



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

#### **TESIS DE GRADO**

#### **TEMA:**

**“DISEÑO DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012”**

#### **Autor:**

Martínez Reyes Luis David

#### **Director:**

Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando

La Maná – Ecuador

Octubre, 2014

## **AUTORIA**

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “DISEÑO DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012” son de exclusiva responsabilidad del autor.

---

Martínez Reyes Luis David

C.I. 1719205237

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de director del Trabajo de investigación sobre el tema: “**DISEÑO DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012**” de Martínez Reyes Luis David, egresado de la Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos y técnicos suficientes para ser sujeto de evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para el respectivo estudio y calificación.

La Maná, Octubre del 2014

El Director.

---

Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando

## **CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN**

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 DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012”, de Martínez Reyes Luis David, con C.I.1719205237, 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 Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad de Técnica de Cotopaxi su correcto funcionamiento a los cuatro días del mes de julio del año dos mil catorce.

Lcdo. Ringo López Bustamante. Mg. Sc

**COORDINADOR ACADÉMICO ADMINISTRATIVO**

Universidad Técnica de Cotopaxi- La Maná

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de miembros del Tribunal de grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas por cuanto, el postulante:

➤ **MARTINEZ REYES LUIS DAVID**

Con la tesis, cuyo título es: “DISEÑO DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012”

Ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al Acto de Defensa de Tesis en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Para constancia firman:

La Maná, octubre del 2014

Ing. Adrián Villacrés  
**PRESIDENTE**

Lcdo. Ringo López Bustamante. Mg. Sc  
**MIEMBRO**

Ing. Amable Bravo.  
**OPOSITOR**

Ing. Fernando Jácome  
**DIRECTOR**



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; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Martínez David cuyo título versa ***“DISEÑO DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012”***; lo realizó 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, octubre del 2014

Atentamente

---

Lic. Fernando Toquiza  
DOCENTE UTC – CCI  
050222967 - 7

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, porque en sus aulas tuve la oportunidad de conocer a grandes personas, a cada uno de los docentes por haber brindado sus conocimientos diariamente con empeño y dedicación para formar profesionales dignos, capaces y humanos, a mis compañeros los que están y los que se fueron tempranamente de este mundo de quienes aprendí mucho también.

Especialmente un agradecimiento formal al Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando por ser el director y guía en el desarrollo de la presente tesis, aportando sus conocimientos profesionales y éticos.

David Martínez

## **DEDICATORIA**

A mi padre Edison, mi motivación, quien desde el firmamento cuida cada uno de mis pasos, a mi madre Esperanza por la fe depositada y a toda mi familia por ser mi apoyo incondicional moral y constante que me brindan día a día, y a quienes me ayudaron a culminar esta etapa importante en mi vida.

David Martínez.



## ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
AUTORIA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
CERTIFICACION DEL DEPARTAMENTO DE IDIOMAS	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
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 Electricidad Básica	5
1.3.2. Magnitudes eléctricas y unidades	5
1.3.2.1. Variables eléctricas	5
1.3.2.2. Términos elementales de las magnitudes eléctricas y unidades	11
1.3.2.3. Símbolos eléctricos	12
1.3.2.4. Conexión de los elementos eléctricos	13
1.3.2.5. Confiabilidad	13

1.3.2.6. Intensidad de corriente	15
1.3.2.7. Densidad de corriente	15
1.3.3. Circuitos eléctricos	16
1.3.3.1. Teoría de circuitos	17
1.3.3.2. Topología de un circuito	17
1.3.3.3. Componentes de un circuito	18
1.3.3.4. Tipos de circuitos	18
1.3.3.5. Cargas eléctricas	24
1.3.3.6. Balance de cargas	27
1.3.4. Sistemas de distribución	30
1.3.4.1. Técnicas y métodos de distribución	33
1.3.5. Tableros de distribución	35
1.3.5.1. Características constructivas de los tableros	38

## **CAPITULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

2.1. Caracterización de la Institución	40
2.1.1. Historia	40
2.1.2. Misión	44
2.1.3. Visión	44
2.2. Operacionalización de las variables	45
2.3. Análisis e Interpretación de resultados	46
2.3.1. Metodología de la investigación	46
2.3.1.1. Tipos de investigación	46
2.3.1.2. Metodología	47
2.3.1.3. Unidad de estudio	47
2.3.1.3.1. Población	47
2.3.1.3.2. Tamaño de la muestra	48
2.3.1.3.3. Criterios de selección de la muestra	49
2.3.2. Métodos y técnicas	50
2.3.3. Análisis e interpretación de resultados de la	53

investigacion de campo	
2.3.3.1. Resultados de la encuesta	53
2.3.4. Análisis e interpretación de resultados	57
2.4. Verificación de la hipótesis	60
2.5. Diseño de la propuesta	61
2.5.1. Datos Informativos	61
2.5.2. Justificación	61
2.5.3. Objetivos	63
2.5.3.1. Objetivo general	63
2.5.3.2. Objetivos específicos	63
2.5.4. Descripción de la Aplicación	63
<b>CAPITULO III</b>	
<b>VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN</b>	
3.1. Tableros eléctricos	65
3.1.1. Datos del tablero principal	66
3.1.2. Tableros secundarios	67
3.2. Barras de distribución	68
3.2.1. Dimensionamiento de las Barras	69
3.3. Cargas Eléctrica	70
3.3.1. Estudio de Carga y Demanda	70
3.3.3. Medidas de cargas eléctricas	73
3.3.4. Aplicación de fórmula	75
3.3.5. Nueva Instalación eléctrica de alimentación a tableros primarios	75
3.3.6 Balance de cargas eléctricas	77
3.3.7. Cálculo de Calibre en Conductores	78
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
4.1. Conclusiones	83
4.2. Recomendaciones	84

<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	85
<b>6. ANEXOS</b>	88
6.1. Formato de encuesta	
6.2. Representación gráfica de encuesta	
6.3. Planos Eléctricos	
6.4. Costo de la implementación	
6.5. Fotografías	



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

LA MANÁ – ECUADOR

**TEMA: “DISEÑO DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012”.**

## RESUMEN

El actual trabajo investigativo fue elaborado con el fin de mejorar la calidad del servicio eléctrico dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, el cual se encontraba deteriorado debido a la falta de mantenimiento continuo e instalaciones obsoletas que fueron sustituidas; a esta problemática se sumaban los cortes energéticos frecuentes que afectaban el rendimiento académico de los estudiantes que en su mayoría cursan en el horario nocturno; por lo que el objetivo principal de este proyecto fue la implementación de un generador eléctrico, que abastezca de energía ante los frecuentes cortes.

Se determinó la situación actual de las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi a través de encuestas dirigidas a la población estudiantil; estos resultados reflejaron que esta institución presentaba graves deficiencias en cuanto a la calidad del servicio eléctrico y como este factor afectaba la calidad educativa de los estudiantes. Se revisaron los tableros, los mismos que se encontraban deteriorados por el uso inadecuado de los mismos. Por lo que posteriormente se elaboraron las actuales instalaciones eléctricas y se instaló un nuevo tablero secundario para alojarlas, teniendo en cuenta que brinde la seguridad y facilidad para realizar inspecciones.

La implementación de un generador eléctrico, y su correcto funcionamiento a través de la instalación de todos sus elementos con un tablero seguro y que cumpla con todas las normas técnicas, dio como resultado la eliminación de la pérdida de actividades académicas y administrativas por falta de energía, además se espera alargar la vida útil

de los equipos e instalaciones obteniendo así grandes beneficios para la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.



# COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

LA MANÁ - ECUADOR

**THEME: "DESIGN OF BARS AND DISTRIBUTION PANEL OF SECONDARY ELECTRICITY TO IMPROVE THE CAPACITY CHARGE AT THE COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY - LA MANÁ YEAR 2012".**

## ABSTRACT

*The present research work was developed in order to improve the quality of electric service within the Cotopaxi Technical University La Maná which was deteriorated due to the lack of continuous maintenance and obsolete electrical installations that were replaced. In addition, the problem of frequent power cuts was affecting the students' academic performance because most of them execute their academic activity in the evening hours; so the main goal of this project was the implementation of an electric generator that supplies power to the frequent power cuts.*

*The current situation of the electrical installations of the Cotopaxi Technical University was determined through surveys which were applied to the students' population. These results showed that this institution had serious deficiencies in the quality of electricity service and how this factor affected the quality of students' education. Panels were checked, and they were damaged by improper use of them. According to this, the current electrical installations were developed and a new secondary panel was installed to accommodate them, taking into account the security and facility of inspection.*

*The implementation of an electric generator and its proper functioning through the installation of all elements with a safe panel and compliance with all technical standards gave as result the elimination of the loss of academic and administrative activities for the lack of energy. Moreover, it is expected to extend the useful life of*

*equipment and electrical installations so getting great benefits to the community of the  
Cotopaxi Technical University La Maná*



## INTRODUCCIÓN

La electricidad es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Sin ella no existiría la iluminación conveniente, ni comunicaciones de radio y televisión, ni servicios telefónicos, y las personas tendrían que prescindir de aparatos eléctricos que ya llegaron a constituir parte integral del hogar.

Para la educación superior es importante el suministro eficiente de energía eléctrica para el normal desenvolvimiento de las actividades académicas y elevar el nivel de calidad educativa de los estudiantes.

El presente trabajo investigativo es conformado por tres capítulos que se distribuyen de la siguiente manera:

El Capítulo I hace referencia a la información teórica recopilada de fuentes bibliográficas que respaldan esta investigación donde se exponen los principales tipos de circuitos, propiedades de las cargas eléctricas y se explican cada uno de los principales conceptos y su clasificación.

El Capítulo II está compuesto por la reseña histórica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, las técnicas y métodos utilizados para esta investigación; se determina el tamaño de la muestra; se procede con la aplicación de las encuestas y la respectiva tabulación de los datos obtenidos para su posterior análisis e interpretación.

En el Capítulo III se realiza la validación de la aplicación, la viabilidad de la propuesta, las conclusiones y sus respectivas recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### *1.1 Antecedentes Investigativos*

Una vez realizadas las investigaciones en torno al tema, se presenta la información de dos proyectos similares

#### *1.1.1 Proyecto 1*

##### **Construcción de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica.**

##### ***Resumen***

La electricidad es originada por las cargas eléctricas, en reposo o en movimiento, y las interacciones entre ellas. Cuando varias cargas eléctricas están en reposo relativo se ejercen entre ellas fuerzas electrostáticas. Cuando las cargas eléctricas están en movimiento relativo se ejercen también fuerzas magnéticas. Se conocen dos tipos de cargas eléctricas: positivas y negativas. Los átomos que conforman la materia contienen partículas subatómicas positivas llamados protones, negativas que son los electrones y neutras, o neutrones. También hay partículas elementales cargadas que en condiciones normales no son estables, por lo que se manifiestan en determinados procesos como los rayos cósmicos y las desintegraciones radiactivas.

La electricidad y el magnetismo son dos aspectos diferentes de un mismo fenómeno físico, denominado electromagnetismo, descrito matemáticamente por las ecuaciones de Maxwell. El movimiento de una carga eléctrica produce un campo magnético, la variación de un campo magnético produce un campo eléctrico y el movimiento acelerado de cargas eléctricas genera ondas electromagnéticas (como en las descargas de rayos que pueden escucharse en los receptores de radio AM).

Debido a las crecientes aplicaciones de la electricidad como vector energético, como base de las telecomunicaciones y para el procesamiento de la información, uno de los principales desafíos contemporáneos es generarla de modo más eficiente y con el mínimo impacto ambiental. Las conclusiones a las que se llegó mediante el proyecto es que los beneficios son directos, logrando mayor eficiencia en el desenvolvimiento de la misma con la construcción del tablero de transferencia automática de energía eléctrica, para la central telefónica de Echeandía, “Andinatel S.A”, en la prov. De Bolívar.(MONTATIXE, Walter.2008. pág. 12)

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

#### **Gestión de riesgos en tableros de baja tensión.**

##### ***Resumen.***

El presente proyecto de graduación está basado en la gestión de riesgo en fallas eléctricas de tableros de control cuyo objetivo es analizar fallas eléctricas en plantas industriales mediante la identificación de señales, peligros y una pronta propuesta de acción correctiva. La lista de peligros eminentes que se muestra no es exhaustiva, en cada caso un ingeniero eléctrico tendrá que elaborar una lista propia, teniendo en cuenta lugar y ubicación que se desarrollarán.

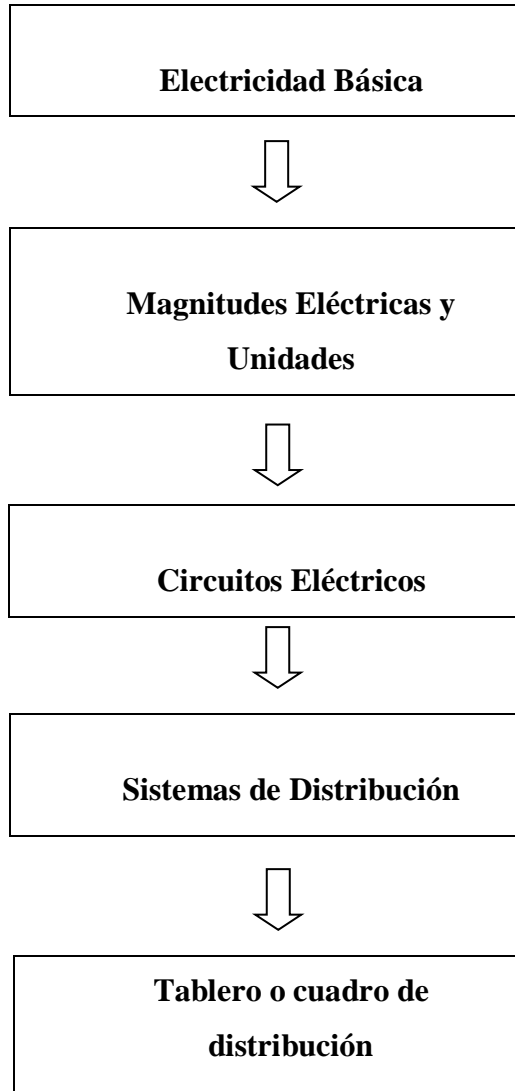
Este análisis se basa en el desarrollo de procedimientos encaminados a evaluar y controlar los riesgos eléctricos, realizando un informe de administración y consecuente cronograma de inspecciones diarias, mensuales, trimestrales, en acciones de protecciones de una máquina industrial. Dando así una seguridad en el manejo de equipos eléctricos y mejorando la ergonomía de cada operario.

Se consideran riesgos paralelos como mecánicos, físicos y químicos y hasta ergonómicos en instalaciones eléctricas donde se establecerán métodos y formatos referenciales apegados a las normas ISO: 9001,2000 y NEC 2005, ya que al contar con un manual de seguridad para cada uno de los procesos manejados en las industrias es una de las principales exigencias para ejercer una mejor gestión.

Poniendo así, una base de datos de inspecciones correctivas, preventivas con el desarrollo de las EPP. (Equipo de Protección Personal). Esta gestión muestra también, los equipos de seguridad más importantes, los efectos de la corriente en el organismo y la resistencia propia del cuerpo, las acciones a tomarse en caso de un accidente y la probable ubicación de las fallas dependiendo del equipo que se trate. (JORDAN Gary, 2010, pág.1)

## *1.2 Categorías Fundamentales*

**GRÁFICO # 1**



**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David.

## ***1.3 Marco Teórico***

### ***1.3.1 Electricidad Básica***

Los electrones, son partículas diminutas dentro de los átomos que producen electricidad, para saber que es la electricidad se necesita saber acerca de los átomos y los electrones que contienen.

Todo está formado por átomos. Hay unos 100 tipos diferentes de átomos en el universo. Pero los átomos se combinan de distintas maneras para formar todo lo que ves, tocas hueles, oyes y pruebas; desde las nubes hasta tus huesos. (LYONS Suzanne, 2011, pág.4)

Hace mucho tiempo la gente iluminaba sus casas con velas. Hoy la mayoría de las personas usan la electricidad. La electricidad es una forma de energía. La energía eléctrica se puede utilizar de muchas maneras. (WALKER Sally, 2008, pág. 6)

Todo lo que nos rodea en este mundo tiene algún tipo de energía, a esta energía que se presenta de distintas maneras se la conoce como electricidad, la electricidad en sus diversos tipos puede manifestarse como luz, calor, movimiento, entre otros.

### ***1.3.2. Magnitudes eléctricas y unidades***

#### ***1.3.2.1. Variables eléctricas***

Las variables fundamentales en un circuito eléctrico son la tensión y la corriente. El movimiento de los electrones dentro de un hilo conductor se denomina corriente

eléctrica. La corriente eléctrica se define como la cantidad de carga que atraviesa la sección del conductor por un segundo. La unidad de carga es el Culombio. La carga es una magnitud cuantificada que se presenta en múltiplos enteros de la carga del electrón. A un electrón se le asocia una carga negativa de valor extremadamente pequeño  $1,9 \times 10^{-19}$  Culombios.

La unidad de corriente en el Sistema internacional es el Amperio. Cuando por un conductor circula 1 Amperio, aproximadamente 6 billones de electrones atraviesan cualquier sección recta del mismo en un segundo. Por convenio se toma como sentido positivo de la corriente el de los portadores positivos en movimiento. En realidad los portadores de carga que se mueven son electrones y tienen carga negativa, pero una corriente de electrones que circula en un sentido equivale a una corriente positiva que circula en sentido contrario. Estos movimientos de cargas equivalen a una corriente

### ➤ *Corriente Alterna*

Si la diferencia potencial varía periódicamente con el tiempo, de tal forma que las cargas eléctricas se desplazan alternativamente en ambos sentidos, el tipo de corriente eléctrica recibe el nombre de corriente alterna (LOPEZ Luis, 2010, pág.495)

Se denomina corriente alterna en la magnitud y el sentido, varían cíclicamente. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de oscilación, tales como la triangular o la cuadrada. Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los conductores (HARPER Henríquez, 2007, pág.4)

Llamamos corriente alterna a la corriente que cambia constantemente de polaridad, es decir que circulan sucesivamente en dos sentidos a través de un conductor.

➤ *Corriente Continua*

Si entre los extremos de un conductor establecemos un campo eléctrico, este campo corresponde al establecimiento de una diferencia de potencial. Si esta diferencia de potencial se mantiene constante con el tiempo, las cargas eléctricas irán siempre en el mismo sentido y el tipo de corriente recibe el nombre de corriente continua (LOPEZ Luis, 2010, pág. 495)

En ocasiones es imprescindible el uso de la corriente continua, como en industrias electrolíticas.

En la corriente alterna las altas frecuencias presentan la característica de circular periféricamente por el conductor. La corriente continua para producir efectos similares a la alterna, necesita mayor intensidad y mayor tiempo de circulación. (ESPESO José, 2010, pág. 372)

Corriente continua es el flujo de cargas eléctricas que circulan siempre en la misma dirección a través de un conductor manteniendo siempre la misma polaridad.

➤ *Ley de Ohm*

Para que pueda iniciarse un movimiento, es necesario que la fuerza de desplazamiento seas mayor a la fuerza de rozamiento. La corriente eléctrica corresponde al desplazamiento de cargas a través de un conductor, tendrá que cumplir esto, es decir, la fuerza a que cada carga está sometida corresponderá a la fuerza eléctrica que sobre ella ejerce el campo eléctrico establecido entre los



extremos del conductor, y la fuerza de rozamiento que hay que vencer para que inicie su desplazamiento, que será proporcional a la velocidad (LOPEZ Luis, 2010, pág.498)

George Ohm fue capaz de demostrar que la corriente que fluye a lo largo de un circuito es proporcional a la diferencia de potencial existente a través de él. Su ley (Ley de Ohm) formalmente se define:

La corriente que fluye a través de un conductor metálico es proporcional a la diferencia de potencial que existe a lo largo de él, siempre que el resto de condiciones físicas permanezcan constantes (WATSON Tim, 2009, pág.19)

Básicamente podemos decir que en la Ley de Ohm se vincula a través de una ecuación la corriente, resistencia y el potencial eléctrico.

#### ➤ *Aplicaciones Eléctricas*

Se denomina corriente monofásica a la que se obtiene de tomar una fase de la corriente trifásica y un cable neutro., este tipo de corriente facilita una tensión de 230 voltios, lo que la hace apropiada para que puedan funcionar adecuadamente la mayoría de electrodomésticos y luminarias que hay en las viviendas. Desde el centro de transformación más cercano hasta las viviendas se disponen cuatro hilos: un neutro (N) y tres fases (R, S y T). Si la tensión entre dos fases cualesquiera (tensión de línea) es de 400 voltios, entre una fase y el neutro es de 230 voltios. En cada vivienda entra el neutro y una de las fases, conectándose varias viviendas a cada una de las fases y al neutro; esto se llama corriente monofásica (MARTIN Juan, 2007, pág.313).

Es de uso doméstico ya que esa línea no da un ancho de voltaje de  $230v \pm 10$ . Para la alimentación de una planta textil , se utilizaría tres cables conductores, siempre que ésta fuera de misma amplitud y frecuencia en los tres cables, entre cada uno de

ellos existe 120 grados que permitiría circular organizadamente a la energía. 120 grados entre cada uno (HERMOSA Antonio, 2005, pág.22).

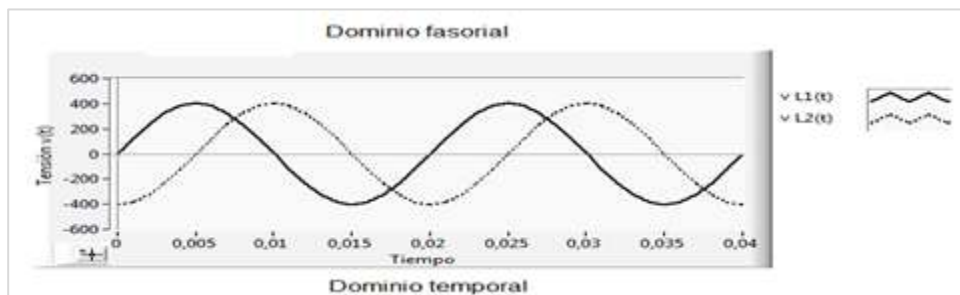
En ingeniería eléctrica, un sistema monofásico es la producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma. La distribución monofásica de la electricidad se suele usar cuando las cargas son principalmente de iluminación y de calefacción, y para pequeños motores eléctricos. Un suministro monofásico conectado a un motor eléctrico de corriente alterna no producirá un campo magnético giratorio, por lo que los motores monofásicos necesitan circuitos adicionales para su arranque, y son poco usuales para potencias por encima de los 10 kW.

### ➤ *Corriente Bifásica*

Se llaman corrientes bifásicas al sistema formado por dos corrientes alternas de la misma frecuencia, cuyas fem están desfasadas en  $\frac{1}{4}$  de su periodo. Si dos circuitos independientes entre sí, giran en un campo magnético, en cada uno de ellos se origina una corriente alterna pero cuando uno de ellos están en posición perpendicular a las líneas de campo (fem 0) el otro es paralelo a ellas (fem máxima). Las corrientes así producidas se llaman bifásicas (BURBANO Enrique, 2008, pág.543).

## GRÁFICO # 2

### CORRIENTE BIFÁSICA



En las aplicaciones de un sistema bifásico es un sistema de producción y distribución de energía eléctrica basado en dos tensiones eléctricas alternas desfasadas en su frecuencia  $90^\circ$ . En un generador bifásico, el sistema está equilibrado y simétrico cuando la suma vectorial de las tensiones es nula (punto *neutro*) que ocurre cuando las tensiones son iguales y perfectamente desfasadas  $90^\circ$  (MONTANE Paulino, 2008, pág.51).

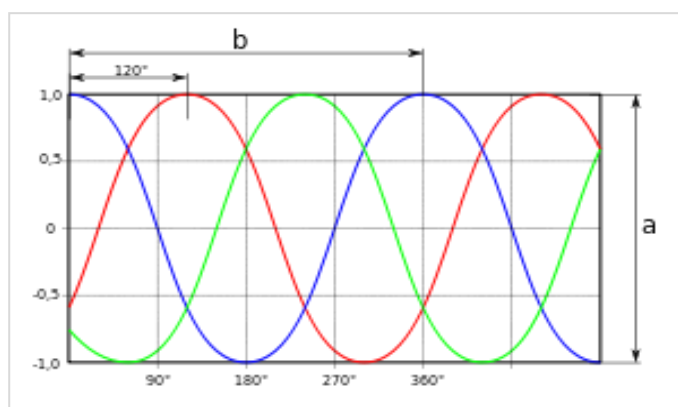
Se aplica al sistema eléctrico que tiene dos corrientes eléctricas alternas iguales, procedentes del mismo generador, cuyas fases respectivas se producen a la distancia de un cuarto de periodo.

### ➤ *Corriente Trifásica*

La corriente trifásica está formada por un conjunto de tres formas de oscilación, desfasadas una respecto a la otra  $120^\circ$

### GRÁFICO # 3

#### CORRIENTE TRIFÁSICA



Las corrientes trifásicas se generan mediante alternadores dotados de tres bobinas o grupos de bobinas, enrolladas sobre tres sistemas de piezas polares equidistantes entre sí. El retorno de cada uno de estos circuitos o fases se acopla en un punto,

denominado neutro, donde la suma de las tres corrientes, si el sistema está equilibrado, es cero, con lo cual el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables (MOLERO Yunta, 2005, pág.543).

Son la mayor aplicación y se originan en el transformador trifásico por tres circuitos independientes (generalmente idénticos) arrollados en tres sistemas de piezas polares equidistantes entre sí. Las tensiones en los bornes de cada uno de los circuitos independientes se les da el nombre de V1, V2, V3. Si los arrollamientos en los inducidos son idénticos, también lo serán las potencias e intensidades, (circuitos equilibrados) (BURBANO Enrique, 2008, pág.543).

La generación trifásica de energía eléctrica es la forma más común y la que provee un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es común mayoritariamente para uso en industrias donde muchas de las máquinas funcionan con motores para esta tensión.

### *1.3.2.2 Términos elementales de las magnitudes eléctricas y unidades*

**El voltio** es la diferencia de potencial entre dos puntos de un material por el que circula cuando la potencia disipada entre dos dichos puntos es de 1 vatio.

**El amperio** es la corriente que circula por un conductor con una resistencia de un ohmio cuando entre sus extremos se aplica una diferencia de potencial de un vatio.

**El vatio** es la potencia que en un segundo produce un julio de energía. El julio es el trabajo realizado cuando el punto de aplicación de una fuerza de 1 newton se desplaza un metro en la dirección de la fuerza.

**El ohmio** es la resistencia eléctrica entre dos puntos de un conductor cuando al aplicar una diferencia de potencial de un voltio entre dichos puntos provoca una corriente de amperio.

**El faradio** es la capacidad de un condensador, entre cuyas placas aparece una diferencia del potencial de un voltio cuando está cargado con un Columbio.



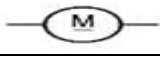


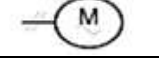





**El henrio** es la inductancia de un circuito cerrado en el que se genera una fuerza electromotriz de un voltio cuando la corriente del circuito del circuito varia de forma uniforme a razón de un amperio por segundo.

**El culombio** es la cantidad de electricidad transportada por una corriente de un amperio por segundo. (ÁLVAREZ Juan, 2005, pág. 7, pág. 13)

### 1.3.2.3. Símbolos eléctricos

Los símbolos más utilizados en circuitos básicos son los que se incluyen a continuación en la presente tabla:

**GRÁFICO # 4**

TABLA DE SÍMBOLOS ELÉCTRICOS		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS	
	R. Multifilar	R. Unifilar
Autotransformador monofásico		
Motor de corriente continua		
Motor de corriente alterna		
Voltímetro		Se utiliza el mismo
Amperímetro		Se utiliza el mismo
Vatímetro		Se utiliza el mismo
Óhmetro		Se utiliza el mismo
Megóhmetro		Se utiliza el mismo

Fuente: MANZANO Orrego J. José, 2008, pág. 5

#### ***1.3.2.4 Conexión de los elementos eléctricos***

Todos los elementos de un circuito se pueden conectar entre sí de dos formas básicas: en serie y en paralelo.

##### **➤ *Conexión en serie***

Dos o más elementos están en serie cuando todos ellos son recorridos por la misma corriente.

Dos elementos están en serie si se cumple simultáneamente:

- a) Un extremo de cada elemento está conectado al mismo punto.
- b) Ningún otro elemento está conectado a ese mismo punto.

##### **➤ *Conexión en paralelo***

Dos o más elementos están en paralelo cuando todos ellos están sometidos a la misma diferencia de potencial. Dos elementos están en paralelo si se cumple que los terminales de ambos elementos están conectados al mismo punto.

#### ***1.3.2.5. Confiabilidad (medidas necesarias)***

Según Cediél Jose, 2005: La confiabilidad de un sistema está directamente relacionada con su aptitud para mantener la continuidad de los servicios en las cargas que así lo requieran, cuando sucede alguna falla en alguno de los componentes que lo conforman. Depende directamente de la fiabilidad de los equipos instalados en el sistema y del tiempo de reparación de los mismos en caso de falla.

Un sistema debe garantizar la seguridad de las personas y de los procesos críticos ante cualquier eventualidad.

Contar con sistemas eléctricos tolerantes a las fallas, que garanticen el nivel de continuidad de servicio requerido por las cargas de acuerdo con su criticidad.

En nivel de confiabilidad dependerá de:

- El correcto diseño de las arquitecturas de distribución eléctrica.
- La selección adecuada de los equipos a ser instalados dentro de los sistemas de distribución. (Cadencia eléctrica y mecánica, capacidad de quedar bien en servicio al operar en condiciones límite (ICC, MTR, MTBF).
- La calidad de la potencia eléctrica dentro de la instalación dentro de la instalación. (Se debe garantizar un nivel de PQ óptimo de acuerdo con lo establecido en la CREG 024 o las sugerencias de IEEE 519 o EN50160)
- La instalación adecuada de los equipos
- Las políticas de mantenimiento tanto predictivo como correctivo
- Contar con servicios adecuados durante todas las fases del proyecto.

➤ **Confiabilidad (aspectos relevantes)**

Las cargas de un sistema se deben clasificar de acuerdo a su sensibilidad a la pérdida de continuidad de servicio:

1. Las cargas que aceptan paradas prolongadas. 1 o más horas (no prioritarias)
2. Las cargas que aceptan paradas por varios minutos (prioritarias)
3. Las cargas que deben alimentarse de nuevo en cuestión de segundos (esenciales)
4. Cargas que no aceptan ninguna interrupción (vitales)

### ***1.3.2.6. Intensidad de Corriente***

Intensidad de corriente es la carga eléctrica que circula por la unidad de tiempo. El sentido de la carga eléctrica se considera que es el movimiento de la carga positiva. En los hilos conductores la corriente se debe al movimiento de los electrones los que tienen carga negativa. El movimiento de los electrones tiene el sentido opuesto al de la corriente (TIPER Paul, 2006, pág.78).

Se denomina intensidad de corriente eléctrica a la carga eléctrica que pasa a través de una sección del conductor en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en  $C \cdot s^{-1}$  (culombios partido por segundo), unidad que se nomina amperio. Si la intensidad es constante en el tiempo se dice que la corriente es continua; en caso contrario, se llama variable. Si no se produce almacenamiento ni disminución de carga en ningún punto del conductor, la corriente es estacionaria (ARNALATARES Paúl, 2005, pág.210).

Se denomina intensidad de corriente a la cantidad de electrones o carga eléctrica que pasa por un conductor en un tiempo determinado, el equivalente a la intensidad de corriente eléctrica en un circuito hidráulico es la cantidad de agua que pasa por una tubería en una unidad de tiempo o caudal.

### ***1.3.2.7. Densidad de Corriente***

La corriente eléctrica que fluye a través de una bombilla, calienta el filamento hasta la incandescencia, la misma corriente apenas calienta los cables que la conducen. En caso de corrientes iguales circula el mismo número de electrones por segundo por un conductor delgado y por otro más grueso, sabiendo que en el conductor de menor sección, los electrones se mueven más rápido que en el de mayor sección. La



corriente que pasa por cada  $\text{mm}^2$  de sección se llama densidad de corriente (SENNER Adolf, 2007, pág.26).

Resulta claro que la corriente que pasa por una sección dada de conductor depende tanto del número de portadores de carga como de su velocidad. Consideremos un conjunto de cargas que se mueven todas con la misma velocidad. Supongamos que hay  $n$  cargas por unidad de volumen en cada punto del conductor tiene la dirección de la velocidad de arrastre y de módulo igual a la cantidad de carga que por unidad de tiempo atraviesa la unidad de superficie normal a la velocidad de arrastre (PUJAL Marcos, 2007, pág.34).

### ***1.3.3. Circuitos Eléctricos***

Circuito eléctrico es el conjunto de componentes eléctricos interconectados entre los que pueden circular una corriente eléctrica. Es el trayecto de una corriente eléctrica formado por conductores, que transporta energía eléctricamente entre fuentes a centrales eléctricas y cargas como son los consumidores. A estos circuitos se los puede representar gráficamente o mediante un esquema y cada componente eléctrico representa un símbolo en un circuito eléctrico o en cualquier sistema físico, ante esto es conocer la respuesta del mismo entre una determinada excitación en su entrada. (ALVAREZ Juan, 2007, pág.12).

A todo circuito eléctrico conjunto formado por resistencias, bobinas, condensadores, transformadores, generadores conectados entre sí, se origina una respuesta de tensión pueden analizarse por métodos algebraicos para determinar su comportamiento en corriente directa o en corriente alterna. Un circuito que tiene componentes electrónicos es denominado un circuito electrónico. Estas redes son generalmente no lineales y requieren diseños y herramientas de análisis mucho más complejos. (CAMPOMANER José, 2001, pág.180).

Circuito eléctrico es el trayecto o ruta que recorre una corriente eléctrica por un conductor. El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y dispositivos conductores, que incluye una fuente de fuerza electromotriz (FEM) que transporta la corriente de electrones por el circuito.

### ***1.3.3.1 Teoría de circuitos***

El estudio de los circuitos eléctricos que realiza la teoría de circuitos se divide en dos campos: el análisis y la síntesis de circuitos. Los objetivos fundamentales que se plantea en un circuito eléctrico o en cualquier sistema físico, es reconocer la respuesta del mismo ante una determinada excitación de su entrada, este problema le denominamos análisis de circuitos.

### ***1.3.3.2. Topología de un circuito***

Además de las ecuaciones características ligadas a los elementos, en los circuitos puede formularse otras ecuaciones derivadas de la interconexión de estos elementos es decir, derivadas de la topología del circuito. Estas ecuaciones se basan en las denominadas leyes de Kirchhoff.

Las ecuaciones derivadas de las leyes de Kirchhoff junto con otras ecuaciones características de los elementos, que permiten plantear un sistema lineal de ecuaciones donde las incógnitas son las variables eléctricas. La solución a ese problema puede darse de manera sencilla aplicando métodos de resolución de sistema de ecuaciones lineales, como la regla de Cramer o el método de Gauss o la inversión de matrices. En una aceptación amplia, una red lineal se rige por un

sistema de ecuaciones (integro- diferenciales) lineales con coeficientes constantes. (ÁLVAREZ, Juan. 2007, pág. 13)

### ***1.3.3.3 Componentes de un circuito***

Un circuito eléctrico es un conjunto de componentes eléctricos interconectados entre los que puede circular una corriente eléctrica. Los componentes eléctricos que forman los circuitos son: resistencias, condensadores, bobinas, fuentes de tensión y fuentes de corriente y fuentes de corriente. Un circuito eléctrico se puede representar gráficamente mediante un esquema eléctrico. En un esquema eléctrico cada componente eléctrico cada componente se representa con un símbolo eléctrico.

### ***1.3.3.4 Tipos de Circuitos***

Un circuito eléctrico consta en su forma más sencilla de un generador, un receptor (según el efecto que necesitemos), un elemento de mando y un conductor que hará de camino de ida y otro de vuelta, conectados de forma que permitan un paso continuo y cerrado de electrones si se unen componentes eléctricos, como bombillas e interruptores y se conectan los polos de los extremos (positivo con negativo) tenemos una conexión en serie. Si se conectan los polos de lado a lado (negativo con negativo y positivo con positivo) es una conexión en paralelo (TENA, José. 2009, pág.5).

Un circuito es una red eléctrica (interconexión de dos o más componentes, tales como resistencias, inductores, condensadores, fuentes, interruptores y semiconductores) que contiene al menos una trayectoria cerrada. Los circuitos que contienen solo fuentes, componentes lineales (resistores, condensadores,

inductores), y elementos de distribución lineales (líneas de transmisión o cables) pueden analizarse por métodos algebraicos para determinar su comportamiento en corriente directa o en corriente alterna (ALLAN, Robbins. 2008, pág.184).

Es un camino cerrado por donde fluye la corriente eléctrica, desde el polo negativo hasta el polo positivo de una fuente de alimentación (pila, batería, generador). Entre terminales positivos y negativos; por convención se dice que la corriente fluye de positivo a negativo, aunque de hecho el flujo de los electrones va de negativo a positivo.

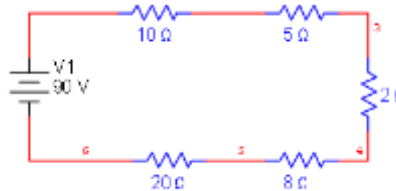
### ➤ *Circuito Serie*

Un circuito en serie es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores, interruptores, entre otros.) se conectan secuencialmente. La terminal de salida del dispositivo uno se conecta a la terminal de entrada del dispositivo siguiente (ALLAN, Robbins. 2008, pág.187).

Una asociación en serie de elementos es aquella en la que todos son atravesados por la misma intensidad eléctrica, teniendo en cada uno diferencias de potencial de todos los componentes receptores debe ser igual a la suma algebraica de las diferencias de potencial de todas las fuentes de alimentación (SAAVEDRA, Rubén. 2008, pág. 24).

El circuito serie es una configuración de conexión en que los bornes o terminales de los dispositivos se conectan secuencialmente, el terminal de salida de un dispositivo se conecta al terminal de entrada del dispositivo siguiente, por ejemplo, el terminal positivo de una pila eléctrica se conecta al terminal negativo de la pila siguiente, con lo cual entre los terminales extremos de la asociación se tiene una diferencia de potencial igual a la suma de la de ambas pilas. Esta conexión de pilas eléctricas en serie da lugar a la formación de una batería eléctrica.

**GRÁFICO # 5**  
**CIRCUITOS EN SERIE**



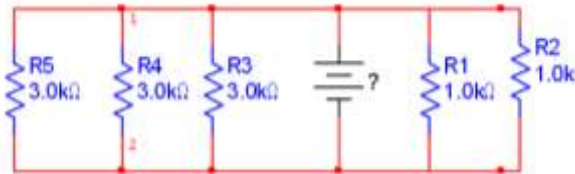
➤ *Circuito Paralelo*

En un circuito en paralelo cada receptor conectado a la fuente de alimentación lo está de forma independiente al resto; cada uno tiene su propia línea, aunque haya parte de esa línea que sea común a todos. Para conectar un nuevo receptor en paralelo, añadiremos una nueva línea conectada a los terminales de las líneas que ya hay en el circuito (ALLAN, Robbins. 2008, pág.187).

Una asociación en paralelo de elementos es aquella en la que todos están sometidos a la misma diferencia de potencial y son atravesadas por diferentes corrientes teniendo en cuenta la primera Ley de Kirchhoff, la intensidad que suministra la fuente de alimentación será igual a la suma algebraica de todas las corrientes que atraviesan los elementos ya que todos los puntos de conexión tienen igual potencial eléctrico (SAAVEDRA, Rubén. 2008, pág. 25).

Se define un circuito paralelo como aquel circuito en el que la corriente eléctrica se divide en cada nodo. Su característica más importante es el hecho de que el potencial en cada elemento del circuito tiene la misma diferencia de potencial.

**GRÁFICO # 6**  
**CIRCUITO PARALELO**



➤ *Circuito Triángulo*

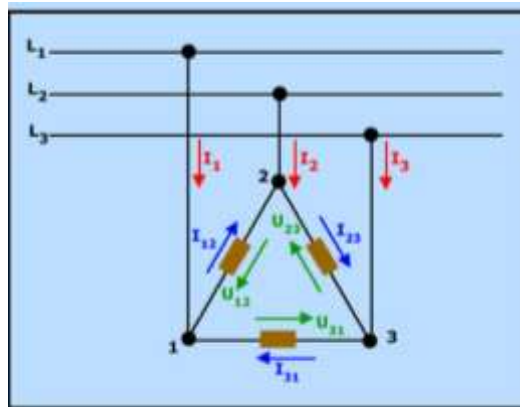
Una red eléctrica de impedancias con más de dos terminales no puede reducirse a un circuito equivalente de una sola impedancia. Una red de  $n$  terminales puede, como máximo, reducirse a  $n$  impedancias. Para una red de tres terminales, las tres impedancias pueden expresarse como un red delta ( $\Delta$ ) de tres nodos o una red estrella (Y) de cuatro nodos. Estas dos redes son equivalentes y las transformaciones de cada una de ellas. Una red general con un número arbitrario de terminales no puede reducirse al mínimo número de impedancias usando solamente combinaciones en serie o en paralelo (RODRIGUEZ, Antonio. 2007, pág. 96)

En un sistema trifásico con una conexión en triángulo tenemos que las intensidades que aparecen entre las impedancias o resistencias se encuentran en fase con las respectivas tensiones de esas resistencias. Pero asimismo, existe un desfase de  $120^\circ$  entre estas intensidades. Lo mismo sucede con las tensiones, es decir, hay un desfase de  $120^\circ$ . Así tenemos, y para entendernos mejor, que las intensidades de fase:  $I_{12}$ ,  $I_{23}$  e  $I_{31}$  se encuentran en fase con sus respectivas tensiones, que son las generadas en cada línea (ALAN, Erick. 2008, pág. 25)

En esta conexión los arrollamientos están conectados directamente a dos hilos de las líneas de ambos lados, lo cual determina de manera precisa la tensión aplicada y

desarrollada en cada enrollamiento. Además los tres arrollamientos de cada lado forman un circuito cerrado por el cual puede fluir una corriente ficticia que tenga igual sentido en las tres fases al mismo tiempo.

**GRÁFICO # 7**  
**CIRCUITO TRIÁNGULO**



➤ *Circuito Estrella*

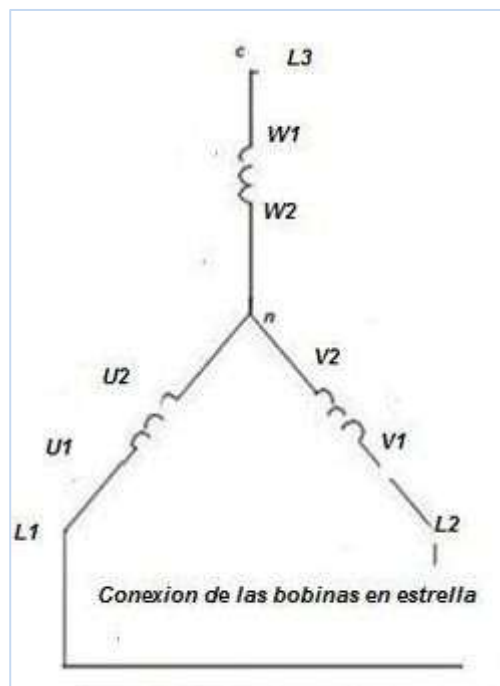
Esta conexión es la preferida en sistemas de alta tensión, debido a que la tensión en cada bobina es solo 1.73 veces menor que la tensión de línea. Y debido a que implica corrientes más elevadas, obliga al uso de conductores de mayor diámetro, lo que hace al transformador más apto para eventuar corto circuitos, existen ventajas que al permitir el conductor neutro, logra que todo el sistema tenga respecto a tierra una tensión prefijada, la desventaja que le afecta las armónicas, al momento de faltar uno de los transformadores el resto es incapaz de alimentar carga trifásica (ALAN, Erick. 2008, pág. 27).

La conexión en estrella y en un circuito para un motor trifásico, se emplea para lograr un rendimiento óptimo en el arranque de un motor, si tenemos un motor trifásico, y este es utilizado para la puesta en marcha de turbinas de ventilación que

tienen demasiado peso, pero deben desarrollar una rotación final de alta velocidad, deberemos conectar ese motor trifásico con un circuito que nos permita cumplir con los requerimientos de trabajo. Hemos observado, que los motores que poseen mucha carga mecánica, como el ejemplo anterior, les cuesta comenzar a girar y terminar de desarrollar su velocidad final. Para ello, se cuenta con la conexión estrella-triángulo o estrella (ROLDAN, José. 2009, pág.120).

En el punto de unión de las tres líneas los, voltajes se anulan, produciendo un potencial de cero voltios; a este punto se le conoce como punto neutro a los voltajes medidos entre dos líneas cualesquiera se les conoce como voltajes de línea, los voltajes medidos entre una línea cualesquiera y el neutro se le conoce como voltajes de fase o voltaje en la carga. Cuando se desconecta alguna de las fases, solamente se afecta a la carga que esa línea está alimentando. La corriente que demanda la línea, es también la corriente que consume la carga

### GRÁFICO # 8 CIRCUITO ESTRELLA





### *1.3.3.5 Cargas Eléctricas*

La carga eléctrica constituye una propiedad fundamental de la materia. Se manifiesta a través de fuerzas electrostáticas que son las responsables de los fenómenos eléctricos, su influencia en el espacio puede describirse con el auxilio de la noción física de campo de fuerzas. El concepto de potencial hace posible una descripción alternativa de esta influencia en términos de energías (NEGRETE, Valeta. 2008, pág.1).

En física, la carga eléctrica es una propiedad intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante atracciones y repulsiones que determinan las interacciones electromagnéticas entre ellas. La materia cargada eléctricamente es influida por los campos electromagnéticos, siendo a su vez, generadora de ellos. La interacción entre carga y campo eléctrico origina una de las cuatro interacciones fundamentales: la interacción electromagnética. (RODRÍGUEZ, Marcelo. 2007, pág. 10).

En general, es carga a todo cuerpo que está electrizado y que, por lo tanto, es capaz de interactuar eléctricamente. En vista de que, desde el descubrimiento de la electricidad, se observaron dos posibles comportamientos eléctricos (atracción o repulsión), El signo de las cargas es, por lo tanto, un modo de expresar el sentido de las fuerzas entre éstas. Las cargas eléctricas son potencias activas o aparentes que son creadas por el consumo de artefactos o maquinarias.

#### *➤ Cuantificación de la Carga*

La carga eléctrica es de naturaleza discreta, fenómeno demostrado experimentalmente por Robert Millikan. Por razones históricas, a los electrones se les asignó carga negativa:  $-1$ , también expresada  $-e$ . Los protones tienen carga

positiva: +1 o +e. Se les asigna carga fraccionaria:  $\pm 1/3$  o  $\pm 2/3$ . En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de carga eléctrica se denomina coulomb (símbolo C). Se define como la cantidad de carga que pasa por la sección transversal de un conductor eléctrico en un segundo, cuando la corriente eléctrica es de un amperio, y se corresponde con la carga de  $6,24 \times 10^{18}$  electrones aproximadamente (RICO, Doria. 2007, pág.198).

Es decir, que la carga siempre aparece como múltiplo de una carga que llamaremos electrón. Cuando el balance de cargas de un cuerpo es alterado, la carga que admite el cuerpo es un múltiplo entero de la carga del electrón. A pesar de considerar el principio de cuantificación de la carga, para desarrollar la teoría eléctrica se maneja el concepto de diferencial de carga (dq), ello es debido a que en el estudio solo nos interesa un valor estadístico de la carga total de los cuerpos (PEREZ, José. 2009, pág. 690).

La carga eléctrica no aparece en cualquier cantidad, sino en múltiplos enteros de una unidad fundamental o cuánto. La unidad fundamental de carga es la carga eléctrica del electrón. La carga se cuantifica en proporción a la cantidad de carga elemental que es el electrón de un átomo. En el Sistema Internacional un electrón posee  $q_e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$ .

### ➤ *Principio de Conservación de la Carga*

La imposibilidad de que varíe la carga de un sistema aislado. Esta ley de invarianza admitiremos que se cumple, asimismo, desde un punto de vista relativista. Por tanto, la carga no variará sea cual sea el sistema de referencia en el que se encuentre, y aunque la medición de ella se haga por observadores situados en diferentes sistemas de referencia, existen leyes de conservación muy fundamentales por encima de ellas que rigen para la energía y la cantidad de movimiento, las

cuales hacen que muchos casos sea posible la creación de una particular nueva mediante un proceso de choque (FRENCH, A. 2010, pág. 211).

Todo objeto cuyo número de electrones sea distinto al de protones tiene carga eléctrica. Si tiene más electrones que protones la carga es negativa. Si tiene menos electrones que protones, la carga es positiva. En concordancia con los resultados experimentales, el principio de conservación de la carga establece que no hay destrucción ni creación neta de carga eléctrica, y afirma que en todo proceso electromagnético la carga total de se conserva, tal como pensó Franklin (SANCHEZ, Emilio. 2008, pág. 225).

Toda la materia, es decir cualquier clase de cuerpo que pensemos, se compone de átomos y estos de partículas elementales como lo son los electrones, protones y neutrones estos tienen una propiedad llamada carga eléctrica (electrones y protones), ya que los neutrones son eléctricamente neutros.

### ➤ *Propiedades de la Carga Eléctrica*

Hay una variedad de experimentos simples para demostrar la existencia de fuerzas eléctricas, después de frotar un globo contra el cabello en un día seco, se observa que el globo atrae pedazos de papel. Con frecuencia la fuerza de atracción es lo suficientemente intensa que los pedazos de papel quedan suspendido. Cuando los materiales se comportan de esta manera, se dicen que están electrificados. (JEWETT, Serway. 2008, p.642).

La carga eléctrica es la propiedad de la materia responsable de la interacción electromagnética, que puede ser positiva la carga total de un conjunto de partículas es la suma algebraica, con signos de las cargas individuales la carga eléctrica total de un sistema aislado se conserva esta carga esta cuantizada solamente se presenta en cantidades discretas que son múltiplos enteros de una carga elemental (PIÑERA, Antonio. 2008, pág. 47).

La carga eléctrica constituye una propiedad fundamental de la materia. Se manifiesta a través de ciertas fuerzas, denominadas electrostáticas, que son las responsables de los fenómenos eléctricos. Su influencia en el espacio puede describirse con el auxilio de la noción física de campo de fuerzas. El concepto de potencial hace posible una descripción alternativa de dicha influencia en términos de energías.

#### ***1.3.3.6 Balance de Cargas***

Los desbalance de las cargas, pueden generar disparos indeseados de las protecciones así como una limitación adicional en la capacidad de las líneas dada por el límite término del conductores del neutro (CORREA, Carlos. 2007, pág. 17).

El balance de fases consiste en transferir carga entre fases de cada uno de los nodos del sistema, esta transferencia se realiza de forma manual teniendo en cuenta los diferentes tipos de conexión de las cargas (Y, D). La función objetivo tiene en cuenta estos costos a las restricciones de flujo de carga y límites operativos (RUIZ, Alejandro. 2006, pág. 37).

El equilibrio de cargas en la distribución, se realiza mediante la adecuada conexión entre cada una de las fases de modo que, para la fuente de alimentación, todo el conjunto sea equivalente a una carga resistiva equilibrada que no exceda del 5% de desbalance entre fases, que deben existir en una instalación eléctrica.

#### **➤ *Técnicas y Métodos para Balancear Cargas***

La técnica Simulated Annealing, basada en el proceso físico de templado de materiales, este proceso consiste en la formación de estructuras cristalinas, de

condiciones de resistencias mecánicas superiores durante su proceso de enfriamiento antecedido por una evaluación de temperatura. Para el problema de balanceo de fases, utiliza la aleatoriedad que permite el método de escapar de óptimos locales mientras que las fases de enfriamiento hacen la búsqueda cada vez más localizada (CARMONA, Oscar. 2007, pág. 1).

La técnica Colonia de Hormigas toma su inspiración del comportamiento de búsqueda de alimentos de las hormigas reales, para resolver problemas complejos combinaciones. Algunas de sus principales características son el esfuerzo positivo de las buenas soluciones y su alta capacidad de paralelización. Cada hormiga representa una solución del problema recorriendo un tramo (MARROQUIN, Oscar. 2008, pág. 23).

Existen diferentes métodos aplicables para balancear cargas (consumidores de energía) el desbalance permitido no debe exceder al 5%, lo que quiere decir que las cargas totales conectadas a cada fase de un sistema bifásico o trifásico no deben ser diferentes una de la otra en un porcentaje mayor al 5%. La fórmula para determinar el desbalance es la siguiente:

**TABLA # 1**

<b>FÓRMULA PARA DETERMINAR DESBALANCE DE CARGAS</b>
$\%D = (CM - cm) \times 100 / CM$

Fuente: MARROQUIN Oscar, 2008

### ➤ *Equilibrio de Carga de un Alimentador*

Un sistema de distribución con las con las magnitudes de corriente de sus fases prácticamente equilibradas es el ideal, prácticamente resulta imposible mantenerlas en esta condición por lo que es necesario tratar de que las corrientes sean lo más iguales posibles. El grado de desbalance de corrientes entre fases puede ser expresado mediante un índice de desbalance que es definido como, se puede observar que el valor de este índice es cero cuando existe un balance total también puede ser implementado igualmente en voltajes (WESTINGHOUSE, 2008, pág.23).

El equilibrio de cargas debe obtenerse a lo largo del alimentador primario y solo conforme a las corrientes de línea del alimentador a la salida de la subestación. Si un alimentador solo sirve cargas trifásicas, el equilibrio no es un problema por presentar en su mayoría desequilibrios poco considerables donde existen ramales monofásicos, es decir cada fase de un alimentador sirve todos los transformadores de distribución en un sector, es necesario seleccionar las áreas de la fase tal que la carga en cada fase sea la misma (ACHURI, Humberto. 2007, pág.54).

Las corrientes desbalanceadas producen voltajes desbalanceados que traen consigo caída de voltaje en líneas, transformadores, etc. Y como de eso se da desequilibrios en las tenciones aplicadas en las cargas. En los sistemas de distribución que presenten cargas desequilibradas tiene un costo operativo mayor. El balanceo del sistema consiste en redistribuir las cargas de este, de tal forma que opere de la manera más balanceada posible. Por eso es de vital importancia mantener balanceadas las fases en el arranque de las alimentadoras puesto que todos los análisis y conceptos utilizados se basan en tener un sistema equilibrado y balanceado.

#### ***1.3.4 Sistemas de Distribución***

En los sistemas de distribución interesan la confiabilidad de operación, para mejorar el servicio a los consumidores, y la confiabilidad de planificación, para diseñar redes eléctricas con poca probabilidad de fallas. La confiabilidad de distribución es definida por IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) (BAEZA, Ricardo. 2007, pág. 33-39).

Un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión eléctrica, ubicados generalmente en diferentes lugares (ALAMOS, Juan. pág.1).

Los sistemas de distribución son un conjunto de líneas que están ubicadas cerca de las áreas de consumo del servicio eléctrico, es responsabilidad de la compañía suministradora (distribuidora) que ha de construir y mantener las líneas necesarias para llegar a los clientes. Estas líneas, realizadas a distintas tensiones, y las instalaciones en que se reduce la tensión.

##### **➤ *Sistemas de Distribución Industrial***

Comprende a los grandes consumidores de energía eléctrica, tales como las industrias del acero, químicas, petróleo, papel, etc. Que generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión. Es frecuente que la industria genere parte de su demanda de energía eléctrica mediante procesos a vapor, gas o diesel. El sector industrial es, después del sector residencial, el segundo mayor consumidor de energía eléctrica. Este tipo de sistemas tiene sus propias características, como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y

de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia. (RIOS, Carlo. 2008, pág. 25).

Las instalaciones eléctricas industriales, son el conjunto de elementos, aparatos y equipos que se encargan de la recepción, conducción, transformación, control, medición, protección, distribución y utilización de la energía eléctrica. Algunas instalaciones eléctricas industriales cuentan con su propia planta de generación de energía eléctrica, constituida por los turbogeneradores, tal es el caso de los ingenios azucareros, refinerías de Pemex, complejos petroquímicos, plataformas petroleras (VENTURA, Isaías. 2007, pág.3).

Toda instalación eléctrica del tipo industrial lleva como fundamento cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa del proyecto esencialmente el objeto de la instalación de proporcionar la energía eléctrica, necesaria y suficiente a los distintos elementos receptores que la transforman según sean las necesidades. El alcance de trabajo de las instalaciones eléctricas industriales inicia con la construcción de la acometida eléctrica, esta puede ser de media, alta o baja tensión.

#### ➤ *Sistemas de Distribución Comerciales.*

Es un término colectivo para sistemas de energía existentes dentro de grandes complejos comerciales y municipales, tales como edificios de gran altura, bancos, supermercados, escuelas, aeropuertos, hospitales, puertos, etc. Este tipo de sistemas tiene sus propias características, como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia (ALAMOS, Juan. 2007, pág.1).

Las instalaciones eléctricas comerciales construidas conforme a lineamientos técnicos y normativos modernos, contribuyen al ahorro de volúmenes considerables de energía eléctrica en la planta industrial y edificios comerciales, algunos ahorros



pueden lograrse mediante un trabajo de reingeniería de la instalación eléctrica comercial, cuando la instalación eléctrica comercial ya está terminada mientras que otros se consiguen mediante un simple cambio de equipos o dispositivos (SANCHEZ, Luna. 2008, pág.409)

Cada circuito de una instalación eléctrica comercial tiene algún valor inherente de resistencia y reactancia por lo que cada instalación eléctrica desperdicia alguna cantidad de energía eléctrica en forma de calor conocida en la profesión de instaladores eléctricos como pérdidas por  $I^2 R$  o perdidos por efecto Joule.

### ➤ *Sistemas de Distribución Urbana*

Alimenta la distribución de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de cargas pequeña. Son sistemas en los cuales es muy importante la adecuada selección en los equipos y el dimensionamiento (ALAMOS, Juan. 2009, pág.1).

Los centros urbanos y centros de consumo de la energía eléctrica tienen subestaciones, cuyos transformadores se encargan de reducir el voltaje a un valor práctico de utilización. Este voltaje es llevado a los consumidores y usuarios a través de líneas de distribución cuyos sistemas y características es muy importante conocer. En la presente unidad, además de describir los diferentes sistemas de distribución, se estudiarán las principales características de las acometidas residenciales (GONZALES, Oscar. 2008, pág. 12).

La distribución de la energía eléctrica urbana ofrece grandes oportunidades a los electricistas que posean conocimientos bien fundamentados sobre la materia y constituye uno de los temas más interesantes y lucrativos en el campo de la electricidad.

### ➤ *Sistemas de Distribución Rural.*

Estos sistemas de distribución se encargan del suministro eléctrico a zonas de menor densidad de cargas, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y las cargas pequeñas, es elevado el costo del kWh consumido. En muchos casos es justificado, desde el punto de vista económico, la generación local, en una fase inicial, y sólo en una fase posterior, puede resultar económica y práctica la interconexión para formar una red grande (ALAMOS, Juan. 2007, pág.1).

Correspondientes a zonas rurales y urbanas e industriales. Esta distinción presenta, en general, una transición continua, dándose las características de la electrificación rural en zonas suburbanas. Para tener en cuenta este hecho se habla de electrificación regional, como la correspondiente a zonas rurales y pueblos de hasta 50.000 habitantes (GUERRA, Julio. 2008, pág.1).

En los centros rurales, centros de consumo de la energía eléctrica tienen subestaciones, cuyos elementos se encargan de transformar el voltaje para el consumo. Esta energía es llevada a los consumidores y usuarios a través de líneas de distribución cuyos sistemas y características es muy importante conocer. En la presente unidad, además de describir los diferentes sistemas de distribución, se estudiarán las principales características de las acometidas residenciales.

#### ***1.3.4.1 Técnicas y Métodos de Distribución***

Para comprobar las características de operación, confiabilidad y seguridad de un sistema de distribución industrial, es necesario efectuar una serie de estudios analíticos; los cuales entregan índices de funcionamiento, cuya exactitud dependerá del modelo empleado en la representación del sistema todos los elementos se

representan por sus parámetros de confiabilidad en un modelo grafico (ALAMOS, Juan. 2007, pág.2).

En esta Sección se propone una metodología para determinar la confiabilidad de una red de distribución eléctrica. Obtención de los parámetros de confiabilidad de cada componente de la red, en base a datos históricos o a ecuaciones. Se consideran la tasa de fallas por año, y el tiempo de reparación en horas. Determinación de la matriz de estados para la topología de operación considerada en la red. Como topología se considera tramos de alimentadores, arranques, separados por interruptores, fusibles y reconectores. (BAEZA, Ricardo. 2007, pág.36).

Las técnicas de la distribución de energía eléctrica están en un proceso constante de evolución en el tipo de herramientas utilizadas, en los tipos de estructuras y en los materiales con los que se construyen las redes de distribución y en los métodos de trabajo de las cuadrillas de construcción y mantenimiento, reflejada también en la metodología de diseño y operación empleado computadores (programas de gerencia de redes, software gráfico (RAMIREZ, Samuel. 2009, pág.3).

### ➤ *Tipos de Desbalance en los Sistemas de Distribución*

Es claro que un desbalance de cargas puede dar lugar a pérdidas en las tensiones, especialmente en el ámbito de baja sin embargo, la situación no deja de ser crítica en el primario, en particular cuando se trata de un sistema trifásico de 4 hilos con protección con fallas a tierra. Tal protección puede desconectar el circuito cuando la intensidad de corriente para la cual ha sido circulada por el neutro, debido al desbalance de cargas (CARMONA, Oscar. 2007, pág.55).

Aunque los circuitos primarios de distribución sean trifásicos, es muy común atender los usuarios mediante transformadores de distribución y redes secundarias que en su mayoría son monofásicos. Esto se debe a que es más barato construir circuitos primarios con un tramo principal trifásico y derivaciones de una o dos

fases hacia sectores de menor carga y el utilizar transformadores de distribución y redes secundarias monofásicas, que construir un sistema completamente trifásico (ZAPATA, Carlos. 2007, pág.55).

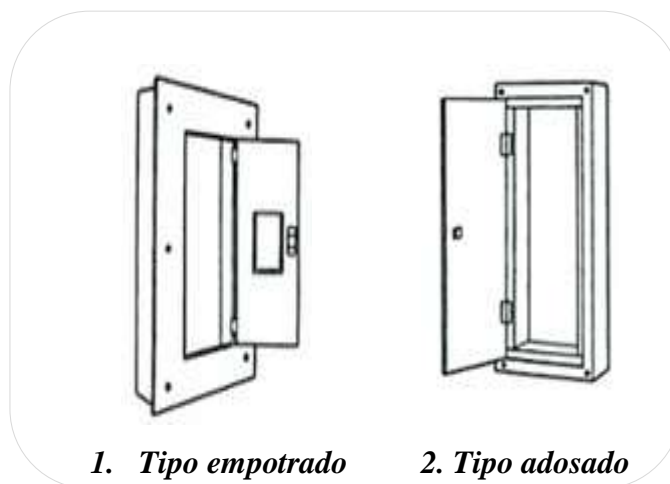
Muchos circuitos primarios de distribución trifásicos son desbalanceados porque, primero, atienden a sus usuarios por medio de transformadores de distribución monofásicos; segundo, utilizan componentes de operación monopolar; y, tercero, la mayoría de las fallas que afectan sus componentes son monofásicas.

### ***1.3.5 Tableros de distribución.***

Los tableros de distribución proporcionan un medio compacto y conveniente de agrupar en un mismo punto los interruptores y los aparatos de protección de un circuito. Para el control de los circuitos de alumbrado, calefacción o circuitos de potencia de pequeña capacidad tanto individual como agrupada, destinados a ir montados en un armario o caja de cortacircuitos junto a o empotrados en una pared o tabique y accesibles solamente por su parte anterior.

#### **GRAFICO # 9**

#### **TIPOS DE TABLERO**



***1. Tipo empotrado***

***2. Tipo adosado***

Fuente: CROFT Terrell, 1994, pág.78

Los tableros de distribución pueden ser de tipo empotrados o de superficie. Los primeros se utilizan en instalaciones empotradas u ocultas y tienen la ventaja de no ocupar espacio en la habitación donde se montan.

Las cajas de tipo de superficie se utilizan en instalaciones a la vista. Las cajas se construyen generalmente con chapa de acero de espesor no inferior al N° 16 de la galga de estándar U.S. La chapa debe estar galvanizada o llevar algún tipo de protección contra la corrosión.

Alrededor del tablero deben dejarse de canales de espacio suficientes para el paso de los hilos de conexión. El código exige que, en todos los armarios de distribución con conexiones para más de ocho conductores, se prevean espacios libres laterales o posteriores para conexión.

Estos espacios deben estar separados de los tableros y de los otros aparatos, mediante tabiques formando compartimentos, salvo el caso que todos los hilos entren en la caja por puntos directamente opuestos a sus conexiones terminales en el tablero.

Las anchuras mínimas de los canales requeridos donde los conductores verticales son desviados a la entrada o salida de la caja de distribución son las siguientes:

**TABLA # 2**

**ESPACIO DE DOBLADO MÍNIMO**

Tamaño de hilo		Hilos por terminal									
		1		2		3		4		5	
AWG o MCM	mm <sup>2</sup>	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	Mm	pulg.	mm
4-8	2,1-8,7	No especificado	No especificado								
6	13,3	1½	25-13								
4-3	21-27	2	51								
2	34	2½	64								
1	42	3	76								
0-00	54-67	3½	89								
000-0000	85-107	4	100	6	150	8	200				
250 MCM	127	4½	115	6	150	8	200	10	250		
300-350	152-177	5	125	8	200	10	250	12	300		
400-500	205-255	6	150	8	200	10	250	12	300	14	360
600-700	305-355	8	200	10	250	12	300	14	360	16	410
750-900	380-460	8	200								
1000-1250	510-630	10	250								
1800-2000	710-1010	12	300								

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Fuente:** CROFT Terrell, 1994, pág. 78

Por lo general los tableros de distribución constan de un grupo de barras de cobre o aluminio, llamadas también barras principales, en las que se han previsto derivar circuitos a través de dispositivos protectores contra la sobrecarga o mecanismos de interrupción. Los lugares destinados a las tomas se construyen en secciones unitarias unidas entre sí, para formar el tablero completo. Esto permite a los fabricantes hacer unos pocos tipos normales de secciones unitarias que pueden unirse en gran variedad de combinaciones para satisfacer las exigencias de las diversas instalaciones.

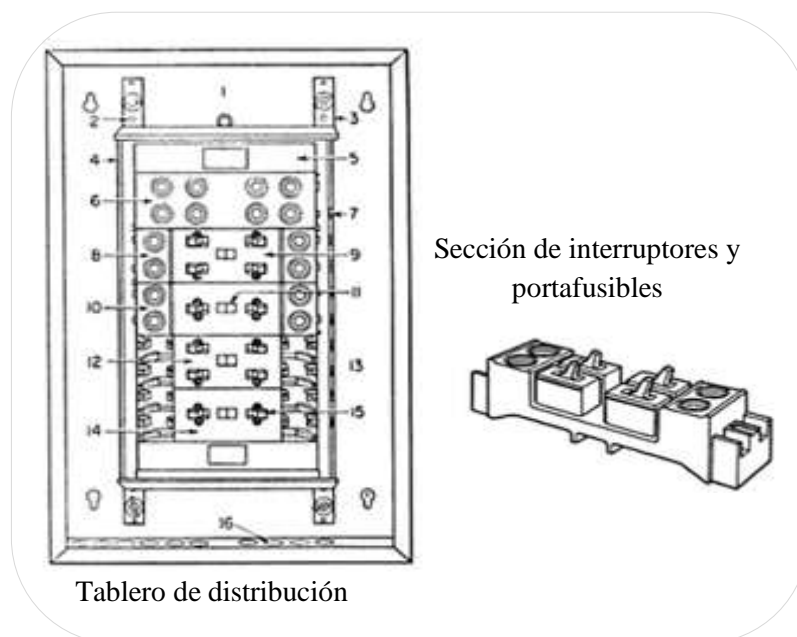
Esto implica un menor coste de fabricación y en una gran flexibilidad para satisfacer a las distintas exigencias.

En la figura siguiente puede verse un ejemplo típico de construcción de un tablero de distribución. La figura muestra diferentes tipos de secciones unitarias en un mismo panel para ilustrar la capacidad de conjuntarse. Se proyectan tableros de distribución semejantes para interruptores de potencia enchufables y atornillables.

Todos los tableros de distribución están calibrados en amperios, y este calibre puede verse en la placa de cada tablero de distribución, así también la tensión nominal. El calibre en amperios del tablero corresponde a la capacidad de las barras ómnibus a las cuales están conectados a los dispositivos de protección de sobre intensidad.

### GRAFICO # 10

#### CONSTRUCCIÓN TÍPICA DE UN TABLERO



Fuente: CROFT Terrell, 1994, pág. 79

#### *1.3.5.1 Características constructivas de los tableros*

Las características constructivas de los tableros se basan en las condiciones generales de servicio así por ejemplo aquellos, tableros eléctricos que utilizan el

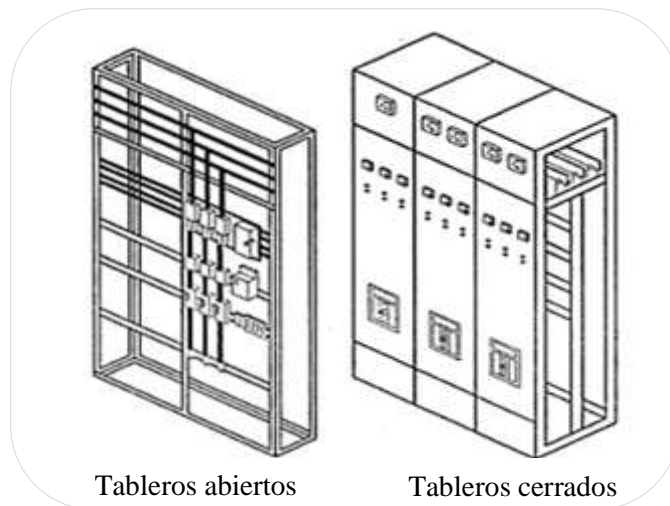
aire como medio aislante y refrigerante deben estar diseñados para operar en interiores hasta una altura de 1000 metros sobre el nivel del mar y una temperatura no mayor de 40°C, cuando operen a una altitud mayor y temperaturas superiores a lo indicado.

Una diferencia para los tableros en cualquier tipo de aplicación, es sí un tablero es abierto o cerrado.

Los tableros abiertos son aquellos sin protección al frente con las partes en tensión accesibles y se pueden utilizar las áreas destinadas a instalaciones eléctricas. Los tableros que se usan en ambientes ordinarios deben ser de tipo cerrado.

### **GRAFICO # 11**

#### **TIPOS DE TABLEROS**



Fuente: ENRIQUEZ Gilberto, 2000, pág. 413



## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

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

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná que está ubicada en las calles los Almendros y Pujilí, en el Barrio El Progreso, sector La Virgen del cantón La Maná.

##### ***2.1.1 Historia***

La Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná es el resultado de un proceso de organización y lucha. La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en el año de 1998. En 1999, siendo rector de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el Lcdo. Rómulo Álvarez, se inician los primeros contactos con este centro de educación superior para ver la posibilidad de abrir una Extensión en La Maná.

El 16 de mayo de 1999, 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. La tarea inicial fue investigar los requisitos técnicos y legales para que este objetivo del pueblo Lamanense se haga realidad.

A inicios del 2000, las principales autoridades universitarias acogen con beneplácito la iniciativa planteada y acuerdan poner en funcionamiento un paralelo de Ingeniería Agronómica en La Maná, considerando que las características naturales de este cantón son eminentemente agropecuarias.

El 3 de febrero de 2001 se constituye un nuevo Comité Pro- Universidad, a fin de ampliar esta aspiración hacia las fuerzas vivas e instituciones cantonales. El 2 de mayo de 2001, el Comité, ansioso de ver plasmados sus ideales, se traslada a Latacunga con el objeto de expresar el reconocimiento y gratitud a las autoridades universitarias por la decisión de contribuir al desarrollo intelectual y cultural de nuestro cantón a través del funcionamiento de un paralelo de la UTC, a la vez, reforzar y reiterar los anhelos de cientos de jóvenes que se hallan impedidos de acceder a una institución superior.

El 8 de mayo del 2001, el Comité pidió 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 Ilustre Municipalidad contaba en el sector urbano. La situación fue favorable para la UTC con un área de terreno ubicado en el sector de La Playita. El Concejo aceptó la propuesta y resolvió conceder en comodato estos terrenos, lo cual se constituyó en otra victoria para el objetivo final.

También se firmó un convenio de prestación mutua con el colegio Rafael Vásquez Gómez por un lapso de 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 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el colegio Rafael Vásquez Gómez y posteriormente en la Casa Campesina, con las especialidades de Ingeniería Agronómica y la presencia de 31 alumnos; Contabilidad y Auditoría con 42 alumnos. De igual manera se gestionó ante el Padre Carlos Jiménez (Curia), la donación de un solar que él poseía en la

ciudadela Los Almendros, lugar donde se construyó el moderno edificio universitario, 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.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná cuenta con su edificio principal en el cantón del mismo nombre en La Parroquia El Triunfo, Barrio Los Almendros; entre la Avenida Los Almendros y la Calle Pujilí. Además posee en el mismo sector una propiedad que consta de dos cuerpos separados por una calle, en el norte formado por lotes N° 9 y 11. Linderos al norte con lote 10 de propiedad del Sr. Napoleón Moreno, al sur con la calle pública, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle Los Almendros.

En el Sur formado por los lotes N° 1 y 3. Linderos, al norte con calle pública, al sur con propiedad de Héctor Salazar, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle los Almendros.

Asimismo esta Extensión goza de un predio adicional en el sector La Playita destinado al funcionamiento de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná está comprometida con los intereses populares de la provincia. Pretende, a partir del desarrollo sostenido de la docencia, la investigación y la Extensión, llegar a comprender la realidad social y contribuir a su transformación. La labor universitaria no termina en el aula, está plenamente vinculada con el pueblo. De ahí que la UTC asume el desafío de plantear nuevas alternativas, asumiendo junto a la población y sus 36 organizaciones, acciones para buscar soluciones a los problemas provinciales y nacionales.

La afirmación de nuestra identidad como pueblo implica recuperar y potenciar lo mejor de la cultura popular, sus expresiones más trascendentes y progresistas, propiciar la interculturalidad sobre principios de respeto mutuo y equidad entre las culturas del país y de éstas con la cultura universal. La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná es parte de este proceso con una intensa actividad de

Difusión Cultural. Esta acción debe multiplicarse e involucrar a todos los universitarios y estrechar la interacción con la población.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) forma actualmente profesionales al servicio del pueblo en las siguientes unidades académicas: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, y Ciencias Administrativas y Humanísticas.

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 Consejo Nacional de Educación superior, resolvió que “para fines de docencia y formación profesional, el ámbito de acción de las universidades y escuelas politécnicas o institutos superiores. Las Carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería en Contabilidad y Auditoría fueron aprobadas con la resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 10 de junio del 2003. Posteriormente en Sesión Ordinaria del Honorable Consejo Universitario fueron aprobadas las carreras de Ingeniería en Ecoturismo, Abogacía, Medicina Veterinaria, Ingeniería Comercial, Licenciatura en Ciencias de la Educación

Mención Educación Básica, Ingeniería en Diseño Gráfico Computarizado, Ingeniería en Electromecánica e Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales bajo resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 01 y 02 de marzo del 2004. Los programas de Ciencia y Tecnología y de Vinculación con la Colectividad tienen ámbito Nacional. El domicilio de las instituciones de Educación Superior, es independiente del de su ámbito y se rigen por las Normas del Código Civil.

### ***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

TABLA # 3

### OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Técnica/ Instrumento
VI: Tableros de distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda</li> <li>➤ Situación actual</li> <li>➤ Diagnóstico del material</li> <li>➤ Protecciones</li> <li>➤ Construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo</li> <li>• Análisis</li> <li>• Tableros</li> <li>• Conductores</li> <li>• Canalizaciones</li> <li>• Multímetro</li> <li>• Mejoramiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficinas</li> <li>• Laboratorios</li> <li>• Aulas</li> <li>• Pasillos</li> <li>• Secundarios y de distribución</li> <li>• Instalaciones secundarias</li> <li>• Disyuntores</li> <li>• Características</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta</li> <li>• Observación</li> <li>• Observación</li> <li>• Proforma</li> </ul>
VD: Capacidad de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos de medición</li> <li>• Potencia</li> <li>• Voltaje</li> <li>• Pérdidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro</li> <li>• Voltímetro</li> <li>• Amperímetro</li> <li>• Conductores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barras</li> <li>• Instalaciones secundarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición</li> <li>• Medición</li> <li>• Medición</li> <li>• Observación</li> </ul>

Elaborado por: Martínez Reyes Luis David.

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

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

#### ***2.3.1.1 Tipos de Investigación***

Para la elaboración del proyecto de tesis se utilizará la investigación exploratoria y de campo, para conocer los antecedentes nacionales o internacionales, las características necesarias y el funcionamiento de los tableros y barras de distribución secundaria.

Utilizaremos la investigación descriptiva la que nos permitirá conocer detalladamente las características de las capacidades de carga de los tableros secundarios y los procesos de instalación, funcionamiento y evaluación. Mediante las observaciones y encuestas conoceremos las características técnicas de la demanda, la infraestructura, equipos, maquinarias y recurso humano.

Utilizaremos también estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido relación entre las variables, así:

- Relación entre la demanda de la carga y el dimensionamiento de la capacidad del tablero.
- Relación entre precio, tamaño, localización y evaluación financiera.
- Relación de la viabilidad de un proyecto desde el punto de vista técnico con la demanda insatisfecha futura.
- Relación del presupuesto estratégico de un plan de desarrollo con el presupuesto de los proyectos estratégicos.

### **2.3.1.2 Metodología**

El trabajo se fundamenta en el diseño experimental mediante el lineamiento longitudinal para el levantamiento de datos.

Además, la metodología utilizada en nuestra investigación se basa en aspectos técnicos orientados a procedimientos y métodos relacionados con: diseño de tableros, sistema de barras de distribución secundaria, estudio de instalaciones, estudio técnico de cargas, evaluación de la capacidad, evaluación económica y el estudio de impacto ambiental.

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

#### **2.3.1.3.1 Población**

El universo de población inmersa en la investigación, está compuesta por empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná

**TABLA # 4**

**POBLACIÓN 1**

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

**Fuente:** Secretaria UTC – La Maná.

**Realizado por:** Martínez Reyes Luis David.



### 2.3.1.3.2 Tamaño de la muestra

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

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

Dónde:

N = Población  
n = Tamaño de la muestra  
E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

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

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

$$n = \frac{687}{1,715 + 1}$$

$$n = \frac{687}{2,715}$$

$$n = 253$$

<sup>1</sup>Seminario de Diseño de Tesis realizado en la UTC La Maná

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

### 2.3.1.3.3 Criterios de selección de la muestra

El método a utilizarse para la selección de la muestra es el aleatorio simple, es decir, se aplicara encuestas al azar.

**TABLA # 5**

#### 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>

**Realizado por:** Martínez Reyes Luis David.

$$f^2 = \frac{n}{N}$$

Dónde:

**f**= Factor de Proporcionalidad

**n**= Tamaño de la Muestra

**N**=Población Universo

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

$$f = 0,3682678$$

<sup>2</sup>Seminario de Diseño de Tesis realizado en la UTC La Maná.

Por tanto, se debe aplicar 3 encuestas a empleados, 20 encuestas a docentes, 230 encuestas a los alumnos según los datos que se presentan en el cuadro.

### ***2.3.2 Métodos y Técnicas***

Se aplicará la inducción, ya que los resultados de las encuestas se generalizaran 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 diseño de barras y tablero de distribución eléctrica secundaria necesitan estudio de cargas instaladas, entonces la instalación del tablero debe complementarse con lineamientos que atenúen los efectos negativos de la insipiente distribución eléctrica.
- La tecnología electromecánica nos permitirá un buen desempeño en el diseño de las barras y tablero de distribución eléctrica secundaria, que será instalada en los predios de la universidad.

Es importante que la investigación trabaje con el método de análisis, para identificar las partes del tablero de distribución y las relaciones existentes entre ellas, con la finalidad de realizar adecuadamente el ensayo.

- Se considera que los elementos son: Cálculo de la demanda requerida, dimensionamiento de la capacidad de las barras, sistema de ensamblaje.
- Y las principales relaciones entre los elementos son: La carga instalada, demanda de energía, y los sistemas de protecciones.

El levantamiento de datos se realizará mediante observaciones aplicables a las instalaciones eléctricas existentes, observaciones de campo según la

operacionalización de variables y análisis documentales de mediciones. El manejo estadístico se fundamentará con la utilización de frecuencias, moda, porcentajes, promedios.

### 2.3.3 *Análisis e Interpretación de Resultados de la Investigación de Campo*

#### 2.3.3.1 *Resultados de la Encuesta*

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

**TABLA # 6**

**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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:** Como se puede apreciar en el gráfico el 52% opina que la energía es regular, el 25% dice que es malo y el 23% afirma que es bueno; por tanto deducimos que la energía eléctrica en la Universidad no es eficiente debido a que no existe una persona que realice el debido mantenimiento; y de esta manera brindar un servicio eléctrico que satisfaga las necesidades de docentes y estudiantes universitarios.

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

**TABLA # 7**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS SON 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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:** De las encuestas realizadas podemos observar que el 75% de dice que las instalaciones eléctricas no son seguras y tan solo el 25% opina que si son seguras; esto debido a que los implementos eléctricos no están con la protección debida y es perjudicial para los estudiantes.

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

**TABLA # 8**

**IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO**

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

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:** El 90% de los encuestados indicó que si es necesario la implementación de un generador eléctrico; tan solo el 10% opina que no es

necesario; por lo cual las autoridades de esta institución deben poner énfasis en este aspecto.

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

**TABLA # 9**

**GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINUEN LAS CLASES**

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

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:**

De acuerdo a las encuestas el 80% considera que es bueno, el 8% indica que es malo y el 12% regular; por ende se deduce, que es indispensable la implementación de un generador eléctrico para evitar pérdidas de clases ya que la mayoría de carreras funciona en la noche.

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

**TABLA # 10**

**HA EXISTIDO PÉRDIDAS DE HORAS CLASE 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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:** A través de las encuestas aplicadas se puede considerar que el 69% de estudiantes ha perdido clases por falta de energía eléctrica y el 31% no ha perdido; de acuerdo a los porcentajes anteriores es evidente que la falta de fluido eléctrico afecta las actividades académicas.

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

**TABLA # 11**

**CÓMO CONSIDERA LA 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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación** De acuerdo al grafico se puede observar que el 49% de encuestados opina que la iluminación en la UTC es regular, el 33% opina que es malo y el 17% dice que es bueno; la deficiente calidad del servicio eléctrico es debido a que en los pasillos y en los patios falta luminarias el mantenimiento no es constante por lo que varias lámparas están quemadas.

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

**TABLA # 12**  
**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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación** En este grafico podemos apreciar que el 49% de encuestados expresa que la distribución de toma corrientes en las aulas es malo, el 38% dice que es regular y el 13% opina que es bueno; por lo cual es fundamental que se tomen los correctivos necesarios en este aspecto.



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

**TABLA # 13**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS RIESGOS PARA LA SEGURIDAD**

<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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:** Se observa en el gráfico que el 68% indica que las instalaciones eléctricas son un riesgo para la seguridad de los estudiantes y el 32% revela que no son un riesgo; estos resultados reflejan la inseguridad de las instalaciones eléctricas es muy alta.

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

**TABLA #14**

**PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

<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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:** Mediante el gráfico se puede observar que el 47% de encuestados opina que las protecciones de las instalaciones eléctricas son regulares, el 40% dice que son malas y el 13% expresa que son buenas; frente a estos porcentajes podemos deducir que existe carencia en cuanto al mantenimiento periódico de las instalaciones eléctricas.

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

**TABLA # 15**

**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

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Análisis e Interpretación:** El 56% de los encuestados manifiesta que el ruido no afectaría al aprendizaje, mientras que un 44% manifiesta que sí afecta; por lo cual es fundamental que el generador se encuentre a una distancia prudente de las aulas.

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

Mediante la encuesta realizada a todo el personal técnico, administrativo y estudiantes de la institución, se analizó cada una de las preguntas y se establecieron parámetros que nos permiten realizar una correcta planificación del proyecto de Diseño de barras y Tablero de distribución eléctrica secundaria para mejorar la

capacidad de carga, de este modo garantizar el correcto funcionamiento del generador, mejorando las actividades académicas y administrativas.

### **Conclusiones:**

- 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 institución debido a los equipos que están instalados en su mayoría son computadoras que se ven afectadas en su funcionamiento.
- En un inicio cuando se construyó el edificio académico de la Universidad el proyecto comprendía una alimentación de un voltaje de 110 Vac monofásico, pero luego debido al incremento de la demanda se instaló un transformador trifásico que se conectó a la instalación eléctrica antes existente, por lo que una de las líneas quedó sin carga y esto produce un desbalance en el transformador que afecta al funcionamiento normal.
- 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 adecuado.
- Debido a que los cortes de energía imprevistos afectan al desarrollo de las actividades académicas de la institución, especialmente en la noche que las clases se suspenden, los encuestados manifiestan que si es necesario la instalación de un generador eléctrico para continuar con las actividades.
- La mayoría 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 adecuadas.

- 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:**

- Se recomienda inicialmente realizar un estudio de cargas mediante un cálculo de la demanda, tomando en cuentas todos los equipos instalados como luces, computadores, tomacorrientes, 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 protegidas los demás equipos e instalaciones.
- El tablero de distribución principal debería dotarse de protecciones y los conductores que tengan menos empalmes ya que esto no es la forma en que se deberían tener las conducciones eléctricas por el riesgo que representan, 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 constar 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 realizar el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis, **“El correcto diseño de barras y tablero de distribución eléctrica, mejora significativamente la capacidad de carga en la Universidad Técnica de Cotopaxi- La Maná”**.

A continuación redactamos algunos argumentos que confirman la hipótesis.

- La institución no cuenta con instalaciones eléctricas seguras, por lo que se percibe un consumo excesivo de energías eléctricas y daños constantes en los equipos.
- No hay un correcto balance de cargas eléctricas.
- Desconocimiento de la aplicación de los procesos de balance de cargas en los trabajos para el desempeño de los aparatos conectados.
- Se realizará la implementación de un tablero secundario que alojará de manera segura las conexiones eléctricas permitiendo la fácil revisión y mantenimiento así como barras con capacidad adecuada de acuerdo al estudio de carga realizado.

## **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

### **2.5.2 *Justificación***

El interés a investigar el tema de diseño de barras y tablero de distribución eléctrica secundaria, para mejorar la capacidad de carga en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y así satisfacer las necesidades de la comunidad universitaria, mejorando el desempeño de los elementos eléctricos, alimentadores y minimizar costos a largo plazo, además de poner en práctica los conocimientos adquiridos.

En la aplicación del proyecto se pondrá en práctica los resultados obtenidos en la investigación que está determinada por los cálculos pertinentes realizados en los predios de la UTC, se deberá hacer un estudio de cargas eléctricas además de balancear las cargas eléctricas para disminuir las pérdidas de corrientes en los conductores y mejorar su capacidad.

Las razones de utilizar instrumentos metodológicos en el desarrollo del tema de estudio son muchas, por la importancia que han obtenido los sistemas de balance de cargas de las redes secundarias, en los últimos tiempos y en nuestro medio se encuentran proyectos similares implementados que servirán como punto de partida para ser mejorados con nuestro estudio, se utilizarán instrumentos tales como: encuestas, observaciones, mediciones y entrevistas.

Todo este aporte metodológico constituye elementos importantes para futuras investigaciones de problemas similares y también podrán ser aplicados por otros investigadores.

La implementación de un tablero de distribución eléctrica secundaria, que cuente con barras adecuadas a la capacidad a utilizarse dentro del predio universitario determinado por el balance de cargas de las redes secundarias constituye un instrumento eficaz a pruebas de fallas con una interfaz hombre-máquina ergonómica para satisfacer los requerimientos y necesidades.

Los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para la factibilidad y viabilidad del proyecto serán financiados por el estudiante. El beneficiario del proyecto será la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, obteniendo mejoras en las instalaciones eléctricas e implementando un generador que garantice la confiabilidad del suministro de energía eléctrica.

### ***2.5.3 Objetivos.***

#### ***2.5.3.1 Objetivo General***

Diseñar barras y tablero de distribución eléctrica secundaria, para mejorar la eficiencia energética, en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

#### ***2.5.3.2 Objetivos Específicos***

- Analizar los fundamentos teóricos para el diseño de tableros de distribución eléctrica secundaria e implementación de barras.
- Adecuar las instalaciones eléctricas, para el correcto funcionamiento de los equipos y alargar su tiempo de vida útil.
- Mejorar la capacidad de carga de acuerdo a las necesidades existentes en la transferencia de energía, evitando así la pérdida de tiempo y dinero en la universidad beneficiaria.

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

El suministro de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi, se ve interrumpido ocasionalmente por cortes de energía, por ello no se puede continuar con las labores académicas ocasionando retrasos en el cumplimiento académico. Debido a esto se plantea realizar un estudio de cargas, tomando en cuenta la potencia nominal a instalar, para el grupo electrógeno que resulte de la suma de las



potencias requeridas por los receptores a alimentar, multiplicada por un factor de simultaneidad y tomando en cuenta un futuro aumento del consumo de hasta un 10%. Los grupos electrógenos desempeñan como proveedores de energía continua, de reserva, suplementaria o de emergencia. 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, 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 térmico primario (Diesel), 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, circuitos de lubricación, combustible, agua, excitatrices, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos.

## CAPÍTULO III

### VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN.

**Diseño de la propuesta del diseño de barras y tablero de distribución eléctrica secundaria, para mejorar la capacidad de carga en la Universidad Técnica de Cotopaxi – La Maná**

#### *3.1. Tableros eléctricos*

El tablero es un gabinete metálico donde se instalan instrumentos con interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control, además de las diferentes protecciones de los tableros secundarios o circuitos ramales. Por lo que podemos deducir que el tablero es un elemento auxiliar para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

Dentro de cada tablero se encuentran las protecciones eléctricas que están encargadas de proteger todos los circuitos existentes de corto circuitos y sobrecargas.

Estos tableros deberán ser diseñados e instalados conforme las especificaciones técnicas vigentes.

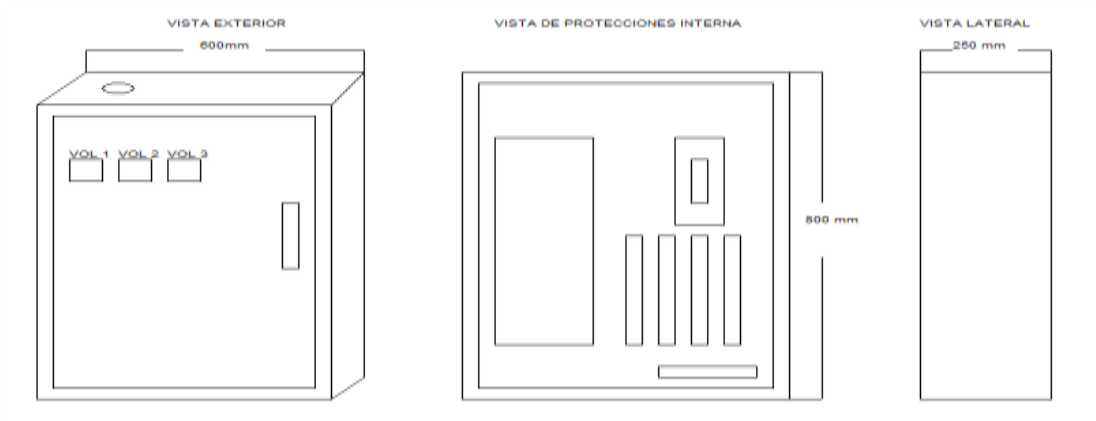
Todos los materiales que se usen en la construcción de los tableros y sus componentes, deberán ser nuevos y libres de defectos.

### 3.1.1. Datos del Tablero Principal

El tablero principal 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 salvaguardar a las personas que las operan sin embargo, las conexiones pueden ser inspeccionadas, sometidas a mantenimiento o modificadas, sin afectar la estructura de la construcción o sus terminaciones, este tablero consta de 600 mm de ancho x 800 mm de alto por 250 mm de fondo y en su interior, breakers de 180 A de 3 polos en las cuales están conectados los conductores que vienen del transformador que ingresan al breakers y de este a cada barra para así ser conectadas a sus respectivas cargas en las cuales son distribuidas al tablero TP1 ( tablero principal 1 ) las 4 (cuatro) barras son de 1" x 3/16 y la de tierra de 1" x 1/8 ya que en estas se conectarán los terminales de los conductores para la caja TP1. en las cuales existen conductores con calibres ( 0,2,6,8 )

#### GRÁFICO # 12

#### TABLERO PRINCIPAL



Elaborado por: Martínez Reyes Luis David

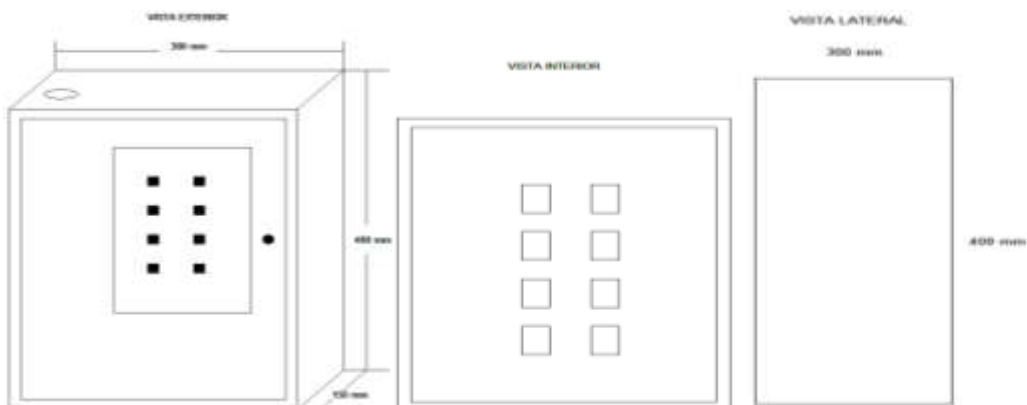
### 3.1.2. Tableros Secundarios

Los tableros se encontraron deteriorados por la mala manipulación y conexiones impropias con conductores y breakers no correctos que alteran y perjudican el funcionamiento adecuado en todas las instalaciones. Estos fueron diseñados, fabricados, instalados y probados, de conformidad con las especificaciones técnicas Estándar, la norma IEC 60439-1 indica unas reglas comunes de realización de tableros para responder a los criterios de seguridad y de disponibilidad exigidos por la aplicación que garantiza el nivel mínimo de seguridad para bienes y personas.

Los tableros a instalarse son de montaje sobre empotrado están contruidos de acero galvanizado con paredes terminales removibles, ambas paredes provistas con agujeros ciegos, todos los materiales que se usaron en la construcción de los mismos garantizan una buena instalación de equipos de baja tensión para distribución de potencia y mando y control. Estos tableros secundarios tienen las siguientes medidas 400 mm de alto x 300 mm de ancho x 150 mm de fondo en las cuales existen breakers de 25 A cada uno para proteger conexiones en los cursos.

**GRÁFICO # 13**

#### **TABLEROS SECUNDARIOS**



**Elaborado por:** Martínez Reyes David

### ***3.2 Barras de distribución***

Las barras de distribución se utilizan cuando se debe conducir grandes corrientes eléctricas en longitudes relativamente cortas, aproximadamente cinco metros como máximo. Se emplean siempre en baja y media tensión.

La aplicación de estas barras es la conexión del generador con el tablero principal TP1.

Las barras utilizadas en el TP1, como se ha mencionado anteriormente poseen las siguientes características:

- Son barras de cobre desnudo
- Su dimensión 1" x 3/16

La barra para puesta a tierra también es de cobre desnudo y de 1" x 1/8

#### **GRÁFICO # 15**

#### **BARRAS DE COBRE**



### 3.2.1 Dimensionamiento de Barras

Tomando como base el estudio de carga y demanda, la demanda total de la institución es de 40 KVA, por lo que pensando en la utilidad hacia el futuro, la posibilidad del incremento de aparatos eléctricos se considera que la potencia desarrollada por el generador es de 62,5 KVA debido a las condiciones atmosféricas que experimenta (recomendaciones dadas por el fabricante) y 220 V, la corriente nominal se determina de acuerdo a la siguiente ecuación.

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

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

Donde:

S = Potencia Aparente

I = Corriente Nominal

V = Voltaje

Se conoce que:

S = 62,5 KVA

V = 225 V

Se tiene que:

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

$$I = \frac{62,5 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 225 \text{ V}}$$

$$I = 160,38 \text{ A}$$

Luego de obtener la intensidad se tomó la decisión de utilizar el conductor 2/0 AWG TTU, y se procedió al diseño de las barras de cobre de 1"x3/16, según lo designa las especificaciones técnicas para el uso de barras, mediante conductores de 2/0 se distribuye la corriente al tablero secundario ubicado en el primer piso, desde donde se divide a las diferentes secciones de acuerdo a la distribución que se puede observar en el plano 2: Diagrama unifilar eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, que se encuentra en anexos

### ***3.3 Cargas eléctricas***

Las cargas eléctricas ni se crean ni se destruyen, más bien se desdoblan y se superpone, es decir que siempre que aparece una carga se engendra otra igual en el mismo punto con signo contrario

#### ***3.3.1 Estudio de Carga y Demanda***

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 nuestro caso nos vamos a servir para dimensionar la potencia del generador, a continuación elaboramos una planilla de cálculo, en la que se toma en cuenta todos los equipos y artefactos eléctricos instalados y la suma de todos ellos nos va a dar como resultado la demanda requerida por la institución.

Al momento de diseñar un proyecto tomaremos en cuenta esta demanda, ya que representa el mayor valor de las exigencias del circuito en condiciones normales de funcionamiento.

Es importante mencionar que existen dos (2) valores de demanda máxima que deben considerarse, la demanda diversificada o coincidente y la demanda no coincidente. La primera se utiliza cuando las cargas o grupos de cargas a ser alimentadas son homogéneas. Cuando se trata de cargas de características muy diferentes se utiliza la demanda no coincidente.



**TABLA # 16**

<b>PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO</b>							
REGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			FFUN	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCION	CANT	Pn(W)	%	(W)	(%)	W
<b>CARGAS DE LA EDIFICACION DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI</b>							
1	Alumbrado	294	40	100	11760	90	10584,00
2	Cafetera	1	850	50	425	50	212,50
3	Computadoras	39	450	100	17550	90	15795,00
4	DVD	1	8	50	4	50	2,00
5	Impresoras	7	40	70	196	50	98,00
6	Proyectores	7	280	50	980	90	882,00
7	Equipos de sonido	2	25	80	40	50	20,00
8	Reflectores de luz exterior	4	400	100	1600	80	1280,00
9	Reloj biométrico	1	25	30	7,5	50	3,75
10	Teléfono	5	25	80	100	50	50,00
11	Televisión	1	85	50	42,5	80	34,00
12	Ventilador	12	25	100	300	60	180,00
13	Bomba de agua	1	1500	80	1200	50	600,00
14	Lámparas de sensor	4	15	70	42	70	29,40
15	Máquina pulidora de piso	1	7500	40	3000	50	1500,00
16	Amplificadores	2	12000	30	7200	50	3600,00
17	Copiadora	1	2600	20	520	70	364,00
			<b>TOTALES</b>		<b>44967</b>		<b>35234,65</b>
FACTOR DE POTENCIA fp		0,9	FACTOR DE DEMANDA FDM= DMU(W)/CIR(W)		0,78		
DMU (kVA)		39149,6	DEMANDA REQUERIDA (KvA)		40		

Elaborado por: Martínez Reyes Luis David

### ***3.3.2 Medida de las Cargas Eléctricas***

Se realizaron frecuentes mediciones tanto en horario de alta y baja demanda del sistema eléctrico, luego se realizó un estudio técnico en el que se pudo determinar que la corriente sobrepasa los límites del conductor, se observó también conductores inapropiados, conexiones con malos contactos y corrientes no consideradas en los diseños.

Actualmente la institución cuenta con un sistema de distribución de energía eléctrica que beneficia a los bloques A y B. Con las lecturas que se efectuaron en el tablero principal y secundarios se determinó que la mayoría de las pérdidas de energía son debido mala distribución de líneas y los circuitos de protección fallan ya que cuando detectan un incremento de corriente, bien sea por cortocircuitos o consumo excesivo de energía eléctrica, estos se activan abriendo el circuito lo que ocasiona la suspensión del servicio y pérdidas de aparatos, elementos y equipos instalados, esto determina el tipo de falla y la frecuencia con que ocurren, normalmente en las horas de máximo consumo, además se hizo un análisis de todas las cargas hechas y se detectó que existe un desbalance de corrientes por línea, a más de las malas condiciones que presentan la mayoría de las conexiones en cada tablero primario y secundario las cuales se realizaron en la mayoría de los casos por personal no apto sin tomar en cuenta los conocimientos básicos en electricidad.

En la mayoría de las cajas secundarias los terminales de los breakers y los conductores de alimentación se encontraron carbonizados deteriorados y con poca capacidad conductiva. Gran parte del cableado se encontró sin canalizaciones eléctricas, estos se encuentran instalados sin ningún tipo de protección, los cuales son causantes de la mayoría de las fallas. Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Actualmente en la institución, la red de distribución de energía eléctrica posee un transformador trifásico de 50 KVA (en total de capacidad instalada) y una relación de transformación de 13,8 Kv/220 V/120V.

**TABLA # 17**

<b>CONSUMO ANTERIOR DE AMPERIOS EN EL TABLERO PRINCIPAL</b>	
Potencia consumida por línea R	13.7 A
Potencia consumida por línea S	26.5 A
Potencia consumida por línea T	1.5 A

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**TABLA # 18**

<b>FÓRMULA PARA TRANSFORMAR AMPERIOS A WATTS</b>		
Línea R	Línea S	Línea T
$P = \sqrt{3} \times V \times I$	$P = \sqrt{3} \times V \times I$	$P = \sqrt{3} \times V \times I$
$P = 1.73 \times 120 \times 13.7A$	$P = 1.73 \times 120 \times 26.5A$	$P = 1.73 \times 120 \times 1.5A$
P= 2844 W.	P= 5501.4 W.	P= 311.4 W.

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**3.3.4 Aplicación de Fórmula en Cada Línea de Distribución para Determinar su Desbalance.**

**TABLA # 19**

<b>CONDICIONES DE DESBALANCE DE CARGAS POR FACES EN WATTS ANTERIOR</b>		
<b>P. C. L</b>	<b>DATOS</b>	<b>RESULTADO DESEQUILIBRIO EN %</b>
L R : 2844 W	$\%D = (5501) - (2844) (100) / 5501$	<b>48.3 %</b>
L S : 5501 W	$\%D = (5501) - (311.4) (100) / 5501$	<b>94.3%</b>
L T : 311.4 W	$\%D = (2644) - (311.4) (100) / 2644$	<b>88.2%</b>

**Elaborado por:** Martínez Reyes David

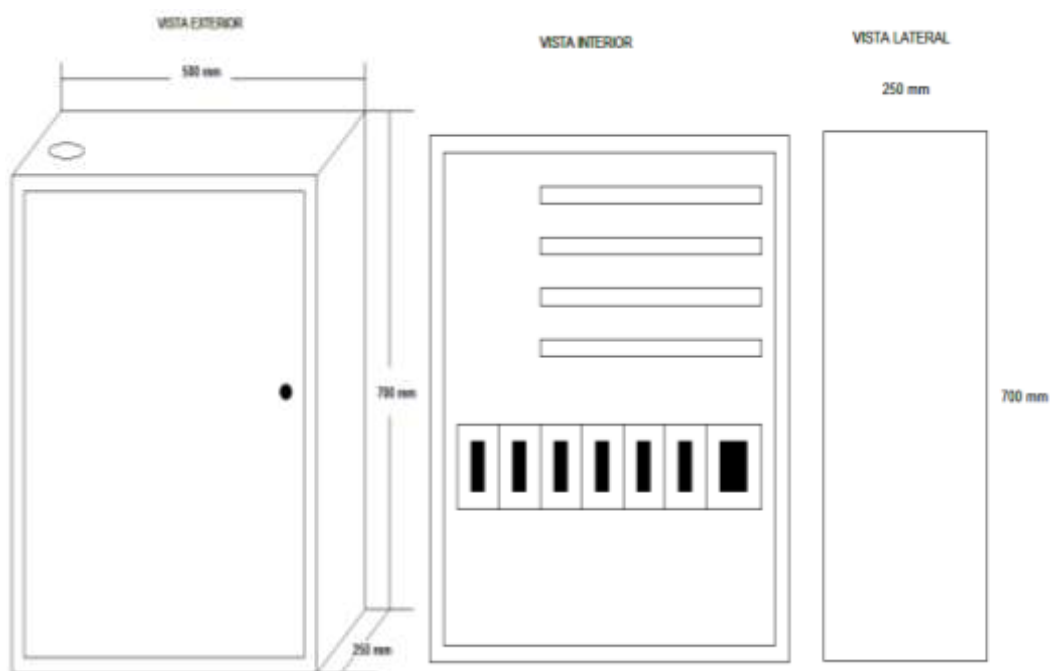
**3.3.5 Nueva Instalación Eléctrica de Alimentación a Tableros Primarios**

La institución determina la necesidad de implementar un balance de cargas eléctricas en las cuales se reemplazó todos los conductores de las líneas primarias del tablero de distribución primario 1 al tablero de distribución 2 para ser distribuidas según corresponda y así ser balanceadas para satisfacer la demanda de energía, y garantizar, esta situación se presenta en la institución por que sin la aplicación de este sistema dificulta el buen funcionamiento de los equipos instalados en la mayoría al laboratorio computacional.

Del mismo modo, todos los breakers o nuevas protecciones de los tableros de distribución unitarios fueron remplazados para las nuevas conexiones y todos los conductores se remplazaron desde el tablero principal al tablero principal uno y a los tableros secundarios por consiguiente, este trabajo de investigación soluciono una serie de problemas de tal manera que la institución tenga un sistema de distribución de energía eléctrica balanceada segura y confiable.

### GRÁFICO # 14

#### TABLERO PRINCIPAL 1



**Elaborado por:** Martínez Reyes David

El tablero de distribución 2 consta de 500 mm de ancho x 700 mm de alto x 250 mm de fondo y en su interior, breakers de 2 polos de 25 A cada uno con sus respectivas barras para los terminales de los conductores.

### 3.3. Balance de Cargas Eléctricas

En este caso esta aplicación se realizó en la Universidad de Técnica de Cotopaxi La Maná, para garantizar el buen funcionamiento de aparatos conectados así como el generador eléctrico, protecciones, centro computacional, iluminación en las cuales para determinar el desbalance de cargas se efectuó una fórmula la cual dio resultados confiables seguros para nuestra aplicación, con los datos obtenidos de las lecturas, encuestas y observaciones procedemos a realizar el balance de cargas.

**TABLA # 20**

<b>RESULTADOS DEL BALANCE DE CARGAS</b>		
POTENCIA CONSUMIDA POR LÍNEAS ACTUALMENTE EN WATTS	DATOS	RESULTADO DEL BALANCE EN %
L R (PCL): 24.3	$\%D = (5086-5044) (100)$ 5086	0.82 %
L S (PCL): 24.5	$\%D = (5127- 5086) (100)$ 5127	0.79 %
L T (PCL): 24.7	$\%D = (5127-5044) (100)$ 5127	1.6 %

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

**Fuente:** Cuadro Fórmula para Transformar Amperios a Watts

### 3.3.5. Cálculo de Calibre en Conductores

#### CÁLCULO DEL CALIBRE DE CONDUCTORES DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO PRINCIPAL

**Datos:**

Tipo trifásico

L= 15 m

P= 50 KVA \* FP = 50 \* 0.8 = 49 KW = 49600 W

V= 220 v

Cos  $\theta$  = 0.8

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \theta}$$

$$I = \frac{49600}{1,73 * 220 * 0,8}$$

$$I = \frac{49600}{304,48}$$

$$I = 162.9 \text{ amperios}$$

Dónde:

P= Potencia

V= Voltaje

I= Corriente

Cos  $\Theta$ = Factor de Potencia

Se concluye que según los cálculos realizados podemos observar que tenemos un máximo de 162.9 amperes. Según la tabla se asume un conductor de sección 53,5mm<sup>2</sup> con su equivalente en AWG es 1/0 que soporta 170 amperios

### CAÍDA DE VOLTAJE DEL CONDUCTOR

$$e\% = \frac{q * I * L}{V * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 162,9 * 17}{220 * 53,5}$$

$$e\% = \frac{11077,2}{11770}$$

$$e\% = 0,9$$



Dónde:

q= Constante

I=Corriente

L=longitud

V=Voltaje

S=Sección del Conductor

Se concluye que el Calibre Conductor cumple con las normas técnicas de aceptación tiene un porcentaje 0,9% teniendo como referencia la base q es del < 3%.

### **CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE DE LOS CONDUCTORES DEL TABLERO PRINCIPAL AL TABLERO SECUNDARIO**

$$e\% = \frac{q * I * L}{V * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 162,9 * 30}{220 * 33,60}$$

$$e\% = \frac{195,48}{7392}$$

$$e\% = 2,6$$

Según los cálculos realizados se asume un conductor de sección  $33.60\text{mm}^2$  con su equivalente en AWG es 2 que soporta 130 amperios.

El Calibre Conductor cumple con las normas técnicas de aceptación tiene un porcentaje 2,6% teniendo como referencia la base  $q$  es del  $< 3\%$ .

### **CÁLCULO DEL CALIBRE DE CONDUCTORES DE LOS CURSOS SE ESCOGE EL CURSO CON MAYOR CARGA**

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\theta}$$

$$I = \frac{4887,5}{1,70 * 220 * 0,8}$$

$$I = \frac{4887,5}{304,48}$$

$$I = 32 A$$

De acuerdo a los cálculos realizados podemos observar que tenemos un máximo de 32 amperes.

Según la tabla se asume un conductor de sección  $8.37\text{mm}^2$  con su equivalente en AWG es #8 que soporta 55 amperios

### CAÍDA DE VOLTAJE

$$e\% = \frac{q * I * L}{V * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 32 * 20}{220 * 8,37}$$

$$e\% = \frac{2560}{1841,4}$$

$$e\% = 1,3$$

El Calibre Conductor cumple con las normas técnicas de aceptación tiene un porcentaje 1,3 % teniendo como referencia la base q es del < 3%.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### *4.1 Conclusiones.*

Al finalizar el proyecto se llegan a las siguientes conclusiones:

- El tablero de distribución eléctrico es cada vez más técnico y necesita estudios de base para controlar el diseño, las condiciones de funcionamiento de sus componentes en un determinado ambiente, por lo que se han analizado estos aspectos para implementar un sistema de barras con las especificaciones técnicas adecuadas acorde a la demanda eléctrica de la institución.
- Una vez instalado el nuevo tablero se han tomado en cuenta no únicamente su funcionamiento sino además las influencias externas a las que está sometido, por lo que tanto los envolventes, los dispositivos, las conexiones colocadas garantizan el correcto funcionamiento de los equipos.
- Las cargas fueron balanceadas y sobredimensionadas, de esta manera los equipos no sufrirán daños ocasionados por bajas de energía eléctrica.

## ***4.2 Recomendaciones.***

- Inspeccionar periódicamente el estado de las conexiones en los tableros, para detectar posibles daños
- Dar continuo mantenimiento al tablero de distribución debido al polvo y la humedad
- Se espera que con estos nuevos diseños en el sistema eléctrico la institución pueda prestar un servicio óptimo a todos sus estudiantes, siendo estos los principales beneficiarios.
- Evaluar continuamente el balance de las cargas.
- No sobredimensionar el sistema con la implementación de nuevos aparatos sin hacer antes el debido estudio de la carga.
- Evitar la maniobra de personal no calificado.
- Que este proyecto sirva de apoyo para futuras investigaciones en favor de la colectividad.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

### LIBROS

BURBANO Enrique, (2008) *Física General (32ª edición México;)* Editorial Tébar.  
ISBN: 978-84-95447-82-1

CROFT Terrell, (1974) *Manual del montador electricista.(Tercera edición)* ISBN: 84-291-3015-2

FERNÁNDEZ Pilar (2007). *Montaje e Instalación de Cuadros de Maniobras y Control.*  
(Primera edición): España; editorial ideas propias. ISBN: 8496153657.

HERMOSA Antonio (2005). *Principios de Electricidad Electrónica*  
(Segunda edición): España; editorial Marcombo. ISBN: 84-267-1343-2

HENRÍQUEZ Harper, (2007). *El ABC de las Maquinas Eléctricas II* (tercera edición):  
México; Editorial Limusa. ISBN: 968-18-2687-2

HENRIQUEZ Harper Gilberto,(2007) *Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión.* ISBN: 968-18-5976-6-4-2

MARTIN Juan (2007). *Automatismos Industriales (cuarta edición)*: España Editorial Ceac. ISBN: 13-978-84-329-2621-1

QUINTANA Jorge (2006). *Flujos de Cargas Eléctricas*. (Novena edición): México; editorial. ISBN: 933-24-0437-5.

SAAVEDRA Rubén, (2008). ISBN: 978-84-329-2036-3 Impreso en España por Book Paint Digital

SERWAY, Raymond A. (2008) *Física para ciencias e ingeniería*. ISBN: 84-306-0267-4.

## **TEXTOS ELECTRÓNICOS**

ALAMOS Juan, *Descripción General de un Sistema de Distribución* [en línea]. Consultado el 9 de noviembre del 2011. Disponible en: [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_electrica\\_y\\_electronica/sistemadistribucionenergiaelectrica/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/sistemadistribucionenergiaelectrica/)

APUNTES DE FÍSICA, Química *Cargas Eléctricas* [en línea]. 2008, p.1. Consultado el 10 de noviembre del 2011. Disponible en: <http://apuntesde.com/tag/carga-electrica/>

BAEZA Ricardo. *Revista Facultad de Ingeniería* [en línea]. 2000, P. 35. Consultado el 9 de noviembre del 2011. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rfacing/v11n1/art05.pdf>

CORREA, Carlos. “*Balance de Fases Multiobjetivo Revista de Ingeniería, UTP*” [en línea] 2007, p. 17. Consultado el 10 de noviembre del 2011. Disponible en:[http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/311/3/Capitulo1\\_Estudio\\_de\\_reConfiguracion y Optimizaci3n de Alimentadores de Subestaci3n Machala CNEL](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/311/3/Capitulo1_Estudio_de_reConfiguracion_y_Optimizaci3n_de_Alimentadores_de_Subestaci3n_Machala_CNEL).

MARROQUÍN, Oscar, *Planeamiento de Redes Secundarias de Distribuci3n usando un Algoritmo de Optimizaci3n Basado en Colonia de Hormigas* [en línea]. 2008, p.23. Consultado el 28 de octubre del 2011. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/6213192M361.pdf>

MENDOZA, William. “*Smart Grind Tecnología y Tendencias, Revista Afinidad, Integraci3n con Sistemas SCADA/EMS/DMS El3ctrica* [en línea]. 2008, p.1. Consultado el 4 de noviembre del 2011. Disponible en:[http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/311/3/Capitulo1\\_Estudio\\_dereconfiguracion y optimizaci3n de alimentadores de subestaci3n Machala CNEL.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/311/3/Capitulo1_Estudio_dereconfiguracion_y_optimizaci3n_de_alimentadores_de_subestaci3n_Machala_CNEL.pdf)

ORCHARD, Marcos. *Sistema de Control para un Compensador Trif3sico de Reactivos y Balanceador de Cargas Contaminantes* [en línea] Santiago de Chile 2001, p.1. Consultado el 6 de noviembre del 2011. Disponible en: <http://web.ing.puc.cl/~power/paperspdf/dixon/tesis/Orchard.pdf>.

RUIZ, Alejandro, *Soluci3n al Problema de Balance usando Simúlate Annealing* [en línea] 2006, p.37. Consultado el 12 de noviembre del 2011. Disponible en:<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/928137-42.pdf>



# ANEXOS

## ANEXO 1

### FORMATO DE ENCUESTA

#### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



#### LA MANÁ

**SEÑORES:**

**ESTUDIANTES**

Proyecto de tesis: **“DISEÑO DE BARRAS Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SECUNDARIA, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ AÑO 2012”**

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 en caso de existir 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 ( )

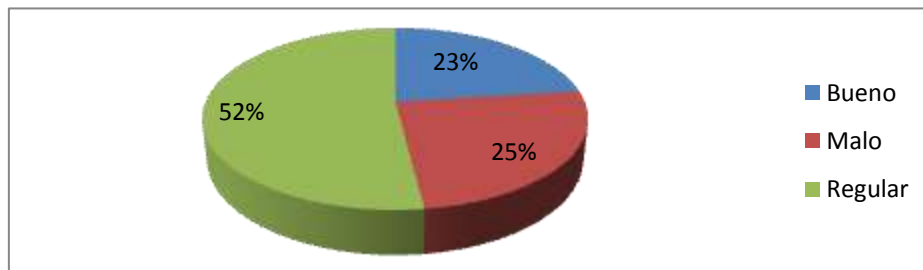
## ANEXO 2

### REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ENCUESTA

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

GRÁFICO # 11

#### EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA



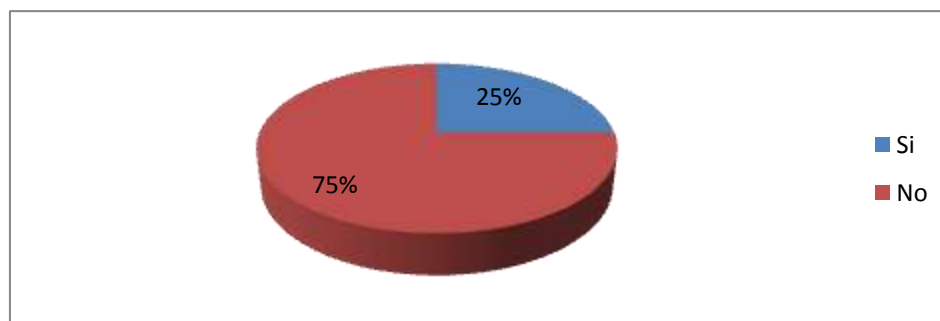
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

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

GRÁFICO # 12

#### INSTALACIONES ELÉCTRICAS SON SEGURAS



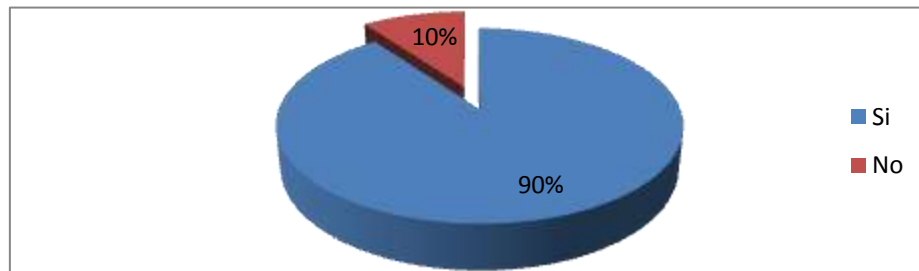
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

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

**GRÁFICO # 13**

**IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO**



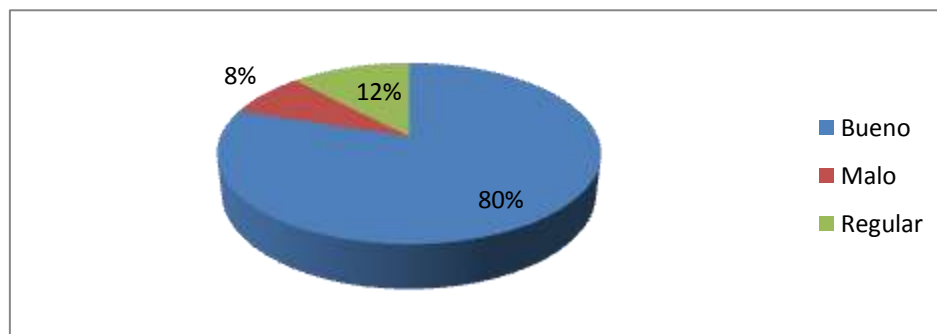
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

4. ¿Cómo considera la instalación de un generador eléctrico para que continúen las clases en caso de existir un corte de energía?

**GRÁFICO # 14**

**GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINUEN LAS CLASES**



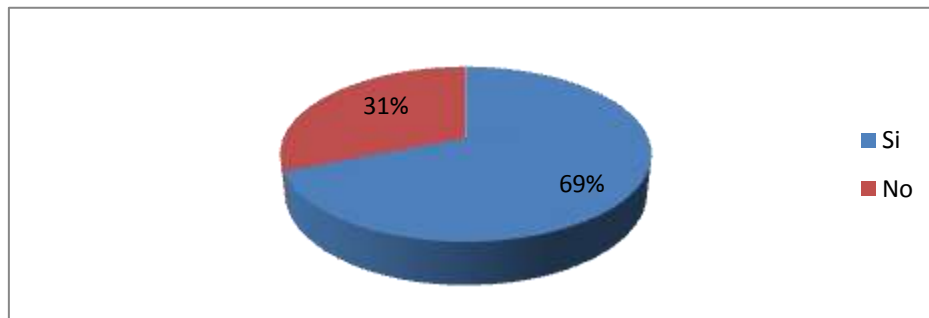
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

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

**GRÁFICO # 15**

**HA EXISTIDO PÉRDIDAS DE HORAS CLASE POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**



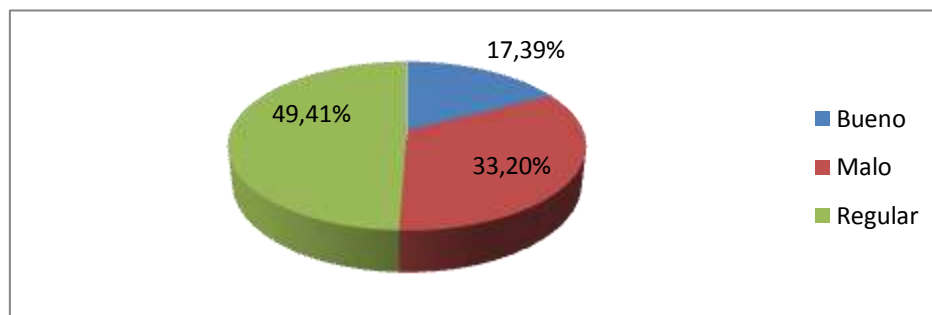
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Rey Luis David

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

**GRÁFICO # 16**

**COMO CONSIDERA LA ILUMINACIÓN EN LA UTC**



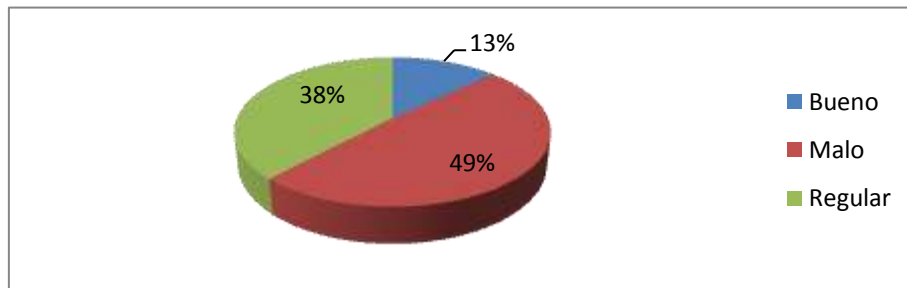
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

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

**GRÁFICO # 17**

**DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES EN AULAS**



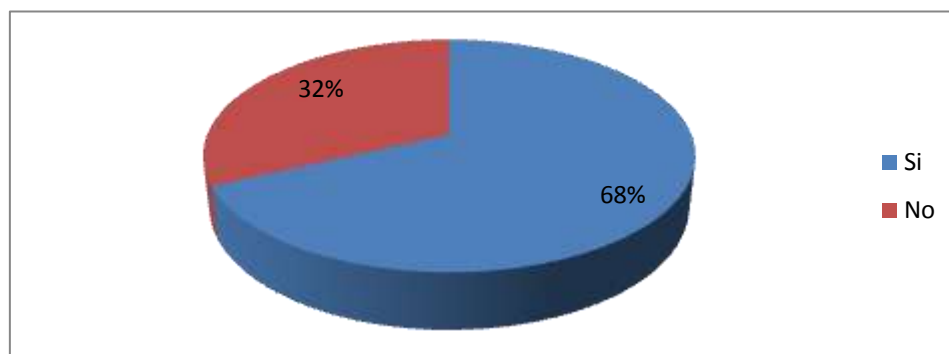
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

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

**GRÁFICO # 18**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS RIESGOS PARA LA SEGURIDAD**



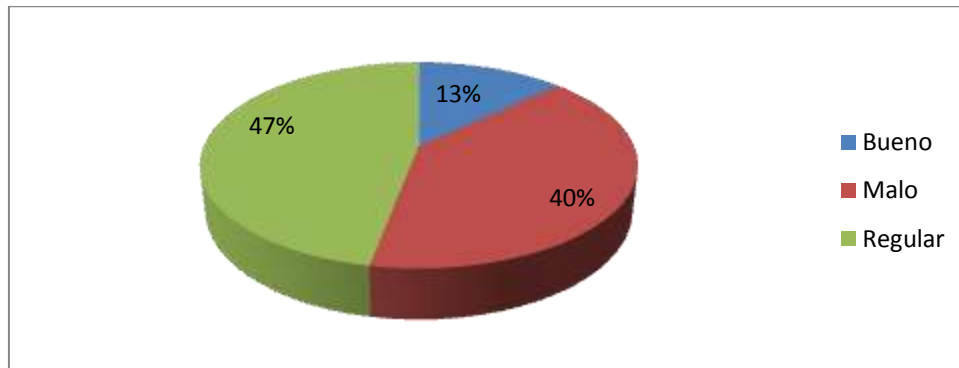
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

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

**GRÁFICO # 19**

**PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**



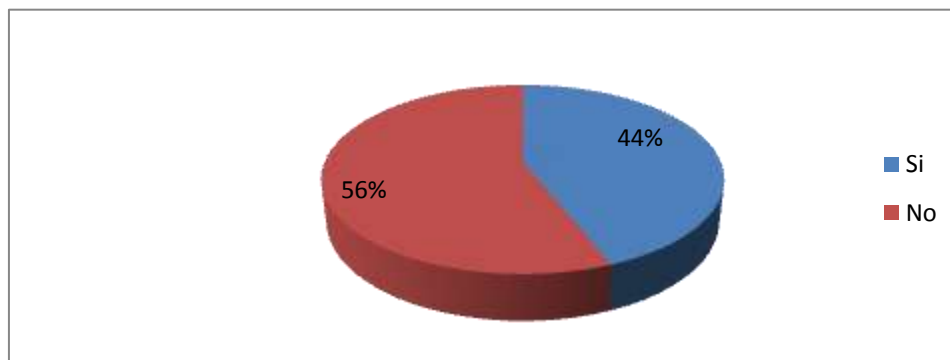
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

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

**GRÁFICO # 21**

**RUIDO DEL GENERADOR AFECTARÍA AL APRENDIZAJE**



**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Martínez Reyes Luis David

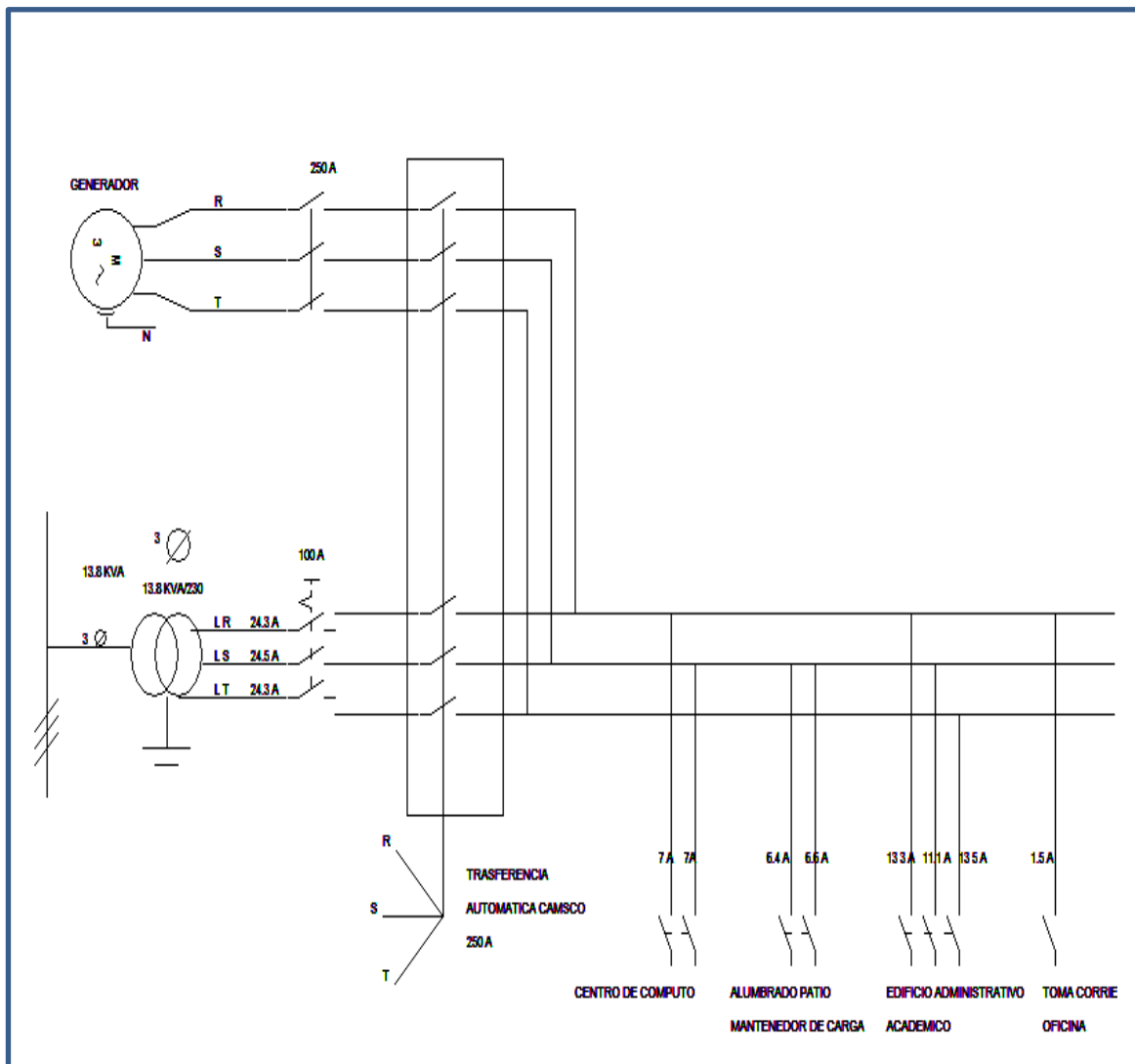


# ANEXO 3

## PLANOS ELÉCTRICOS

### PLANO 1

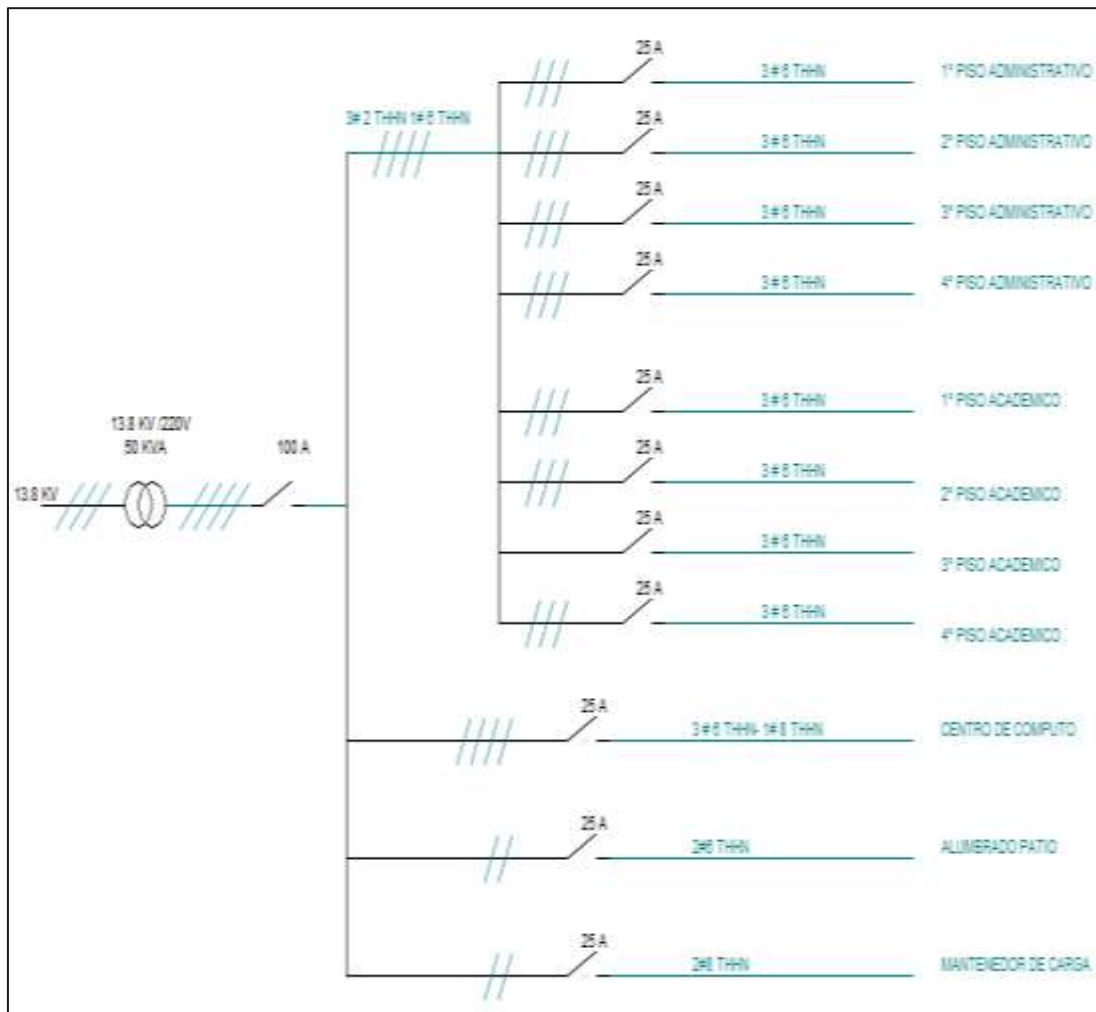
#### Diagrama trifilar eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná



Elaborado por: Martínez Reyes Luis David

## PLANO 2

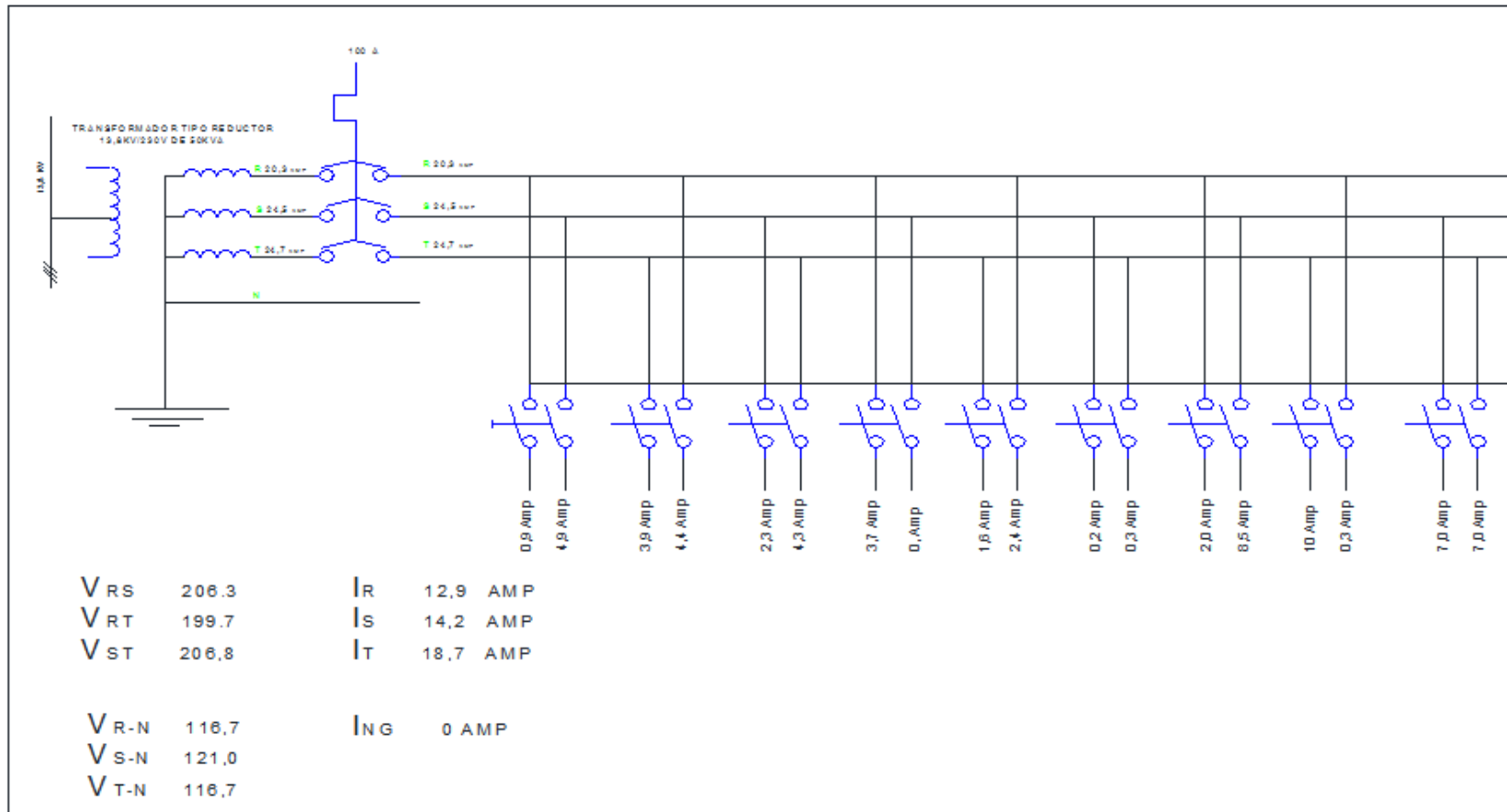
### Diagrama Unifilar Eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná



Elaborado por: Martínez Reyes Luis David

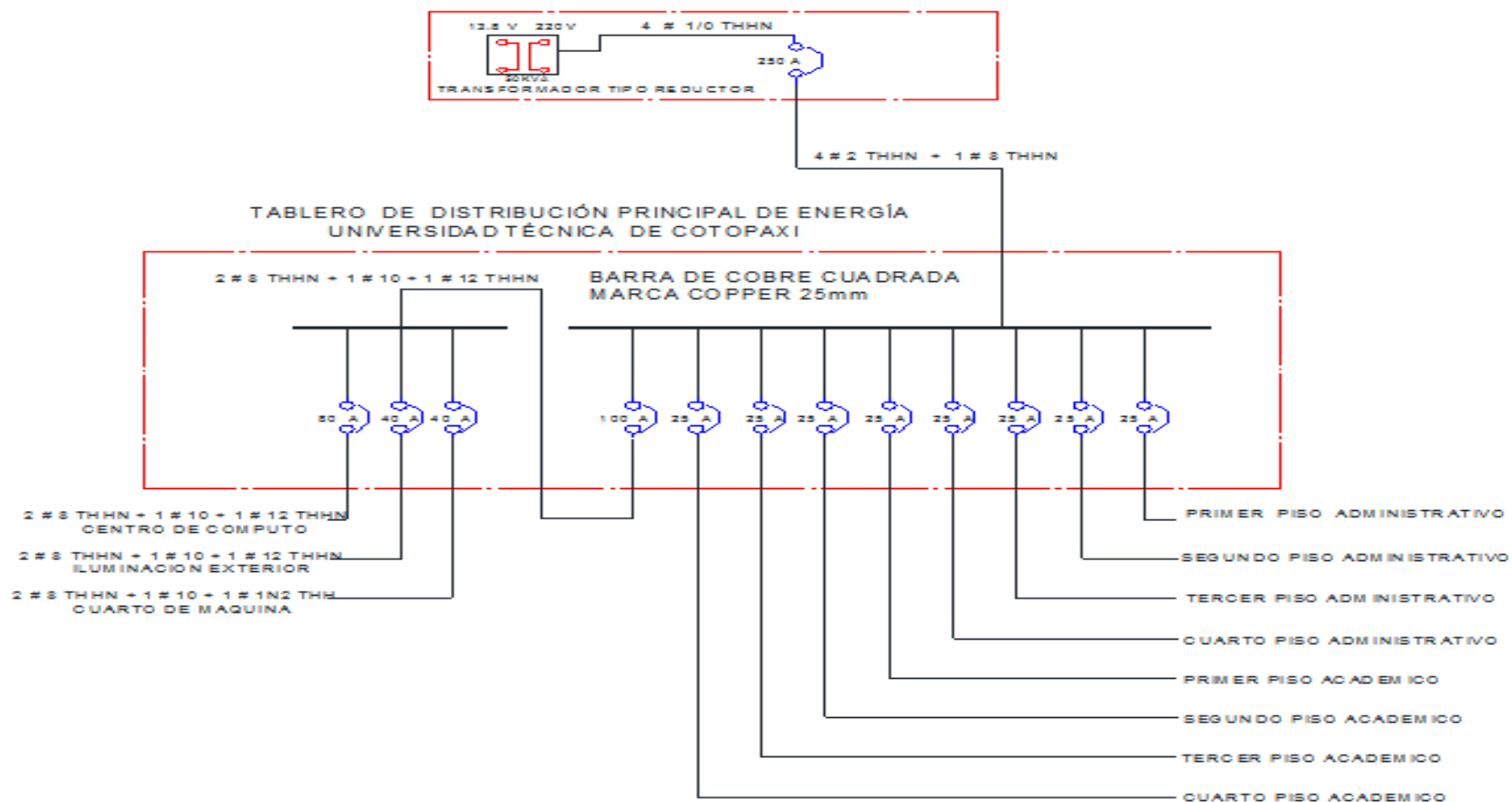
### PLANO 3

## DIAGRAMA DE BALANCE DE CARGA DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI LA MANÁ



# PLANO 4

## DIAGRAMA UNIFILAR DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI LA MANÁ



**ANEXO 4****COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN.**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Gabinete eléctrico 500mm x 700 mm x 250mm	65.00	65.00
20	Breakers de dos polos	12.00	264.00
2	Breakers de 3 polos	40.00	240.00
9	Rollos de cables N° 6	68.00	612.00
3	Rollos de cables N° 8	55.00	165.00
1	Rollos de cables N° 1/0	900.00	900.00
1	Rollos de cables N° 2	220.00	220.00
10	Terminal talón sencillo cu a1/0 ta-0 awg	0.75	7.50
1	Transporte	30.00	30.00
1	Alimentación	50.00	50.00
35 hrs	Fuentes de investigación, internet.	0,75	26.25
600	Copias	0.04	24.00
1	Flash Memory	20.00	20.00
4	Empastado	6.00	24.00
12	Anillado	1.00	12.00
600	Impresiones	0.20	120.00
1	Seminario (preparación del tema)	100.00	100.00
1	Imprevistos (10%)		287.98
		<b>TOTAL</b>	<b>3,167.73</b>

**SON:** Tres mil ciento sesenta y siete con 73/100

## ANEXO 5

### FOTOGRAFÍAS

#### CABLEADO DEL TABLERO SECUNDARIO



## BARRAS DE COBRE



## VISTA FRONTAL DE LOS TABLEROS



## VISTA INTERNA DEL TABLERO SECUNDARIO





## LLEGADA DEL GENERADOR



## ÁREA DEL GRUPO ELECTRÓGENO



## VISTA LATERAL DEL GENERADOR



## VISTA INTERNA DEL TABLERO DE CONTROL









