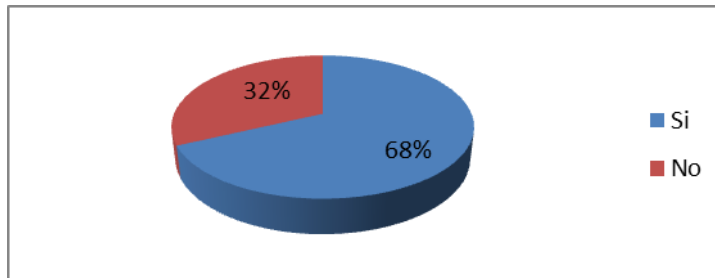
**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

**PREGUNTA 7**  
**DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES EN AULAS**



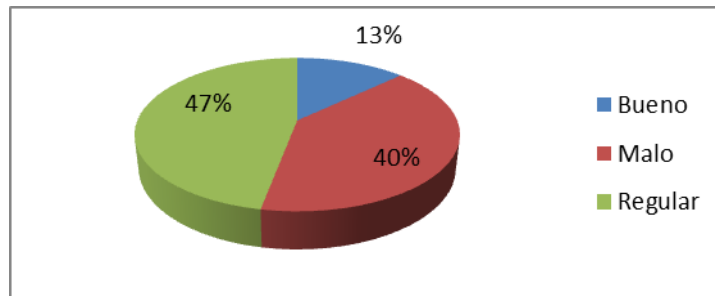
**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

**PREGUNTA 8**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES TIENEN RIESGOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS ESTUDIANTES**



**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

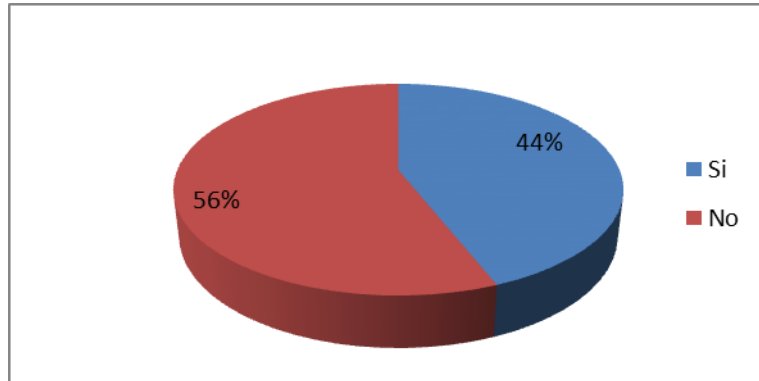
**PREGUNTA 9**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UTC CUENTAN CON PROTECCIONES ADECUADAS**



**Fuente:** Encuesta realizada.  
**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

### PREGUNTA 10

#### RUIDO DEL GENERADOR AFECTARÍA AL APRENDIZAJE



**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaborado por:** Mendoza Loor Hamilton Paul.

#### ANEXO 3. PLACA DE DATOS DEL GENERADOR.



#### **ANEXO 4. TRASLADO DEL GENERADOR.**



#### **ANEXO 5 . SALA DEL GENERADOR.**



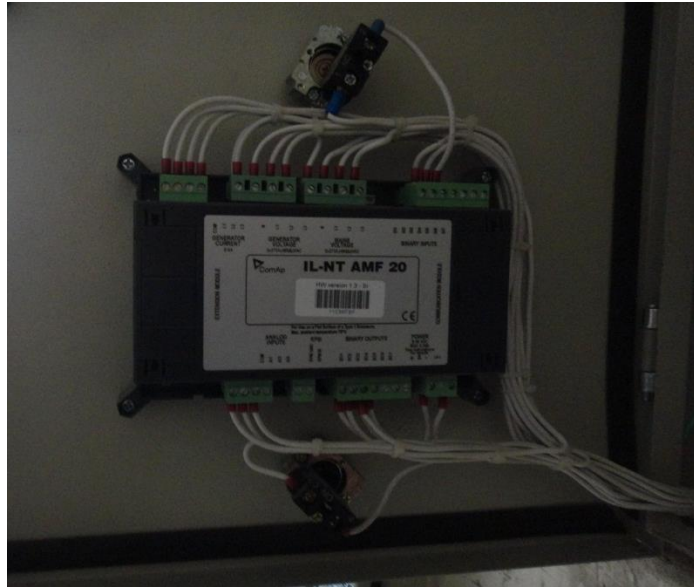
## **ANEXO 6. INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA.**



## **ANEXO 7. CABLEADO DE FUERZA DEL TABLERO.**



## ANEXO 8. INSTALACIÓN DEL COMAP AMF 20.



## ANEXO 8. INSTALACIÓN INTERNA DEL TABLERO.



**ANEXO 10. VISTA FRONTAL DEL PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.**

