



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE**

CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD
PROYECTO TÉCNICO**

TÍTULO:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 10KVA PARA REALIZAR PRÁCTICAS PROFESIONALES DE DIFERENTES CONEXIONES EN BAJA TENSIÓN Y MEJORAR EL PERFIL PROFESIONAL DE LOS FUTUROS INGENIEROS ELÉCTRICOS EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”

AUTORES:

**BAYRON ODILÓN FLORES DE VALGAZ RIVADENEIRA
FERNANDO GABRIEL ZAMBRANO PONCE**

TUTOR:

ING. ORLEY TEODOCIO LOOR SOLÓRZANO MG. PES

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2017

Ing. Orley Teodocio Loor Solórzano Mg. PES, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión Chone, en calidad de tutor del trabajo de titulación.

CERTIFICO:

Que el trabajo de Titulación Técnico: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 10KVA PARA REALIZAR PRÁCTICAS PROFESIONALES DE DIFERENTES CONEXIONES EN BAJA TENSIÓN Y MEJORAR EL PERFIL PROFESIONAL DE LOS FUTUROS INGENIEROS ELÉCTRICOS EN LA UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”**, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo y se encuentra listo para presentación y apto para su revisión.

Las opiniones y conceptos plasmados en este trabajo de Titulación Técnico son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autores: **BAYRON ODILÓN FLORES DE VALGAZ RIVADENEIRA Y FERNANDO GABRIEL ZAMBRANO PONCE**, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Julio del 2017

Ing. Orley Teodocio Loor Solórzano.

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce, declaramos ser autores del presente trabajo de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 10KVA PARA REALIZAR PRÁCTICAS PROFESIONALES DE DIFERENTES CONEXIONES EN BAJA TENSIÓN Y MEJORAR EL PERFIL PROFESIONAL DE LOS FUTUROS INGENIEROS ELÉCTRICOS EN LA UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”, siendo el Ing. Orley Teodocio Loor Solórzano tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a sus representante legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente cedemos los derechos de este trabajo a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y trabajos de titulación, ya que ha sido realizado con apoyo financiero, académico o institucional de la universidad.

Chone, Julio del 2017

Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira

AUTOR

Fernando Gabriel Zambrano Ponce

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

FACULTAD DE INGENIERA ELÉCTRICA

INGENIEROS ELÉCTRICOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe escrito del Trabajo de Titulación con la modalidad de Proyecto Técnico, Titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 10KVA PARA REALIZAR PRÁCTICAS PROFESIONALES DE DIFERENTES CONEXIONES EN BAJA TENSIÓN Y MEJORAR EL PERFIL PROFESIONAL DE LOS FUTUROS INGENIEROS ELÉCTRICOS EN LA UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”**, elaborada por los egresados: **Bayron Odilón Flores De Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce** de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Chone, Julio del 2017

Ing. Odilón Schnabel Delgado

DECANO

Ing. Orley Loor Solórzano Mg.

TUTOR

MIEMBRO DE TRIBUNAL

MIEMBRO DE TRIBUNAL

SECRETARIA

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación en modalidad de proyecto técnico, está dedicado principalmente a Dios, por permitir haber logrado concluir mi carrera, a mis padres porque ellos siempre me han brindado su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi esposa y mi hijo quienes han sido mi soporte y quienes han estado apoyándome en las buenas y malas con su infinito amor y cariño, a mi tutor de tesis por ser un buen guía profesional, mis amigos y compañeros y todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron para poder lograr unos de mis objetivos.

Bayron Odilón

DEDICATORIA

El amar a Dios es la mejor decisión que cualquier persona pueda llegar a tomar, determinarse a andar por sus caminos no tiene comparación; pero sus desbordantes recompensas de bendiciones, eso nos deja anonadados y llega a invadir todo nuestro ser frente a lo que sentimos. Así fue para mi vida, decidí confiar y creerle a Dios, confiar en que por más obstáculos que se presentaran durante el desarrollo de esta tesis, cada producto de ella sería para su gloria y para su honra.

Él simplemente respondió a esto con más bendiciones de las que yo me pudiera imaginar, permaneció siempre fiel en mi vida y por eso hoy dedico mi tesis a Dios y le agradezco por amarme antes de que yo le amare a él.

Fernando Gabriel

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de titulación en modalidad de proyecto de investigación es el resultado del esfuerzo en conjunto realizado por los autores.

Queremos Agradecer a Dios por acompañarnos en todo nuestro desarrollo universitario y por darnos las fuerzas necesarias para superar todos los obstáculos y complicaciones que se nos presentaron a lo largo de nuestra preparación, mostrándonos siempre el camino correcto y protegiéndonos con su bendición.

Con el apoyo principal y único que sólo personas tan especiales como nuestros padres nos otorgaron, nuestro agradecimiento es tan grande como el amor que les tenemos, gracias a ellos seguimos los ejemplos correctos, con su paciencia, amor y con sus consejos seguiremos nuestros caminos con una sensación de haber cumplido con ellos.

También queremos dar gracias a nuestro Tutor de Tesis por su constante apoyo y dedicación al Ing. Orley Teodocio Loor Solórzano, que nos guio para lograr nuestros objetivos planteados y nos prestó parte de su valioso tiempo.

A nuestros compañeros de clases, quienes a lo largo de todo este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos para llegar hasta aquí con éxito, y cumpliendo nuestras expectativas.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo.

Gracias.

Bayron y Fernando

SÍNTESIS

La energía eléctrica constituye uno de los elementos imprescindibles para el desarrollo de un país, y como una consecuencia de aquello uno de los pilares fundamentales para la calidad de vida de cualquier conglomerado humano, llegando hasta los Usuarios.

Uno de estos componentes son los transformadores, los cuales permiten elevar o reducir el nivel de voltaje de un circuito eléctrico, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética, existe gran variedad de transformadores así como diferentes formas de conexiones entre los primarios y secundarios de los mismos.

Por tal razón surgió el interés y la necesidad por el estudio de realizar prácticas profesionales en baja tensión en diferentes conexiones, implementando un banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA que permita a los estudiantes conocer más al detalle las características de estas conexiones y así lo que les cederá entrar de manera exitosa al campo laboral donde la competitividad radica en los mejores preparados, y les facilite mejorar el perfil profesional de los futuros ingenieros eléctricos de esta Universidad.

Considerando los resultados del instrumento de investigación aplicado se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada considera que es de gran utilidad la elaboración de un manual de conexión de un banco de transformadores monofásicos, y que en los trabajos de electricidad se deben aplicar las normas de seguridad industrial; además, que las estructuras y las cerrajerías que se utilicen en las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión deben ser con material inmersos en caliente con materiales galvanizados.

PALABRAS CLAVES

Banco de Transformadores, Transformadores Monofásicos, Diferentes conexiones, Conexiones delta estrella, estrella delta, sistema de conexión equilibrado, delta abierto, estrella equilibrado, delta equilibrado, conexión paralelo.

SYNTHESIS

Electrical energy is one of the essential elements for the development of a country, and as a consequence of that one of the fundamental pillars for the quality of life of any human conglomerate, reaching the users.

One of these components are transformers, which users to raise or reduce the voltage level of an electrical circuit, based on the phenomenon of electromagnetic induction, there is a large variety of transformers as well as different forms of connections between the primers and secondary The same.

For this reason the interest and necessity arose for the study of practical practices in low tension in different connections, implementing a bank of three single-phase 10KVA transformers that allow the students to know more the characteristics of these connections and thus what the Will successfully enter the labor field where competitiveness lies in the best preparations and the facilitation of improving the professional profile of the future electrical engineers of this University.

Check the results of the applied research instrument that 100% of the sample selected the consideration that it is very useful to draw up a manual of connection of a bank of single-phase transformers, and that in electricity works the standards De industrial Security; In addition, the structures and locksmiths that are used in the practices of the different connections in low voltage must be with materials immersed in hot with galvanized materials.

KEYWORDS

Delta-delta connections, star delta, balanced connection system, open delta, balanced star, balanced delta, parallel connection.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE TUTORÍA.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	II
APROBACION DE TRABAJO DE TITULACION.....	III
DEDICATORIA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
SINTESIS.....	VII
PALABRAS CLAVES	VII
TABLA DE CONTENIDOS.....	IX
INDICE DE TABLA.....	XIV
INDICE DE FIGURA	XV
INDICE DE GRAFICO	XVIII
INTRODUCCION	1
JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE.....	9
1. Introducción.....	9
1.1 Transformadores: generalidades.....	9
1.2 Principio del transformador.....	10
1.3 Rendimiento del transformador.....	11
1.4 Símbolos utilizados para representar el transformador.....	11

1.5 División general de los transformadores.	12
1.5.1 Transformadores de energía.....	12
1.5.2 Transformadores de Distribución.	12
1.5.3 Transformadores de Baja Potencia.	12
1.5.4 Monofásicos.....	13
1.5.5 Trifásicos.	13
1.5.6 Elevadores.....	13
1.5.7 De relación de uno a uno.	13
1.6 Fuerza electromotriz inducida en los devanados de transformadores.	13
1.7 Relación entre la f.e.m. inducida en los devanados y el número de espiras.....	15
1.8.- Relación entre las corrientes de los devanados y las espiras correspondientes.	15
1.9 Pérdidas que se producen en los transformadores.....	16
1.9.1 Pérdidas en el núcleo.	16
1.9.2 Perdidas en el cobre.	16
1.10 Método para medir las pérdidas en el núcleo de un transformador.....	18
1.11 Método para determinar las pérdidas en el cobre.	19
1.12 Tipos de núcleos de transformadores.	20
1.12.1 Núcleo del tipo de columnas o cerrado.....	20
1.12.2 Núcleo de tipo Acorazado o Blindado.	21
1.12.3 Núcleo tipo H o Distribuido.....	22
1.13 Polaridad de los transformadores.	23
1.14 Método para determinar la polaridad de un transformador.	24

1.15 Conexión de transformador en paralelo.....	27
2. Sistema monofásico de tres conductores.....	29
2.1 Transformadores de medida.	31
2.2 Conexión de los transformadores de tensión.....	33
2.3.1 Conexionado de los transformadores de intensidad.....	37
3. Conexión de tres transformadores monofásicos en conexión trifásica.....	39
4. Transformador para conexión a tierra.	41
2. CAPITULO II	44
2.1 DISEÑO METODOLÓGICO.	44
2.1.1 Tipo de Investigación.....	44
2.2 DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECOPIACION DE LA INFORMACION.....	45
2.3 PROCESAMIENTO DE LA IMFORMACION.	46
3. CAPITULO III. IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 10KVA PARA REALIZAR PRÁCTICAS PROFESIONALES DE DIFERENTES CONEXIONES EN BAJA TENSIÓN Y MEJORAR EL PERFIL PROFESIONAL DE LOS FUTUROS INGENIEROS ELÉCTRICOS EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE.....	63
3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	63
3.1.1PO0-0HC11_500. Poste en redes de distribución de hormigón armado, tipo circular de 11 m y carga rotura de 500kg.....	63
3.1.2 CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN.	63
3.1.3 IDENTIFICADORUP-UC EST-3SP. Estructura trifásica-semicentrada-pasante.....	64
3.1.4 EST-3VA. Estructura trifásica en volado – angular.	65

3.1.5 SPT-3S (1). Seccionamiento y protección para tres fases – con seccionador fusible unipolar tipo abierto.....	66
3.1.6 TRT – 1A (10) Transformador monofásico – auto protegido 10 KVA.....	66
3.1.7 SPT – 3P (1). Seccionamiento y protección para tres fases – con descargador o pararrayos.....	67
3.1.8 PT0 – 0DC (2) (3). Puesta a tierra en redes de distribución.....	67
3.2 DIAGRAMAS UNIFILAR.....	68
3.3 DIFERENTES CONEXIONES DE TRES TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE 10KVA PARA FORMAR DIFERENTES CONEXIONES DE RED TRIFASICA Y MONOFASICA.....	72
3.3.1 CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES.....	72
3.3.2 Monofásico para suministrar carga de iluminación de 120v.....	72
3.3.2 Monofásico para alimentar 120 / 240V alarma de 3 alambres y carga de potencia. .	72
3.3.3 Monofásico para potencia.....	73
3.3.4 Conexiones de dos fases.....	73
3.3.5 Delta para alimentación e iluminación.....	74
3.3.6 Open-delta para iluminación y potencia.....	74
3.3.7 Y-Delta para potencia.....	75
3.3.8 Y-Delta para iluminación y potencia.....	76
3.3.9 Abrir Y-Delta.....	76
3.3.10 Delta-Y para iluminación y potencia.....	77
3.3.11 Y-Y para iluminación y potencia.....	77
3.3.13 Scott conectado trifásico a dos fases.....	79

3.3.14 Scott conectado de dos fases a tres fases.	79
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIA BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS.....	84

INDICE DE TABLA

Tabla 1.- Muestra degradada	45
Tabla 2.- Resultado de la encuesta pregunta #1	47
Tabla 3.- Resultado de la encuesta pregunta # 2	48
Tabla 4.- Resultado de la encuesta pregunta # 3	49
Tabla 5.- Resultado de la entrevista pregunta # 4	50
Tabla 6.- Resultado de la encuesta pregunta # 5	51
Tabla 7.- Resultado de la encuesta pregunta # 6	52
Tabla 8.- Resultado de la encuesta pregunta # 7	53
Tabla 9.- Resultado de la encuesta pregunta # 8	54
Tabla 10.- Resultado de las preguntas de las fichas de observación.....	56

INDICE DE FIGURA

Ilustración 1.- Transformador sencillos con devanados primarios y secundarios.	10
Ilustración 2.- Sistema americano para representar un transformador.	11
Ilustración 3.- Sistemas europeos para representar un transformador.	12
Ilustración 4.- Prueba para determinar las pérdidas del núcleo.	18
Ilustración 5.- Pérdidas en el núcleo y tensión.	19
Ilustración 6.- Prueba para determinar las pérdidas en el cobre.	20
Ilustración 7.- Laminas y núcleo del tipo columnas o cerrado.	21
Ilustración 8.- Transformador tipo columnas con sus bobinas.	22
Ilustración 9.- Láminas y núcleo del tipo acorazado.	22
Ilustración 10.- Núcleo y bobina de un transformador tipo H.	23
Ilustración 11.- Transformadores con terminales marcados para indicar polaridad.	24
Ilustración 12.- Prueba de un transformador de polaridad aditiva.	25
Ilustración 13.- Prueba de un transformador de polaridad substractiva.	26
Ilustración 14.- Transformadores monofásicos aditivos en paralelo.	26
Ilustración 15.- Comprobación de la polaridad de los transformadores antes de conectarlos en paralelo.	27
Ilustración 16.- Potencia y corriente máxima permitida.	30
Ilustración 17.- Conexión correcta de un transformador de potencia.	32
Ilustración 18.- Transformador de tensión, utilizado para medir la tensión de un sistema monofásico.	33
Ilustración 19.- Sistema trifásico con neutro aislado, con tres transformadores de tensión conectados en estrella y arrollamiento terciario de triangulo abierto.	34

Ilustración 20.- Conexión de un transformador de intensidad.....	35
Ilustración 21.- Sistema trifásico desequilibrado con tres transformadores de intensidad en conexión monofásica.....	38
Ilustración 22.- Sistema trifásico equilibrado sin neutro con tres transformadores de intensidad conectados en estrella.....	38
Ilustración 23.- Sistema trifásico equilibrado con neutro con tres transformadores de intensidad conectados en estrella	39
Ilustración 24.- Conexión de un banco de transformadores en estrella estrella.	40
Ilustración 25.- Conexión de transformadores trifásicos DELTA-ESTRELLA.	68
Ilustración 26.- Conexión de transformadores trifásicos ESTRELLA-DELTA.	69
Ilustración 27.- Conexión de transformadores monofásicos DELTA ABIERTA.....	70
Ilustración 28.- Conexión de transformadores trifásicos ESTRELLA-ESTRELLA.....	71
Ilustración 29.- Monofásico para suministrar carga de iluminación de 120V.....	72
Ilustración 30.- Monofásico para alimentar 120 / 240V alarma de 3 alambres y carga de potencia.	73
Ilustración 31.- Monofásico para potencia.	73
Ilustración 32.- Conexiones de dos fases.....	74
Ilustración 33.- Delta para alimentación e iluminación.....	74
Ilustración 34.- Open-delta para iluminación y potencia.....	75
Ilustración 35.- Y-Delta para potencia.....	75
Ilustración 36.- Y-Delta para iluminación y potencia	76
Ilustración 37.- Abrir Y-Delta.	77
Ilustración 38.- Delta-Y para iluminación y potencia.	77

Ilustración 39.- Y-Y para iluminación y potencia.	78
Ilustración 40.- Y-Y autotransformadores para alimentar la energía desde un sistema de cuatro cables trifásico.....	78
Ilustración 41.- Scott conectado trifásico a dos fases.	79
Ilustración 42.- Scott conectado de dos fases a tres fases.....	79

INDICE DE GRAFICO

Grafico 1.- Resultado de la pregunta encuesta # 1	47
Grafico 2.- Resultado de la pregunta encuesta # 2	48
Grafico 3.- Resultado de encuesta pregunta # 3	49
Grafico 4.- Resultado de la encuesta pregunta # 4	50
Grafico 5.- Resultado de la encuesta pregunta # 5	51
Grafico 6.- Resultado de la encuesta pregunta # 6	52
Grafico 7.- Resultado de la encuesta pregunta # 7	53
Grafico 8.- Resultado de la encuesta pregunta # 8	54

INTRODUCCION

El transformador es un dispositivo que permite modificar potencia eléctrica de corriente alterna con un determinado valor de tensión y corriente en otra potencia de casi el mismo valor pero, generalmente con distintos valores de tensión y corriente. Es una máquina estática de bajas pérdidas y tiene un uso muy extendido en los sistemas eléctricos de transmisión y distribución de energía eléctrica, cuando se requiere transportar energía eléctrica, desde los centros de generación (Centrales eléctricas) a los centros de consumo, se eleva la tensión (desde unos 15 kV hasta 132 KV, 220 KV o 500 kV) y se efectúa la transmisión mediante líneas aéreas o subterráneas con menor corriente, ya que la potencia en ambos lados del transformador es prácticamente igual, lo cual reduce las pérdidas de transmisión ($R I^2$). En la etapa de distribución se reduce la tensión a los valores normales (380/220V), mediante los transformadores adecuados.

El desarrollo de los grandes transformadores comerciales puede ser considerado, como la base sobre la que descansa todo el sistema de corriente alterna de transmisión y distribución de las grandes energías eléctricas. Ha sido el medio por el cual se ha podido llevar los beneficios de la iluminación a millones de hogares. Las empresas de mundo actual utilizan millones de KVA de energía eléctrica, y muchas grandes plantas manufactureras se hallarían privadas de estos beneficios, si no fuese por la transmisión económica de la energía, hecho posible por el uso del altamente eficiente transformador moderno, que permite que la potencia sea transmitida en voltajes elevados, económicos y al hallarse al alcance de los usuarios a un voltaje útil y bajo.

El transformador monofásico básicamente está formado por un núcleo compuesto de láminas de hierro y dos bobinados, a los cuales denominaremos primario y secundario; el bobinado primario con "N1" espiras es aquel por el cual ingresa la energía y el secundario con "N2" espiras es aquel por el cual se suministra dicha energía.

Los bancos de transformadores monofásicos son utilizados en sistemas eléctricos trifásicos como sustitución de un transformador trifásico, por ejemplo, en el transporte a largas distancias de la energía eléctrica. Asimismo, el banco de transformadores monofásicos también sirve para poder cambiar el número de fases

del sistema, es decir, un sistema trifásico lo podemos convertir en un sistema bifásico, de 6 fases, de doce fases, etc.

Por lo que respecta a las bobinas primarias y secundarias, las podemos conectar de varias formas, teniendo cuatro posibles casos: Y/Y, Y/ Δ , Δ /Y, Δ / Δ . Es decir podemos conectar las bobinas primarias en estrella o en triángulo al igual que las bobinas secundarias.

Dependiendo como lo hagamos tendremos unas características técnicas u otras, de esta forma, la relación de las tensiones de entrada y de salida no solamente dependerá de la relación de vueltas (espiras) de las bobinas primarias y secundarias, sino que también dependerá de cómo estén conectadas las bobinas primarias y las bobinas secundarias.

La conexión estrella/estrella (Y/Y).

Con este tipo de conexión se tienen dos neutros, uno en las bobinas primarias y otro en las bobinas secundarias, el problema surge cuando no se conectan estos neutros a la masa o tierra, porque las señales u ondas senoidales salen por el secundario distorsionadas. Solamente no es necesario conectar los neutros a tierra cuando el sistema trifásico está muy equilibrado. Asimismo, debemos indicar que no hay un desplazamiento de fase entre las tensiones de entrada y las tensiones de salida.

La conexión estrella/triángulo (Y/ Δ).

Con este tipo de conexión la corriente en el devanado de las bobinas secundarias es de un 58% de la corriente carga, la distorsiones de las tensiones de salida no resultan tan severos como en una conexión Y/Y. También tenemos que señalar que existe un desplazamiento de fase entre las tensiones de entrada y de salida de 30 °. Este tipo de conexión se puede utilizar en aplicaciones de reducción.

La conexión triángulo/triángulo (Δ / Δ).

Este tipo de conexión tiene la desventaja de no disponer de ningún neutro, ni en el primario ni en el secundario, otra desventaja es el aislamiento eléctrico que resulta más caro que otro de conexión (Y), para las mismas especificaciones técnicas. En

este tipo de conexión las tensiones de entrada y salida se encuentran en fase; este sistema de conexión es utilizado en sistemas trifásicos donde la tensión no es muy elevada, la principal ventaja de este modo de conexión es que aunque las cargas no estén bien equilibradas las tensiones mantienen un buen equilibrio.

La conexión triángulo/estrella (Δ/Y).

Con una conexión de este tipo se consigue un adelanto de fase de 30° de las tensiones de salida respecto a las tensiones de entrada, la principal ventaja de este tipo de conexión es que se reduce considerablemente el gasto económico en el aislamiento interno del transformador.

Sin embargo, la desventaja del desfase de 30° puede ser negativa, pues la conexión en paralelo con otra fuente de energía es imposible, por otro lado, en el caso de que este banco de transformadores tenga que alimentar a un grupo de cargas aisladas no representaría ningún inconveniente el desfase. Este tipo de conexión se utiliza en aplicaciones de elevación de tensiones.

La conexión triángulo abierto.

Dos transformadores monofásicos conectados entre sí en la manera denominada triángulo abierto o delta abierta es una forma de conectar dos transformadores pero no es muy empleada. Solamente se utiliza cuando se nos ha estropeado un transformador, es decir, en casos de emergencia. El problema de esta conexión es que se pierde potencia en las líneas, en torno al 13.4%, por ello no se utiliza, el funcionamiento es el mismo al de una conexión Δ/Δ .

JUSTIFICACIÓN.

Este proyecto fue muy importante realizarlo o llevar a cabo su elaboración, primeramente, porque no existe este módulo o un banco de transformadores para realizar las prácticas de diferentes tipos de conexiones en baja tensión. Por lo tanto, existía un déficit técnico por parte de un porcentaje de los egresados y/o profesionales de la carrera de ingeniería eléctrica, en el cual ya realizada la implementación de este proyecto nos facilita la enseñanza y por ende un aprendizaje de calidad.

Un banco de transformadores está compuesto por transformadores monofásicos y se realiza para la transformación de tensiones, obteniendo de este un sistema trifásico conformado por corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud.

El transformador es un dispositivo que convierte energía eléctrica de un cierto nivel a otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Está constituido por dos o más bobinas de alambre, aisladas entre si eléctricamente por lo general y arrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético. El arrollamiento que recibe la energía eléctrica se denomina arrollamiento de entrada, con independencia si se trata de mayor (alta tensión) o menor tensión (baja tensión). El arrollamiento del que se toma la energía eléctrica a la tensión transformada se denomina arrollamiento de salida.

En concordancia con ello, los lados del transformador se denominan lado de entrada y lado de salida, el arrollamiento de entrada y el de salida envuelven la misma columna del núcleo de hierro, el núcleo se construye de hierro porque tiene una gran permeabilidad, o sea, conduce muy bien el flujo magnético.

La primera bobina de inducción fue inventada en el año 1836, por el sacerdote Nicholas Joseph Callan en la Universidad de Maynooth en Irlanda, fue uno de los primeros investigadores que obtuvo resultados como de que cuantas más espiras hay en el secundario, en relación con el bobinado primario, más grande es el aumento de la tensión eléctrica.

Entre los años de 1830 y 1870, los esfuerzos para construir mejoradas bobinas de inducción, en su mayoría por ensayo y error, reveló a pasos lentos los principios básicos de los transformadores.

El uso de los transformadores en el campo doméstico como en el industrial, cobra gran importancia ya que con ellos podemos cambiar la amplitud del voltaje, aumentándola para ser más económica la transmisión y luego disminuyéndola para una operación más segura en los equipos.

La mayor parte de los radios contienen uno o más transformadores, así como los receptores de televisión, los equipos de alta fidelidad, algunos teléfonos, automóviles y en fin una gran variedad de artículos que para su funcionamiento es de vital importancia que posea un transformador. Por tanto se hizo necesario analizar detalladamente los fenómenos que ocurren con los cambios de polaridad en las bobinas de un transformador observando su comportamiento al sumarle o restarle voltaje a las bobinas de acuerdo a sus conexiones, de manera similar la regulación de voltaje en el transformador se hace importante ya que con ella detallaremos las respuestas del transformador a diferentes cargas puestas en él.

El propósito de la preparación de este proyecto era para darle a conocer la importancia del transformador y sus objetivos, para que el transporte de energía resulte rentable es necesario que en la planta productora de electricidad un transformador eleve los voltajes, reduciendo con ello la intensidad. Las pérdidas ocasionadas por la línea de alta tensión son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente por la resistencia del conductor, por tanto, para la transmisión de energía eléctrica a larga distancia se utilizan voltajes elevados con intensidades de corriente reducidas.

En la medida que las instalaciones aumentan, también se incrementan los accidentes; para evitarlos se debe conocer los principales riesgos asociados a la electricidad, sus causas y su forma de controlarlos, por esta razón, toda instalación eléctrica de baja tensión debe disponer de un adecuado sistema de protecciones, de tal forma que cualquier punto interior o exterior de la misma, normalmente accesibles a las personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidas a tensiones de

contacto, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano al momento de una falla , por esta razón , el uso de interruptores diferenciales se debe realizar cuando se requiere la protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra la falla a tierra garantiza un margen de seguridad óptimo en la prevención de incendios y protecciones de las personas ya que unos cuantos miliamperes de corriente de fuga a tierra pueden provocar el disparo del interruptor diferencial.

Gracias a los transformadores se han podido resolver una gran cantidad de problemas eléctricos en los cuales si no fuera por estos sería imposible resolver. Los transformadores de corriente y de voltaje han sido y son el milagro tecnológico por el cual los electrodomésticos, las maquinas industriales, y la distribución de energía eléctrica se ha podido usar y distribuir a las diferentes ciudades del mundo, desde las plantas generadoras de electricidad, independientemente de la generadora.

El fenómeno de inducción electromagnética en el que se basa el funcionamiento del transformador fue descubierto por Michael Faraday en 1831, se basa fundamentalmente en que cualquier variación de flujo magnético que atraviesa un circuito cerrado genera una corriente inducida, y en que la corriente inducida sólo permanece mientras se produce el cambio de flujo magnético.

Problema de Investigación.

Deficiencia en la calidad de servicio eléctrico, al realizar prácticas profesionales de diferentes conexiones en baja tensión, en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión Chone.

Objetivo de investigación o de estudio.

Realizar prácticas profesionales de diferentes conexiones en baja tensión.

Campo de acción.

Banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA en baja tensión.

Hipótesis de Investigación.

Con la implementación de un banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA de diferentes conexiones en baja tensión, podrán realizar prácticas profesionales y mejorar el perfil profesional de los futuros ingenieros eléctricos en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

Objetivo General.

Analizar, diseñar y definir una adecuada implementación de un banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA en los talleres de la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión Chone.

Tareas de Investigación.

- ✓ Analizar los parámetros y todas las acciones que deben cumplirse para la implementación de un banco de tres transformadores monofásicos en los talleres de la escuela de ingeniería eléctrica.
- ✓ Establecer normas de seguridad para evitar acciones por contactos directos e indirectos.
- ✓ Comprobar las diferentes conexiones en baja tensión mediante equipos de medición.
- ✓ Elaborar las acciones para el manual de las diferentes conexiones de baja tensión que se pueden realizar en un banco de tres transformadores.

Capítulo I: Se ejecutó el estado del arte: Banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA.

Capítulo II: Se realizó el diagnóstico de banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA, en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, lugar donde se realiza prácticas profesionales de diferentes conexiones en baja tensión y mejorar el perfil profesional de los futuros ingenieros eléctricos

Capítulo III: Se realizó el diagnóstico de banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA, en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, el cual permitió concluir con la investigación.

CAPÍTULO I
ESTADO DEL ARTE

CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE

1. Introducción.

El desarrollo de los grandes transformadores comerciales puede ser considerado, como la base sobre la que descansa todo el sistema de corriente alterna de transmisión y distribución de las grandes energías eléctricas. Ha sido el medio por el cual se ha podido llevar los beneficios de la iluminación a millones de hogares. Las empresas de mundo actual utilizan millones de KVA de energía eléctrica, y muchas grandes plantas manufactureras se hallarían privadas de estos beneficios, si no fuese por la transmisión económica de la energía, echo posible por el uso del altamente eficiente transformador moderno, que permite que la potencia sea transmitida en voltajes elevados, económicos y al hallarse al alcance de los usuarios a un voltaje útil y bajo.

En la actualidad el uso de los transformadores se ha incrementado cada vez más, pues el alcance de la electrónica ha llevado a nuestros hogares gran diversidad de aparatos, en los cuales son imprescindibles, transformadores de baja potencia, para la conversión de tensiones altas a valores más bajos, como lo requieren las mayorías de los equipos transistorizados. Por estas razones es importante que técnicos, estudiantes y aficionado, conozcan las bases fundamentales de sus construcciones y funcionamientos.

1.1 Transformadores: generalidades.

El transformador es un aparato, estático de inducción electromagnética, destinado a transformar un sistema de corriente alterna, en otro u otros sistemas de corriente alterna, de intensidad o tensión, generalmente diferentes, pero de la misma frecuencia.

Está constituido por un circuito magnético, formado por láminas apiladas de material ferromagnéticos, sobre el que se arrollan las bobinas aisladas entre sí, y del núcleo.

El devanado de entrada está conectado a la fuente de energía y se llama devanado primario, mientras que el que suministra la energía está conectada a la carga y se llama: devanado secundario. La transmisión de energía del devanado primario al secundario se efectúa por medio del flujo magnético alterno fruncido por el primario.

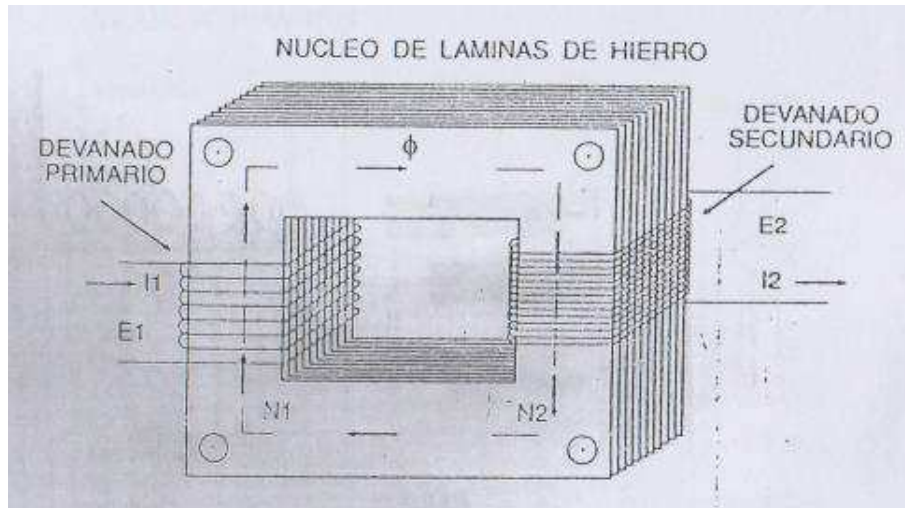


Ilustración 1.- Transformador sencillos con devanados primarios y secundarios.

1.2 Principio del transformador.

El transformador se basa en el principio de que la energía se puede transformar eficazmente por inducción magnética, desde un bobinado a otro por medio de un flujo magnético variable siempre y cuando ambos devanados estén en el mismo circuito magnético, el circuito magnético es el núcleo de láminas de acero. En un transformador, las bobinas y el circuito magnético son estacionarios uno con respecto al otro: la fuerza electromotriz del secundario es inducida por la variación en magnitud del flujo primario con el tiempo, por tal motivo el transformador no opera como tal con corriente continua.

El núcleo de transformador está formado por chapas rectangulares de acero laminado. Más generalmente acero con un porcentaje de silicio, unidas entre sí por grapas o pasadores.

Un arrollamiento continuo el primario, este bobinado sobre uno de los lados o brazos de núcleo de acero. Otro arrollamiento continuo, puede tener o no el mismo número de espiras del primario, y este bobinado en el lado opuesto del núcleo. En la práctica corriente, los dos devanados se hacen juntos en el mismo brazo, un bobinado sobre el otro debidamente aislados, esto con el fin de reducir las pérdidas del flujo entre los bobinados.

Cuando el bobinado primario se energiza con corriente alterna, aparece en el bobinado una corriente I_1 que varía senoidalmente con el tiempo. Puesto que el arrollamiento primario envuelve al núcleo de acero laminado, su fuerza magnetomotriz produce en el núcleo un flujo que varía también senoidalmente con el tiempo. Este flujo alterno, a su vez abarca las etapas del secundario e induce en este devanado una fuerza electromotriz (F.E.M.) de la misma frecuencia del primario.

Debido a este F.E.M la bobina secundaria es capaz de liderar corriente y energía. Por tanto, la energía es transportada desde el primario al secundario a través del medio formado por el flujo magnético.

1.3 Rendimiento del transformador.

Debido a que los transformadores no tienen partes móviles ni giratorias para transmitir energías del primario al secundario, no hay rozamientos entre sus partes, ni con el aire. Además, las otras pérdidas son relativamente pequeñas, de manera que la eficiencia es elevada. Las eficiencias típicas de los transformadores a plena carga están comprendidas entre (96 y 97) %, y en los transformadores de capacidades extremadamente grandes, las eficiencias son tan elevadas como el 99 %.

Los transformadores pueden usarse con voltajes muy elevados, ya que no tienen devanados giratorios y las bobinas estacionarias pueden sumergirse directamente en el aceite aislador. La ausencia de partes giratorias es la causa de que los costos de mantenimiento y reparación sean relativamente bajos.

1.4 Símbolos utilizados para representar el transformador.

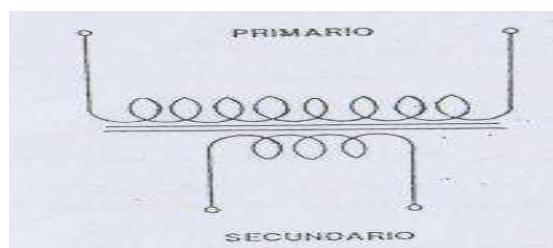


Ilustración 2.- Sistema americano para representar un transformador.

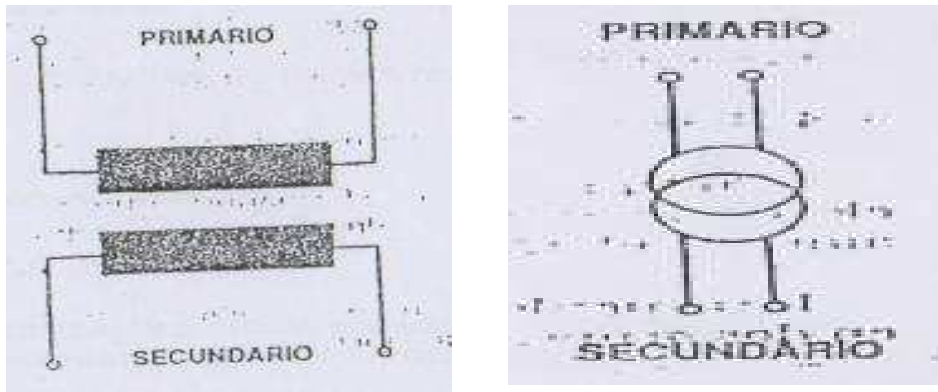


Ilustración 3.- Sistemas europeos para representar un transformador.

1.5 División general de los transformadores.

De acuerdo a su utilización, los transformadores se pueden dividir en tres grandes grupos a saber:

1.5.1 Transformadores de energía.

Son aquellos transformadores muy grandes, diseñados para potencias elevadas en estaciones y subestaciones de energía. Estos a su vez se pueden dividir en cuatro grupos de acuerdo a la forma y construcción de sus núcleos:

1. Transformadores tipo núcleo de columnas o cerrado.
2. Transformadores de Núcleo acorazado o blindado.
3. Transformadores con Núcleo tipo H.
4. Transformadores de Núcleo Spirakore.

1.5.2 Transformadores de Distribución.

Son aquellos transformadores de voltajes más bajos, empleados en la Distribución de energía en lugares céntricos. Los voltajes primarios más comunes en estos transformadores son de (13.800 y 7.967) voltios.

1.5.3 Transformadores de Baja Potencia.

Son aquellos transformadores utilizados en la fabricación de equipos electrónicos, generalmente para reducir el voltaje, como en televisores, amplificadores, etc.

De acuerdo a su construcción, los transformadores se pueden dividir en dos grupos, a saber;

1.5.4 Monofásicos.

Los que constan de un devanado primario y otro secundario.

1.5.5 Trifásicos.

Los que tienen tres devanados en el primario y tres en el secundario.

Estos devanados se interconectan, para obtener transformadores del tipo delta, estrella, etc.

De acuerdo a su funcionamiento, los transformadores pueden ser:

1.5.6 Elevadores.

Cuando el voltaje secundario es menor que el voltaje primario.

1.5.7 De relación de uno a uno.

Cuando el voltaje secundario es igual al voltaje primario. Estos transformadores se utilizan como aisladores para evitar posibles choques eléctricos.

1.6 Fuerza electromotriz inducida en los devanados de transformadores.

La fuerza electromotriz instantánea inducida en un devanado de un transformador, se puede escribir como:

$e = N \frac{d\phi}{dt}$ Puesto que el flujo en el núcleo del transformador ha de ser una onda senoidal.

$$\phi = \phi_{max} \text{Sen} \omega t \text{ y } \frac{d\phi}{dt} = \omega \phi_{max} \text{Cos} \omega t$$

Por lo tanto $e = \omega N \phi_{max} \text{Cos} \omega t$

Debido a que la F.E.M inducida en el devanado de un transformador es proporcional a tres factores: flujo, frecuencia, y número de espiras. La ecuación completa de la F.E.M., suponiendo ondas senoidal del flujo en unidades electromagnéticas del sistema C.G.S. es:

$$e=4.44F N\phi_{max}10^{-8}Voltios (1)$$

Donde F es la frecuencia en Hz.

N número de espiras.

ϕ_{max} Es el valor máximo del flujo expresado en maxwells

10^{-8} Factor de conversión en unidades.

El valor del ϕ_{max} depende del tipo del núcleo utilizado, y puede calcularse por la formula:

$$\phi_{max} = B \times S$$

En donde B e la densidad máxima del flujo de líneas sobre centímetros cuadrados:

Líneas/ cm^2

Existen tablas para calcular el valor de la densidad de flujo de acuerdo al tipo de núcleo utilizado, pero por lo general, un valor promedio de la densidad de flujo es de:

10.000 Líneas/ cm^2

S es el área de la sección transversal del núcleo en centímetros cuadrados. Se considera la sección o brazo donde va colocado el devanado.

Reemplazando en la ecuación (1) los valores de la ecuación (2) con la formula se puede escribir así:

$$E=4.44 \text{ FNB.S}10^{-8}\text{voltios (3)}$$

1.7 Relación entre la f.e.m. inducida en los devanados y el número de espiras.

La F.E.M. inducida en el devanado primario de un transformador, tiene como expresión:

$$E_1=4.44 N_1\phi_{max}10^{-8}\text{voltios. Para el devanado secundario sería:}$$

$$E_2=4.44 N_2\phi_{max}10^{-8}$$

Dividiendo entre si ambas ecuaciones

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{4.44 N_1\phi_{max}10^{-8}}{4.44 N_2\phi_{max}10^{-8}} \text{ Al simplificar se obtiene}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

En donde: E_1 Es el voltaje aplicado al primario.

E_2 Es el voltaje aplicado al secundario.

N_1 y N_2 Son el número de espiras de los devanados primarios y secundarios, respectivamente.

De la ecuación (4), se deduce en la F.E.M. de los devanados primarios y secundarios, son directamente proporcionales a las espiras respectivas de estos devanados. Esto se debe a que el mismo flujo atraviesa cada una de las bobinas, e induce la misma F.E.M., por espira en cada devanado.

1.8.- Relación entre las corrientes de los devanados y las espiras correspondientes.

El flujo que se produce a través del núcleo del transformador, permanece sustancialmente constante sobre el margen de trabajo del transformador, variando

solamente en una pequeña cantidad necesaria para permitir que la corriente primaria se ajuste a la carga del secundario.

Si el flujo no varía, el número de amperios de vueltas netos que actúan sobre el núcleo tan poco varía. Si la corriente sin carga se desprecia en comparación con la corriente primaria total, los amperios vueltas primaria y secundaria son iguales, o sea:

$$N_1 I_1 = N_2 I_2 \text{ por lo tanto}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

En la ecuación (5):

I_1 es la corriente del primario.

I_2 es la corriente del secundario.

N_1 y N_2 son las espiras del devanado primario y secundario, respectivamente.

Comparando las ecuaciones (4) y (5) se deduce además que:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

1.9 Pérdidas que se producen en los transformadores.

En los transformadores se presentan pérdidas de potencia de varias clases, a saber:

1.9.1 Pérdidas en el núcleo.

Pérdidas por corrientes Parasitas o de Foucault.

Pérdidas de Histéresis.

1.9.2 Perdidas en el cobre.

En el devanado primario.

En el devanado secundario.

Las pérdidas por corrientes parasitas se deben a que el flujo alterno, además de inducir una F.E.M. en los devanados del transformador, induce también en el núcleo de acero una F.E.M. la que produce una circulación de pequeñas corrientes que actúan sobre la superficie del núcleo. Estas corrientes tienen una trayectoria cerrada sobre cada lámina de núcleo y producen calentamiento del mismo. Si el núcleo fuera de acero macizo las corrientes de Foucault producidas originarían pérdidas intolerables. Por este motivo, los núcleos de los transformadores se construyen de láminas delgadas de acero, además estas laminas se aíslan entre sí con barniz o con óxidos para hacer que la corriente de cada lamina sea independiente de cada uno de los demás reduciendo así la intensidad y, por tanto, las pérdidas inherentes.

Las pérdidas por histéresis se producen debido a que el flujo magnético se invierte varias veces por segundo, según la frecuencia, produciendo así pérdidas de potencia debido a la fricción de millones de moléculas que cambia de orientación varias veces por segundo.

Debido a su bajo coeficiente de pérdidas por histéresis, se usa para transformadores acero al silicio. Aunque el núcleo se construye de forma laminar, no por eso se reducen las pérdidas por histéresis.

Las pérdidas en el cobre o en los bobinados del transformador, se deben a la disipación de calor que se producen en los devanados. Estas pérdidas son proporcionalmente a las resistencias de cada bobinado, y también a la corriente que circula en ellos. Como los bobinados del transformador no están encajados en ranuras ni canales, su resistencia a la corriente alterna es ligeramente mayor que con corriente continua. Por tanto, es suficientemente exacto en muchos casos, medir la resistencia del primario y del secundario con corriente continua, y aumentar los valores en un 10% aproximadamente, para obtener la resistencia efectiva.

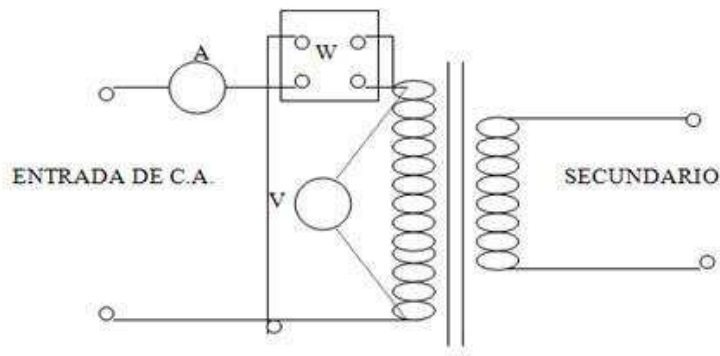


Ilustración 4.- Prueba para determinar las pérdidas del núcleo.

Las pérdidas en el cobre se pueden calcular por las siguientes fórmulas:

Perdidas en el cobre en el devanado primario = $I_1^2 R_1$ vatios

I_1 Corriente en el devanado primario.

R_1 Resistencia efectiva del devanado primario.

Pérdidas en el cobre del devanado secundario = $I_2^2 R_2$ vatios

I_2 y R_2 corriente y resistencia efectiva en el secundario.

Las pérdidas totales en el cobre serán entonces:

Las pérdidas totales en el cobre serán entonces:

$$P_T = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 \text{ vatios}$$

1.10 Método para medir las pérdidas en el núcleo de un transformador.

Las pérdidas de potencia, en vatios, en el núcleo de un transformador, se puede determinar fácilmente, leyendo la entrada en vatios por medio de un vatímetro, cuando el secundario ha quedado abierto. También se podría calcular la potencia por medio de un voltímetro y un amperímetro.

La lectura del vatímetro se considera como pérdidas en el núcleo, debido a que la corriente de excitación es muy baja.

Las pérdidas sin carga, en el núcleo del transformador, son pequeñas y, por tanto, deben comprobarse los errores de los instrumentos haciendo las mediciones varias veces, y aplicando el valor correcto de voltaje al devanado elegido para la prueba.

Es conveniente controlar la tensión aplicada al bobinado del transformador, por ejemplo, usando un transformador. Variando la tensión desde cero hasta el valor de la tensión de alimentación, se obtiene una serie de datos suficientes para dibujar una curva, la cual muestra las variaciones de las pérdidas del núcleo en función de la tensión. La curva tiene la forma indicada. Las pérdidas del núcleo varían aproximadamente en proporción con el cuadrado de la tensión.

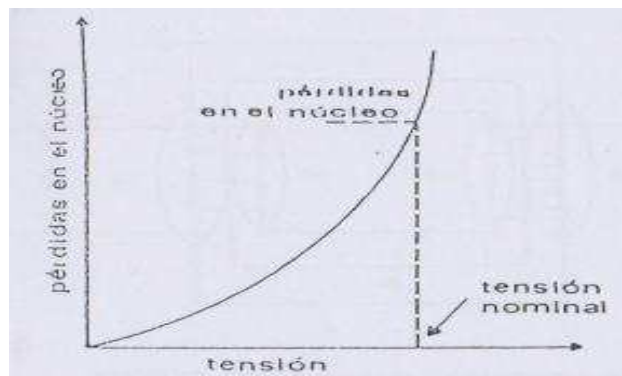


Ilustración 5.- Pérdidas en el núcleo y tensión.

1.11 Método para determinar las pérdidas en el cobre.

Para determinar las pérdidas en el cobre de un transformador, lo más indicado es determinar primero la resistencia efectiva a la C.A de cada devanado.

- ✚ Se aplica a cada devanado un voltaje de corriente continua de valor bajo, por ejemplo 120 voltios, se mide la corriente y el voltaje del devanado en cuestión, por medio del voltímetro y amperímetro se aplica la ley de ohm, y se obtiene la resistencia efectiva del devanado a la corriente continua, se multiplica por 1.1 para obtener la resistencia efectiva a la C.A.

El grupo de resistencia R se utiliza para limitar la corriente en los devanados a un valor seguro. El voltímetro se debe desconectar antes de cortar la corriente en los circuitos, porque los devanados tienen mucha autoinducción y se pueden dañar el instrumento.

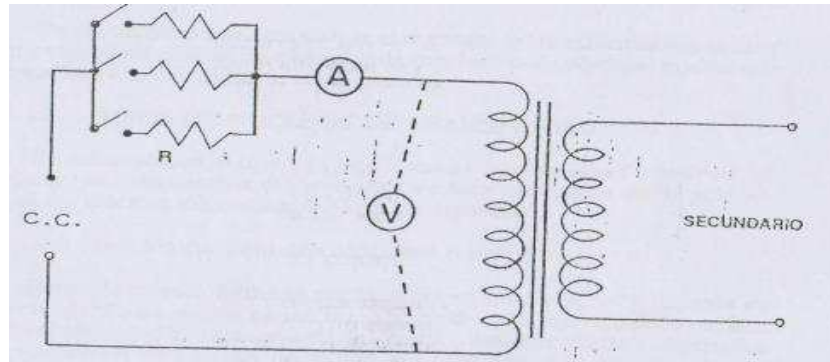


Ilustración 6.- Prueba para determinar las pérdidas en el cobre.

Una vez obtenidas las resistencias efectivas a la C.A. en cada devanado, se aplican las formulas.

$I_1^2 \cdot R_1$ e $I_2^2 \cdot R_2$ a cada devanado y se obtienen las pérdidas totales

Para la fórmula $PTCu = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2$ watios.

1.12 Tipos de núcleos de transformadores.

De acuerdo con el tipo de transformador que se desee construir, se puede también escoger el tipo de núcleo más apropiado. En la actualidad los núcleos más utilizados son los siguientes:

1.12.1 Núcleo del tipo de columnas o cerrado.

Este núcleo está formado por laminas en forma de “U” y láminas en formas de “I”, las cuales tienen un espesor de 0,35 mm. Cuando se hace el armado completo del paquete de láminas, estas se colocan alternadas y sucesivas, con el fin de evitar las pérdidas por reluctancia. La dirección del flujo se indica por líneas punteadas en la figura 8; se observa además que el flujo solo tiene una dirección, o trayecto cerrado

que recorre todo el núcleo, y la misma cantidad de flujo pasa por cada una de las secciones del núcleo.

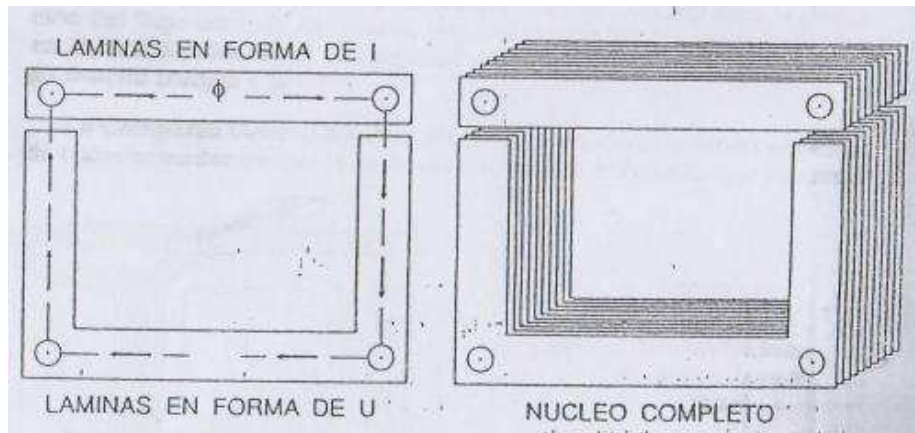


Ilustración 7.- Laminas y núcleo del tipo columnas o cerrado.

En este tipo de núcleo, el ancho de las láminas es igual, y las bobinas se pueden colocar en un solo brazo o en brazos separados. Se acostumbra como norma general, colocar el devanado de bajo voltaje primero cerca del núcleo. Si se colocara el devanado de alta tensión próximo al núcleo, sería preciso aislarlo tanto del núcleo como del devanado de baja tensión, es decir, serían necesarias dos capas aislantes de alta tensión. Colocando en el exterior el devanado de alta tensión, rodeando al de baja, sólo se precisa la capa aislante de alta tensión que aísla un devanado de otro. Esto hace que los transformadores con núcleo tipo columnas, sean aptos para altas tensiones. Al hacer el corte de las láminas, siempre se debe procurar que la dirección del corte se haga en dirección del grano, para obtener el mínimo de pérdidas.

1.12.2 Núcleo de tipo Acorazado o Blindado.

Este núcleo está formado por láminas en forma de “E” y láminas en formas de “T”, ilustramos por medio de líneas punteadas, la dirección del flujo magnético. El ancho de la sección central del núcleo, es doble de las secciones laterales, y sobre esta sección se deben colocar los devanados unos sobre otros, para formar un solo conjunto.

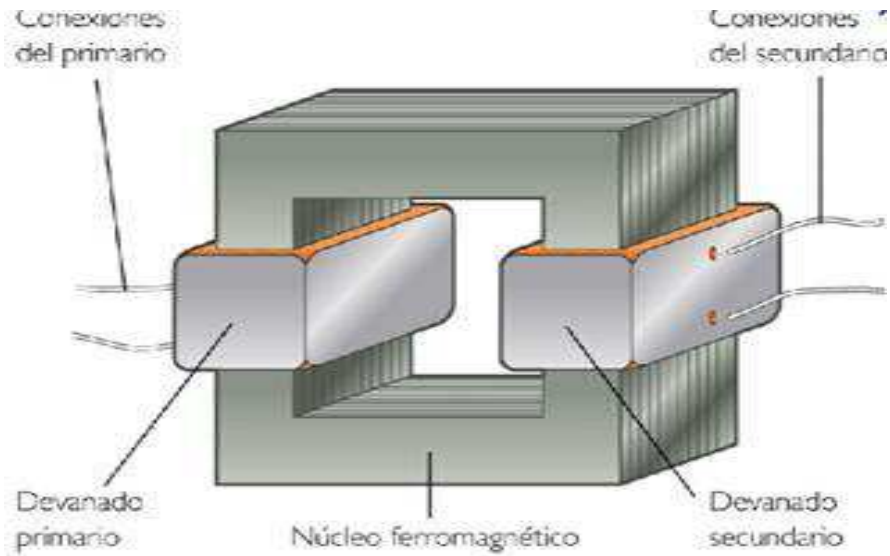


Ilustración 8.- Transformador tipo columnas con sus bobinas.

En la construcción del núcleo, las láminas se deben colocar alternadas para evitar que las juntas coincidan. En este tipo de núcleo se reduce mucho la dispersión.

1.12.3 Núcleo tipo H o Distribuido.

En los transformadores descritos hasta ahora, los núcleos están constituidos por láminas planas, que suelen encajar y solapar alternativamente, y que se mantienen unidas para reducir el espesor del núcleo. Tal diseño sigue siendo general, y es necesario en transformadores de gran potencia, especialmente trifásico.

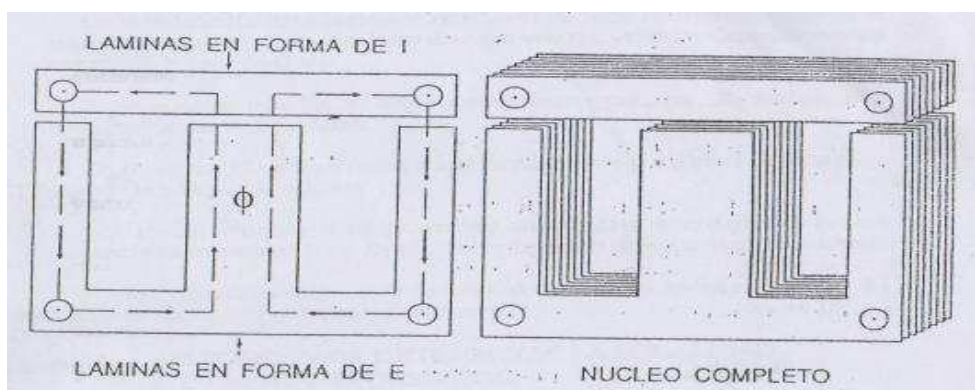


Ilustración 9.- Láminas y núcleo del tipo acorazado.

Esta construcción tiene ciertas desventajas. En las juntas se tienen reluctancias y pérdidas adicionales. En algunas láminas la dirección del flujo no es la del grano,

produciéndose así mayores pérdidas en el hierro. Además, el empaquetamiento de las láminas lleva consigo mucho trabajo y tiempo.

La Compañía General Electric, ha perfeccionado una forma especial de transformador de tipo H, que se usa un núcleo enrollado que consiste en una larga tira de hierro al silicio, devanado como una hélice apretada alrededor de los devanados aislados.

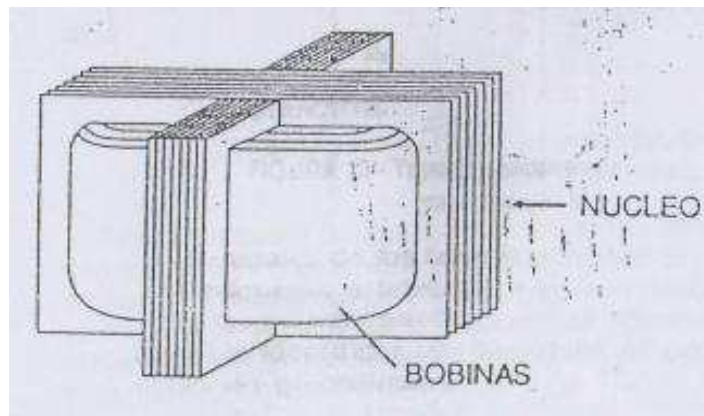


Ilustración 10.- Núcleo y bobina de un transformador tipo H.

1.13 Polaridad de los transformadores.

Es de vital importancia conocer la polaridad de los transformadores monofásicos ya que frecuentemente es necesario conectar dos transformadores en paralelo o bien, conectar tres transformadores en banco con el fin de obtener un sistema trifásico. Si en estos montajes no se tiene en cuenta la polaridad de cada transformador, se pueden presentar acoplamientos indebidos o cortocircuito.

La ASA (American Standards Association) ha elaborado un sistema patrón para marcar los terminales de los transformadores según su polaridad. Los terminales de alto voltaje se marcan con las letras H_1 y H_2 y los de bajo voltaje se marcan con las letras X_1 y X_2 .

La terminal H_1 está siempre localizado al lado izquierdo, cuando el transformador se mira del lado de bajo voltaje. Al lado derecho estará entonces el terminal H_2 .

Si se supone que H_1 es instantáneamente positivo X_1 es también instantáneamente positivo.

1.14 Método para determinar la polaridad de un transformador.

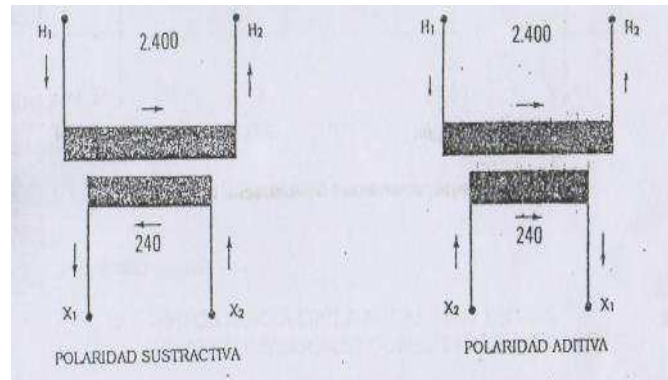


Ilustración 11.- Transformadores con terminales marcados para indicar polaridad.

Los terminales de los transformadores están normalmente marcadas con etiquetas o letreros que llevan H_1 , H_2 , X_1 y H_2 , etc. Sin embargo, las marcas pueden perderse o desfigurarse, de manera que es imposible identificar las diferentes terminales. Por lo tanto, se ha elaborado un procedimiento standard de prueba para determinar la polaridad del transformador.

En las siguientes figuras se ilustran, caso A se ilustra una prueba que se hace en un transformador de polaridad aditiva para 2.400/240 voltajes. En esta prueba se coloca un puente desde la terminal de alto voltaje H_1 a la de bajo voltaje, directamente a ella. Se conecta un voltímetro de la terminal de alto voltaje H_2 , a la terminal de bajo voltaje X_1 . En el voltímetro se lee la suma de voltaje de entrada del primario y del secundario que sería $(2.400 + 240 = 2.640)$ voltios; esto quiere decir que el transformador tiene polaridad aditiva. Cuando H_1 es instantáneamente positiva se inducen 240 voltios en el devanado secundario; los 2.400 voltios se aplican a H_2 de manera que la diferencia potencial como se indica en un voltímetro conectado de X_1 a X_2 es de 2.640 voltios.

Por el riesgo que se corre, al hacer esta prueba a este voltaje, se acostumbra a utilizar un voltaje menor por ejemplo: 240 voltios como se indica en el caso B. Con 240 voltios aplicados al devanado de 2.400 voltios, se inducen 24 en el secundario,

porque la relación de transformación es de 10:1. El voltímetro conectado de H₂ a la terminal de bajo voltaje X₁ dará un lectura de (240 + 24), o sea 264 voltios. Por tanto un voltímetro de escala 0-300 voltios puede usarse convenientemente para determinar la polaridad. El voltímetro conectado de la terminal de alto voltaje H₂ a la de bajo voltaje X₁, que está directamente en frente de ella, indica la suma de los voltajes primario y secundario, un transformador con este tipo de marcas tiene polaridad aditiva.

En la siguiente figura se muestra las mismas conexiones para la prueba de polaridad en un transformador de polaridad sustractiva. Los 240 voltios inducidos en el secundario se oponen a los 2.400 que entran a X₁, desde la conexión hecha con el puente temporal; por lo tanto el voltímetro conectado de H₂ a la terminal X₂ indicara el valor de 2.400 – 240, o sea 2160 voltios. En el caso B de la misma figura se utiliza como en el caso anterior, un voltaje bajo y se obtiene (240 – 24), o sea 214 voltios, lo que indica que el transformador es de polaridad sustractiva y sus terminales se marcan.

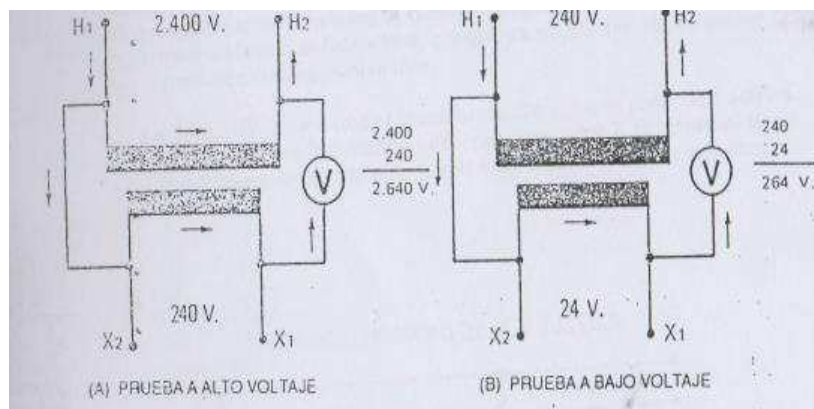


Ilustración 12.- Prueba de un transformador de polaridad aditiva.

La ASA y NEMA (National Electrical Manufacturers Association) han elaborado las siguientes normas sobre la polaridad de los transformadores:

- La polaridad aditiva será normal para todos los transformadores monofásicos hasta de 200KVA y que tengan voltajes que excedan a 9.000 voltios.
- La polaridad sustractiva será normal para todos los transformadores monofásicos de 200 KVA, y menores que tengan voltajes superiores a 9.000 voltios.

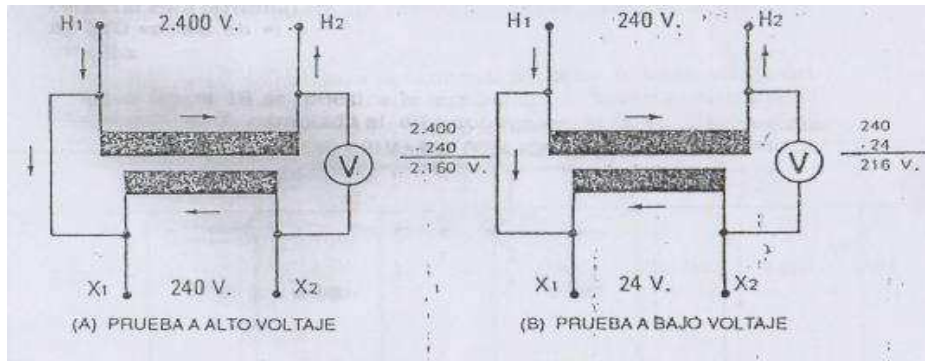


Ilustración 13.- Prueba de un transformador de polaridad substractiva.

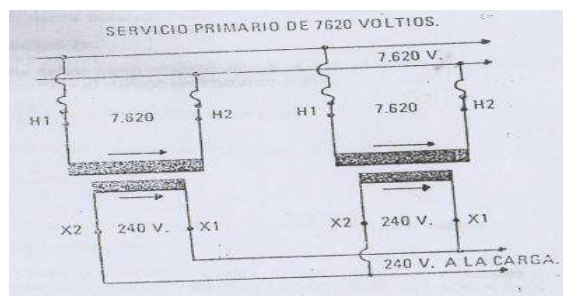


Ilustración 14.- Transformadores monofásicos aditivos en paralelo.

Se indicara en la siguiente imagen que el transformador 1 tiene polaridad aditiva, cualquiera que sea la polaridad del transformador 2, la terminal H_1 de este transformador queda siempre al lado izquierdo cuando se observa del lado de debajo de la caja, por tanto este terminal se conecta al terminal H_1 del transformador 1.

De la misma manera H_2 , del primer transformador se conecta con H_2 del segundo transformador, una de las mismas terminales de bajo voltaje se conecta a un lado del secundario de 120 voltios; enseguida se conecta un voltímetro entre el lado del secundario de 120 voltios y la terminal secundaria del transformador 2, que está todavía desconectada. Si el transformador 2 es de polaridad substractiva, el voltímetro indicara el doble de voltaje de la bobina secundaria, en este caso 240 voltios.

A continuación se indica las direcciones instantáneas del voltaje, revisando las direcciones instantáneas se verán porque el voltímetro indica 240 voltios, si se hiciera el intento de conectar esta terminal sin voltímetro, habrá una diferencia de potencial de 240 voltios en el punto de conexión, lo que producirá un cortocircuito.

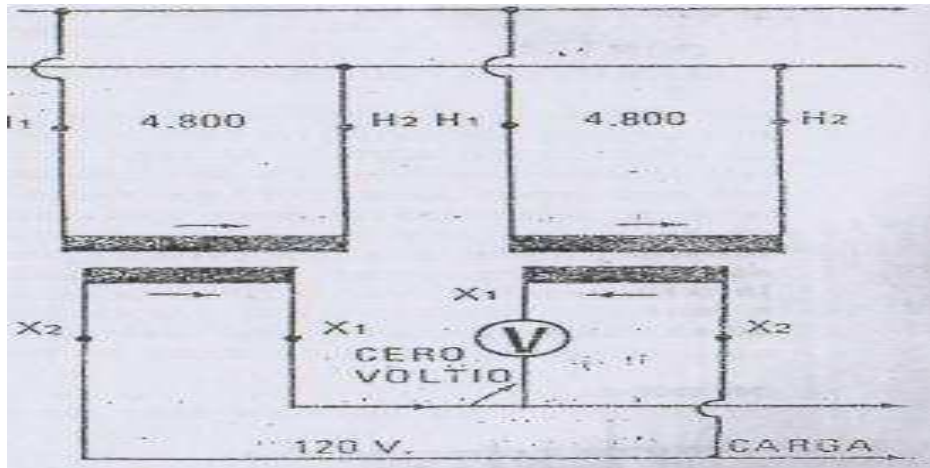


Ilustración 15.- Comprobación de la polaridad de los transformadores antes de conectarlos en paralelo.

Ahora el voltímetro indicara un potencial de cero, lo que muestra que la polaridad instantánea de las terminales secundarias de ambos transformadores es de la misma, puede ahora quitarse el voltímetro y hacerse la conexión final sin temor a cortocircuito.

Cuando se operan en paralelo transformadores reductores, como se observó anteriormente, algunas veces es necesario quitar de servicio uno de los transformadores para hacerle reparaciones. Al quitar de servicio uno de los transformadores, siempre debe desconectarse el lado de bajo voltaje, y luego desconectarse el primario; si se desconecta solamente el primario y deja conectado el secundario, este actúa como primario, y el de alto voltaje primario permanece en operación y puede ocasionar accidentes fatales.

1.15 Conexión de transformador en paralelo.

En la práctica de utilización de transformadores, se presenta muchas veces la oportunidad de conectar 2 o más en paralelo, porque uno solo no es suficiente para suministrar toda la energía del circuito de carga. El problema de conexión en paralelo no difieren en esencia del que corresponde a otro tipo de generadores eléctricos, como son los dinamos, las baterías de acumuladores, etc.; pero en este caso se debe tener en cuenta algunos detalles especiales, ya que en lugar de resistencia óhmica interna, intervienen las respectivas reactancia de dispersión. No basta que los transformadores a conectar en paralelo tengan iguales las resistencias de los

bobinados, o haya entre ellas una relación o igualdad entre dichas reactancias. Es necesario estudiar el asunto con más detalle, para poder plantear las condiciones a llenar y las soluciones que permitan conectar en paralelo transformadores de distintas características.

Los requisitos más importantes en esta conexión se enumeran a continuación:

1. Los transformadores deben ser de igual voltaje primario y secundario, o sea deben tener la misma relación de transformación. Si los transformadores son para voltajes diferentes, el transformador de mayor tensión produce una corriente de circulación, lo que ocasiona caídas de tensión internas en los devanados de este transformador.
2. Deben tener igual porcentaje de independencia, esto se debe a que las corrientes de cada transformador está en relación inversa a sus impedancias internas, si las impedancias internas son iguales, el reparto de corriente de los transformadores será igual: si las impedancias son diferentes cada transformador cederá a la carga corrientes diferentes.
3. Debe tenerse mucho cuidado con la polaridad de los transformadores, tal como se explicó anteriormente, se debe constatar por el método del voltímetro, que la polaridad sea correcta, para evitar cortocircuito.
4. Los transformadores deben ser de igual potencia, si los transformadores a conectar son de distinta potencia, sus impedancias internas deben estar en razón inversa con las corrientes que ceden a la carga, ejemplo si un transformador es de doble potencia que el otro, su impedancia interna debe ser la mitad.

En la práctica es preferible aceptar ciertas normas consideradas como buenas por el trabajo en paralelo de los transformadores iguales o distintos. Esas normas especifican las diferencias entre F.E.M. y entre las impedancias internas. La diferencia entre la F.E.M. debe ser tal como el máximo, que la corriente de circulación que ella provoque no exceda del 5% de la plena carga; como se ve es raro que se presenten diferencias mayores.

En lo que respecta a las diferencias entre las impedancias internas, se aconseja que la diferencia máxima no exceda del 10%, en general se tolera de acuerdo con ellas, que el reparto de la corriente de carga se haga en proporción conveniente con sus potencias, pero aceptando diferencia que no superen el 10% de la corriente de plena carga.

Se ilustra un diagrama simplificado de un transformador monofásico de distribución, esta conexión se dará servicio de 120 voltios para alumbrado y aparatos pequeños, mientras que dispone de 240 voltios en aparatos mayores y carga de motores monofásicos hasta 1HP.

2. Sistema monofásico de tres conductores.

Prácticamente todas las instalaciones para consumidores residenciales y comerciales, requieren un servicio monofásico de tres conductores semejantes, el uso de este sistema tiene varias ventajas:

1. Con el que se dispone dos voltajes diferentes, 120 voltios para alumbrado y aparatos pequeños, y 240 voltios para aparato de mayor consumo, como estufas, calentadores de agua, etc.
2. Puesto que dispone de 240 voltios entre los conductores exteriores (X_1 y X_2), la corriente de consumo para una carga dada en kilovatios puede reducirse prácticamente a la mitad. Lo que da por resultado que la caída de voltaje y los conductores del circuito sea menor, al voltaje de la carga más constante y que disminuye el problema de la poca intensidad en la luz de las lámparas, el de calefacción lenta del funcionamiento defectuoso de los aparatos. Solo es necesario usar los 3/8 del cobre de un sistema monofásico de tres líneas, en comparación con el que se necesita en un sistema de dos alambres, con 120 voltios, de la misma capacidad y eficiente de transmisión.

Cuando el sistema trefilar tiene cargas iguales entre el neutro y las líneas 1 y 2, se dice que el sistema está equilibrado. En la práctica el equilibrio es difícil, porque se conectan cargas diferentes entre estas y el neutro, en este caso se dice que el sistema está desequilibrado y por el conductor neutro circula una corriente, que es la diferencia entre las corrientes que circulan por las líneas 1 y 2. Por ejemplo: si por la

línea 1 circulan 40 amperios, y por la línea 2 circulan 30 amperios, por el neutro circulará la diferencia, o sea, $(40 - 30 = 10)$ amperios.

Cuando el desequilibrio es grande, se puede lograr una compensación quitando carga a la línea de mayor corriente, y pasándola a la otra línea hasta lograr el máximo equilibrio posible.

Cuando el neutro se interrumpe en forma accidental, la carga quedará conectada en serie entre las líneas vivas 1 y 2. Las cargas conectadas a 220 voltios no presentarán ningún problema, pero debido al desequilibrio, las cargas a 120 voltios pueden quedar con mayor o menor voltaje, dependiendo de las corrientes, y de las resistencias de estas cargas. Para evitar este problema, al conductor neutro se coloca fusible, y nunca se debe interrumpir este conductor en ningún sitio de su recorrido.

En algunos casos es necesario conocer la corriente de carga de un transformador, para deducir si tiene sobrecarga o no. En estos casos se hacen mediciones de corrientes en las líneas 1 y 2, con un voltámperímetro y se comparan estos valores con los valores normales de corriente del transformador de acuerdo a su potencia.

En el cuadro N°3 se dan las potencias más usuales de los transformadores de distribución, y su valor de corriente máxima para cada tipo de transformador, si los valores medidos sobrepasan estos valores normales, si se deduce entonces que el transformador tiene mucho desequilibrio o tiene sobrecarga.

Potencia KVA	Amperaje secundario normal (Línea 1 y 2)
5	22,75
5,5	34,10
10	45,5
15	68
25	113,7
37,5	170
50	227,5
60	273
75	341
100	454

Ilustración 16.- Potencia y corriente máxima permitida.

Cuando se desea obtener mayor precisión respecto a la sobrecarga de un transformador, se recurre entonces a un amperímetro gráfico, el cual funciona con un

transformador de corriente. Estos aparatos se dejan conectados durante 24 horas, tiene capacidad para 5 amperios y operan a bajo voltaje 110/220 voltios.

Para obtener la potencia del transformador sometido a prueba, se debe multiplicar la lectura máxima del amperímetro gráfico, por la relación del transformador de corriente y por el voltaje secundario elegido. Por ejemplo, si deseamos saber la carga de un transformador de 50 KVA, en el cual se ha utilizado un transformador de relación 600/5, la lectura máxima del amperímetro gráfico es de 2.5A y el voltaje 220V, entonces la potencia de este transformador será:

$$2,5 \times \frac{600}{5} \times 220 = 66\text{KVA}$$

2.1 Transformadores de medida.

Los aparatos de medidas y los relés de protección, utilizados en las instalaciones eléctricas, generalmente no están contruidos para soportar altas tenciones, ni elevadas intensidades de corriente. Además estos aparatos deben estar aislados de las altas tensiones para prevenir accidentes en el personal encargado de su vigilancia, por esta razón los aparatos de medida y los de protección se conectan en las instalaciones a través de los denominados “transformadores de medidas”.

Como tanto las mediciones como las condiciones que provocan el accionamiento de los dispositivos de protección de corrientes y tensiones, los transformadores de medida son de dos clases, y se denominan respectivamente:

- a.** Transformadores de tensión.
- b.** Transformadores de intensidad.

Los transformadores de tensión funcionan con el mismo principio de los transformadores de fuerza motriz o de distribución, la principal diferencia es que el transformador de tensión, es relativamente pequeño comparado con los de fuerza motriz.

El transformador de tensión se utiliza para rebajar las altas tensiones de los sistemas eléctricos, con fines de medida o para alimentar las bobinas valtimétricas de relés, a tensiones más bajas: en los modernos transformadores de tensión la tensión secundaria tiene siempre un valor nominal de 100 voltios.

El devanado primario de alto voltaje de un transformador de tensión, debe ser para el mismo voltaje que el circuito primario que se ha de medir o mayor, supongamos que

es necesario medir el voltaje de una línea monofásica de 4800 voltios. El voltaje secundario es para 100 voltios, la relación entre los voltajes primarios y secundario es de $(4800/100=48/1)$.

Un voltímetro conectado en el secundario de transformador de tensión, indicara una tensión de 100 voltios, con el objetivo de determinar el voltaje existente en el circuito de alto voltaje, la lectura de voltímetro se debe multiplicar por 48(relación de voltajes) o sea $(100 \times 48 = 4,800)$ voltios.

Las conexiones de un transformador de tensión con primario de 4800 voltios, y un secundario de 100 voltios, conectado al voltímetro, estos transformadores son de polaridad substractiva, una de las terminales del secundario se conecta a tierra como medida de seguridad, disminuyendo los riesgos de alto voltaje.

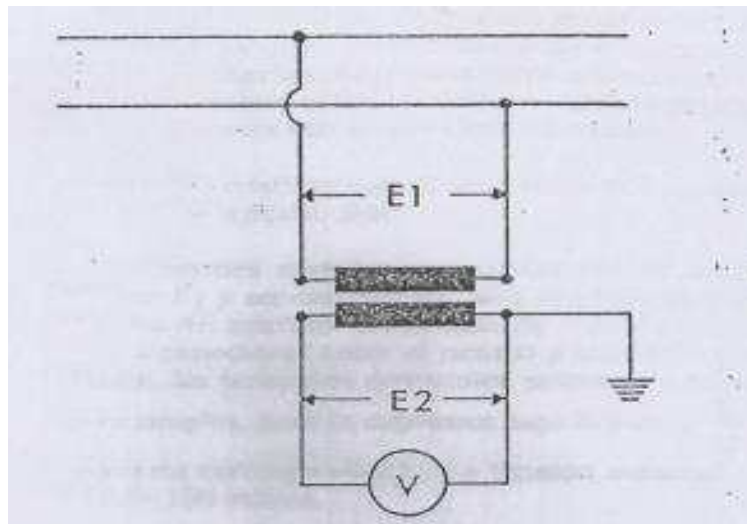


Ilustración 17.- Conexión correcta de un transformador de potencia.

Los transformadores de tensión tienen relaciones extremadamente precisas, entre los valores de los voltajes primario y secundario, en la mayoría de los casos el porcentaje de error de 0,5%. En el proyecto de estos aparatos, no se presentan dificultades como en los transformadores de intensidad ya que en caso de corto circuito, no se presenta ningún incremento de tensión sobre los transformadores, Además, aunque en un sistema eléctrico, la corriente está sometida a variaciones que depende de la carga conectada, generalmente la tensión permanece aproximadamente constante; de lo cual se deduce que el transformador de intensidad, ha de trabajar con la mayor precisión posible en todo el campo de medida, que es muy amplio, mientras que un

transformador de tensión casi siempre trabaja sobre un reducido campo de medida. Por lo general se contribuyen estos transformadores, admitiendo una tensión de servicio 1,2 veces la tensión nominal del

2.2 Conexión de los transformadores de tensión.

Se ilustra la conexión de un transformador de tensión, utilizado para medir la tensión de un sistema monofásico. Tal como se ilustra en la figura, se colocan fusibles en el primario y el secundario, y el secundario se conecta a tierra. Los voltímetros se pueden sustituir, si es necesario, por las bobinas voltimétricas de vatímetro, contadores, relés, etc.

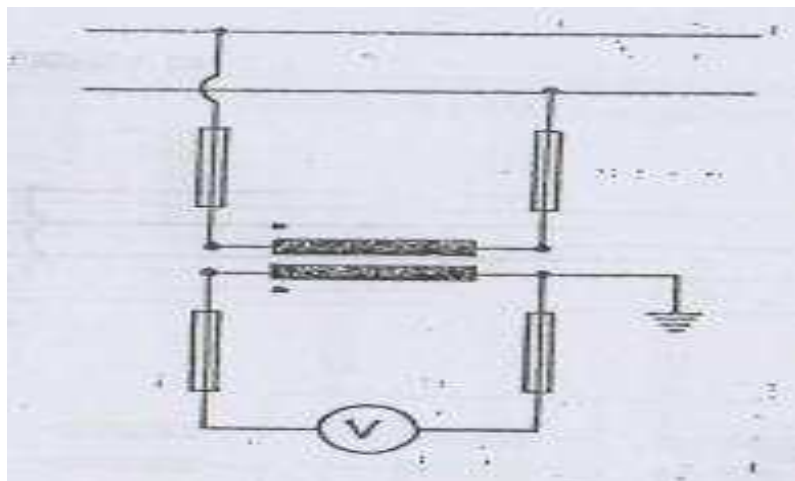


Ilustración 18.- Transformador de tensión, utilizado para medir la tensión de un sistema monofásico.

En un sistema trifásico desequilibrado, sin neutro, se emplea generalmente la conexión en triángulo de tres transformadores de tensión, con los voltímetros conectados en cada par de terminales secundarios, y con los arrollamientos secundarios puestos a tierra.

Cuando se trata de un sistema trifásico con neutro, equilibrado o no, se recurre al montaje en estrella de los transformadores de tensión, también derivando a tierra los secundarios.

Cuando se trata de sistemas trifásicos equilibrados sin neutro, puede suprimirse uno de los transformadores montando los otros dos en conexión V y derivando a tierra los secundarios como en los casos anteriores.

En la conexión en V la potencia instalada de los transformadores de tensión, debe ser un 15.5% mayor de lo necesario.

En la conexión en V de transformadores de tensión, no es posible apreciar las puestas a tierra. En sistemas trifásicos con neutro a tierra, se precisan tres transformadores conectados en estrella, según el diagrama.

En sistemas trifásicos con neutro aislado, se montan además tres arrollamientos terciarios de pocas espiras, conectados en triángulo abierto, que alimentan un voltímetro o un relé de comprobación de puesta a tierra.

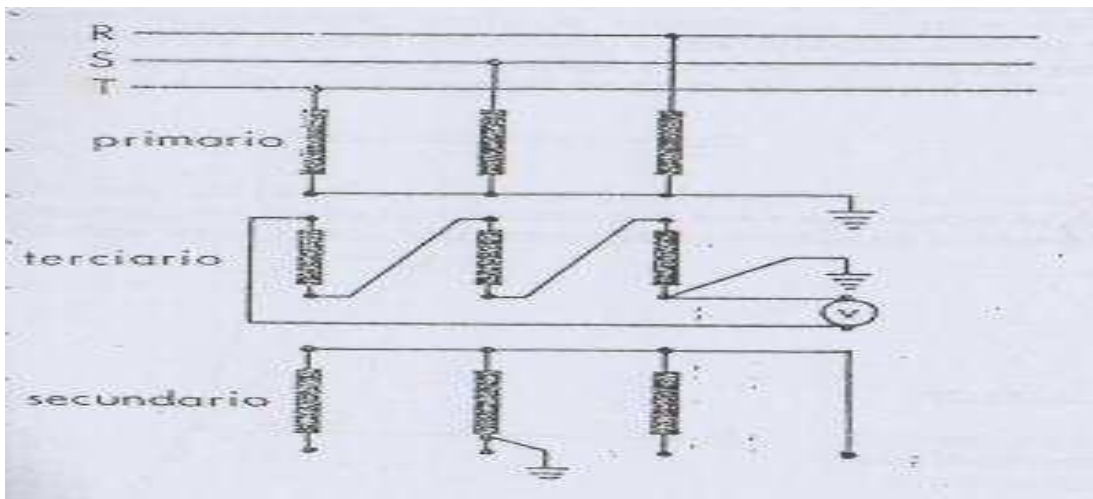


Ilustración 19.- Sistema trifásico con neutro aislado, con tres transformadores de tensión conectados en estrella y arrollamiento terciario de triángulo abierto.

En lo referente al aspecto constructivo de los transformadores de tensión, estos deben tener sus arrollamientos aislados entre sí, y además el arrollamiento primario tiene que aislarse en sí mismo para la plena tensión. Los transformadores de tensión pueden ser del tipo seco hasta 36KV, o los aislados en aceite para tensiones primarias hasta 400Kv.

2.3 Transformadores de intensidad.

Los transformadores de intensidad se usan para evitar conectar amperímetros, y bobinas de corriente de otros instrumentos y relevadores directamente a las líneas de alto voltaje. Los transformadores de intensidad disminuye la corriente en una

relación conocida: los más comunes son de relación 100/5, 150/5, 300/5 y 600/5. Esto permite utilizar instrumentos relativamente pequeños y precisos, aislados de las líneas de alto voltaje.

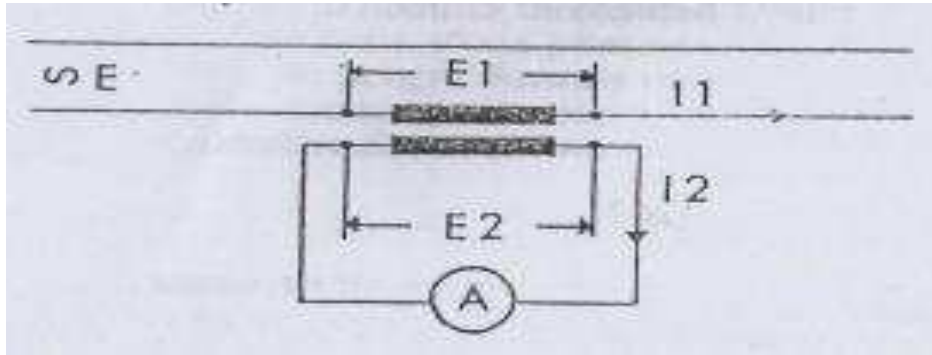


Ilustración 20.- Conexión de un transformador de intensidad.

Estos transformadores tienen su devanado primario y secundario separado, y proyectado de tal manera que su bobinado primario quede en serie con uno de los conductores de la línea. El devanado primario tiene un número de espiras muy reducido, el secundario está constituido por numerosas espiras, y en este devanado se conecta el amperímetro.

De esta forma, la corriente de carga depende, principalmente del consumo primario y no del secundario: a su vez la corriente secundaria es prácticamente independiente de los aparatos que constituyen la carga secundaria, y está en relación constante inversa del número de espiras, con la corriente que circula por el arrollamiento primario, al a cual tiende a neutralizar magnéticamente. Si se altera la impedancia del circuito secundario, varía la tensión de bornes de salida del transformador, y proporcionalmente (en relación con el número de espiras), también la caída de tensión entre los bornes del primario. Por lo tanto la relación fundamental del transformador de intensidad es:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2} = \text{constante, es decir } n_1 I_1 = n_2 I_2$$

Las características más sobresalientes en los transformadores de intensidad son las siguientes:

Corrientes nominales. Las corrientes nominales primarias de los transformadores de intensidad están normalizados entre (5 y 6000) A.

La corriente nominal secundaria es casi siempre, de 5A, aunque en algunas medidas de precisión se adopta el valor de 1A.

Capacidad de sobrecarga. Estos transformadores se diseñan para soportar temperaturas excesivas, y esfuerzos electrodinámicos que puedan aparecer a consecuencia de sobre intensidades y sobretensiones de la red. Se denomina intensidad Límite térmica I_{term} , al valor máximo de la corriente eficaz primaria, que el arrollamiento primario puede soportar sin peligro durante un segundo; también se denomina corriente de cortocircuito nominal y, generalmente los transformadores de intensidad se dimensionan de manera que:

$$I_{term} = 100I_n$$

Si el transformador es recorrido por una corriente de cortocircuito I_{cc} , durante un tiempo de segundos, esta corriente no he de desarrollar más cantidades de calor que el desarrollado por la corriente limite térmica durante un segundo. La magnitud de corriente de cortocircuito admisible I_{cc} , que circula durante t segundos, esta expresado por:

Se conoce con el nombre de intensidad límite dinámica I_{din} , al valor máximo de la corriente que puede soportar el transformador, desde el punto de vista de los esfuerzos electrodinámicos, sin sufrir deformación mecánica. También se le llama corriente de punta y, por lo general cumple la condición:

$$I_{din} = 2,5I_{term} = 250I_n$$

Tanto la corriente de cortocircuito nominal, como la corriente de punta se en kiloamperio (KA).

$$n \leq 5 \text{ ----} 10$$

Y en los transformadores destinados a la alimentación de relés de protección, esta cifra debe ser:

$n > 5 \text{---} 10$

Potencia nominal de precisión. Es la potencia aparente en VA, con que se puede cargar un transformador de intensidad, sin que la precisión del aparato sobrepase su valor límite, fijado por el constructor o por la condición de utilización del transformador. La carga efectiva de los transformadores de intensidad, está constituida por el consumo de las bobinas amperimétricas de los aparatos conectados (amperímetros, vatímetros, contadores, relés, etc.), y del consumo de los conductores de medida que unen estos aparatos.

2.3.1 Conexión de los transformadores de intensidad.

En la conexión de algunos tipos de transformadores de intensidad, no se requiere abrir la línea, para su conexión, estos disponen de un mecanismo mediante el cual el primario del transformador se abre y abraza la línea, lo que facilita a la conexión, como sucede en las pinzas amperimétricas.

Cuando el devanado primario es para corriente alta, puede consistir en un conductor recto, que pasa por el centro de un núcleo metálico hueco, a este transformador se le llama del tipo barra por la construcción del primario, que consiste en una barra de cobre. Cuando se trata de un sistema trifásico desequilibrado o sin neutro, puede utilizarse el sistema ilustrado también con los secundarios puestos a tierra; pero puede reducirse el número de conductores necesarios, si se conectan los secundarios en estrella, a través de los correspondientes amperios.

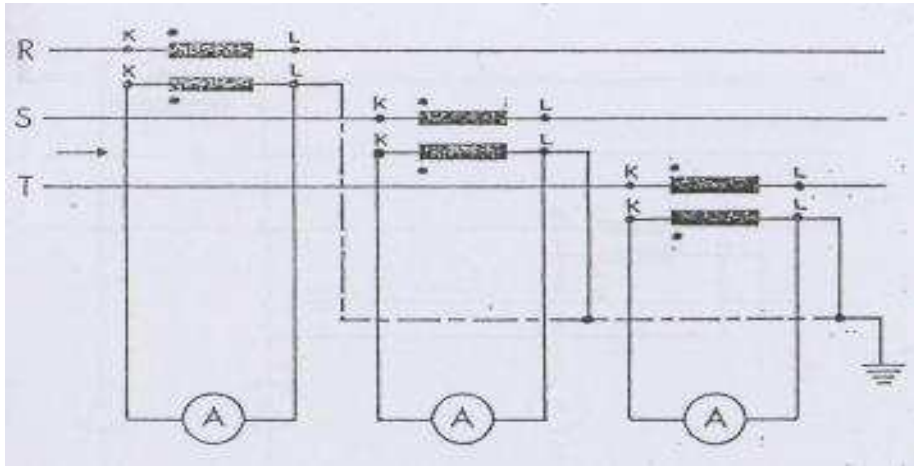


Ilustración 21.- Sistema trifásico desequilibrado con tres transformadores de intensidad en conexión monofásica.

Se muestra este sistema que utiliza tres conductores activos, cuando se trata de un sistema trifásico, con tres conductores activos y conductor neutro. Si se trata de un sistema trifásico equilibrado, puede suprimirse un transformador de intensidad, adaptando la posición.

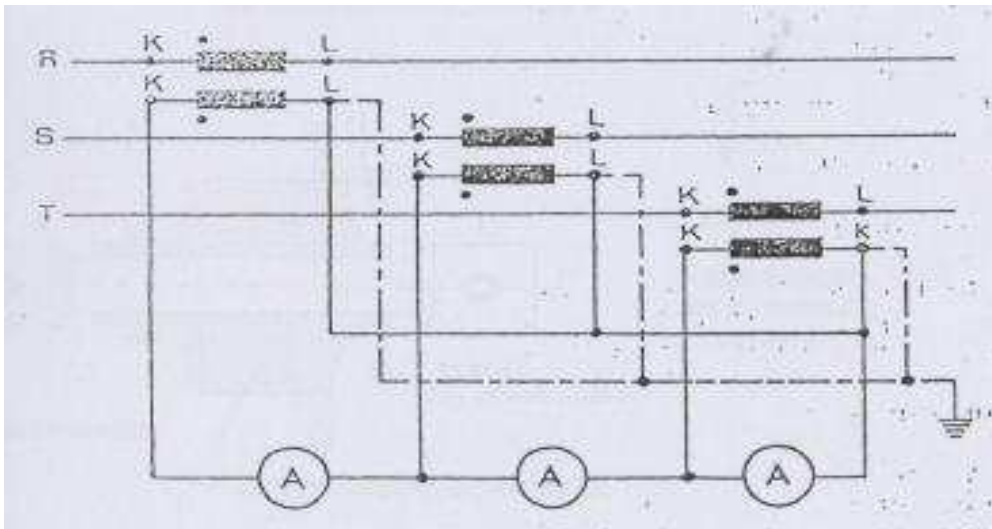


Ilustración 22.- Sistema trifásico equilibrado sin neutro con tres transformadores de intensidad conectados en estrella.

El tipo de constructivo más sencillo es el dominante de un transformador de intensidad de barra; el conductor primario atraviesa el núcleo del transformador en línea recta, sin formar ningún bucle o espira, y para efectos de relación de transformación se cuenta con una sola espira.

Como, para una potencia secundaria dada, el número de espiras primarios está fijado forzosamente, si se supone una corriente secundaria constante, el número de espiras es grande para una corriente primaria, y disminuye al crecer el valor de esta corriente. Por consiguiente, el campo propio de aplicación del transformador de intensidad de barra, es de las corrientes primarias elevadas.

También puede utilizarse para corrientes de pequeña intensidad, siempre que se admita una mayor inducción en el núcleo, lo que significa, por otra parte una disminución de la precisión del transformador.

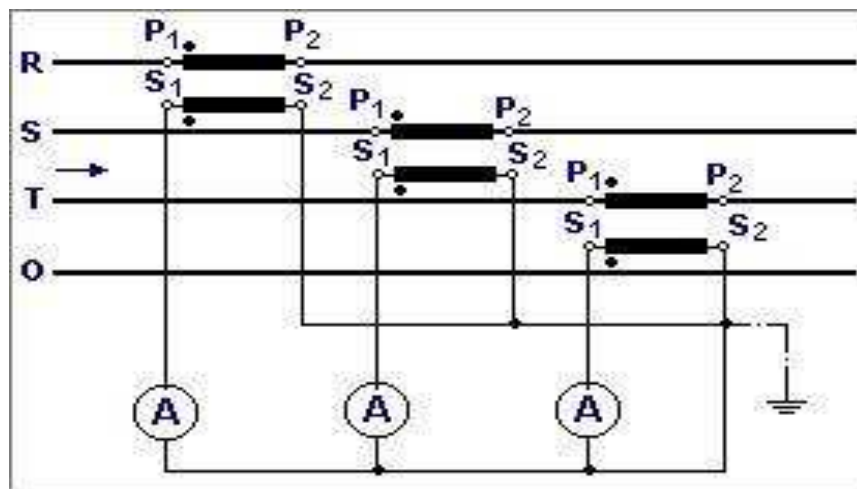


Ilustración 23.- Sistema trifásico equilibrado con neutro con tres transformadores de intensidad conectados en estrella

3. Conexión de tres transformadores monofásicos en conexión trifásica.

Cuando se dispone de transformadores monofásicos, los cuales tienen la misma relación de transformación, polaridad y porcentaje de impedancia, es bien sencillo hacer la conexión de tres de ellos para obtener corriente trifásica. En este caso la potencia total, que puede suministrar el banco, es la suma de las potencias de cada transformador. En la siguiente figura se ilustra la conexión de un banco de transformadores de 25 KVA cada uno, los cuales pueden proporcionar una potencia de 75 KVA.

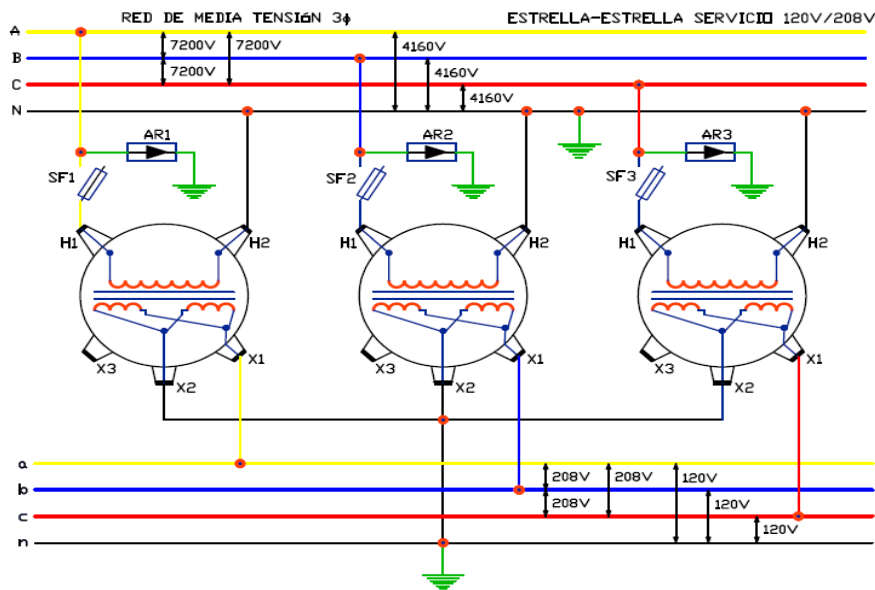


Ilustración 24.- Conexión de un banco de transformadores en estrella estrella.

Cuando el secundario se conecta en delta y se desea obtener servicio trifásico con neutro, este se toma del centro de uno de los transformadores, el cual debe ser de mayor potencia que los restantes, con el fin de evitar sobrecargas en este transformador. Es indispensable tener gran precaución al introducir el neutro, porque el voltaje que se obtiene no es el mismo entre todas las líneas y el neutro. En la siguiente figura se ilustran los diferentes voltajes que se pueden obtener entre el neutro y las otras líneas:

Un banco de transformadores en estrella delta se utiliza:

1. Cuando es necesario obtener una relación de reducción de voltaje relativamente grande, para bajar voltajes elevados del sistema de transmisión a valores inferiores en el centro de carga.
2. Cuando es necesario reducir voltajes en los sistemas trifásicos de distribución primaria, de cuatro hilos, para reducir voltajes trifásicos a valores de 240 ó 480 voltios.

Se pueden hacer otros tipos de acoplamientos tales como: delta-delta, estrella-estrella, estrella-zigzag, etc., de acuerdo con las necesidades específicas en cada caso. El índice de conexión se denomina también índice de horario, y resulta de que

el desfase entre el primario y el secundario, es siempre múltiplo de 30 y se identifica con el ángulo formado por la aguja minuteru de un reloj, cuando marca hora exacta,

4. Transformador para conexión a tierra.

En los sistemas eléctricos, los transformadores para conexión a tierra están destinados a suministrar la corriente en caso de defecto a tierra y a mantener el desplazamiento del potencial del neutro dentro de los límites deseados. Pueden ser transformadores de tres arrollamientos con el primario conectado en triangulo y el secundario en estrella, lo cual facilita en sí un neutro para la puesta a tierra o pueden ser también autotransformadores trifásicos de conexión zigzag, en cuyo caso, los arrollamientos constan de 6 partes iguales, cada una de ellas prevista para la tercera parte de la tensión de línea, estando cada dos de estas partes situadas en una misma columna: en caso de producirse un defecto a tierra en cualquiera de las líneas la corriente de tierra se reparte por igual entre los tres ramales del autotransformador, ofreciendo la interconexión una impedancia mínima al paso de la corriente monofásica de defecto.

En muchas aplicaciones, el primario de este transformador se alimenta por un interruptor de aceite operado por un fototubo y un circuito amplificador combinado con un sistema relevador. Cuando disminuye la intensidad normal de la luz abajo de una magnitud determinada, el fototubo acciona el circuito del amplificador que a su vez, hace funcionar el sistema del relevador y activa el primario.

Entonces, la bobina secundaria cambia a la posición adecuada manteniendo los 6.6 amperios necesarios del circuito, cuando la intensidad de la luz excede de un valor predeterminado, el fototubo y su circuito amplificador por medio de los relevadores abre el interruptor de aceite e inactiva el transformador de corriente constante y del circuito de alumbrado de la calle.

Con un correcto dimensionado puede conseguirse una compensación total del flujo debido a la corriente continua y del flujo producido por la corriente alterna. Por consiguiente, este sistema tiene análogas características a las de un transformador de intensidad. Estos transformadores se construyen para corrientes hasta de 200.000

AMP y se suministran normalmente para baja tensión, aunque también pueden aislarse y prepararse para altas tensiones.

Debe procurarse que la fuente de corriente alterna sea suficiente para cubrir con seguridad

el consumo de potencia reactiva de este transformador, el consumo de potencia activa es muy pequeño. Por este mismo principio se construyen también transformadores de tensión continua para todas las tensiones.

CAPITULO II

REFERIDO AL DIAGNOSTICO O A

MATERIALES Y METODOS

2. CAPITULO II

2.1 DISEÑO METODOLÓGICO.

2.1.1 Tipo de Investigación.

En este trabajo técnico se utilizó métodos, técnicas e instrumentos que permitieron alcanzar el objetivo propuesto.

Métodos Teóricos: Los métodos teóricos que se aplicaron en el desarrollo de este trabajo técnico fueron los siguientes:

Análisis y Síntesis: Facilito adquirir información relacionada con el problema que se investigó lo cual permitió mejorar significativamente el proceso de enseñanza – aprendizaje en los egresados de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Inducción–Deducción: Permitted realizar una evaluación respecto al funcionamiento y conexiones de los transformadores, información que accedió a concluir y recomendar acciones para mejorar la calidad del servicio eléctrico, las habilidades y destrezas de los nuevos profesionales lo cual traerá beneficio a entidades comerciales, institucionales e industriales que requieran de un proyecto de banco de transformadores.

Bibliográfico: Mediante este tipo de metodología se obtuvo materiales que permitieron disponer de información con relación a las variables del tema. La obtención de la información se realizó a través de textos de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, tesis de grado relacionadas con la Ingeniería Eléctrica y Electrónica, revistas o artículos científicos.

Métodos Empíricos: Los métodos empíricos que se aplicaron en el desarrollo de la investigación fueron las siguientes:

Encuesta: Se realizaron encuestas a los ingenieros eléctricos y egresados, la misma que estuvo estructurada con 8 preguntas acerca del proyecto técnico de implementación.

Ficha de Observación: Se aplicó una ficha de observación, a 10 banco de transformadores a diferentes instituciones, fábricas y e industrias ubicadas en diferentes sectores compuesta de la ciudad, compuesto de 11 indicadores estratégicos para conocer las instalaciones de los bancos de transformadores y poder relacionar las condiciones técnicas de estas instalaciones.

Tabulación de datos: Con la finalidad de comprobar la hipótesis planteada en el proyecto se hizo necesario la tabulación de datos de la información recolectada sobre el proyecto técnico de implementación.

Población y Muestra: La población se constituyó por: 30 egresados de la Carrera Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, con un total de 30 participantes.

Muestra.

La muestra fue extraída del 100% de la población compuesta de 30 egresados de la Carrera Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, garantizando el nivel de confianza del 100%.

MUESTRA DEGRADADA

EGRESADOS PROFESIONALES	30
TOTAL	30

Tabla 1.- Muestra degradada

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

2.2 DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECOPIACION DE LA INFORMACION.

Se ofició a las autoridades para obtener la respectiva autorización en la recopilación de información.

Obtenida la aprobación, se procedió a recopilar la información, la misma que consistió en encuestar a los involucrados en el trabajo técnico.

Posteriormente se procedió a la tabulación de datos.

2.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.

Para el procesamiento de la información se utilizó parte del paquete office y se procedió de la siguiente manera:

Tabulación y elaboración de cuadros y gráficos a través de software Excel, para el proceso de texto se utilizó Word.

Preguntas dirigidas a Egresados de la Carrera Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

1.- ¿Considera de utilidad la elaboración de un Manual de conexión de banco de transformadores monofásicos?

TABLA #1

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Si	30	100
B	No	0	0
	Total	30	100

Tabla 2.- Resultado de la encuesta pregunta #1

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #1

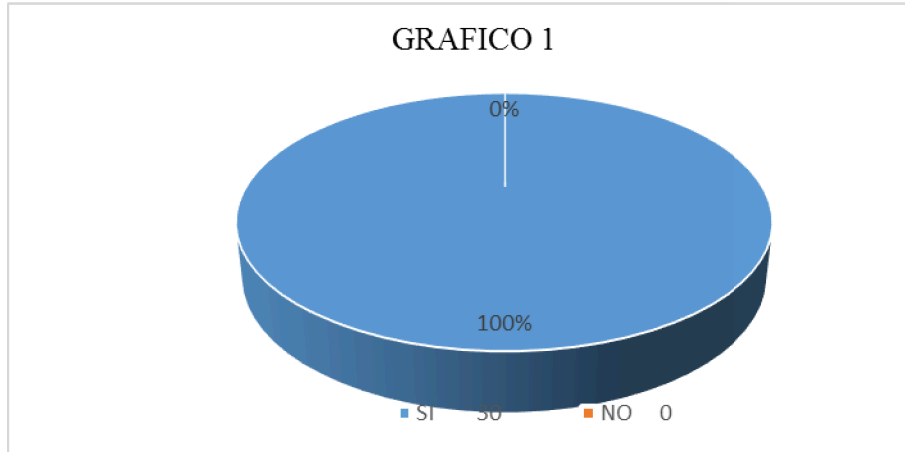


Grafico 1.- Resultado de la pregunta encuesta # 1

Análisis e interpretación.

Que el 100 % de la muestra seleccionada informa que si considera de utilidad la elaboración de un manual de conexión de banco de transformadores monofásico.

Lo que implica que si es importante el manual de conexión de transformador monofásico.

2.- ¿Cómo cataloga el uso del Manual de conexión de banco de transformadores monofásicos?

TABLA #2

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Excelente	17	57
B	Muy bueno	4	13
C	Bueno	0	0
D	Regular	9	30
	Total	30	100

Tabla 3.- Resultado de la encuesta pregunta # 2

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #2

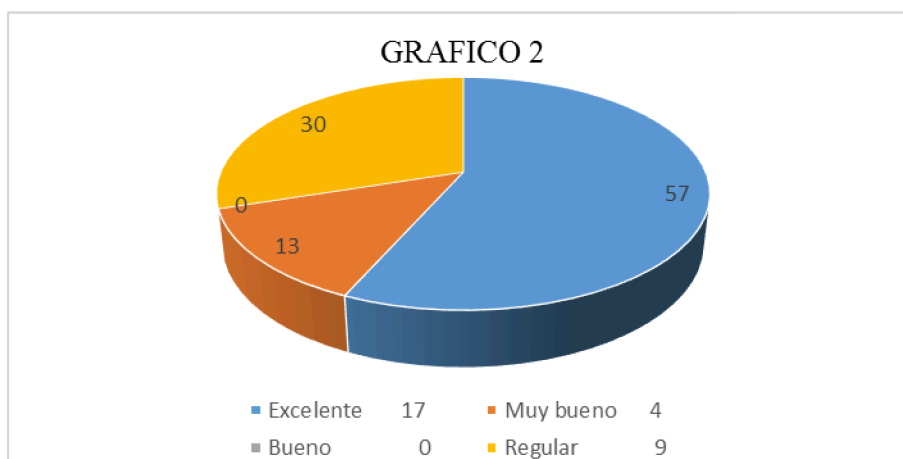


Gráfico 2.- Resultado de la pregunta encuesta # 2

Análisis e interpretación

Que el 57 % de la muestra seleccionado informa que es excelente el manual de conexión de banco de transformadores monofásicos.

Que el 30 % de la muestra seleccionada informa que es regular, mientras que el 13 % informa que es muy bueno el manual de conexión de transformadores monofásicos

En consecuencia, se deduce de la importancia del manual de conexión de transformador monofásico.

3.- ¿Cree que en todo trabajo de electricidad se debe aplicar las normas de seguridad industrial?

TABLA #3

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Siempre	30	100
B	A veces	0	0
C	Nunca	0	0
	Total	30	100

Tabla 4.- Resultado de la encuesta pregunta # 3

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #3

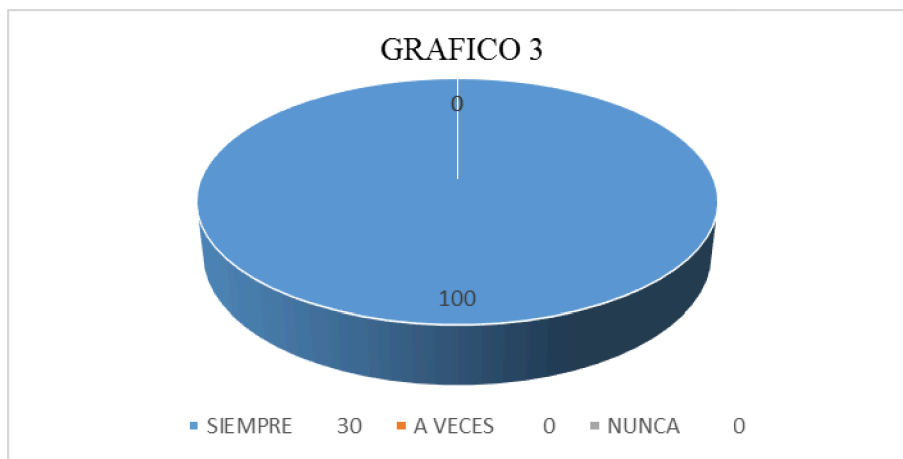


Grafico 3.- Resultado de encuesta pregunta # 3

Análisis e interpretación

Que el 100 % de la muestra seleccionada informa que siempre en todo trabajo de electricidad se debe aplicar las normas de seguridad industrial.

De lo expuesto, se deduce que para todo trabajo en el área de electricidad se debe considerar de forma primordial las normas de seguridad industrial.

4.- ¿En qué rango estima pertinente la observación de las normas de seguridad en las actividades de la ejecución de las diferentes conexiones eléctricas de un banco de transformador?

TABLA #4

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Alto	26	87
B	Medio	4	13
C	Bajo	0	0
	Total	30	100

Tabla 5.- Resultado de la entrevista pregunta # 4

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #4

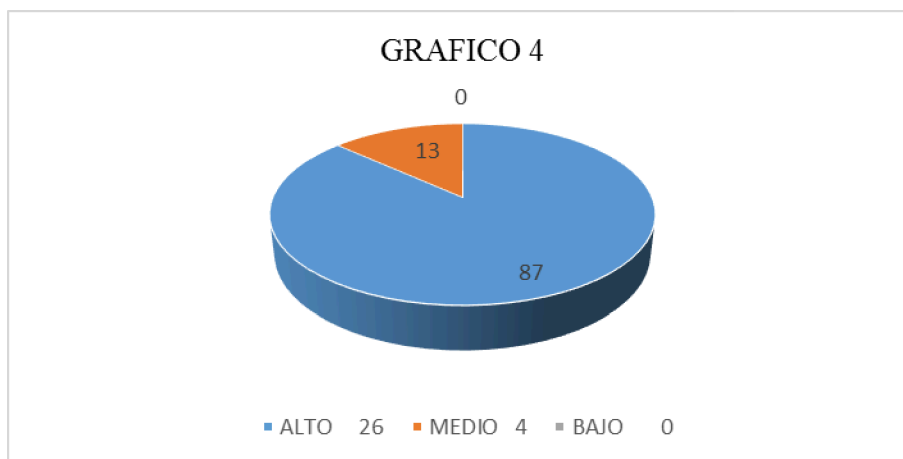


Gráfico 4.- Resultado de la encuesta pregunta # 4

Análisis e interpretación

Que el 87 % de la muestra seleccionada informa que con rango alto estima pertinente la observación de las normas de seguridad en las actividades de las conexiones eléctricas.

Que el 13 % de la muestra seleccionada informa que con rango medio estima pertinente la observación de las normas de seguridad en las actividades de las conexiones eléctricas.

Por lo expuesto, se aprecia que los estudiantes consideran con rango alto la observación de las normas de seguridad en las actividades de las conexiones eléctricas.

5.- ¿Con qué criterios, se deben realizar las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión?

TABLA #5

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Ambiental	1	3
B	Técnico	29	97
C	Económico	0	0
	Total	30	100

Tabla 6.- Resultado de la encuesta pregunta # 5

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #5

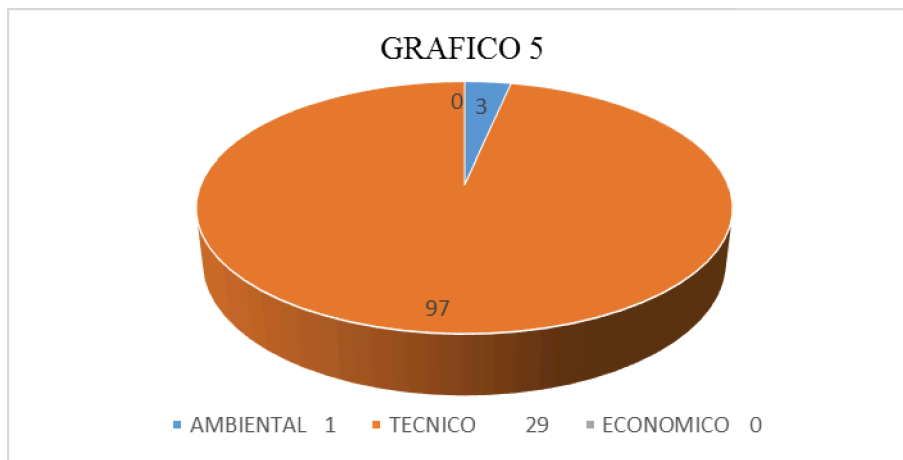


Gráfico 5.- Resultado de la encuesta pregunta # 5

Análisis e interpretación

Que el 97 % de la muestra seleccionado informa que con criterio técnico se deben realizar las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión.

Que el 3 % de la muestra seleccionado informa que con criterio ambiental se deben realizar las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión.

Lo que implica que se da énfasis a los criterios técnicos en las prácticas de conexión es en baja tensión.

6.- Las estructuras y las cerrajerías que se utilizan en las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión, deben ser:

TABLA #6

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Galvanizadas	30	100
B	Pintadas	0	0
C	Niqueladas	0	0
D	Ninguno	0	0
	Total	30	100

Tabla 7.- Resultado de la encuesta pregunta # 6

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #6



Grafico 6.- Resultado de la encuesta pregunta # 6

Análisis e interpretación

Que el 100 % de la muestra seleccionada informa las estructuras y las cerrajerías que se utilizan en las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión, deben ser galvanizadas.

En consecuencia, se da prioridad al uso del material galvanizado por su resistencia a las variaciones climáticas y a la facilidad de acoplamiento de las estructuras.

7.- ¿Con qué calidad, deben ser los instrumentos para comprobar las diferentes conexiones mediante equipos de medición?

TABLA #7

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Excelente	25	83
B	Muy buena	5	17
C	Buena	0	0
D	Regular	0	0
	Total	30	100

Tabla 8.- Resultado de la encuesta pregunta # 7

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #7

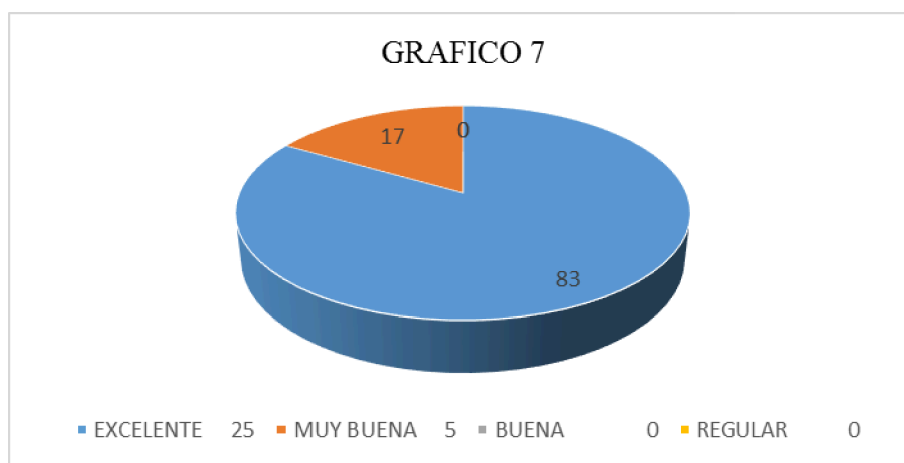


Gráfico 7.- Resultado de la encuesta pregunta # 7

Análisis e interpretación

Que el 83 % de la muestra seleccionada informa con excelente calidad deben ser los instrumentos para comprobar las diferentes conexiones mediante equipos de medición.

Que el 17 % de la muestra seleccionada informa con muy buena calidad deben ser los instrumentos para comprobar las diferentes conexiones mediante equipos de medición.

Se considera que los instrumentos de medición deben ser de excelente calidad para asegurar la información con criterio de confiabilidad.

8.- El uso de los equipos de medición para comprobar las diferentes conexiones, lo realizará un:

TABLA #8

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Ing. Eléctrico	28	93
B	Tecnólogo	2	7
C	Artesano	0	0
D	Aprendiz	0	0
	Total	30	100

Tabla 9.- Resultado de la encuesta pregunta # 8

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

GRAFICO #8

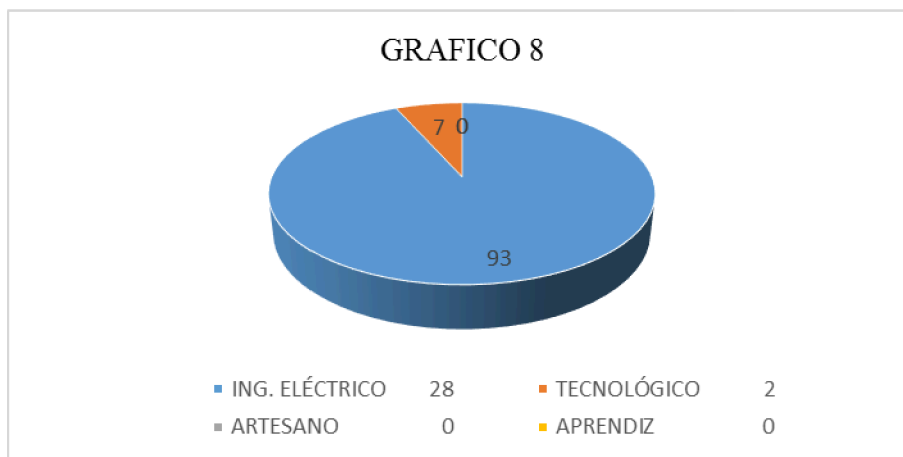


Gráfico 8.- Resultado de la encuesta pregunta # 8

Análisis e interpretación

Que el 93 % de la muestra seleccionada informa que el uso de los equipos de medición para comprobar las diferentes conexiones, lo realizará un Ingeniero Eléctrico.

Que el 7 % de la muestra seleccionada informa que el uso de los equipos de medición para comprobar las diferentes conexiones, lo realizará un Tecnólogo.

Por lo que, se da énfasis al profesional de la Ingeniería Eléctrica para realizar el uso de los equipos en la medición de los parámetros eléctricos.

Aplicación de la ficha de observación en los transformadores en el cantón Chone.

N°	Indicadores cualitativos/ criterio de evaluación	Frecuencias	
		SI	NO
1	Protección de impacto atmosférico	10	
2	Protección de seguridad al banco de transformadores	10	
3	Calidad de herrajes	10	
4	Conductores apropiados	10	
5	Estado de los transformadores	10	
6	Cámara de transformación adecuada	09	1
7	Tipos de conexiones en baja tensión	10	
8	Las conexiones son realizadas técnicamente	09	1
9	Acción y tipo de conductor apropiado	10	
10	Protección técnica en baja tensión adecuada	10	
11	Indicadores de medición son correctos	10	

Tabla 10.- Resultado de las preguntas de las fichas de observación

Fuente: Bayron Odilón Flores de Valgaz Rivadeneira y Fernando Gabriel Zambrano Ponce.

Aplicación del formulario de entrevista a los Egresados de la Carrera Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

Dirigida a: Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

Objetivo: Implementar un banco de transformadores monofásicos de 10KVA en los talleres de las Escuela de Ingeniería Eléctrica, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone; durante el período académico 2016 – 2016 – P2

Instrucciones: Mucho agradeceremos se sirva responder con sinceridad y honestidad responder a cada una de las interrogantes que formula la siguiente entrevista, de su respuesta y contestación dependerá el éxito de la misma.

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

1. ¿Cuál es su criterio, sobre el actual conocimiento de las diferentes conexiones en baja tensión?

- a) El momento de implementar esto se lo debe realizar con los implementos y medición apropiada para garantizar un nuevo suministro en los voltajes requeridos.
- b) Cada día existen nuevas innovaciones en este tipo de conexiones, de ahí hay la necesidad de estar siempre actualizado de conocimiento.
- c) Son pocos los profesionales en ingeniera eléctrica y electricistas que dominan los diferentes tipos de conexiones en bajo voltaje de los bancos de transformadores monofásicos que existen.

2. ¿Qué opina usted sobre la implementación de un banco de transformadores monofásicos de 10KVA en los talleres de ingeniería eléctrica?

- a) Muy de acuerdo con estas implementaciones que permitirá a los estudiantes realizar prácticas y de esta manera obtener mayor conocimientos.
- b) Es importante que los talleres de ingeniería eléctrica cuenten con la mayor cantidad de equipos para abastecer los conocimientos teóricos y prácticos.
- c) Sería muy beneficioso y de gran utilidad para el aprendizaje de los futuros profesionales en ingeniería eléctrica.

3. ¿Cuál es su criterio respecto al funcionamiento de un banco de transformadores monofásicos?

- a) Es relevante y que de esta manera se obtendrá mayores resultados en las prácticas en los diferentes conocimientos trifásicos.
- b) Tienen ventajas y desventajas, se deben utilizar donde sea necesario y bajos los nuevos correspondientes.
- c) Su funcionamiento es muy bueno y nos da como ventaja que si se llega a quemar uno de los transformadores se lo puede arreglar con facilidad y a menor costo, que si se quemara una bobina de un transformador trifásico donde se tendría que reemplazar todo el transformador trifásico.

4. ¿Con qué frecuencia se producen las interrupciones no programadas en la lotización de su propiedad?

- a) Al momento en la CNEL EP mejora el suministro de energía a los consumidores tanto residenciales, comerciales e industriales.
- b) Actualmente han disminuidos las disminuciones del fluido eléctrico, pero aún tenemos mínimo uno por semana.
- c) No son muy frecuente los desconocimientos para mi sector.

5. ¿Cuál es su criterio, sobre la seguridad industrial que ofrece un sistema eléctrico?

- a) Depende de que al momento de construir se lo haya contemplado todos los esquemas apropiados y con los materiales en buena calidad con capacidad del ingeniero.
- b) Lo primero que se debe de cuidar es la integridad del ser humano, por eso las normas de seguridad tienen que estar siempre presente sobre todo en los sistemas eléctricos siempre que se cumplan estas normas estaremos protegiendo y también las instalaciones que realizamos al construir un sistema.
- c) En los actuales momentos es muy buena ya que contamos con equipo de excelente calidad tanto en subestación como en ingeniería de redes de distribución.

6. ¿Ha recibido seminarios sobre implementación de un banco de transformadores monofásicos?

- a) Si.

b) Si.

c) Si.

7. ¿Cree usted que el diagnóstico con equipos de medición aportará a detectar las fallas en las diferentes conexiones de baja tensión?

a) Correcto.

b) Correcto.

c) Correcto.

8. ¿Cree usted que al realizar una revisión periódicamente del sistema de protección en un banco de transformadores monofásicos se disminuye el riesgo de accidentes de tipo eléctrico?

a) Totalmente de acuerdo.

b) De acuerdo.

c) **De acuerdo.**

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Según los análisis expuestos en tabulaciones de los instrumentos de investigación aplicados, se determina que es pertinente el trabajo de investigación realizado a través de la Hipótesis elaborada, **“Con la implementación de un banco de tres transformadores monofásicos de 10KVA de diferentes conexiones en baja tensión, podrán realizar prácticas profesionales y mejorar el perfil profesional de los futuros ingenieros eléctricos en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone”**.

En el cuadro N° 1 se determina que el 100% de la muestra seleccionada informa que es excelente la elaboración del manual de conexión del banco de transformadores monofásicos.

En el cuadro N° 2 se determina que el 100% de la muestra seleccionada informa que es importante que en los talleres de ingeniería eléctrica cuenten con la mayor cantidad de equipos para abastecer los conocimientos teóricos y prácticos.

El cuadro N° 3 el 100 % de la muestra seleccionada informa que siempre en todo trabajo de electricidad se debe aplicar las normas de seguridad industrial.

En el cuadro N° 4 el 87% de la muestra seleccionada informa que con rango alto estima pertinente la observación de las normas de seguridad en las actividades de las conexiones eléctricas.

En el cuadro N° 5 el 97% de la muestra seleccionada informa que con criterio técnico se deben realizar las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión.

En el cuadro N° 6 el 100 % de la muestra seleccionada informa se dé prioridad al Uso del material galvanizado por su resistencia a las variaciones climáticas y a la facilidad de acoplamiento de las estructuras.

En el cuadro N° 7 el 83 % de la muestra seleccionada consideran que los instrumentos de medición deben ser de excelente calidad para asegurar la información con criterios técnicos y de confiabilidad.

En el cuadro N° 8 el 93 % de la muestra seleccionada informa que se dé énfasis al profesional de la ingeniería Eléctrica para realizar el Uso de los equipos en la medición de los parámetros eléctricos.

En las fichas de observación elaborada se determinó que los profesionales egresados, técnicos en electricidad han aplicado estrictamente las normas de seguridad industrial e instalaciones eléctricas técnicas en baja y mediana tensión; razón por la cual las fallas técnicas en el suministro eléctrico a los usuarios se han minimizado lo que ha favorecido en la calidad del servicio a la colectividad.

De la entrevista realizada a los egresados de la carrera de Ingeniería Eléctrica en relación a las instalaciones y construcción de bancos de transformadores monofásicos en los sectores industriales, comerciales y agrícolas, se determina:

Que tienen poco conocimientos del montaje de transformadores por lo que e deben actualizar conocimientos con equipos modernos para las diferentes mediciones.

Que las instalaciones eléctricas en los diferentes usuarios especiales se utilicen materiales de excelente calidad tendentes a precautelar la integridad personal del personal técnicos operadores.

En consideración del detalle y análisis de los instrumentos de investigación aplicados a los egresados profesionales de la carrera de ingeniería eléctrica de esta extensión Universitaria y de acuerdo a los datos tabulados se determina que la Hipótesis es satisfactoria.

CAPITULO III

3. CAPITULO III. IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 10KVA PARA REALIZAR PRÁCTICAS PROFESIONALES DE DIFERENTES CONEXIONES EN BAJA TENSIÓN Y MEJORAR EL PERFIL PROFESIONAL DE LOS FUTUROS INGENIEROS ELÉCTRICOS EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE.

3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ALCANCE DEL PROYECTO.

Las características técnicas y el alcance del proyecto son las siguientes:

3.1.1.P00-0HC11_500. Poste en redes de distribución de hormigón armado, tipo circular de 11 m y carga rotura de 500kg.

Este poste está diseñado para soportar una carga horizontal de trabajo de 250 kg a 0.20 m de altura. Tiene un factor de seguridad de por lo menos igual a dos, por lo tanto la carga horizontal de rotura es de 500kg en ese punto. La carga vertical de trabajo es de 1500kg mínimo. La cantidad del poste es de 1.5%, el diámetro en la punta es de 0.14 m y el de la base de 0.320m su acabado es unifilar y listo. El hormigón con el que está construido el poste tiene una fatiga de por lo menos 300 kg/cm². La capa de recubrimiento de la armadura tiene un espesor de 0.025 m.

El poste tiene dos perforaciones para instalar la puesta a tierra, la primera está a 2 m de la punta y tiene un diámetro de 0.025 m con una inclinación de 45 grados, la segunda está a 1.55 m de la base del poste, y es de 0.10 m de largo por 0.025 m de ancho.

El poste tiene una placa de identificación de aluminio de 6.5 x 10 cm ubicada a 1.80 m del nivel de empotramiento en la que consta: fabricante, longitud, carga de rotura, carga de trabajo, diámetro de la base, diámetro de la cima, conicidad, peso, tipo, fecha de fabricación y sello de calidad INEN. El peso de poste es de 917 kg +/-1%.

3.1.2 CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN.

Ref	Unid	Descripción	Cant.

1	c/u	Cámara de transformación 2.5 de largo, 2 metros de ancho y 2.5 de alto con mallas de paredes electrosoldadas, cubierta metálica, piso de hormigón armado, compuertas de seguridad.	1
2	c/u	Equipo de medición voltímetro, frecuencímetro, luces pilotos.	1
3	c/u	Conductores # 2 aislado para conexión en baja tensión.	1

3.1.3 IDENTIFICADOR UP-UC EST-3SP. Estructura trifásica-semicentrada-pasante.

Ref	Unid	Descripción	Cant.
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75x75x6x2400mm (2 61/64 x 2 61/64 x ¼ x95").	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38x38x6x700mm (1 ½ x 1 ½ x ¼ x 28").	4
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (4 pernos), 38x4x140 -160mm (1 ½ x 11/64 x5 ½ -6 ½ ")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 51mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión.	4
5	c/u	Perno esparrago o de rosca de acero galvanizado, 16mm (5/8") diám. x 30mm (12") de longitud, con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión.	2
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 KV.	6
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") diám. x 300mm (12") de long.	6

8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, N° 4 AWG.	12
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al.	3
10	c/u	Perno esparrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 300mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión.	2

3.1.4 EST-3VA. Estructura trifásica en volado – angular.

Ref	Unid	Descripción	Cant.
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75x75x6x2400mm(2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x95").	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38x38x6x700mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71").	2
3	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16mm (5/8") diám. x 300mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión.	2
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (4 pernos), 38x4x160 -190mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 -7 1/2 ")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16mm (5/8) de diám. x 51mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión.	2
6	c/u	Perno de ojo acero galvanizado, 16mm (5/8) de diám. x 254mm (10") de long., con 4 tuerca, 2 arandela plana y de 2 presión.	3
7	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15KV.	3

8	c/u	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de AL	3
9	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, de 16mm (5/8”) de diám. x 75 mm de (3”) de long. (Eslabón “U” para sujeción).	2

3.1.5 SPT-3S (1). Seccionamiento y protección para tres fases – con seccionador fusible unipolar tipo abierto.

Ref	Unid	Descripción	Cant.
1	c/u	Estribo para derivación, aleación Cu, Sn.	3
2	c/u	Grapa de derivación para línea en caliente de aleación de Al.	3
3	m	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil “L” 75x75x6x2400mm (261/64x261/64x1/479”).	1
4	c/u	Seccionador fusible unipolar, tipo abierto, clase 15 KV.	3
5	m	Conductor desnudo solido de CU duro N°4	9

3.1.6 TRT – 1A (10) Transformador monofásico – auto protegido 10 KVA.

Ref	Unid	Descripción	Cant.
1	c/u	Transformador monofásico autoprotegido, 13200 GRdY/7620 V – 120/240 V ó 13800 GRdY/7967V – 120/240 V	3
2	c/u	Punta terminal externa 2-4/0 AWG 15KV.	3
3	c/u	Punta terminal interna 2-4/0 AWG 15 KV.	3
4	c/u	Rollo cinta autofundente.	1

5	m	Cable apantallado de cobre N°2	30
---	---	--------------------------------	----

3.1.7 SPT – 3P (1). Seccionamiento y protección para tres fases – con descargador o pararrayos.

Ref	Unid	Descripción	Cant.
1	c/u	Descargador o pararrayos tipo cerámica de óxido de Zn, con módulo de desconexión.	3
2	m	Conductor desnudo de Cu duro No. 2 AWG.	9

3.1.8 PT0 – 0DC (2) (3). Puesta a tierra en redes de distribución.

Ref	Unid	Descripción	Cant.
1	c/u	Varilla para puesta a tierra tipo Copperweld, 16mm (5/8”) de diám. x 1800mm (71”) de long.	3
2	c/u	Suelda exotérmica.	3
3	c/u	Conector de comprensión, aleación de Al.	3
4	m	Conductor desnudo cableado de Cu suave.	12

Este proyecto ante todos los aspectos, propuso llevar a cabo una recopilación adecuada de información con su respectiva investigación viendo las posibilidades de cubrir las necesidades requeridas, además analizando los modelos existentes para modelar conjuntamente con el proyecto técnico que se implementó.

Un banco de transformador se caracteriza por la conexión entre transformadores, con tres monofásicos para el suministro o el transporte de energía a grandes distancias

de sistemas de potencias eléctricas, existen cuatro tipos de conexiones en la cuales son:

- Estrella/estrella.
- Estrella/triángulo.
- Triángulo/triángulo.
- Triángulo/estrella.

3.2 DIAGRAMAS UNIFILAR.

Para la ejecución de las diferentes conexiones en baja tensión tenemos los siguientes diagramas unifilares:

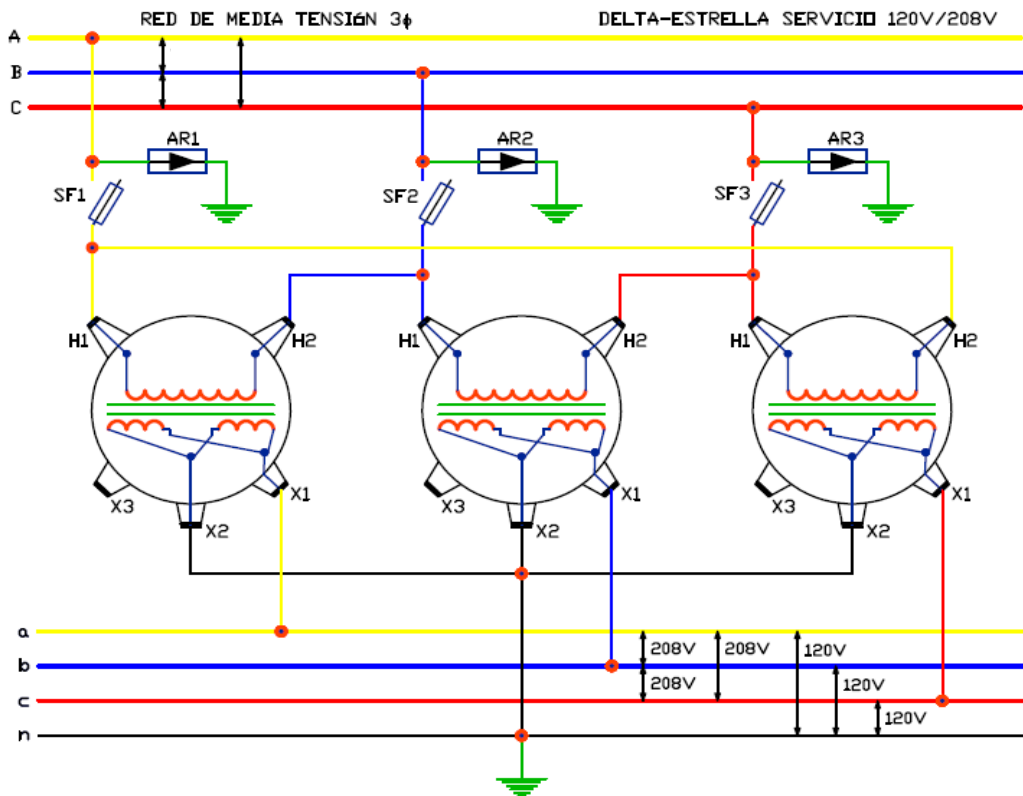


Ilustración 25.- Conexión de transformadores trifásicos DELTA-ESTRELLA.

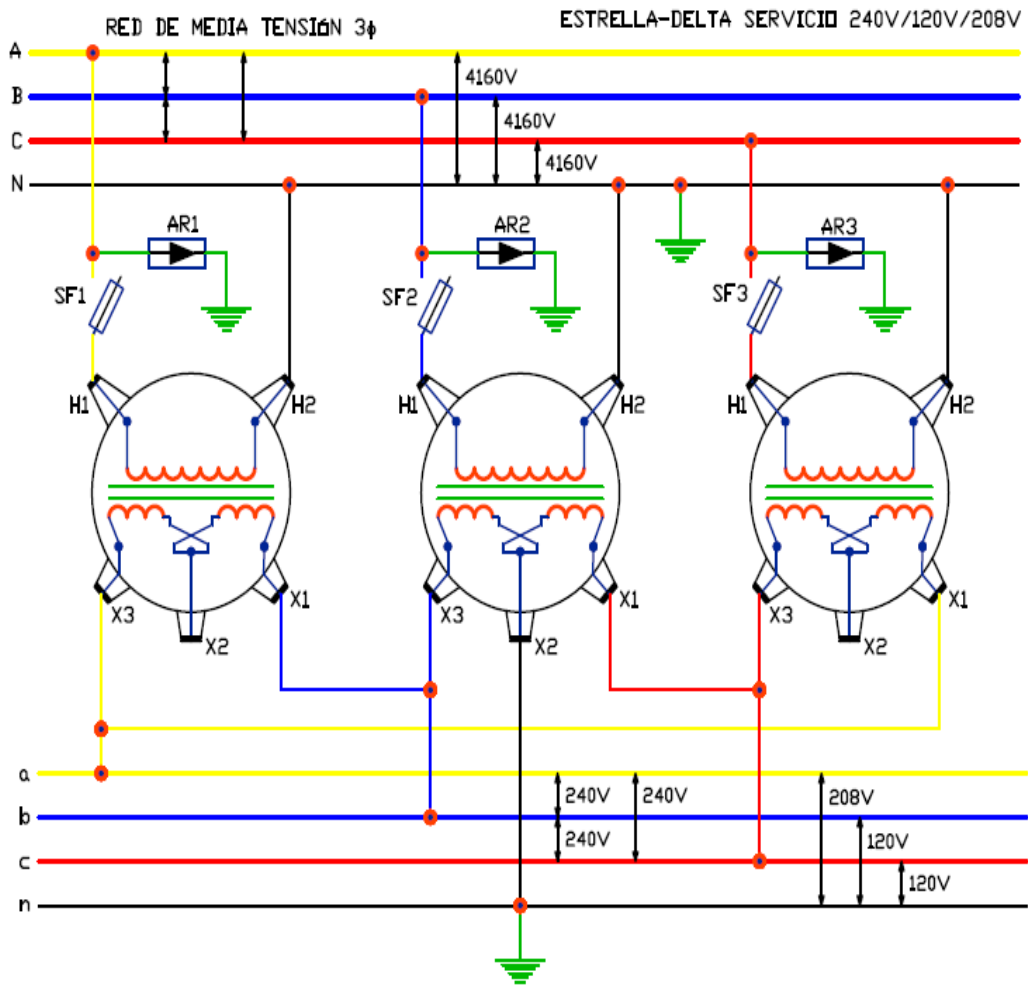


Ilustración 26.- Conexión de transformadores trifásicos ESTRELLA-DELTA.

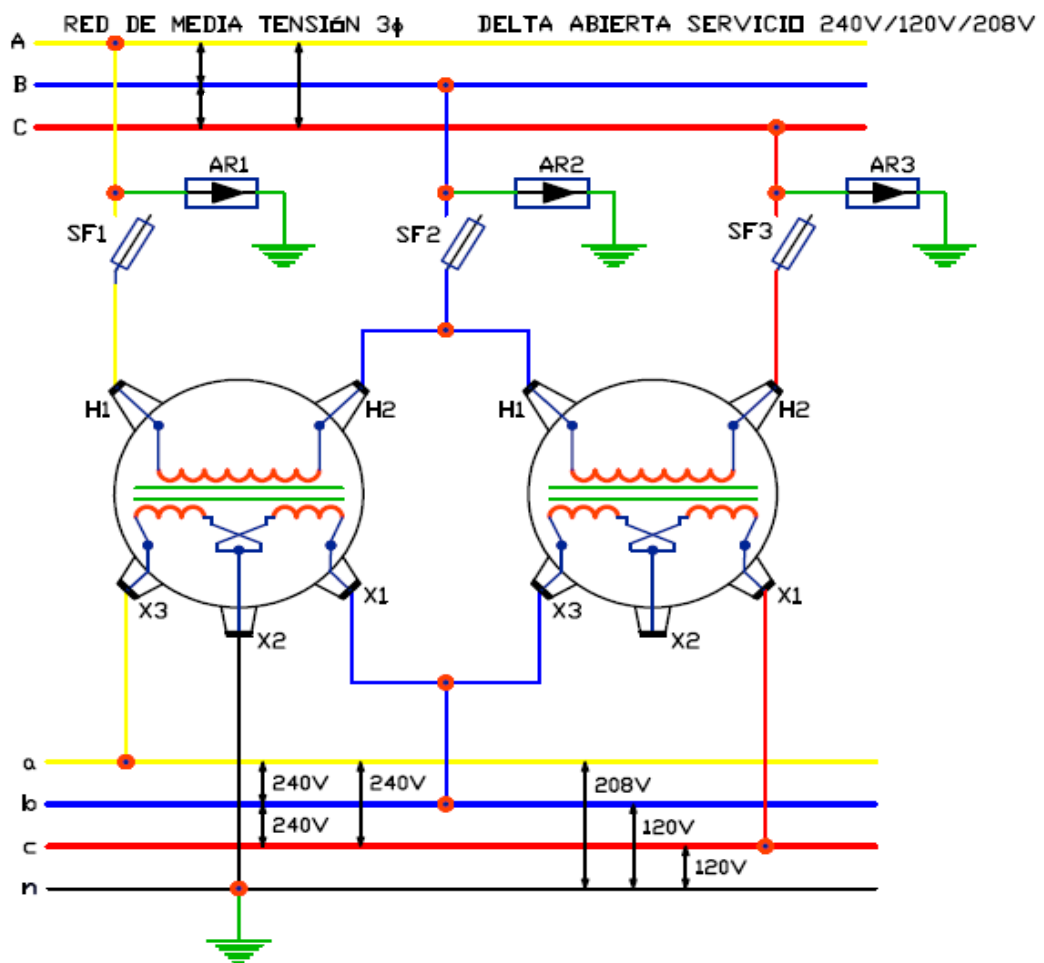


Ilustración 27.- Conexión de transformadores monofásicos DELTA ABIERTA.

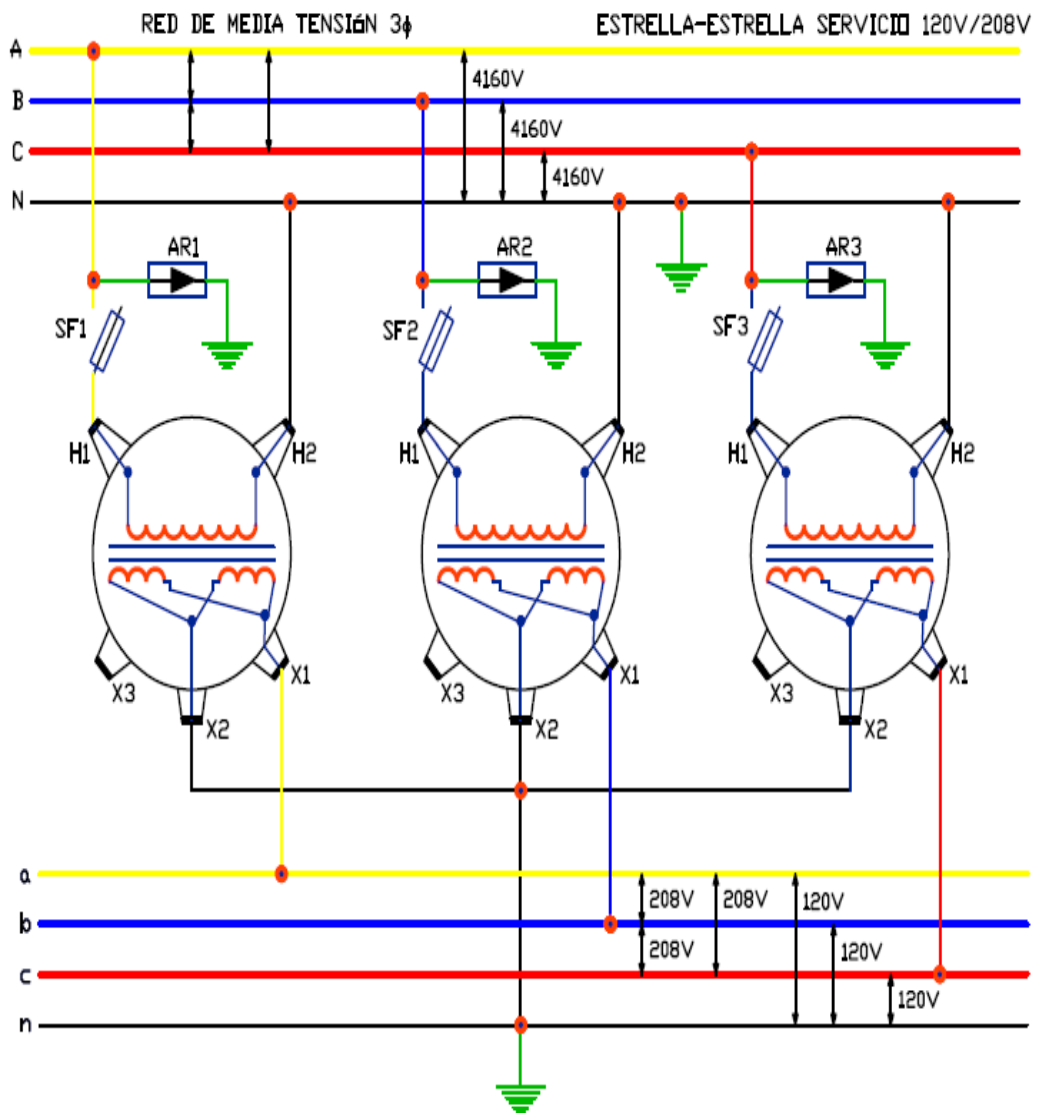


Ilustración 28.- Conexión de transformadores trifásicos ESTRELLA-ESTRELLA.

3.3 DIFERENTES CONEXIONES DE TRES TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE 10KVA PARA FORMAR DIFERENTES CONEXIONES DE RED TRIFASICA Y MONOFASICA.

3.3.1 CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES

3.3.2 Monofásico para suministrar carga de iluminación de 120v.

El transformador está conectado entre la línea de alta tensión y la carga con el 120 / 240V devanado conectado en paralelo. Esta conexión se utiliza cuando la carga es comparativamente pequeña y la longitud del circuito secundario es corta, se utiliza a menudo para un solo cliente.

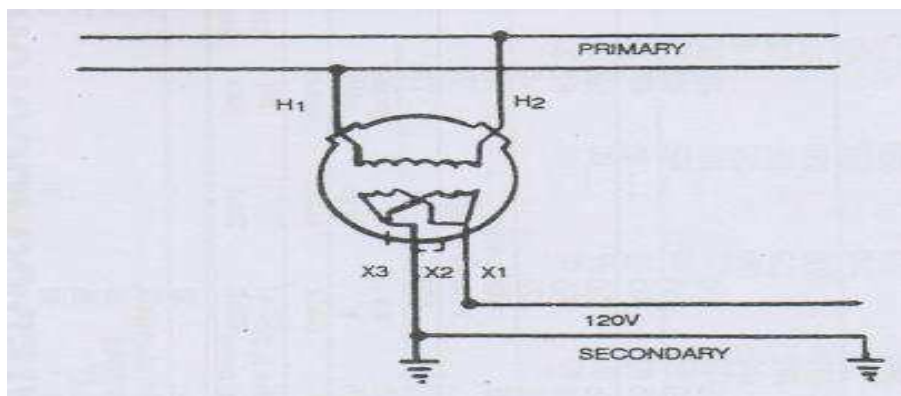


Ilustración 29.- Monofásico para suministrar carga de iluminación de 120V.

3.3.2 Monofásico para alimentar 120 / 240V alarma de 3 alambres y carga de potencia.

Aquí el devanado 120 / 240V está conectado en serie y el punto medio sacado, haciendo posible servir tanto 120 y 240v cargas simultáneamente. Esta conexión se utiliza en la mayoría de los circuitos de distribución urbana.

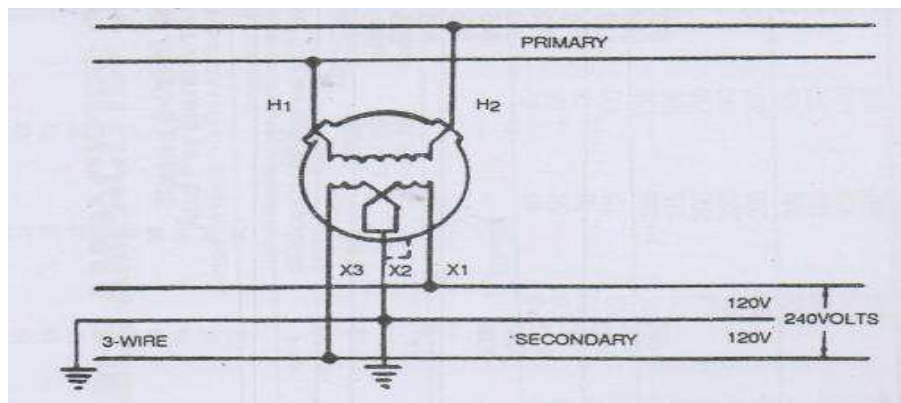


Ilustración 30.- Monofásico para alimentar 120 / 240V alarma de 3 alambres y carga de potencia.

3.3.3 Monofásico para potencia.

En este caso, el devanado de 120/240V se conecta en serie en 240V en un sistema de dos hilos. Esta conexión se utiliza para pequeñas aplicaciones industriales.

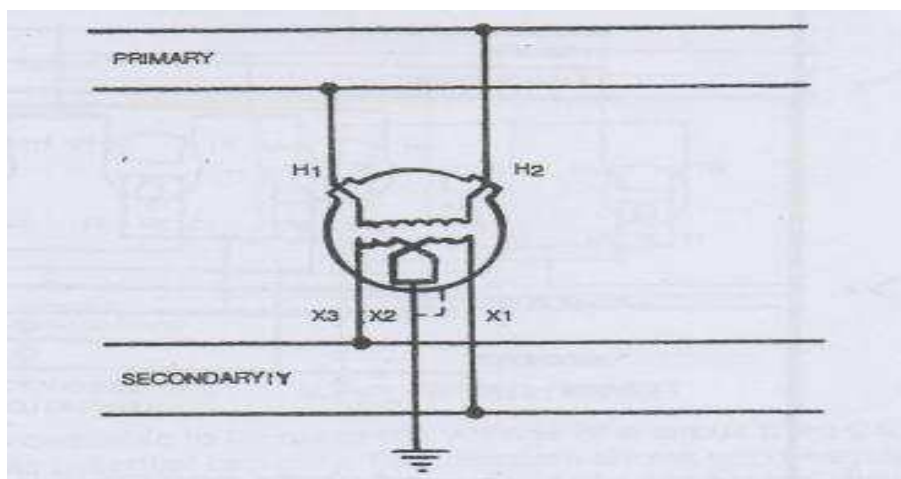


Ilustración 31.- Monofásico para potencia.

3.3.4 Conexiones de dos fases.

Esta conexión consiste simplemente en dos transformadores monofásicos operados a 90° fuera de fase. Para un secundario de tres hilos como se muestra, el cable común debe llevar 32 veces la corriente de carga. En algunos casos, se puede usar un secundario de cuatro hilos o de cinco hilos.

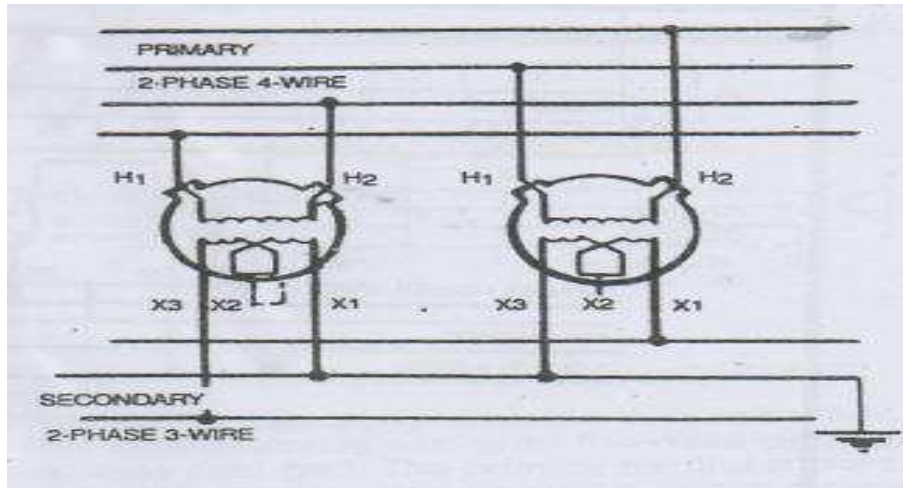


Ilustración 32.- Conexiones de dos fases.

3.3.5 Delta para alimentación e iluminación.

Esta conexión se utiliza a menudo para suministrar simultáneamente una pequeña carga de iluminación monofásica y una carga trifásica, como se muestra en el diagrama, la parte media de la secundaria de un transformador se conecta a tierra. Por lo tanto, la pequeña carga de iluminación está conectada a través del transformador con el tacto medio y el cable de tierra común a ambos circuitos de 120V, la carga de iluminación monofásica reduce la capacidad trifásica disponible. Esta conexión requiere una medición especial de vatios-hora.

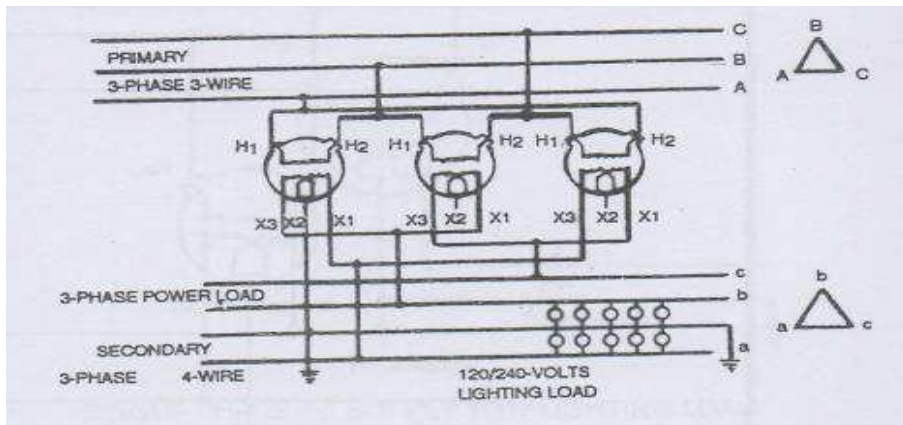


Ilustración 33.- Delta para alimentación e iluminación

3.3.6 Open-delta para iluminación y potencia.

Cuando la carga secundaria es una combinación de iluminación y potencia, el banco open-delta connected se utiliza con frecuencia, esta conexión se utiliza cuando la carga de iluminación monofásica es grande en comparación con la carga de potencia. Aquí pueden usarse dos transformadores de diferentes tamaños con la carga de iluminación conectada a través de la unidad nominal más grande.

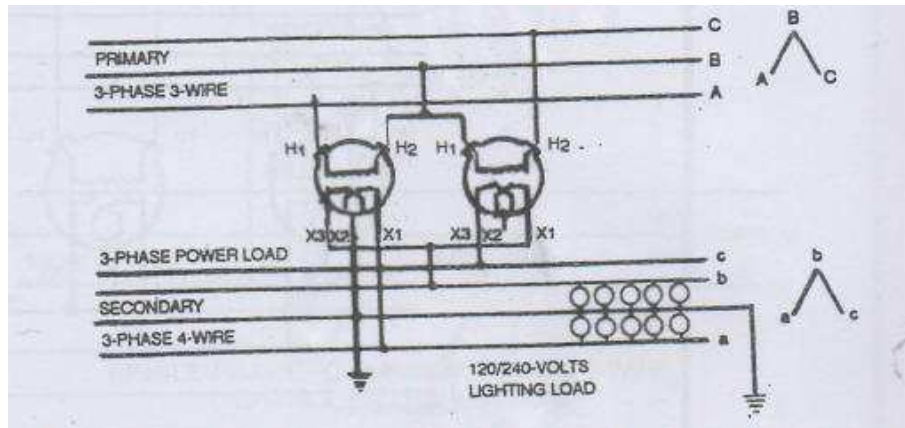


Ilustración 34.- Open-delta para iluminación y potencia.

3.3.7 Y-Delta para potencia.

A menudo es deseable aumentar la tensión de un circuito de 2400 a 4160V para aumentar su capacidad potencial, este diagrama muestra tal sistema después de haber sido cambiado a 4160V. Los transformadores primarios de transformadores de distribución conectados anteriormente están ahora conectados de línea a neutro de manera que no es necesario ningún cambio mayor en el equipo. El neutro primario no debe estar conectado a tierra ni atado al neutro del sistema, ya que un fallo a tierra de fase simple puede dar como resultado un extenso arranque de fusibles en todo el sistema.

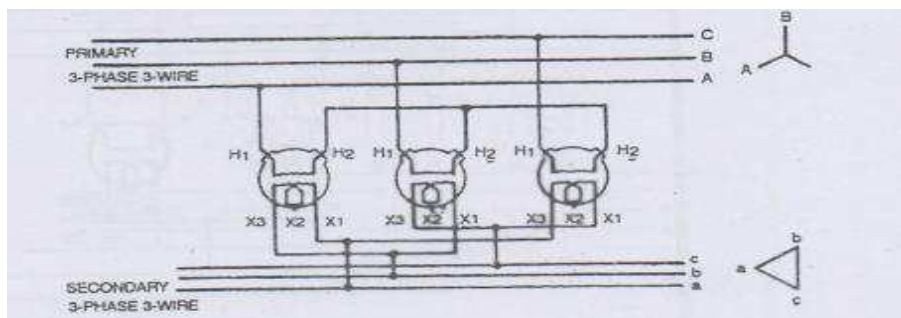


Ilustración 35.- Y-Delta para potencia.

3.3.8 Y-Delta para iluminación y potencia.

Este diagrama muestra la conexión del banco Y-Delta para suministrar luz y potencia, esta conexión es similar a la Delta-Delta con sólo los conectores primarios cambiados. El neutro primario no debe ser puesto a tierra en el neutro del sistema, ya que un fallo de tierra monofásico puede resistir en un soplado extensivo de fusibles en todo el sistema. La carga monofásica reduce la capacidad trifásica disponible, esta conexión requiere una medición especial de vatios-hora.

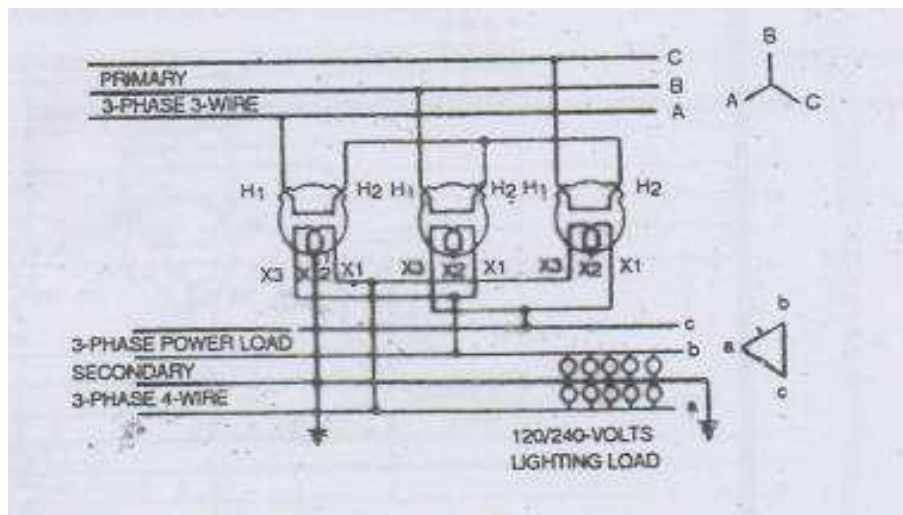


Ilustración 36.- Y-Delta para iluminación y potencia

3.3.9 Abrir Y-Delta.

Cuando se opera Y-Delta y una fase está desactivada, el servicio puede mantenerse a carga reducida como se muestra, el neutro en este caso debe estar conectado al neutro del banco de configuración a través de un conductor de cobre. El sistema está desequilibrado, electrostático y electro-magnético, de modo que la interferencia telefónica puede ser esperada si el neutro está conectado a tierra. La capacidad útil del banco Y abierto delta abierto es el 87% de la capacidad de los transformadores instalados cuando las dos unidades son idénticas.

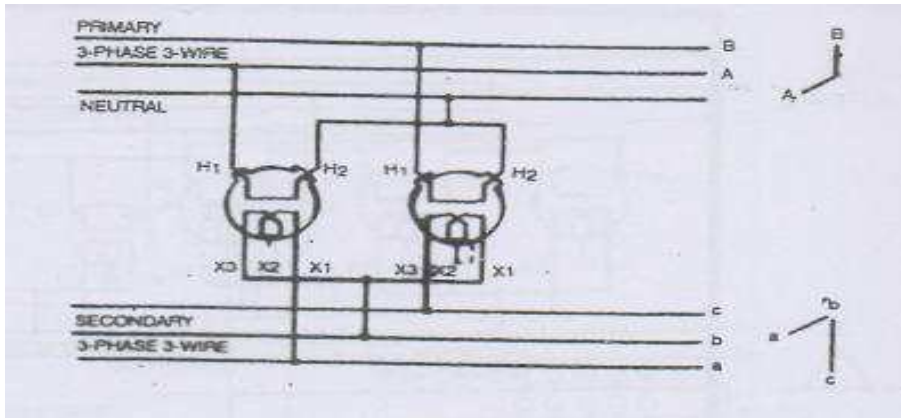


Ilustración 37.- Abrir Y-Delta.

3.3.10 Delta-Y para iluminación y potencia.

En los bancos previos, la carga de iluminación monofásica está en una fase, resucitando en corrientes primarias desequilibradas en cualquier banco. Para eliminar esta dificultad, el sistema Delta-Y encuentra muchos usos. Aquí el neutro del sistema de tres fases secundario se conecta a tierra y las cargas monofásicas se conectan entre los diferentes hilos de fase y el neutro mientras que las cargas trifásicas se conectan a los hilos de fase. Así, la carga monofásica puede ser equilibrada en tres fases en cada banco y los bancos pueden estar paralelos si se desea.

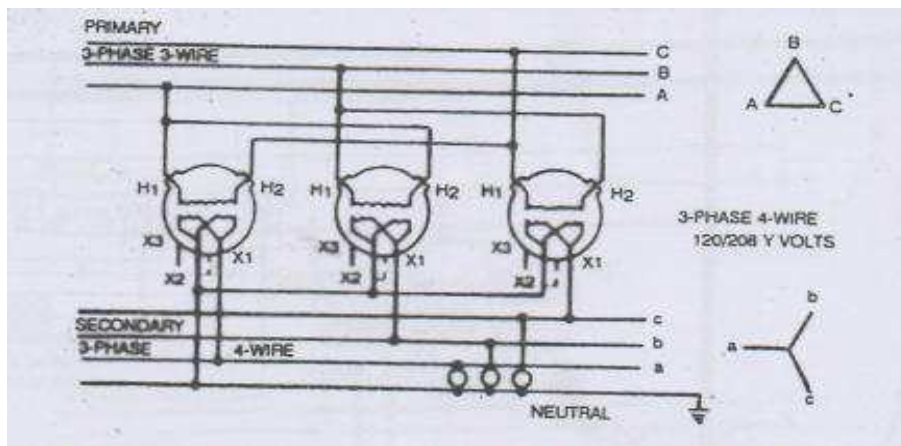


Ilustración 38.- Delta-Y para iluminación y potencia.

3.3.11 Y-Y para iluminación y potencia.

Este diagrama muestra un sistema en el cual el voltaje primario fue aumentado de 2400V a 4160V para aumentar la capacidad potencial del sistema, los transformadores de distribución anteriormente conectados en delta están ahora conectados de línea a neutro. Los secundarios están conectados en Y; en este sistema el neutro primario se conecta al neutro de la tensión de alimentación a través de un conductor metálico y se lleva con el conductor de fase para minimizar la interferencia telefónica. Si el neutro del transformador se aísla del neutro del sistema, ya que la condición inestable resulta en el neutro del transformador causado principalmente por las terceras tensiones electromagnéticas.

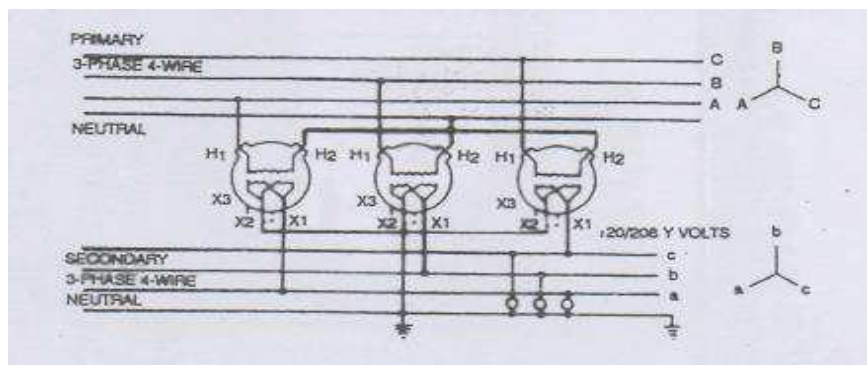


Ilustración 39.- Y-Y para iluminación y potencia.

3.3.12 Y-Y autotransformadores para alimentar la energía desde un sistema de cuatro cables trifásico.

Cuando la proporción de transformación del valor primario al valor secundario es pequeña, la forma más económica de disminuir el voltaje es mediante el uso de autotransformadores como se muestra. Para esta aplicación, es necesario que el neutro del banco autotransformador se conecte al neutro del sistema.

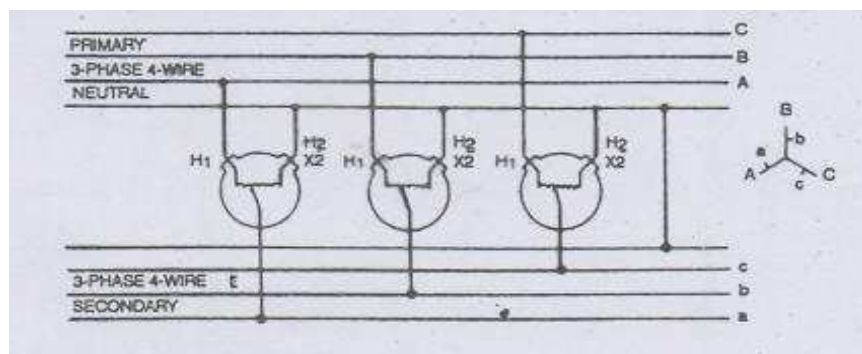


Ilustración 40.- Y-Y autotransformadores para alimentar la energía desde un sistema de cuatro cables trifásico.

3.3.13 Scott conectado trifásico a dos fases.

En algunas localidades, se requiere energía bifásica desde un sistema trifásico, la conexión de Scott es el método más popular de hacer este cambio de fase. La secundaria puede ser de tres, cuatro o cinco alambres; se deben proveer grifos especiales al 50% y 86,6% del voltaje primario normal para realizar esta conexión.

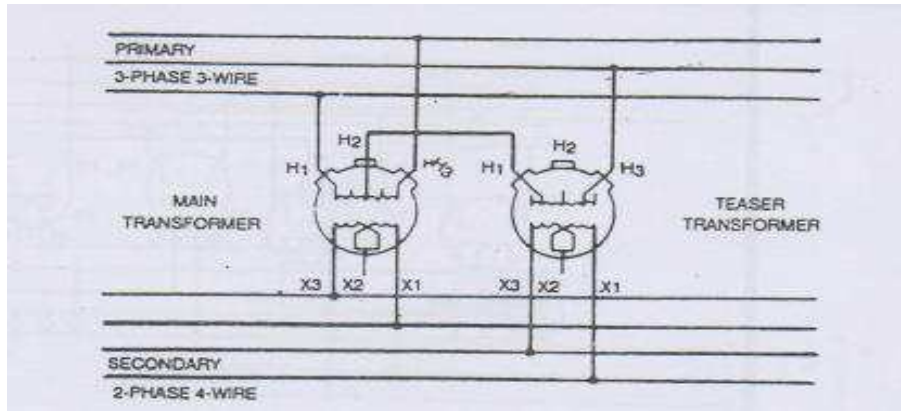


Ilustración 41.- Scott conectado trifásico a dos fases.

3.3.14 Scott conectado de dos fases a tres fases.

Si fuera necesario suministrar energía trifásica desde un sistema de dos fases, se podrá volver a utilizar la conexión Scott, en este caso por supuesto, los grifos de seguridad deben estar provistos en el lado secundario. En otros aspectos, la conexión es similar a la transformación trifásica a bifásica.

Si se desea obtener la transformación de Scott sin un transformador especializado de 86,6%, es posible utilizar uno con 10% o dos taps de 5% para aproximarse al valor deseado, introducirá un pequeño error de desequilibrio (sobretensión) que requerirá cuidado en la aplicación.

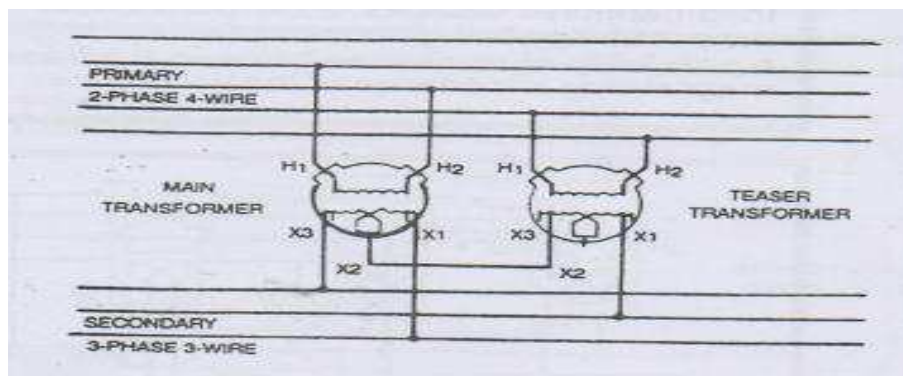


Ilustración 42.- Scott conectado de dos fases a tres fases.

CONCLUSIONES

Una vez terminado los procesos de la investigación del Proyecto Técnico, se determina que:

- ✓ Los profesionales de Ingeniería Eléctrica deben aplicar los diferentes tipos de conexiones de bajo voltaje en los bancos de transformadores monofásicos existentes

- ✓ Los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica deben realizar las prácticas en bancos de transformadores monofásicos existentes en la parte Industrial y Comercial.

- ✓ El sistema de bancos de transformadores es de gran utilidad porque al existir una avería es fácil su reparación y nos permite de manera Urgente realizar cambios en el sistema de conexiones del banco.

- ✓ En los trabajos de líneas y redes se debe activar las normas de seguridad industrial tanto para el personal que trabaja como para usuarios comerciales e industrial.

RECOMENDACIONES

En consideración de contextos de las recomendaciones se reduce que:

- ✓ La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí a través de la Carrera de Ingeniería Eléctrica lleve a la práctica esta propuesta para beneficiar a los sectores industriales, agropecuarios y Comerciales de la provincia.
- ✓ La Escuela de Ingeniería Eléctrica realice la socialización del contexto de esta propuesta a los profesionales de Ingeniería Eléctrica.
- ✓ Los Directivos de la carrera de Ingeniería Eléctrica incluyan en la maya curricular el contenido de esta propuesta.
- ✓ Las autoridades de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone coordinen con el personal de mantenimiento eléctrico se prevean las acciones de seguridad del sistema del banco de transformadores monofásicos implementados en sus predios con una malla puesta a tierra y un cerco de seguridad.

REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

Bibliografía:

- Electrical Engineering , HOWELL STRET, JERSY CITY, NJ 07306
- Teoría y práctica de transformadores, RODRIGO ROBLED0 VÈLEZ
- Álvarez, M. (2009). Transformadores, Calculo fácil de transformadores y autotransformadores, monofásicos y trifásicos de baja tensión. España, Marcombo.
- Barrero, G.F, (2004). Sistemas de energía Eléctrica. Magallanes, Madrid, España. Paraninfo.
- Coto, J. A, (2002). Análisis de sistemas de energía eléctrica, Primera Edición, España, Universidad de Oviedo
- Coto, J. A, (2002). Análisis de sistemas de energía eléctrica II, Segunda Edición, España, Universidad de Oviedo
- Croft, T., Carr, C., Watt, J (1994) Manual del Montador Electricistas. Tercera Edición. España. Reverté S.A.
- Enríquez G. (2005) El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos. México. Editorial Limusa.
- Enríquez, G (2014). Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas. México, Editorial Limusa
- Enríquez, G (1999), El ABC de la calidad de la energía eléctrica, México, Editorial. Limusa.
- García, J.T, (2006). Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión. Madrid, España. Paraninfo.

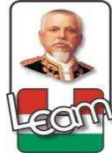
Web grafía:

- <https://es.wikipedia.org/wiki/Transformador#Historia>
- https://www4.tecnun.es/asignaturas/SistElec/Practicas/PR_SIS_01.pdf
- <https://www.nichese.com/trans-banco.html>
- <https://transformadoreselectricos.wordpress.com/2013/05/07/el-transformador-electrico-su-historia>

- https://www4.frba.utn.edu.ar/html/Electrica/archivos/electrotecnica_y_maquinas_electricas/apuntes/7_transformador.pdf
- <http://www.monografias.com/trabajos90/sobre-transformadores-trifasicos/sobre-transformadores-trifasicos.shtml#introduccion#ixzz41G4AQD1j>

ANEXOS

ANEXO N°1



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE.

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA.

FORMULARIO DE ENCUESTA.

Dirigida a: Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

Objetivo: Implementar un banco de transformadores monofásicos de 10KVA en los talleres de las Escuela de Ingeniería Eléctrica, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone; durante el período académico 2016 – 2016 – P2

Instrucciones: Mucho agradeceremos se sirva responder con sinceridad marcando con una X dentro del paréntesis de la alternativa de su elección.

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar y fecha:.....

Ubicación: Rural () Urbana () Urbana marginal ()

Barrio/Recinto: Parroquia: Cantón:

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS.

1.- ¿Considera de utilidad la elaboración de un Manual de conexión de banco de transformadores monofásicos?

a) Sí () b) No ()

2.- ¿Cómo cataloga el uso del Manual de conexión de banco de transformadores monofásicos?

Excelente (), Muy bueno (), Bueno (), Regular ()

3.- ¿Cree que en todo trabajo de electricidad se debe aplicar las normas de seguridad industrial?

a) Siempre () b) A veces () c) Nunca ()

4.- ¿En qué rango estima pertinente la observación de las normas de seguridad en las actividades de la ejecución de las diferentes conexiones eléctricas de un banco de transformador?

Alto () Medio () Bajo ()

5.- ¿Con qué criterios, se deben realizar las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión?

Ambiental () Técnico () Económico ()

6.- Las estructuras y las herrajerías que se utilizan en las prácticas de las diferentes conexiones en baja tensión, deben ser:

a) Galvanizadas () b) Pintadas () c) Niqueladas () d) Ninguno ()

7.- ¿Con qué calidad, deben ser los instrumentos para comprobar las diferentes conexiones mediante equipos de medición?

Excelente (), Muy buena (), Buena (), Regular ()

8.- El uso de los equipos de medición para comprobar las diferentes conexiones, lo realizará un:

Ing. Eléctrico (), Tecnólogo () Artesano () Aprendiz ()

Gracias por su aporte y colaboración.

ANEXO N° 2



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA.

FORMULARIO DE ENTREVISTA.

Dirigida a: Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

Objetivo: Implementar un banco de transformadores monofásicos de 10KVA en los talleres de las Escuela de Ingeniería Eléctrica, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone; durante el período académico 2016 – 2016 – P2

Instrucciones: Mucho agradeceremos se sirva responder con sinceridad y honestidad responder a cada una de las interrogantes que formula la siguiente entrevista, de su respuesta y contestación dependerá el éxito de la misma.

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

1. ¿Cuál es su criterio, sobre el actual conocimiento de las diferentes conexiones en baja tensión?
2. ¿Qué opina usted sobre la implementación de un banco de transformadores monofásicos de 10kva en los talleres de ingeniería eléctrica?
3. ¿Cuál es su criterio respecto al funcionamiento de un banco de transformadores monofásicos?
4. ¿Con qué frecuencia se producen las interrupciones no programadas en la lotización de su propiedad?

5. ¿Cuál es su criterio, sobre la seguridad industrial que ofrece un sistema eléctrico?

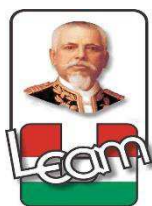
6. ¿Ha recibido seminarios sobre implementación de un banco de transformadores monofásicos?

7. ¿Cree usted que el diagnóstico con equipos de medición aportará a detectar las fallas en las diferentes conexiones de baja tensión?

8. ¿Cree usted que al realizar una revisión periódicamente del sistema de protección en un banco de transformadores monofásicos se disminuye el riesgo de accidentes de tipo eléctrico?

Gracias por su aporte y colaboración.

ANEXO N°3



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

OBSERVACIÓN CIENTÍFICA	
Objetivo de la observación.	Objetivo específico: Comprobar las diferentes conexiones en media y baja tensión mediante equipos de medición.
Tiempo y frecuencia	1 semana – 8 veces
Investigadores	Bayron Odilón Flores De Valgaz Rivadeneira Fernando Gabriel Zambrano Ponce
Aplica a:	
Cantidad de población	8 consumidores de energía industriales y comerciales
Tipo de observación	Directa
Introducciones	Observar las condiciones, seguridad, calidad y buen uso de las instalaciones de media y baja tensión.

N°	Indicadores cualitativos/ criterio de evaluación	Frecuencias	
		SI	NO
1	Protección de impacto atmosférico		
2	Protección de seguridad al banco de transformadores		
3	Calidad de herrajes		
4	Conductores apropiados		
5	Estado de los transformadores		
6	Cámara de transformación adecuada		
7	Tipos de conexiones en baja tensión		
8	Las conexiones son realizadas técnicamente		
9	Acción y tipo de conductor apropiado		
10	Protección técnica en baja tensión adecuada		
11	Indicadores de medición son correctos		

ANEXO N° 4

ANEXO FOTOGRAFICO



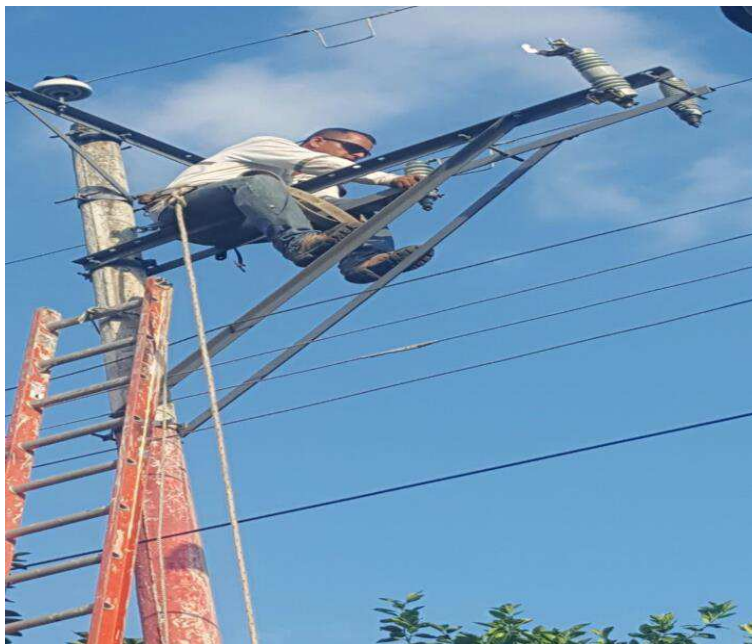
Observando conexión de banco de transformador trifásico



Observando conexión de banco de transformador trifásico



Instalando crucetas y seccionadores



Instalando pararrayos.



Machinando el neutro de los transformadores con la puesta a tierra.



Realizando cambios de conexiones en baja tensión.



Presentación del proyecto culminado.



Presentación del proyecto culminado.



Instalando la punta terminal interior 2-4/0 AWG 15KV



Culminación del banco de transformadores.

ANEXO N° 5

PRESUPUESTO BANCO DE TRANSFORMADORES 30 KVA					
Item	Material	U	Cant.	V. Unit.	V.Total
1	Transformador monofásico autoprotegido, 13200 GRdY/7620 V – 120/240 V ó 13800 GRdY/7967V – 120/240 V	U	3	950	2850
2	Cámara de transformación 2.5 de largo, 2 metros de ancho y 2.5 de alto con mallas de paredes electrosoldadas, cubierta metálica, piso de hormigón armado, con puertas de seguridad.	G	1	300	300
3	Equipo de medición voltímetro, frecuencímetro, luces pilotos.	G	1	50	50
4	Conductores # 2 aislado para conexión en baja tensión	MT	10	3	30
5	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75x75x6x2400mm(2 61/64 x 2 61/64 x ¼ x95")	U	3	45	135
6	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38x38x6x700mm (1 ½ x 1 ½ x ¼ x 28")	U	2	6,23	12,46
7	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (4 pernos), 38x4x140 -160mm (1 ½ x 11/64 x5 ½ -6 ½ ")	U	4	4,22	16,88
8	Perno máquina de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 51mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión.	U	3	0,92	2,76
9	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 Kv	U	3	4	12
10	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") diám. x 300mm (12") de long	U	3	0,5	1,5
11	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	MT	1	0,45	0,45
12	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38x38x6x700mm (1 ½ x 1 ½ x ¼ x 71")	U	2	8,44	16,88
13	Perno máquina de acero galvanizado, 16mm (5/8) de diám. x 51mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión.	U	12	0,5	6
14	Grapa de derivación para línea en caliente de aleación de Al	U	3	8,35	25,05

15	Seccionador fusible unipolar, tipo abierto, clase 15 kV	U	3	85	255
16	Puntas externas siliconas de 15KV	U	3	60	180
17	Puntas internas siliconas de 15 KV	U	3	55	165
18	Rollo cinta autofundente	U	1	12	12
19	Cable apantallado de cobre #2	MT	30	6,4	192
20	Descargador o pararrayos tipo cerámica de óxido de Zn, con módulo de desconexión.	U	3	65	195
21	Conductor desnudo de Cu duro No. 2 AWG	MT	16	2,72	43,52
22	Varilla para puesta a tierra tipo Copperweld, 16mm (5/8") de diám. x 1800mm (71") de long	U	3	13	39
23	Suelda exotérmica	U	3	5,17	15,51
24	Conector de comprensión, aleación de Al.	U	20	0,6	12
25	Remas de papel boom A4	U	4	3,5	14
26	Empastado	U	4	7	28
27	Impresión	G	1	84	84
	Total				4694