

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁMARA Y DEL BANCO
DE PRUEBAS DE RUTINA PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS,
TRIFÁSICOS HASTA 15 Kv.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

POSTULANTES:

**JOSÉ LUIS BANDA BANDA
WILSON RENÉ MARTÍNEZ ZAMBRANO**

DIRECTOR DE TESIS:

ING. MARCELO BARRERA

LATACUNGA – ECUADOR

NOVIEMBRE 2011

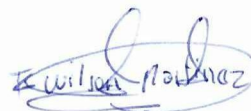
AUTORÍA

El contenido del presente trabajo de investigación constituye propiedad de los autores.

El trabajo fue realizado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la ciudad de Latacunga por los señores José Luis Banda Banda, y Wilson René Martínez Zambrano los mismos que asumen ser los autores del tema “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁMARA Y DEL BANCO DE PRUEBAS DE RUTINA PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS HASTA 15 KV”.



.....
José Luis Banda Banda
CC.0502666852



.....
Wilson René Martínez Zambrano
CC. 050317480-7

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo Ing. Marcelo Barrera en mi calidad de director de tesis sobre el tema:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁMARA Y DEL BANCO DE PRUEBAS DE RUTINA PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS HASTA 15 KV”, de los señores José Luis Banda Banda y Wilson René Martínez Zambrano, egresados de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes técnicos suficientes para ser sometida a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Concejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Noviembre 11 del 2011



Ing. Marcelo Barrera

AGRADECIMIENTO

“El Trabajo bien hecho no cansa jamás” (Tomas Jefferson)

Al cumplir otra meta propuesta en el transcurso de mi vida han quedado marcadas en el alma las huellas del camino recorrido y la satisfacción de culminar la carrera, y por eso me iniciaré recordando aquella frase “La gratitud en silencio no sirve de nada” (G.B. Stern); quiero agradecer primero a Dios quien puso en mi vida una madre llena de amor incondicional y sembró en mi virtudes y principios, la cual me ha apoyado en mis decisiones y quien es mi fuente de energía e inspiración para ser cada día mejor y superarme cada día de mi vida.

A todos mis compañeros y amigos con los cuales he compartido está inolvidable época de mi vida.

A mi querida Alma Mater la Universidad Técnica de Cotopaxi y docentes de la misma quienes me han sabido guiar con paciencia para poder alcanzar mi meta.

Y a todas las personas que de una u otra forma me han apoyado en mi vida estudiantil, quiero dejar impreso mi más sincero agradecimiento, para todos ustedes.

JOSÉ LUIS

AGRADECIMIENTO

“Ayudar a los que necesitan no sólo es parte del deber, sino de la felicidad”

(José Martí)

Expreso mi eterna gratitud a Dios por darme la fortaleza que necesito para superarme cada día, no para ser mejor que alguien sino para ser mejor que antes.

A toda mi familia por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

A mis docentes, quienes con sabiduría y nobleza depositaron en mi sus conocimientos.

WILSON RENÉ

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado a mi familia principalmente a mi madre Rosa Elena que con su esfuerzo incansable me ha apoyado en toda mi vida estudiantil, por lo cual ha sabido llenarme de valores para ser una mejor persona, tratando de superar adversidades y aprovechar oportunidades, a mis hermanos en especial a Edison, quien con su aliento motivador de día a día me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

JOSÉ LUIS

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a todos quienes de una u otra manera me apoyaron para cumplir con esta meta en mi vida.

A mis padres y a mi tía quienes me dan el apoyo moral y material a base de sacrificio lo que ha hecho posible que culmine con un peldaño más del gran escalón para llegar a mi tan anhelado título, para en el futuro ser una persona útil a la sociedad.

Dedico también a mi esposa quien con su inmenso amor supo hacer que renazca en mí la esperanza de cumplir con una de las metas que he fijado en mí.

A ellos con todo mi amor y cariño este trabajo que me ha costado empeño y sacrificio.

WILSON RENÉ

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
Portada	i
Autoría	ii
Aval	iii
Agradecimiento	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Dedicatoria	vii
Índice de contenido	viii
Resumen	xvii
Summary	xviii

CAPÍTULO I

1.1.Introducción	1
1.2.Antecedentes	2
1.2.1Antecedentes de la institución	2
1.3.El transformador	3
1.3.1. Partes del transformador	3
1.4 Especificaciones técnicas para la cámara de pruebas	4
1.4.1. Consideraciones eléctricas	4
1.4.2. Consideraciones ambientales	5
1.4.3. Consideraciones de seguridad	5
1.5 Parámetros y normas para realizar las pruebas	8
1.5.1 Para la relación de transformación	8
1.5.2 Para medir la resistencia de devanados	8
1.5.3 Para medir la resistencia de aislamiento	8
1.5.4 Para la medición del dieléctrico del aceite	8
1.5.5 Para la medición de pérdidas en corto circuito y vacío	9
1.6 Equipos a utilizar para las pruebas	11
1.6.1 Autotransformador	11

1.6.2	Equipo TTR100	12
1.6.3	Equipo DLRO-10	13
1.6.4	Equipo MIT-520/2	14
1.6.5	Equipo OTS60SX	15
1.6.6	Equipo PMM-1	16
1.7	Pruebas de rutina para transformadores	
1.7.1	Medida de la relación de transformación y grupo de conexión	18
1.7.2	Medida de la resistencia de los devanados	24
1.7.3	Medida de resistencia de aislamiento	25
1.7.4	Medida del dieléctrico del aceite	29
1.7.5	Prueba de corto circuito y vacío	30
CAPÍTULO 2		
2.1.	Introducción	34
2.2.	Metodología utilizada	36
2.3.	Características de la Empresa Eléctrica Ambato	37
2.4	Características de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi	38
2.5	Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta realizada, a los técnicos de los laboratorios de las empresas Eléctricas Ambato y Cotopaxi.	38
2.6	Verificación de la hipótesis	48
CAPÍTULO 3		
3.1	Diseño de la cámara de pruebas	51
3.2	Calculo de luxes para el laboratorio	52
3.3	Descripción del área del laboratorio	55
3.4	Orden de las pruebas de rutina	56
3.5.	Procedimientos para la realización de pruebas	56
3.5.1.	Medida de la relación de transformación	57
3.5.2.	Medida de la resistencia de los devanados	58
3.5.3.	Medida de la resistencia de aislamiento	58
3.5.4.	Medida de rigidez dieléctrica del aceite	59
3.5.5.	Prueba de corto circuito y vacío	59

3.6. Propuesta factible	60
3.7. Presentación	61
3.8. Justificación	62
3.9. Objetivos	63
3.10 Marco administrativo	64
3.11. Expectativa	64

BIBLIOGRAFIA	69
---------------------	-----------

ANEXOS Y PLANOS

INDICE FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
Figura #1.1. Transformador de distribución monofásica	4
Figura #1.2. Autotransformador	12
Figura #1.3. TTR 100 para medir relación de transformación	13
Figura #1.4. Equipo DLRO-10 para medir resistencia	14
Figura #1.5. MIT-520/2 para medir resistencia de aislamiento	15
Figura #1.6. Equipo OTS60SX	16
Figura #1.7. PMM-1 para medición de corto circuito y potencia	17
Figura #1.8. Conexión para probar un transformador monofásico	19
Figura #1.9. Conexión para probar un autotransformador monofásico	19
Figura #1.10. Conexión para probar un regulador por pasos monofásicos, tipo A (diseño directo)	20
Figura #1.11. Conexión para probar un regulador por pasos monofásicos tipo B (diseño invertido)	21
Figura #1.12. Conexión para probar TC no montados	22
Figura #1.13. Conexión para probar un TC de múltiples derivaciones	23

Figura #1.14. Conexión para probar un BTC montador en transformador monofásico de dos devanados	24
Figura #1.15. Conexión para la medida de resistencia de un conductor	25
Figura #1.16. Conexión de primario a secundario	26
Figura #1.17. Conexión de primario a tierra	27
Figura #1.18. Conexión de secundario a tierra	27
Figura #1.19. Conexión sin terminal de guarda	28
Figura #1.20. Conexión con terminal de guarda	29
Figura #1.21. Conexión general para prueba de corto circuito	30
Figura #1.22. Conexión general para pruebas en vacío	31
Figura #1.23. Conexión para pruebas en vacío con transformador patrón	32
Figura #2.1. Representación gráfica de la 1 ^{ra} pregunta	39
Figura #2.2. Representación gráfica de la 2 ^{da} pregunta	40
Figura #2.3. Representación gráfica de la 3 ^{ra} pregunta	41
Figura #2.4. Representación gráfica de la 4 ^{ta} pregunta	42
Figura #2.5. Representación gráfica de la 5 ^{ta} pregunta	43
Figura #2.6. Representación gráfica de la 6 ^{ta} pregunta	44
Figura #2.7. Representación gráfica de la 7 ^{ma} pregunta	45
Figura #2.8. Representación gráfica de la 8 ^{va} pregunta	46
Figura #2.9. Representación gráfica de la 9 ^{na} pregunta	47
Figura #3.1. Diagrama unifilar del laboratorio	54

INDICE TABLAS

CONTENIDO	PAGINAS
Tabla #1.1 Factores de reflexión del techo y paredes	6
Tabla #1.2. Pérdidas de potencia en corto circuito y vacío para transformadores monofásicos de 3 A 333 kVA	9
Tabla #1.3. Pérdida de potencia en corto circuito y vacío para transformadores trifásicos de 15 A 2000 kVA	10
Tabla #2.1. Tabla de datos de la 1 ^{ra} pregunta de la encuesta	39

Tabla #2.2. Tabla de datos de la 2 ^{da} pregunta de la encuesta	40
Tabla #2.3. Tabla de datos de la 3 ^{ra} pregunta de la encuesta	41
Tabla #2.4. Tabla de datos de la 4 ^{ta} pregunta de la encuesta	42
Tabla #2.5. Tabla de datos de la 5 ^{ta} pregunta de la encuesta	43
Tabla #2.6. Tabla de datos de la 6 ^{ta} pregunta de la encuesta	44
Tabla #2.7. Tabla de datos de la 7 ^{ma} pregunta de la encuesta	45
Tabla #2.8. Tabla de datos de la 8 ^{va} pregunta de la encuesta	46
Tabla #2.9. Tabla de datos de la 9 ^{na} pregunta de la encuesta	47
Tabla #2.10. Tabla de población y muestra	48
Tabla #3.1. Corriente y potencias de los circuitos	54

RESUMEN

TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁMARA Y DEL BANCO DE PRUEBAS DE RUTINA PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS HASTA 15 kV”.

Los transformadores son máquinas eléctricas estáticas, porque a simple vista no se genera ningún movimiento. Pero internamente existen esfuerzos eléctricos, esfuerzos mecánicos, cambios de temperatura, que generan movimiento que no se puede percibir a simple vista. Por lo tanto los transformadores de distribución y en general, todas las clases de transformadores; necesitan ser comprobados con diferentes equipos para cada una de las pruebas que se requiera, antes de ponerlos en funcionamiento.

En el Capítulo uno se describe el funcionamiento de los equipos a utilizar, clase y partes de los transformadores de distribución y las pruebas a ser realizadas con sus respectivas normas.

El Capítulo dos hace a la interpretación de resultados de las encuestas realizadas a las Empresas.

En el Capítulo tres se detalla de manera más específica las pruebas a realizas para los transformadores de distribución. En lo referente a las pruebas eléctricas, se describe las siguientes mediciones: prueba de relación de transformación, prueba de resistencia de los devanados, prueba de resistencia de aislamiento, prueba de rigidez dieléctrica y prueba de corto circuito.

En los anexos se detallan planos del área del laboratorio, circuitos de iluminación y fuerza, así como las hojas previas a las mediciones y por ultimo procedimiento de cada una de las pruebas.

SUMMARY

THEME: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE CAMERA AND THE BANK OF TESTS OF ROUTINE FOR TRANSFORMERS SINGLE-PHASE AND THREE-PHASE TO 15 kV."

The transformers are static electric machines, because at simple view, they are not generated any movement. But internally electric efforts exist, mechanical efforts, changes of temperature that generate movement that cannot perceive at simple view. Therefore the distribution transformers and in general, all the classes of transformers need to be proven with different teams for each one of the tests that is required, before putting into operation.

In the Chapter one is described the operation of the teams to use, class and parts of the distribution transformers and the tests to be carried out with the respective norms.

The Chapter two makes to the interpretation of results of the surveys carried out to the Companies.

In the Chapter three is detailed in more specific way the tests to carry out for the distribution of transformers. In the relating the electric tests, it is described the following mensurations: test of relation transformation, test resistance of those reeled, isolation resistance test, rigidity dielectric test and short circuit test.

In the annexes are detailed the planes of the area of the laboratory, circuits of illumination and forces, as the previous leaves to the mensurations and for finishing procedure of each one of the tests.

CERTIFICADO

Por el presente tengo a bien certificar que la traducción al Idioma inglés del resumen de la tesis “Diseño e implementación de la cámara y del banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos hasta 15 kV” de los postulantes Banda Banda José Luis y Martínez Zambrano Wilson René, lo realizaron bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducida bajo la estructura del Idioma inglés.

Los interesados pueden hacer uso de este certificado como mejor convenga a sus intereses.



Lic. Patricia Mena

050157429-7

PROFESORA DE INGLÉS.

CAPITULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad no existe un laboratorio de pruebas para transformadores en la Provincia de Cotopaxi, el mismo que servirá a la industria optimizando los recursos técnicos, económicos, al realizar las pruebas, ya que los transformadores tienen una vida útil aproximada de 30 años y cuando ésta máquina eléctrica empieza a fallar es necesario desmontar el equipo para realizar las pruebas respectivas, logrando prevenir daños mayores y volver a montarlo con el mantenimiento respectivo.

Los transformadores en mal estado por el tiempo de uso pueden causar accidentes al personal que supervisa su funcionamiento como averías a equipos adjuntos, causando pérdidas económicas para la empresa responsable de dicho equipo.

La presente investigación está distribuida de la siguiente manera:

En el Capítulo I se da a conocer las bases teóricas de los transformadores de distribución, equipos a utilizar en el banco de pruebas con sus respectivas características, datos e información que serán utilizados en el diseño de la cámara y del banco de pruebas de rutina, los mismos que serán utilizados en transformadores monofásicos y trifásicos hasta 15 kV. En el Capítulo II se realiza una encuesta dentro

de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte (EEASA), la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi (ELEPCOSA), con lo cual se analizará e interpretará la información recopilada por medio de las encuestas.

En el Capítulo III se diseña y construye la cámara de pruebas con sus respectivas áreas de trabajo y se implementa el banco de pruebas para transformadores, dicho proyecto cubrirá las expectativas de la Provincia de Cotopaxi en cuanto a un laboratorio de Ingeniería Eléctrica implementado en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

1.2. ANTECEDENTES

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

Un banco de pruebas de rutina para transformadores, en la actualidad es una forma práctica para analizar diferentes tipos de máquinas eléctricas, en especial transformadores, los cuales necesitan pruebas previas antes de ponerlos en funcionamiento, dichas pruebas garantizan el estado de la máquina que fue sometida al análisis.

1.2.1. Antecedentes de la Institución

La Universidad Técnica de Cotopaxi orienta sus esfuerzos hacia la búsqueda de mayores niveles de calidad, pertinencia y cooperación nacional e internacional, tratando de lograr niveles adecuados de eficiencia y efectividad en su gestión, se distingue de otras Instituciones de Educación Superior de la Provincia al ser una Universidad alternativa vinculada fuertemente al pueblo en todas sus actividades.

1.3. EL TRANSFORMADOR

J. Duncan Glover, Mulukutta S. Salma. Sistemas de Potencia Análisis y Diseño, Pág. 79 “El transformador es una máquina eléctrica, la cual se basa en la inducción electromagnética, disponiendo de dos arrollamientos primario y secundario los mismos que transforman el nivel de voltaje, aumentando o reduciendo el mismo pero siempre manteniendo la frecuencia constante, esta máquina eléctrica es la principal en un sistema eléctrico de distribución”.

Las propiedades más importantes de los transformadores vienen dadas en la placa de características donde se ve los siguientes datos:

- Potencia nominal.
- Relación de transformación.
- Voltajes de corto circuito.
- Grupo de conexión.

1.3.1. Partes del Transformador

Las partes que componen el transformador se dividen en:

- Circuito magnético.
- Circuito eléctrico.
- Sistema de aislamiento.
- Accesorios.

FIGURA#1.1. TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICO



Fuente: www.abb.com.co/transformadores.

1.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CÁMARA DE PRUEBAS.

El laboratorio será ubicado en el sótano del teatro universitario, donde se implementará el laboratorio y los equipos que serán adquiridos para realizar las pruebas pertinentes, los mismos que serán instalados en un área total de 13.80 x 8.92m.

Las áreas de ubicación de los diferentes equipos deberán estar colocadas en orden específico, para las diferentes pruebas a realizar, para un buen desempeño de los operadores del laboratorio.

1.4.1. Consideraciones Eléctricas

El área del laboratorio deberá poseer una malla de tierra la cual debe tener una resistencia menor a 5Ω esto bajo parámetros establecidos para instalaciones eléctricas ecuatorianas. Para profundizar en el tema de la malla de tierra, revisar la tesis de los

postulantes Pablo Villacres y Mauricio Pozo con el tema, “Diseño e implementación del sistema de protecciones para el laboratorio de equipos hasta 15kV”

Para las instalaciones eléctricas se realizará un análisis de carga a ser instalada en el laboratorio, para determinar los conductores y las protecciones correctas que garanticen la seguridad del sistema eléctrico y de los equipos a ser instalados, bajo normas eléctricas ecuatorianas.

1.4.2. Consideraciones Ambientales

Se deberá considerar los factores ambientales los cuales serán primordiales a la hora de realizar las pruebas, para lo cual la temperatura adecuada deberá estar entre los 20 a 30°C y con una humedad relativa hasta el 90% sin condensación, para que las mediciones de los equipos sean correctas.

El volumen de aire según la Organización Mundial de la Salud deberá ser del 55% con circulación de aire evitando estrés o asfixia, para lo cual la puerta del laboratorio tendrá que disponer de ventilación así como las ventanas deberá ser de tipo coqueado.

1.4.3 Consideraciones de Seguridad.

El área de trabajo necesitará señalizaciones de seguridad para así poder evitar accidentes.

El nivel de iluminación deberá ser de 500 lx según las normas eléctricas ecuatorianas para laboratorios, para lo cual se debe seguir los siguientes pasos:

1. Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo, las cuales son largo (l), ancho (a) y altura (h), la distancia del suelo a la superficie de la mesa de trabajo normalmente es de 0.85 m.

2. Escoger la luminaria más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizarse, considerando el flujo luminoso de la misma y determinar la altura de suspensión para el sistema de iluminación escogido.
3. Se calcula la relación del local (RL) con la fórmula descrita y el resultado permitirá escoger los factores de reflexión para las paredes o coeficientes de utilización y mantenimiento. El factor de reflexión del techo se escoge según la tabla 1.1.

$$RL = \frac{l * a}{h * (l + a)}$$

TABLA #1.1. FACTORES DE REFLEXIÓN DEL TECHO Y PAREDES

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local RL	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.59	.56	.52	.59	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Fuente: Cálculo de luminarias.

4. Cálculo del número de luminarias, en éste paso encontramos la cantidad de luminarias a instalar, según los requerimientos de iluminación necesarios para el laboratorio, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$\#luminarias = \frac{E * (l * a)}{F * CU * CC}$$

Donde:

E= luxes estimados.

F= flujo luminoso.

CU= reflexión del techo.

CC= reflexión de las paredes.

5. Una vez calculado la cantidad de luminarias procederemos a distribuir las. En los locales de planta rectangular se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría según las fórmulas.

$$Distancia = \sqrt{\frac{(l * a)}{\#luminarias}}$$

Para determinar la distancia a lo largo del local se utiliza la fórmula:

$$Largo = \frac{Largo\ del\ local}{Distancia}$$

Para determinar la distancia a lo ancho del local se utiliza la fórmula:

$$Ancho = \frac{Ancho\ del\ local}{Distancia}$$

El flujo luminoso de lámparas incandescentes es de 1560 lm.

El flujo luminoso de lámparas fluorescentes es de 2400 lm.

El flujo luminoso de lámparas de vapor de mercurio es de 31000 lm.

1.5. PARÁMETROS Y NORMAS PARA REALIZAR LAS PRUEBAS.

1.5.1. Para la Relación de Transformación.

Según la norma ANSI/IEEE C57.12.90 “Transformadores. Relación de transformación, verificación de polaridad”. La medición de relación debe realizarse con pocos voltios de excitación, de preferencia desde el lado de alto voltaje, para reducir el riesgo eléctrico. La relación de transformación medida debe estar dentro del $\pm 0.5\%$ del valor de la placa característica.

1.5.2. Para Medir la Resistencia de Devanados.

Según la norma ANSI/IEEE C57.12.90 recomienda que los valores comparativos no excedan de una diferencia del $\pm 5\%$, Para realizar esta prueba se tiene un intervalo de tiempo de 10 seg. A 1 min para estabilizar los valores de medición.

La industria ABB recomienda 2% de diferencia.

1.5.3. Para Medir la Resistencia de Aislamiento.

Según la norma NTE INEN 2118.98. “Transformadores. Medida de la resistencia de devanados” recomienda que el nivel de aislamiento mínimo deberá ser el voltaje nominal, más 1000 y tendríamos el resultado mínimo de resistencia que debería tener el aislamiento.

1.5.4. Para la Medición del Dieléctrico del Aceite.

Según las normas ASTM D 877 – D 1816 “Métodos normalizados para la tensión de ruptura dieléctrica”. A continuación se muestra la referencia planteada por la norma.

El nivel del dieléctrico es aceptable cuando es > 30 kV, cuestionable si se encuentra entre 25 a 30 kV y es inaceptable al ser menor de 25 kV y es necesario cambiarlo.

Para realizar la prueba de aceite a los transformadores, la temperatura ambiente del laboratorio debe estar en el rango de 20 a 30 °C. La separación de los electrodos debe de ser de 3 mm.

Para coger una muestra del aceite a probar se debe primero tomar una pequeña porción con la cual se enjuaga la célula, durante 30 seg. Luego llenar el recipiente despacio, lo siguiente es colocar en el equipo para realizar la prueba de ruptura dieléctrica el cual realizará 5 veces las que serán promediadas para obtener un resultado.

La limpieza del recipiente y de los electrodos se la realiza en seco, el pañuelo de papel hilachas libre, o una gamuza seca limpia. Es importante enjuagar la cuba con un solvente como el keroseno.

1.5.5. Para la Prueba de Corto Circuito y Vacío

Según las normas ANSI/IEEE C57.12.90-2006, NTE INEN 2114:04 dice que la prueba de cortocircuito permite conocer, las pérdidas del cobre de cada devanado las que se deben por la disipación de calor por efecto joule. Las cuales son proporcionales a las resistencias de cada bobinado, y a través de la corriente que circula en ellos.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia indicadas por esta norma para las distintas capacidades de los transformadores y compararlas al de la placa característica.

**TABLA #1.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA EN CORTO CIRCUITO Y VACÍO
PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 3 A 333KVA.**

Potencia Nominal kVA	Pcorto (W)	Pvacío (W)
3	70	21
5	91	31
10	142	52
15	192	141
25	289	185
37.5	403	229
50	512	267
75	713	331
100	897	386
167	1360	507
250	2025	628
333	2510	732

FUENTE: Norma NTE INEN 2114:2004.

**TABLA #1.3. PÉRDIDA DE POTENCIA EN CORTO CIRCUITO Y VACÍO
PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE 15 A 2000 KVA**

Potencia Nominal kVA	Pcorto (W)	Pvacío (W)	Potencia Nominal kVA	Pcorto (W)	Pvacío (W)
15	313	80	250	3153	666
30	514	134	300	3677	758
45	711	182	350	4200	846

50	766	197	400	4730	930
60	903	225	500	5770	1090
75	1094	388	630	7170	1284
100	1393	330	750	8386	1453
112.5	1539	504	800	8909	1521
125	1682	390	1000	11138	1782
150	1959	447	1250	13454	2088
160	2211	486	1500	15770	2395
200	2630	569	1600	16696	2518
225	2892	618	2000	20402	3009

FUENTE: Norma NTE INEN 2114:2004.

1.6. EQUIPOS A UTILIZAR PARA LAS PRUEBAS.

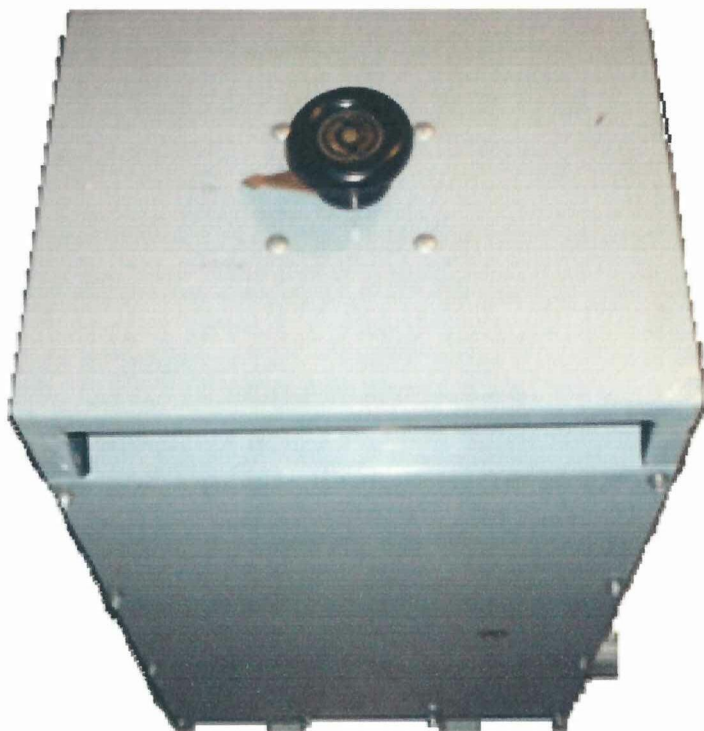
A continuación se describen los equipos con sus características técnicas y conexiones respectivas para la ejecución de las pruebas de rutina.

1.6.1. Autotransformador

Este equipo es el encargado de entregar un voltaje variable para poder realizar las pruebas de vacío y de corto circuito para así lograr alcanzar la corriente nominal y determinar las pérdidas, la potencia de este equipo es de 5 kVA alimentado con 110 V variable hasta 440 V en pasos de 3 V.

Para profundizar en el tema del autotransformador revisar la tesis de los postulantes Diego Álvarez y Luis Rengifo con el tema “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN AUTOTRANSFORMADOR REGULABLE HASTA 600 V PARA EL LABORATORIO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES”

FIGURA#1.2. AUTOTRANSFORMADOR



Fuente: Grupo Investigador.

1.6.2. Equipo TTR100

El TTR100 es un instrumento manual avanzado, operado por una batería recargable que ofrece funciones tales como resistencia de arrollamientos, mediciones de polaridad y ángulo de fase. Con una relación de vueltas de 20.000:1, también ofrece una excelente precisión de $\pm 0.1\%$ y está equipado con suficiente memoria integrada.

FIGURA#1.3. TTR100 PARA MEDIR RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN



Fuente: www.megger.com/products/ttr100.

1.6.3. Equipo DLRO-10

El DLRO-10 es un instrumento totalmente automático que selecciona la corriente de prueba más adecuada hasta 10A de corriente continua para medir resistencia desde $0.1 \mu\Omega$ a 2000Ω , en uno de sus siete rangos, posee modernas características de conveniencia para mejorar y ampliar la facilidad, y capacidad al probar. Cuatro modos de prueba por separado que permiten al operador cumplir con desafíos específicos con máxima eficiencia.

FIGURA#1.4. EQUIPO DLRO-10 PARA MEDIR RESISTENCIA.



Fuente: www.megger.com/products/dlro-10.

1.6.4. Equipo MIT-520/2

Este equipo nos permite medir la resistencia de un aislante en un rango de medición de $35T\Omega$, y dispone de una mayor temperatura de operación que está por los $-20^{\circ}C$ a $+ 50^{\circ}C$, posee corriente alta de carga de 5 mA para probar generadores grandes y cables y la capacidad de almacenamiento y descarga de datos a una PC.

Con este equipo se puede realizar otras pruebas tales como, radio de absorción dieléctrico, índice de polarización, paso de voltaje y descarga dieléctrica.

FIGURA#1.5. MIT-520/2 PARA MEDIR RESISTENCIA DE AISLAMIENTO



Fuente: www.megger.com/product/mit520-2

1.6.5. Equipo OTS60SX

El OTS60SX es un instrumento para la prueba de resistencia dieléctrica, semiautomático y de peso liviano. La salida máxima es de 60 kV permite realizar análisis en aceite, procedente de una amplia variedad de máquinas eléctricas, como transformadores, disyuntores y equipos parecidos. El funcionamiento del aparato es sumamente sencillo y los resultados son presentados en un brillante display por LED.

Una selección de recipientes permite configurar el instrumento para realizar 3 tipos de prueba bajo 3 normas, la primera para aceites nuevos, la segunda para aceites usados y la tercera para disyuntores. Un temporizador automático funciona cuando se está ejecutando la prueba de resistencia del dieléctrico.

FIGURA#1.6. EQUIPO OTS60SX



Fuente: www.megger.com/product/ots60xs.

1.6.6. Equipo PMM-1

Este es un instrumento de medición multifunción portátil, operado por batería o línea, diseñado para medir corrientes primarias y secundarias en corriente alterna, y a su vez mide voltaje, potencia reactiva, ángulo de fase y frecuencia en sistemas monofásicos o trifásicos. Posee la capacidad de grabar a alta velocidad también puede capturar con rapidez la corriente en el arranque de motores. Todos los valores medidos se despliegan en una pantalla gráfica grande.

FIGURA#1.7. PMM-1 PARA MEDICIÓN DE CORTO CIRCUITO Y POTENCIA



Fuente: www.megger.com/product/pmm-1.

1.7. PRUEBAS DE RUTINA PARA TRANSFORMADORES.

Un banco de pruebas de rutina es el mejor método práctico para verificar las condiciones de las diferentes máquinas eléctricas y accesorios en que estos se encuentran y confirmar su estado previo a su funcionamiento, asegurando así la integridad física del mismo, así como sus alrededores y a su vez mantener la continuidad del servicio eléctrico.

Las pruebas típicas que se realizan a los transformadores según las normas, NTE INEN 2118.98, ASTM D 877 – D 1816, ANSI/IEEE C57.12.90-2006, NTE INEN 2114:04

- *Medida de la relación de transformación.*
- *Medida de la resistencia de los devanados.*
- *Medida de la resistencia de aislamiento.*
- *Prueba dieléctrica al aceite.*
- *Medida de corto circuito y pérdidas.*

1.7.1. Medida de la Relación de Transformación y Grupo de Conexión.

El objetivo principal de esta prueba es validar las especificaciones de diseño del transformador antes de la puesta en marcha del mismo determinando si ha ocurrido algún daño en los devanados primario y secundario, y si el transformador tiene un diferencial porcentual adecuado entre tomas.

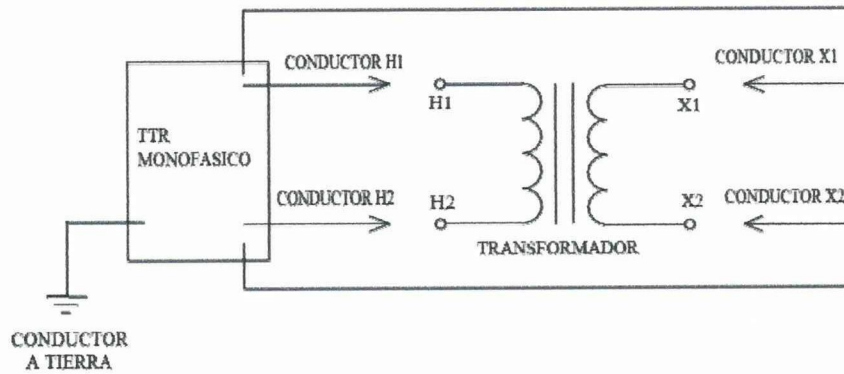
Con la medida de relación de transformación es posible la detección de:

- Falla de aislamiento.
- Posible corto circuito entre devanados.
- Circuitos abiertos en las bobinas de alto y bajo voltaje.
- Posibles errores en la conexión del cambiador de derivaciones o TAP.
- Configuración del devanado.

Para realizar esta prueba se utilizará el TTR-100, las conexiones para los diferentes tipos de transformadores se detallan a continuación.

Para probar un transformador monofásico se debe realizar las siguientes conexiones como se muestra en la figura 1.8.

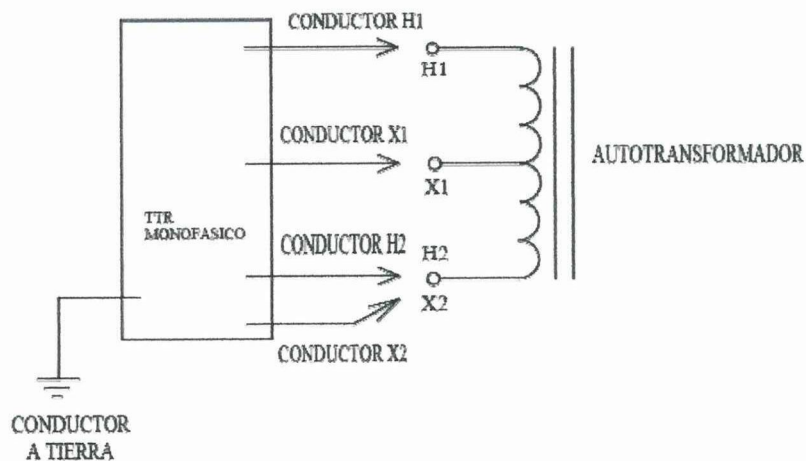
FIGURA#1.8. CONEXIÓN PARA PROBAR UN TRANSFORMADOR MONOFÁSICO.



Fuente: www.megger.com/products/ttr100.

En la figura 1.9 se muestra la conexión para realizar la prueba respectiva a un autotransformador monofásico.

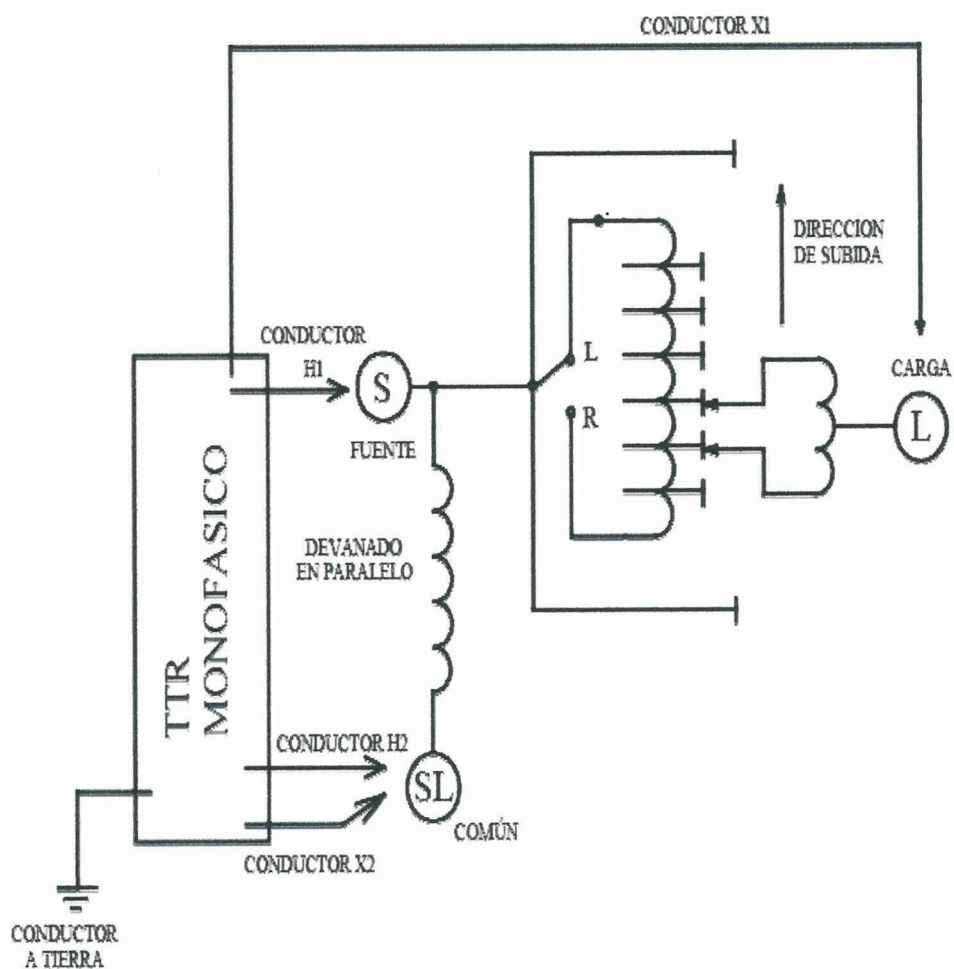
FIGURA#1.9. CONEXIÓN PARA PROBAR UN AUTOTRANSFORMADOR MONOFÁSICO.



Fuente: www.megger.com/products/ttr100.

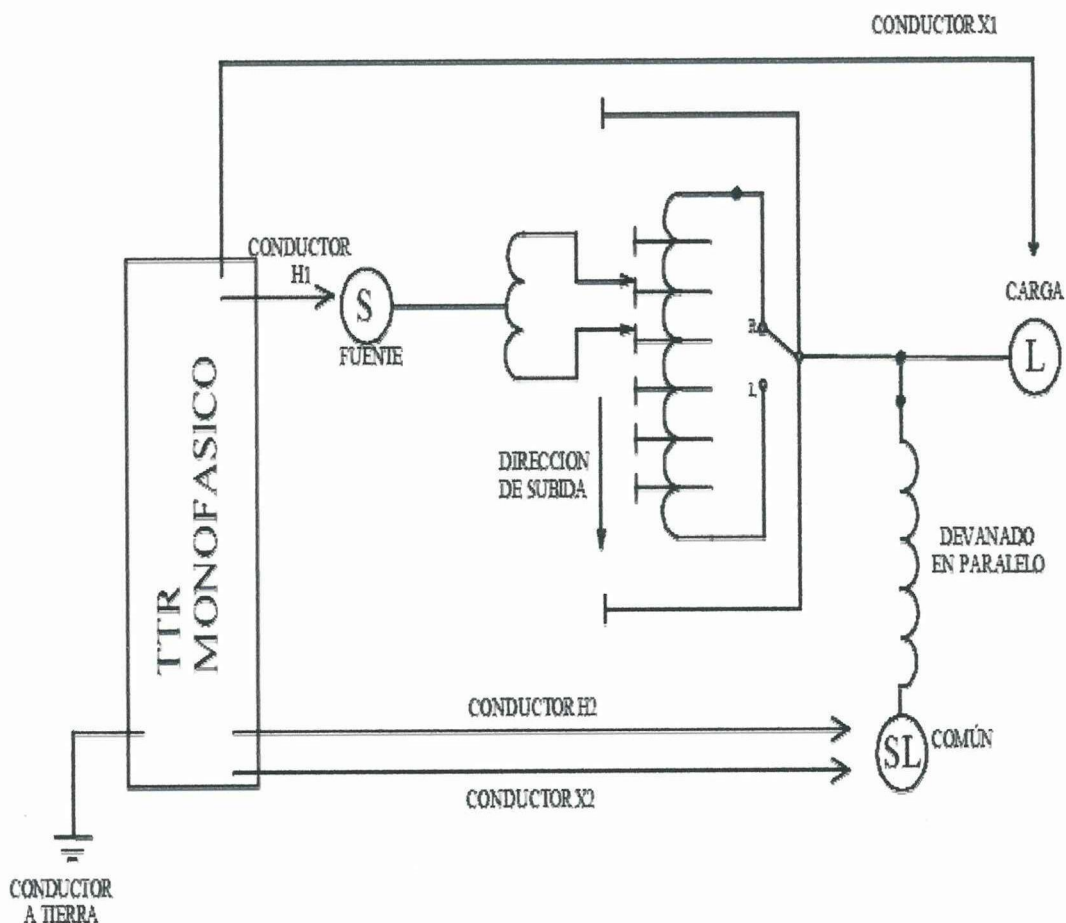
En el siguiente diagrama de la figura 1.10 se muestran las conexiones para realizar pruebas en reguladores.

FIGURA#1.10. CONEXIÓN PARA PROBAR UN REGULADOR POR PASOS MONOFÁSICO, TIPO A (DISEÑO DIRECTO)



Fuente: www.megger.com/products/ttr100.

FIGURA#1.11. CONEXIÓN PARA PROBAR UN REGULADOR POR PASOS MONOFÁSICO, TIPO B (DISEÑO INVERTIDO)

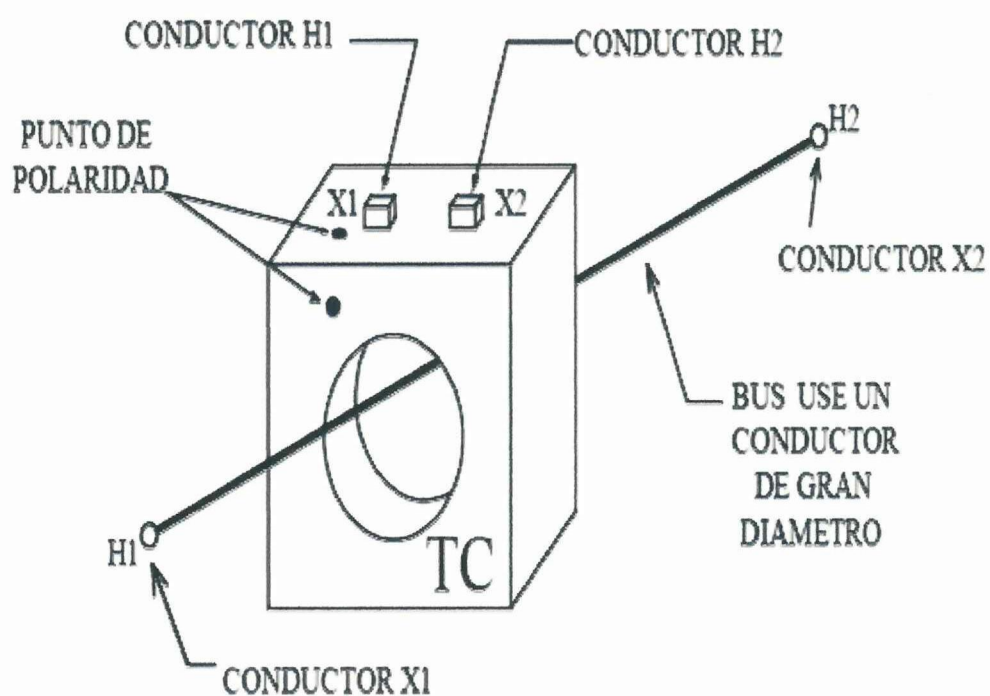


Fuente: www.megger.com/products/ttr100.

Para probar transformadores de corriente (TC) las conexiones se hacen en forma inversa respecto de los transformadores de distribución o de medición de tensión. Los terminales H del equipo de prueba se deben conectar a los terminales X del TC, y los terminales X del equipo de prueba se deben conectar a los terminales H del TC.

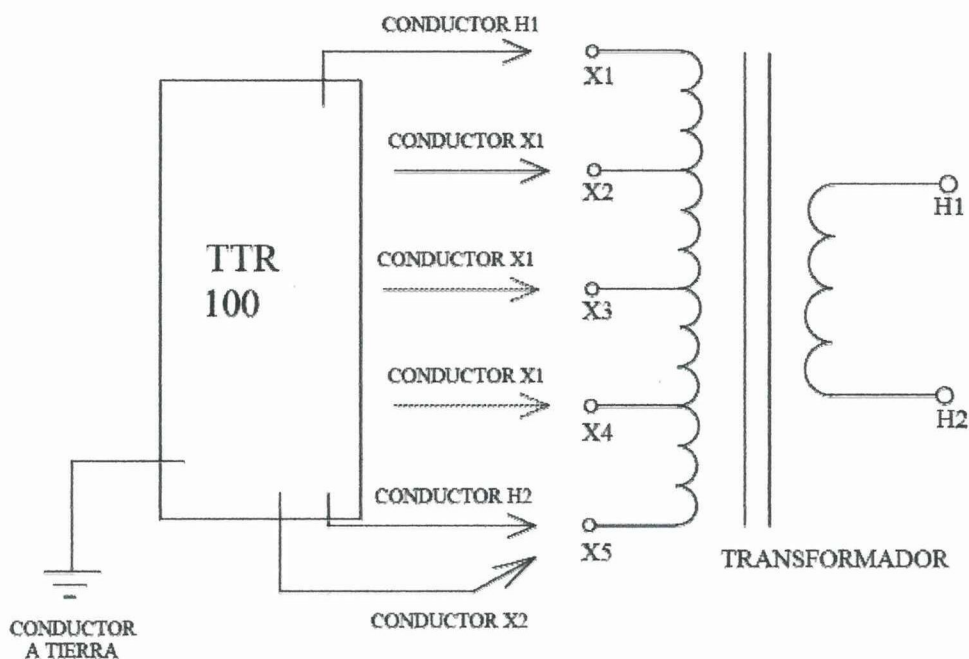
A continuación se muestran las conexiones en las figuras 1.12. y 1.13. Para realizar las pruebas a transformadores de corriente no montados, así como para transformadores de múltiples derivaciones respectivamente.

FIGURA#1.12. CONEXIÓN PARA PROBAR TC NO MONTADOS.



Fuente: www.megger.com/products/ttr100.

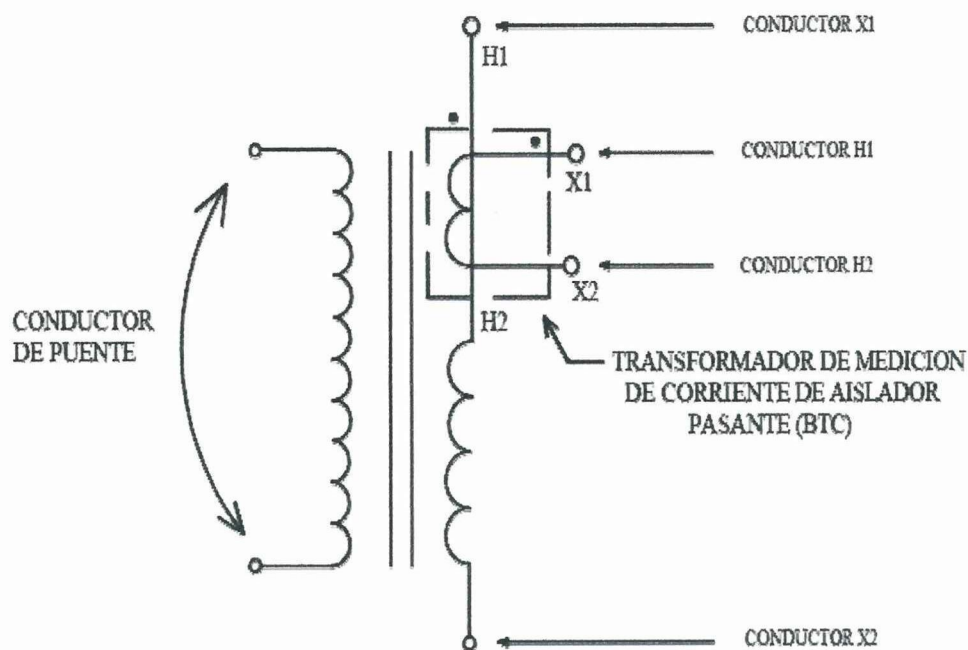
FIGURA#1.13. CONEXIÓN PARA PROBAR UN TC DE MÚLTIPLES DERIVACIONES.



Fuente: www.megger.com/products/ttr100

Para realizar pruebas de relación de espiras a transformador de corriente, de aislador pasante (BCT. en inglés) montado, se puede realizar sin retirar el BTC, en un disyuntor o aislador pasante de entrada de un transformador de potencia. Se conecta el TTR100 como se muestra en la figura 1.14.

FIGURA#1.14. CONEXIÓN PARA PROBAR UN BTC MONTADO EN UN TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE DOS DEVANADOS.



Fuente: www.megger.com/products/ttr100.

Estos diagramas de conexiones se encuentran en la memoria del TTR100.

1.7.2. Medida de la Resistencia de los Devanados.

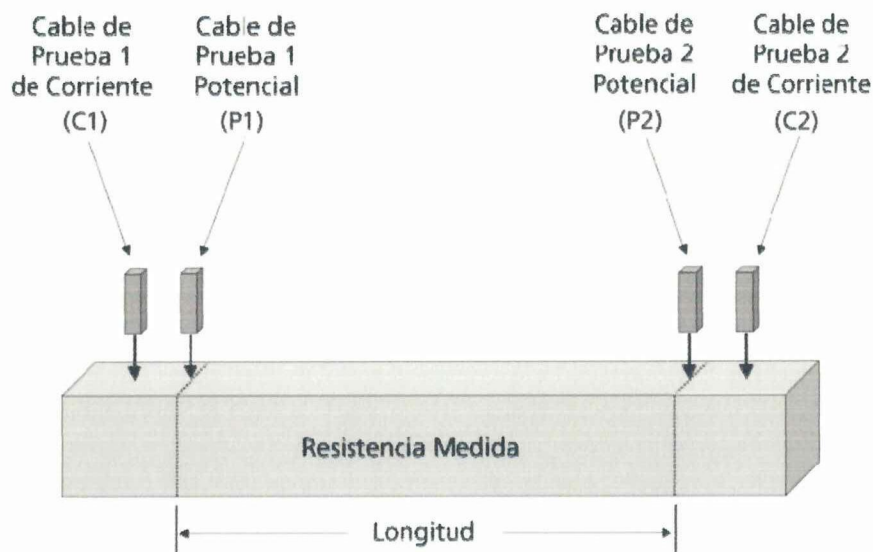
Es necesario conocer la resistencia de los conductores y contactos disponibles en un transformador con la finalidad de:

- Detectar alta resistencia en contactos metálicos.
- Verificar si la resistencia del conductor está acorde con las especificaciones y que las resistencias de las conexiones sean las correctas.

La medición de la resistencia de los devanados asegura que las conexiones sean correctas e indica que no hay desajuste grave en terminales de conexión. Muchos transformadores tienen toma de regulación incorporada, estas tomas facilitan el incremento o la reducción de la relación en fracciones de porcentaje.

El equipo a utilizar para realizar la medición de resistencia de los devanados es el DRLO-10, para lo cual el equipo debe conectarse con los puntos de potencial dentro del elemento a ser medido así como se muestra en la figura 1.15.

FIGURA#1.15. CONEXIÓN PARA LA MEDIDA DE RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR.



Fuente: www.megger.com/products/dlro-10

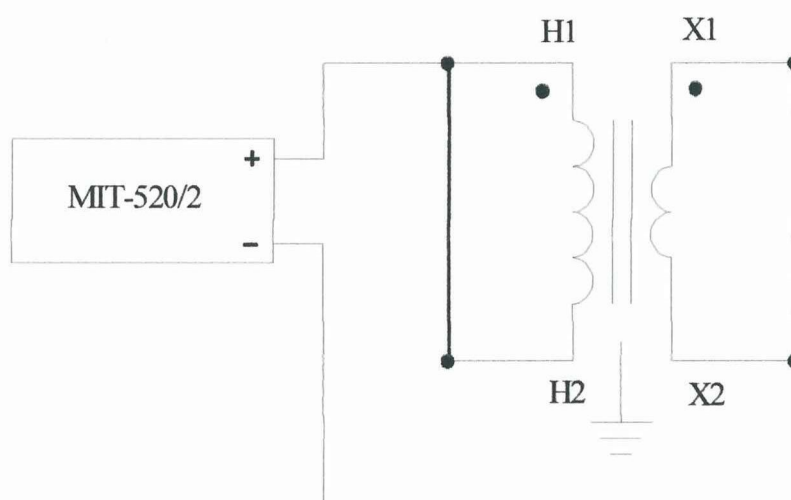
1.7.3. Medida de Resistencia de Aislamiento

Esta prueba determinará si existe un deterioro en la resistencia de aislamiento del transformador. Los resultados de este análisis se verán afectados por factores como temperatura, humedad, corriente de fuga, voltaje de prueba y tamaño del equipo. Para

esta prueba se utilizará el equipo MIT-520/2, en rutinas de mantenimiento, bajo sospecha de avería de los devanados y aislamientos.

Los diagramas de conexiones de éste equipo al transformador se detallan en las siguientes figuras, ya que se debe probar el nivel de resistencia de primario a secundario y respecto a tierra cada uno de los devanados.

FIGURA #1.16. CONEXIÓN DE PRIMARIO A SECUNDARIO.

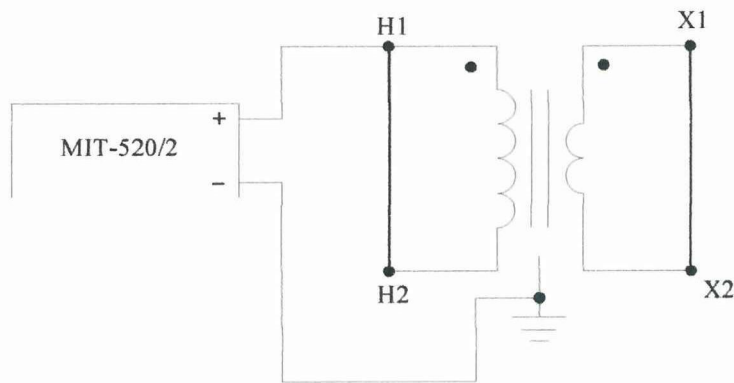


Fuente: www.megger.com/product/mit520-2.

Para amplitud del tema revisar la tesis de los postulantes Manuel Quinatoa y Luis Casa con el tema “APLICACIÓN DE PRUEBAS DE NIVEL DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS CON VOLTAJE NOMINAL HASTA 15KV”, también revisar la tesis de los postulantes Jairo Pila y Klever Toapanta con el tema “APLICACIÓN DEL EQUIPO MIT520/2 EN

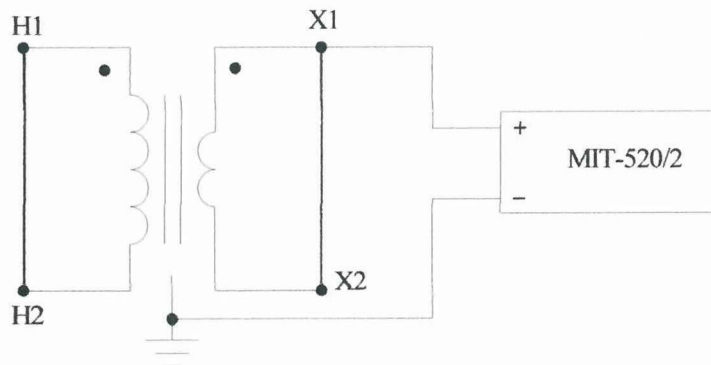
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS
EN EL LABORATORIO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES CON
APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN”

FIGURA #1.17. CONEXIÓN DE PRIMARIO A TIERRA.



Fuente: www.megger.com/product/mit520-2.

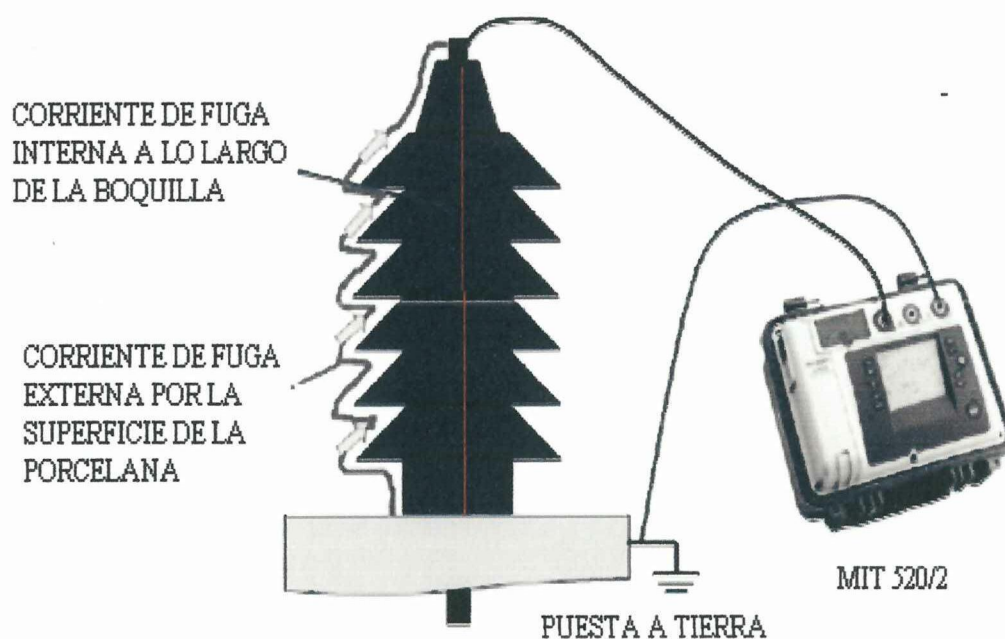
FIGURA #1.18. CONEXIÓN DE SECUNDARIO A TIERRA.



Fuente: www.megger.com/product/mit520-2.

El MIT-520/2 también se puede analizar la resistencia de aislamiento en aisladores y las conexiones respectivas se detallan a continuación.

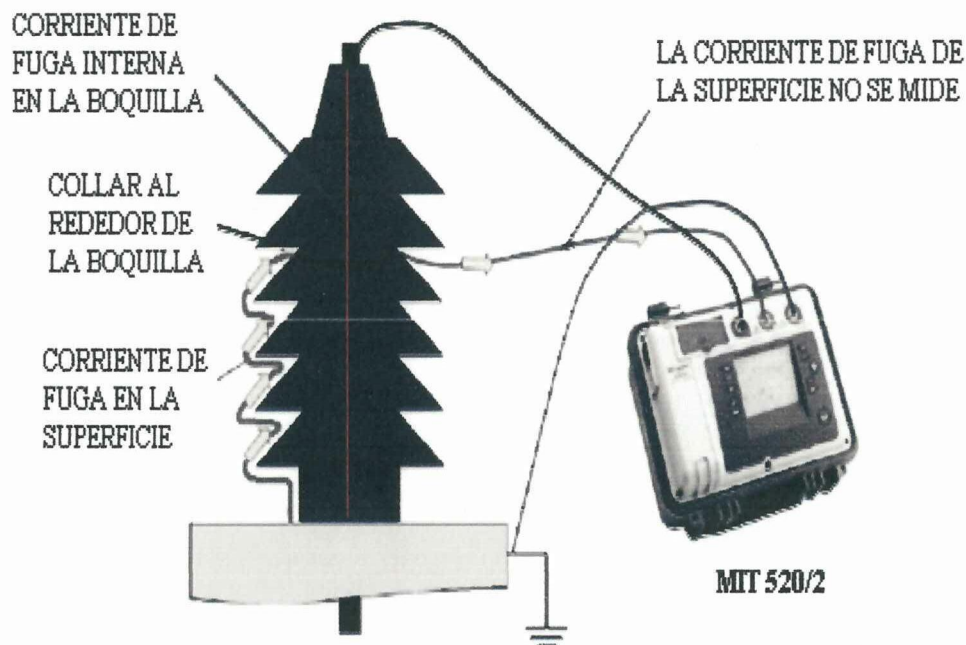
FIGURA #1.19. CONEXIÓN SIN TERMINAL DE GUARDA.



Fuente: www.megger.com/product/mit520-2.

Para medir la resistencia de los aislantes, se debe considerar la corriente de fuga que atraviesa por la superficie del mismo, para que la medición sea más precisa es necesario conectar el conductor de guarda para que la corriente a lo largo de la boquilla circule por este conductor, conexión se muestra en la figura 1.20.

FIGURA #1.20. CONEXIÓN CON TERMINAL DE GUARDA



Fuente: www.megger.com/product/mit520-2

1.7.4. Medición del Dieléctrico del Aceite

Las pruebas al aceite, se las realiza para comprobar que las propiedades del aceite aislante, están dentro del rango aceptable, el equipo para realizar este tipo de pruebas es el OTS60SX, el cual analizara:

- Tensión de ruptura dieléctrica ASTM D 877.

El objetivo de determinar la tensión de ruptura dieléctrica es el de evaluar la capacidad del aceite para soportar los esfuerzos eléctricos. La contaminación del aislamiento líquido por causa de elementos como fibras, agua y elementos extraños puede afectar el nivel de ruptura dieléctrica.

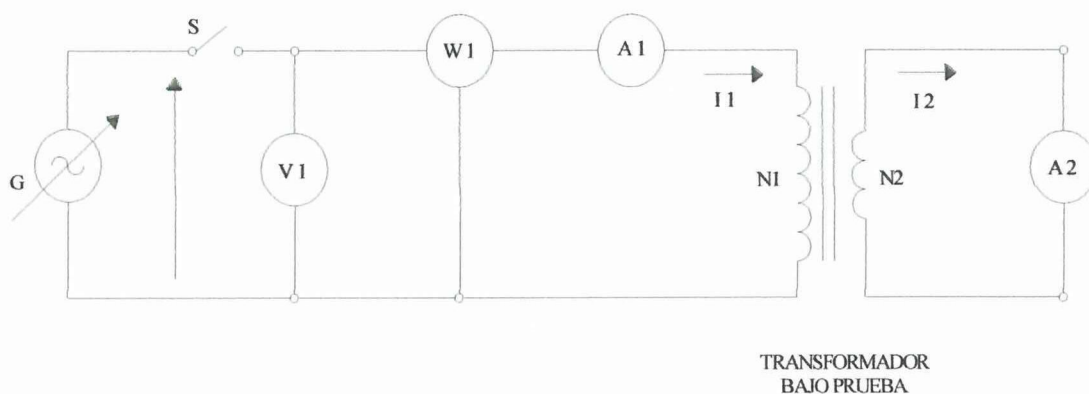
1.7.5. Prueba de Corto Circuito y Vacío.

Las pruebas de cortocircuito en un transformador simulan las mismas condiciones a las que operará en el sitio de trabajo con su carga nominal, la prueba de vacío tiene como objetivo determinar la pérdida de potencia en el hierro y en el cobre.

Para realizar esta prueba se utilizará el PMM-1 para ambos casos, es decir, para pérdidas en el cobre y al vacío.

En la prueba para medir las pérdidas en el cobre, se coloca en corto circuito el secundario del transformador, con un amperímetro y se alimentará por el lado primario, donde se colocará el PMM-1 el cual remplazará, el voltímetro 1 (V1), el watímetro 1 (W1) y el amperímetro 1 (A1). Como se observa en la figura siguiente.

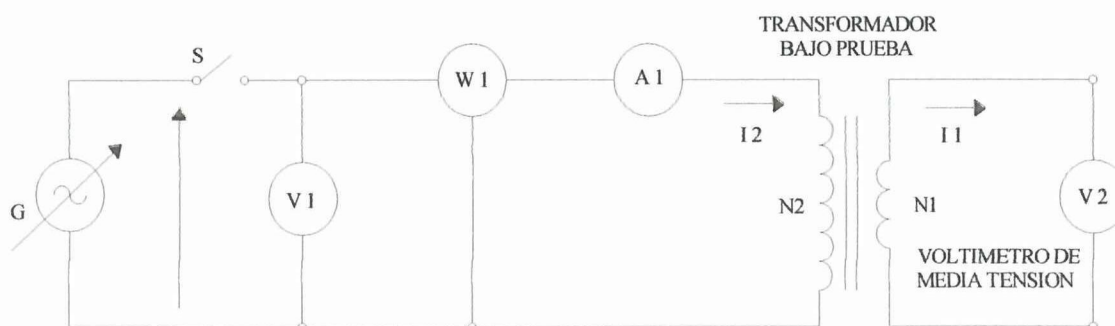
FIGURA #1.21. CONEXIÓN GENERAL PARA PRUEBA DE CORTO CIRCUITO.



Fuente: www.megger.com/product/pmm-1.

En la prueba para medir las pérdidas en el hierro se coloca en el secundario la fuente variable con el PMM-1 el cual remplazará, el voltímetro 1 (V1), el watímetro 1 (W1) y el amperímetro 1 (A1), mientras que en el lado primario se colocará un voltímetro (V2), como se observa en la figura siguiente:

FIGURA #1.22. CONEXIÓN GENERAL PARA PRUEBA EN VACÍO.



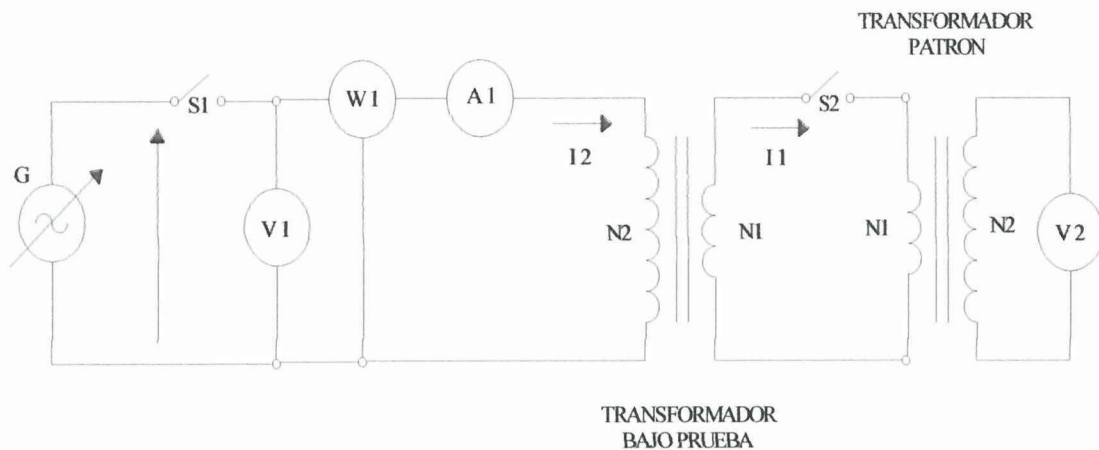
Fuente: www.megger.com/product/pmm-1.

En esta prueba se debe considerar los riesgos eléctricos, ya que en el lado primario existirá 7967 V, es decir, medio voltaje, por lo cual todas las conexiones se deberán realizar des energizando el transformador que será sometido al análisis.

Los ensayos de circuito abierto y corto circuito nos permiten determinar el rendimiento del transformador, como actúa esta máquina ante la carga y por último, cuál es el estado de las pérdidas en el hierro y en el cobre.

El voltímetro de media tensión deberá ser adquirido por la Universidad Técnica de Cotopaxi para poder medir el voltaje real en el lado primario, o a su vez adquirir un transformador patrón y poder realizar las mediciones respectivas en el lado de bajo voltaje, así como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA #1.23. CONEXIÓN PARA PRUEBA EN VACÍO CON TRANSFORMADOR PATRÓN.



Fuente: www.megger.com/product/pmm-1.

Con este tipo de conexión con un transformador patrón, podemos verificar el voltaje en el lado de baja, ya que si el transformador se encuentra en buen estado entregará el voltaje adecuado en el lado secundario, para que el transformador patrón lo reduzca y se pueda medir en el lado de bajo voltaje del mismo.

Recomendaciones generales para realizar todas las pruebas de rutina en los transformadores.

Se recomienda revisar los manuales de los diferentes equipos a utilizar en el laboratorio de pruebas, para evitar lesiones personales y daños materiales.

El paso previo al realizar las conexiones de los equipos al transformador que será sometido a la prueba, es la conexión a tierra por cualquier eventualidad o avería.

Todas las pruebas deberán ser realizadas sin presencia de voltaje, a excepción de la prueba de corto circuito y de vacío la cual deberá ser alimentada con el autotransformador.

En las conexiones respectivas se deberá utilizar guantes aislantes ya que los transformadores podrían tener residuos estáticos, los cuales podrían entregar un choque eléctrico al personal que manipule los equipos.

Para amplitud del tema revisar la tesis de los postulantes Diego Guayta y Cristian Andrade con el tema “APLICACIÓN DEL EQUIPO POWER MULTIMETER PMM-1 HASTA 600 V Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PARA PRUEBAS EN LA INDUSTRIA Y EN EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS”

CAPITULO 2

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1 INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del presente capítulo, se procede a realizar el análisis partiendo de los datos obtenidos en la Empresa Eléctrica Ambato y Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, con lo cual se espera corroborar nuestra hipótesis, de trabajo y determinar la factibilidad de diseñar e implementar un banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos, para la “Universidad Técnica de Cotopaxi”.

El mismo que se utilizará como elemento de aprendizaje entre el alumno y el docente, para la adquisición de nuevos conocimientos prácticos, generando destreza y aptitudes en los alumnos, obteniendo profesionales de calidad.

Llegamos a este punto del estudio en el que se presenta la incertidumbre acerca de cómo presentar los resultados de nuestra investigación, ¿Es conveniente representar gráficamente los resultados con una descripción detallada? Es evidente la utilidad de poder comparar los datos, puesto que nuestro estudio se compone de varios resultados de análisis, con la consecuencia de que estos conllevan, en cuanto a similitudes y diferencias en el resultado que nos arroje la encuesta, ya que las preguntas tienen un propósito específico, el mismo que es el objeto de nuestro estudio. Sin embargo, a pesar de que el estudio permitirá observar y determinar las causas del problema y cual

será nuestro principal objetivo con la presente investigación, nos permitirá la verificación o refutación de la hipótesis planteada. El hecho de incluir como parte integrante de nuestra investigación, a la encuesta como una herramienta y a la estadística descriptiva nos garantizará, la obtención de datos reales de las Empresas Eléctricas de Ambato y Cotopaxi, con ello se podrá conocer los tipos de pruebas que han realizado y los equipos que han utilizado y elementos más utilizados en las empresas del medio.

En cualquier caso se ha optado en la presente investigación, en dedicar un solo capítulo al análisis e interpretación de resultados de modo general, en el transcurso del cual podrán observarse diferencias en lo que a resultados se trata. Así el presente capítulo se divide en cinco bloques principales:

- a) El primer bloque (literal 2.2), contiene la metodología utilizada como es el método científico, con la técnica de investigación de campo y aplicando la encuesta como herramienta para la recolección de datos para nuestro proyecto de estudio, con la respectiva caracterización de las empresas encuestadas.
- b) El segundo bloque (literal 2.3) está relacionado con el análisis concreto y especificado de los datos que arrojen los estudios concernientes a nuestra hipótesis de trabajo, entendiendo por datos preliminares, cuestiones estadísticas tales como: las contestaciones de las preguntas, forma que se entiende la pregunta, enfoque directo hacia el área correspondiente, lugar de la encuesta y tipos de personas a las cuales se realiza la encuesta y el número total de preguntas, aplicando la alternativa adecuada con la utilización de la escala de Likert.
- c) El tercer bloque (literal 2.4) abarca la comprobación de la hipótesis con los datos finales del estudio que previamente hemos obtenido, esto nos arrojará una respuesta favorable o negativa a nuestras premisas. Los datos

procedentes del segundo bloque contribuirán a la interpretación de resultados de este bloque.

- d) El cuarto bloque (literal 2.5) acoge las conclusiones finales del estudio relacionado con la hipótesis y las variables favorables de la tesis.
- e) El quinto bloque (literal 2.6) interrelaciona las recomendaciones finales del estudio que nos facilitó los resultados, para la aplicación o la adecuación de los beneficios que implica el desarrollo de la hipótesis en dicho proyecto y datos reales previamente justificados.

En el análisis e interpretación de datos de nuestro proyecto, se aplicó con la ayuda de Microsoft Excel la interpretación gráfica de los resultados y una mejor ilustración y explicación en el contenido del proyecto de tesis.

2.2. METODOLOGÍA UTILIZADA

En este capítulo se describe el desarrollo del proyecto de tesis, por ende se procedió a utilizar el método científico el cual describe que es el conjunto de actividades sistemáticas, que el investigador utiliza para descubrir la verdad y enriquecer la ciencia.

En la aplicación de esta investigación el método científico sirvió para detectar errores, llenar vacíos del conocimiento, realizar aplicaciones y descartar errores; para ello, se utilizó los siguientes procedimientos:

- Se partió de una necesidad sentida.
- Se formuló un problema.
- Se planteó una hipótesis.
- Se recolecto los datos.
- Se extrajo conclusiones.

Para poder precisar el trabajo de obtención de datos, se decidió aplicar la técnica de investigación de campo, la cual nos permite estar en el lugar en que se desarrolla o producen los acontecimientos, en contacto directo con quien o quienes son los gestores del problema que se investiga. Aquí se obtiene la información de primera mano en forma directa, con la ayuda de la herramienta estadística llamada encuesta la cual fue aplicada a las diferentes empresas, mediante el uso del cuestionario que se encuentra en el **ANEXO 1**, con esta información se contribuirá a obtener pautas e información de los problemas y necesidades que tienen los profesionales de dicha carrera, en el área de análisis y mantenimiento de transformadores.

Una vez que se tiene definido los datos con la aplicación de la escala de Likert en la encuesta se precede a diseñarlos y representarlos gráficamente con la ayuda del programa Microsoft Excel de acuerdo con el proceso diseñado, obteniendo así la validación de la hipótesis planteada aplicando así las variables de dicho proyecto.

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO.

INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN:

ORIGEN.

La EEASA, fue fundada como compañía anónima en el año 1959. Comenzó sus operaciones arrendando un local en el sector central de la ciudad de Ambato y con la participación de ciento diez trabajadores que atendían a seis mil clientes, con serias limitaciones en su infraestructura básica y muy escasos recursos, que fueron superados exitosamente para llegar al nivel actual de desarrollo. Su única fuente de generación fue la Central Hidroeléctrica Miraflores que producía 1450 KW.

2.4. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL COTOPAXI.

INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN:

ORIGEN.

Ante el notario segundo del cantón Latacunga el 25 de noviembre de 1983 se otorga la escritura pública de constitución de la compañía anónima denominada "EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A., ELEPCO S.A."

El 1ro de febrero de 1984 entra en funcionamiento la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., siendo sus Accionistas INECEL y los Ilustres Municipios de Latacunga, Saquisilí, Salcedo y Pujilí.

En el mes de marzo de 1987 se realiza la construcción de la ampliación de las Centrales Hidráulicas Illuchi N° 2, con el financiamiento de INECEL y de fondos propios de la Empresa. Esta ampliación tiene 5200 KW divididos en dos grupos, inició su funcionamiento en el mes de diciembre de 1987.

2.5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA, A LOS TÉCNICOS DE LOS LABORATORIOS DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS AMBATO Y COTOPAXI.

Pregunta 1.

1. ¿Ha visto Ud. un banco de pruebas de rutina para transformadores?

- a) Si b) No

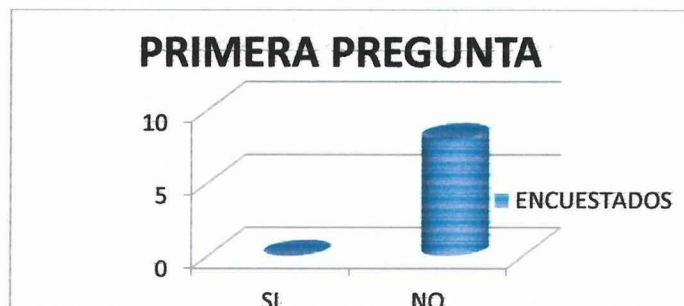
TABLA #2.1. TABLA DE DATOS DE LA 1^{RA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	3	1	4
TOTAL	7	1	8
Porcentaje	99%	1%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a trabajadores en 2011-09- 12.

Elaboración: Grupo investigador

FIGURA #2.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 1^{RA} PREGUNTA.



Elaborado por: Grupo investigado

Análisis

EL 98% manifiestan que si han visto un banco de pruebas de rutina para transformadores y sus aplicaciones, el 1% dicen que no conocen o no han visto.

Pregunta 2.

¿Ha escuchado de las pruebas de rutina aplicables a los transformadores?

- a) Si b) No

Cuales:.....

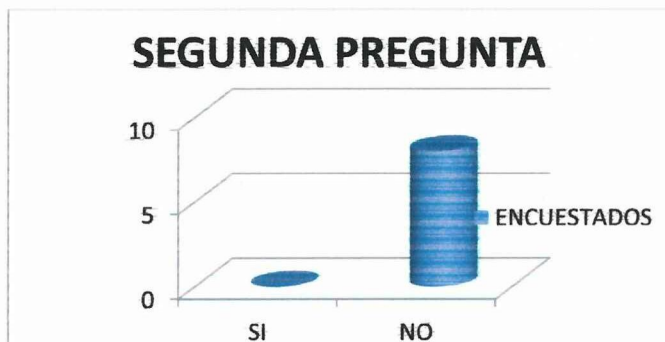
TABLA #2.2. TABLA DE DATOS DE LA 2^{DA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	3	1	4
TOTAL	7	1	8
Porcentaje	99%	1%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 2^{DA} PREGUNTA.



Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

El 99% opinan que si ha escuchado de las pruebas de rutina, dentro de las empresas, el 1% dicen que no han escuchado los beneficios de estas pruebas.

Pregunta 3.

¿Ha usado Ud. algún equipo para realizar pruebas en los transformadores?

- a) Si b) No

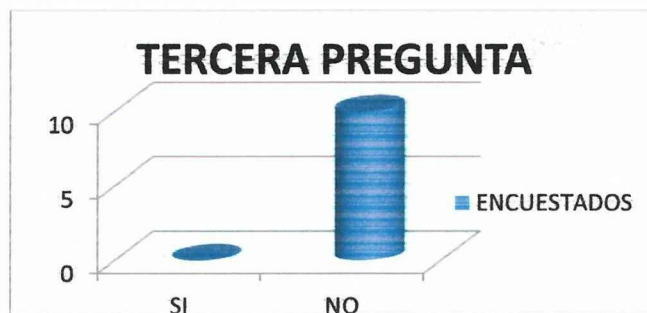
Cuales:.....

TABLA #2.3. TABLA DE DATOS DE LA 3^{RA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	4	0	4
TOTAL	8	0	8
Porcentaje	100%	0%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.
Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 3^{RA} PREGUNTA.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

El 100% opinan que si han visto o han manipulado equipos para realizar pruebas en los transformadores utilizando los siguientes equipos: Meeger, TTR y Micrómetro.

Pregunta 4.

¿Sabe Ud. realizar pruebas de rutina en transformadores?

- a) Si b) No

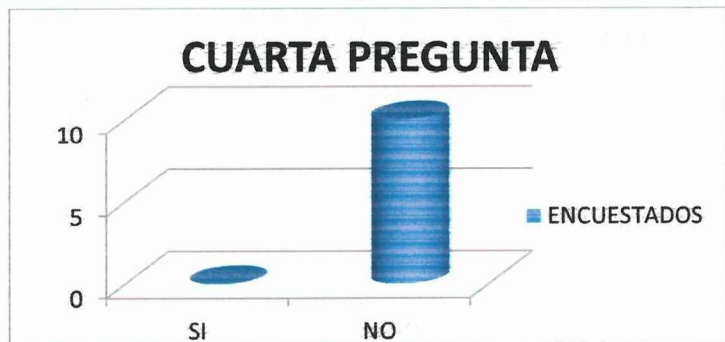
Cuales:.....

TABLA #2.4. TABLA DE DATOS DE LA 4^{TA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	4	0	4
TOTAL	8	0	8
Porcentaje	100%	0%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.
Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 4^{TA} PREGUNTA.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

El 100%, opinan que si ha realizado pruebas de rutina en transformadores en las empresas encuestadas, las pruebas realizadas son de dieléctrico, TTR y Termo grafía.

Pregunta 5.

¿Cree Ud. que las pruebas a transformadores son importantes?

- a) Si b) No

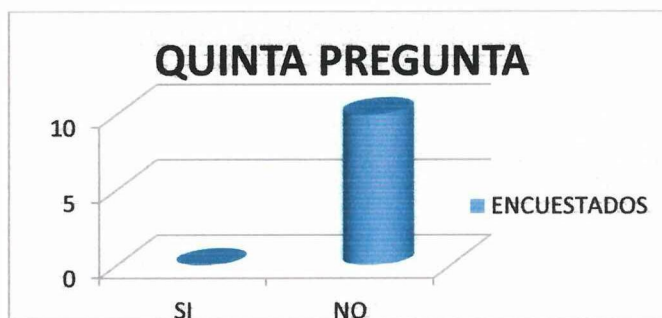
Porque:.....

TABLA #2.5. TABLA DE DATOS DE LA 5^{TA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	4	0	4
TOTAL	8	0	8
Porcentaje	100%	0%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.
Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 5^{TA} PREGUNTA.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

El 100% opinan que si es importante las pruebas a los transformadores porque así se puede cautelar la vida del transformador y permitir determinar perdidas.

Pregunta 6.

¿Conoce algún peligro al realizar las pruebas de rutina para transformadores?

- a) Si b) No

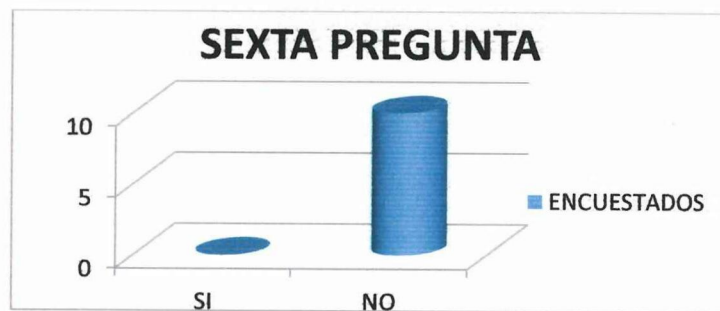
Cual:.....

TABLA #2.6. TABLA DE DATOS DE LA 6^{TA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	4	0	4
TOTAL	8	0	8
Porcentaje	100%	0%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.
Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 6^{TA} PREGUNTA.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

El 100%, opinan que si conocen de algún peligro al realizar pruebas en transformadores, como descargas eléctricas.

Pregunta 7.

¿Ha realizado la prueba de medición del devanado de un transformador?

- a) Si b) No

Equipo utilizado:.....

TABLA #2.7. TABLA DE DATOS DE LA 7^{MA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	3	1	4
TOTAL	7	1	8
Porcentaje	99%	1%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.
Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 7^{MA} PREGUNTA.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

El 99%, opinan que si están en la capacidad de realizar pruebas en el devanado del transformador, utilizando los equipos: Micrómetro, TTR, mientras que el 1% dicen que no ha realizado esta medición.

Pregunta 8.

¿Ha realizado pruebas en el aceite aislante de un transformador?

- a) Si b) No

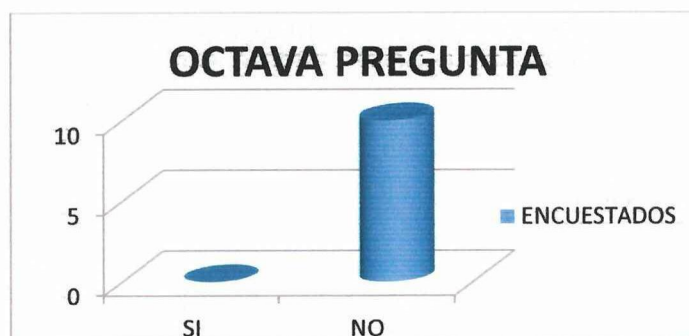
Con que equipo.....

TABLA #2.8. TABLA DE DATOS DE LA 8^{VA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	4	0	4
TOTAL	8	0	8
Porcentaje	100%	0%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.
Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 8^{VA} PREGUNTA.



Elaborado por el grupo de investigación.

Análisis

El 100%, opinan que si han realizado pruebas en aceite en transformadores utilizando equipos como: Hitvolt y Dielectric test sei.

Pregunta 9.

¿Cree Ud. que es necesario utilizar un manual para realizar las pruebas de rutina siguiendo una secuencia?

- a) Si b) No

Porque:.....

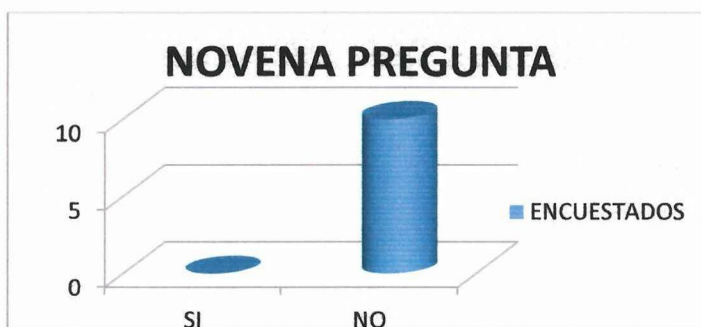
TABLA #2.9. TABLA DE DATOS DE LA 9^{NA} PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

EMPRESAS	OPCIONES		ENCUESTADOS
	SI	NO	
EEASA	4	0	4
ELEPCO	4	0	4
TOTAL	8	0	8
Porcentaje	100%	0%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2011-09- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

FIGURA #2.9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA 9^{NA} PREGUNTA



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis:

El 100%, opinan que si es necesario utilizar un manual para pruebas a los transformadores, para poder así evitar diferentes fallas y mantener el funcionamiento correcto del equipo.

La interpretación de las preguntas de la encuesta se describe en el **ANEXO 2**

2.6. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Enunciado

Al diseñar e implementar la cámara y el banco de pruebas de rutina para transformadores, monofásicos y trifásicos hasta 15 kV en la Universidad Técnica de Cotopaxi, el mismo que podrá ser utilizado en forma particular y de forma interna para los estudiantes, el banco de pruebas nos permitirá realizar análisis a transformadores y a diferentes máquinas eléctricas como son motores y generadores, así como a diferentes aislantes dieléctricos ya sean estos sólidos, líquidos o gaseosos lo cual es un aporte importante para la Provincia de Cotopaxi y en especial para la Universidad.

Resultados de la Verificación

Para la verificación de Hipótesis, se utilizó la técnica de investigación de campo y la herramienta estadística la encuesta las cuales fueron de gran ayuda para desarrollar la presente investigación.

Además los empleados de las empresas tanto de Cotopaxi como de Ambato, en un número que se detalla a continuación:

TABLA #2.10. TABLA DE POBLACIÓN Y MUESTRA.

EMPRESAS	POBLACION	MUESTRA
EEASA	10	4
ELEPCO	10	4
TOTAL	20	8

Elaboración: Grupo investigador

Decisión.

A través de los resultados obtenidos en los diferentes sectores donde se aplicó las encuestas, se puede concluir, el diseño y la implementación de la cámara y del banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos hasta 15 kV, si es factible ya que servirá como una ayuda a las industrias públicas y privadas que deseen realizar las pruebas de rutina a sus máquinas eléctricas, logrando así un aporte a la Provincia de Cotopaxi.

Tomando en cuenta que la mayoría de encuestados manifiestan que las pruebas de rutina son muy importantes, para la prevención de averías totales o parciales, de estas máquinas elementales de un circuito eléctrico de distribución, entonces se concluye que este laboratorio equipado logrará una gran ayuda tanto a la Provincia como a la Universidad, por lo cual el grupo investigador manifiesta que la ejecución de este proyecto será de gran utilidad.

Conclusiones.

Al implementar el banco de pruebas de rutina para transformadores en la Universidad el mismo que permitirá la realización de diferentes pruebas no solo a los transformadores sino a motores y generadores así como a los aisladores de medio voltaje y bajo voltaje.

Al diseñar y construir el banco de pruebas de rutina para transformadores se tomará de base las recomendaciones planteadas para mejorar por completo su diseño en beneficio de la Provincia y de la Universidad.

Para mejorar la propuesta planteada se evaluó correctamente los procesos y diseños del sistema que se utilizará para la construcción de la cámara y del banco de pruebas de rutina de transformadores.

Recomendaciones.

Es fundamental utilizar una adecuada técnica de investigación al momento de ejecutar un estudio, pues de ésta dependerán los resultados y la correcta verificación de la problemática planteada y dar factibilidad a una solución posible.

Se plantea que la auto preparación por parte de los profesionales es necesaria día a día pues todos los conocimientos no se los adquiere dentro del aula de clase sino en la práctica, además que la tecnología se está renovando constantemente en el ámbito técnico eléctrico.

Realizar una continúa capacitación a los docentes, para que transmitan conocimientos actuales de acuerdo a las necesidades sentidas en las diferentes empresas, con lo cual se obtendrá profesionales de calidad que cumplan con las expectativas requeridas por la sociedad.

Al plantear correctamente una encuesta podemos obtener datos precisos y reales de los requerimientos y necesidades, por lo cual las preguntas deberán ser objetivas para la recolección de datos y confirmación de resultados.

Se debe despertar el interés a los estudiantes para la realización de investigaciones en los diferentes aspectos técnicos, con lo cual se podrá desarrollar nuevas técnicas y conocimientos dentro del área profesional en la que se desenvuelvan.

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

3.1. DISEÑO DE LA CÁMARA DE PRUEBAS

En la presente investigación se propone el diseño e implementación de la cámara y del banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos hasta 15 kV, el cual podrá establecer el estado de este tipo de máquinas bajo prueba. Con lo cual se contribuirá en la modernización de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

El laboratorio contará con los equipos necesarios para la realización de las pruebas de rutina, además de todos los accesorios indispensables para la ejecución de cualquier prueba planteada.

Áreas Respectivas y Dimensiones

Las obras se realizarán de acuerdo con los planos, especificaciones técnicas y las indicaciones de fiscalización, existentes en la implementación de los edificios que se están construyendo en la UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.

El contratista para la ejecución de todos los trabajos de obra civil, empleará materiales de buena calidad y mano de obra calificada.

El área total del laboratorio es 13,80 x 8,92.m, dividida en:

Área de recepción de máquinas 7.05 x 8,92m

El área de pruebas se subdividirá en áreas como:

Mesa de trabajo 1.85 x 0.60m

Área de almacenamiento de equipos 4.05 x 2.50m

Jaula de Faraday 3.00 x 3.00m

Estantería 5.74 x 0.60m

Zona de computo 1.50 x 1.00m

3.2. CÁLCULO DE LUXES PARA EL LABORATORIO.

El siguiente cálculo indica los luxes que bajo reglamento de instalaciones eléctricas ecuatorianas para un laboratorio debe ser de 500 lx, para lo cual disponemos de las dimensiones del área de trabajo, consecuentemente realizar los cálculos pertinentes indicados en el primer capítulo.

DIMENSIONES LABORATORIO

LARGO	13,80 m	AREA TOTAL
ANCHO	8,92 m	A= 104 m ²
ALTURA	1,75 m	

1.- ILUMINACIÓN

E = 500 lx

2.- SISTEMA DE ALUMBRADO

DIRECTO = FLUORECENTES

3.- INDICE DEL LOCAL

RL

RELACION DEL LOCAL

Las luminarias a ser instaladas en el laboratorio serán 6 de 96 wattios cada una, separadas a una distancia de 3m a lo largo y 2m a lo ancho, para cubrir el área disponible.

De no alcanzar el nivel de iluminación planteado de 500 lx se deberá instalar otro grupo de luminarias.

Para el cálculo de las corrientes en los diferentes circuitos se va a utilizar la siguiente formula, con la cual se procederá a escoger el calibre del conductor según tablas de Cablec y por último se elegirá la protección adecuada para cada circuito derivado de la caja de distribución.

$$I = \frac{P}{V} * 1.25$$

TABLA #3.1. CORRIENTES Y POTENCIAS DE LOS CIRCUITOS

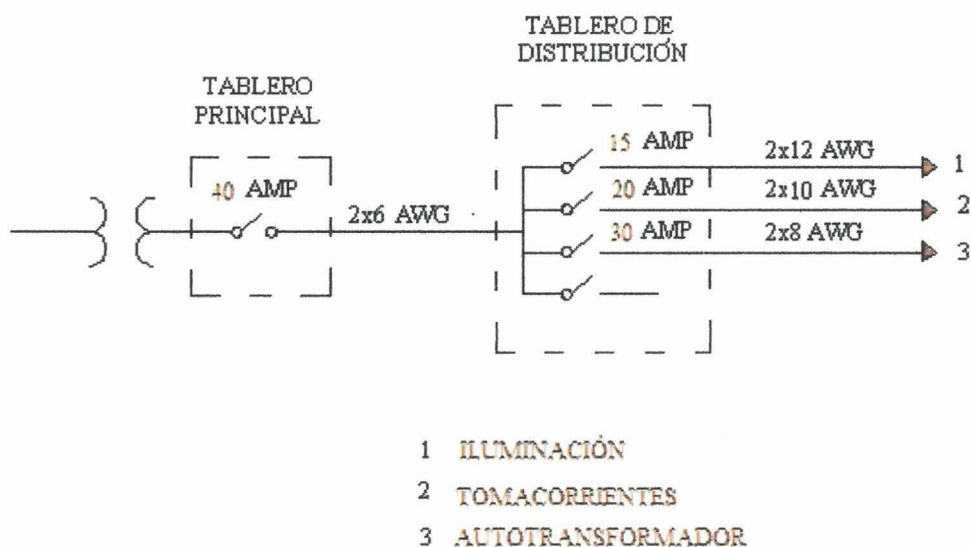
DESCRIPCION DE LOS CIRCUITOS	LUMINARIAS Y TOMA CORRIENTES	POTENCIA C/U	POTENCIA TOTAL	CORRIENTE DEL CIRCUITO	CALIBRE DEL CONDUCTOR SOLIDO	PROTECCION
ILUMINACION	6	96	576	6,54	12 AWG	15(A)
TOMA CORRIENTES DE 110	6	300	300	3,40	10 AWG	20(A)
AUTOTRANS FORMADOR	1	5000	5000	56,82	8 AWG	30(A)
CORRIENTE TOTAL				67,89	6 AWG	40(A)

Fuente: Elaborado por grupo investigador

Se ha considerado calibre #12 para iluminación por norma de instalaciones eléctricas ecuatorianas, así como para tomacorrientes el #10 y según la potencia del autotransformador el conductor #8 y de todo el circuito #6.

A continuación se muestra el diagrama unifilar de todo el sistema eléctrico del laboratorio con sus respectivos circuitos, así como calibres a utilizar para cada uno de ellos.

FIGURA #3.1. DIAGRAMA UNIFILAR DEL LABORATORIO



Fuente: Elaborado por Grupo Investigador

3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL LABORATORIO

En el diseño se aplicó las diversas técnicas y los principios científicos con el fin de alcanzar un objetivo, con suficiente detalle para permitir su correcto funcionamiento. Por lo cual a continuación se procederá a realizar el dimensionamiento del área de pruebas donde se ubicarán todos los equipos.

En el ANEXO 3, se muestran las imágenes del antes, durante y después de la adecuación del espacio de pruebas para transformadores, donde se detalla las diferentes circunstancias que se encontraron en el lugar de trabajo.

En el **ANEXO 4**, se muestran los planos respectivos del laboratorio con las distancias referentes y lugares para la realización de las pruebas anteriormente mencionadas, así como las instalaciones eléctricas del laboratorio y ubicación de las luminarias con respecto al cálculo del nivel de iluminación.

Se debe considerar las señales de seguridad en el área de trabajo, ya que se realiza pruebas con equipos que alimentan transformadores y esto implica un riesgo al utilizar los instrumentos de medición, para lo cual se plantea la siguiente señalización indicada en el **ANEXO 5**, donde nos muestra las señales y equipo de seguridad personal, así como números de emergencia ante cualquier eventualidad.

3.4. ORDEN PARA LAS PRUEBAS DE RUTINA.

En esta parte se detalla qué prueba se realiza primero y consecuentemente las siguientes pruebas.

1. Medición de la relación de transformación y ángulo de fase.
2. Medida de la resistencia de los devanados.
3. Medida de la resistencia de aislamiento.
4. Prueba dieléctrica del aceite.
5. Prueba de corto circuito y vacío

Planteado el orden se puede iniciar las pruebas de rutina.

3.5. PROCEDIMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS

Los procedimientos para realizar cualquier medición en un transformador sometido a prueba es:

- Primero revisar que no esté conectado o alimentado por una fuente ya que las pruebas de rutina se las realiza sin conexión, el equipo a ser analizado

teniendo en cuenta que la prueba de circuito abierto es la única que necesita alimentación adicional para poder realizar la medición.

- Se debe realizar un diagnóstico visual entero de la parte física del transformador, ya que los aislamientos de voltaje del mismo pueden estar trisados y durante la prueba de aislamiento puede suscitarse un inconveniente a nivel de medición.

- A continuación se debe tomar datos de referencia del transformador a ser sometido a las pruebas de rutina, para así tener datos de comparación con respecto al análisis y normas estándares. En el **ANEXO 6**, se muestra la hoja de datos a ser llenada previa a la realización de las pruebas respectivas.

Ya con estos tres pasos podemos empezar a realizar las pruebas de rutina.

En el **ANEXO 7**, se muestra los diferentes equipos y sus accesorios respectivos.

3.5.1. Medida de la relación de transformación

Como se mencionó anteriormente para esta prueba utilizaremos el equipo TTR100 el cual nos permitirá constatar la relación de transformación del transformador sometido a la prueba.

En esta prueba es primordial la instalación de puesta a tierra, es la primera acción que se debe realizar por seguridad del operador.

Con las conexiones pertinentes iniciamos la medición, donde tendremos que esperar un momento para visualizar los resultados.

Terminada la prueba de relación de transformación verificamos con los datos de placa característica del transformador que fue sometido al análisis, bajo la norma

ANSI/IEEE C57.12.90 dice que el resultado obtenido debe estar en un rango del $\pm 0,5\%$ del valor de la placa del transformador, seguidamente variamos el cambiador de taps para continuar con la prueba, si los valores están acorde a lo que dice la norma el transformador está en buen estado, caso contrario existe una posible avería en el transformador o cambiador de taps.

3.5.2. Medida de la resistencia de los devanados

En esta prueba no es necesaria una conexión a tierra, el equipo a utilizar para la medición de resistencia de los devanados es el DRLO-10. Para lo cual iniciamos verificando la temperatura ambiente que debe estar dentro de un rango de 20°C a 30°C, luego encendemos el equipo y seleccionamos el modo de prueba que en este caso será, modo automático o cíclico.

Al cabo de tres segundos tendremos el resultado visible en la pantalla del DRLO-10, con el cual bajo la norma IEEE 62 (6.1.1) tendremos que realizar la comparación que nos dice que la resistencia medida debe estar por el $\pm 5\%$ del valor de la placa característica del transformador, caso contrario existe una posible avería en el devanado del transformador bajo prueba.

3.5.3. Medida de la resistencia de aislamiento

En esta prueba no se utiliza una conexión a tierra, el equipo a utilizar para la medición de resistencia de aislamiento es con el equipo MIT520/2. Para lo cual iniciamos encendiendo el equipo de medición, luego procedemos a seleccionar el voltaje de prueba y el tiempo de la misma así como el modo de análisis ya que puede ser, resistencia de aislamiento, pasos de voltaje, índice de polarización y descarga dieléctrica.

Seguidamente iniciamos la prueba colocando los terminales de prueba como se muestra en las conexiones respectivas en el capítulo 1 donde iniciamos con el nivel de resistencia de aislamiento entre primario a secundario, seguido de primario a

tierra, secundario a tierra y finalmente, los aisladores de voltaje con la conexión respectiva del cable de guarda. En esta prueba por seguridad no se debe tocar los terminales ya que están energizados por el mismo equipo.

El límite del tiempo es establecido por el equipo automáticamente o por el operador, tendremos el resultado para iniciar la comparación, mediante la norma NTE INEN 2118.98, que dice, la resistencia mínima debe de ser el voltaje de alimentación nominal en kV sumado 1000, este sería el resultado final de la prueba de aislamiento. Si el valor está por debajo de la norma establecida, dando como resultado una falla en el aislamiento, existiendo una avería en el transformador.

Para amplitud del tema revisar la tesis de los postulantes Manuel Quinatoa y Luis Casa con el tema “APLICACIÓN DE PRUEBAS DE NIVEL DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS CON VOLTAJE NOMINAL HASTA 15KV”, también revisar la tesis de los postulantes Jairo Pila y Klever Toapanta con el tema “APLICACIÓN DEL EQUIPO MIT520/2 EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS EN EL LABORATORIO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES CON APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN”

3.5.4. Medida de la rigidez dieléctrica del aceite.

Para la realización de esta prueba se utiliza el equipo **OTS60XS** y basándose estrictamente en la norma ASTM D 877 – D 1816 establecida en el **capítulo 1** donde nos indica el procedimiento de la prueba bajo condiciones estándar para recoger la muestra y por último para la limpieza del recipiente.

3.5.5. Prueba de corto circuito y vacío.

Las conexiones respectivas para esta prueba se detallan en el **capítulo 1 equipo PMM-1**.

En esta prueba es de vital importancia una conexión a tierra, ya que se realiza la prueba alimentando el transformador sometido a prueba, el equipo a utilizar para la medición de corto circuito es el PMM-1. Para lo cual iniciamos encendiendo el equipo de medición, realizamos las conexiones pertinentes con las protecciones del caso y tomar en cuenta que el transformador bajo prueba está transformando un nivel de voltaje a otro superior, por lo tanto, hay que tomar una distancia prudente para realizar esta prueba, entonces regulamos el voltaje del autotransformador hasta alcanzar la corriente nominal del transformador bajo prueba ahí se toma los datos necesarios para la hoja de datos.

En esta prueba por seguridad no se debe tocar los terminales del transformador si ocurre una falla hay que detener la prueba.

Con las pruebas terminadas en su totalidad nos referimos a los datos medidos y se establecerá, un análisis técnico del estado de funcionamiento del transformador mediante las normas anteriormente mencionadas.

3.6. PROPUESTA FACTIBLE.

Esta propuesta es factible porque existe amplia información y la experiencia de los docentes ya que muchos de ellos ejercen su profesión en Empresas Eléctricas tanto de Ambato como de Latacunga, el tema de investigación por tal razón tiene factibilidad sobre las pruebas de rutina y equipos a ser utilizados. Mientras que el grupo investigador cuenta con las bases académicas necesarias para poder implementar el mismo, en cuanto a los recursos económicos es financiado por el grupo investigador para su ejecución; con el firme propósito de que este proyecto sea un aporte para el desarrollo tecnológico de la Provincia y la Universidad.

El presente proyecto se realizó por particularmente para la Universidad, específicamente para la carrera de Ingeniería Eléctrica, en el aspecto de construcción fue supervisado por el Director de infraestructura del Hospital General de Latacunga

donde se supervisó la construcción, la ubicación de los equipos para las pruebas de rutina y las adecuaciones respectivas para el diseño e implementación de la cámara. La adecuación del área se realizó tomando en cuenta las necesidades de la misma, las principales insuficiencias fueron de construcción civil y eléctrica.

3.7. PRESENTACIÓN

El proyecto de investigación está dirigido a la correcta manipulación y operación de equipos a utilizar, centrado en la actividad de diferentes empresas que utilicen transformadores en sus respectivas instalaciones, los cuales puedan realizar las diferentes pruebas a sus máquinas eléctricas en la Provincia de Cotopaxi y principalmente para la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Este proyecto de tesis tendrá mucha importancia ya que permitirá, a las empresas y a los alumnos de la institución, realizar prácticas de laboratorio y a su vez conocer los procedimientos metodológicos más adecuados al momento de iniciar un análisis en los componentes de las máquinas eléctricas. Pues de esta manera la mayor parte de las averías en estas máquinas se podrán prevenir, bajo las normas estándar para cada prueba y siguiendo con los procedimientos de seguridad respectivos.

El alumno como principal operador de los equipos de medición en el laboratorio de pruebas debe conocer los sitios de riesgo en el área de trabajo para evitar cualquier accidente eléctrico. Cabe destacar que al poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula, permitirá a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica comparar datos teóricos con datos prácticos.

El proyecto de tesis está enfocado hacia las necesidades que tienen las diferentes industrias de la Provincia y la Universidad, y a su vez se plantea una solución práctica, con la implementación del banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos hasta 15 kV, la cual será de fácil operación y con tecnología actual para poder analizar los datos registrados en los diferentes equipos de medición.

Los fundamentos tecnológicos que constituyen esta investigación, son aquellos referidos al desarrollo de las nuevas tecnologías y fundamentalmente a su introducción en el proceso de análisis de máquinas, enseñanza y educación, con sus múltiples utilidades en el campo técnico.

3.8. JUSTIFICACIÓN

La elección correcta de un transformador de distribución no es tarea que se pueda tomar a la ligera, por lo que el conocimiento a fondo de esta máquina es indispensable para todo profesional eléctrico, por otra parte, poner fuera de servicio un transformador de distribución representa un serio problema para las empresas responsables del mismo, por lo que prestan servicio de electricidad a las comunidades o servicios indispensables, ya que una avería trae consigo un apagón. No obstante, el caso se vuelve más crítico cuando la interrupción de las operaciones del transformador es causada por una avería del equipo o elementos adicionales como materiales aislantes, es decir, pues a los inconvenientes arriba mencionados tendríamos que añadir el costo de reparación o reposición del transformador completamente, si se tratará de una avería en grandes proporciones en sus partes principales como son sus devanados de medio y alto voltaje.

En la actualidad las pruebas de rutina para transformadores son muy esenciales para determinar su estado físico eléctrico garantizando el funcionamiento antes de su instalación previo a su trabajo, para lo cual se ha planteado el diseño e implementación de la cámara y de un banco de pruebas de rutina y así lograr beneficiar a las industrias que disponen de esta clase de máquinas eléctricas, ya que son muy importantes en un sistema eléctrico. La utilización de este banco de pruebas debe ser preciso para prestar las garantías necesarias para la revisión de los transformadores y determinar las características iniciales del fabricante y así comprobar si el transformador se encuentra apto para seguir trabajando o caso contrario para ser dado de baja.

Con el diseño e implementación de esta cámara y del banco de pruebas se logrará beneficiar a las industrias de la ciudad de Latacunga, quienes requieran de mantenimiento a sus transformadores de distribución por sus años de servicio o por comprobación de sus equipos adicionales, al realizar estas pruebas se podrá determinar las características y estado en el que se encuentra el transformador bajo prueba.

De ser apto para seguir en funcionamiento se deberá tratar los dispositivos de aislamiento, como son los bujes de alto voltaje, bajo voltaje, el aceite y comprobar eléctricamente el transformador y así prolongar una vida útil, lo que beneficiará económicamente al usuario responsable de este equipo ya sea residencial, comercial e industrial.

El poseer este tipo de tecnología a través de bancos de pruebas permitirá realizar mediciones en tiempo real, siendo esto una gran ventaja, en la práctica se va observando posibles fallas que se puedan presentarse en un equipo eléctrico de cualquier industria.

3.9. OBJETIVOS.

Objetivo General.

- Diseñar e implementar la cámara y el banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos hasta 15 kV.

Objetivos Específicos

- Diseñar las áreas y equipos específicos para implementar el banco de pruebas de rutina, con sus respectivas normas para la utilización correcta de los equipos.

- Implementar el banco de pruebas hasta 15kV para la realización de ensayos para la verificación a transformadores de distribución, potencia y medida.
- Establecer el procedimiento adecuado para el uso del banco de pruebas de rutina con una planificación, para el manejo y control de los equipos así como la señalización y protección adecuada para el personal que utilice el laboratorio.

3.10. MARCO ADMINISTRATIVO.

A continuación se procederá a detallar los gastos inmersos en la ejecución del proyecto planteado, los mismos que han sido financiados totalmente por los tesisistas en cuanto al desarrollo tanto de la tesis, la adecuación de la cámara de pruebas, la adquisición de todos los equipos y accesorios; con lo cual se cumple el objetivo planteado anteriormente.

Los distintos gastos revisar en el **ANEXO 8**.

3.11. EXPECTATIVA.

Este proyecto es un aporte importante para la provincia y principalmente para la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, en especial para la carrera de Ingeniería Eléctrica por lo que tiene una gran acogida por parte de los docentes y estudiantes, quienes contarán con equipos de alta tecnología para la realización de pruebas en transformadores. También se considera de gran importancia la implementación de este banco, que permitirá conocer las pruebas que se realizan en transformadores, con las respectivas conexiones a los equipos de medición.

El presente proyecto genera una gran expectativa, por parte de las autoridades con el diseño e implementación de la cámara y del banco de pruebas, siendo un laboratorio de prácticas que contenga equipos que están utilizando tecnología de última generación.

Este trabajo investigativo despierta un gran interés ya que amplía el conocimiento teórico-práctico en las personas que lo realizan, al igual que en los estudiantes que realizarán pruebas sobre transformadores.

Conclusiones.

- El presente trabajo de diseño e implementación proporcionó al grupo investigador todos los conocimientos técnico-prácticos necesarios para lograr un conocimiento acerca de las pruebas de rutina y lo más importante diseñar un lugar de trabajo para pruebas.
- En el aspecto técnico los equipos adquiridos por TMR representantes de MEGGER en el Ecuador, fue porque es una marca reconocida y lo más importante la precisión de las mediciones para las diferentes pruebas.
- Con la implementación del banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi, se beneficiará a las industrias que deseen realizar pruebas de rutina en sus diferentes máquinas eléctricas.
- Los equipos son capaces de realizar pruebas adicionales a las de rutina y disponen de una gran capacidad de almacenar lecturas de las pruebas realizadas.
- El beneficio de los equipos adquiridos nos facilitan trabajar en el campo, ya que son portátiles y su funcionamiento es a base de baterías.

Recomendaciones

- Al realizar las pruebas respectivas se debe considerar aspectos de seguridad, por el bienestar personal y material y se debería realizar un mapa de riesgos en el laboratorio.
- En la prueba de corto circuito se deberá adquirir un equipo para medir medio voltaje, o a su vez un transformador patrón el cual indicará el buen funcionamiento del equipo sometido a la prueba misma.
- Para la utilización del autotransformador, es necesario tener en cuenta que el voltaje inicial sea cero, ya que se corre un riesgo de descarga eléctrica si se inicia la prueba con un voltaje.
- En el aspecto de ventilación, de no existir circulación de aire se deberá instalar ventilación forzada, para evitar desmayos en el personal que se encuentre en el laboratorio, así como la temperatura deberá ser de 20 °C a 30 °C de no existir esta temperatura se debe instalar calefacción.
- Con las 6 luminarias instaladas si no se alcanza el nivel de iluminación necesario, se deberá aumentar luminarias hasta alcanzar los 500 lx que son necesarios para un laboratorio.
- Para el traslado de máquinas eléctricas, se deberá instalar un puente grúa o a su vez adquirir un coche con el cual se pueda mover las máquinas que serán sometidas a las diferentes pruebas.
- Se deberá realizar la construcción de un baño adecuado para esta área bajo normas establecidas para laboratorios ya que se trabajará con aceites.

- Las conexiones de puesta a tierra de la malla, se debe realizar mantenimiento mínimo dos veces por año, para garantizar una conductividad adecuada y mantener la resistencia en niveles seguros.

- Para la correcta ejecución de las pruebas en el laboratorio, es necesario que el operador u operadores tengan una idea clara de los riesgos y las normas para las diferentes pruebas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- J. Duncan Glover, Mulukutta S. Salma. *Sistemas de Potencia Análisis y Diseño.* , Pág. 79.
- José García Trasancos. *Instalaciones eléctricas de media y baja tensión.* Editorial Paraninfo S.A. Tercera Edición 2003, Pág. 179.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ABB. Pruebas de control sobre transformadores.
- CABELLO, Jesús. *Diagnóstico precoz de fallas en transformadores.* Editorial PURIMINC.A.
- CATHEY, Jimmie J., *Máquinas eléctricas.* 2da Edición, México, 2002
- DONALD, Fink. WAYNE Beaty. *Manual de Ingeniería Eléctrica.* Editorial: McGraw Hill. 1996. Edición original en inglés. Tomo I-II.
- Evaluación de estado de equipo de subestación, folleto Megger, MEG-531/MIL/5M/11.2006.
- MEGGER, Catálogo de equipos de medición, 2010.
- MYERS, S.D., *Guía para el mantenimiento del transformador,* 3ra Edición, Estados Unidos, 2005.
- NAVARRO José, MONTAÑÉS Antonio, SANTILLÁN Ángel, *Instalaciones eléctricas de alta tensión,* 3ra Edición, Editorial Paraninfo, España, 2002.
- Norma CADAFE. Evaluación del diseño y de pruebas de transformadores.
- PÉREZ, Pedro Avelino, *Transformadores de distribución.* 2da Edición, Editorial Reverte, México, 2006.
- Pruebas de control de Transformadores. Editorial Pauwels.
- www.abb.com

- www.ansi.com
- www.ecuatran.com
- www.ieee.org
- www.inen.gov.ec

NOTA: Además para la elaboración de éste proyecto se recopiló toda la información y cursos proporcionados por la empresa MEGGER - TMR distribuidores de equipos para pruebas en transformadores.

ANEXOS Y PLANOS

ANEXO 1

PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

En el Anexo 1 se puede observar el número de las preguntas realizadas en la encuesta aplicada a los trabajadores de las diferentes empresas como son la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Sur, la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y
APLICADAS**

ESPECIALIDAD ELECTRICA

ENCUESTA PARA LOS EMPLEADOS

Con el objetivo de conocer su nivel de conocimiento acerca del banco de pruebas para transformadores, le pedimos que señale y llene las siguientes preguntas.

1. ¿Ha visto ud, un banco de pruebas de rutina para transformadores?

Si No

2. ¿Ha escuchado de las pruebas de rutina aplicables a los transformadores?

Si No

Cuales:.....
.....

3. ¿A usado ud. algún equipo para realizar pruebas en los transformadores?

Si No

En donde:.....
.....

4. ¿Sabe ud. Realizar pruebas de rutina para transformadores?

Si No

Cuales:.....
.....

5. ¿Cree ud. que las pruebas a transformadores son importantes?

Si No

Porque:.....

6. ¿Conoce algún peligro al realizar las pruebas de rutina para transformadores?

Si No

Cual:.....
.....

7. ¿Ha realizado la prueba de medición del devanado de un transformador?

Si No

Equipo utilizado.....

8.- ¿Ha realizado pruebas en el aceite aislante de un transformador?

Si No

Con que equipo.....

9.- ¿Cree ud. que es necesario utilizar un manual para realizar las pruebas de rutina siguiendo una secuencia?

Si No

Agradecemos su tiempo.

ANEXO 2

INTERPRETACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

En el Anexo 2 se describe las interpretaciones de las preguntas de la encuesta realizada a los trabajadores de las empresas Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Sur, la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi.

INTERPRETACION DE LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

Pregunta 1.

Interpretación.

Definiendo los resultados obtenidos se observa que la mayoría de las personas encuestadas tanto de EEASA, ELEPCO han visto un banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos los mismos que han dado una referencia que un banco de pruebas de rutina particular es necesario para la provincia de Cotopaxi.

Pregunta 2.

Interpretación.

La mayoría de encuestados mencionan que han escuchado de las pruebas de rutina para los transformadores las cuales son la medición de relación de transformación, prueba de aislamiento y rigidez dieléctrica del aceite.

Pregunta 3.

Interpretación.

De acuerdo a estos resultados se determino que la mayoría de los encuestados si han usado un equipo para realizar las pruebas en los transformadores los equipos utilizados para estas pruebas son Megger, TTR, Micrómetro y un par de personas dijeron que no han usado equipos para la realización de estas pruebas.

Pregunta 4.**Interpretación.**

El 100% de los encuestados dijeron que saben realizar las pruebas de rutina en los transformadores las que señalaron fueron análisis del dieléctrico, medición de la relación de transformación y Termografía

Pregunta 5.**Interpretación.**

El 100% de los encuestados dijeron que las pruebas de rutina en los transformadores si es importante ya que podemos prevenir averías por medio de análisis de resistencia, pérdidas y rigidez dieléctrica de esta manera alargamos la vida útil de una maquina eléctrica.

Pregunta 6.**Interpretación.**

Todos los encuestados conocen los peligros que existen al realizar las pruebas de rutina los mismos que supieron señalar que se puede sufrir electrocuciones si no se toman las debidas precauciones de seguridad antes durante y después de realizar las pruebas de rutina.

Pregunta 7.**Interpretación.**

Del total de los encuestados solo el 1% no ha realizado la prueba de medición de los devanados de un transformador mientras que el 99% de los encuestados si a realizado esta prueba con el equipo TTR micrómetro.

Pregunta 8.**Interpretación.**

El 100% de los encuestados dice haber realizado pruebas al aceite del transformador con el siguiente equipo Hitvolt y Dielectric test sei.

Pregunta 9.**Interpretación.**

El 100% de los encuestados dice que si es necesario un manual de uso para utilizar el banco de pruebas de rutina para transformadores monofásicos y trifásicos hasta 15 kV ya que es necesario un instructivo para poder realizar las pruebas bajo parámetros pre establecidos.

ANEXO 3

PLANOS DEL AREA FISICA PARA LA IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO Y DEL BANCO DE PRUEBAS DE RUTINA.

En el Anexo 3 se describe los planos civiles y eléctricos del laboratorio que será implementado en la Universidad Técnica de Cotopaxi con sus respectivos sitios a ser utilizados para cada instrumento de medida.

A continuación se muestran los planos del laboratorio con sus dimensiones y áreas de trabajo y con sus respectivas instalaciones eléctricas donde se especifican los circuitos de iluminación y de fuerza con sus respectivos calibres de los conductores.

Para un mejor entendimiento se detallan en 2 diferentes planos donde se muestran las dimensiones, áreas de trabajo y las instalaciones de iluminación y fuerza.

En la malla de puesta a tierra donde están colocadas las varillas de coperwell se construyeron cajas de revisión para mantenimiento de las soldaduras de las mismas y así poder mantener la confiabilidad del sistema de malla a tierra por cualquier eventualidad.

SIMBOLOGIA



COLUMNAS DEL LABORATORIO



MALLA DE PUESTA A TIERRA



VARILLA COPERWELL



INTERRUPTOR DOBLE



CAJA DE DISTRIBUCION



TOMACORRIENTE DE 110 V



TOMACORRIENTE DE 220 V



PUNTOS PARA FLUORECENTES

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

SIMBOLOGIA A UTILIZAR
EN LOS DIFERENTES
PLANOS

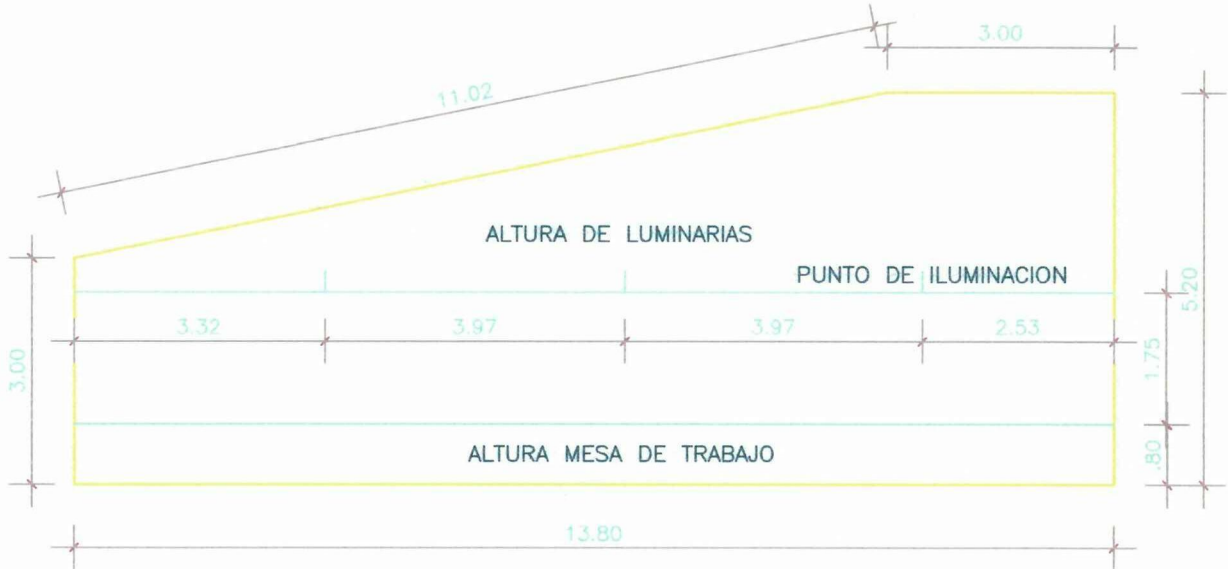
POSTULANTES

BANDA, MARTINEZ

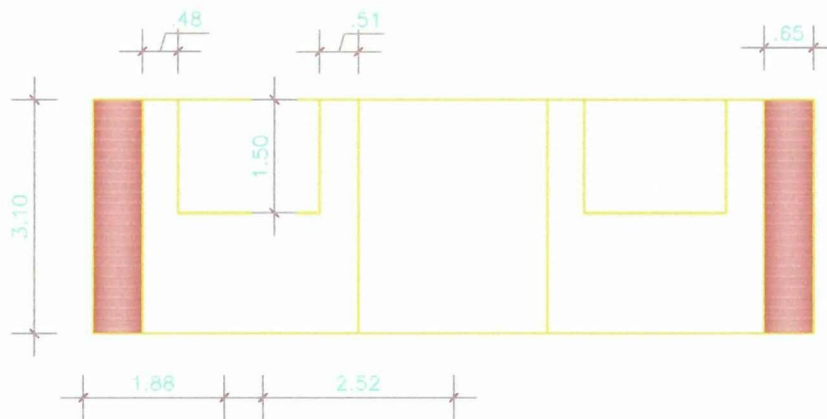
ANEXO: 3

1/5

VISTA LATERAL DEL LABORATORIO



VISTA FRENTE DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

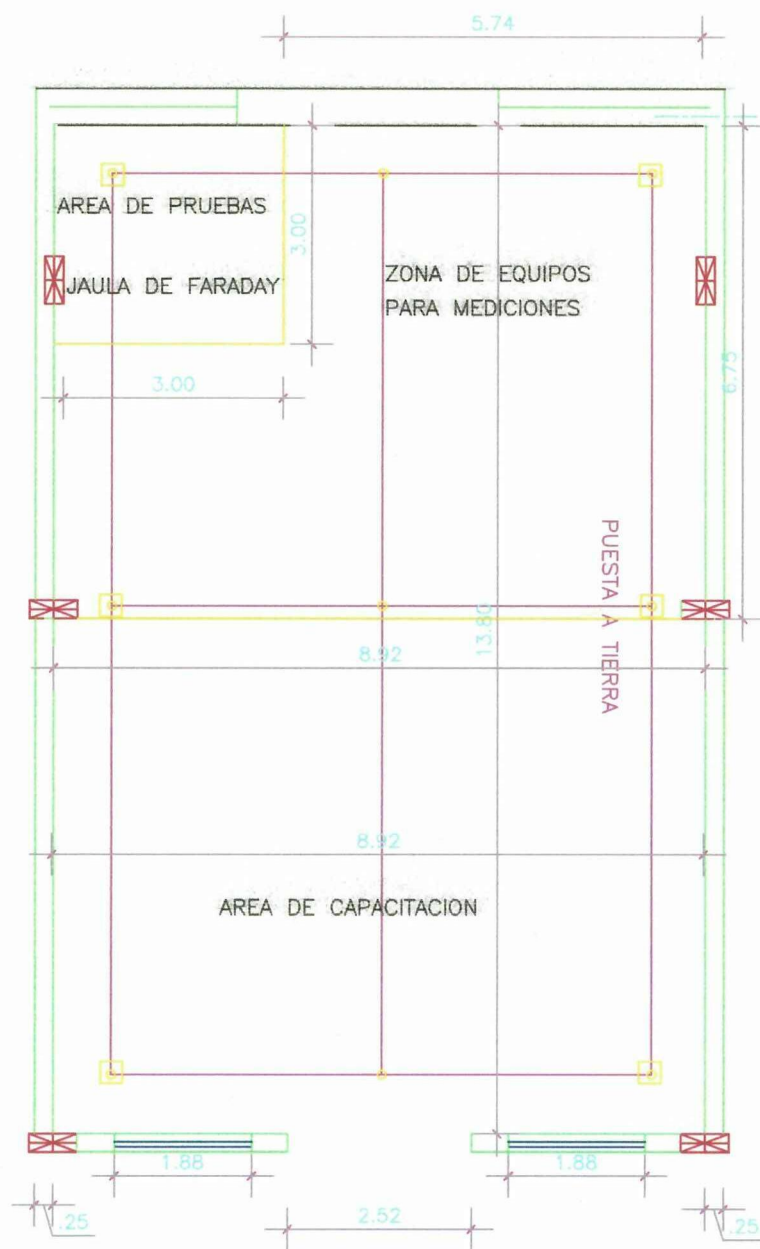
VISTAS DEL LABORATORIO
CON ALTURA DE
ILUMINACION

POSTULANTES

BANDA, MARTINEZ

ANEXO: 3

2/5



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

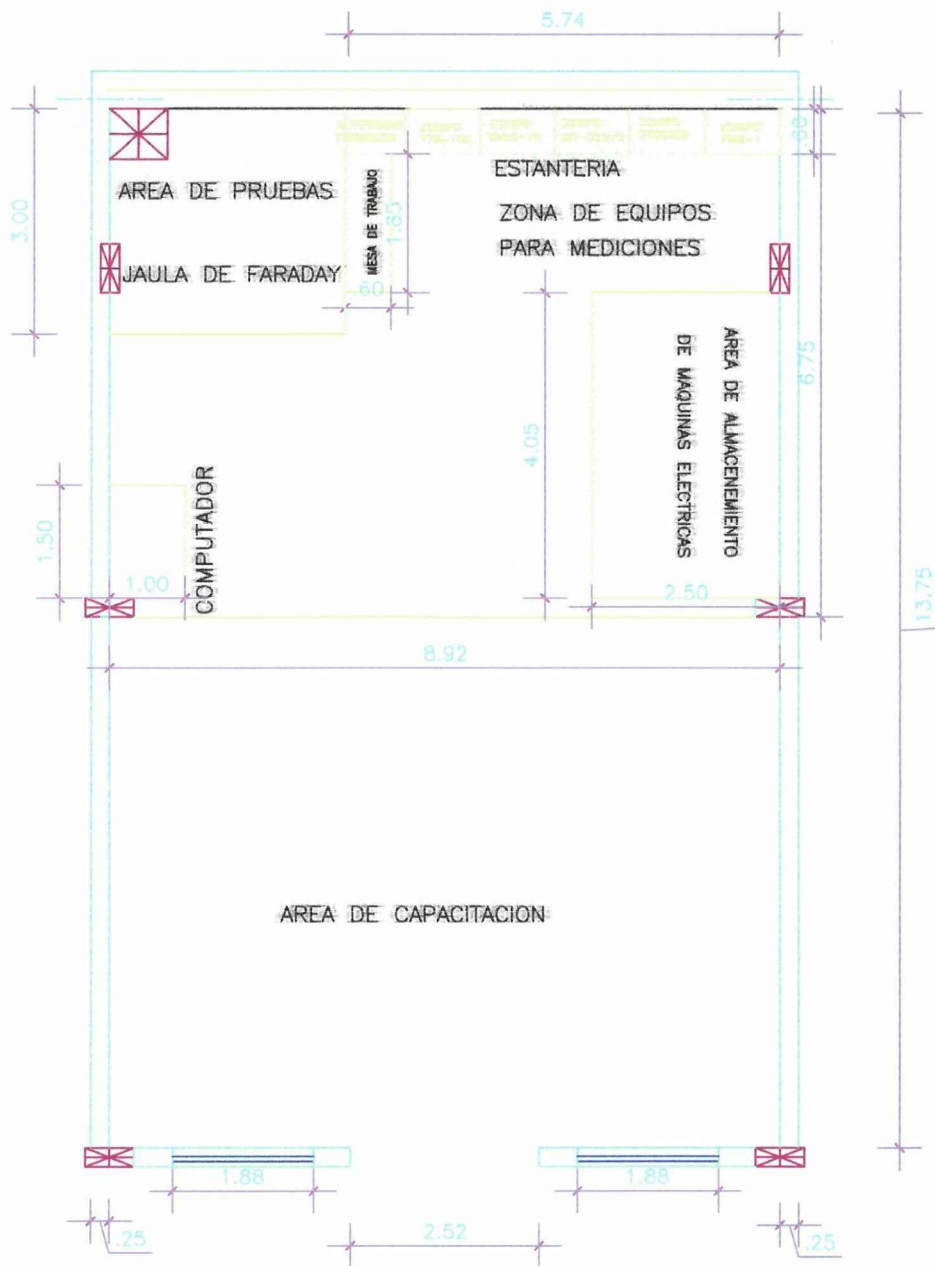
PLANOS DE LA MALLA
DE TIERRA Y DIMENSIONES
DEL LABORATORIO

POSTULANTES

BANDA, MARTINEZ

ANEXO: 3

3/4



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

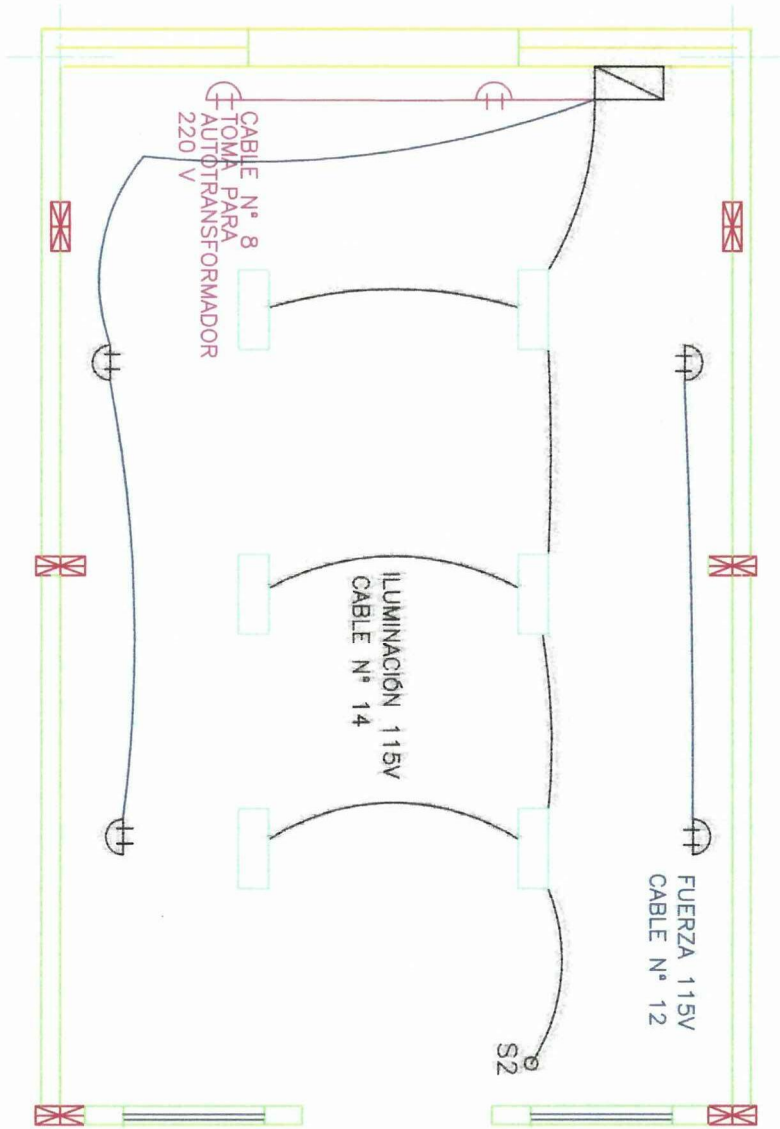
DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS EN LAS AREAS DE TRABAJO DELIMITADAS

POSTULANTES

BANDA, MARTINEZ

ANEXO: 3

4/5



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

PLANOS ELECTRICOS DEL
LABORATORIO DE
TRANSFORMADORES

POSTULANTES

BANDA, MARTINEZ

ANEXO: 3

5/5

ANEXO 4

ADECUACIONES DEL LABORATORIO ANTES DURANTE Y DESPUES.

En el Anexo 4 se muestra las imágenes antes, durante y después de las adecuaciones pertinentes al espacio físico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para la realización de las pruebas de rutina a transformadores.

A continuación se muestran las imágenes del lugar de trabajo donde se realizó las adecuaciones para implementar los equipos de medición para los transformadores.

En la figuras #1, se muestra los trabajos de adecuación al laboratorio donde se ve los canales de puesta a tierra y antes de pintar.

Figura #A4.1. Canal para puesta a tierra.



En la figura #2 muestra el laboratorio pintado por dentro y por fuera y canales respectivos para la instalación de puesta a tierra.

Figura #A4.2



Figura #A4.3



En la siguiente imagen se muestra los trabajos de instalación eléctrica del laboratorio

Figura #A4.4



Figura #A4.5

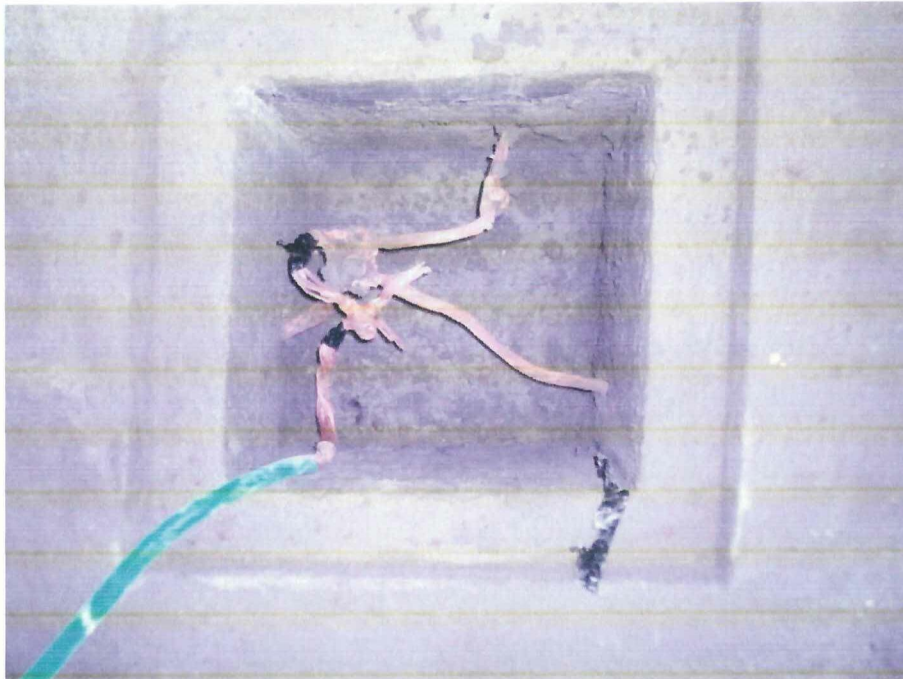


Figura #A4.6



En la siguiente imagen se muestra una de las cajas de revisión para la puesta a tierra las cuales necesitan mantenimiento a futuro.

Figura #A4.7



ANEXO 5

SEÑALES Y EQUIPO DE SEGURIDAD A UTILIZAR EN EL ÁREA DE PRUEBAS.

En el Anexo 5 se muestralas señales de seguridad para los operadores de los equipos de medición instalados en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

La señalización respectiva a utilizar son las siguientes las cuales para las conexiones del transformador bajo prueba hay que realizarla con guantes por una posible descarga eléctrica, por recomendación del personal del laboratorio de la Empresa Eléctrica Ambato.

No pasar el área de prueba al momento de una medición a un transformador sometido al análisis respectivo por presencia eléctrica.



Señal de precaución por riesgo eléctrico.



Para las conexiones respectivas de los equipos de medición al transformador sometido a prueba se debe utilizar guantes para evitar descargas eléctricas por efecto capacitivo de los transformadores.



Salida de emergencia.



Almacenamiento de máquinas eléctricas.



Números de emergencia.

ANEXO 6

HOJAS DE DATOS PREVIO AL ANALISIS DE LOS TRANSFORMADORES

En el Anexo 6 se muestra las hojas respectivas para la recolección de datos previos a las pruebas de rutina y para la recolección de mediciones.



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

LABORATORIO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES

DATOS GENERALES DEL TRANSFORMADOR

FECHA:	CLIENTE:	RESPONSABLE:	
UBICACIÓN			
MARCA		DERIVACIÓN PRIMARIA	
NUMERO DE TRANSFORMADOR		POLARIDAD	
USO		CORRIENTE PRIMARIO	
POTENCIA		CORRIENTE SECUNDARIO	
FASES		FRECUENCIA	
TEMPERATURA		IMPEDANCIA	
TENSIÓN PRIMARIA		CONEXIÓN PRIMARIO	
TENSIÓN SECUNDARIA		CONEXIÓN SECUNDARIO	

MEDICIÓN DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

BORNES/TAP'S	H1-H2	H1- H3	H2- H3
TAP1			
TAP2			
TAP3			
TAP4			
TAP5			

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

MEDICIÓN DE RESISTENCIAS DE LOS DEVANADOS

BOBINADO DE ALTA TENCIÓN			BOBINADO DE BAJA TENCIÓN	
TAP	TERMINAL TAP	VALOR MEDIDO	TERMINAL BOBINAS	MEDICIÓN FASE-NEUTRO
1	A-B		X1-N	
1	A-C		X2-N	
1	B-C		X3-N	
2	A-B			
2	A-C			
2	B-C			
3	A-B			MEDICIÓN FASE-FASE
3	A-C		TERMINAL BOBINAS	
3	B-C			
4	A-B		X1-X2	
4	A-C		X1-X2	
4	B-C		X2-X3	
5	A-B			
5	A-C			
5	B-C			

RESULTADO DE LA PRUEBA:.....

.....

MEDIDA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

VOLTAJE APLICADO	TIEMPOS	RESISTENCIA (GΩ) Y CORRIENTE (AMP) MEDIDA	CONEXIÓN
	30"		AT-TIERRA
	1'		
	2'		
	3'		BT- TIERRA
	30'		
	1'		
	2'		AT-BT
	3'		
	30'		
	1'		
	2'		
	3'		

RESULTADO DE LA PRUEBA:.....

.....

PRUEBA DIELECTRICA AL ACEITE

PRUEBA	METODO ASTM D	VALORES OMTENIDOS	RANGOS (ASTM)		RESULTADOS
			MAX	MIN	
RIGIDEZ DIELEC.					

RESULTADO DE LA PRUEBA:.....

PRUEBA DE CORTOCIRCUITO Y VACIO

PÉRDIDA EN VACIO	ICC	PÉRDIDA EN CORTO CIRCUITO	WATIOS	RESULTADO.....
			
			
			
			
			

ANEXO 7

EQUIPOS Y ACCESORIOS.

En el Anexo 7 se muestra los equipos y accesorios respectivos para el análisis de los transformadores.

ACCESORIOS TTR - 100

Para realizar la prueba de relación de transformación primero se debe asegurar las conexiones de los cables de pruebas en el equipo, tanto los cables "H" como los cables "X".

Figura #A7.1 Cables "H".

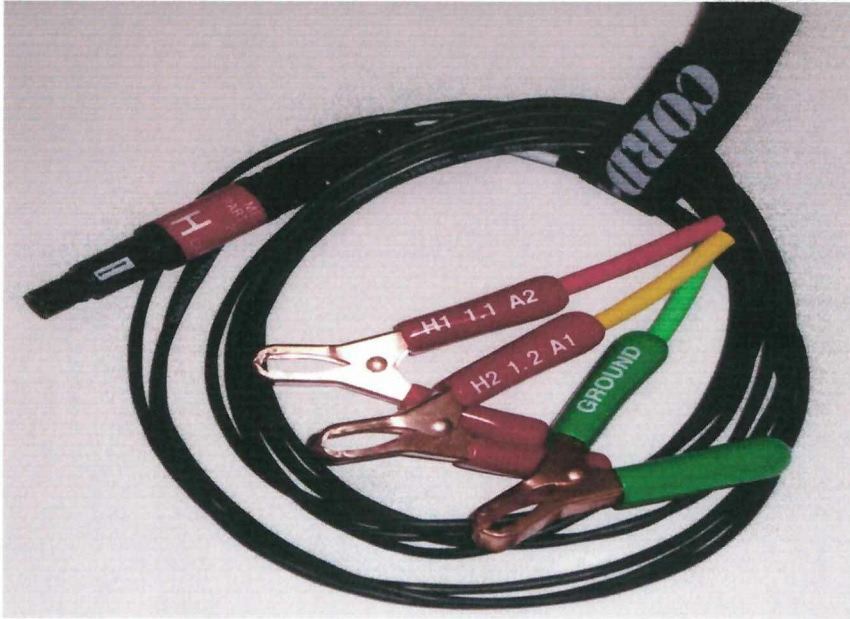
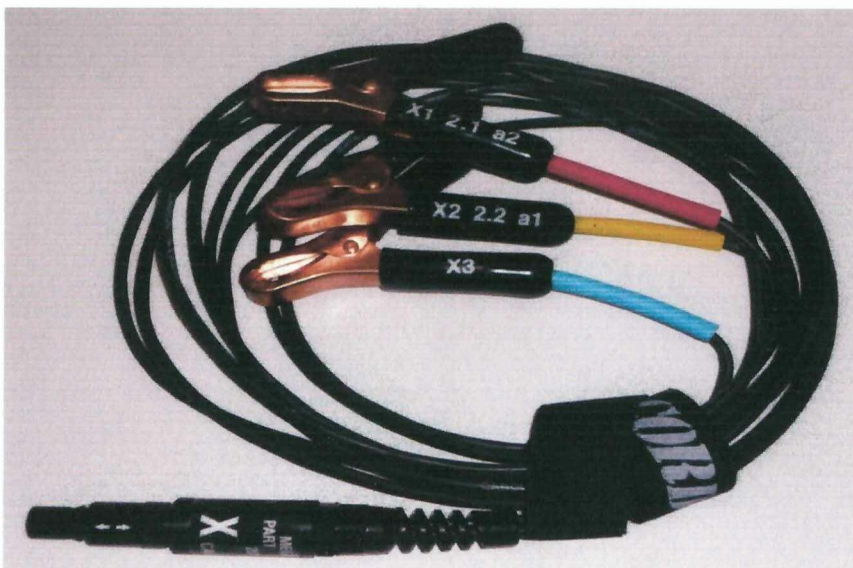


Figura #A7.2 Cables "X".



Luego aseguramos los cables de prueba para posteriormente encender el equipo.

Figura #A7.3 Conexión de los cables “H” y “X”.

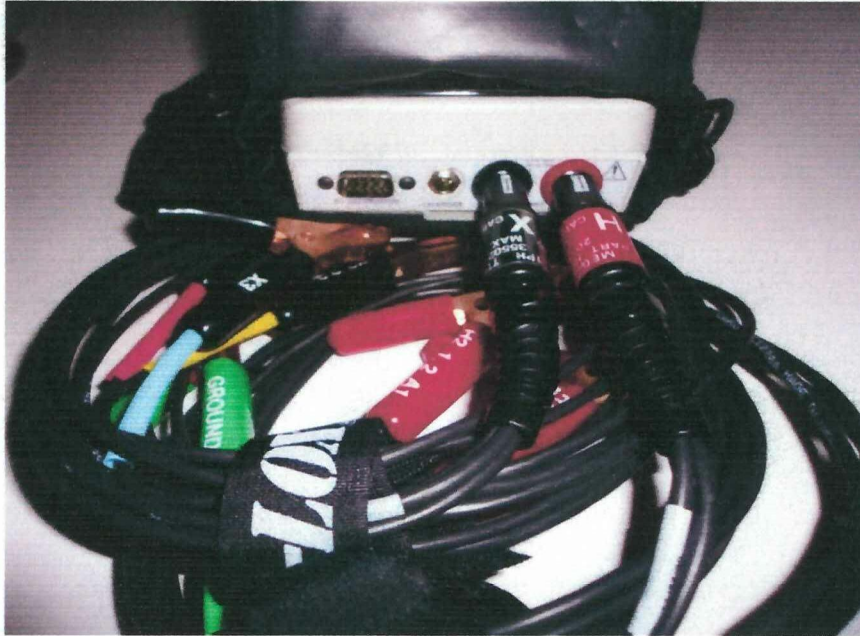


Figura #A7.4. TTR-100 y sus accesorios.



EQUIPO DRLO – 10

Para medir la resistencia en los devanados del transformador bajo prueba disponemos de los accesorios que se ven en la imagen siguiente, como cargador y puntas de prueba.

Figura #A7.5 DRLO-10



Figura #A7.6 DRLO-10 encendido.



EQUIPO MIT 520/2

A continuación se muestra en la figura el equipo MIT520/2 con sus cables y accesorios respectivos, donde se ve cables, positivo, negativo y guarda, así como cable de datos y cargador.

Figura #A7.7 MIT520/2 cables y accesorios.



Los conductores en la figura anterior son polarizados, es decir, el rojo es positivo, el negro es negativo y por último el azul es el cable de guarda para las corrientes de fuga que no se quieran medir.

En la siguiente imagen se muestra el equipo ya en funcionamiento sin el cable de guarda.

Figura #A7.8 MIT520/2 encendido.



EQUIPO OTS60SX

Para la prueba de rigidez dieléctrica los accesorios principales son la cuba de contención para el aceite como se muestra a continuación.

Figura #A7.9 Envase de recolección del aceite.



La cuba viene con una tapa que dispone de una hélice y se coloca en el módulo de prueba para el análisis respectivo.

Figura #A7.10 Recipiente y módulo de prueba

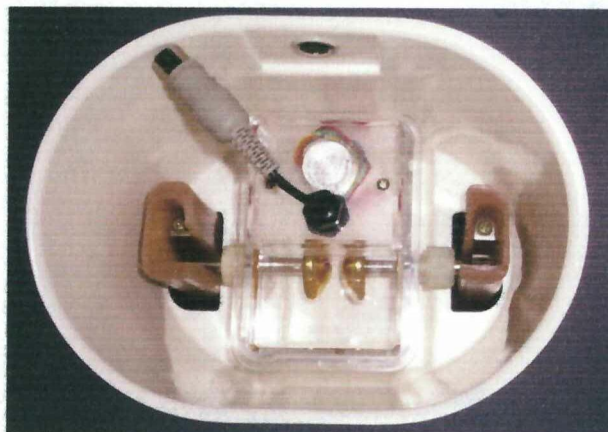
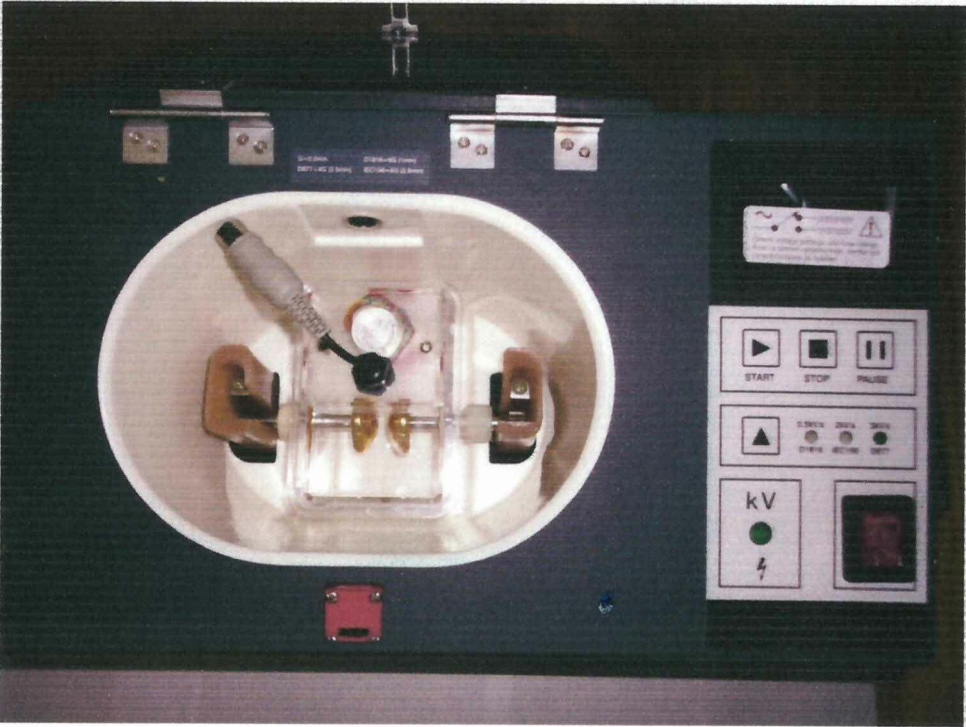


Figura #A7.11 Equipo completo



EQUIPO PMM – 1

En este anexo se muestra los accesorios del equipo PMM – 1 con los cables de corriente y de alimentación de voltaje.

Figura #A7.12 Equipo PMM-1 y accesorios

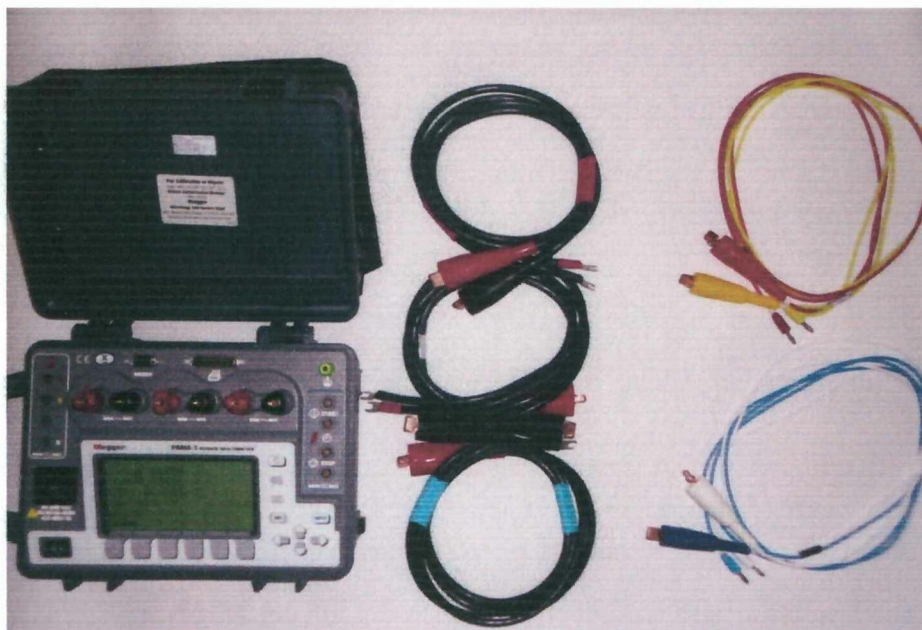


Figura #A7.13 PMM-1 encendido



ANEXO 8

GASTOS ADMINISTRATIVOS.

En el Anexo 8 se muestra los gastos del proyecto de tesis presentado donde se encontrara gastos por adecuación del laboratorio, de construcción, de equipos y varios.

Costos por adecuaciones y construcciones al laboratorio.

Materiales para las adecuaciones.			
Cant.	Elementos.	P. Unitario \$.	Sub. Total \$.
1	Puerta	250	250
2	Ventanas	140	280
1	Jaula	360	360
15	qq de cemento	7,5	112,5
	Ladrillo y mano de obra	3500	3500
TOTAL:			4502,5

Elaboración: Grupo de investigación.

A continuación se muestra el detalle de los equipos adquiridos para el laboratorio a la empresa MEGGER, representantes en Ecuador TMR.

Los detalles son valores referenciales.

PRESUPUESTO TECNOLOGICO			
ITEM	DESCRIPCION	V.UNITARIO	V.TOTAL
1	TTR-100	3200	3200
1	DLRO-10	3600	3600
1	MIT-520/2	10200	10200
1	Autotransformador	3000	3000
1	PMM-1	10500	10500
1	OTS60XS	5600	5600
TOTAL			USD. 36100

Fuente: MEGGER.

Elaboración: Grupo de investigación

A continuación se detallan los elementos eléctricos para las instalaciones eléctricas respectivas del laboratorio.

Elementos eléctricos adquiridos por los tesistas.			
Cant.	Elementos	P. Unitario \$	Sub. Total \$
6	Lámparas de 3 tubos x 32w.	38,5	231
60	metros cable N° 2/0.	11.5	680
1	Interruptor doble.	1,8	1,8
6	Toma corrientes de 110V.	2.5	15
10	Tubos metálicos conduit.	7,5	75
3	Rollos de cable n° 12	45.8	137.4
3	Rollos de cable n° 10	48.9	146.7
9	Varillas coperwell.	3,5	31.5
TOTAL:			1318,5

Fuente: G&S Ingenieros.

Elaboración: Grupo de investigación

A continuación se muestra los detalles de los tesistas para la realización de este proyecto de tesis.

Gastos de elaboración de la tesis teórica.			
Cant.	Procesos	P. Unitario \$	Sub. Total \$
40	Horas de investigación en internet.	0,6	24
90	Horas de uso de computadoras	0,4	36
1500	Impresiones para presentar las tesis.	0,15	225
1700	Copias de Tesis para correcciones de la misma	0,02	34
160	Copias de libros de investigación	0,02	3,2
5	Anillados de las copias de las tesis	1,5	7,5
2	Empastados de las tesis.	13	26
20	Copias de las preguntas de las encuestas.	0,02	,4
TOTAL:			356,1

Fuente: Centro de cómputo y copiado "El Veci.com".

Elaboración: Grupo de investigación

Y por ultimo tenemos los gastos globales del proyecto.

Gastos totales en la implementación de la tesis.		
N.	Descripción.	Sub. Total \$
1	Gastos por adecuaciones del laboratorio.	4502,5
2	Equipos para pruebas	36100
3	Adecuaciones eléctricas	1318,5
4	Gastos de elaboración de la tesis teórica.	356,1
TOTAL DE GASTOS:		42277.1

Elaboración: Grupo de investigación