



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO PARA
PRUEBAS DE VACÍO Y CORTOCIRCUITO DE
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE CNEL EP
SANTO DOMINGO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

Autor

CRISTHIAN ALBERTO PARDO AGUIRRE

Director

ING. JORGE ROMÁN TERÁN BENALCÁZAR, MsC

Santo Domingo, Mayo 2019

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	2300071301
APELLIDO Y NOMBRES:	Pardo Aguirre Cristhian Alberto
DIRECCIÓN:	Coop. Asistencia Municipal Sector # 2
EMAIL:	cristhian96@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	02-3708520
TELÉFONO MÓVIL:	0989787282

DATOS DE LA OBRA					
TÍTULO:	Diseño e implementación de un tablero para pruebas de vacío y cortocircuito de transformadores de distribución de CNEL EP Santo Domingo.				
AUTOR:	Pardo Aguirre Cristhian Alberto				
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	27 de mayo del 2019.				
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Jorge Román Terán Benalcázar, Msc.				
PROGRAMA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">PREGRADO</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">X</td> <td style="width: 33%;">POSGRADO</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>	PREGRADO	X	POSGRADO	
PREGRADO	X	POSGRADO			
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Electromecánico				
RESUMEN:	<p>En el siguiente trabajo técnico de titulación se trata sobre el diseño e implementación de un tablero para pruebas de vacío y de cortocircuito de transformadores monofásicos de distribución de la CNEL EP Santo Domingo, ya que actualmente el laboratorio de transformadores de la empresa no cuenta con uno por lo que no pueden dar un análisis técnico del estado del transformador lo cual está ocasionando pérdidas económicas a la empresa debido a que la red de distribución tiene pérdidas técnicas, ya que tiene operando transformadores en mal estado. Por lo que se construyó el tablero debidamente señalizado y con las protecciones necesarias para brindar seguridad y comodidad al operador, donde con la ayuda de un variac se puede</p>				

	<p>suministrar voltaje al transformador para poder realizar la prueba de vacío y de cortocircuito y con el medidor de energía ION 7350 que posee una precisión de clase 0,5 mediremos las pérdidas en el hierro y en el cobre de los transformadores, donde las perdidas obtenidas compararemos con los valores máximos permisibles establecidas según la norma INEN NTE 2114. Los transformadores que no pasen las pruebas de vacío y de cortocircuito se los sacarán de servicio para posterior mandarlos al área de mantenimiento y con esto se lograra dar un servicio de calidad y poder disminuir las pérdidas en la red de distribución eléctrica ocasionadas por lo transformadores en mal estado. Tener en cuenta que el tablero fue diseñado para realizar pruebas a transformadores que tengan una potencia máxima de 50 kVA.</p>
PALABRAS CLAVES:	Pruebas de vacío, pruebas de cortocircuito, pérdidas, variac.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



F: _____

Pardo Aguirre Cristhian Alberto
C.I. 2300071301

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **PARDO AGUIRRE CRISTHIAN ALBERTO**, CI 2300071301 autor del trabajo de titulación: **Diseño e Implementación de un tablero para pruebas de vacío y cortocircuito de transformadores de distribución de CNEL EP Santo Domingo**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 27 de mayo de 2019.



F: _____

Pardo Aguirre Cristhian Alberto
C.I. 2300071301

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño e Implementación de un tablero para pruebas de vacío y cortocircuito de transformadores de distribución de CNEL EP Santo Domingo** para aspirar al título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** fue desarrollado por **PARDO AGUIRRE CRISTHIAN ALBERTO**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



F: _____
Ing. JORGE ROMÁN TERÁN BENALCÁZAR, Msc.
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 1002527503

CARTA DE CONFORMIDAD DE LA EMPRESA AUSPICIANTE



(02) 275 0084

Av. Tsáchila 826 y Clemencia de Mora
Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador

Santo Domingo a 29 de enero del 2019

Estimado,
Ing. Xavier Orbea
Coordinador de la carrera de Electromecánica

Por medio de la presente, me dirijo a usted y a la comisión de investigación de la Carrera de Electromecánica, para comunicarle el interés investigativo que tenemos en nuestra empresa CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNELEP SANTO DOMINGO, dedicada a DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, en la investigación titulada DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN TABLERO PARA PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION DE CNELEP SANTO DOMINGO. Para nuestra Empresa es de vital importancia que este tema de investigación sea desarrollado por un estudiante de la Carrera que usted dirige. En función de tal necesidad, queremos establecer los compromisos de la empresa siguientes:

1. Acceso a la información de la empresa requerida para realizar la investigación
2. Autorización de entrada a la empresa
3. Recopilación de datos en la empresa
4. Instrumentos
5. Equipos
6. Insumos
7. Recursos informáticos
8. Materias primas

Por la atención que se digna dar a la presente anticipo mi agradecimiento.

Cordialmente,


DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN

Ing. Albaro Augusto Tapia Torres
CI: 1717507402
Profesional de Mantenimiento de Subestaciones y Subtransmisión



DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios y a la Virgen del Cisne por darme salud y fortaleza para lograr terminar mi carrera universitaria.

A mis padres Máximo Pardo y Georgina Aguirre por brindarme su apoyo en todo momento, dándome sus consejos y valores para hacer de mí una persona de bien.

A mis hermanos por haberme motivado para poder cumplir con esta meta.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme salud y fortaleza necesaria para poder alcanzar este objetivo.

A la Universidad UTE y a todos los docentes que tuve la oportunidad de conocerlos porque con sus enseñanzas hicieron posible formar de mí una persona íntegra llena de principios y virtudes.

Quiero expresar de manera muy especial mi agradecimiento al ingeniero Jorge Terán por su apoyo constante en la dirección de mi trabajo de titulación.

Al Ingeniero Álvaro Tapia y Cesar Valverde por su apoyo incondicional, por brindarme sus conocimientos y su ayuda en la elaboración del trabajo propuesto.

A la empresa CNEL EP Santo Domingo por haberme ayudado con los equipos necesarios para el desarrollo de mi trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 TRANSFORMADOR.....	3
1.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR	3
1.1.2 TRANSFORMADOR IDEAL.....	4
1.1.3 TRANSFORMADOR REAL.....	4
1.2 PRINCIPALES PARTES DE UN TRANSFORMADOR.....	4
1.2.1 CIRCUITO ELÉCTRICO	4
1.2.1.1 Devanado primario.....	4
1.2.1.2 Devanado secundario	5
1.2.2 CIRCUITO MAGNÉTICO	5
1.3 TIPOS DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN.....	5
1.3.1 CONVENCIONALES.....	5
1.3.2 AUTOPROTEGIDOS (CSP).....	6
1.4 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN TRANSFORMADOR	6
1.5 IMPORTANCIA DE LOS TRANSFORMADORES	7
1.6 PÉRDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES.....	7
1.6.1 PÉRDIDAS EN EL NÚCLEO DE LOS TRANSFORMADORES .	7
1.6.1.1 Pérdidas por histéresis.....	7
1.6.1.2 Pérdidas por corrientes de Foucault	8
1.6.2 PÉRDIDAS EN EL BOBINADO DE UN TRANSFORMADOR....	9
1.6.3 PÉRDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS SEGÚN LA NORMA NTE INEN 2114.....	9
1.7 ENSAYOS EN UN TRANSFORMADOR	10
1.7.1 ENSAYO DE VACÍO.	10
1.7.2 ENSAYO DE CORTOCIRCUITO.	10
1.8 OBJETIVO GENERAL	11
1.9 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2. METODOLOGÍA	12
2.1 DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO PARA PRUEBAS DE VACÍO Y CORTOCIRCUITO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.	12
2.2 DISEÑO CONCEPTUAL DEL TABLERO	12

2.2.1	DIAGRAMA CONCEPTUAL DEL TABLERO	12
2.2.2	CIRCUITO DE FUERZA.....	12
2.2.3	CIRCUITO DE CONTROL	13
2.2.4	CIRCUITO DE MEDICIÓN	13
2.3	DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS	13
2.3.1	DISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA	13
2.3.2	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	15
2.3.3	DISEÑO DEL CIRCUITO DE MEDICIÓN	16
2.3.4	DISEÑO DEL GABINETE METÁLICO.	17
2.4	IMPLEMENTACIÓN.....	18
2.4.1	CONSTRUCCIÓN DEL GABINETE METÁLICO.	18
2.4.2	DISTRIBUCIÓN FÍSICA Y CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS	24
2.4.3	CONFIGURACIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGIA ION 7350..	26
2.5	ANÁLISIS ECONÓMICO	26
2.5.1	PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRUEBAS DE VACÍO Y DE CORTOCIRCUITO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	26
3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	28
3.1	PRUEBAS DE VACÍO.....	28
3.2	PRUEBAS DE CORTOCIRCUITO	29
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	32
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
4.1	CONCLUSIONES	33
4.2	RECOMENDACIONES.....	34
	BIBLIOGRAFÍA	35
	ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Transformadores monofásicos de 3 a 333 kVA	9
Tabla 2. Transformadores monofásicos de 15 a 333 kVA	9
Tabla 3. Listado de materiales del circuito de fuerza.....	14
Tabla 4. Listado de materiales del circuito de control.	15
Tabla 5. Listado de materiales del circuito de medición.	16
Tabla 6. Listado de materiales para la construcción del gabinete metálico.	17
Tabla 7. Descripción de los elementos y equipos del tablero.	25
Tabla 8. Costo de materiales utilizados en el tablero de pruebas	27
Tabla 9. Costo del gabinete metálico.....	27
Tabla 10. Costo total del tablero de pruebas.	28
Tabla 11. Prueba de vacío del transformador monofásico de 5 kVA, número 1701892.....	28
Tabla 12. Prueba de vacío del transformador monofásico de 5 kVA, número 1703853.....	28
Tabla 13. Prueba de vacío del transformador monofásico de 15 kVA, número 113309.....	29
Tabla 14. Prueba de vacío del transformador monofásico de 15 kVA, número 111528.....	29
Tabla 15. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 5 kVA, número 1701892.	30
Tabla 16. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 5 kVA, número 1703853.	30
Tabla 17. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 15 kVA, número 113309.	31
Tabla 18. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 15 kVA, número 111528.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Principio de funcionamiento del transformador.....	3
Figura 2. Circuitos eléctrico y magnético de transformadores monofásicos.....	5
Figura 3. Circuito equivalente del transformador referido al voltaje primario.....	6
Figura 4. Circuito equivalente del transformador referido al voltaje secundario.	6
Figura 5. Sistema de suministro eléctrico.	7
Figura 6. Ciclo de histéresis.....	8
Figura 7. Núcleos magnéticos.....	8
Figura 8. Esquema del ensayo de vacío.....	10
Figura 9. Esquema para el ensayo de cortocircuito.....	11
Figura 10. Diagrama del diseño conceptual del tablero de pruebas.	12
Figura 11. Circuito eléctrico de fuerza y de medición.	14
Figura 12. Circuito eléctrico de control.....	16
Figura 13. Diseño del gabinete metálico.....	18
Figura 14. Medición en la lámina de tool.	19
Figura 15. Máquina Dobladora de tool.....	19
Figura 16. Soldadora eléctrica.....	20
Figura 17. Puertas del gabinete metálico.....	20
Figura 18. Doble fondo del gabinete metálico.....	21
Figura 19. Base del variac.	21
Figura 20. Montaje del variac.....	22
Figura 21. Pintado del gabinete metálico.....	22
Figura 22. Gabinete metálico.....	23
Figura 23. Perforación del gabinete metálico de acuerdo al diseño propuesto.....	23
Figura 24. Disposición de los elementos en la parte externa del tablero con sus medidas.....	24
Figura 25. Distribución física de los elementos del tablero.	25
Figura 26. Tablero eléctrico de pruebas de vacío y de cortocircuito.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	37
ANEXO 2. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 100/5A, CLASE DE MEDICIÓN 0.5.....	45
ANEXO 3. VARIAC DE 3 KVA.	46
ANEXO 4. CONEXIÓN QUE SE UTILIZÓ EN EL MEDIDOR DE ENERGÍA ION 7350 Y ESPECIFICACIONES DE LAS ENTRADAS DE INTENSIDAD Y TENSIÓN.....	47
ANEXO 5. HOJA TÉCNICA DE CONTACTOR DE POTENCIA NC1-2510.	48
ANEXO 6. HOJA TÉCNICA DE GUARDAMOTOR MARCA CHINT NS2- 25, 9-14 A.	49
ANEXO 7. PLACAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES QUE SE LES REALIZO LAS PRUEBAS.....	50
ANEXO 8. DISEÑO DEL GABINETE METÁLICO.....	52
ANEXO 9. DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE FUERZA Y DE MEDICIÓN.....	53
ANEXO 10. DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE CONTROL.....	54
ANEXO 11. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LOS ELEMENTOS EN EL TABLERO DE PRUEBAS.....	55

RESUMEN

En el siguiente trabajo técnico de titulación se trata sobre el diseño e implementación de un tablero para pruebas de vacío y de cortocircuito de transformadores monofásicos de distribución de la CNEL EP Santo Domingo, ya que actualmente el laboratorio de transformadores de la empresa no cuenta con uno por lo que no pueden dar un análisis técnico del estado del transformador lo cual está ocasionando pérdidas económicas a la empresa debido a que la red de distribución tiene pérdidas técnicas, ya que tiene operando transformadores en mal estado. Por lo que se construyó el tablero debidamente señalizado y con las protecciones necesarias para brindar seguridad y comodidad al operador, donde con la ayuda de un variac se puede suministrar voltaje al transformador para poder realizar la prueba de vacío y de cortocircuito y con el medidor de energía ION 7350 que posee una precisión de clase 0,5 mediremos las pérdidas en el hierro y en el cobre de los transformadores, donde las pérdidas obtenidas compararemos con los valores máximos permisibles establecidas según la norma INEN NTE 2114. Los transformadores que no pasen las pruebas de vacío y de cortocircuito se los sacarán de servicio para posterior mandarlos al área de mantenimiento y con esto se lograra dar un servicio de calidad y poder disminuir las pérdidas en la red de distribución eléctrica ocasionadas por lo transformadores en mal estado. Tener en cuenta que el tablero fue diseñado para realizar pruebas a transformadores que tengan una potencia máxima de 50 kVA.

Palabras Clave: Pruebas de vacío, pruebas de cortocircuito, pérdidas, variac.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Los transformadores son máquinas eléctricas estáticas, que funciona con corriente alterna, constituida por dos devanados, devanado primario y devanado secundario, que permite transformar la energía eléctrica. (FRAILE MORA, 2016) Los transformadores de distribución a través de la historia, han demostrado ser un dispositivo eléctrico de mucha importancia dentro del sistema eléctrico, debido a la importancia que tiene se le debe hacer ensayos periódicos para ver el estado en que se encuentran para así poder brindar un servicio de calidad a los usuarios.

Debido a que algunos transformadores de distribución están trabajando en condiciones nada favorables por lo que afecta su rendimiento provocando pérdidas. Las pérdidas se originan en el hierro del circuito magnético y en el cobre del circuito eléctrico o bobinados. Las pérdidas pueden determinarse mediante ensayos de vacío y de cortocircuito. (Manzano Orrego, 2011)

Según la (NORMA TECNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2114, Segunda Revisión, 2012) nos indica las pérdidas máximas que pueden tener los transformadores monofásicos de distribución en el cobre y en el hierro para ello es necesario hacer las pruebas de vacío y de cortocircuito respectivamente para verificar el estado del transformador y de esta manera concluir si los transformadores pueden seguir en servicio o se los retira para hacerles el mantenimiento adecuado y en algunos casos incluso dar los de baja.

En el presente trabajo de titulación responde a la necesidad de CNEL EP Santo Domingo, de realizar un análisis del estado de los transformadores de distribución monofásicos, donde se cubrirá esta necesidad mediante la implementación de un tablero de pruebas de vacío y cortocircuito en el laboratorio de la empresa, donde me permitirá dar un correcto análisis del estado que se encuentran los transformadores y así poder determinar si se les da mantenimiento a los que no cumplen con las normas establecidas. De esta manera se podrá reducir las pérdidas técnicas en las redes de distribución de energía eléctrica ya que los transformadores que poseen pérdidas muy elevadas en el cobre y el hierro afectan considerablemente la calidad de la energía eléctrica además se podrá aumentar la vida útil de los transformadores monofásicos de distribución. (Gómez Sarduy, Viego Felipe, & Ruiz Pérez, 2014)

1.1 TRANSFORMADOR

Un transformador es una máquina eléctrica estática, que permite aumentar o disminuir la tensión y la corriente, manteniendo la potencia, a través del fenómeno de inducción electromagnética, además es una máquina que trabaja con corriente alterna.

1.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR

Un transformador puede operar como un transformador reductor o como un transformador elevador, posee un núcleo de hierro donde esta arrollado con dos bobinas de cobre. Su funcionamiento consiste en que el devanado primario va a ir conectado la fuente de alimentación haciendo circular por la bobina primaria una corriente alterna generando un flujo magnético por el núcleo y en el bobinado secundario como se encuentra arrollado en el núcleo generara una tensión.

La relación de transformación de un transformador se la determina con la siguiente ecuación:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = m \quad [1]$$

Donde:

N_p : Número de vueltas de alambre del lado primario.

N_s : Número de vueltas de alambre del lado secundario.

V_p : Voltaje primario.

V_s : Voltaje secundario.

m : Relación de transformación.

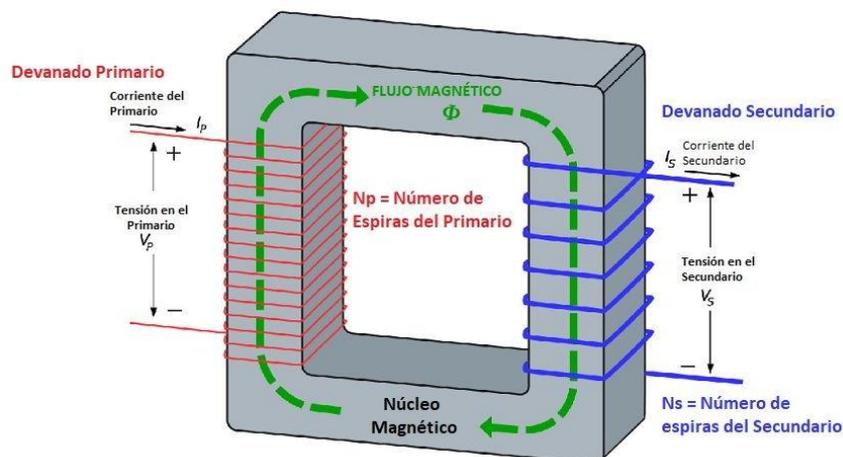


Figura 1. Principio de funcionamiento del transformador.

1.1.2 TRANSFORMADOR IDEAL

Un transformador ideal es una máquina eléctrica estática que debe cumplir dos condiciones para que sea ideal, las cuales son:

- a) Las pérdidas que se producen por efecto Joule en los devanados primario y secundario son nulas, debido a que no presenta resistencias óhmicas en los devanados. (FRAILE MORA, 2016)
- b) Las pérdidas en el núcleo magnético son nulas. (FRAILE MORA, 2016)

1.1.3 TRANSFORMADOR REAL

Las características constructivas de un transformador real son las mismas que la de un transformador ideal pero su conducta no es la misma debido a que posee pérdidas que pueden ser pequeñas pero no despreciables. (Chapman , 2012)

En el transformador real se debe tomar las siguientes consideraciones:

- a) Las pérdidas en los devanados del transformador no son nulas porque existen resistencias óhmicas.
- b) Existen flujos de dispersión haciendo tener pérdidas en el circuito magnético del transformador.

1.2 PRINCIPALES PARTES DE UN TRANSFORMADOR

El transformador está formado por dos circuitos principales: circuito eléctrico y circuito magnético.

1.2.1 CIRCUITO ELÉCTRICO

Está constituido por dos devanados: primario y secundario.

1.2.1.1 Devanado primario

El devanado primario de un transformador está constituido por una bobina de hilo esmaltado de cobre o de aluminio que se arrolla en un carrete de plástico o cartón en la chapa magnética, el número de aspiras depende si es un transformador elevador o reductor. (ALVAREZ PULIDO, 2009)

En el transformador el devanado primario es el que recibe el voltaje de entrada generando una fuerza electromotriz por las espiras provocando el flujo de una corriente alterna.

1.2.1.2 Devanado secundario

La característica principal que tiene el devanado secundario es que va conectado a la carga y está formado por una bobina de hilo esmaltado arrollada en el núcleo magnético. (ALVAREZ PULIDO, 2009)

1.2.2 CIRCUITO MAGNÉTICO

Está constituido por chapas magnéticas de acero al silicio, que forman el núcleo del transformador, estas chapas magnéticas son laminadas en frío para posterior hacerles un tratamiento químico llamado carlite que consiste en recubrir con una capa aislante muy delgada (0,01mm), para disminuir las pérdidas en el hierro. (FRAILE MORA, 2016)

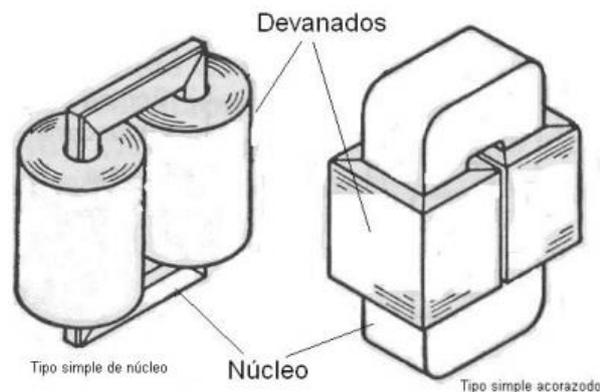


Figura 2. Circuitos eléctrico y magnético de transformadores monofásicos.

1.3 TIPOS DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN

Los transformadores monofásicos de distribución que se utilizan en nuestro país son fabricados cumpliendo los requerimientos técnicos exigidos por las normas nacionales NTE INEN 2120, MEER, y las normas internacionales IEEE STD. C57.12.00, e IEC 60076.

Se clasifican en convencionales y autoprotegidos (CSP).

1.3.1 CONVENCIONALES

Son transformadores que no poseen protecciones para sobre voltaje, cortocircuito y sobrecarga, los rangos de fabricación es de 3 kVA hasta 333 kVA.

1.3.2 AUTOPROTEGIDOS (CSP)

Transformadores que poseen las siguientes protecciones: pararrayo en media tensión, breaker de baja tensión, también tiene una luz piloto para indicar condiciones de sobrecarga, el rango de fabricación es de 3 kVA hasta 100 kVA.

Para garantizar la operación de las protecciones se toman en cuenta los lineamientos establecidos en la norma IEEE STD C57.109. (INATRA, 2019)

1.4 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN TRANSFORMADOR

Un método de gran precisión para el cálculo de los problemas relacionados con las corrientes y las tensiones en los transformadores es mediante un método analítico donde al transformador se lo sustituye por un circuito equivalente donde se incluye todos los fenómenos físicos que estén involucrados en el transformador real. (ENRIQUEZ HARPER, 2009)

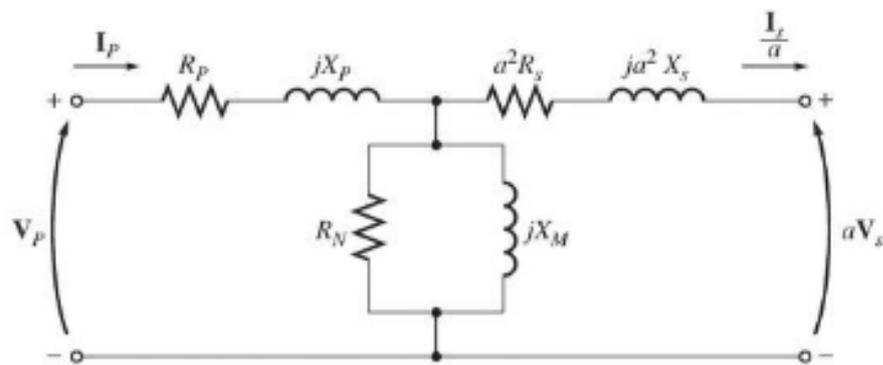


Figura 3. Circuito equivalente del transformador referido al voltaje primario.

Fuente: (Chapman , 2012)

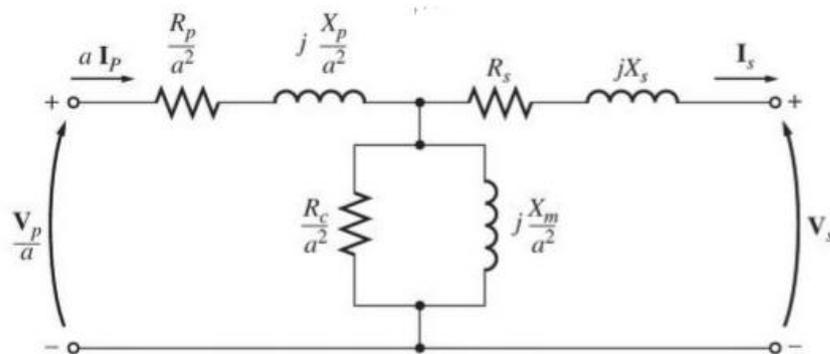


Figura 4. Circuito equivalente del transformador referido al voltaje secundario.

Fuente: (Chapman , 2012)

1.5 IMPORTANCIA DE LOS TRANSFORMADORES

Los transformadores en la red de distribución de energía eléctrica son importantes porque que gracias a ellos se puede disminuir o aumentar su voltaje haciendo posible que el transporte de energía sea más económico y práctico, por lo que contribuye al desarrollo de la industria eléctrica. (Blogtx, 2015)

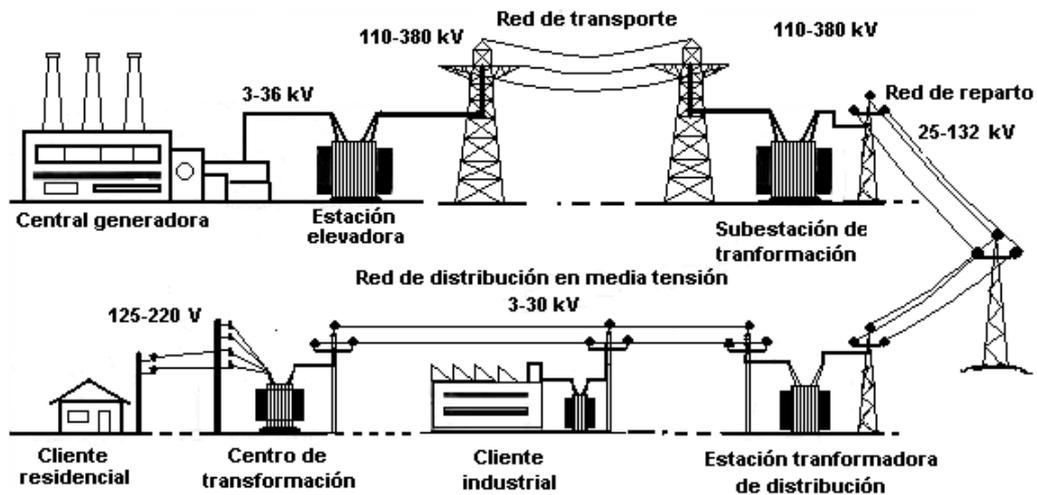


Figura 5. Sistema de suministro eléctrico.

1.6 PÉRDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES

1.6.1 PÉRDIDAS EN EL NÚCLEO DE LOS TRANSFORMADORES

Los transformadores reales tienen pérdidas producidas en forma de calor debido a dos causas:

1.6.1.1 Pérdidas por histéresis

El núcleo del transformador está hecho de material ferromagnético lo cual presenta pérdidas debido al ciclo de histéresis, fenómeno que se da al someter el material magnético a un flujo variable, produciendo una imantación que tiene como consecuencia producir pérdidas de energía en el núcleo en forma de calor.

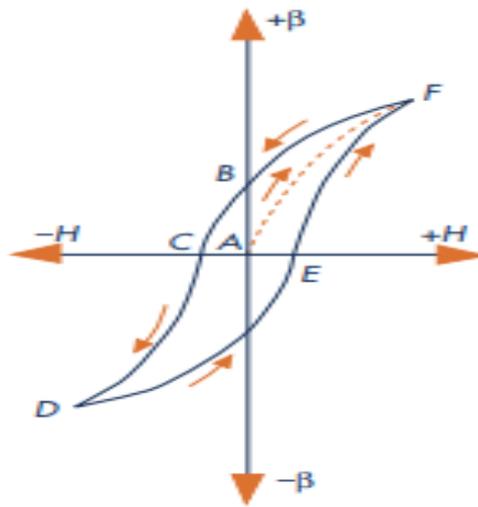


Figura 6. Ciclo de histéresis.

1.6.1.2 Pérdidas por corrientes de Foucault

Estas pérdidas son provocadas por corrientes parásitas que se desarrolla a través de la fuerza electromotriz inducida en el transformador, estas corrientes parásitas circulan por el núcleo oponiéndose al flujo variable haciendo que las pérdidas por Foucault aumenten.

Por lo que se recomienda que para disminuir las pérdidas de Foucault se construyan los núcleos de los transformadores con chapas magnéticas con espesores delgados, aislados entre si y apilados. Para que las corrientes parasitas no puedan circular de una chapa magnética a otra haciendo que la corriente inducida sea menor, logrando disminuir las pérdidas por corrientes de Foucault.



Figura 7. Núcleos magnéticos.

1.6.2 PÉRDIDAS EN EL BOBINADO DE UN TRANSFORMADOR

También llamadas pérdidas en el cobre (P_{cu}), estas pérdidas se dan en los arrollamientos primario y secundario ocasionadas por el efecto Joule, estas pérdidas se las obtiene mediante el ensayo de cortocircuito. (Manzano Orrego, 2011)

1.6.3 PÉRDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS SEGÚN LA NORMA NTE INEN 2114

Según la Norma NTE INEN 2114, establece las pérdidas máximas permitidas para los transformadores monofásicos en vacío y en cortocircuito.

Tabla 1. Transformadores monofásicos de 3 a 333 kVA
Clase medio voltaje $\leq 25 \text{ kV}_{f-f}$ / clase bajo voltaje $\leq 1,2 \text{ kV}_{f-f}$ referidos a 85°C .

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_C (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
3	2,5	21	70	91	3,0
5	2,5	31	91	122	3,0
10	2,5	52	142	194	3,0
15	2,4	68	192	260	3,0
25	2,0	98	289	387	3,0
37,5	2,0	130	403	533	3,0
50	1,9	160	512	672	3,0
75	1,7	214	713	927	3,0
100	1,6	263	897	1160	3,0
167*	1,5	379	1360	1739	3,0

Fuente: (NORMA TECNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2114, Segunda Revisión, 2012)

Tabla 2. Transformadores monofásicos de 15 a 333 kVA
Clase medio voltaje $>25 \text{ kV}_{f-f}$ y $\leq 34,5 \text{ kV}_{f-f}$, clase bajo voltaje $\leq 1,2 \text{ kV}_{f-f}$ referidos a 85°C .

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_C (W)	P_t (W)	U_z (%)
15	2,4	141	246	387	4,0
25	2,4	185	360	545	4,0
37,5	2,0	229	488	717	4,0
50	2,0	267	606	873	4,0
75	1,9	331	821	1152	4,0
100	1,7	386	1019	1405	4,0
167	1,6	507	1497	2004	4,0
250	1,6	628	2025	2653	4,0
333	1,6	732	2510	3242	4,0

Fuente: (NORMA TECNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2114, Segunda Revisión, 2012)

Donde:

I_0 : Corriente de vacío.

P_0 : Pérdidas en vacío.

P_c : Pérdidas en cortocircuito.

P_t : Pérdidas totales.

U_{zn} : Voltaje de cortocircuito a 85 °C.

1.7 ENSAYOS EN UN TRANSFORMADOR

Los transformadores por ser máquinas eléctricas tienen pérdidas de potencia pero por ser máquinas estáticas no poseen pérdidas mecánicas, las pérdidas de potencia se presentan en el hierro del circuito magnético y en el cobre del circuito eléctrico, por lo que para determinar estas pérdidas se tiene que realizar los siguientes ensayos: (Manzano Orrego, 2011)

1.7.1 ENSAYO DE VACÍO.

El ensayo en vacío nos permite conocer las pérdidas en el hierro, consta en dejar abierto el devanado secundario mientras que por el devanado primario se alimenta con la tensión nominal.

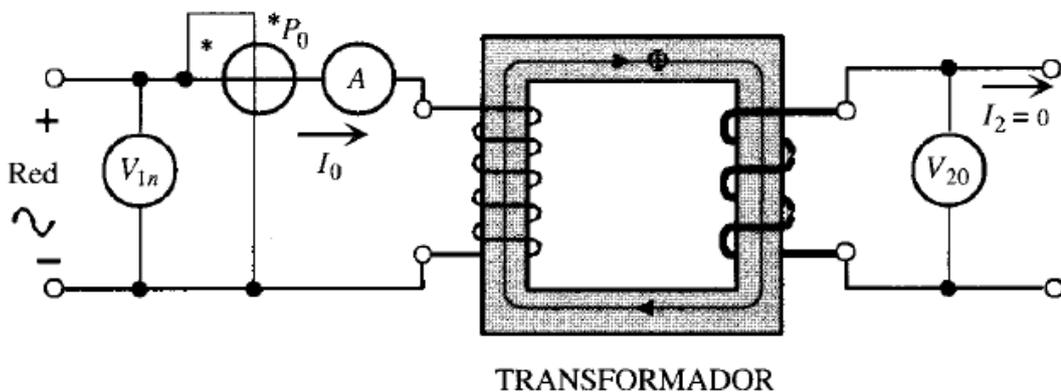


Figura 8. Esquema del ensayo de vacío.

Fuente: (FRAILE MORA, 2016)

1.7.2 ENSAYO DE CORTOCIRCUITO.

Este ensayo nos ayuda a encontrar las pérdidas en el cobre, donde se debe cortocircuitar el lado del devanado secundario con un amperímetro y por el lado del devanado primario alimentar con tensión hasta llegar a tener la corriente nominal en el primario. (FRAILE MORA, 2016)

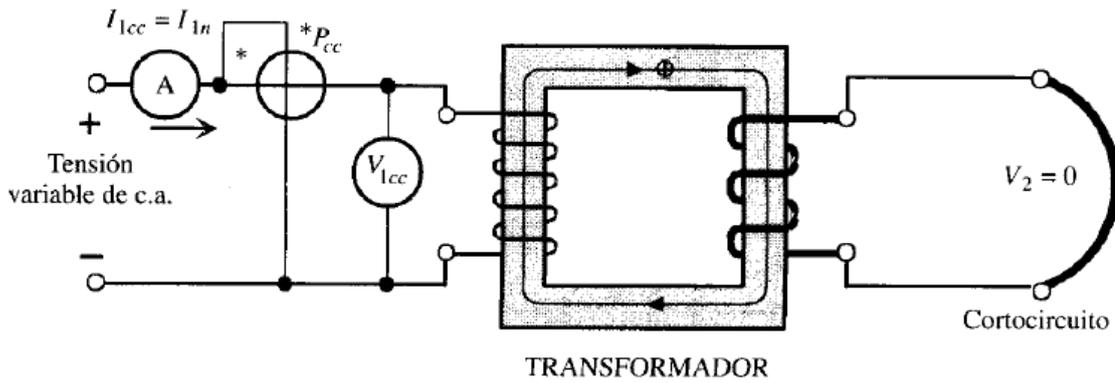


Figura 9. Esquema para el ensayo de cortocircuito.

Fuente: (FRAILE MORA, 2016)

1.8 OBJETIVO GENERAL

Implementar un tablero para pruebas de vacío y cortocircuito de transformadores monofásicos de distribución de CNEC EP Santo Domingo, indicando el valor de las pérdidas en los transformadores.

1.9 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un diseño adecuado del tablero tomando en cuenta factores de seguridad y ergonomía del operador.
- Seleccionar los elementos para la implementación de acuerdo a la capacidad máxima que deseamos tener en el tablero de pruebas.
- Realizar el montaje, conexión y pruebas de funcionamiento de todos los elementos instalados en el tablero.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO PARA PRUEBAS DE VACÍO Y CORTOCIRCUITO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

Actualmente en el laboratorio de transformadores de la empresa CNEL EP Santo Domingo no posee con un equipo de pruebas de vacío y cortocircuito, para poder determinar las pérdidas eléctricas de los transformadores y poder dar un análisis sobre el estado de los transformadores por lo que se plantea la implementación de un tablero para realizar pruebas de vacío y de cortocircuito basándonos en métodos teóricos – prácticos.

2.2 DISEÑO CONCEPTUAL DEL TABLERO

2.2.1 DIAGRAMA CONCEPTUAL DEL TABLERO

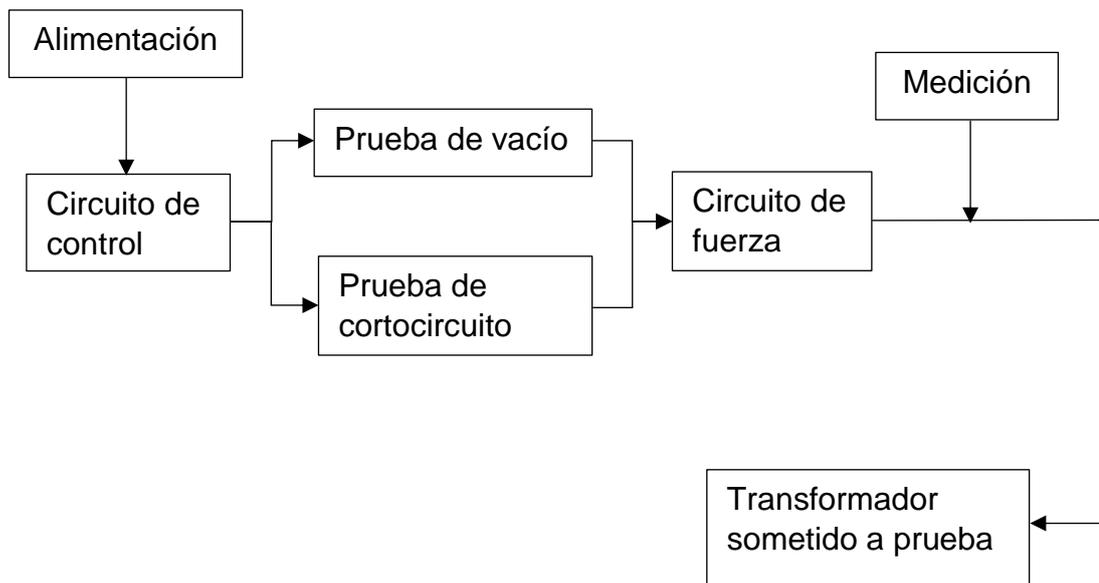


Figura 10. Diagrama del diseño conceptual del tablero de pruebas.

2.2.2 CIRCUITO DE FUERZA

El diseño del circuito de fuerza será diseñado solo para realizar pruebas de vacío y cortocircuito a transformadores monofásicos de distribución donde se

tomará en cuenta los requerimientos pedidos por la empresa CNEL EP Santo Domingo.

El tablero estará diseñado para realizar pruebas a transformadores de una potencia máxima de 50 kVA por lo que todas las protecciones necesarias se las elegirán de acuerdo a esta potencia. Establecidos estos parámetros se procederá a realizar el diseño e implementación del circuito de fuerza además tomando en cuenta que debemos tener un voltaje de salida variable.

2.2.3 CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control operará con un voltaje de 220 V, el cual contará con relés, selectores, pulsadores y luces piloto que me permitan seleccionar la prueba de vacío o de cortocircuito de manera independiente, contará con medidas de seguridad y protecciones debidamente dimensionadas y con la señalización adecuada para brindar comodidad y seguridad al operador.

2.2.4 CIRCUITO DE MEDICIÓN

El sistema de medición tendrá una precisión de clase 0.5 para aumentar la confiabilidad del análisis del estado de los transformadores sometidos a las pruebas donde debemos medir los siguientes parámetros: corrientes, voltajes y potencias, el cual de ser necesario contará con transformadores de corriente o transformadores de tensión.

2.3 DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

2.3.1 DISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA

El circuito de fuerza propuesto tendrá como principal componente un variac monofásico con un voltaje de entrada de 220 V y en su salida tenemos un voltaje variable de 0 a 250 V, la potencia del variac es de 3 kVA dando una capacidad de suministrar 12 A, además el circuito de fuerza posee un contacto tripolar de fuerza que nos da apertura a la alimentación del variac para posteriormente suministrar voltaje necesario al transformador sometido a pruebas de vacío y de cortocircuito, todas las protecciones utilizadas fueron tomadas en cuenta por la capacidad máxima con la que se va a trabajar y también tomando en cuenta la seguridad del operador y de los elementos utilizados.

Tabla 3. Listado de materiales del circuito de fuerza

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Borneras para cable # 10 AWG	10
2	Breaker 2 polos de 10 A	1
3	Breaker 2 polos de 16 A	1
4	Cable concéntrico 2x10 AWG	10
5	Cable concéntrico 4x10 AWG	9
6	Cable flexible # 10 AWG	30
7	Clavija 3 polos + tierra hembra 16 A	1
8	Clavija 3 polos + tierra macho 16 A	1
9	Contacto tripolar 32 A	1
10	Guardamotor trifásico 9-14 A	1
11	Pinzas lagarto	2
12	Variac monofásico de 3 kVA	1

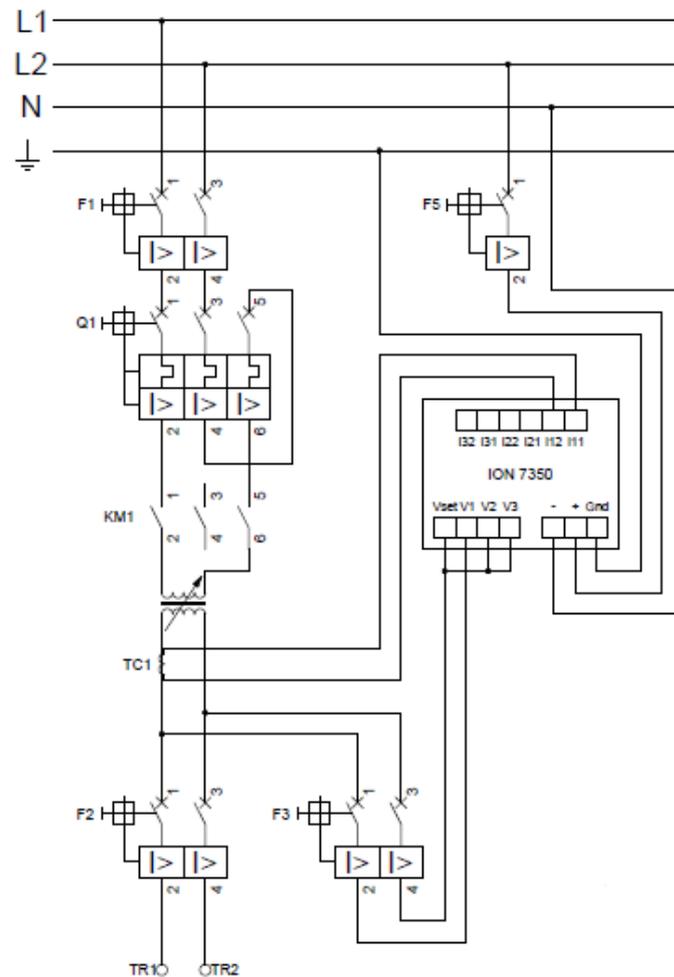


Figura 11. Circuito eléctrico de fuerza y de medición.

2.3.2 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

La alimentación del circuito de control es de 220 V, utilizamos 2 contactos auxiliares uno para la prueba de vacío y otro para cortocircuito que mediante un selector de 3 posiciones que nos permite elegir la prueba que deseamos realizar y con la ayuda de pulsadores normalmente abiertos y normalmente cerrados se puede iniciar la prueba y finalizar la prueba, además cuenta con luces piloto que nos indican la prueba que se está realizando.

Para una mayor seguridad se utilizó un selector de llave para que solo el operador que esté capacitado pueda realizar las pruebas, además para brindar más seguridad se conectó un paro de emergencia y las protecciones necesarias.

Tabla 4. Listado de materiales del circuito de control.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Bloque frontal de contactos auxiliares	1
2	Bloque lateral de contactos auxiliares	1
3	Borneras para cable # 18 AWG	8
4	Breaker 2 polos de 3 A	1
5	Cable flexible # 18 AWG	45
6	Distribuidor de 4 barras	1
7	Luz piloto roja	1
8	Luz piloto verde	2
9	Pulsador de emergencia	1
10	Pulsador NA	2
11	Pulsador NC	2
12	Selector de 3 posiciones	1
13	Selector de llave	1
14	Relés auxiliares	2

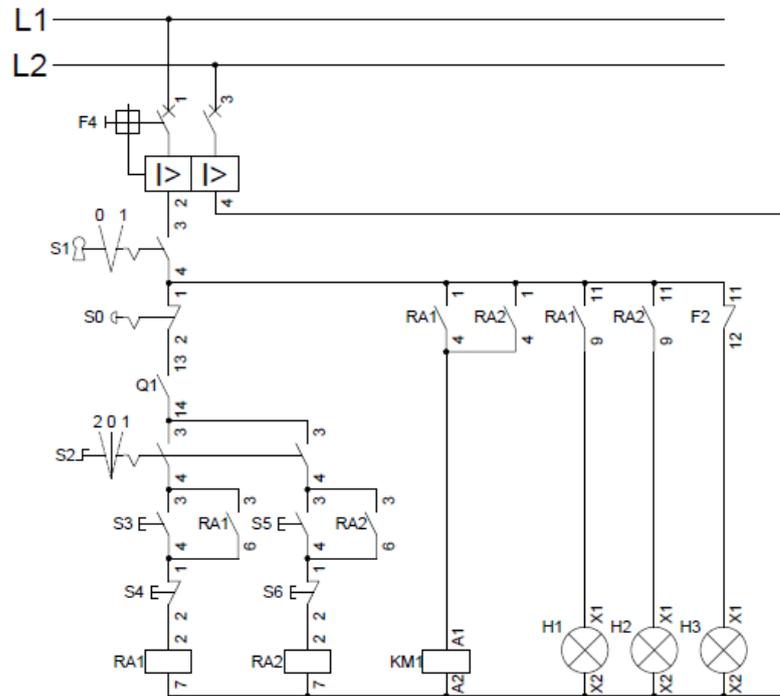


Figura 12. Circuito eléctrico de control.

2.3.3 DISEÑO DEL CIRCUITO DE MEDICIÓN

El circuito de medición diseñado va a estar conectado en la salida del variac, donde se utilizó un medidor de energía ION 7350, la conexión que se usó para conectar las entradas de voltaje y de corriente fue estrella de 4 hilos en el cual se eligió un transformador de corriente de clase de medición 0.5 con una relación de transformación de 100/5 A, no se utilizó transformador de tensión debido a que en el manual del ION 7350 nos indica que cuando utilizamos la conexión de estrella de 4 hilos la medición de voltaje es directa porque nos permite medir voltajes 347 V L-N o 600 V L-L como máximo, por seguridad a nuestro equipo se colocó protecciones en las entradas de voltaje. La alimentación del medidor de energía fue a 110 V con su respectiva protección.

Tabla 5. Listado de materiales del circuito de medición.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Breaker 1 polo de 3 A	1
2	Breaker 2 polos de 3 A	1
3	Cable flexible # 18 AWG	20
4	Medidor de energía y potencia ION 7350	1
5	Transformador de corriente 100/5 A clase 0,5	1

2.3.4 DISEÑO DEL GABINETE METÁLICO

El diseño del gabinete metálico para pruebas de vacío y de cortocircuito, se realizó después de la selección de los materiales del circuito de fuerza, control y medición, una vez ya determinado las dimensiones de todos los equipos a utilizar se decidió que se lo fabricará el tablero en una lámina de tool galvanizado de 3/16" de espesor, dividido en dos secciones por lo que tendrá dos puertas cada una con su respectiva cerradura, una sección será para el variac y el medidor de energía, y la otra sección tendrá doble fondo hecho del mismo material, esta sección será para los equipos de control y fuerza, las dimensiones del tablero serán 700 mm de largo por 600 mm de alto y 250 mm de ancho.

Tabla 6. Listado de materiales para la construcción del gabinete metálico.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Bisagras	4
2	Broca de 1/2"	1
3	Broca de 1/4"	1
4	Broca de 3/16"	1
5	Canaleta ranurada	1
6	Cerraduras	2
7	Máquina de pintura electrostática	1
8	Dobladora de tool	1
9	Lámina de tool	1
10	Pulidora	1
11	Riel de aluminio	1
12	Saca bocados de 1/2"	1
13	Soldadora eléctrica	1
14	Taladro	1
15	Tornillos autoperforantes	15

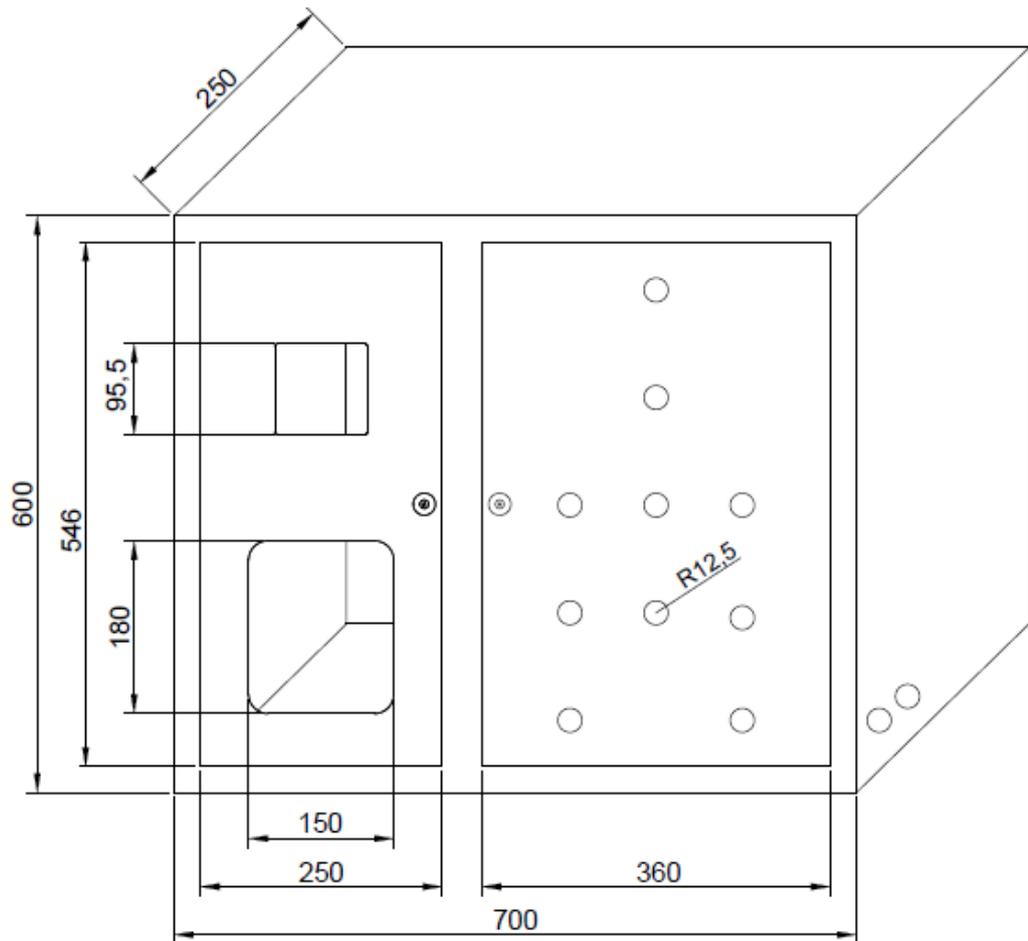


Figura 13. Diseño del gabinete metálico.

2.4 IMPLEMENTACIÓN

2.4.1 CONSTRUCCIÓN DEL GABINETE METÁLICO

Una vez ya establecido el diseño del gabinete metálico para pruebas de vacío y de cortocircuito de transformadores de distribución, se realizó la construcción en una lámina de tool 3/16" de espesor para una mayor durabilidad donde se empezó midiendo de acuerdo a las medidas establecidas en el diseño.



Figura 14. Medición en la lámina de tool.

Con la ayuda de la amoladora se procedió a cortar la lámina de tool para proceder con la dobladora de tool a darle forma de acuerdo al diseño propuesto y con la soldadora unir los ángulos del gabinete metálico.



Figura 15. Máquina Dobladora de tool.



Figura 16. Soldadora eléctrica.

Una vez ya armado la parte externa del tablero se procedió a construir las puertas donde se realizó el agujero para el variac y a la vez se elaboró el doble fondo de la parte derecha del gabinete metálico.



Figura 17. Puertas del gabinete metálico.



Figura 18. Doble fondo del gabinete metálico.

Luego se realizó la base de variac debido a que el equipo es pesado y para que se mantenga firme a nuestro gabinete metálico.



Figura 19. Base del variac.



Figura 20. Montaje del variac.

Luego de haberlo construido se le aplico pintura electroestática para una mayor durabilidad y en color beige.



Figura 21. Pintado del gabinete metálico.



Figura 22. Gabinete metálico.

Finalmente para acabar con la construcción del tablero de acuerdo al diseño propuesto se procedió a realizar los huecos en las puertas con la ayuda de la amoladora y del taladro, esto se realizó de la siguiente manera, en la puerta del lado izquierdo se la denominó sección 1 donde se tuvo que realizar los orificios para el variac y el medidor de energía, mientras que a la puerta derecha se la denominó como sección 2 donde se realizó los orificios para los elementos de control.



Figura 23. Perforación del gabinete metálico de acuerdo al diseño propuesto.

2.4.2 DISTRIBUCIÓN FÍSICA Y CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS

La colocación física de los elementos se realizó tomando en cuenta estética, seguridad, comodidad y funcionalidad. El tablero está diseñado para que los técnicos encargados del laboratorio de transformadores de la CNEL EP Santo domingo puedan realizar las pruebas de vacío y de cortocircuito de una manera segura y cómoda.

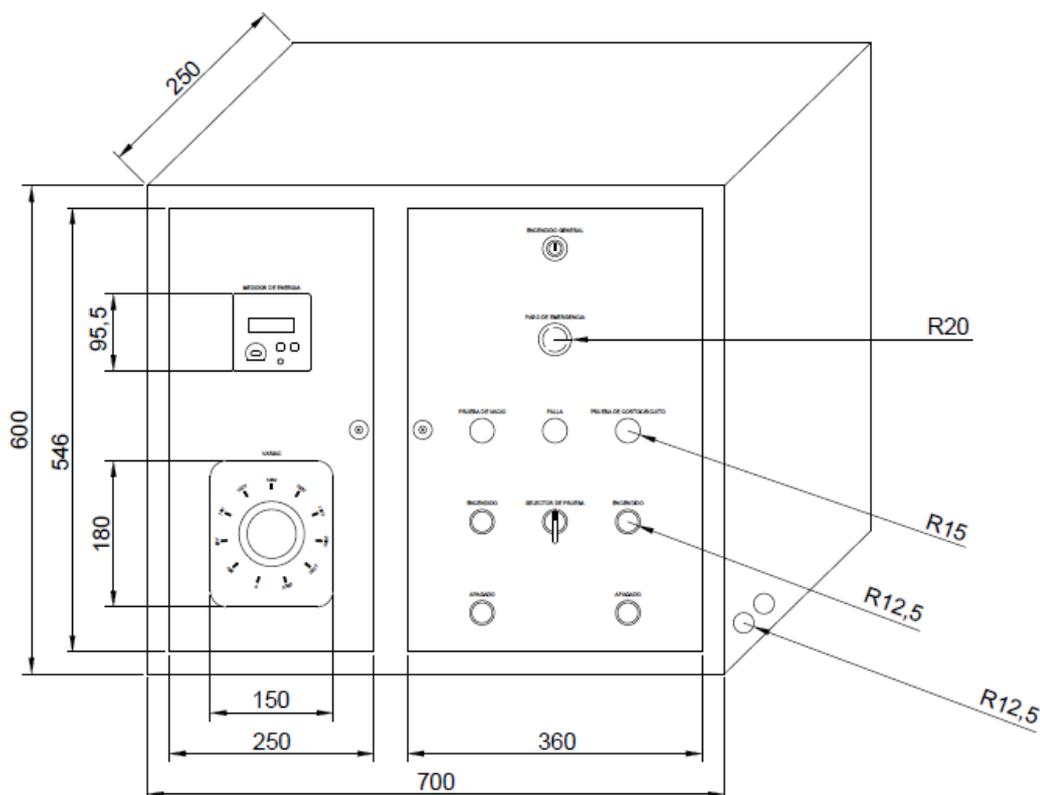


Figura 24. Disposición de los elementos en la parte externa del tablero con sus medidas.

Se empezó trabajando en el doble fondo que se encuentra en la sección dos, colocando la canaleta ranurada junto con la riel DIN para sujetar los siguientes elementos: breakers, guardamotor, contacto tripolar de fuerza, barras de distribución, relays y borneras. Para poder realizar la conexión de los diagramas de fuerza y control de acuerdo a los diseños propuestos.

Luego en la puerta del lado izquierdo del tablero se colocó el medidor de energía ION 7350, el variac monofásico de 3 kVA y el transformador de corriente de 100/5 A.

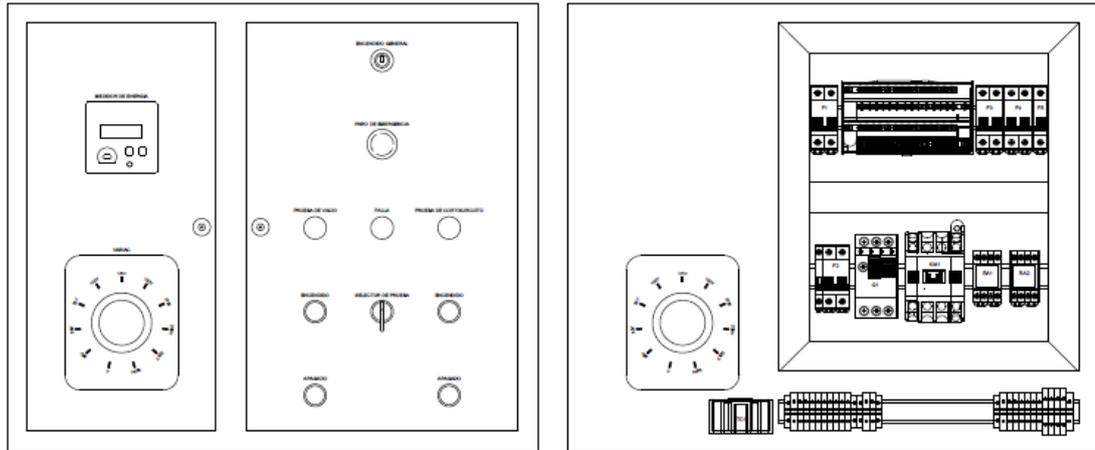


Figura 25. Distribución física de los elementos del tablero.

Tabla 7. Descripción de los elementos y equipos del tablero.

DESCRIPCIÓN			
F1	BREAKER DE 16A	S0	PARO DE EMERGENCIA
F2	BREAKER DE 10A	S1	ENCENDIDO GENERAL
F3	BREAKER DE 3A	S2	SELECTOR DE PRUEBA
F4	BREAKER DE 3A	S3	ENCENDIDO DE PRUEBA DE VACÍO
F5	BREAKER DE 3A	S4	APAGADO DE PRUEBA DE VACÍO
Q1	GUARDAMOTOR DE 9A-14A	S5	ENCENDIDO DE PRUEBA DE CORTOCIRCUITO
KM1	CONTACTOR DE PRUEBA	S6	APAGADO DE PRUEBA DE CORTOCIRCUITO
RA1	RELÉ AUXILIAR 1	H1	FALLA
RA2	RELÉ AUXILIAR 2	H2	PRUEBA DE VACÍO
TC1	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 1	H3	PRUEBA DE CORTOCIRCUITO

Una vez ya realizada la distribución física de los elementos en todo el tablero se procedió con la conexión de la parte eléctrica del tablero donde se empezó por el circuito de fuerza donde se utilizó cable flexible # 10 AWG y para la conexión del circuito de control y medición se utilizó cable flexible # 18 AWG.

Finalmente ya instalados y conectados todos los elementos se señaló todos los cables y equipos con la ayuda de una etiquetadora brandy culminando con la implementación del tablero de pruebas de vacío y cortocircuito de los transformadores.



Figura 26. Tablero eléctrico de pruebas de vacío y de cortocircuito.

2.4.3 CONFIGURACIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGIA ION 7350

Para que el medidor pueda trabajar correctamente se debe configurar adecuadamente ingresando en el medidor los siguientes parámetros: tipo de conexión, relación de transformación de los transformadores de corriente y la relación de transformación de los transformadores de tensión, estos datos se los debe ingresar en el menú Quick Setup del medidor.

2.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

2.5.1 PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRUEBAS DE VACÍO Y DE CORTOCIRCUITO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

En la tabla 7 se detalla el presupuesto de todos los elementos que se adquirieron para desarrollar la construcción del tablero para pruebas de vacío y de cortocircuito para transformadores monofásicos de distribución donde se establece los valores unitarios y totales, además se tomó en cuenta la mano de obra. Cabe recalcar que el medidor lógico no se lo tomo en cuenta en el presupuesto debido a que la empresa contaba con uno.

Tabla 8. Costo de materiales utilizados en el tablero de pruebas

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
1	Bloque frontal de contactos auxiliares	1	5	5
2	Bloque lateral de contactos auxiliares	1	4,23	4,23
3	Borneras para cable # 10 AWG	10	0,31	3,1
4	Borneras para cable # 18 AWG	8	0,22	1,76
5	Breaker 1 polo de 3 A	1	1,73	1,73
6	Breaker 2 polos de 10 A	1	6,77	6,77
7	Breaker 2 polos de 16 A	1	6,77	6,77
8	Breaker 2 polos de 3 A	2	3,65	7,3
9	Cable concéntrico THHN # 2x10 AWG	10	1,47	14,7
10	Cable concéntrico THHN # 4x10 AWG	9	2,89	26,01
11	Cable flexible # 10 AWG	30	0,59	17,7
12	Cable flexible # 18 AWG	65	0,14	9,1
13	Canaleta ranurada	1	3,75	3,75
14	Clavija 3 polos + tierra hembra 16 A	1	9,47	9,47
15	Clavija 3 polos + tierra macho 16 A	1	5,79	5,79
16	Contacto tripolar 32 A	1	14,63	14,63
17	Distribuidor de 4 barras	1	15,91	15,91
18	Guardamotor trifásico 9-14 A	1	20,79	20,79
19	Luz piloto roja	1	1,34	1,34
20	Luz piloto verde	2	1,34	2,68
21	Pinzas lagarto	2	2,34	4,68
22	Pulsador de emergencia	1	2,31	2,31
23	Pulsador NA	2	1,61	3,22
24	Pulsador NC	2	1,61	3,22
25	Relay	2	4,85	9,7
26	Riel de aluminio	1	2	2
27	Selector de 3 posiciones	1	1,73	1,73
28	Selector de dos posiciones de llave	1	2,58	2,58
29	Transformador de corriente 100/5 A clase 0,5	1	10,23	10,23
30	Variac monofásico de 3 kVA	1	133	133
			TOTAL	351,2

Tabla 9. Costo del gabinete metálico.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
1	Estructura del gabinete metálico	1	50	50
1	Puertas metálicas	2	10	20
1	Cerraduras	2	1,5	3
1	Pintura electrostática	1	30	30
			TOTAL	103

Tabla 10. Costo total del tablero de pruebas.

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	Materiales	351,2
2	Gabinete metálico	103
TOTAL		454,2

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 PRUEBAS DE VACÍO

Se realizaron las pruebas de vacío a cuatro transformadores monofásicos de distribución.

Tabla 11. Prueba de vacío del transformador monofásico de 5 kVA, número 1701892.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	INATRA	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		1701892		
POTENCIA (KVA):		5		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		0,63		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		20,83		
PRUEBA DE VACIO				
INTENSIDAD DE VACIO (A):		0,49		
VOLTAJE DE VACIO (V):		240		
PERDIDAS EN VACIO (W):		33		

Tabla 12. Prueba de vacío del transformador monofásico de 5 kVA, número 1703853.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	ECUATRAN	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		1703853		
POTENCIA (KVA):		5		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		0,63		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		20,83		
PRUEBA DE VACIO				
INTENSIDAD DE VACIO (A):		0,11		
VOLTAJE DE VACIO (V):		240		
PERDIDAS EN VACIO (W):		26		

Tabla 13. Prueba de vacío del transformador monofásico de 15 kVA, número 113309.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	INATRA	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		113309		
POTENCIA (KVA):		15		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		1,96		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		62,5		
PRUEBA DE VACIO				
INTENSIDAD DE VACIO (A):		0,345		
VOLTAJE DE VACIO (V):		240		
PERDIDAS EN VACIO (W):		67		

Tabla 14. Prueba de vacío del transformador monofásico de 15 kVA, número 111528.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	TRANS-ELEKTRA	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		111528		
POTENCIA (KVA):		15		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		1,96		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		62,5		
PRUEBA DE VACIO				
INTENSIDAD DE VACIO (A):		10,88		
VOLTAJE DE VACIO (V):		240		
PERDIDAS EN VACIO (W):		288		

3.2 PRUEBAS DE CORTOCIRCUITO

Se realizaron las pruebas de cortocircuito a cuatro transformadores monofásicos de distribución.

Tabla 15. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 5 kVA, número 1701892.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	INATRA	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		1701892		
POTENCIA (KVA):		5		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		0,63		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		20,83		
PRUEBA DE CORTOCIRCUITO				
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO (A):		0,63		
VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (V):		117,9		
PERDIDAS EN CORTOCIRCUITO (W):		71		

Tabla 16. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 5 kVA, número 1703853.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	ECUATRAN	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		1703853		
POTENCIA (KVA):		5		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		0,63		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		20,83		
PRUEBA DE CORTOCIRCUITO				
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO (A):		0,63		
VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (V):		137,7		
PERDIDAS EN CORTOCIRCUITO (W):		75		

Tabla 17. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 15 kVA, número 113309.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	INATRA	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		113309		
POTENCIA (KVA):		15		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		1,96		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		62,5		
PRUEBA DE CORTOCIRCUITO				
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO (A):		1,96		
VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (V):		101,6		
PERDIDAS EN CORTOCIRCUITO (W):		167		

Tabla 18. Prueba de cortocircuito del transformador monofásico de 15 kVA, número 111528.

	CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD		FECHA:	30/04/2018
	PROTOCOLO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION		REALIZO:	CRISTHIAN PARDO
	PROYECTO: PRUEBAS DE VACIO Y CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES.		APROBO:	ING. JORGE TERAN
FABRICANTE:	TRANS-ELEKTRA	TIPO:	AUTOPROTEGIDO	UBICACIÓN: AV. LA LORENA
DATOS DEL TRANSFORMADOR				
NUMERACION:		111528		
POTENCIA (KVA):		15		
VOLTAJE PRIMARIO (KV):		7,96		
VOLTAJE SECUNDARIO (V):		240		
INTENSIDAD NOMINAL DE ALTA (A):		1,96		
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA (A):		62,5		
PRUEBA DE CORTOCIRCUITO				
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO (A):		1,96		
VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (V):		184		
PERDIDAS EN CORTOCIRCUITO (W):		312		

3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Las pérdidas obtenidas en las pruebas de vacío y de cortocircuito fueron realizadas con el tablero que se implementó en el laboratorio de transformadores de la CNEL EP Santo Domingo, las cuales se realizaron a cuatro transformadores monofásicos de distribución de diferente capacidad donde se las comparó con las pérdidas máximas permitidas por la norma NTE INEN 2114, la cual se encuentra detallada en la tabla 1 y tabla 2, donde nos dio los siguientes resultados:

- El transformador de 5 kVA, número 1701892, marca ECUATRAN, puede seguir operando sin importar que no haya pasado la prueba de vacío, debido a que al sumar las pérdidas de vacío y de cortocircuito reales, nos dan unas pérdidas totales de 104 W lo cual no excede a lo permitido.
- El transformador de 5 kVA, número 1703853, marca INATRA, puede seguir operando porque sus pérdidas de vacío y de cortocircuito están dentro del rango tolerado.
- El transformador de 15 kVA, número 113309, marca INATRA, si paso la prueba de vacío y de cortocircuito, lo cual puede seguir operando normalmente sin ningún problema.
- El transformador de 15 kVA, número 111528, marca TRANS-ELEKTRA, no está apto para que siga operando, debido a que no paso las pruebas de vacío ni de cortocircuito, lo cual se da de baja para que posterior le realicen el mantenimiento adecuado.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se logró diseñar y construir para el laboratorio de transformadores de CNEL EP Santo Domingo un tablero eléctrico para pruebas de vacío y de cortocircuito de transformadores monofásicos de distribución.
- El tablero de pruebas se diseñó y se implementó, tomando en cuenta la seguridad y comodidad del operador por lo se elaboró un tablero didáctico con las protecciones debidamente dimensionadas.
- Se determinó que se podrá hacer pruebas de vacío y de cortocircuito, a transformadores monofásicos de distribución que tenga una capacidad máxima de 50 kVA.
- Se demostró que el tablero de pruebas cumple con los parámetros idóneos para realizar las pruebas de vacío y de cortocircuito a los transformadores, brindando un análisis técnico del estado de los transformadores de la CNEL EP Santo Domingo donde además se pudo verificar el correcto funcionamiento de los elementos y equipos utilizados en la implementación del tablero eléctrico.

4.2 RECOMENDACIONES

- Antes de realizar las pruebas el operador debe revisar el manual de operación del tablero de pruebas.
- Se debe comprobar continuidad en los devanados de alta tensión y baja tensión, en un caso de no haber continuidad no se podrá realizar las pruebas.
- Se recomienda que al momento de realizar las pruebas de vacío y de cortocircuito el operador debe respetar las distancias de seguridad y no tener contacto con los transformadores energizados debido a que existe tensiones e intensidades altas.
- Se recomienda elaborar una plantilla para tener un control ordenado e histórico de los transformadores que se han sometido a las pruebas.
- Realizar un estudio para complementar las pruebas realizadas a los transformadores como es el caso de: medición de la resistencia de devanados, relación de transformación, voltaje inducido, resistencia de aislamiento. Las mismas que pueden ser objeto de otros proyectos de titulación y de esta manera hacer que CNEL EP Santo Domingo tenga un laboratorio de transformadores bien equipado.
- Se recomienda que a los transformadores que no pasen las pruebas de vacío y de cortocircuito, se les haga un mantenimiento adecuado de ser necesario o caso contrario darles de baja.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Pulido, M. (2009). Transformadores. España: Marcombo, S. A.
- Avelino, P. (2008). Transformadores de distribución. México: Reverte.
- Blogtx. (2015). Importancia de los transformadores en los sistemas eléctricos.
- Chapman, S. (2012). Máquinas Eléctricas quinta edición. México: The McGraw-Hill Companies.
- Chico Lascano, F. S., & Gómez Cevallos, J. C. (2012). "Elaboración e implementación de un módulo de pruebas de pérdidas en vacío y cortocircuito de transformadores monofásicos de distribución y potencias de hasta 25kva". Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- Enríquez Harper, G. (2009). El ABC de las maquinas eléctricas. México: Limusa, S.A.
- Fraile Mora, J. (2016). Maquinas eléctricas octava edición. Madrid: Ibergarceta Publicaciones, S.L.
- García Capelo, F. M. (2017). Análisis de la eficiencia en transformadores: cambios en las normativas y sus consecuencias. Universidad de Cantabria. España.
- Gómez Sarduy, J. R., Viego Felipe, P. R., & Ruiz Pérez, A. (2014). Empleo de Telemedición para Calcular Pérdidas de Transformación Considerando Problemas de Calidad de la Energía. INGE CUC, 20-26.
- INATRA. (2019). Monofásicos de distribución. Ecuador.
- Kosow. (1972). Máquinas Eléctricas y Transformadores (segunda edición). México: Prentice Hall Publishing, U.S.A.
- Manzano Orrego, J. J. (2011). Máquinas Eléctricas. Madrid: Paraninfo, S.A.
- Mora Silva, J. D. (2013). Diseño e implementación de un Laboratorio de prueba de transformadores en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná. Universidad Técnica de Cotopaxi sede La Maná. Cotopaxi, Ecuador.

MSc. Ramos Guardarramal, J., Dr.C. Hernández Areu, O. N., & MSc. Bruzón Hernández, J. M. (2016). Ensayos de pérdidas en vacío y con carga en transformadores mediante la adquisición de datos. La Habana: SciELO Cuba.

NORMA TECNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2114. (2004). Segunda Revisión. Quito, Ecuador.

Rodríguez Pozueta, M. A., & Lavandero González, J. C. (2016). Máquinas Eléctricas I - G862. España: Universidad de Cantabria.

Vásquez Restrepo, L. A. (2013). Diseño de un laboratorio de pruebas eléctricas para transformadores de distribución de la empresa R.V.R. Transformadores. Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador.

ANEXO

ANEXO 1.

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

Alimentación general del tablero

Paso 1. Conectar el cable de alimentación del tablero a una fuente de voltaje de 220 V más neutro y tierra.



Paso 2. Girar hacia la derecha el selector de llave de dos posiciones para energizar al tablero de pruebas y poder dar inicio a la prueba que se desee hacer.

OFF



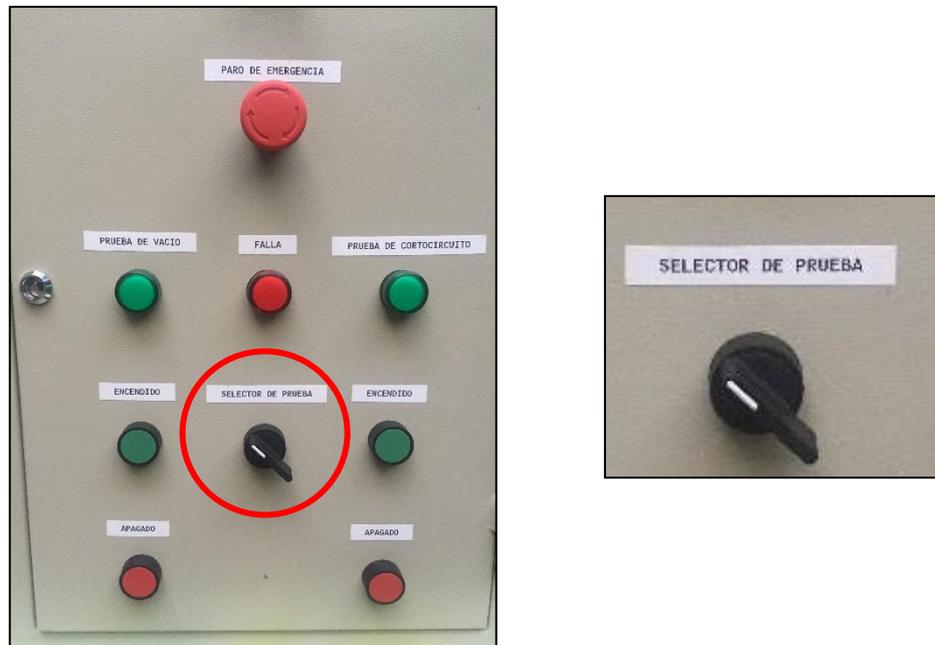
ON



Prueba de vacío

Nota: antes de realizar las pruebas verificar continuidad en el devanado de alta tensión y de baja tensión, de no tener continuidad no se podrá realizar ninguna prueba.

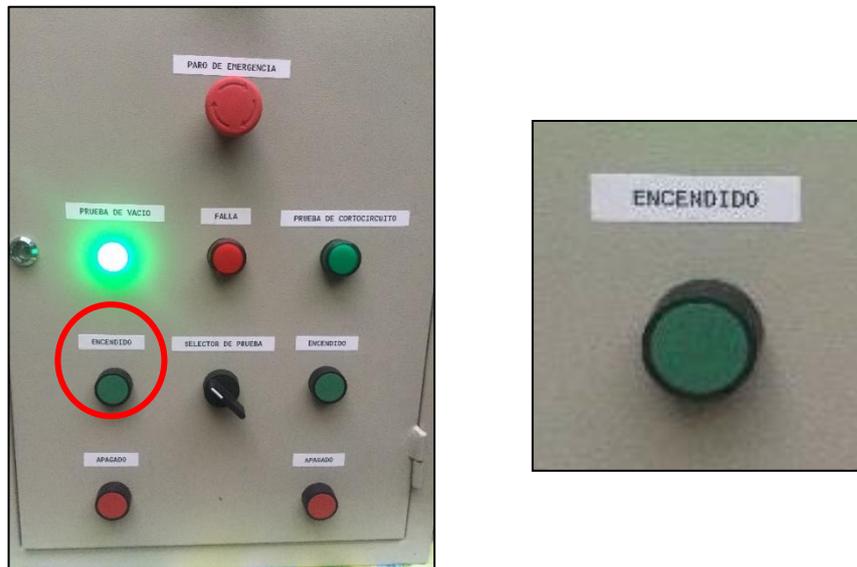
Paso 1. Con el selector de pruebas se selecciona la prueba de vacío.



Paso 2. Se conecta las pinzas lagartos en el lado de baja tensión del transformador a probar, siendo la fase la de color negro y neutro la de color amarillo.



Paso 3. Para dar inicio a la prueba de vacío se lo hace mediante el pulsador de encendido y la luz piloto me indica que se inició.

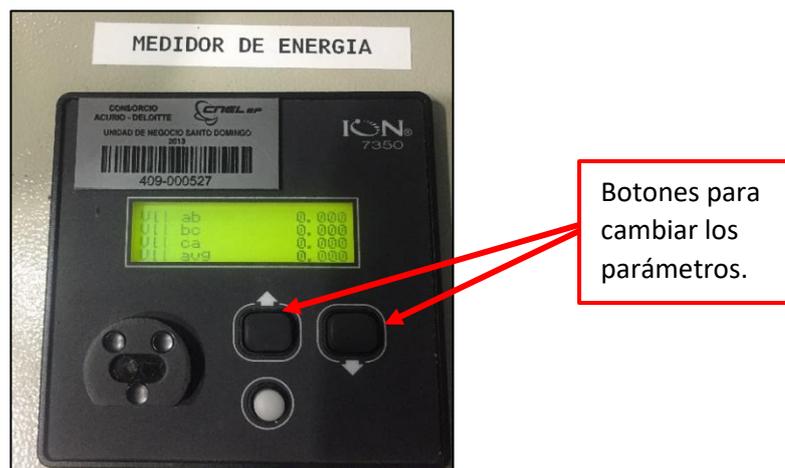


Paso 4. Con el variac se suministra voltaje hasta 240 V.



Paso 5. Luego se procede a revisar en el medidor de energía los parámetros como voltaje de vacío, intensidad de vacío y las pérdidas en vacío que tiene el transformador.

Voltaje



Intensidad



Pérdidas



Paso 6. Se apaga la prueba con el pulsador de apagado y se deja en 0 variac.



Paso 7. Se coloca el selector en la posición cero.



Prueba de cortocircuito

Paso 1. Con el selector de pruebas se elige la prueba de cortocircuito.



Paso 2. Se cortocircuita el lado de baja con la ayuda de un cable y se conecta las pinzas lagarto en el lado de alta tensión del transformador a probar siendo la fase la de color negro y neutro la de color amarillo.



Paso 3. Para dar inicio a la prueba de cortocircuito se lo hace mediante el pulsador de encendido.



Paso 4. Con el variac se suministra voltaje hasta alcanzar la corriente nominal.



Paso 5. Se procede a revisar en el medidor de energía los parámetros como voltaje de cortocircuito, intensidad de cortocircuito y las pérdidas en cortocircuito que tiene el transformador.

Voltaje



Botones para cambiar los parámetros.

Intensidad



Pérdidas



Paso 6. Se apaga la prueba con el pulsador de apagado y se deja en 0 variac.



Paso 7. Se coloca el selector en la posición cero.



Seguridad

En caso de emergencia se tiene un paro de emergencia



Si actúa alguna protección nos indica a través de la luz de falla.



ANEXO 2.

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 100/5A, CLASE DE MEDICIÓN 0.5.



MULTI-MOUNT CURRENT COIL

ISO9001: 2000



MFO-20 MFO-30 MFO-40 MFO-60 MFO-100

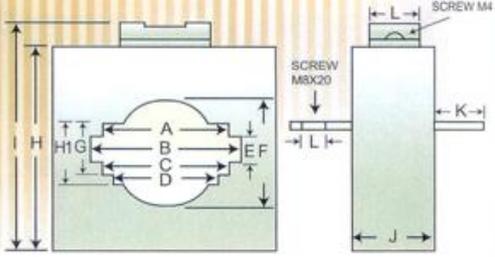
SPECIFICATIONS

Spec. Item No.	RATIO	ACCURACY	CAPACITY	VOLTAGE MAX.	FREQUENCY	CONDUCTOR THROUGH	BAR SIZE MAX.	ROUND CONDUCTOR CROSS SECTION MAX.
MFO-20	30/5A~250/5A	CLASS:0.5	5 VA	AC: 600V	50/60 HZ	<ul style="list-style-type: none"> • 50/5A-2T • 100/5A-3000/5A 1T 	30X10mm	∅ 20mm
MFO-30	50/5A~300/5A	505A~1005A CLASS:1.0 1505A~3005A CLASS:0.5	<ul style="list-style-type: none"> • 50/5A:2.5 VA • 100/5A:2.5 VA 				40X10mm	∅ 30mm
MFO-40	150/5A~600/5A	CLASS:1.0	<ul style="list-style-type: none"> • 150/5A~400/5A 5VA 				60X20mm	∅ 40mm
MFO-60	400/5A~1000/5A	CLASS:0.5	<ul style="list-style-type: none"> • 500/5A~800/5A 10VA 				100X10mm	∅ 60mm
MFO-100	800/5A~3000/5A	CLASS:0.5	<ul style="list-style-type: none"> • 1000/5A~3000/5A 15VA 					

DIMENSIONS

Unit : mm

Size Item No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
MFO-20	x	x	x	x	x	x	x	x	86	103	47.5	30	15
MFO-30	21	31	21	x	11.4	x	21	x	82	98	42.4	x	x
MFO-40	x	42	34	21.7	11	x	16	x	82	98	42.4	x	x
MFO-60	x	61	51	x	20.8	46	23	x	111	127	44	x	x
MFO-100	82	101	81.4	62	11	62	32	37	139	150	44.5	x	x



ANEXO 3. VARIAC DE 3 KVA.

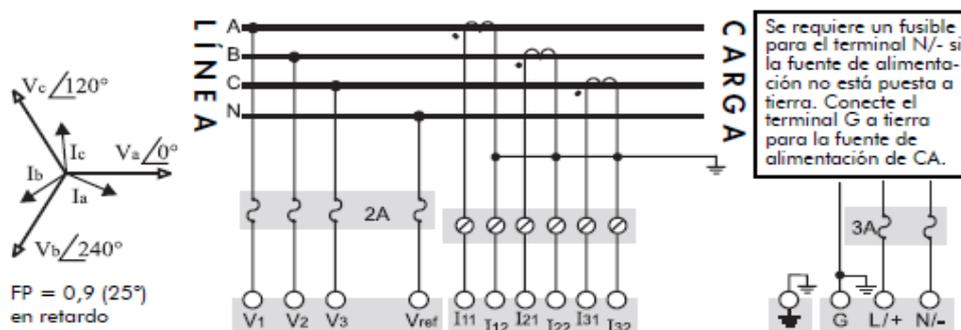


Specification & Capacity	Max output capacity kVA	Rated input voltage V	Rated output voltage V	Max output current A	Overall size (W×D×L) mm	QTY pcs	Package size (W×D×L) mm	Net weight kg	Gross weight kg	Phase
TDGC2-0.2	0.2	220V	0-250V	0.8	105×130×130	12	380×347×350	25	26.5	1
TDGC2-0.5	0.5			2	125×150×130	8	380×347×350	27	28	
TDGC2-1	1.0			4	180×200×210	4	435×255×465	25	26	
TDGC2-2	2.0			8	180×200×210	4	435×255×465	31.5	33	
TDGC2-3	3.0			12	210×230×235	2	490×275×270	21.5	23	
TDGC2-5	5.0			20	240×285×250	1	330×275×290	17.5	18	
TDGC2-10	10.0			40	240×335×400	1	390×295×505	34	40	
TDGC2-15	15.0			60	240×335×560	1	390×295×650	50	58	
TDGC2-20	20.0			80	240×340×590	1	390×295×650	53	60	
TSGC2-1.5	1.5			380V	0-430V	2	125×180×340	1	200×260×400	
TSGC2-3	3.0	4	180×250×430			1	300×220×510	17	21.5	
TSGC2-6	6.0	8	180×250×460			1	300×220×560	22	27	
TSGC2-9	9.0	12	210×250×590			1	320×260×580	29	35	
TSGC2-15	15.0	20	240×330×560			1	390×295×650	48	56	
TSGC2-20	20.0	26.5	240×330×580			1	390×295×650	53	60	
TSGC2-30	30.0	40	350×420×1060			1	440×450×1170	138	150	

ANEXO 4.

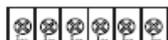
CONEXIÓN QUE SE UTILIZÓ EN EL MEDIDOR DE ENERGÍA ION 7350 Y ESPECIFICACIONES DE LAS ENTRADAS DE INTENSIDAD Y TENSIÓN.

Diagrama de conexión directa, 3 elementos, estrella de 4 hilos



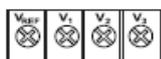
347 V L-N o 600 V L-L máx.
VOLTS MODE = 4W-WYE

Especificaciones de entradas de intensidad



Tipo de terminal	Barrera o conexión por resorte
Tipo de conector	Anillo o anillo deslizante, o cable desnudo
Cable	14 a 12 AWG (2,1 a 3,3 mm ²)
Entradas	I1, I2, I3
Valores nominales de las entradas	10 A RMS (+ 20% máx., 300 V RMS a tierra)
Cumplimiento	Categoría de instalación III (distribución) Nivel de contaminación 2
Sobrecarga	20 A continua
Rigidez dieléctrica	500 A durante un segundo (no recurrente)
Carga	0,0625 VA a 10 A

Especificaciones de entradas de tensión



Tipo de terminal	Barrera o conexión por resorte
Tipo de conector	Anillo o anillo deslizante, o cable desnudo
Cable	14 a 12 AWG (2,1 a 3,3 mm ²)
Entradas	V1, V2, V3, Vref
Valores nominales de las entradas ¹	◆ 50 a 347 L-N (87 a 600 L-L) VCA RMS (sistemas trifásicos) ◆ 50 a 300 L-N (100 a 600 L-L) VCA RMS (sistemas monofásicos)
Carga máxima admisible	+ 25%
Cumplimiento	Categoría de instalación III (distribución) Nivel de contaminación 2
Sobrecarga	1.500 VCA RMS continua
Rigidez dieléctrica	3.250 VCA RMS durante un segundo (no recurrente)
Impedancia	> 2 MΩ/fase (fase-Vref)

¹ La precisión puede resultar afectada si la tensión en V1 desciende por debajo de 50 V.

ANEXO 5.

HOJA TÉCNICA DE CONTACTOR DE POTENCIA NC1-2510.

22



CHNT

Certificados:



NC1

CONTACTOR DE POTENCIA DE 9 ~ 95A

Los Contactores de la serie NC1 son dispositivos con capacidad de cortar elevadas intensidades de corriente eléctrica de un motor o carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia. Capaces de conectar motores hasta 95A. Las dimensiones y su diseño fueron mejorados para tener un producto final superior.

INFORMACION GENERAL

- Certificaciones: CE, KEMA, VDE, EK, UKrSEPRO, GOST, RCC, UL
- Rango eléctrico: AC50/60Hz, hasta 690V, hasta 95A
- Aplicación: son aplicables para apertura y cierre de circuitos remotamente, protección de circuitos de sobrecarga, ensamblado con su propio relé térmico de sobre carga
- Categoría de utilización: AC-3, AC-4
- Rango de temperaturas ambiente: -5 °C ~ +40 °C
- Categoría de montaje: III
- Condiciones de montaje: inclinación de montaje plano y en plano vertical no debe exceder los ±5°
- Normas: IEC/EN 60947-4-1

CARACTERISTICAS TECNICAS

Modelo		NC1-09	NC1-12	NC1-18	NC1-25	NC1-32	NC1-40	NC1-50	NC1-65	NC1-80	NC1-95	
Corriente termica Ith AC1 (A)		20	20	32	40	50	60	80	80	95	95	
Corriente nominal (A)	380/400V	AC-3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95
		AC-4	3,5	5	7,7	8,5	12	18,5	24	28	37	44
	660/690V	AC-3	6,6	8,9	12	18	21	34	39	42	49	49
		AC-4	1,5	2	3,8	4,4	7,5	9	12	14	17,3	21,3
Tension de aislamineto (V)		690										
Contactos auxiliares	3P	1NA	1NA	1NA	1NA	1NA	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC	1NA+1NC	
Potencia de motores trifasicos de jaula (AC3)	kw	220/230V	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	25
		380/400V	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
		660/690V	5,5	7,5	10	15	18,5	30	37	45	45	45
	hp	220V	3	5	7,5	7,5	10	15	15	20	25	30
		240V	3	5	7,5	10	15	20	20	25	30	30
		400V	5	7,5	10	15	20	25	30	40	40	50
	600V	5	7,5	10	15	20	25	30	40	40	50	
Frecuencia de trabajo (operaciones/hora) AC3	eléctrica	AC-3	1200	1200	1200	1200	600	600	600	600	600	
	AC-4	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
	mecánica	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	
Vida eléctrica (x10 ³ maniobras) AC3	AC-3	1000	1000	1000	1000	800	600	600	600	600	600	
	AC-4	200	200	200	200	200	150	150	150	100	10	
Vida mecánica (x10 ⁵ maniobras) AC3		10	10	10	10	8	8	8	8	6	6	
Fusible recomendado		RT16-20	RT16-20	RT16-32	RT16-40	RT16-50	RT16-63	RT16-80	RT16-80	RT16-100	RT16-125	

ANEXO 6.

HOJA TÉCNICA DE GUARDAMOTOR MARCA CHINT NS2-25, 9-14 A.



INFORMACION GENERAL

- Los guardamotores de la serie NS2 son aplicables al control remoto de motores, protección contra sobrecargas, corto circuitos y fallos de fase
- Corrientes nominales a 690V/AC3: para NS2 : 0.63-1.0A , 13-18A , 16-25A,25-40A,40-63A,56-80A; para NS2- X: 0.63-1.0A, 1.0-1.6A, 1.6-2.5A, 2.5.-4.0A,4.0-6.3A, 6-10A, 9-14A, 13-18A, 17-23A, 20-25A
- Norma: IEC/EN60947-5-1
- Temperatura ambiente:-5 °C ~ +40 °C
- Cuenta con contactos auxiliares de montaje frontal y lateral
- Trabaja en ambientes de polución III (ambientes industriales)
- Clase de disparo: 10A(NS2-25,NS2-25X); 10 (NS2-80B)
- Continuidad operacional del sistema
- Condiciones de montaje: puede ser montado en lugares planos, para planos verticales no debe exceder los 5°
- Este producto no puede ser instalado en lugares con movimientos, impactos y vibraciones

CARACTERISTICAS TECNICAS

Modelo	NS2-25, NS2-25X											NS2-80B			
Voltaje de aislamiento Ui (V)	690														
Voltaje operacional Ue(V)	230/240,400/415,440 ,500, 690														
Voltaje de resistencia al impacto Uimp (V)	8000														
Rango de corriente de regulada (A)	0,63-1,0	1,0-1,6	1,6-2,5	2,5-4,0	4,0-6,3	6-10	9-14	13-18	17-23	20-25	16-25	25-40	40-63	56-80	
Rango de corriente del rele (A)	1	1,6	2,5	4	6,3	10	14	18	23	25	25	40	63	80	
Maxima corriente de apertura en corto-circuito Icu (kA)	230/240V	100	100	100	100	100	100	100	50	50	-	-	-	-	
	400/415V	100	100	100	100	100	100	15	15	15	15	15	15	15	
	440V	100	100	100	100	50	15	8	6	6	-	-	-	-	
	480/500V	100	100	100	100	50	10	6	6	4	4	-	-	-	
	660/690V	100	100	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	
Servicio de corriente de apertura en corto-circuito Ics (kA)	230/240V	100	100	100	100	100	100	100	50	50	-	-	-	-	
	400/415V	100	100	100	100	100	7,5	7,5	6	6	7,5	7,5	7,5	7,5	
	440V	100	100	100	100	50	15	4	4	3	3	-	-	-	
	480/500V	100	100	100	100	50	10	4,5	4,5	3	3	-	-	-	
	660/690V	100	100	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	-	-	-	
Potencia tri-fasica en motores (kw)	230/240V	-	-	0,37	0,75	1,1	2,2	3	4	5,5	5,5	5,5	11	15	22
	400V	-	0,37	0,75	1,5	2,2	4	5,5	7,5	11	11	11	18,5	30	40
	415V	-	-	0,75	1,5	2,2	4	5,5	9	11	11	11	22	33	45
	440V	0,37	0,55	1,1	1,5	3	4	7,5	9	11	11	-	-	-	-
	500V	0,37	0,75	1,1	2,2	3,7	5,5	7,5	9	11	15	-	-	-	-
	660/690V	0,55	1,1	1,5	3	4	7,5	9	11	15	18,5	-	-	-	-
Corriente en el instante del rele electromagnetico Ir (A)	13	22,5	33,5	51	78	138	170	223	327	327	327	480	756	960	
Grado de protección (*)	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	IP2L0	

(*) IP2L0: no resistente al agua pero puede evitar el polvo

ANEXO 7.

PLACAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES QUE SE LES REALIZO LAS PRUEBAS.

569-00  ECUATRAN. ECUATRAN S.A. NTE INEN 2130

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICO SUMERGIDO EN ACEITE

SERIE **1400392019** ESP. **05.165**

kVA **5** V. PRIM. **13800** GRDY/7970 V. SEC. **120/240**

Hz: **60** A. PRIM. **0,63** A. SEC. **41,7/ 20,8** Z% (85°C) **1,8**

CLASE ONAN INCRT 65°C POLARIDAD ADITIVA ACEITE MINERAL.

TERMINAL AT/BT **CuCu** NERVAÑO **04 / 19** PESO TOTAL **86** kg

VOLUMEN ACEITE **36** L BIL. AT/BT **95** / 30 kV

CAMBIADOR DE DERIVACIONES OPERAR DESNEURGIZADO

VOLTAJE DE DERIVACIÓN kV	POSICIÓN CAMBIADOR
7,97	1
7,97	2
7,97	3
7,97	4
7,97	5

SELO DE CALIDAD NORMA NTE INEN 2120
FABRICADO EN ECUADOR
INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
EC-DC-15-170-10-02

www.ecuatran.com postventas@ecuatran.com

 **inatra** NUESTROS PROCESOS SON CERTIFICADOS POR LA NORMA ISO 9001: 2008

Industria Andina de Transformadores S.A.

TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE DISTRIBUCIÓN

S/N **111763627** CONEX **I:6** REFRIGERACIÓN **ONAN** ALTITUD **3000** msnm

kVA **5** FRECUENCIA **60** Hz TIPO: **AUTOPROTEGIDO** % IMP **2,0** 65°C

VOLTAJE NOMINAL [V]: **13800** GrdY/7970-120/240

VOLTAJE [V]	TAP	Efic.(%)	Fase :	CORR. PRIM
	1	97,15	1	0,63
	2			20,83 A
	3			95 kV
	4			30 kV
	5			30 kV

PESO TOTAL **86** kg

ACEITE **36** L

NTE INEN 2130

REP. 62

Para instrucciones de instalación, operación y seguridad, ver cartilla

NORMA DE FABRIC. NTE INEN 2130

AÑO **2018**

MAT. DEV **CuCu**

inatra
Industria Andina de Transformadores S.A.

NUESTROS PROCESOS SON CERTIFICADOS POR LAS NORMAS ISO 9001:2003

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION

S/N:	070916797	POLARIDAD ADITIVA	ALTITUD 3.000m.
KVA:	15	MONOFASICO 60 CICLOS	TIPO AUTOPROTEGIDO
VOLTAJE NOMINAL		13200 Grd Y/7620 - 120/240	

VOLT	POSIC.
105	1
102,5	2
100	3
97,5	4
95	5

PESO TOTAL 158 Kgr.
ACEITE 45 Lts.

REF. 21 02MA

QUAYAQUIL - ECUADOR - PBX: 2110949 - FAX: 2110014

TRANS-ELEKTRA

S/N	1111111	TIPO	POL.
KVA	15	MONOFASICO 60 CICLOS	PESO: Kgr IMP %
VOLTAJE NOMINAL		13200 Grd Y/7620 - 120/240	

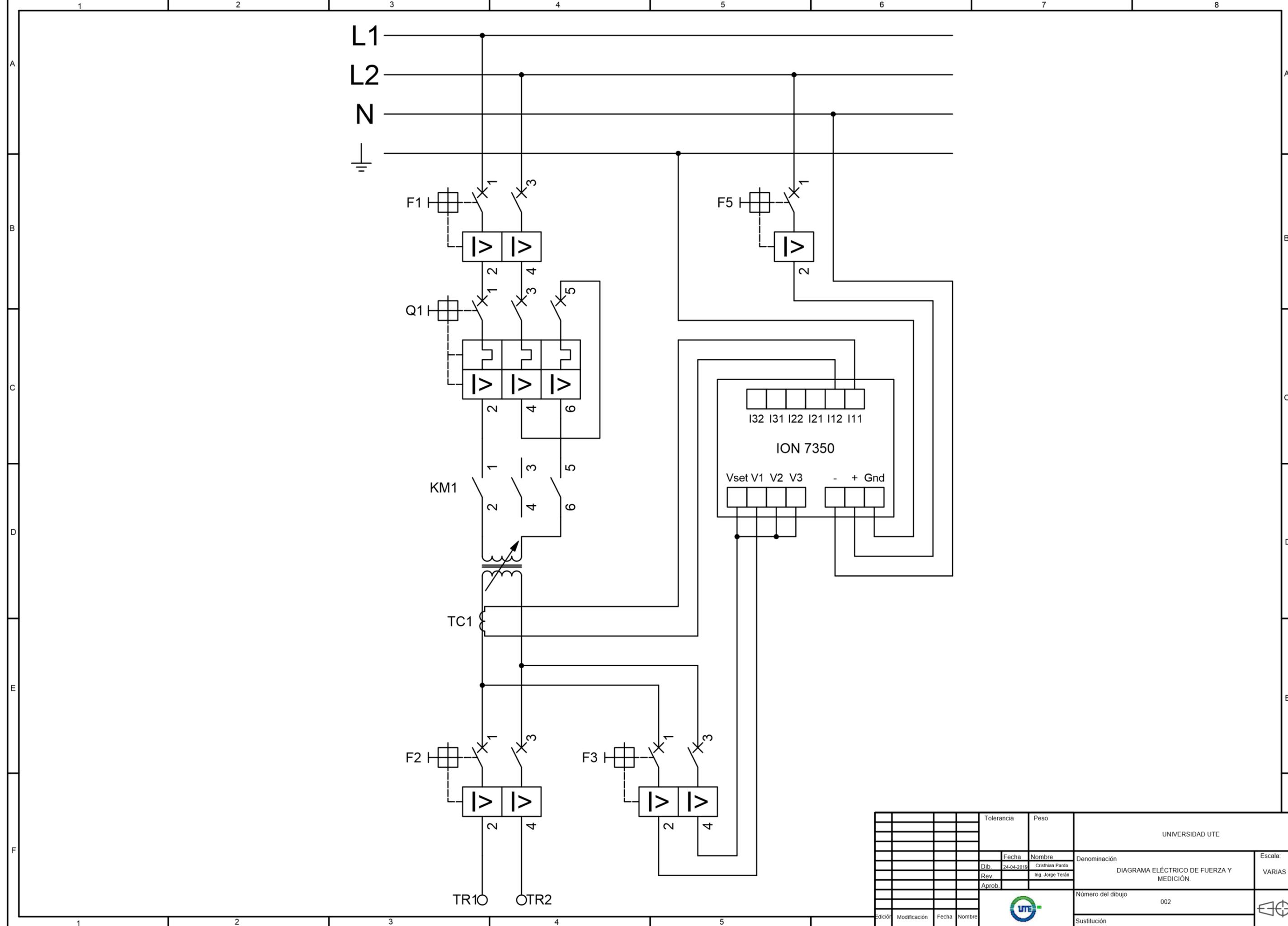
VOLTAJE	POSICION
105	1
102,5	2
100	3
97,5	4
95	5

ALTO VOLTAJE

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION

ANEXO 8.
DISEÑO DEL GABINETE METÁLICO.

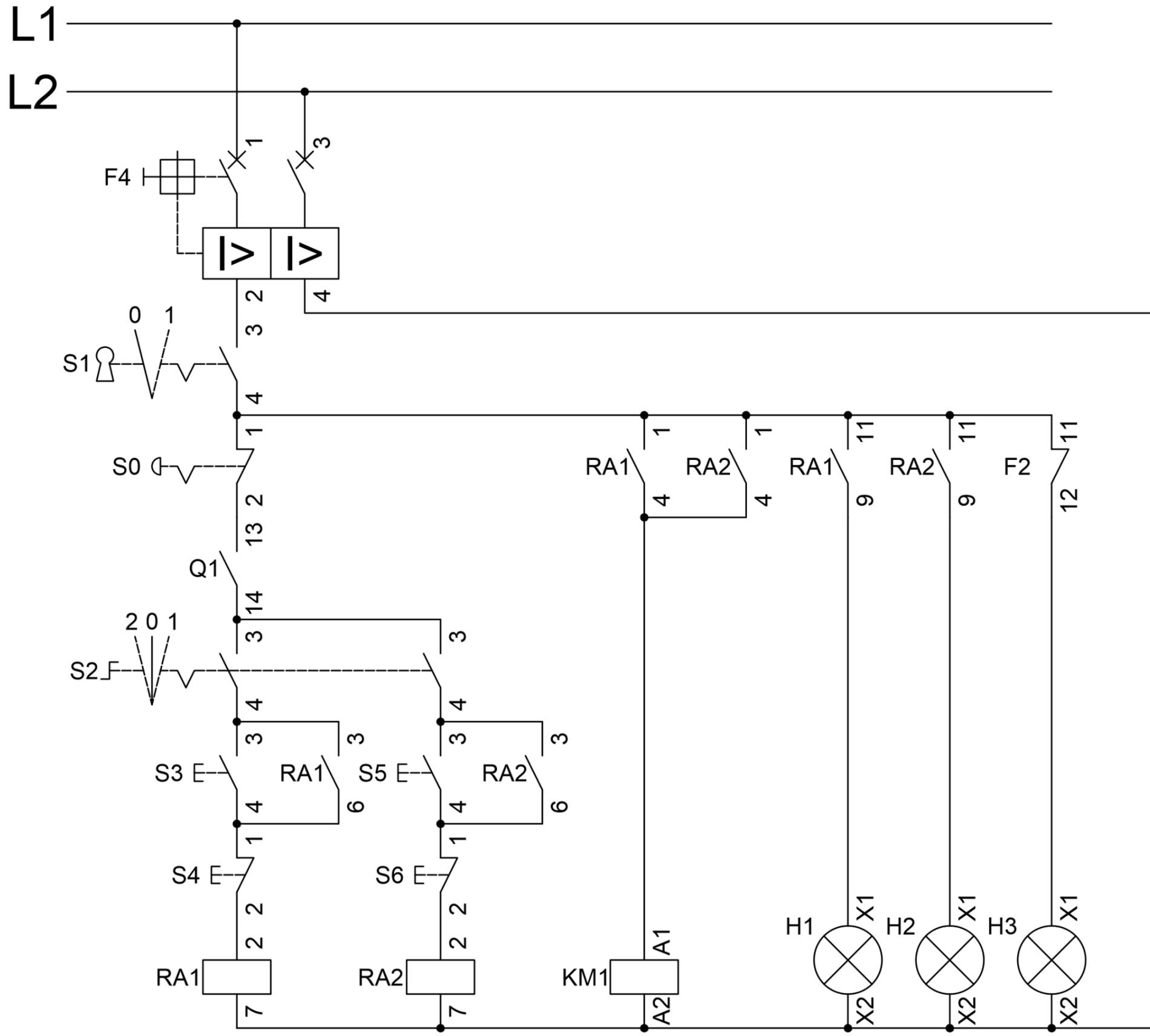
ANEXO 9.
**DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE
FUERZA Y DE MEDICIÓN.**



Edición		Modificación		Fecha		Nombre		Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD UTE	
										Denominación	
				Dib.		24-04-2019		Cristhian Pardo		DIAGRAMA ELÉCTRICO DE FUERZA Y MEDICIÓN.	
				Rev.				Ing. Jorge Terán		Escala:	
				Aprob.						VARIAS	
										Número del dibujo	
										002	
										Sustitución	

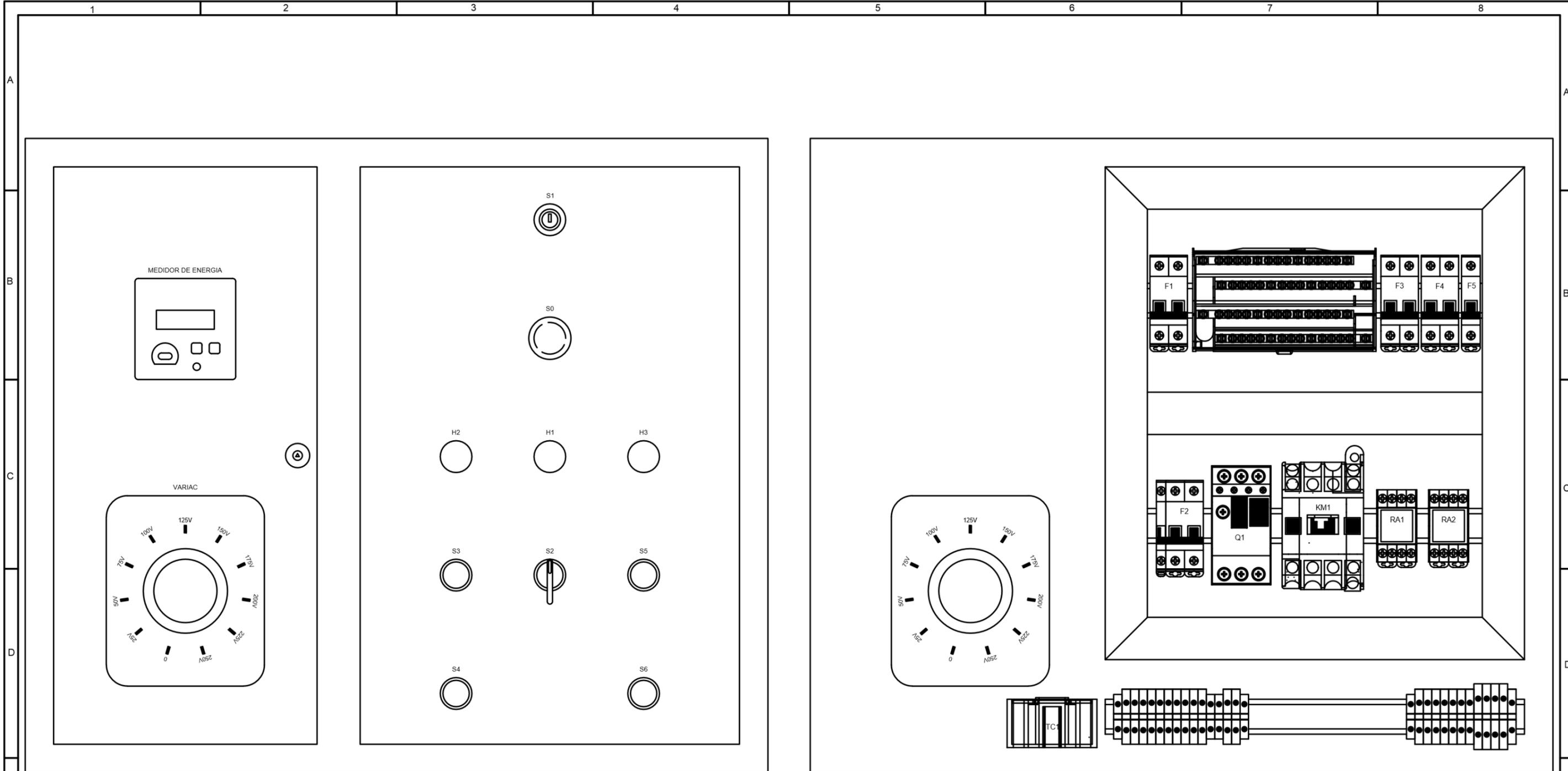


ANEXO 10.
DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE
CONTROL.



		Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD UTE	
		Fecha	Nombre	Denominación	Escala:
		Dib. 24-04-2019	Cristhian Pardo	DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CONTROL	VARIAS
		Rev.	Ing. Jorge Terán	Número del dibujo	
		Aprob.		003	
				Sustitución	
Edición	Modificación			Fecha	Nombre

ANEXO 11.
DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LOS ELEMENTOS EN
EL TABLERO DE PRUEBAS.



DESCRIPCIÓN			
F1	BREAKER DE 16A	S0	PARO DE EMERGENCIA
F2	BREAKER DE 10A	S1	ENCENDIDO GENERAL
F3	BREAKER DE 3A	S2	SELECTOR DE PRUEBA
F4	BREAKER DE 3A	S3	ENCENDIDO DE PRUEBA DE VACÍO
F5	BREAKER DE 3A	S4	APAGADO DE PRUEBA DE VACÍO
Q1	GUARDAMOTOR DE 9A-14A	S5	ENCENDIDO DE PRUEBA DE CORTOCIRCUITO
KM1	CONTACTOR DE PRUEBA	S6	APAGADO DE PRUEBA DE CORTOCIRCUITO
RA1	RELÉ AUXILIAR 1	H1	FALLA
RA2	RELÉ AUXILIAR 2	H2	PRUEBA DE VACÍO
TC1	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 1	H3	PRUEBA DE CORTOCIRCUITO

		Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD UTE	
		Fecha	Nombre	Denominación	Escala:
		Dib.	24-04-2019	Cristhian Pardo	DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE LOS ELEMENTOS
		Rev.		Ing. Jorge Terán	VARIAS
		Aprob.		Número del dibujo	004
		Edición	Modificación	Fecha	Nombre
				Sustitución	