



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TITULO:

“ESTUDIO DE LA CARGA INSTALADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSFORMADOR PAD MOUNTED EN EL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015.”

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

Autores:

Araujo Zuñiga Welington Bladimir.

Cela Guerra Byron Alexander.

Director:

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

La Maná – Cotopaxi – Ecuador

Diciembre, 2015.

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

TESIS DE GRADO

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

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

“ESTUDIO DE LA CARGA INSTALADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSFORMADOR PAD MOUNTED EN EL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015.”

REVISADA Y APROBADA POR:

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL ESPECIAL

Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón.

Ing. Amable Bienvenido Bravo.

PhD. Yoandrys Morales Tamayo.

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación : **“ESTUDIO DE LA CARGA INSTALADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSFORMADOR PAD MOUNTED EN EL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015.”**, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Araujo Zuñiga Welington Bladimir.
C.I. 050341180-3

Cela Guerra Byron Alexander.
C.I. 050392477-1



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN

TRABAJO DE GRADO

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el terna: : **“ESTUDIO DE LA CARGA INSTALADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSFORMADOR PAD MOUNTED EN EL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015.”**, de Araujo Zuñiga Welington Bladimir y Cela Guerra Byron Alexander, egresados de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Diciembre 01 del 2015.

El Director.

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

COORDINACIÓN ACADÉMICA

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Lcdo. Ringo John López Bustamante Mg.Sc. Coordinador Académico y Administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, Certifico que los Sres. Araujo Zuñiga Welington Bladimir y Cela Guerra Byron Alexander, portadores de la cédula de ciudadanía N° 050341180-3 y N° 050392477-1 respectivamente, egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, desarrollaron su Tesis titulada “Estudio de la carga instalada para la implementación de un transformador Pad Mounted en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Año 2015”; la misma que fue ejecutada e implementada con satisfacción en el Bloque Académico “B” de la extensión La Maná.

Particular que comunico para fines pertinentes

ATENTAMENTE

“POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”

La Maná, Diciembre 01 del 2015

Lcdo. Mg.Sc. Ringo López Bustamante
COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN
Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná

RLB/eas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y a mis padres por su sacrificio al haberme dado el estudio, a mi hermana por su cariño y apoyo incondicional.

Bladimir Araujo.

Agradezco infinitamente a la Virgen del Cisne por cuidarme siempre y a mis padres quienes me han sabido inculcar desde muy pequeño valores que hoy están reflejados en mí al ser una persona de bien con metas y propósitos claros en la vida.

Byron Cela.

DEDICATORIA

A Dios que supo guiarme por el buen camino, darme voluntad en cada momento y no rendirme ante alguna adversidad. A mi madre por su apoyo, amor y ejemplo digno de superación hoy puedo alcanzar mi meta.

Bladimir Araujo.

A Dios, porque siempre ha cuidado de mis pasos, por darme la vida y la tenacidad para culminar cinco años de estudio, dedico este trabajo de graduación a mi madre que estuvo siempre en cada instante apoyándome durante los momentos de mi vida estudiantil.

Byron Cela.

ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Aval de los miembros del tribunal	ii
Autoría	iii
Aval del director de tesis	iv
Certificado de implementación	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria	vii
Índice general	viii
Índice de contenido	ix
Índice de cuadros	xi
Índice de gráficos	xii
Índice de anexos	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Certificado de traducción del idioma inglés	xv
Introducción	xvi

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Fundamentación Teórica	1
1.1	Antecedentes Investigativos	1
1.1.1	Proyecto 1	1
1.1.2	Proyecto 2	2
1.2	Categorías Fundamentales	3
1.3	Marco Teórico	4
1.3.1	Electricidad	4
1.3.1.1	Ley de Ohm	5
1.3.1.2	Leyes de Kirchhoff.	6
1.3.2.	Máquinas eléctricas.	9
1.3.3.	Riesgo eléctrico.	10
1.3.4	Carga eléctrica	11
1.3.5	Transformador	12
1.3.5.1	Condiciones normales de servicio	15
2	Análisis e interpretación de resultados	32
2.1	Breve caracterización de la institución	32
2.1.1	Historia	32
2.1.2	Misión	34
2.1.3	Visión	34
2.2	Operacionalización de las Variables	35
2.3	Análisis e Interpretación de Resultados	36
2.3.1	Metodología de la Investigación	36
2.3.1.1	Tipos de Investigación	36
2.3.1.2	Metodología	37
2.3.1.3	Unidad de Estudio (Población y Muestra)	37
2.3.1.3.1	Población Universo	37
2.3.1.3.2	Tamaño de la muestra	37
2.3.1.3.3	Criterios de Selección de la Muestra	38
2.3.2	Métodos y Técnicas a ser Empleadas	39

2.3.2.1	Métodos	39
2.3.2.2	Técnicas	40
2.3.3	Resultados de las Encuestas	41
2.3.3.1	Resultados de la Encuesta Realizada	41
2.3.4	Conclusiones y recomendaciones	47
2.4	Diseño de la Propuesta	49
2.4.1	Datos Informativos	49
2.4.2	Justificación	49
2.4.3	Objetivos	50
2.4.3.1	Objetivo General	50
2.4.3.2	Objetivos Específicos	50
2.4.4	Descripción de la Aplicación	50
3	Validación de la Aplicación	52
3.1	Generalidades	52
3.1.1	Antecedentes	52
3.1.2	Alcance	52
3.2	Redes existentes	53
3.2.1	Diagnóstico	53
3.3	Redes proyectadas	53
3.3.1	Consideraciones generales	53
3.3.2	Descripción del proyecto	53
3.3.2.1	Red de medio voltaje	53
3.3.2.2	Centro de transformación	54
3.3.2.3	Seccionamiento y protecciones	54
3.3.2.4	Sistema de puesta a tierra	55
3.3.2.5	Sistema de medición	56
3.4.	Determinación de la demanda	56
3.5.	Estancamiento	59
3.6.	Lista de materiales y presupuesto desglosado	60
3.7.	Plano de red de medio voltaje	61
3.8.	Diagrama unifilar y plano de ubicación	62
3.9	Evaluación de impacto ambiental	63

3.9.1	Valoración de los impactos	63
3.9.2	Medidas de bioseguridad	64
4.	Conclusiones y recomendaciones	65
4.1	Conclusiones	65
4.2	Recomendaciones	66
4.3	Referencias bibliográficas	67
4.4	Anexos	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	Símbolos medio de refrigeración	16
Cuadro No. 2	Símbolos en circulación del medio refrigerante	16
Cuadro No. 3	Porcentaje de reducción del límite de sobreelevación	17
Cuadro No. 4	Tabla de tensiones de prueba en los bornes de línea	23
Cuadro No. 5	Símbolos para prueba de circuito del transformador	28
Cuadro No. 6	Circuito típico	31
Cuadro No. 7	Operacionalización de Variables	35
Cuadro No. 8	Población 1	37
Cuadro No. 9	Aleatorio Estratificado Proporcional	38
Cuadro No. 10	Consideración de implementación de transformador	41
Cuadro No. 11	Mejoramiento del servicio eléctrico	41
Cuadro No. 12	Laboratorios con motores trifásicos	42
Cuadro No. 13	Niveles de voltaje	43
Cuadro No. 14	Prácticas en motores de inducción trifásico	43
Cuadro No. 15	Confiabilidad del servicio eléctrico	44
Cuadro No. 16	Consideraciones técnicas de instalación	45
Cuadro No. 17	Instalaciones eléctricas en la actualidad	45
Cuadro No. 18	Análisis de la carga previa a la instalación	46
Cuadro No. 19	Implementación de un sistema puesta a tierra	47
Cuadro No. 20	Determinación de la demanda	58
Cuadro No. 21	Hoja de estancamiento	59
Cuadro No. 22	Materiales y presupuesto	60

Cuadro No. 23	Clasificación ambiental por componente	63
---------------	--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	Plano de red de medio voltaje	61
Gráfico No. 2	Diagrama unifilar y plano de ubicación	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1	Encuesta Aplicada	70
Anexo No. 2	Proceso de construcción de caja de revisión bajo poste	72
Anexo No. 3	Proceso de construcción en la segunda caja de revisión	72
Anexo No. 4	Proceso de construcción de canal y tercera caja de revisión	73
Anexo No. 5	Proceso de enterramiento de tubería de 3 pulgadas	73
Anexo No. 6	Proceso de construcción de tercera caja de revisión	74
Anexo No. 7	Plancha de hormigón donde irá el transformador	74
Anexo No. 8	Implantación del transformador pad mounted	75
Anexo No. 9	Protocolo de pruebas del transformador	75
Anexo No. 10	Manual del fabricante	75

RESUMEN

El estudio de la presente tesis determina la factibilidad para instalar un transformador de energía eléctrica en el Bloque Académico B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, desde los puntos de vista de demanda y técnico. Esta tesis comprende el estudio de la carga instalada para la determinación de la potencia del transformador Pad Mounted, se analiza desde la definición de la electricidad, pasando por el análisis de la carga. Al culminar esta etapa, se deberá tener una clara visión de las condiciones actuales de la carga eléctrica del bloque B, para permitir implementar un transformador de energía eléctrica en media tensión. Otra parte del estudio comprende el análisis técnico del proyecto, que implica la determinación de la localización óptima, el diseño de las condiciones óptimas, lo cual incluye la determinación del voltaje de cada máquina utilizada en el laboratorio tomando en cuenta los aspectos organizativos y legales concernientes a su instalación lo cual exige la Empresa Eléctrica de Cotopaxi. También se incluye la tabla de materiales y presupuesto de todos los componentes de operación, esto incluye determinar materiales de calidad que cumplan con los requisitos que exige la empresa distribuidora de energía. Se realiza el esquema de la red en media tensión y el diagrama unifilar de las cargas instaladas en el bloque B. Terminando con el análisis del impacto ambiental del transformador de energía eléctrica.

ABSTRACT

The study of this thesis determines the feasibility to installing a power transformer in the Academic Block B of the Technical University of Cotopaxi, from the point of view of demand and technical. This thesis includes the study of the installed load for determining the transformer Pad Mounted; it is analyzed from the definition of electricity, through analysis of the load. Upon completion of this stage, you should have a clear view of the current conditions of the electric charge of the block B, to allow implementing a power transformer at medium voltage. Another part of the study covers the technical analysis of the project, which involves the determining of optimal location, the design of optimal conditions, which includes determining the voltage of each machine used in the laboratory, taking into account organizational and legal aspects concerning their installation which requires the Cotopaxi Electric Company. Table of materials and budget of all operating components are also included, this includes determining quality materials that meet the requirements under the power distribution company. The scheme of medium voltage network and line diagram of the loads installed in Block B. Ending the analysis of the environmental impact of electric power transformer is done.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Centro
Cultural de
Idiomas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados: Araujo Zuñiga Wellington Bladimir y Cela Guerra Byron Alexander cuyo título versa “Estudio de la carga instalada para la implementación de un transformador Pad Mounted en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Año 2015”; 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, 01 de Diciembre del 2015

Atentamente

Lcdo. Moisés Ruales P.

DOCENTE

C.I. 050304003-2

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis consiste en realizar el estudio de la carga para determinar la capacidad de un transformador trifásico en media tensión para el Bloque Académico B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

En el Capítulo 1 comprende toda la información teórica, se toma como referencia dos proyectos similares como punto de partida y antecedentes investigativos, se toman en cuenta cinco categorías fundamentales para el desarrollo del proyecto desde la electricidad hasta el transformador y se explica cada uno de ellos en el marco teórico.

En el Capítulo 2 se expone una breve caracterización de la institución donde se realiza la aplicación, además se desarrolla un análisis e interpretación de resultados y se describen los métodos empleados, se proceden con los cálculos para seleccionar la muestra y se tabulan los resultados para obtener las conclusiones si es viable el proyecto.

En el Capítulo 3 se desarrolla la aplicación, se realiza el estudio de la carga, determinando la carga instalada y la carga proyectada, se menciona cada uno de los elementos que intervienen en la implementación de un transformador Pad Mounted; se propone una instalación con las normas de seguridad establecidas por la Empresa Eléctrica, de tal manera que se logra el control y la vida útil de todos los equipos eléctricos y electrónicos instalados en el bloque académico.

En el Capítulo 4 muestra las conclusiones y recomendaciones que se deben considerar al momento de poner en funcionamiento el transformador Pad Mounted, también se encuentra las citas bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes Investigativos

Una vez realizada las investigaciones en torno al tema, se presenta a continuación la información de dos proyectos similares.

1.1.1 Proyecto 1

Propuesta de implementación de un módulo didáctico de monitoreo y control de transformadores eléctricos de distribución mediante Labview, utilizando la tarjeta de interfaz NI SB-RIO

Resumen

En la actualidad es muy importante para las industrias garantizar la vida útil de los equipos eléctricos, para tener buena productibilidad en planta. El presente proyecto tenemos la aplicación de un sistema de control eficaz que nos permita detectar la más mínima falla para poder detectar el sobre calentamiento del transformador de la manera más rápida tanto en transformadores nuevos y usados.

Para poder detectar estas irregularidades se puede monitorear mediante un computador con un programa software Labview, que nos envían señales en tiempo real y estos son llevados a una base de datos para tener un historial del

funcionamiento del equipo, el objetivo de este programa es verificar si el equipo cumple con las normas como INEN, IEEE, IEC y ANSI para transformadores de distribución. El manejo del programa Labview es didáctica, tiene un comprensible que nos permite entender todos los rangos y variables de los transformadores de distribución aun cuando esté en su funcionamiento.

La presente tesis realiza las pruebas básicas que se deben hacer a transformadores de distribución, todo esto bajo normas Nacionales e Internacionales, para garantizar el buen rendimiento del transformador. Las pruebas que se realiza a los transformadores nos permiten verificar el diagnóstico para conocer su vida útil, su factor de envejecimiento, que va a prestar el transformador en pleno funcionamiento.

(<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2559/16/UPS-GT000298.pdf>)

1.1.2 Proyecto 2

Implementación de transformadores de potencial y de corriente a media tensión monofásica para el laboratorio de medidas eléctricas en la facultad de ciencias matemática, física y química, de la Universidad Técnica de Manabí del cantón Portoviejo en el periodo 2011-2012

Resumen

Los estudiantes de las facultades de Ciencias, Matemática, físicas y Química se encuentran en múltiples avances con un nivel académico superior en sus diferentes carreras, lo que ha permitido formar profesionales de calidad capaces de dar solución a cualquier problema en el ámbito laboral, con este proyecto se benefician los estudiantes y docentes de la universidad, dando como resultado un laboratorio de transformadores de potencial y de corriente a media tensión con alta calidad para el mejoramiento de la educación superior.

Implementado estos transformadores permiten que los estudiantes tengan clases prácticas, en donde se realizan pruebas con instrumentos eléctricos como multímetro a través de las bobinas primarias y secundarias, comprobando que la unidad de medida es el Kw-h, que es igual a la cantidad de energía utiliza en un periodo de una hora. La ejecución del proyecto afianza una correcta utilización de transformadores, para su desarrollo adecuado de las pruebas de los equipos eléctricos permitiendo así un rendimiento de buena calidad para los estudiantes y docentes que imparten sus conocimientos.

En conclusión, este proyecto deja satisfecho a los Docenes y Alumnos de la facultad Ciencias Matemática, Física y Química de la Universidad Técnica de Manabí consideran que la implementación de transformadores de potencial y de corriente a media tensión mejoraría la calidad de enseñanza y aprendizaje por lo que se recomienda el uso adecuado de los transformadores, procurando su conservación adecuada y un funcionamiento de manera óptima.

(<http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/4361/1/FCMFQTG-2012-07.pdf>)

1.2 Categorías Fundamentales.

- 1.2.1** Electricidad
- 1.2.2** Máquinas eléctricas
- 1.2.3** Riesgo eléctrico.
- 1.2.4** Cargas eléctricas.
- 1.2.5** Transformador.

1.3 Marco Teórico.

1.3.1 Electricidad.

El desarrollo de la electricidad se inició hace ya más de un siglo, habiendo cambiado desde entonces nuestra forma de vida. La energía eléctrica es usada a bordo para mover diferente maquinaria, tanto auxiliar como de cubierta, para la iluminación, la ventilación, la refrigeración, el acondicionamiento de aire, la calefacción, las cocinas. Por eso es necesario disponer a bordo de una fuente constante de electricidad, así como de los correspondientes elementos necesarios para su distribución y para el control y el arranque de los equipos.

La instalación eléctrica de un buque puede tener distinta complejidad, dependiendo de su tamaño y dedicación. Así, podemos encontrarnos con instalaciones tan simples como la de un pequeño velero de recreo compuesto por un grupo de baterías, un alternador acoplado al motor principal y unos cuantos (pocos) consumidores, o tan complejas como la de un trasatlántico que lógicamente incluye varios generadores, complejos circuitos de distribución. (ESCAMILLA Alicia; JAVIERRE Marisa, 2010).

Existen diversos tipos de centrales eléctricas que vienen determinados por la fuente de energía que utilizan para mover el rotor. Estas fuentes pueden ser convencionales (centrales hidráulicas o hidroeléctricas, térmicas y nucleares) y no convencionales (centrales eólicas, solares, mareomotrices y de biomasa). (ENRÍQUEZ Gilberto, 2011. Pág. 53)

La electricidad hoy en día se ha convertido una necesidad del hombre ya que en la actualidad la mayoría de actividades que realizamos tienen que ver de forma directa o indirecta con la electricidad ya sea cuando vamos al trabajo utilizamos un transporte que necesita de electricidad para su funcionamiento como también los viajes espaciales que utilizan en gran parte la electricidad.

1.3.1.1 Ley de Ohm.

La ley de ohm se puede decir que constituye el fundamento del cálculo de los circuitos eléctricos - electrónicos. Por medio de esta ley se calculan los valores de voltaje, intensidad, resistencia; conociendo dos de estos tres valores fundamentales, se halla el otro valor. Y sus utilidades se extienden desde el circuito más elemental hasta los más complejos (técnicas operacionales, microelectrónica, etc.). Esto se lo expresa por medio de la formula siguiente:

$$I = \frac{V}{R}$$

Así, pues el cálculo del valor de la intensidad (I) que circula en cualquier circuito de halla simplemente dividiendo el valor de la tensión (V) entre el valor de la resistencia (Ω).

Y de esta fórmula fundamental, se deducen otras dos:

$$R = \frac{V}{I} \quad V = I \times R$$

Se puede deducir para cierto calor fijo de resistencia (R):

Si aumenta el voltaje (V) \rightarrow Aumenta la intensidad (I)

Si disminuye el voltaje (V) \rightarrow Disminuye la intensidad (I)

Y si lo que se mantiene fijo es el valor del voltaje:

Si aumenta la resistencia (R) \rightarrow Disminuye la intensidad (I)

Si disminuye la resistencia (R) \rightarrow Aumenta la intensidad (I).

(Hermosa, 2009 págs. 79-80)

El físico Ohm, basándose en un experimento, determinó que la intensidad de la corriente que recorre un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión aplicada (a más tensión, más intensidad), e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica (a más resistencia, menos intensidad)".

$$I = \frac{V}{R}$$

Recuerda que si existe corriente eléctrica es gracias a que el generador traslada las cargas del polo positivo al negativo, creando así una diferencia de cargas, que nosotros llamamos tensión eléctrica.

Cuando mayor es la tensión eléctrica, con mayor fuerza atraerá el polo positivo de la pila a los electrones que salen del negativo y atraviesan la resistencia, y por lo tanto, será mayor también la intensidad de la corriente por el circuito. Cuanto mayor sea el valor óhmico de la resistencia que se opone al paso de la corriente eléctrica, menor será la intensidad de la misma. (Alcalde, 2010 págs. 19-20).

Ohm estableció la ley que rige el comportamiento de una corriente I a través de un material de resistencia R , debido a la presencia de un voltaje V :

Dónde:

I = Intensidad de corriente en amperes (A)

V = Voltaje, en volts (V)

R = Resistencia, en ohmios (Ω).

La ley de Ohm se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA).

1.3.1.2. Leyes de Kirchhoff.

Estas leyes, junto a la ley de ohm, son fundamentales para el análisis de circuitos eléctricos y electrónicos. Existen dos leyes de Kirchhoff.

Ley de Kirchhoff de Voltajes.- La primera ley de Kirchhoff establece que: “En una trayectoria cerrada o lazo de una red la suma total de los voltajes, en los elementos contenidos en el lazo, es igual a cero”.

También se puede interpretar esta ley de la siguiente manera: “*Que la suma de caídas de voltaje en un lazo cerrado de un circuito es igual a la suma de todas las subidas de voltaje.*”

Ley de Kirchhoff de Corrientes.- La segunda ley de Kirchhoff establece que: “La suma total de las corrientes en un nodo es igual a cero”.

También equivale a decir: “*Que la corriente total que entra a un nodo es igual a la corriente total que sale del mismo*”. (Villaseñor, 2011 págs. 87,102).

La ley de Kirchhoff establece que la suma algebraica de las corrientes en cualquier punto de un circuito es cero. Esto quiere decir que la suma de las corrientes que llegan a un punto de un circuito tiene que ser igual a la suma de las corrientes que salen. La ley de voltaje de Kirchhoff dice que la suma algebraica de los voltajes alrededor de la una trayectoria cerrada es cero. Esto significa que en una trayectoria cerrada, la suma de los incrementos de voltaje tiene que ser igual a la suma de las caídas de voltaje. (Crouch, y otros, 2008 págs. 26-27).

La primera ley de Kirchhoff afirma que en un nudo donde concurren dos o más intensidades, la suma de todas ellas es nula en cualquier instante. En otras palabras, si asignamos el signo + para las corrientes entrantes, y el signo – para las salientes (o viceversa) puede decirse que la suma instantánea de todas las corrientes que entran en un nudo es igual a la suma de las corrientes que salen.

La segunda ley de Kirchhoff afirma que en un circuito cerrado en forma de malla, la suma de las caídas de tensión en todos los elementos que lo forman es nula.

1.3.1.3. Circuitos.

Un circuito es un camino cerrado formado por conductores que está sujeto a una diferencia de potencial entre dos de sus puntos. En un circuito conectamos una serie de aparatos eléctricos, como televisores, refrigeradora, planchas, focos, computadoras, que en todos los casos consumen energía, hay dos formas de conectar la resistencia para formar circuitos.

Se trata de formas que dan los nombres a las dos clases de circuitos conocidas: en serie y en paralelo. En una conexión en serie la resistencia se conectan una de tras de otra, formando un solo camino para el paso de la corriente; mientras que las

concesiones en paralelo se hacen de manera que se forman “puentes” entre ellas y, así, el circuito presenta varios caminos para el paso de la corriente. En el primer caso, la corriente es la misma en todas las resistencias y, en el segundo caso, la diferencia de potencial es la misma para todas las resistencias. (Núñez, 2007 pág. 143).

Un circuito eléctrico es la combinación de cualquier número de fuentes y cargas conectadas de alguna manera que permita que haya un flujo de cargas. El circuito eléctrico puede ser tan simple como uno compuesto por una batería y una lámpara, o tan complejo como los circuitos contenidos en un televisor, o una computadora. Sin embargo, no importa que tan complicado sea, cada circuito sigue al pie de la letra reglas simples de una manera predecible. Todos los circuitos eléctricos obtienen su energía de una fuente de corriente directa (CD) o de una fuente de corriente alterna (CA).

Un circuito en serie se construye al combinar varios elementos en serie. Un circuito en paralelo simple se construye al combinar una fuente de voltaje con varios resistores, donde llegar a un punto llamado nodo la corriente se dividirá entre los varios resistores (Allan, y otros, 2008 págs. 118-156).

Circuito eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes, y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.

Las modificaciones que realizan los circuitos electrónicos consisten, entre otras cosas, en aumentar a disminuir la señal (amplificación y atenuación), dejar pasar aquellas señales eléctricas de determinada frecuencia (filtrado), convertir una señal de corriente alterna continua (rectificación).

Los circuitos electrónicos se clasifican en analógicos y digitales, según se trate de circuitos que permiten el tratamiento de una señal analógica o digital. En la

actualidad, casi todos los aparatos y dispositivos que utilizamos contienen circuitos electrónicos digital.

1.3.2 Máquinas eléctricas.

Una máquina eléctrica es un dispositivo que puede convertir energía mecánica en energía eléctrica o energía eléctrica en energía mecánica. Cuando una maquina eléctrica es utiliza para convertir energía mecánica en energía eléctrica se denomina generador, y cuando convierte energía eléctrica en energía mecánica se llama motor. Puesto que puede convertir energía eléctrica en mecánica o viceversa, una máquina eléctrica se puede utilizar como generador o como motor según el funcionamiento que lo requiera. Casi todos los motores y generadores útiles convierten la energía de una a otra forma a través de la acción de campos magnéticos. (CHAPMAN, Stephen. 2012, pág. 1)

Se denomina máquina eléctrica el conjunto de elementos capaces de producir, aprovechar o transformar la energía eléctrica. Las máquinas eléctricas son elementos que realizan una conversión de energía eléctrica o mecánica, pasando de una forma a otra, siendo al menos una de ellas energía eléctrica la más utilizada para abastecer las necesidades correspondientes. Si dicha serie de elementos son capaces de convertir la energía mecánica en energía eléctrica, se llamará a esa máquina eléctrica generador. Si los elementos trasforman la energía eléctrica en energía mecánica, se llamará a esa máquina eléctrica motor. (GONZÁLEZ, Joaquín. 2012, pág. 1)

Existen máquinas eléctricas que convertir energía eléctrica a mecánica y energía mecánica a eléctrica. Estos dispositivos pueden ser diferentes, dependiendo del uso que le demos para nuestro funcionamiento. Una máquina eléctrica puede ser un motor o un generador. Estos dispositivos eléctricos son diferentes a la hora de su funcionamiento, pero tienen características similares.

Una máquina eléctrica es un dispositivo eléctrico que nos convierte energía eléctrica en energía mecánica y a su vez en energía mecánica en energía eléctrica, dependiendo del uso que sea necesario para nuestro funcionamiento, podemos decir que una máquina eléctrica puede ser un generador, un motor y un transformador, ya que toda máquina eléctrica se basa a la inducción electromagnética, debido a los fenómenos eléctricos y de los fenómenos magnéticos.

El transformador es una máquina eléctrica estática que valiéndose de los principios de inducción electromagnética, es capaz de modificar la tensión y corriente del sistema de corrientes variables (C.A.), sin modificar la frecuencia ni la potencia transferida.

Los transformadores cumplen una misión importantísima en el transporte y distribución de la energía eléctrica gracias a ellos se puede aumentar la tensión antes de transportar la energía a grandes distancias por las líneas de alta tensión con el fin de reducir la intensidad y con ello las pérdidas que se dan en los conductores por el efecto Joule. Con ellos también se puede reducir la tensión con el fin de poder distribuirla y consumirla en las industrias y viviendas a valores que sean seguros para las personas que manipulen los sistemas eléctricos

1.3.3 Riesgo eléctrico.

Una descarga eléctrica pueden ser mortal a la hora de estar en contacto con la energía eléctrica, pero el mecanismo de este riesgo es un misterio para la humanidad. Dicho misterio se debe a que la electricidad es invisible y no se puede observar, cuyo uso doméstico ha llevado a cierto grado de complacencia, que constituye un factor en la mayoría de las electrocuciones por falta de conocimiento alguno. Además de la electrocución, existen otros riesgos con la electricidad, como el de incendio y el de quemaduras por incendio de un arco voltaico que son riesgos muy indispensables para el ser humano. (ASFAHL, Ray. 2010, pág. 443)

El riesgo eléctrico es un daño o una lesión producida por la tensión eléctrica que se presenta en manifestaciones de alto riesgo eléctrico. La corriente eléctrica circula a través del cuerpo humano o también puede circular a través de un animal, por esta razón es necesario que los mismos queden sometidos a una diferencia de potencial, ya sea entre dos elementos vivos o bien de uno con respecto a tierra. O sea que existen cuerpos que puedan ser electrificables o susceptibles de adquirir propiedades eléctricas y que otros que se la puedan comunicar. (FARINA, Alberto. 2015, pág. 281)

Son susceptibles de ser producido por instalaciones eléctricas, por partes de las mismas, y cualquier dispositivo eléctrico que se encuentre bajo tensión eléctrica, con un potencial de sufrir daños por parte de la electrocución y quemaduras de alto riesgo. Se puede manifestar por manipulación o maniobra de las instalaciones eléctricas ya sea de baja, media y alta tensión, por operaciones de mantenimiento de alguna máquina eléctrica, instalaciones eléctricas de una vivienda o por reparación de aparatos eléctrico.

El riesgo eléctrico es aquel que se encuentra susceptible a las instalaciones eléctricas o en contacto con dispositivos bajo tensión eléctrica, por el cual hay que tomar las medidas respectivas para no sufrir daños por la electrocución y quemaduras en el cuerpo humano que puede ser causada por falta de conocimiento técnico, y así reduciríamos un riesgo mortal que nos provocaría la muerte a la hora de estar en contacto con la electricidad.

1.3.4 Carga eléctrica.

La mínima expresión de una carga eléctrica lo constituye el electrón y protón que se encuentran en un átomo de cualquier especie. Al ser de una magnitud tan pequeña, se establece como unidad de carga eléctrica el culombio (C), que equivale a la carga de, aproximadamente, 6.230.000.000.000.000 electrones. (HERMOSA, Donate. 2009, pág. 11)

En la actualidad podemos decir que ámbar (eléctrica) ha adquirido una carga eléctrica neta. La palabra “eléctrica” se deriva de la palabra griega electrón, que significa ámbar. Cuando frotamos los zapatos sobre una alfombra de nylon, adquirimos una carga eléctrica, también podemos “cargar” un peine haciéndolo pasar a través de cabellos seco. Las barras de plástico y la piel (real o sintética) resultan particularmente eficaces para demostrar algunos fenómenos relacionados con la electrostática esto es, las interacciones entre cargas eléctricas que están en reposo. (SEARS, Zemansky. 2009, pág. 793)

Los átomos están constituidos por un núcleo y una corteza (órbitas). El núcleo está constituido por neutrones y protones. Los neutrones no tienen carga y los protones tienen cargas positivas. Alrededor del núcleo se encuentran girando los electrones. Los electrones tienen carga negativa. Las cargas eléctricas de los electrones (negativos) y la de los protones (positivos) son iguales, aunque tienen signo contrario. La carga eléctrica elemental de la electricidad es el electrón. El electrón es la partícula diminuta que lleva la menor carga eléctrica negativa para que se pueda aislar en un circuito.

La carga eléctrica es la propiedad de la materia que nos permite determinar las ganancias y las pérdidas de los electrones que tenemos en nuestro entorno. La carga eléctrica está denominada en protones (positivo), neutrones (no tienen carga) y electrones (negativo), que determinan fuerza de atracción y repulsión entre diferentes cargas eléctricas, ya que cuando son cargas de diferente signo se atraen y cuando son del mismo signo se repelen.

1.3.5 Transformador.

Un transformador es un dispositivo eléctrico que cambia de potencia eléctrica de un nivel de voltaje a otro nivel de voltaje mediante la acción de un campo magnético. Consta de dos bobinas de alambre conductor enrolladas alrededor del núcleo ferromagnético común. Estas bobinas (normalmente) no están conectadas en forma directa. La conexión entre las bobinas es el flujo magnético común que

se encuentra dentro del núcleo. Uno de los devanados del transformador se energiza a una fuente eléctrica alterna y el segundo devanado suministra energía eléctrica a las cargas. El devanado del transformador que se conecta a la fuente de potencia se llama devanado primario y el devanado que se conecta a la carga se llama devanado secundario. (CHAPMAN, Stephen. 2012, pág. 49)

Un transformador es una máquina eléctrica estática que transforma la energía eléctrica recibida por la tensión suministrada y lo transforma en energía eléctrica de distintas características. El transformador es dispositivo eléctrico más utilizado por la electricidad, puede elevar o reducir la tensión.

El devanado primario es el que recibe la energía y el devanado secundario es el que la sede. Este dispositivo por ser una maquina estática tiene una ventaja de no tener pérdidas mecánicas y por lo tanto alcanza un rendimiento del 98% de su funcionamiento. (ÁLVAREZ, Manuel. 2009, pág. 1)

El transformador es una máquina estática, que se basa a la inducción electromagnética teniendo en su núcleo acoplado al campo magnético dos o más devanados y se utiliza para la conversión de energía eléctrica en eléctrica a distintos niveles de voltajes de acuerdo a la necesidad de su funcionamiento puede ser elevador o reductor.

El transformador es una máquina eléctrica estática que nos convierte energía eléctrica en energía eléctrica, dependiendo de los distintos niveles de tensiones nos puede elevar o reducir la tensión eléctrica suministrada. Por lo que se basan a la inducción electromagnética que se produce en el núcleo del transformador al momento de ser energizado en el devanado primario, se crea un flujo magnético que pasa desde el devanado primario hasta el devanado secundario, produciendo así un movimiento de fuerza electromagnética en el devanado secundario.

La historia antigua de Hevi-Duty Electric comienza con la Electric Heating Apparatus Company de Newark, New Jersey, en 1915. La compañía producía hornos pequeños tipo laboratorio.

En 1924, la compañía fue adquirida por la North American Company y se cambió a Wisconsin donde operaba en conjunto con la Wisconsin Electric Power Company de Milwaukee. Este fue un esfuerzo para promover el uso de la energía eléctrica.

Después del cambio a Wisconsin, Hevi-Duty obtuvo la mayoría de los requerimientos de transformadores de la Surges Electric Company, una pequeña unidad de operaciones basada en Milwaukee de la que su negocio principal eran los transformadores.

En tanto creció el negocio de Hevi-Duty Electric, se convirtió más en un factor de negocios de Surges Electric. Llegó a tal grado que al final de los 1940, los intereses de Surges Electric fueron adquiridos por Hevi-Duty. El nuevo grupo de transformadores suministraba transformadores y otros dispositivos electromagnéticos relacionados para clientes externos, al igual que cumplía con los requerimientos internos del grupo de fabricación de hornos.

En 1953, las operaciones combinadas de fabricación de transformadores y hornos fueron trasladadas a Watertown, Wisconsin.

En 1955, como resultado de las acciones del gobierno contra las compañías concentradoras utilitarias, la North American Company fue disuelta y Hevi-Duty se convirtió en una operación subsidiaria de la Union Electric Company, una compañía localizada en St. Louis, Missouri.

La Union Electric tenía un compromiso eventualmente desincorporarse de Hevi-Duty y en 1956, Hevi-Duty fue separada y se convirtió en una compañía independiente.

En 1959, Hevi-Duty Electric fue adquirida por la Basic Products Corporation de Milwaukee, Wisconsin cuyo principal negocio era la malta para la industria cervecera. Debido a la disminución de los negocios en el área, Basic Products estaba intentando entrar al negocio de equipo eléctrico el cual tenía un crecimiento sustancial. Después de la fusión, se reconoció que la porción de transformadores del negocio de Hevi-Duty Electric no estaba alcanzando su total potencial debido al fuerte énfasis de la división en el negocio de la calefacción industrial.

El transformador es un aparato estático, de inducción electromagnética, destinado a transformar un sistema de corrientes alternas en uno o más sistemas de corrientes alternas de igual frecuencia y de intensidad y tensión generalmente diferentes.

Un transformador en servicio en un sistema eléctrico, tiene ciertas características nominales que han sido en parte fijadas por el usuario, y en parte adoptadas por el proyectista. Estas características que son objeto de garantías se comprueban en ensayos.

1.3.5.1 Condiciones normales de servicio

Las normas fijan condiciones normales de servicio, a saber:

- Altitud de la instalación (hasta 1000 metros sobre el nivel del mar)
- Temperatura del refrigerante, por ejemplo para aparatos refrigerados por aire, la temperatura del aire ambiente no debe exceder los 40 °C.

Además en las normas se fijan temperaturas mínimas del aire y valores promedios diarios y anuales que, si se previese excederlos, es indispensable indicarlos claramente a nivel de especificación. Los transformadores se identifican con una sigla que define el modo y el medio de refrigeración utilizado. Los transformadores pueden ser sumergidos en aceite mineral, sintético u otro líquido refrigerante, o ser de tipo seco.

Los primeros son aquellos cuyas partes activas, estén o no aisladas y eventualmente impregnadas, están inmersas en aceite u otro líquido dieléctrico. La aislación se realiza con materiales pertenecientes a la clase A (105 °C).

Los de tipo seco son aquellos cuyas partes activas, estén o no aisladas y eventualmente impregnadas, están en contacto inmediato con un aislante gaseoso (generalmente aire) o bien sólido (generalmente resinas epóxicas o a base de siliconas). La aislación se realiza con materiales pertenecientes a la clase F (155 °C) o H (180 °C).

Cada medio de refrigeración se identifica con una letra de acuerdo a la siguiente tabla:

CUADRO N° 1

SÍMBOLOS MEDIO DE REFRIGERACIÓN

Aceite mineral o líquido sintético inflamable	O
Líquido aislante no inflamable	L
Gas	G
Agua	W
Aire	A

Elaborado por: Autores.

Fuente: Inatra

Según el modo como circule el medio refrigerante se utilizan los siguientes símbolos:

CUADRO N° 2

SÍMBOLOS EN CIRCULACIÓN DEL MEDIO REFRIGERANTE

Natural	N
Forzado	F
Dirigido para el caso particular de aceite	D

Elaborado por: Autores.

Fuente: Inatra

Ya se ha dicho que las normas fijan las condiciones normales de servicio, pero en la aplicación puede ocurrir que se tengan funcionamientos que se aparten de las condiciones normales esta situación debe ser indicada por el usuario.

Para cada modo de refrigeración, por cada 500 m o fracción de 500 m por encima de los 1000 m la reducción se indica en la tabla siguiente.

CUADRO N° 3

PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL LÍMITE DE SOBREELEVACIÓN DE TEMPERATURA

Circulación de aire	Natural	Forzado
Transformadores en aceite	2.0%	3.0%
Transformadores secos	2.5%	5.0%

Elaborado por: Autores.

Fuente: Inatra

En rigor los límites de sobreelevación de temperatura que se fijan, y que dimensionan la máquina desde el punto de vista térmico, y se utilizan en la verificación de sus prestaciones, están fijados con un criterio de temperatura máxima de las zonas más calientes de manera de que los materiales y en particular los aislantes conserven sus propiedades.

En consecuencia es aceptable utilizar un transformador controlando que la temperatura de su zona más caliente quede contenida en un valor de seguridad independientemente de la condición ambiental, y en esta forma la máquina es aprovechable en todo momento al máximo, este criterio aunque no contemplado (aún) por las normas permite (de todos modos) un aprovechamiento más racional del mismo.

Las pruebas de calentamiento que establecen las normas, tienen por finalidad verificar el dimensionamiento térmico de la máquina con relación a la sobreelevación media de la temperatura. Para máquinas de gran potencia esta

prueba se realiza solamente con el método de cortocircuito y consiste en determinar:

- La sobreelevación de temperatura del aceite en la parte superior de la máquina (vaina para termómetro) una vez alcanzado el régimen térmico con las pérdidas totales (en el hierro y en los arrollamientos).
- El gradiente medio entre el conductor de los distintos arrollamientos y el aceite, circulando por el arrollamiento ensayado la corriente nominal, pudiéndose de este modo calcular la sobreelevación media de los arrollamientos respecto a la temperatura ambiente

La variación de la temperatura ambiente (verano-invierno) incide en la repetibilidad de las mediciones. Con el aumento de la temperatura disminuye la viscosidad del aceite, aumentando de este modo su circulación y mejorando el intercambio térmico entre el aceite y las paredes de los órganos de refrigeración.

En cambio con el aumento de la temperatura disminuye la densidad del aire y en consecuencia se reduce el intercambio térmico entre las paredes de los órganos refrigerantes y el aire, suponiendo un caudal de aire constante.

Teniéndose en cuenta ambos efectos en forma conjunta, la refrigeración tiende a mejorar con el incremento de temperatura ambiente. Por ejemplo se puede encontrar experimentalmente una reducción en la temperatura de los devanados de 2 a 3 °C al pasar la temperatura ambiente de 20 a 30 °C.

Además del control de la sobreelevación de la temperatura media, es de fundamental importancia verificar la ausencia de puntos calientes peligrosos, a fin de obtener máquinas de elevado grado de confiabilidad.

- Forma de onda de la tensión de alimentación que caracteriza el ambiente eléctrico en el que operará el transformador (la norma la supone aproximadamente senoidal).

Para transformadores polifásicos, la tensión de alimentación debe ser aproximadamente simétrica (la norma no indica el grado de asimetría).

Características Nominales.- Las características nominales son datos que en base a las condiciones de servicio, definen las prestaciones a efectos de las garantías y condiciones de ensayo especificadas.

- Tensión nominal (en valor eficaz) de un arrollamiento es la tensión aplicada u obtenida en vacío entre bornes de línea de un arrollamiento de un transformador polifásico o entre bornes de un arrollamiento monofásico.
- Relación de transformación nominal es la que existe entre las tensiones nominales de los distintos arrollamientos para la toma principal.

La tolerancia en la relación (real del transformador construido) fijada por las normas es $\pm 0.5\%$ de la relación nominal; en el caso de transformadores cuya tensión de cortocircuito es baja la tolerancia es 1/10 del porcentaje de impedancia.

Esto no es aplicable a los autotransformadores (en razón de su muy baja impedancia). Por ejemplo para un transformador con impedancia 3% la tolerancia de la relación de transformación será 0.3%

- Frecuencia nominal es aquella a la cual el transformador está destinado a funcionar (normalmente 50 o 60 Hz).
- Potencia nominal, es el valor convencional de la potencia aparente (kVA o MVA), que establece las bases para el diseño, la construcción, las garantías del fabricante y los ensayos, determinando el valor de la corriente nominal

que puede circular con la tensión nominal aplicada, de acuerdo con las condiciones especificadas.

La potencia nominal asignada corresponde a servicio continuo, sin embargo los transformadores pueden ser sobrecargados ocasionalmente. Las normas fijan indicaciones y criterios a aplicar en algunos casos particulares.

Debe notarse que si el transformador tiene diferentes modos de refrigeración, a cada uno le corresponde una potencia y la potencia nominal es la mayor. Ej.: ONAN (70%) - ONAF (100%).

Para transformadores de más de dos arrollamientos, se debe indicar la potencia nominal de cada arrollamiento. La mitad de la suma aritmética de los valores de las potencias de los arrollamientos da una estimación aproximada de las dimensiones de un transformador de más de dos arrollamientos en relación a uno de dos arrollamientos.

- Corriente nominal es el valor que se obtiene dividiendo la potencia nominal de un arrollamiento por la tensión nominal de dicho arrollamiento y por el factor de fase apropiado ($\sqrt{3}$ en los transformadores trifásicos).

A fin de destacar el significado convencional de la definición de potencia nominal, debe notarse que si a un arrollamiento de un transformador de dos arrollamientos se le aplica su tensión nominal, y se lo carga hasta que por el circule la corriente nominal, la potencia en juego coincide con la definida como potencia nominal del transformador.

En el otro arrollamiento circula también la corriente nominal, mientras que la tensión en bornes de este depende del factor de potencia de la carga, y en consecuencia la potencia que puede medirse en este punto está afectada por el rendimiento del transformador.

- Nivel de aislación, es el conjunto de valores que caracterizan la aptitud de los arrollamientos a soportar las sollicitaciones dieléctricas que se presentan en servicio.

Generalmente el nivel de aislación se expresa con el valor (eficaz) de tensión de ensayo a frecuencia industrial (aplicada durante 1 minuto), y cuando corresponde el valor de tensión (pico) de ensayo de impulso (onda de impulso normalizada 1.2/50 microsegundos).

La aislación puede ser uniforme cuando ha sido prevista en todo punto para soportar la tensión de ensayo contra masa que corresponde al extremo lado línea del arrollamiento. En cambio cuando varía desde el valor previsto para el lado línea hasta un valor menor del lado neutro, se denomina aislación gradual.

Un arrollamiento con aislación gradual no puede ser sometido a un ensayo de tensión aplicada de valor mayor al correspondiente al nivel de aislación en el extremo neutro. El transformador debe ser apto para instalación expuesta (a sobretensiones de origen atmosférico) cuando se instala conectado a líneas aéreas directamente o mediante pequeños tramos de cable; o puede no ser apto, y en tal caso solamente se lo puede instalar en redes de cables subterráneos.

Las normas indican los requerimientos básicos que permiten definir las exigencias relativas a los aislamientos y los ensayos que se deben realizar para verificar que la máquina en examen ha sido proyectada y construida para soportar todas las sollicitaciones dieléctricas a las cuales podrá estar sometida en servicio.

Los diferentes ensayos y niveles de tensión que se deben aplicar se establecen de acuerdo con las normas en función de la tensión máxima del sistema al cual el arrollamiento deberá ser conectado.

a) Para arrollamientos con tensión máxima menor de 300 kV y aislación gradual los ensayos requeridos son:

- Prueba de aislamiento con tensión aplicada a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislación del neutro, que tiene por finalidad verificar el aislamiento contra masa.
- Prueba de aislamiento con tensión de impulso, que tiene por finalidad verificar la capacidad del aislamiento de soportar sobretensiones de origen atmosférico.
- Prueba de aislamiento con tensión inducida, que tiene la finalidad de verificar el aislamiento interno entre espiras, entre fases y también contra masa de los arrollamientos ensayados.

b) Para arrollamientos con tensión máxima igual o mayor de 300 kV y aislación gradual (que son aquellos de mayor interés para máquinas de gran potencia), la norma propone dos métodos alternativos para los ensayos.

La elección del método forma parte de las indicaciones que debe suministrar el usuario de la máquina. Según el método 1 se considera que el nivel de tensión de aislación a impulso atmosférico tiene asociado un valor de tensión inducida de ensayo, y este último es suficiente para asegurar que el transformador resiste sobretensiones de maniobra.

Los ensayos que se realizan son similares a los indicados para transformadores con tensión máxima menor de 300 kV. En cambio según el método 2 se adopta para el nivel de tensión máximo del transformador, un valor de tensión de impulso de maniobra.

A partir del impulso de maniobra se adopta uno de los valores de tensión de impulso atmosférico que establece la norma. La tabla siguiente muestra para tensiones máximas del sistema igual o mayor a 300 kV, los valores de las tensiones de ensayo y las distintas combinaciones que se pueden adoptar tanto para el método 1 como para el método 2.

A los ensayos ya comentados, se agrega entonces el ensayo con tensión de impulso de maniobra.

CUADRO N° 4

TABLA DE TENSIONES DE PRUEBA EN LOS BORNES DE LÍNEA

U m	Tensión Inducida	Impulso de Maniobra	Impulso Atmosférico
Kv	Kv	Kvc	Kvc
300	-	750	850
	395	750	950
	395	850	950
	460	850	1050
362	-	850	950
	460	850	1050
	460	950	1050
	510	1050	1175
420	-	950	1050
	-	950	1175
	-	1050	1175
	570	1050	1300
	630	1050	1425
52 5	-	1050	1175
	-	1050	1300
	-	1050	1425
	-	1175	1425
	-	1175	1550
76 5	-	1425	1550
	-	1425	1800
	-	1550	1800
	-	1550	1950

Elaborado por: Autores.

Fuente: Inatra

- Topes de regulación son determinados puntos de los arrollamientos a los cuales se accede con conductores de conexión y elementos destinados a variar el número de espiras eléctricamente activas, o variar los conexionados.
- Tope principal es el tope al cual se refieren las características nominales.
- Campo de regulación es la diferencia entre la máxima y la mínima tensión en vacío, expresada en general, en valor relativo a una tensión tomada como referencia (generalmente la nominal).
- Pérdidas: son las potencias activas absorbidas por el transformador. Convencionalmente, a los efectos de la garantía y de las tolerancias, se consideran las siguientes pérdidas características.

a) Pérdidas en vacío: es la potencia activa absorbida por el transformador en las condiciones nominales de frecuencia y tensión con todos los arrollamientos no excitados abiertos en sus bornes de línea (tolerancia fijada por las normas +15% con la condición de que las pérdidas totales no excedan en más del 10% el valor garantizado).

Las conexiones de todos los arrollamientos deben corresponder con las condiciones para la cual es válida la garantía y, en particular, eventuales arrollamientos para la compensación de armónicos deben ser puestos, para la prueba, en las condiciones de funcionamiento.

Las tensiones aplicadas para la prueba deben ser prácticamente sinusoidales, lo que puede comprobarse midiendo entre terminales de línea con voltímetros de valor medio, comparados en valor eficaz para onda sinusoidal. Se miden contemporáneamente el valor eficaz de las mismas tensiones con voltímetros normales de valor eficaz y si las mediciones no son iguales, las normas indican las correcciones que se deben realizar en el valor de las pérdidas medidas.

b) Pérdidas debidas a la carga: es la potencia activa absorbida por el transformador en el ensayo de cortocircuito para cada par de arrollamientos, que corresponde a la carga del arrollamiento de menor potencia del par, a la

temperatura de referencia (75 °C), en las condiciones nominales de frecuencia y corriente, con los restantes arrollamientos abiertos en sus bornes de línea (tolerancia fijada por las normas +15% debiéndose cumplir también que las pérdidas totales no excedan en más del 10% el valor de garantía).

c) Pérdidas totales: convencionalmente se considera como valor de las pérdidas totales la suma de las pérdidas en vacío y de las pérdidas en carga. No se toma en consideración la potencia absorbida por los elementos o motores auxiliares (bombas, ventiladores) que debe ser indicada por separado (tolerancia fijada por las normas +10%).

- Tensión de cortocircuito: la tensión de cortocircuito de un par de arrollamientos es la tensión, a la frecuencia nominal, que se debe aplicar a uno de ellos para que en el otro que debe estar cortocircuitado en sus bornes, se establezca la corriente nominal, los eventuales arrollamientos no pertenecientes al par que se está ensayando están abiertos en sus bornes de línea.

Se expresa en general en valor relativo respecto a la tensión nominal del arrollamiento alimentado. El valor de la tensión de cortocircuito, válido a los efectos de la garantía, es el correspondiente al tope principal de los arrollamientos considerados.

Si la toma principal corresponde a la posición media de los topes (o a una de las dos posiciones medias) se pueden presentar las siguientes condiciones que definen la tolerancia en la tensión de cortocircuito:

- Transformadores de dos arrollamientos: tolerancia $\pm 10\%$.
- Transformadores de más de dos arrollamientos: tolerancia $\pm 10\%$ para un par de arrollamientos especificados (si no se indica lo contrario se entiende el par de mayor potencia); y tolerancia $\pm 15\%$ para otro par de arrollamientos.

Para cualquier otro tope, la tolerancia se aumenta con un porcentaje igual a la mitad de la variación del factor de toma (en %) entre la toma principal y la toma considerada.

Convencionalmente, especialmente en lo referente a los valores de garantía, las pérdidas debidas a la carga y las tensiones de cortocircuito se deben dar a una determinada temperatura de referencia (que representa la temperatura media del arrollamiento). Esta temperatura es de 75 °C para los aislamientos de la clase A, E, B y de 115 °C para aquellos de la clase F, H, C.

- Corriente de vacío: es la corriente (valor eficaz) que circula por un arrollamiento cuando se aplica a los bornes de línea la tensión nominal a la frecuencia nominal, estando los otros arrollamientos abiertos en sus bornes de línea.

La corriente de vacío no es sinusoidal sino deformada por la característica no lineal del hierro. En transformadores polifásicos la corriente de vacío puede ser distinta en los diferentes bornes de línea (en las diferentes fases). En este caso se adopta como valor de corriente de vacío el valor medio aritmético de las corrientes (tolerancia +30%). Los valores de tolerancias que se han indicado, son los fijados por las normas internacionales (IEC) y en general son adoptados por las normas de los distintos países.

Estas tolerancias son las que se deben respetar, debiendo el proyectista evaluar los riesgos de superarlas y analizar en etapa de proyecto los posibles errores constructivos que pueden llevar a su realización fuera de tolerancia y susceptible de una degradación del valor de su producto y quizás de rechazo.

Comentarios Referentes a los Ensayos Dieléctricos.- El aislamiento de los transformadores es de fundamental importancia, tiene notable incidencia en el diseño, se comprueba mediante ensayos. Se justifica hacer algunos comentarios

relativos a la modalidad de ensayos, que deben ser tenidos en cuenta por quien diseña la máquina.

Ensayos de impulso atmosférico.- La secuencia de ensayo a impulso se aplica a cada uno de los terminales de línea de los devanados ensayados. En el caso de un transformador trifásico, los otros bornes de línea de los arrollamientos deben ser conectados directamente a tierra o a través de una resistencia baja que no exceda 400 ohm.

Para transformadores cuya tensión máxima es igual o mayor de 132 kV, la norma establece para cada nivel de tensión máxima dos valores de tensión a impulso. La elección entre estos dos valores depende de la severidad de las condiciones de sobretensiones que se prevén en el sistema en el cual el transformador será utilizado y que están en relación con el grado de puesta a tierra del neutro del sistema.

Definición del Impulso.-La forma normalizada del impulso atmosférico pleno se muestra en la donde se indica también la definición del tiempo virtual del frente T1 y del tiempo virtual del hemivalor T2 (tiempo de cola).

Las tolerancias admitidas por las normas para estos tiempos son:

$$T = 1.2 \pm 30\% \pm s \quad T = 50 \pm 20\% \pm s$$

Circuito de Prueba.-Los elementos conectados juntos para la prueba a impulso se pueden subdividir físicamente en tres circuitos como se indica:

- Circuito principal que comprende el generador a impulso y el objeto en prueba (transformador, reactor etc.).
- Circuito para la medida de las tensiones.
- Circuito de truncamiento (sin son previstas pruebas de onda truncada)

CUADRO N° 5

SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA LA PRUEBA DE CIRCUITO DEL TRANSFORMADOR

GI	Generador de impulsos
CG	Capacidad del generador
CL	Capacidad de carga
CT	Capacidad equivalente del objeto en prueba
LT	Inductancia equivalente del objeto en prueba
RSi	Resistencia serie interna
RSe	Resistencia serie externa
SC	Shunt para la medida de la corriente
ST	Espinterómetro de corte
OP	Objeto en prueba
Z1, Z2	Divisores de tensión
Zc	Impedancia adicional del circuito de corte

Elaborado por: Autores.

Fuente: Inatra

La forma del impulso depende de los parámetros del circuito y del objeto en prueba. En particular el tiempo de frente T_1 depende substancialmente de la capacidad del objeto en prueba y de la resistencia en serie. El tiempo para el hemivalor T_2 está determinado por la capacidad del generador y de la resistencia en paralelo.

Haciendo $C = CT + CL + C_1$ y $RS = RSi + RSe$ $RS = RSi + RSe$ para $R_p \gg RS$ y $CG \gg C$ se tienen las siguientes expresiones aproximadas para T_1 y T_2 :

$$T_1 = 3 * RS * C$$

$$T_2 = 0.7 * R_p * CG \text{ (LT > 10 mH)}$$

$$T_2 = (0.07..0.35) * R_p * CG \text{ (20 < LT < 100 mH)}$$

$$T_2 = 0.5 * LT * CG \text{ (LT < 20 mH)}$$

Se debe tener presente que la capacidad equivalente del transformador CT, comprendida en el valor de C, no es igual para el frente que para la cola del impulso.

En el cálculo de T1 se puede considerar $CT \approx CB + \sqrt{CS*CE}$ donde CB es la capacidad del pasante, CS la capacidad serie y CE la capacidad a masa del arrollamiento.

Para la cola CT se puede estimar como igual a CB más una parte de CE que depende de la distribución inicial de las tensiones a lo largo del arrollamiento. Esta capacidad no obstante, en la mayor parte de los casos prácticos, resulta de menor importancia para el cálculo de T2.

En la Publicación IEC 722 "Guide to the lightning impulse and switching impulse testing of power transformers and reactors" se pueden obtener indicaciones más detalladas acerca de la elección de los parámetros del circuito de prueba y de las dificultades para obtener la forma de onda requerida para la prueba de impulso.

Siendo la velocidad de variación de las tensiones y de las corrientes impulsivas muy elevada y teniendo en cuenta y dado el valor finito de las impedancias en juego, no se puede suponer que durante las pruebas de impulso todo el sistema de tierra está a potencial cero.

Por esto es importante elegir una apropiada "tierra de referencia", adoptándose normalmente un punto cercano al objeto en prueba que se conecta con el sistema de tierra de la sala de pruebas. Las conexiones de retorno del objeto en prueba y del generador de impulsos con el punto de referencia deben ser de baja impedancia. También el circuito de medida de tensiones debe estar conectado al mismo punto de referencia.

Ensayo con Tensión Inducida.- Se debe realizar con alimentación monofásica o bien trifásica, durante un tiempo de 60 s para una frecuencia de hasta 100 Hz; con un tiempo mínimo de 15 s para frecuencias superiores.

La frecuencia de ensayo, superior a la nominal, la elige el constructor a los efectos de no saturar el núcleo magnético durante la prueba.

Se debe medir el valor pico de la tensión de ensayo inducida. Este valor dividido por $\sqrt{2}$ debe ser igual al valor de la tensión de ensayo, siendo esta última función del nivel de aislación a la tensión de impulso adoptado.

Ensayo de Impulso de Maniobra.- La forma de la tensión de impulso de maniobra debe respetar varias condiciones mostradas; debe tener un tiempo virtual de frente (1.25 veces el tiempo entre el instante cuando el impulso es 10% y 90% del valor pico) de por lo menos 20 microsegundos, un tiempo por encima del 90% (durante el cual la tensión excede el 90%) de por lo menos 200 microsegundos, y una duración total desde el origen hasta el primer paso por cero de por lo menos 500 microsegundos.

La modalidad de la prueba con tensión inducida difiere de la indicada en el punto a), su duración es mayor, la tensión de ensayo fase-tierra es menor y para la evaluación de la prueba se miden las descargas parciales en el transformador.

La secuencia de aplicación de la tensión de prueba se debe realizar de acuerdo a lo que se indica. La duración de la prueba es independiente de la frecuencia utilizada. Durante todo el tiempo de aplicación de la tensión de prueba se deben medir las descargas parciales.

Las tensiones de prueba entre terminales de línea y neutro referidas al valor máximo de tensión del transformador (U_{max}) dependen del nivel prescrito de descargas y deben ser las siguientes:

$$U1 = U_{max}$$

$$\text{Con } 500 \text{ pC: } U2 = 1.5 * U_{max} / \sqrt{3}$$

$$\text{Con } 300 \text{ pC: } U2 = 1.3 * U_{max} / \sqrt{3}$$

El nivel de descargas admisible es una elección que debe hacer el usuario.

Se considera superada la prueba si no hay falla del aislante durante el ensayo y si el valor de descargas parciales no presenta una constante tendencia a aumentar y no excede el valor prescrito. Los límites de descargas parciales especificados, se han basado en medidas de descargas parciales realizadas en transformadores que han superado la prueba de tensión inducida indicada en el método 1 y no han experimentado problemas dieléctricos durante los primeros años de servicio.

CUADRO N° 6 **CIRCUITO TÍPICO**

C1, C2	Capacidad del pasante y toma de medición
Zm	Impedancia de medida (puede ser la del cable coaxil conectado con el instrumento de medición)
SM	Sistema de medición

Elaborado por: Autores.

Fuente: Inatra

En 1955, como resultado de las acciones del gobierno contra las compañías concentradoras utilitarias, la North American Company fue disuelta y Hevi-Duty se convirtió en una operación subsidiaria de la Union Electric Company, una compañía localizada en St. Louis, Missouri.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

2.1 Breve Caracterización de la Institución.

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

2.1.1 Historia.

La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en 1998, como propuesta de campaña del Movimiento Popular Democrático, para participar en las elecciones a concejales de La Maná. Indudablemente, conocíamos que varios de nuestros compañeros de Partido habían luchado por la creación de la Universidad en la ciudad de Latacunga y estaban al frente de la misma, lo cual nos daba una gran seguridad que nuestro objetivo se cumpliría en el menor tiempo. Sin embargo, las gestiones fueron arduas y en varias ocasiones pensamos que esta aspiración no podría hacerse realidad.

Ahora la pregunta era: ¿dónde podría funcionar la Universidad? Gracias a la amistad que manteníamos con el Lic. Absalón Gallardo, Rector del Colegio Rafael Vásquez Gómez, conseguimos que el Consejo Directivo de esta institución se pronunciara favorablemente para la celebración de un convenio de prestación mutua por cinco años. El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr.

Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la Escuela Consejo Provincial de Cotopaxi. El Dr. Alejandro Acurio fue nombrado Coordinador Académico y Administrativo y como secretaria se nombró a la Srta. Alba De La Guerra. El sustento legal para la creación de los paralelos de la UTC en La Maná fue la resolución RCP. 508. No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 30 de abril del 2003.

Esta resolución avalaba el funcionamiento de las universidades dentro de su provincia. Desvirtuándose así las presunciones de ilegalidad sostenidas por el Alcalde de ese entonces, Ing. Rodrigo Armas, opositor a este proyecto educativo; quien, tratando de desmoralizarnos y boicotear nuestra intención de tener nuestra propia universidad, gestionó la presencia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el cantón; sin entender que mientras más instituciones educativas de este tipo abrieran sus puertas en nuestro cantón, la juventud tendría más opciones de desarrollo. La historia sabrá juzgar estas actitudes.

El 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el Colegio Rafael Vásquez Gómez, con las especialidades de Ingeniería Agronómica (31 alumnos, Contabilidad y Auditoría (42 alumnos). En el ciclo académico marzo – septiembre de 2004 se matricularon 193 alumnos y se crearon las especialidades de Ingeniería en Electromecánica, Informática y Comercial. En el ciclo abril - septiembre del 2005, se incorpora la especialidad de Abogacía. El 6 de marzo del 2006, a partir de las 18h00 se inauguró el nuevo ciclo académico abril – septiembre del 2006, con una población estudiantil de más de 500 alumnos.

El Arq. Francisco Ulloa, el 5 de agosto de 2008, en asamblea general con los docentes que laboran en La Maná, presentó de manera oficial al Ing. Tito Recalde como nuevo coordinador. El Ing. Alfredo Lucas, continuó en La Maná en calidad de asistente de coordinación. La presencia del Ing. Tito Recalde fue efímera, puesto que, a inicios del nuevo ciclo (octubre 2008-marzo 2009, ya no se contó con su aporte en este cargo, desconociéndose los motivos de su ausencia.

En el tiempo que la UTC—LA MANÁ se encuentra funcionando ha alcanzado importantes logros en los diversos campos. Fieles a los principios que animan la existencia de la UTC, hemos participado en todas las actividades sociales, culturales y políticas, relacionándonos con los distintos sectores poblacionales y llevando el mensaje de cambio que anhela nuestro pueblo.

2.1.2 Misión.

La Universidad Técnica de Cotopaxi, forma profesionales humanistas con pensamiento crítico y responsabilidad social, de alto nivel académico, científico y tecnológico con liderazgo y emprendimiento, sobre la base de los 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 la vinculación con la sociedad para contribuir a la transformación económica-social del país.

2.1.3 Visión.

Será un referente regional y nacional en la formación, innovación y diversificación de profesionales acorde al desarrollo del pensamiento, la ciencia, la tecnología, la investigación y la vinculación en función de la demanda académica y las necesidades del desarrollo local, regional y del país.

2.2 Operacionalización de las Variables

CUADRO N° 7

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Técnica/ Instrumento
Demanda máxima unitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda • Diagnóstico de material • Protecciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo • Equipos instalados • Conductores • Canalizaciones • Disyuntores 	<ul style="list-style-type: none"> • Oficina • Laboratorios • Aulas • Pasillos • Principales • Secundarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta • Encuesta
Carga eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de medición • Potencia • Voltaje • Perdidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltímetro • Amperímetro • Activa • Caída de tensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Tablero 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta • Encuesta

Elaborado por: Autores.

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 utilizó la investigación exploratoria para conocer los antecedentes nacionales o internacionales, las características suficientes para la implementación del transformador Pad Mounted; se recopilara información de algunos años anteriores de otras instituciones o industrias que estén enfocadas en el área del proyecto como: actualizaciones, normas, rendimiento y capacidad.

También se utilizó la investigación descriptiva que permitió conocer de forma óptima la capacidad del transformador Pad Mounted las características de su principio de funcionamiento y los procesos de instalación, manejo, uso. Nos facilitará la evaluación de los estudios prácticos, para obtener un resultado de innovación avanzada en la maquina eléctrica, y recursos humanos.

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

- Relación existente entre la implementación del transformador Pad Mounted.
- Relación existente entre precio, tamaño, localización y la evaluación financiera.

Asimismo, la investigación que se va a realizar utilizará estudios explicativos, que servirá para conocer a detalle el fenómeno de estudio, causas, síntomas y efectos.

2.3.1.2 Metodología.

El trabajo a realizarse se fundamentará mediante el estudio de carga instalada que se deberá realizar de manera primordial, porque esta investigación es el punto de partida del proyecto, el estudio de la implementación de un transformador Pad Mounted es un análisis de las necesidades existentes en la institución.

Mediante la experimentación del estudio e implementación del transformador, se determina las condiciones técnicas como la capacidad de la máquina eléctrica, y con estos datos podremos implementar en la Universidad lo que se plantea instalar en el proyecto.

2.3.1.3 Unidad de Estudio (Población y Muestra).

2.3.1.3.1 Población Universo.

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

**CUADRO N° 8
POBLACIÓN 1**

Estrato	Datos
Empleados	13
Docentes	38
Estudiantes	360
Total	411

Fuente: Secretaria UTC – La Maná Periodo Académico Octubre – Febrero 2015.
Realizado por: Los autores.

2.3.1.3.2 Tamaño de la muestra.

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

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

Dónde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{411}{(0,0025)(411-1) + 1}$$

$$n = \frac{411}{1,025 + 1}$$

$$n = 203$$

Por lo expuesto, la investigación se fundamentará con los resultados de 203, entre estudiantes, docentes y empleados de La Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

2.3.1.3.3 Criterios de Selección de la Muestra.

El método utilizado para la selección de la muestra fue aleatorio estratificado proporcional, cuyo resultado se presenta el siguiente cuadro.

CUADRO N° 9
ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL

Estrato	Población	Fracción Distributiva	Muestra
Empleados	13	0.4939173	6
Docentes	38	0.4939173	19
Estudiantes	360	0.4939173	178
Total	411		203

Realizado por: Los autores.

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

$$f = \frac{203}{411}$$

$$f = 0.4939173$$

Dónde:

f= Factor de Proporcionalidad

n= Tamaño de la Muestra

N=Población Universo

Por tanto, se aplicó 6 encuestas a empleados, 19 encuestas a docentes, 178 encuestas a los alumnos según los datos que se presentan en el cuadro.

2.3.2 Métodos y Técnicas Empleadas

2.3.2.1 Métodos.

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

Se utilizó deducción en base a los siguientes razonamientos:

- Los proyectos de montaje eléctricos industriales necesitan estudio de cargas instaladas, entonces la instalación del transformador Pad Mounted debe complementarse con lineamientos que mitiguen los efectos negativos a la falta de energía eléctrica en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

- La tecnología electromecánica es la base de la instalación del transformador, por tanto la electromecánica será la base para la el montaje del transformador en los predios de la universidad.

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

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

Finalmente mediante la síntesis, se estudió los elementos establecidos del **Montaje de un Transformador Pad Mounted** (Se hace necesario incluir el estudio de carga y la elaboración de los manuales de especificaciones técnicas), con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizadores que se persigue.

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

1.3.2.2 Técnicas.

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

2.3.3 Resultados de las Encuestas

2.3.3.1 Resultados de la Encuesta Realizada a los Docentes y Estudiantes.

1.- ¿Cree usted que es necesario la implementación de un transformador Pad Mounted para satisfacer la demanda trifásica en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

CUADRO No. 10
CONSIDERACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
TRANSFORMADOR PAD MOUNTED

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	203	100%
No	0	0%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

De acuerdo a las encuestas realizadas el 100% responde que es necesario implementar el transformador Pad Mounted, mientras, de esta manera se dará energía estable a todos los equipos eléctricos y electrónicos instalados en el Bloque B de la Universidad.

2.- ¿Cómo considera la implementación de un transformador trifásico para mejorar el servicio eléctrico en el bloque B?

CUADRO No. 11
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ELECTRICO

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	185	91%
Malo	0	0%
Regular	18	9%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 91% responde que es bueno la implementación de un transformador el mismo que dará un aporte significativo y se podrá tener mayor la capacidad de energizar nuevos equipos de una manera eficiente.

3.- ¿Usted está de acuerdo con la implementación de un transformador para obtener laboratorios con motores trifásicos en la carrera de Ingeniería Electromecánica?

CUADRO No. 12

LABORATORIOS CON MOTORES TRIFÁSICOS

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	200	99%
No	3	1%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 99% están de acuerdo con la implementación de transformador para laboratorios con motores trifásicos para la implementación que el 1% dice que no es necesario, para ello la acometida, que se encuentra instalada es monofásica y con la instalación del transformador se podrá tener energía trifásica para instalación de motores.

4.- ¿Cómo considera los niveles de voltaje en el bloque B de la Universidad?

CUADRO No. 13
NIVELES DE VOLTAJE

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	43	21%
Malo	23	11%
Regular	137	67%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 67% responde que es regular los niveles de voltaje en el bloque B de la UTC, mientras que el 21% responde que es bueno lo cual demuestra que los niveles de voltaje son inestables y con esta implementación se va a mejorar.

5.- ¿Usted ha tenido la oportunidad de realizar prácticas en un motor de inducción trifásico?

CUADRO No. 14
PRACTICAS EN MOTORES DE INDUCCION TRIFÁSICO

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	27	13%
No	176	87%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 87% responde que no ha realizado prácticas en un motor de inducción trifásico mientras que el 13% dice que si ha realizado prácticas, para ello el muy importante la implementación del transformador, para que se pueda dar funcionamiento a la maquinaria existente de la institución.

6.- ¿Cómo considera la confiabilidad del servicio eléctrico con la implementación del transformador en el bloque B de la Universidad?

CUADRO No. 15
CONFIABILIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	203	100%
Malo	0	0%
Regular	0	0%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 100% responde que se considera confiable la implementación del servicio eléctrico, el mismo que se tendrá niveles de voltaje estables lo que garantizara un buen funcionamiento de los equipos eléctricos.

7.- ¿Considera usted que el transformador Pad Mounted reúne las condiciones técnicas para la instalación en la Universidad?

CUADRO No. 16

CONDICIONES TECNICAS DE INSTALACION

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	202	99%
No	1	1%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 99% responde que el transformador Pad Mounted reúne las condiciones técnicas para la instalación, de acuerdo a la vista insitu que por seguridad el mismo que tiene menor costo, sus equipos son nuevos y garantizados.

8.- ¿Cómo considera usted las instalaciones eléctricas en la actualidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná?

CUADRO No. 17

INSTALACIONES ELECTRICAS EN LA ACTUALIDAD

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	79	39%
Malo	24	12%
Regular	100	49%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 49% responde que son regulares mientras que el 39%, responde que son buenas, las instalaciones en la actualidad no están distribuidas de una manera adecuada y no tienen las debidas conexiones a tierra para ello es de mucha importancia realizar la implementación de transformador el mismo que contribuirá a mejorar las instalaciones eléctricas.

9.- ¿Usted está de acuerdo con un análisis de carga previo a la instalación de un transformador Pad Mounted?

CUADRO No. 18

ANALISIS DE LA CARGA PREVIA A LA INSTALACION

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	203	100%
No	0	0%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 100% que se debe hacer un análisis de la carga previo a la instalación del transformador Pad Mounted, el cual permite determinar la potencia requerida del transformador a adquirir.

10.- ¿Considera usted necesario realizar la implementación de un sistema de puesta a tierra para el transformador Pad Mounted y posibles cargas futuras?

CUADRO No. 19

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PUESTA A TIERRA

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	203	100%
No	0	0%
TOTAL	203	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 100% que es importante la implementación de un sistema de puesta a tierra, el mismo que un buen sistema de puesta a tierra evitara tener fluctuaciones de voltaje en la red secundaria además de limitar las tenciones en las partes metálicas de los equipos instalados.

2.3.4 Conclusiones y Recomendaciones.

Luego de haber realizado las encuestas a los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, se procedió a analizar cada una de las preguntas que contiene el cuestionario de encuesta aplicado, información que nos permitió establecer parámetros para realizar una correcta planificación de la implementación de un transformador Pad Mounted para satisfacer la demanda trifásica en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Conclusiones:

- En el bloque académico B se hace indispensable contar con un transformador de energía para complementar con las clases prácticas de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, debido a la falta de energía trifásica para el correcto funcionamiento de equipos y motores trifásicos. De esta manera se mejorará el servicio eléctrico que se entrega a cada una de las aulas de clases garantizando la estabilidad en el sistema eléctrico.
- Los estudiantes podrán realizar prácticas en los laboratorios de la institución con el nivel de voltaje adecuado, garantizando una enseñanza práctica sin la necesidad de recurrir a otras ciudades a realizar las prácticas respectivas.
- En la actualidad la carga instalada no es tan significativa, sin embargo con la instalación de nuevos laboratorios y con la ejecución de la construcción de las nuevas aulas, la carga se elevará, por lo cual la implementación del transformador debe tener un porcentaje elevado para futuras cargas.
- Las instalaciones eléctricas no están distribuidas adecuadamente y siempre existen bajos de voltaje debido a la inestabilidad del sistema eléctrico por las construcciones que actualmente se encuentran desarrollándose, al instalar un transformador pad mounted garantizará la estabilidad en el sistema eléctrico dentro del campus universitario, y este tipo de transformadores no necesita tanto costo de instalación y no deteriora el ingreso al campus.

Recomendaciones:

- Los materiales necesarios para la implementación deberán ser adquiridos de manera inmediata para poder solucionar los problemas de energía presentes en el bloque académico B.

- Se debe adquirir el transformador pad mounted de manera que quede una considerable capacidad para cargas futuras, la institución está creciendo y se debe prevenir la correcta instalación de equipos eléctricos que se adquirirán con el transcurso del tiempo.

2.4 Diseño de la Propuesta

2.4.1 Datos Informativos

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

Dirección: Av. Los almendros y Pujilí.

Teléfono: (03) 2688443

Coordinador: Lic. Ringo López. M Sc.

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

2.4.2 Justificación

Este proyecto pretende dar a conocer y explicar de forma técnica-práctica el estudio de la carga instalada para la implementación de un transformador Pad Mounted en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, año 2015, para satisfacer las necesidades de energía eléctrica que tiene la universidad en el bloque B, ya que será un aporte satisfactorio para cada espacio donde se requiera dicha energía y por ende apoyar el proceso educativo de los estudiantes.

Los transformadores Pad Mounted son alternativas para solucionar problemas de demandas eléctricas en establecimientos donde se requiera de la energía eléctrica, ya que con el desarrollo de la investigación se pretende aprovechar de una manera adecuada la capacidad del transformador, así determinar las perturbaciones del sistema eléctrico que pueden dañar a los equipos que se encuentren conectados, siendo los más afectados los artefactos eléctricos y por ende los más susceptibles

a sufrir daños o desperfectos a causa de las perturbaciones que existen en el sistema eléctrico.

Además desde el punto de vista social universitario, este proyecto es muy importante para el estudiante de Ingeniería en Electromecánica porque va contar con lo necesario para realizar prácticas en los laboratorios donde van a existir máquinas eléctricas que funcionan con altos voltajes y así no tengan problemas a la hora de su funcionamiento.

2.4.3 Objetivos.

2.4.3.1 Objetivo General.

Estudiar la carga instalada para dimensionar la capacidad del transformador, con la finalidad de abastecer la demanda de la energía del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, año 2015.

2.4.3.2 Objetivos Específicos.

- Realizar el diseño para el montaje del Transformador Pad Mounted, analizando parámetros técnicos en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.
- Calcular las protecciones y sistema de puesta a tierra para proteger los equipos eléctricos instalados en el bloque B, evitando descargas en las condiciones atmosféricas.
- Calcular la capacidad del transformador Pad Mounted mediante la demanda máxima unitaria y los materiales a utilizar en la implementación de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

2.4.4 Descripción de la Aplicación.

Considerando que existen interrupciones durante el proceso académico por fallos

de energía eléctrica, se considera necesaria la instalación de un transformador de energía eléctrica que permita el normal funcionamiento de las maquinarias evitando tener voltajes no adecuados y variantes. Desde el punto de vista académico, generará grandes beneficios, ya que se mejorarán los procesos de formación profesional de los estudiantes, lo que propondrá mejorar los conocimientos técnicos, mediante la aplicación de actividades que conciernen a un mejor y más provechoso proceso de enseñanza aprendizaje. Además desde el punto de vista científico servirá como insumo para mejorar las actividades tecnológicas y productivas.

CAPÍTULO III

VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN.

3.1 Generalidades

3.1.1 Antecedentes

Con el afán de mejorar el bienestar de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se ha puesto en marcha el proyecto “Implementación de un transformador Pad Mounted”, el cual abastecerá de energía eléctrica en el bloque B, para los talleres prácticos, iluminación general y oficinas; los beneficiados necesitan contar con uno de los servicios básicos que es la energía eléctrica, su ubicación está en la Av. Pujilí y El Oro, Parroquia el Triunfo del Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi.

3.1.2 Alcance

Se instalará un transformador de 50KVA, trifásico, por lo cual se derivará del sistema existente de la empresa eléctrica distribuidora.

El estudio amerita primero el reconocimiento del sector con levantamiento de la red existente y el lugar donde se va a realizar dicha construcción, su análisis y luego su diseño con la aplicación de criterios técnicos, normas y especificaciones técnicas establecidas por la Empresa Eléctrica ELEPCO S. A, las mismas que se describen en la sección correspondiente.

3.2 Redes Existentes

3.2.1 Diagnóstico

La red primaria de la cual se construirá el proyecto es trifásica a nivel de 13.800/7967 Voltios, y corresponde al alimentador 09MA13B1S3 La Maná-Centro, de la subestación La Maná, el cual arrancará del poste existente (160235) de coordenadas norte 9895346 y este 696034 hasta el bloque B de propiedad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.3 Redes Proyectadas

3.3.1. Consideraciones Generales

El presente estudio eléctrico considera como referencia las guías de diseño de Redes Aéreas de la Empresa Eléctrica Cotopaxi, entidad encargada del suministro eléctrico en el sector y las vigentes del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER. De tal manera que el proyecto tendrá las consideraciones técnicas que garanticen: confiabilidad, calidad y continuidad del servicio eléctrico.

3.3.2 Descripción del Proyecto

En el presente estudio se consideran y analizan los siguientes parámetros:

- Red de Medio Voltaje
- Centro de Transformación
- Seccionamiento y Protecciones
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de Medición

3.3.2.1 Red de Medio Voltaje

En el poste existente (160235) ubicado al ingreso de la Universidad, se colocara tres seccionadores porta fusibles 15KV-100 A y tres pararrayos tipo polímero de

10KV, de donde partirá una derivación trifásica con puntas terminales tipo exterior, bajando al pozo PZ1, hasta llegar al pozo PZ2, esta red estará conformada por conductores tipo apantallado para 15KV XLPE calibre #2 AWG de cobre cableado concéntrico para las fases y No. 2 de cobre desnudo para el neutro, la bajante del conductor se lo protegerá con una tubería EMT de 3", se asegurará al poste por medio de cinta metálica eriband, además se colocará un codo reversible para impedir el ingreso de agua.

Las estructuras, herrajes, y los pozos que serán de tipo B, estarán normados y homologados por el MEER.

3.3.2.2 Centro de Transformación

Considerando la carga a instalar y un porcentaje de crecimiento a futuro, no será necesario proyectar una red en MV a futuro, por este motivo el transformador a instalar será un Pad Mounted trifásico de 50 KVA tipo radial CSP "CT1", será de frente muerto en MV. Cumplirá las normas vigentes del MEER y poseerá sello de calidad INEN, será adecuado para una instalación a la intemperie de 220 msnm, de 50 KVA 13200-220/127V, se lo conectará a tierra mediante conductor de cobre desnudo #2AWG y 4 varillas copperweld unidas mediante suelda exotérmica, y será montado en una base de hormigón armado.

3.3.2.3 Seccionamiento y Protecciones

Las protecciones respectivas del transformador son las establecidas por el fabricante, ya que se trata de un transformador Pad Mounted (CSP), y para protección y mantenimiento de la red se colocarán tres seccionadores porta fusibles de 15KV – 100A, con tira fusibles de 2A, y tres pararrayos tipo polímero de 10KV, en la derivación del poste número 160235.

3.3.2.4 Sistema de Puesta A Tierra

Para el transformadores de 50 KVA PAD MOUNTED. Se instalará 5 varillas una en cada esquina del canal, ubicado en el interior de la cámara y una para el neutro del transformador con cable desnudo #2 de cobre y varillas cooperweld de 5/8 x 1.80 m para formar el electrodo de puesta a tierra que garantizará una resistencia que cumpla con la normativa de la empresa, la unión entre cable y varilla será con suelda exotérmica.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electodos enterrados en el suelo. Los sistemas de puesta a tierra están formados por uno o varios electodos enterrados, unidos con conductores de tierra que conecten a los electodos a elementos que necesiten conectarse a tierra. Debe hacerse especial énfasis en que la seguridad de las personas es la que verdaderamente preocupa y se constituye en el fin primordial de la instalación de puesta a tierra.

Los principales motivos por los que se realiza una correcta puesta a tierra, unida a un dispositivo de corte por intensidad de defecto, pueden sintetizarse en:

- Limitar las tensiones de las partes metálicas de los equipos o máquinas a valores no peligrosos para las personas.
- Asegurar, en caso de avería del material utilizado, la actuación correcta de las protecciones, de forma que la parte de la red averiada quede separada de las fuentes de alimentación, eliminando los riesgos propios de la avería.
- Impedir la acumulación de cargas electrostáticas o inducidas en los equipos, máquinas o elementos metálicos que se hallen en zonas con riesgo de explosión.
- Constituye un sistema de protección contra incendios, al limitar en tiempo y valor las corrientes de fuga.
- La puesta a tierra actúa como único elemento protector en los siguientes

casos:

- Contra las descargas atmosféricas o electrostáticas
- En redes con neutro aislado, como elemento de unión de las diferentes masas
- Como unión equipotencial

3.3.2.5 Sistema de Medición

El sistema de medición será instalado por ELEPCO S.A. El sistema de medición gestionará directamente la Universidad Técnica de Cotopaxi con ELEPCO S.A, una vez que se entregue las actas de puesta en funcionamiento.

3.4 Determinación de la 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 va a servir para dimensionar la potencia del transformador, 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 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.

FFUN

El Factor de Frecuencia de uso (FFUN) expresado en porcentaje, será determinado para cada una de las cargas instaladas en función del número de usuarios que se considera que disponen del equipo correspondiente dentro del grupo de consumidores; vale decir, que aquellos equipos de los cuales dispondrán la mayor parte de usuarios tendrán un factor cuya magnitud se ubicará en el rango superior y aquellos cuya utilización sea limitada tendrán un factor de magnitud media o baja.

CIR

Es Carga Instalada por Consumidor la cual se determina por el Factor de Frecuencia FFUN, por la potencia y por la cantidad dividida para 100.

Factor de Simultaneidad

El Factor de Simultaneidad (F.S.n) para efectos de cálculos de diseño eléctrico aplicado a la industria se utiliza considerando el componente de la red:

- Para cableados o conductores de red y equipos de maniobra, se debe tomar el 100% de la carga instalada. lo cual implica asumir en operación continua tanto alumbrados como equipo motriz.
- Para transformadores de potencia, en industrias que trabajan las 24 horas, se debe calcular el factor F.S. así:
 - Alumbrado exteriores al 50% o su equivalente para operación nocturna en un lapso de 12 horas.
 - Alumbrado de Interior es al 100% en 24 horas.
 - Equipo motriz, se asume el 100% en 24 horas, sin incluir aquellos equipos cuya operación sea: de "back-up" o de "stand-by".

Demanda Máxima Unitaria

Definida como el valor máximo de la potencia que en un intervalo de tiempo de 15 minutos es requerida de la red por el consumidor individual.

La Demanda Máxima Unitaria se determina a partir de la carga instalada del consumidor representativo y la aplicación del Factor de simultaneidad para cada una de las cargas instaladas, el cual determina la incidencia de la carga considerada en la demanda máxima coincidente durante el periodo de máxima solicitud.

CUADRO N° 20
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

REGION	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO					FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	ELEMENTO	DESCRIPCION		CANT.	POT W				
		V	W						
OFICINA									
1	Lámparas	110	80	31	2480	90	2232,0	90	2008,80
2	Focos	110	20	74	1480	90	1332,0	90	1198,80
3	Computadora	110	300	8	2400	60	1440,0	60	864,00
4	Ventiladores	110	95	19	1805	50	902,5	50	451,25
5	Aire acondicionado	110	2420	5	12100	70	8470,0	70	5929,00
6	Pantallas táctiles	110	300	5	1500	80	1200,0	80	960,00
7	Impresoras	110	300	2	600	30	180,0	30	54,00
8	Plasma TV	110	450	1	450	70	315,0	70	220,50
9	Reflectores	220	400	4	1600	90	1440,0	90	1296,00
10	Lámparas de alumbrado P	220	1500	2	3000	90	2700,0	90	2430,00
11	Motor trifásico	220	560	2	1120	60	672,0	60	403,20
12	Compresor de aire	110	746	1	746	50	373,0	50	186,50
13	Compresor de aire	110	1492	1	1492	50	746,0	50	373,00
14	Torno	110	750	1	750	60	450,0	60	270,00
15	Fresadora	220	500	2	1000	60	600,0	60	360,00
16	Suelda MIG/MAG	220	3000	2	6000	50	3000,0	50	1500,00
17	Servomotor	220	330	1	330	60	198,0	60	118,80
18	Variador de frecuencia	220	768	2	1536	60	921,6	60	552,96
19	Valla inteligente	110	30	1	30	90	27,0	90	24,30
20	Cámaras de vigilancia	110	25	3	75	90	67,5	90	60,75
SUB TOTAL					40494		27266,6		19261,86
Potencia instalada = 36732 W					FACTOR DE DEMANDA				

$fp = 0,95$	$FDM = DMU / CIR$
$P = 19,26 \text{ KW}$	$FDM = \frac{18.32}{25.39}$
$DMU = P / fp$	$FDM = 0,706427$
$DMU = 20,28 \text{ KVA}$	CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR
$DMUp = \frac{DMU * n}{(1+Ti/100)^n}$	$C.TRAFO = \frac{DMUp * N}{FDM}$
$n = 15$	
$Ti(\%) = 3$	
DMUp = 31,59 KVA	C. TRAFO = 44,71629 KVA
DEMANDA DE DISEÑO = 44,72 KVA	
POTENCIA REQUERIDA (CT) 50KVA	

Realizado por: Los autores

3.5 Estancamiento

Voltaje Primario: 13,8KV
 Voltaje Secundario 220/127V

CUADRO N° 21

HOJA DE ESTANCAMIENTO

POSTES			RED PRIMARIA		
No	Tipo	Vano	Est. MV	Conductor	Calibre
P160235	PO0-0HC12_500	0	EST-3CR	CO0-0V3x2	2
CT1	CAMARA	20		CO0-0V3x2	2
MONTAJE EQUIPOS			RED SECUNDARIA		
Est. Secc.	Est. Pararrayo	Est. Transf.	Est. BV.	Tipo Conduc.	Calibre C.
SPT-3F100	SPT-3P10				
		TRT-3E(50)			
PUESTA T.	TENSORES	ALUMB P.	ACOMET.	OBSERVACIONES	
PT0-0DC2_1					
PT0-0DC2_4					

Realizado por: Los autores

3.6 Lista de Materiales y Presupuesto Desglosado

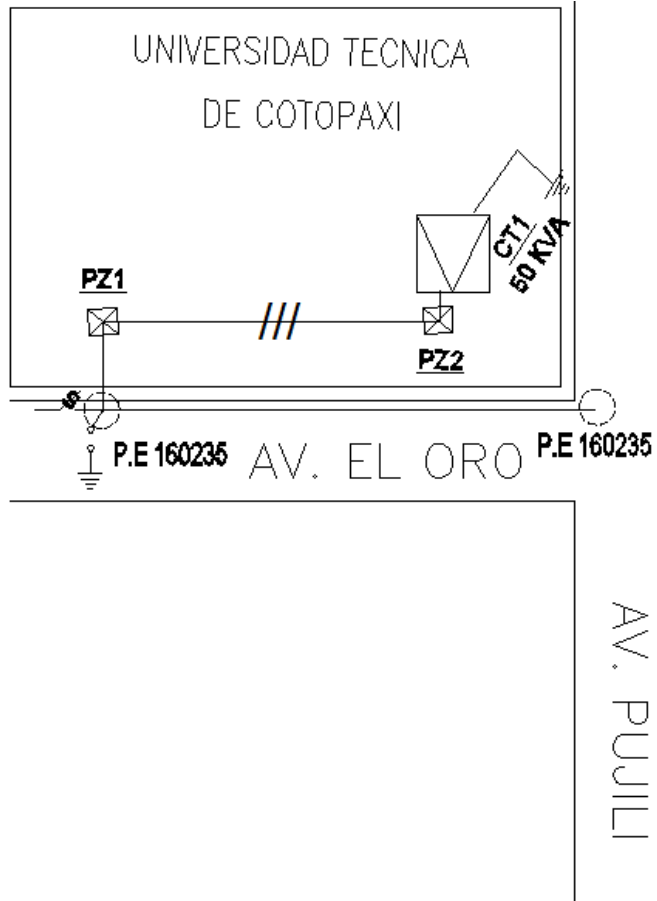
CUADRO N° 22

MATERIALES Y PRESUPUESTO

Conductores y accesorios para la línea de media tensión			Cantidad	Precio U.	Total.
1	c/u	Cruceta doble de acero galvanizado L, 1.80m	2	37,80	75,60
2	c/u	Pie amigo angulares izquierda derecha de acero galvanizado	4	20,41	81,64
3	c/u	Abrazadera acero galvanizado de 5/1/2	1	3,65	3,65
4	c/u	Perno esparrago con tuercas y arandelas.	4	3,32	13,28
5	c/u	Conductor de cobre desnudo # 2	30	3,67	110,10
6	c/u	Conductor de media tensión XLPE # 2	110	7,44	818,40
7	c/u	Perno maquina	4	0,84	3,36
8	c/u	Conectores WeJ Tap	3	3,57	10,71
9	c/u	Tubería galvanizada 3"	1	20,50	20,50
10	c/u	Grapas derivación en caliente	3	36,93	110,79
11	c/u	Estribos de derivación	3	10,50	31,50
12	c/u	Codo reversible galvanizada 3"	1	27,26	27,26
Transformador y accesorios para la línea de baja tensión					
1	c/u	Transformador Trifásico de 50KVA, tipo radial, 13800/220/127V, con bushing insert, codos	1	5500,00	5500,00
2	c/u	Seccionadores fusible unipolar, tipo abierto, clase 15KV, con accesorios sujeción	3	85,26	255,78
3	c/u	Tiras fusible tipo K 2 A	3	2,61	7,83
4	c/u	Suelda Exotérmica	5	3,57	17,85
5	c/u	Pararrayo tipo Polímero de 10KV	3	44,35	133,05
6	c/u	Varilla Cooperwell 16mm * 1800mm	5	4,62	23,10
7	c/u	Puntas terminales tipo exterior para 15KV	3	62,12	186,36
8	c/u	Pozo de media tensión	2	200,00	400,00
9	c/u	Cámara para transformador	1	1200,00	1200,00
SUB TOTAL DE MATERIALES					9030,76
DISEÑO Y DIRECCIÓN TÉCNICA					300,00
CONSTRUCCIÓN					1000,00
TRANSPORTE DE EQUIPOS, MATERIALES Y GRÚA					500,00
SUB TOTAL					10830,76
IVA 12%					1169,06
TOTAL					11999,82


Realizado por: Los autores

3.7 Plano de Red de Medio Voltaje



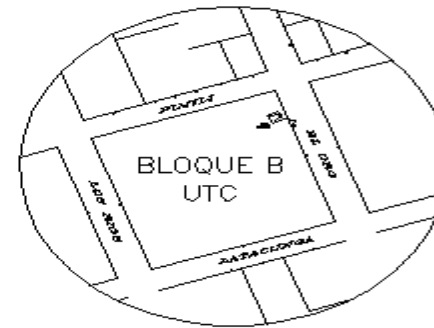
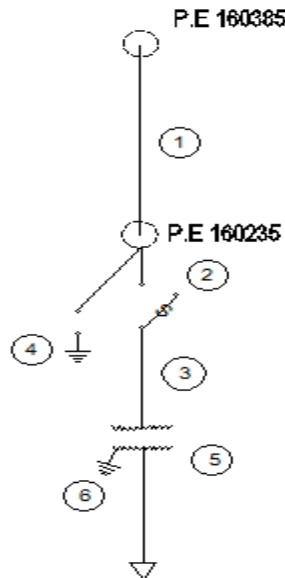
SIMBOLOGIA

- RED DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA EXISTENTE
- POSTE DE H.C. 12m EXISTENTE
- SECCIONADOR UNIPOLAR 15 KV 100A
- ⚡— PUESTA A TIERRA
- ▷ TRANSFORMADOR 3F PAD MOUNTED 50 KVA
- ◻ CAMARA DE TRANSFORMACIÓN
- ◻ POZO DE MEDIA TENSION
- RED TRIFÁSICA SUBTERRANEA PROYECTADA

 ELEPCO S.A. <small>EMPRESA ELECTRICA COTOPAXI S.A.</small>	EMPRESA ELECTRICA COTOPAXI S.A. <small>LATAJUNGA ----- ECUADOR</small>		
	PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI - LA MANA RED DE MEDIA TENSION PROYECTADA UBICACION: LA MANA		
DISEÑO: ING. LENIN VILLARDEL	TIPO DE INSTALACION : AEREA TENSION : 13,8 KV		
REVISO : ING. ERNAN ITURRALDE	ESCALA : 1:2	REFERENCIA :	HOJA : 2 DE : 2
APROBADO: ELEPCO S.A. ING. RICARDO PAJCAR	ORIGINA : DIRECCION TECNICA	ARCHIVO :	CAJON :
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2015	SUBESTACION : OSMA LA MANA	PRIMARIO : OSMA13B154	NUMERO : FACTIBILIDAD No.: 184-2015
PROYECTO No.:	PROYECTO No.:		

Realizado por: Los autores

3.8 Diagrama Unifilar y Plano de Ubicación



SIMBOLOGIA

- ① RED AÉREA DE MEDIA TENSIÓN TRIFÁSICA EXISTENTE
- ② SECCIONADOR PORTAFUSIBLES UNIPOLAR CON ROMPE CARGA PROYECTADO 15KV – 100A
- ③ RED SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN TRIFÁSICA PROYECTADA
- ④ PARARRAYOS 10KV.
- ⑤ TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PROYECTADO 50 KVA. 13.8 KV / 220 – 127V.
- ⑥ DESCARGA A TIERRA

 ELEPCO S.A. EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI S.A.	EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI S.A. LATACUNGA — ECUADOR		
	PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI - LA MANA DIAGRAMA UNIFILAR UBICACION: LA MANA		
DISEÑO: ING. LENIN VILLARROEL	TIPO DE INSTALACION: AEREA	TENSION: 13.8 KV	
REVISO: ING. ERWAN ITURRALDE	ESCALA: 1:1	REFERENCIA:	HOJA: 2 DE: 2
APROBADO: ELEPCO S.A. ING. RICARDO PALGAR	OFICINA: DIRECCION TECNICA	ARCHIVO:	NUMERO:
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2015	SUBESTACION:	PRIMARIO:	FACTIBILIDAD No.:
PROYECTO No.:	DONA LA MANA	09HA13B154	184-2015

Realizado por: Los autores

3.9 Evaluación de Impacto Ambiental

Toda actividad genera en mayor o menor grado consecuencias ambientales, dada la estrecha relación existente entre el hombre, las máquinas y su ambiente. Sin embargo, ello no debe constituir un obstáculo para la ejecución de proyectos.

Con la protección ambiental tendremos una concepción amplia que haga compatible el desarrollo social y económico; de forma tal que el manejo y empleo adecuado de las técnicas y normas existentes tanto constructivas como perativas, la administración eficiente del ambiente y de los recursos naturales, a través de la aplicación de criterios de control, prevención y conservación, hagan posible el logro de la instalación del transformador de energía eléctrica.

3.9.1 Valoración de los impactos

Los impactos serán pronosticados por medio de una Matriz Modificada de Leopold la cual está estructurada sobre la base de las interacciones de las principales actividades y los componentes ambientales del entorno. El presente proyecto tiene una baja incidencia sobre factores abióticos como el aire, al producir olores que pueden llegar a incomodar en un radio aproximado de 2 metros, dependiendo de la dirección del viento, por lo que está enmarcado en la categoría III. En esta categoría se incluirá los proyectos que afectan moderadamente al medio ambiente, cuyos impactos son de carácter local, y, presentan soluciones conocidas de fácil aplicación.

Cuadro N° 23

CLASIFICACIÓN AMBIENTAL POR COMPONENTE

ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL
Tipo de impacto	Negativo
Magnitud	Media
Duración	Temporal
Área geográfica	Local
Mitigación	No

Elaborado por: Los autores

Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto.

3.9.2. Medidas de bioseguridad

- Restringir lo máximo posible, el manejo del transformador por personas que no tengan conocimiento de su uso.
- Mantener vigilancia diurna y nocturna en la planta
- Usar equipos exclusivos para la limpieza y mantenimiento del transformador de energía.
- Llevar registros adecuados que permitan conocer y hacer seguimiento del estado del transformador.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Al finalizar el proyecto se llegan a las siguientes conclusiones:

- Se estudió la carga instalada y se logró obtener la capacidad del transformador pad mounted, al realizar los estudios pertinentes se determinó que el proyecto de implementación en el bloque académico B de la Universidad Técnica de Cotopaxi es factible y viable.
- De acuerdo al análisis de demanda de energía de las máquinas del bloque académico B se determinó que se requiere instalar un transformador de energía eléctrica tipo pad mounted trifásico y una potencia 50 KVA.
- Al instalar un transformador de energía eléctrica que cubra con la demanda del bloque académico B se reducirán las interrupciones de energía por cambios de voltaje bruscos, así como prolongar la vida útil de los equipos eléctricos.
- La instalación de las protecciones y sistema de puesta a tierra para prevenir sobre cargas en las condiciones atmosféricas de manera de prevenir que los equipos eléctricos y electrónicos se dañen y ocurra pérdidas de equipos en la institución.

4.2 Recomendaciones

- Se realice una reingeniería del proyecto luego de cinco años ya que la instalación del transformador de energía se efectúa considerando la carga instalada y la carga futura y con la instalación de nuevas máquinas no sería útil las protecciones instaladas.
- Se instale un generador de emergencia de energía eléctrica con la misma capacidad del transformador a implementarse con la finalidad de prevenir ante algún corte de energía no se suspendan las clases.
- Se monitoree de manera oportuna el normal funcionamiento del transformador de energía eléctrica y se reduzcan las interrupciones de procesos productivos, así como prolongar la vida útil de los productos almacenados.
- Se use apropiadamente el manual de mantenimiento y operación del transformador de energía eléctrica para lograr cumplir la vida útil del mismo.
- Se recomienda hacer una buena instalación eléctrica, en especial en los espacios que las fichas técnicas sugieren, por ejemplo los espacios entre los zócalos de los bombillos con las luminarias, en especial cuando la luminaria es metálica ya que puede producir un funcionamiento defectuoso en el bombillo.

4.3 Referencias Bibliográficas.

- BACA URBINA, GABRIEL, *Evaluación de Proyectos*, cuarta edición, McGRAW-HILL, México, 2001.
- BALCELLS Josep, *Calidad y Uso Racional de la Energía Eléctrica*. Editorial Circutor. 2011, p.69. ISBN: 978-84-699-2666-7.
- CARRETERO Antonio, *Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del Consumo, Indicadores y Mejora*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p.187. ISBN: 9788481437522.
- ENRÍQUEZ Harper, *La Calidad de la Energía en los Sistemas Eléctricos*. Editorial Limusa. 2012, p.185. ISBN: 978-968-18-6736-2
- FÉLICE Érice, *Perturbaciones Armónicas*. Editorial Paraninfo. 2009, p.73. ISBN: 978-84-283-2827-7.
- FERNÁNDEZ, Carlos. *Instalaciones Eléctricas Interiores*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2010, p.46. ISBN: 9788497325813.
- FERNÁNDEZ, José. *Eficiencia Energética en los Edificios*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2011, p.123. ISBN: 978-84-96709-71-3.
- PÉREZ José, *Instalaciones Eléctricas en Edificios*. Editorial Creaciones Copyright. 2011, p.215. ISBN: 978-84-96300-03-3.
- REY Francisco, *Eficiencia Energética en Edificios. Certificación y Auditorías Energéticas*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2006, p.187. ISBN: 9788496709713.

- SÁNCHEZ Franco, *Locales Técnicos en los Edificios*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p. 59. ISBN: 978-84-96709-73-7.
- SÁNCHEZ Luis, *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en el Sector Agrario y Agroalimenticio*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p. 122. ISBN: 9788484763246.
- SAPAC PUELMA, JOSE MANUEL, *Evaluación de Proyectos. Guía de Ejercicios*, segunda edición, McGRAW-HILL, Chile, 2000.
- TORRES José, *Sobreintensidades en Baja Tensión. Riesgos Protecciones y Aparamentos*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2009, p.121. ISBN: 978-84-8143-290-3.
- TRASHORRAS Jesús, *Proyectos Eléctricos. Planos y Esquemas*. Editorial Paraninfo. 2011, p.95. ISBN: 978-84-283-2664-9.

Anexos

Anexo 1. Encuesta Aplicada.

Universidad Técnica de Cotopaxi

La Maná.

Señores:

Estudiantes y Docentes.

Proyecto de tesis: **“ESTUDIO DE LA CARGA INSTALADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSFORMADOR PAD MOUNTED EN EL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015.”**

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.- ¿Cree usted que es necesario la implementación de un transformador Pad Mounted para satisfacer la demanda trifásica en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

Si ()

No ()

2.- ¿Cómo considera la implementación de un transformador trifásico para mejorar el servicio eléctrico en el bloque B?

Bueno ()

Malo ()

Regular ()

3.- ¿Usted está de acuerdo con la implementación de un transformador para obtener laboratorios con motores trifásicos en la carrera de Ingeniería Electromecánica?

Si ()

No ()

4.- ¿Cómo considera los niveles de voltaje en el bloque B de la Universidad?

Bueno ()

Malo ()

Regular ()

5.- ¿Usted ha tenido la oportunidad de realizar prácticas en un motor de inducción trifásico?

Si ()

No ()

6.- ¿Cómo considera la confiabilidad del servicio eléctrico con la implementación del transformador en el bloque B de la Universidad?

Bueno () Malo () Regular ()

7.- ¿Considera usted que el transformador Pad Mounted reúne las condiciones técnicas para la instalación en la Universidad?

Si () No ()

8.- ¿Cómo considera usted las instalaciones eléctricas en la actualidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná?

Bueno () Malo () Regular ()

9.- ¿Usted está de acuerdo con un análisis de carga previo a la instalación de un transformador Pad Mounted?

Si () No ()

10.- ¿Considera usted necesario realizar la implementación de un sistema de puesta a tierra para el transformador Pad Mounted y posibles cargas futuras?

Si () No ()

Anexo 2. Proceso de construcción de caja de revisión bajo poste.



Anexo 3. Proceso de construcción en la segunda caja de revisión.



Anexo 4. Proceso de construcción de canal y tercera caja de revisión.



Anexo 5. Proceso de enterramiento de tubería de 3 pulgadas.



Anexo 6. Proceso de construcción tercera caja de revisión.



Anexo 7. Plancha de hormigón donde irá el transformador Pad mounted.



Anexo 8. Implementación del transformador Pad Mounted.

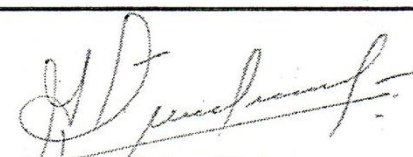


Anexo 9. Protocolo de pruebas del transformador.

Anexo. 10 Manual del fabricante.

**EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES**

FECHA: 19-nov-15

1. INFORMACION GENERAL											
S/E: 09MA Subestación La Maná			CLIENTE: ING. LENIN VILLARROEL				Proyecto No.:				
ALIMENTADOR: La Maná Centro			USUARIO: UTC - EXT. LA MANA								
CODIGO No.: 09MA13B1S3			UBICACIÓN: CALLE PUJILI Y EL ORO - LOS ALMENDROS								
MARCA: ECUATRAN											
SERIE: 168012015 REF. 50-3			TIPO: PAD MOUNTED								
POTENCIA: 50 KVA			Inom. MT: 2,09 A								
FASES: 3			Inom. BT: 227,27 A								
Vnom. AT: 13.800 V											
Vnom. BT: 220 V											
2. RESISTENCIA DE ACEITE											
LIQUIDO AISLANTE: ACEITE MINERAL			NORMA NTE-INEN 2125								
TENSION DE RUPTURA: kV											
3. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER)											
TIEMPO DE LECTURA: 60 seg			AT-BT: 78500 M-ohm								
TENSION DE PRUEBA: 5 kV			AT-GND: 43600 M-ohm								
			BT-GND: 54000 M-ohm								
4. RELACION DE TRANSFORMACION (TTR)											
4.1 MONOFASICO					4.2 TRIFASICO						
POSICION	CALCULADO	MEDIDO H1-H0 X1-X3	ERROR (%)	POSICION	CALCULADO	MEDIDO			ERROR (%)		
						H1-H2 X0-X1	H2-H3 X0-X2	H3-H1 X0-X3	H1-H2 X0-X1	H2-H3 X0-X2	H3-H1 X0-X3
1				1	111,363	111,38	111,39	111,38	0,015	0,024	0,015
2				2	108,647	108,67	108,68	108,67	0,021	0,031	0,021
3				3	105,931	105,96	105,97	105,96	0,028	0,037	0,028
4				4	103,214	103,25	103,26	103,25	0,034	0,044	0,034
5				5	100,498	100,54	100,55	100,54	0,041	0,051	0,041
5. ENSAYOS DE AISLAMIENTO (VAP)											
VOLTAJE APLICADO			APROBADO								
AT-BT: kV			SI NO								
AT-GND: kV			SI NO								
BT-GND: kV			SI NO								
V. DE FALLA: kV											
T. DE PRUEBA: Seg											
6. ENSAYOS DE PERDIDAS (PPER)											
PROTOCOLO DE PRUEBAS			NORMA		GARANTIA		ERROR (%)				
Po:	195,70	W	197	W	197	W	Po:	-0,66			
Pcu:	709,50	W	776	W	776	W	Pcu:	-8,57			
Pt:	905,20	W	973	W	973	W					
6.1. PRUEBAS DE LABORATORIO (PPERLAB)											
NORMA NTE-INEN 2115											
Po:	195,70	W	lcc (A):			T. Ambiente:	°C				
Pcu:	709,50	W	(In/lcc)²:	#DIV/0!	(1)	Pcc (t-amb):	W	(3)	(1x2)		
Pt:	905,20	W	Pcc (W):		(2)	Pcc (85°C):	0,0	W	(5) (3x4)		
			Tk:	1,36	(4)	Impedancia:	2,6	%			
7. Cumple las especificaciones de la norma INEN 2115:						SI X NO					
8. OBSERVACIONES: NO SE REALIZAN PRUEBAS DE VACIO Y CC.											
9. CODIGO ASIGNADO: 10998											
						Vto. Buerno:  Ing. J. Hernán Iturralde A. JEFE DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION ELEPCO S.A.					

Certificada en:
Diseño, fabricación y comercialización de Transformadores Monofásicos y Trifásicos de distribución de energía eléctrica sumergidos en aceite (1).
Diseño, instalación y comercialización de proyectos electromecánicos especiales.
Para el servicio de Mantenimiento y Reparación de Transformadores.
Comercialización de Accesorios y Transformadores de Potencia.



Transformadores Padmounted

monofásicos - trifásicos



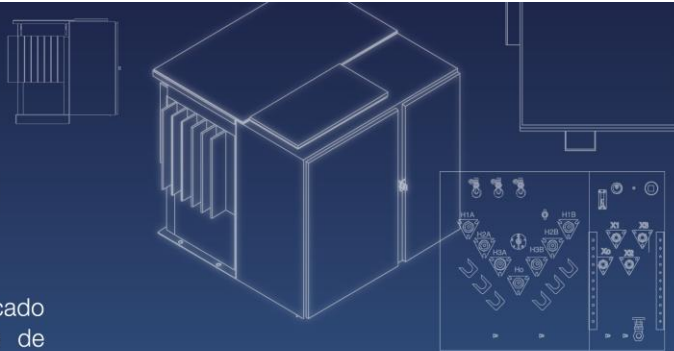
ECUATRAN^{SA}
ENERGIA INTELIGENTE

La empresa líder en la fabricación de transformadores de distribución de energía eléctrica del país.



Transformadores monofásicos - trifásicos Padmounted

Los constantes cambios en el mercado eléctrico, ha impulsado el desarrollo de nuevos productos, es así que Ecuatran S.A. ofrece a los constructores una alternativa para el montaje de centros de transformación monofásicos o trifásicos, con sistemas de alimentación primaria subterránea, mediante la utilización de TRANSFORMADORES TIPO PADMOUNTED sumergidos en aceite dieléctrico, autoenfriado que cumplen lo estipulado en las normas ANSI C57-12.



Configuración

Tienen una configuración tipo malla o radial de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

Potencia

Transformadores monofásicos hasta 167 KVA

Transformadores trifásicos hasta 5000 KVA

Niveles de voltaje

Baja tensión hasta 1.2 KV

Media tensión hasta 34.5 KV

Proceso de Fabricación

Bobinado y Núcleos

El proceso de bobinado se lleva a cabo con máquinas bobinadoras de control numérico digital, que permiten obtener un mínimo margen de error.

Los devanados de media tensión se fabrican con conductores de cobre, redondo o rectangular esmaltados cuya resistencia térmica y mecánica garantizan el adecuado funcionamiento del transformador, mientras que los de baja tensión son elaborados con láminas de Cobre, de Aluminio y en ciertos casos con conductores rectangulares.

En cuanto al aislamiento utilizamos materias primas de gran calidad, recubiertas con resina epóxica, que permite a la bobina compactarse, brindando de esta forma al transformador gran resistencia mecánica frente a los fenómenos ocasionados por cortocircuitos externos, y que sumado a la alta rigidez dieléctrica, garantizan el aislamiento de la misma.

Los núcleos de nuestros transformadores están constituidos con láminas magnéticas de acero al silicio de grano orientado, con bajo nivel de pérdidas, que capturan y consolidan su campo electromagnético.

Son ensamblados de acuerdo a su tipo: toroidal, apilado o en columnas.

Para recuperar las propiedades de la lámina magnética, modificadas debido a los esfuerzos mecánicos durante el proceso de prensado, los núcleos toroidales se someten a un proceso de recocido en atmósfera de nitrógeno, garantizando de esta forma un nivel de pérdidas óptimo.





Metalmecánica

La estructura de los tanques y gabinetes se construyen con láminas de acero al carbono, bajo el proceso de soldadura tipo MIG. Los tanques son capaces de soportar presiones internas provocadas por aumento en la temperatura y esfuerzos mecánicos.

Para transformadores monofásicos el gabinete puede ser de dos tipos, basculante o armario. Mientras que transformadores trifásicos son solo del tipo armario.

La parte activa está localizada en la cuba mientras que en el armario se encuentran los compartimientos de media y baja tensión. El armario consta de puertas individuales para media y baja tensión, la puerta de media tensión no será accesible hasta que la puerta de baja tensión sea abierta. El compartimiento de baja tensión se encuentra al lado derecho.

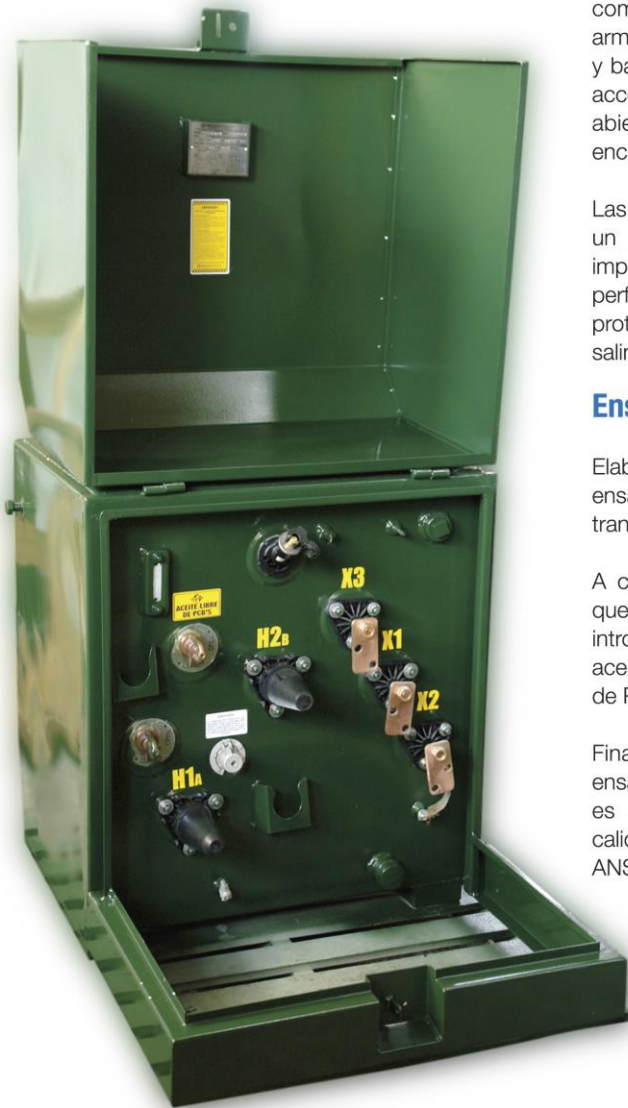
Las unidades previo a ser pintadas se someten a un proceso de granallado con el fin de eliminar impurezas y obtener una superficie óptima para la perfecta adherencia de la pintura, garantizando la protección del tanque en condiciones de extrema salinidad e intemperie.

Ensamblaje

Elaboradas las bobinas y núcleos, se procede a ensamblarlos para formar la PARTE ACTIVA del transformador.

A continuación, previo a un proceso de secado, que garantiza la ausencia de humedad, ésta es introducida en el tanque y llenada al vacío con aceite dieléctrico mineral nuevo y purificado, libre de PCB's.

Finalmente, el transformador completamente ensamblado pasa al laboratorio de pruebas, donde es sometido a los más rigurosos controles de calidad que para el efecto estipulan las normas ANSI / IEEE C 57.12.



Control de Calidad

La calidad es y será uno de nuestros principales objetivos.

Su control se inicia con las pruebas de conformidad de las materias primas, continúa con cada proceso en la etapa productiva, con las pruebas de laboratorio y concluye con la inspección final cuando el transformador está terminado completamente, comprobando el cumplimiento de todas las especificaciones de fabricación.

Pruebas de Rutina

Las realizamos al 100% de las unidades, cuyos datos obtenidos son observados en sus respectivos protocolos de pruebas:

- Medición de la resistencia de los devanados.
- Medición de la relación de transformación.
- Revisión de la polaridad y grupo de conexión.
- Medición de pérdidas sin carga y corriente de excitación.
- Medición de pérdidas con carga y voltaje de cortocircuito.
- Medición de resistencia de aislamiento puntual (1 minuto).
- Medición de rigidez dieléctrica al aceite.
- Prueba de voltaje inducido (400 Hz).
- Prueba de voltaje aplicado.

Pruebas Tipo

Las realizamos a transformadores representativos de cada especificación fabricada o cuando el cliente lo requiera:

- Determinación de la elevación de temperatura del transformador.
- Prueba de cortocircuito dinámico (monofásicos hasta 37,5 kVA).

Pruebas Especiales

Las realizamos en transformadores especiales o cuando el cliente lo requiera:

- Determinación de la relación de absorción dieléctrica (DAR) e índice de polarización (IP).
- Medición de resistencia de aislamiento del núcleo del transformador.
- Medición de nivel de ruido audible.
- Medición de factor de potencia de aislamiento al transformador (2500 V).
- Pruebas físico – químicas al aceite dieléctrico.
- Pruebas cromatográficas al aceite dieléctrico.
- Medición de PCBs en el aceite dieléctrico.



Almacenamiento y Transporte

El traslado y almacenamiento de los transformadores se lo debe realizar en posición vertical, sujetarlo de tal manera que éste no se deslice y provoque daños. La sujeción debe ser realizada sobre los soportes laterales ubicados en las unidades. El almacenamiento y transporte debe ser realizado con su embalaje original.



Montaje, Instalación, Operación y Mantenimiento de Transformadores

Previo a realizar lo expuesto en la referencia, deberá revisarse mediante inspección visual, el correcto estado externo del transformador y verificar que los accesorios estén perfectamente fijos y no existan fugas de aceite.

No deslice los transformadores sin su palet de madera, ya que de así hacerlo se deteriorará la pintura.

Montaje

1. Los transformadores poseen orejas de sujeción o soportes para su manipuleo, levantamiento y montaje.

No realice estas operaciones utilizando sus accesorios (Bushings, cambiador de derivaciones, etc.);

2. Para el levantamiento y montaje, deberá tenerse en cuenta el peso total del transformador, que se encuentra especificado en la placa de características, para determinar la capacidad que tendrá el equipo;

3. En el izado, el dispositivo de enganche deberá realizarse de acuerdo a las especificaciones de la cartilla de cada transformador.

Instalación

4. Antes de la instalación a la red es importante leer cuidadosamente en la placa de características los datos correspondientes a potencia, voltajes nominales de alta y baja tensión, frecuencia, impedancia, diagrama de conexiones.

5. La tensión de distribución deberá coincidir con la del transformador.

6. Se debe implementar protecciones contra: sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos.

a. En el primario se protegerá la unidad contra sobrecorrientes mediante fusibles que irán alojados en seccionadores portafusibles cuyas características dependen del alimentador primario.

b. Contra sobretensiones mediante pararrayos de distribución que de la misma manera sus características dependen del alimentador primario.

c. En el secundario deberá instalarse protecciones contra sobrecargas mediante fusibles tipo NH, que irán alojadas en

sus respectivas bases portafusibles.

7. Los bordes con los conductores de conexión a la línea de distribución y tierra deben estar bien ajustados.

8. Energizar el transformador.

9. Medir los voltajes secundarios (baja tensión) entre fases y fases-neutro, estas lecturas deberán coincidir con los voltajes especificados en la placa de características.

10. En caso de no encontrarse el voltaje deseado, desenergice el transformador y proceda a manipular el cambiador de derivaciones a la posición más adecuada.

11. En caso de que el transformador se encuentre desenergizado por el período de 6 meses o más, o si nunca hubiese sido instalado, se debe revisar el estado del aceite dieléctrico, ya que puede haberse atentado contra la rigidez dieléctrica o nivel del mismo, y esto puede provocar falla del transformador en operación.



12. Se recomienda que se tome en consideración el fenómeno de Ferro-resonancia, que puede presentarse en caso de la ausencia de una de las fases en el Alimentador Primario. Se recomienda utilizar algún método que sense, detecte o anuncie, que se encuentra desenergizada una de las fases, para que se comunique inmediatamente a la Empresa suministradora de Energía Eléctrica la reposición del Servicio o la desenergización de la unidad.

13. En los Transformadores Tipo Padmounted, es más probable que ocurra Ferro-resonancia, cuando la acometida de cable apantallado supera cierta distancia, es por este motivo que se recomienda colocar pararrayos en el transformador para atenuar las sobre-tensiones, ocasionadas por este fenómeno.

La longitud es variable y depende del voltaje del Alimentador Primario, Capacitancia del conductor, Potencia del Transformador.

Operación

Los transformadores ECUATRAN son capaces de:

14. Operar continuamente sobre el voltaje nominal o bajo la frecuencia nominal, para la máxima potencia, en cualquier tap sin exceder los límites permisibles de temperatura de acuerdo con las

normas ANSI C57.12.00, todo esto solo si:

a. El voltaje secundario no excede el 105% de los valores nominales.

b. El factor de potencia de la carga sea por lo menos el 80%.

c. La frecuencia sea por lo menos el 95% de la frecuencia nominal.

Cambiador de Derivaciones

15. No operar el cambiador de derivaciones cuando el transformador esté energizado.

Puesta a Tierra del Neutro del Sistema

La puesta a tierra de los puntos neutros de los transformadores provee un punto de referencia de 0v. (cero voltios). Esto ofrece ventajas significativas sobre los sistemas de neutro flotante, como:

a. Reducción en la magnitud de sobrevoltajes transitorios.

b. Simplicidad en la localización de fallas

c. Mejor protección contra fallas en el sistema y en los equipos.

d. Reducción en tiempo y costo de mantenimiento.

e. Mayor seguridad para el personal.

f. Mejor protección contra descargas.

g. Reducción en la frecuencia de fallas.

Tabla comparativa del comportamiento

Utilizando diferentes métodos de puesta a tierra

MÉTODO DE PUESTA A TIERRA UTILIZANDO

CONDICIÓN O CARACTERÍSTICAS	NEUTRO FLOTANTE	SOLIDAMENTE A TIERRA	CON BAJA RESISTENCIA	CON ALTA RESISTENCIA
Inmunidad a sobrevoltajes transitorios	PESIMA	BUENA	BUENA	MEJOR
73% de incremento del voltaje de línea a neutro en condiciones de falla	MALA	MEJOR	BUENA	MALA
Protección del equipo contra daño por arco	PESIMA	MALA	MUY BUENA	MEJOR
Seguridad al personal	PESIMA	MUY BUENA	BUENA	MEJOR
Confiable en el servicio	PESIMA	BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA
Costo de mantenimiento	ELEVADO	MODERADO	BAJO	MUY BAJO
Continuidad en el servicio después de la primera falla	POSIBLE	NO	POSIBLE	SI
Facilidad para localizar la falla	PESIMA	BUENA	BUENA	MUY BUENA
Permite coordinación de protecciones	NO	BUENA	MUY BUENA	MEJOR
Facilidad de añadir protección contra fallas a tierra	PESIMA	BUENA	MUY BUENA	MEJOR
Dos niveles de voltaje en el mismo sistema	NO	SI	NO	NO
Reducción de frecuencia en las fallas	PESIMA	MUY BUENA	BUENA	MEJOR
La corriente de la primera falla fluye sobre el circuito puesta a tierra	BUENA	PESIMA	BUENA	MEJOR
Reducción de chisporroteos por arco a tierra en el punto de falla	MALA	PESIMA	BUENA	MEJOR

INFORMACION SUJETA A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO.

5

Nuestros diseños están en constante evolución, por lo que los datos incluidos en esta publicación pueden ser modificados sin previo aviso

Mantenimiento

Es recomendable realizar una inspección visual de las partes externas del transformador por lo menos cada dos años y verificar las condiciones de los bushings, terminales de alto y bajo voltajes, el terminado del tanque y verificar que no exista fugas.

Cuando los tanques muestren evidencia de oxidación o deterioramiento en su terminado, pueden ser cepillados y retocados con una película de pintura spray disponibles para este propósito. Cuando el transformador tenga partes rotas se deberá llevarlo al servicio de reparaciones. En los transformadores trifásicos, es recomendable realizar pruebas del aceite y del nivel de aislamiento, cada 5 años.



Transformadores PADMOUNTED

ACCESORIOS	RADIAL		MALLA	
	MONOFÁSICO	TRIFÁSICO	MONOFÁSICO	TRIFÁSICO
Indicador de nivel de aceite sin contactos		X	X	X
Indicador de nivel de aceite con contactos		X		X
Manómetro		X	X	X
Manovacuómetro		X	X	X
Termómetro tipo dial sin contactos	X	X	X	X
Termómetro tipo dial con contactos		X		X
Termómetro con imagen térmica		X		X
Válvula de sobrepresión sin contactos	X	X	X	X
Válvula de sobrepresión con contactos		X		X
Relé de presión súbita		X		X
Ventiladores		X		X
Elbow Arrester	X	X	X	X
Pararrayos (secundario)	X	X	X	X
Breaker sumergido en aceite	X	X	X	X
Fusible de distribución	X	X	X	X
Fusible de respaldo (isolation link)	X	X	X	X
Fusible bay-o-net (fuse link)	X	X	X	X
Fusible limitador de corriente	X	X	X	X
Radiadores desmontables		X		X
Llave de purga de aceite y toma de muestras	X	X	X	X
Tapón de llenado	X	X	X	X
Válvula de presurización (nitrógeno)	X	X	X	X
Conectores a tierra	X	X	X	X
Cambiador de derivaciones sin carga	X	X	X	X
Conmutador de tensión sin carga	X	X	X	X
Bushing Insert	X	X	X	X
Bushing Insert Feed Thru	X	X	X	X
Elbow Connector	X	X	X	X
Seccionador de dos posiciones	X	X	X	X
Seccionador de cuatro posiciones				X

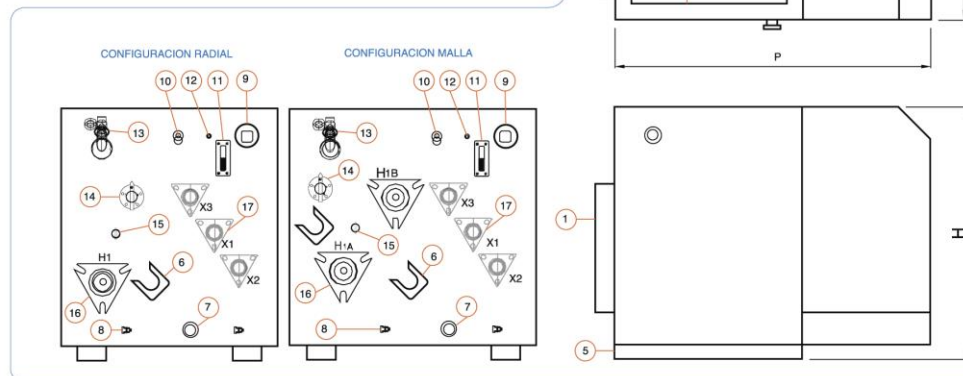
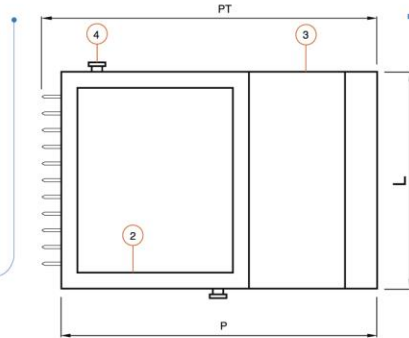
Nuestros diseños están en constante evolución, por lo que los datos incluidos en esta publicación pueden ser modificados sin previo aviso

Planos y Dimensiones

Transformadores Monofásicos PADMOUNTED

POTENCIA	TIPO RADIAL					TIPO MALLA					
	DIMENSIONES					PESO	DIMENSIONES				
P KVA	L mm	P mm	PT mm	H mm	W Kg	L mm	P mm	PT mm	H mm	W Kg	
10	650	880	880	690	250	700	880	880	690	290	
15	650	890	890	690	300	700	890	890	690	350	
25	710	930	930	690	350	730	930	930	690	410	
37,5	710	980	980	690	380	730	980	980	690	440	
50	710	1000	1060	690	435	730	1000	1060	690	510	
75	710	1050	1140	770	510	730	1050	1140	770	590	
100	710	1100	1190	770	580	730	1100	1190	770	680	

- * Para potencias superiores o distintas a las indicadas en esta tabla consultar a nuestras oficinas.
- * Cuando se requiera accesorios adicionales, consultar a nuestras oficinas.
- * Las dimensiones son aproximadas y sujetas a cambios. El peso total es aproximado.
- * NORMA DE FABRICACION: ANSI C57.12.25
- * La dimensión PT incluye radiador en función del área de enfriamiento requerida.
- * Si PT y P coinciden el transformador no posee radiador posterior.



Transformador Monofásico tipo PADMOUNTED DESCRIPCIÓN DE PARTES

Item	CANTIDAD		Descripción	Item	CANTIDAD		Descripción
	Radial	Malla			Radial	Malla	
1	1	1	Cuba del transformador	10	1	1	Válvula de sobrepresión
2	1	1	Tapa soldada	11	1	1	Nivel de aceite
3	1	1	Armario del transformador	12	1	1	Válvula de nitrógeno
4	2	2	Soportes de izado	13	1	1	Portafusibles Bay-O-Net
5	2	2	Bases del transformador	14	1	1	Cambiador de derivaciones de 5 pos.
6	1	2	Soportes de parqueo	15	1**	1**	Seccionador media tensión
7	1	1	Válvula de descarga	16	1	2	Bushing Well (media tensión)
8	2	2	Conectores a tierra	17	3	3	Bushing de baja tensión

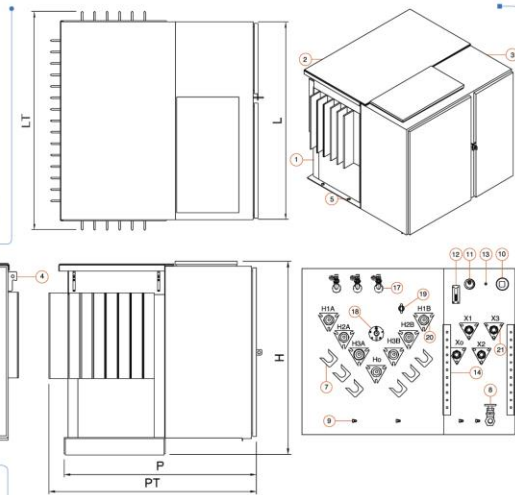
** Este accesorio es pedido del cliente. Adicionalmente se dispone de secciones de 4 pos.

*** Accesorios adicionales como bushing insert, oil connector, feed thru, oil arrester, etc, serán a pedido del cliente.

Transformadores Trifásicos PADMOUNTED

POTENCIA	TIPO RADIAL						TIPO MALLA					
	DIMENSIONES					PESO	DIMENSIONES					PESO
P KVA	H mm	L mm	LT mm	P mm	PT mm	W Kg	H mm	L mm	LT mm	P mm	PT mm	W Kg
30	1140	1108	1108	1035	1035	890	1185	1308	1308	1035	1035	1000
50	1140	1108	1108	1055	1055	930	1185	1308	1308	1055	1055	1050
75	1140	1108	1108	1055	1090	1020	1185	1308	1308	1055	1090	1090
100	1140	1108	1108	1075	1110	1080	1185	1308	1308	1075	1110	1190
112,5	1140	1108	1108	1075	1160	1120	1185	1308	1308	1075	1140	1280
125	1140	1108	1108	1095	1210	1160	1185	1308	1308	1095	1180	1320
150	1140	1130	1130	1115	1250	1200	1185	1330	1330	1115	1230	1370
200	1140	1130	1130	1125	1280	1230	1185	1330	1330	1125	1260	1410
250	1225	1202	1482	1155	1270	1300	1225	1402	1402	1155	1340	1500
300	1225	1202	1522	1155	1290	1580	1225	1402	1682	1155	1270	1730
350	1265	1252	1572	1175	1310	1670	1265	1402	1682	1175	1290	1820
400	1295	1352	1772	1195	1380	1760	1295	1402	1722	1195	1330	1970
500	1325	1402	1822	1215	1400	1880	1325	1402	1822	1215	1400	2050

- * Para potencias superiores o distintas a las indicadas en esta tabla consultar a nuestras oficinas.
- * Cuando se requiera accesorios adicionales, consultar a nuestras oficinas.
- * Las dimensiones son aproximadas y sujetas a cambios. El peso total es aproximado.
- * NORMA DE FABRICACION: ANSI C57.12.26
- * La dimensión LT y PT incluyen los radiadores en función del área de enfriamiento requerida.
- * Si LT y L coinciden el transformador no posee radiadores laterales. Cuando PT y P coinciden el transformador no posee radiadores posteriores.



Transformador Trifásicos tipo PADMOUNTED MALLA

DESCRIPCIÓN DE PARTES

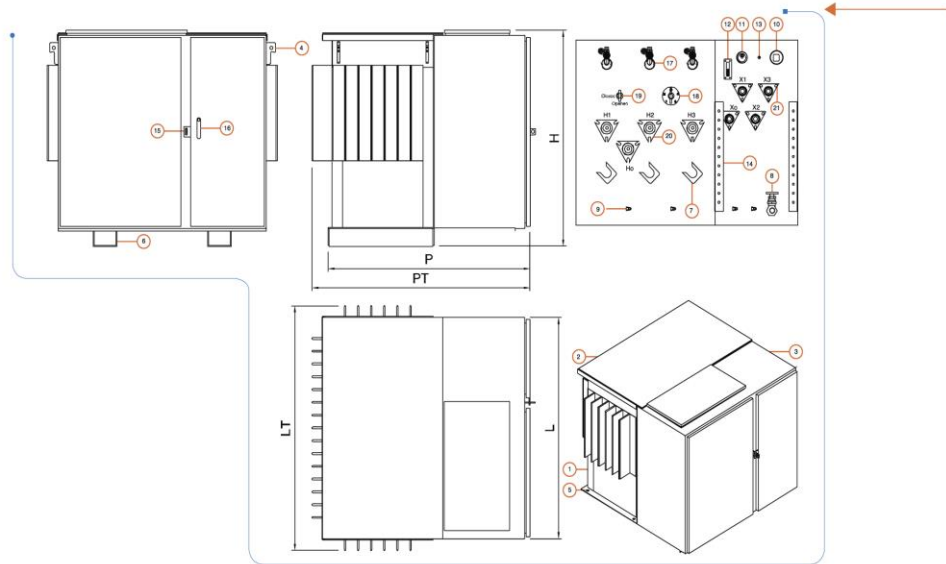
CANTIDAD			CANTIDAD		
Item	Cantidad	Descripción	Item	Cantidad	Descripción
1	1	Cuba del transformador	12	1	Nivel de aceite
2	1	Tapa emperrada	13	1	Válvula de nitrógeno
3	1	Armario del transformador	14	2	Soportes para breaker
4	4	Soportes de izado	15	1	Soporte para candado
5	4	Perforaciones de anclaje	16	1	Manija de seguridad
6	2	Bases del transformador	17	3	Portafusibles Bay-O-Net
7	6	Soportes de parqueo	18	1	Cambiador de derivaciones de 5 pos.
8	1	Válvula de descarga	19	1**	Seccionador media tensión
9	4	Conectores a Tierra	20	7*	Bushing Well (media tensión)
10	1	Tapón de llenado	21	4*	Bushing de baja tensión
11	1	Válvula de sobrepresión			

* Estos datos son para una conexión estrella en el primario y estrella en el secundario.

** Este accesorio es a pedido del cliente. Además se dispone de seccionador de 4 pos.

*** Accesorios adicionales como bushing insert, elbow conector, feed thru, elbow arrester, etc, serán a pedido del cliente.

Nuestros diseños están en constante evolución, por lo que los datos incluidos en esta publicación pueden ser modificados sin previo aviso



Transformador Trifásicos tipo PADMOUNTED RADIAL

DESCRIPCIÓN DE PARTES

CANTIDAD			CANTIDAD		
Item	Cantidad	Descripción	Item	Cantidad	Descripción
1	1	Cuba del transformador	12	1	Nivel de aceite
2	1	Tapa emperrada	13	1	Válvula de nitrógeno
3	1	Armario del transformador	14	2	Soportes para breaker
4	4	Soportes de izado	15	1	Soporte para candado
5	4	Perforaciones de anclaje	16	1	Manija de seguridad
6	2	Bases del transformador	17	3	Portafusibles Bay-O-Net
7	3	Soportes de parqueo	18	1	Cambiador de derivaciones de 5 pos.
8	1	Válvula de descarga	19	1**	Seccionador media tensión
9	4	Conectores a Tierra	20	4*	Bushing Well (media tensión)
10	1	Tapón de llenado	21	4*	Bushing de baja tensión
11	1	Válvula de sobrepresión			

* Estos datos son para una conexión estrella en el primario y estrella en el secundario.

** Este accesorio es a pedido del cliente. Además se dispone de seccionador de 4 pos.

*** Accesorios adicionales como bushing insert, elbow conector, feed thru, elbow, arrester, etc, serán a pedido del cliente.

Servicios ADICIONALES



www.ecuatran.com



En **ECUATRAN** trabajamos responsablemente para fabricar los mejores transformadores del país.



Ambato: Fábrica Santa Rosa Km. 7 1/2 vía a Guaranda, Principal s/n, Casilla 18-01-817, PBX: (593-3) 2754 188, Fax: (593-3) 2754 086, Telefax: (593-3) 2754 189 / 2754 067 / 2754 197
Quito: Calle Hernando de la Cruz N° 32-112 y Av. Mariana de Jesús, Telfs.: (593-2) 2557 519 / 2906 463 / 3203 020 / 3203 133 Guayaquil: Av. Francisco de Orellana y Linderos esq. frente a DICIENTRO Edif. AS1, Telfs.: (593-4) 2629080 / 2626168 Telefax: (593-4) 2626226
Cuenca: Calle Larga N° 1-215 y Miguel Angel Estrella, Telf.: (593-7) 2845 126 / Santo Domingo: Av. Tsáchila y Río Zamora, Telefax: (593-2) 2768 040
e-mail: ecuatran@ecuatran.com / www.ecuatran.com / VENTAS 1700 ECUATRAN (328287)

e-mail: ventas@ecuatran.com



Venta de Productos y Servicios **1-700 ecuatran**
Asistencia Posventa **1-800 ecuatran**
(328287)

**SOMOS PARTE DE LAS EMPRESAS DE CLASE MUNDIAL PORQUE
DÍA A DÍA ENFRENTAMOS EL FUTURO CON CALIDAD SUPERIOR**



SELLO DE CALIDAD
INEN
Norma: NTE INEN 2120



Certificado en:
Diseño, fabricación y comercialización de Transformadores Monofásicos y Trifásicos de distribución de energía eléctrica sumergidos en aceite (-);
Diseño, instalación y comercialización de proyectos electromecánicos especiales.
Para el servicio de Mantenimiento y Reparación de Transformadores.
Comercialización de Accesorios y Transformadores de Potencia.

Nuestro compromiso

“Satisfacer los requerimientos de los clientes, mediante el diseño, fabricación y comercialización de transformadores que cumplan normas técnicas, brindando atención oportuna y mejorando continuamente nuestros procesos internos”



Somos la empresa líder en la fabricación de transformadores de distribución de energía eléctrica del país

www.ecuatran.com

