



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL  
LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA  
EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: PABLO SEBASTIÁN GARCÍA BRITO

TUTOR: ING. FLAVIO ALFREDO QUIZHPI PALOMEQUE, MGTR.

Cuenca - Ecuador

2024

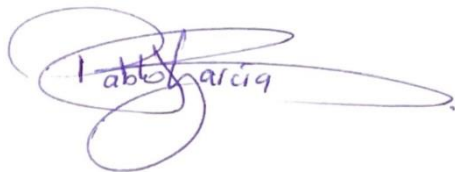
## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Pablo Sebastián García Brito con documento de identificación N° 0105970099, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 11 de junio del 2024

Atentamente,



---

Pablo Sebastián García Brito

0105970099

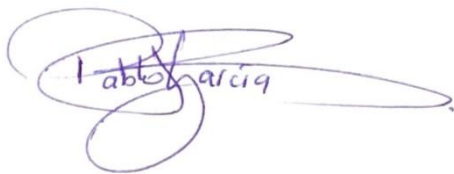
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Pablo Sebastián García Brito con documento de identificación N° 0105970099, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Elaboración del manual de procesos y procedimientos para el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 11 de junio del 2024

Atentamente,



---

Pablo Sebastián García Brito

0105970099

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Flavio Alfredo Quizhpi Palomeque con documento de identificación N° 0102257482, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A., realizado por Pablo Sebastián García Brito con documento de identificación N° 0105970099, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 11 de junio del 2024

Atentamente,

---

Ing. Flavio Alfredo Quizhpi Palomeque, Mgtr.

0102257482

## **AGRADECIMIENTOS**

*AGRADEZCO A DIOS POR ESTAR SIEMPRE EN MI VIDA Y COBIJARME EN SU AMOR.*

*UN AGRADECIMIENTO EN ESPECIAL A MIS MADRES TERRENALES MARÍA CARIDAD BRITO VEGA Y FRANCISCA CARMELINA VEGA TAPIA, POR SIEMPRE REGALARME SU APOYO, AMOR Y NUNCA PERMITIRME RENDIR. SON EL PILAR FUNDAMENTAL EN MI VIDA.*

*A MI HERMANO PEDRO JOSÉ GARCÍA BRITO YA QUE SIN SU COMPAÑÍA, APOYO, CARIÑO Y PACIENCIA MI VIDA NO SERÍA LA MISMA. A MIS ÑAÑAS FÁTIMA, TANIA Y ESPERANZA GRACIAS POR SUS CONSEJOS POR SIEMPRE ESTAR PENDIENTES DE MI HERMANO Y MÍ, GRACIAS POR ESE COMPROMISO QUE SIN SER DE USTEDES LO TOMARON COMO SUYO.*

*A MI FAMILIA POR SIEMPRE ESTAR PARA MI HERMANO Y PARA MÍ, MUCHAS GRACIAS POR TODO SU CARIÑO Y AMOR.*

*A MI PERSONA FAVORITA EN TODO EL MUNDO GRACIAS POR EL TIEMPO COMPARTIDO, EL COMPROMISO, LA PACIENCIA, Y EL APOYO QUE ME HAS DADO DÍA A DÍA, ERES UN PILAR EN MI VIDA.*

*UN AGRADECIMIENTO ESPECIAL A MI TUTOR DE TESIS AL INGENIERO FLAVIO QUIZHPI POR SU COMPROMISO, PACIENCIA Y SUS CONSEJOS TANTO PERSONALES COMO PROFESIONALES YA QUE EN ESTE CORTO TIEMPO QUE NOS CONOCEMOS HA SIDO MÁS QUE UN DOCENTE, UN VERDADERO AMIGO.*

*AGRADEZCO A LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. POR LA APERTURA PARA REALIZAR ESTE PROYECTO DE TITULACIÓN. Y A TODOS LOS INGENIEROS INVOLUCRADOS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN, TIEMPO Y PREDISPOSICIÓN QUE SIEMPRE ME BRINDARON.*

***Pablo Sebastián García Brito***

## **DEDICATORIA**

*ESTE PROYECTO DE TITULACIÓN LO DEDICO A MIS MADRES, A MI HERMANO,  
A MI PADRE, A MI ABUELITO JOSÉ ALBERTO BRITO Y A MIS ÑAÑAS.*

*LAS PROMESAS SI SE CUMPLEN CON MUCHO ESFUERZO Y DEDICACIÓN.*

*Pablo Sebastián García Brito*

## RESUMEN

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. busca garantizar la calidad, confiabilidad y eficiencia en su operación, Con este fin, se ha identificado la necesidad de desarrollar un manual de procesos y procedimientos para el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos. Este proyecto tiene como propósito documentar cada uno de los procesos y procedimientos llevados a cabo por el personal del laboratorio y estructurarlos a la norma del sistema de gestión de calidad ISO 9000, así como verificar los parámetros eléctricos según la norma INEN NTE en las pruebas de rutina de las máquinas eléctricas estáticas.

Para llevar a cabo este proyecto, se utilizó una variedad de métodos de recopilación de información, incluyendo entrevistas con el personal involucrado. Además, se realizaron las pruebas de rutina para desarrollar los instructivos correspondientes a cada una de ellas. Al concluir el proyecto, se pudo observar que muchas de las actividades que se realizan en el laboratorio se basaban en las normas INEN a más de la experiencia adquirida por su personal. Se logró optimizar algunas de estas actividades en términos de tiempo y comunicación, utilizando recursos electrónicos (software y hardware). Estos avances se plasmaron en flujogramas que representan cada uno de los procesos.

Con el desarrollo de este manual de procesos y procedimientos, se espera mejorar la eficiencia y la calidad de las pruebas realizadas en el laboratorio, así como facilitar la comunicación entre el personal involucrado. Asimismo, se busca estandarizar las actividades realizadas, garantizando la estabilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

## **ABSTRACT**

Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. searches to guarantee quality, reliability, and efficiency in its operation. To this end, the need to develop a manual of processes and procedures for the Transformers and Electrical Equipment Laboratory has been identified. The purpose of this project is to document the methodology and activities carried out by the laboratory personnel to verify the electrical parameters according to the INEN NTE standard in the routine testing of electrical machines.

To carry out this project, a variety of information gathering methods were used, including interviews with the personnel involved. In addition, the routine tests were carried out to develop the corresponding instructions for each one of them. At the conclusion of the project, it was observed that many of the activities carried out in the laboratory were based on the experience acquired. However, some of these activities were optimized in terms of time and communication, using electronic resources. These advances were captured in flow charts that represent each of the processes.

With the development of this manual of processes and procedures, it is expected to improve the efficiency and quality of the tests performed in the laboratory, as well as to facilitate communication among the personnel involved. It also seeks to standardize the activities performed, guaranteeing the consistency and reliability of the results obtained.



# Contenido

<b>Capítulo 1 Fundamentos del manual de procesos y procedimientos.....</b>	<b>12</b>
1. <b>Introducción .....</b>	<b>12</b>
2. <b>Objetivos .....</b>	<b>13</b>
2.1. <b>Objetivo general.....</b>	<b>13</b>
2.2. <b>Objetivos específicos .....</b>	<b>14</b>
3. <b>Justificación.....</b>	<b>14</b>
4. <b>Alcance.....</b>	<b>14</b>
5. <b>Antecedentes.....</b>	<b>15</b>
5.1. <b>Reseña histórica del laboratorio de transformadores de CENTROSUR.....</b>	<b>15</b>
5.2. <b>Equipos que pertenecen al Laboratorio De Transformadores y Equipos Eléctricos.</b>	<b>18</b>
5.3. <b>Estructura organizacional del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos. ....</b>	<b>19</b>
<b>Capítulo 2 Normativa. ....</b>	<b>20</b>
1. <b>Normativa interna de CENTROSUR .....</b>	<b>20</b>
2. <b>Norma técnica ecuatoriana .....</b>	<b>20</b>
3. <b>Análisis del incumplimiento de la normativa .....</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo 3 Modelo y notación de procesos de negocio (BPMN). ....</b>	<b>22</b>
1. <b>Objetos de flujo .....</b>	<b>22</b>
2. <b>Objetos de conexión .....</b>	<b>22</b>
3. <b>Canales.....</b>	<b>23</b>
4. <b>Artefactos .....</b>	<b>24</b>
<b>Capítulo 4 Definiciones. ....</b>	<b>25</b>
1. <b>Transformador .....</b>	<b>25</b>
2. <b>Funcionamiento del transformador .....</b>	<b>25</b>
3. <b>Polaridad de un transformador .....</b>	<b>25</b>
4. <b>Componentes de un transformador.....</b>	<b>26</b>
4.1. <b>Partes de un transformador monofásico.....</b>	<b>26</b>
4.2. <b>Partes de un transformador trifásico.....</b>	<b>27</b>
4.3. <b>Partes de un transformador tipo pedestal monofásico.....</b>	<b>28</b>
4.3.1. <b>Transformador tipo pedestal monofásico tipo radial .....</b>	<b>28</b>
4.3.2. <b>Transformador tipo pedestal monofásico tipo malla.....</b>	<b>29</b>
4.4. <b>Partes de un transformador tipo pedestal trifásico.....</b>	<b>30</b>
4.4.1. <b>Transformador tipo pedestal trifásico radial .....</b>	<b>30</b>

4.5.	Transformador tipo pedestal trifásico anillo .....	32
5.	Clasificación de los transformadores.....	33
5.1.	Por el número de fases.....	33
5.2.	Por su operación .....	34
5.3.	Por su utilización.....	35
5.4.	Por su tipo de núcleo .....	35
5.5.	Por el tipo de enfriamiento .....	36
5.6.	En función de su lugar de instalación .....	38
	<b>Capítulo 5 Procesos y Procedimientos para el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.....</b>	<b>41</b>
	<b>Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>99</b>
	<b>Capítulo 7 Referencias.....</b>	<b>102</b>
	<b>Capítulo 8 Anexos.....</b>	<b>104</b>

## Ilustraciones

Ilustración 1: Mapa del área de servicio.....	12
Ilustración 2: Organigrama CENTROSUR .....	13
Ilustración 3: Plano Arquitectónico del Laboratorio de Transformadores .....	16
Ilustración 4: Línea de tiempo .....	17
Ilustración 5: Organigrama del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos .....	19
Ilustración 6: Árbol de problemas.....	21
Ilustración 7: Funcionamiento del Transformador. ....	25
Ilustración 8: Partes del transformador Monofásico. ....	27
Ilustración 9: Partes de un transformador trifásico tipo poste.....	28
Ilustración 10: Partes de un transformador tipo pedestal monofásico tipo radial.....	29
Ilustración 11: Partes de un transformador tipo pedestal monofásico tipo malla. ....	30
Ilustración 12: Transformador Tipo pedestal trifásico radial. ....	31
Ilustración 13: Transformador Tipo pedestal trifásico anillo.....	32
Ilustración 14: Transformador Monofásico .....	33
Ilustración 15: Transformadores bifásico .....	34
Ilustración 16: Transformador trifásico.....	34
Ilustración 17: Transformador tipo columna.....	36
Ilustración 18: Transformador tipo acorazado.....	36
Ilustración 19: Transformadores tipo poste .....	38
Ilustración 20: Transformador tipo pedestal. ....	39
Ilustración 21: Transformador tipo subestación. ....	39
Ilustración 22: Transformador tipo sumergible. ....	40
Ilustración 23: Flujograma del proceso de la revisión de transformadores nuevos propios de la CENTROSUR .....	46
Ilustración 24: Flujograma del proceso de la revisión de transformadores nuevos de particulares de la CENTROSUR.....	51
Ilustración 25: Flujograma del proceso del reingreso de transformadores retirados de la red de distribución de CENTROSUR .....	55
Ilustración 26:Flujograma del proceso de arriendo de transformadores de la CENTROSUR. ..	60
Ilustración 27:Flujograma del proceso de la venta de transformadores de CENTROSUR .....	65
Ilustración 28: Recomendación de la estructura organizacional. ....	100

# Capítulo 1 Fundamentos del manual de procesos y procedimientos

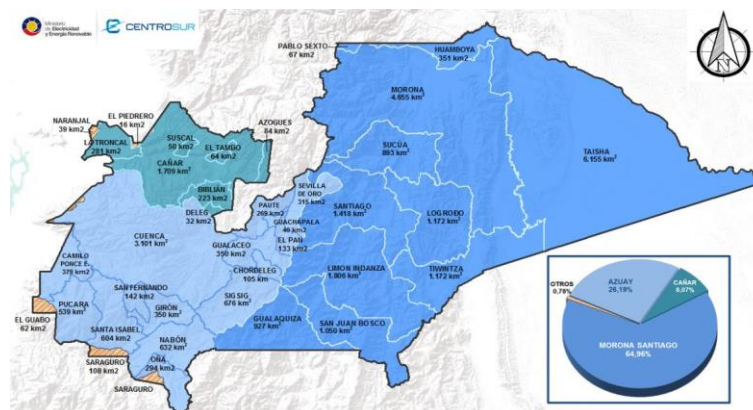
## 1. Introducción

La distribución de energía eléctrica es una actividad crucial para el funcionamiento de la sociedad contemporánea, desempeñando un papel fundamental en el suministro confiable y eficiente de energía. En este contexto, el diseño y la planificación de las redes de distribución eléctrica se han convertido en áreas prioritarias de estudio y desarrollo. Por otro lado, la comercialización de la energía eléctrica es la actividad relacionada con la compra, venta y gestión de la energía eléctrica en el mercado, por lo que, la distribución y la comercialización de la energía eléctrica están estrechamente vinculadas.

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. es un actor clave en el sector de distribución y comercialización de la energía eléctrica del país. Actualmente, la empresa asume el servicio a las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago, además de cubrir parcialmente algunos cantones de las provincias de Guayas, El Oro y Loja, abarcando un área total de 30.273 km<sup>2</sup>. La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. es responsable del suministro de energía y del alumbrado público del 11,77% del territorio nacional [1].

En la ilustración 1, se puede observar el área de concesión de la CENTROSUR.

Ilustración 1: Mapa del área de servicio.



Fuente: CENTROSUR Plan Estratégico 2022-2025

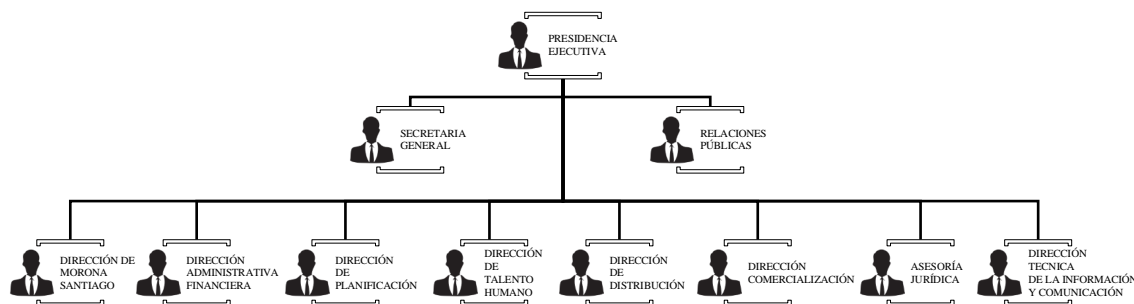
La estructura organizacional de CENTROSUR es funcional, donde cada unidad cuenta con actividades claras que contribuyen al cumplimiento de la misión de cada una de las direcciones. Estas direcciones, en conjunto, aportan al logro de los objetivos institucionales.

CENTROSUR está encabezada por la Presidencia Ejecutiva y se compone de ocho Direcciones, siendo tres de ellas las más grandes y centrales para el funcionamiento empresarial: la Dirección de Distribución (DIDIS), la Dirección de Comercialización (DICO) y la Dirección de Morona Santiago (DIMS). Las restantes cinco direcciones desempeñan un papel muy importante al igual que las anteriores brindando su apoyo y asesoramiento en la gestión de la empresa [1].

Las cuales son: la Dirección Administrativa Financiera (DAF), la Dirección de Asesoría Jurídica (DAJ), la Dirección de Planificación (DIPLA), la Dirección de Talento Humano (DTH) y la Dirección de Tecnología de la Información y Comunicación (DITIC) [1].

En la ilustración 2, se puede apreciar la estructura administrativa de la empresa.

*Ilustración 2: Organigrama CENTROSUR*



*Fuente: Autor*

Con el fin de alcanzar los objetivos institucionales, CENTROSUR ve la necesidad de describir los procesos y los procedimientos a los trabajos realizados tanto en las áreas administrativas como técnicas, lo cual se materializa en manuales de procesos y procedimientos, de esta manera se busca garantizar la calidad, confiabilidad y eficiencia en su operación.

El contar con un Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos permite que CENTROSUR pueda verificar los parámetros de cada una de las máquinas eléctricas estáticas que se instalaran o que ya se encuentran instaladas dentro de su área de concesión por lo que es necesario la Elaboración del Manual de Procesos y Procedimientos para el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos, el cual tendrá como finalidad estructurar los procesos que se ejecutan en el laboratorio de una manera eficiente, siguiendo estándares de calidad y normativas.

En este contexto, el laboratorio de transformadores de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. desempeña un rol fundamental en la red de distribución eléctrica. El presente manual de procesos y procedimientos busca estandarizar y documentar las actividades llevadas a cabo en dicho laboratorio, con el objetivo de garantizar la eficiencia, la seguridad y la calidad en el servicio de distribución de energía eléctrica.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Documentar los procesos y procedimientos que el personal del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. llevan a cabo para verificar los parámetros eléctricos bajo la norma INEN NTE en las pruebas de rutina de las máquinas eléctricas estáticas, las cuales se realizan durante las siguientes etapas: previa a su instalación, mantenimiento y el retiro de servicio dentro del área de concesión de la empresa.

## **2.2. Objetivos específicos**

- Levantar la información relevante sobre las actividades y controles aplicados por el laboratorio para la evaluación de los parámetros eléctricos de las máquinas.
- Analizar y sistematizar dicha información bajo los lineamientos del sistema de gestión de calidad ISO 9000, para establecer procesos y procedimientos documentados.
- Asegurar que los procesos y procedimientos documentados cumplan con los requisitos establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN NTE aplicable a las pruebas de rutina de las máquinas eléctricas estáticas.

## **3. Justificación**

El Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. desempeña un papel fundamental en la evaluación y mantenimiento de las máquinas eléctricas estáticas presentes en su área de concesión.

Este laboratorio realiza una serie de pruebas de rutina, entre las que se incluyen la determinación de la relación de transformación, la medición de la resistencia de devanados, las pruebas de vacío y de corto circuito, así como el análisis de las propiedades dieléctricas de los aceites, como el contenido de PCB's y la rigidez dieléctrica.

Actualmente, estas pruebas de rutina se llevan a cabo de acuerdo con la experiencia del personal del laboratorio, utilizando como referencia los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN). Sin embargo, la empresa ha identificado que no poseen estos procesos estandarizados para la realización de estas actividades como institución, lo cual puede repercutir en la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Además, el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos desempeña otras funciones, como la revisión de transformadores retirados de la red de distribución y la revisión de transformadores en arriendo y venta, las cuales tampoco cuentan con procesos y procedimientos documentados. Esta situación evidencia la necesidad de normalizar, estructurar y estandarizar los procesos y procedimientos relacionados con el laboratorio, con el fin de garantizar la trazabilidad, calidad y confiabilidad de las actividades realizadas de acuerdo con los lineamientos establecidos por el sistema de gestión de calidad ISO 9000.

## **4. Alcance**

Los procesos y los procedimientos establecidos en el presente manual son de aplicación obligatoria para todo el personal que labore en el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., este manual también está dirigido para todos profesionales del sector eléctrico de libre ejercicio, así como para cualquier persona natural que requiera de su conocimiento.

## **5. Antecedentes**

### **5.1. Reseña histórica del laboratorio de transformadores de CENTROSUR**

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. tiene sus orígenes en la década de 1950 bajo el nombre de Empresa Eléctrica Miraflores S.A. A lo largo de las décadas, CENTROSUR ha experimentado una evolución significativa a nivel administrativo y técnico, destacándose en el desarrollo y la innovación del Laboratorio de Transformadores.

- **Primeras funciones del laboratorio de transformadores (1974-1983)**

En diciembre de 1974, se incorporó el señor Manuel Salinas como ayudante del Laboratorio de Transformadores, donde se llevaban a cabo diversas actividades de revisión y numeración de los transformadores de distribución. Estas revisiones consistían en energizar el devanado de baja tensión y provocar una disrupción para comprobar la funcionalidad del transformador, así como también medir la resistencia de aislamiento.

- **Expansión y nuevas capacidades (1983-1987)**

Aproximadamente en 1983, el señor Manuel Salinas fue promovido a Jefe del Laboratorio de Transformadores, acompañado por el señor Hugo Castillo como laboratorista y el señor Rafael León P. como ayudante. Durante este período, se implementó el mantenimiento y la inspección previa a la instalación de los transformadores. El mantenimiento incluía el pintado de los equipos, la limpieza del aceite dieléctrico y el reemplazo de partes defectuosas. La inspección previa a la instalación implicaba la medición de la rigidez dieléctrica, la resistencia de aislamiento de los devanados y la relación de transformación.

- **Nuevo jefe y ubicación del laboratorio (1987-2011)**

En 1987, el señor Hugo Castillo asumió el cargo de Jefe del Laboratorio de Transformadores, mientras que el señor Rafael León P. se convirtió en el laboratorista. En esta época, el laboratorio se encontraba en sus instalaciones actuales, que incluían oficina, bodega, recepción, taller y laboratorio, donde se desarrollaban actividades similares a las anteriores, con la adición de la regeneración del aceite dieléctrico.

- **Implementación de normas INEN y mejoras en el control de equipos (2011-2019)**

La participación del Ingeniero Eduardo Sempertegui, Jefe del Departamento de Distribución Zona 1 en el 2011, en la comisión de homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica, motivó la adquisición de las normas INEN que rigen el Laboratorio de Transformadores hasta la actualidad. Además, se implementó un nuevo sistema de control de equipos para llevar un mejor registro de los activos de CENTROSUR.

- **Adquisición de nuevos equipos y pruebas de rutina (2012-2019)**

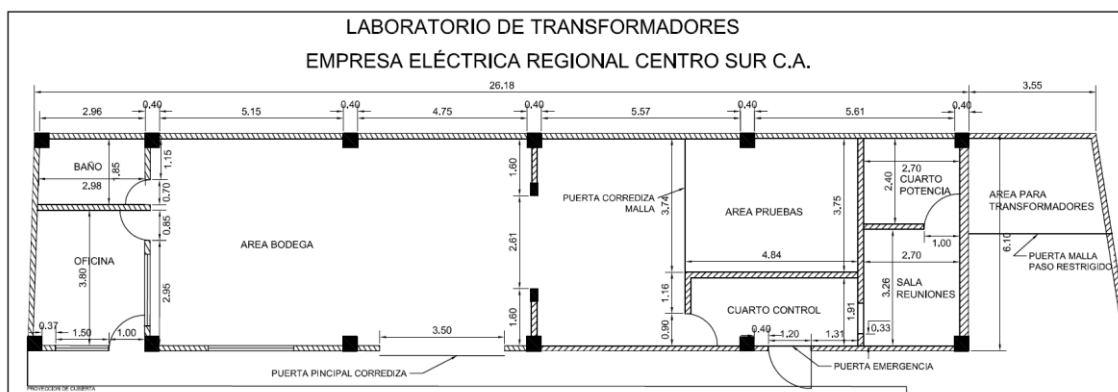
En 2012, el Ingeniero Walter Guamán O., Superintendente de Distribución Zona 1, participó en diversas actividades, como la adquisición del banco de pruebas de transformadores en 2013 y la adquisición de equipos para el Laboratorio de Transformadores en 2019. Además, ha motivado la realización de las pruebas de rutina en el Laboratorio de Transformadores, en conjunto con el Ingeniero Milton Castillo en su calidad de Jefe del Departamento de Distribución Zona 1 desde el año 2019 hasta hoy en día.

- **Liderazgo actual y actividades del laboratorio (2019-actualidad)**

Finalmente, en agosto de 2019, el Ingeniero David Vanegas Samaniego ganó el cargo de Jefe del Laboratorio de Transformadores mediante concurso, y junto con el señor Iván León, quien ocupa el cargo de electromecánico, realizan actividades como las pruebas de rutina de los transformadores nuevos o usados, tanto propios como de particulares, dentro del área de concesión de CENTROSUR, siguiendo la normativa INEN.

El Laboratorio de Transformadores se encuentra ubicado junto al edificio sede, además, está distribuido de la siguiente manera como se puede observar en la ilustración 3 del plano arquitectónico del lugar.

*Ilustración 3: Plano Arquitectónico del Laboratorio de Transformadores*



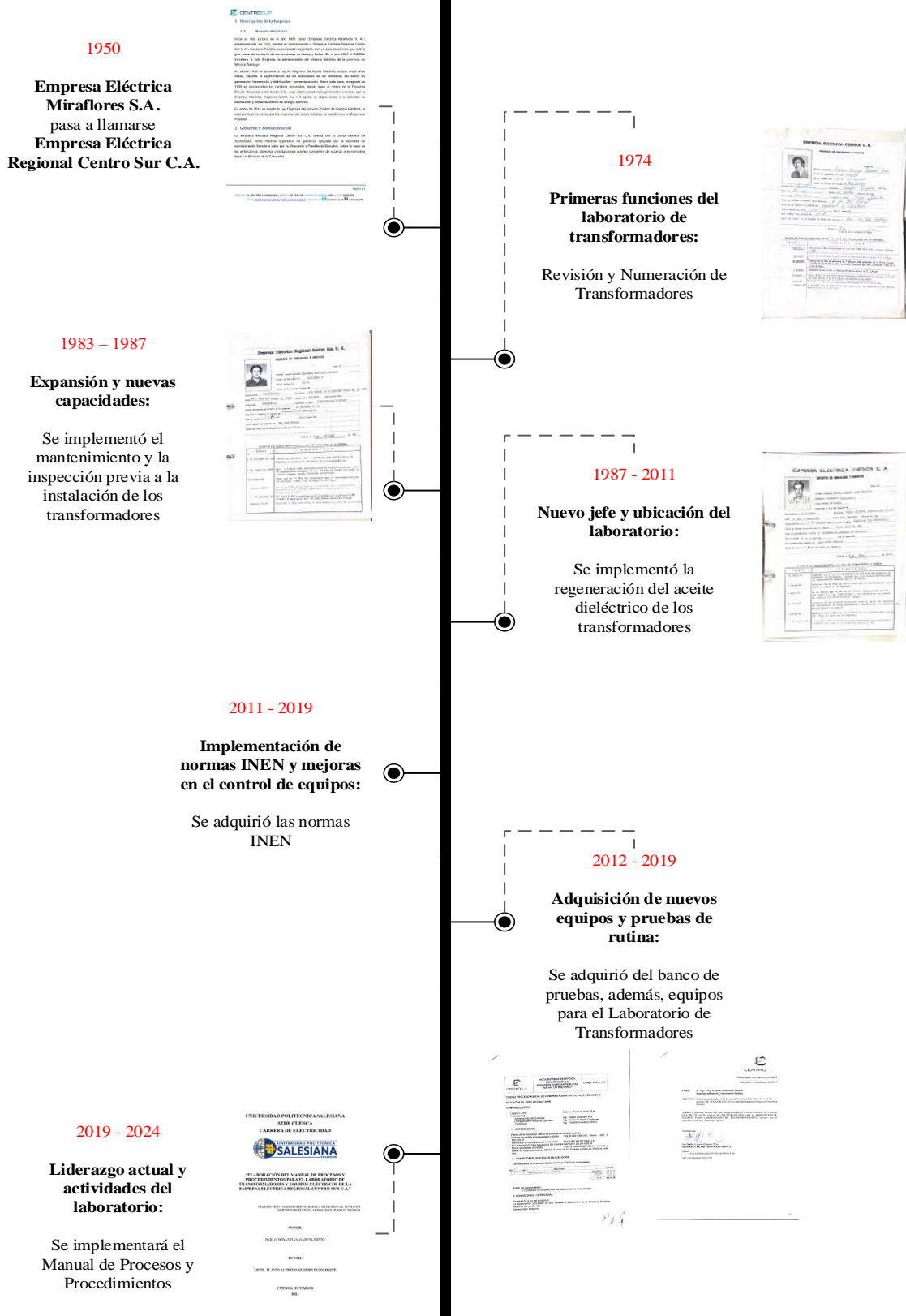
*Fuente: Autor*

También se llevan a cabo, el reintegro de los transformadores retirados de la red de distribución, el arriendo y la venta de transformadores. Actualmente, el laboratorio de transformadores posee equipos de alta precisión para realizar cada una de las pruebas de rutina.

En la ilustración 4, se puede apreciar una línea de tiempo de la reseña histórica del laboratorio de Transformadores.



Ilustración 4: Línea de tiempo



Fuente: Autor

## 5.2. Equipos que pertenecen al Laboratorio De Transformadores y Equipos Eléctricos.

Se presenta los equipos que dispone el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos para realizar las pruebas de rutina. Estos equipos son digitales y cumplen con las normas ANSI/IEEE, además cuentan con un funcionamiento totalmente automático. Además, estos equipos se encuentran en la clase 0.2 lo cual representa la exactitud de sus medidas. En la tabla 1, se puede apreciar el listado de equipos del laboratorio de transformadores y equipos eléctricos.

Tabla 1: Equipos que pertenecen al Laboratorio De Transformadores y Equipos Eléctricos

Nombre	Descripción
Dtr Aemc Modelo 8510	Este equipo se utiliza para realizar la prueba de relación de transformación.
Megohmmeter Modelo 5070	Este equipo se utiliza para realizar la Prueba de Aislamiento de devanados para un transformador.
Termómetro Infrarrojo Fluke 62 Max	Este equipo se utiliza para realizar las pruebas de rutina.
Multímetro Digital fluke 117	Este equipo se utiliza para realizar las pruebas de rutina.
Clor-N-Oil 50	Esta prueba se utiliza para realizar las pruebas de PCB's.
Micrometro WR50-12	Este equipo se utiliza para realizar las pruebas de resistencia de devanados.
TTR TR – MARK - III	Este equipo se utiliza para realizar las pruebas de polaridad y la relación de transformación.
Banco de pruebas de vacío y de cortocircuito	Este equipo se utiliza para realizar las pruebas de vacío y corto circuito.
Dielectrotest 100 A2	Este equipo se utiliza para realizar las pruebas de rigidez dieléctrica.
Montacargas	Este Vehículo ayuda a transportar cargas pesadas.
Tecla de 5T	Las poleas ayudan a transportar cargas pesadas.
Bomba R410	Esta Bomba a vacío se utiliza para retirar el aceite dieléctrico a los transformadores.
Cable de cobre 1/0	Se utiliza para realizar las pruebas de corto circuito.
Instrumentos varios	Estos son desarmadores, llaves, playo, corta frio, etc.

Fuente: Autor

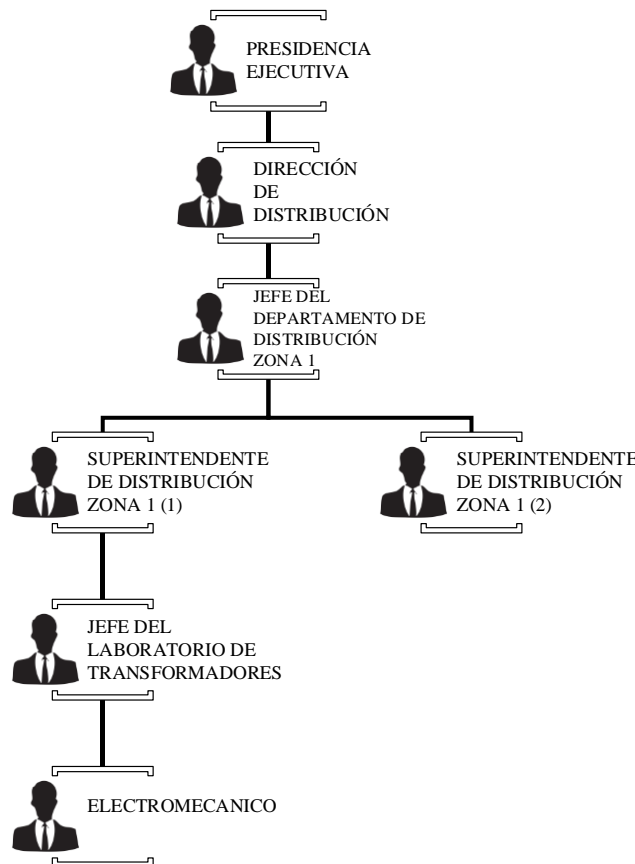
### 5.3. Estructura organizacional del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos.

La estructura organizacional vigente del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (CENTROSUR) se encuentra bajo la supervisión jerárquica de la Dirección de Distribución, seguida por la Jefatura del Departamento de Distribución Zona 1 y la Superintendencia de Distribución Zona 1 (1). Esta estructura organizativa establece la responsabilidad del Laboratorio dentro de la organización de la empresa.

En el nivel operativo, el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos cuenta con el cargo de Jefe de Laboratorio, quien se encuentra respaldado por el personal electromecánico. Estas posiciones tienen la responsabilidad de revisar y hacer cumplir las normas INEN aplicables a los transformadores, tanto propios como de clientes, dentro del área de concesión de CENTROSUR. Adicionalmente, el Jefe de Laboratorio y el personal electromecánico deben atender las actividades administrativas relacionadas con las funciones del Laboratorio.

En la ilustración 5, se puede apreciar el organigrama del Transformadores y Equipos Eléctricos.

*Ilustración 5: Organigrama del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos*



*Fuente: Autor*

## Capítulo 2 Normativa.

### 1. Normativa interna de CENTROSUR

Todas las funciones realizadas por el personal del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos, tanto en oficina como en campo, se podrán realizar una vez que se ejecuten las siguientes normas tanto de seguridad, como administrativas:

- I-DTH-381 Reglamento Interno Higiene y Seguridad.
- I-DTH-809 Instructivo de Uso y Mantenimiento de Equipo de Protección Personal y Ropa de Trabajo.
- Reglamento de Seguridad del Trabajo Contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica (ACUERDO N°013).
- Decreto Ejecutivo – 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores.
- Código del Trabajo, Artículo 410.
- R-DIPLA-262 Prueba de PCB's y reingreso a bodega.

### 2. Norma técnica ecuatoriana

Este manual está construido bajo el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 141 (1r), denominado “Requisitos de Seguridad y Eficiencia Energética para Transformadores de Distribución” [2].

El mismo que debe ser cumplido tanto por las fábricas nacionales como internaciones, por otro lado, las empresas distribuidoras del país deben de corroborar y hacer cumplir las siguientes normativas:

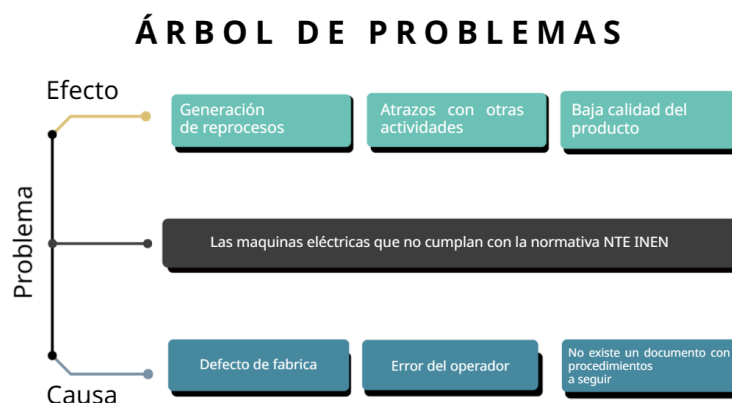
- Norma NTE INEN 2110:2013, Transformadores. Definición.
- Norma NTE INEN 2111:2013, Transformadores de Distribución. Pruebas Eléctricas.
- Norma NTE INEN 2112:2013, Transformadores. Devanados y sus Derivaciones. Requisitos.
- Norma NTE INEN 2113:2013, Transformadores - Determinación de Pérdidas y Corriente sin carga.
- Norma NTE INEN 2114:2004, Transformadores Monofásicos de Corriente Sin Carga, Pérdidas y Voltaje de Cortocircuito.
- Norma NTE INEN 2115:2004, Transformadores de distribución nuevos trifásicos. Valores de corriente sin carga, pérdidas y voltaje de cortocircuito.
- Norma NTE INEN 2116:2013, Transformadores. Impedancia y pérdidas con carga.
- Norma NTE INEN 2117:2013, Transformadores. Relación de transformación, verificación de la polaridad y Desplazamiento angular.
- Norma NTE INEN 2118:2013, Transformadores. Medida de la resistencia de los devanados.

- Norma NTE INEN 2119:2013, Transformadores. Prueba de calentamiento para transformadores sumergidos en aceite con elevación de 65 °C de temperatura en los devanados.
- Norma NTE INEN 2120:1998, Transformadores. Requisitos.
- Norma NTE INEN 2125:2013 ha sido reemplazado por NTE INEN-IEC 60076-3:2019.
- Norma NTE INEN 2126:2013, Transformadores. Límites de calentamiento.
- Norma NTE INEN 2127:2013, Transformadores. Niveles de aislamiento. Requisitos.
- Norma NTE INEN 2128:2013, Transformadores. Requisitos de funcionamiento en condiciones de altitud y temperatura diferentes de las normalizadas.
- Norma NTE INEN 2129:2013, Transformadores. Determinación del voltaje de cortocircuito.
- Norma NTE INEN 2130:2013, Transformadores. Placa de características.
- Norma NTE INEN 2132:2013, Transformadores de distribución. Transformadores reparados y reconstruidos. Requisitos.
- Norma ASTM D1816 Rigidez Dieléctrica.

### 3. Análisis del incumplimiento de la normativa

Las máquinas eléctricas estáticas al querer ser instaladas en la red del país deben de cumplir con las normas antes mencionadas NTE INEN de ser el caso que no cumplan con la normativa NTE INEN es motivo suficiente para que no pueda entrar en servicio. Además, esto genera efectos negativos como: la generación de reprocesos en los laboratorios de las empresas distribuidoras, atrasos con otras actividades, baja calidad del servicio. En la ilustración 6, se puede apreciar la estructura de un árbol de problemas en donde se presenta de manera gráfica los efectos y las causas que se genera de acuerdo con problema.

Ilustración 6: Árbol de problemas



Fuente: Autor

## Capítulo 3 Modelo y notación de procesos de negocio (BPMN).

El Business Process Model and Notation (BPMN) permite representar de forma gráfica las actividades de un proceso de manera sistemática y secuencial, facilitando su comprensión. Además, se busca adaptarse rápido a los cambios utilizando el SOA (Arquitectura Orientada por Servicios) [3].

Para ello, se empleará el uso de Software (Bizagi Modeler). El modelo y notación de procesos de negocio se divide en cuatro diferentes objetos, los cuales son: Objetos del flujo, Objetos de conexión, Canales y artefactos [3].




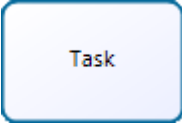
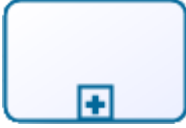



En las tablas 1,2 y 3 se presenta los símbolos estandarizados de cada uno de los BPMN.

### 1. Objetos de flujo

Son los elementos que, definen el comportamiento de cada uno de los procesos.

En la tabla 2, se representa los elementos de los objetos de flujo más representativos.

Tabla 2: BPMN Objetivos de flujos

Elemento	Simbología			Descripción
Evento (círculos)	 Inicio	 Intermedio	 Fin	Representa un suceso que afecta el flujo del proceso, generalmente tiene causa y resultado.
Actividad (rectángulo con esquinas redondeadas)	 Tarea		 Subproceso	Representa una tarea que se ejecuta dentro de un proceso.
Compuertas (rombos)	 Exclusiva	 Paralela	 Compleja	Representan la convergencia o la divergencia de un suceso dentro del flujo




Fuente: Autor

### 2. Objetos de conexión

Son los elementos que, se utilizan para dar secuencia del flujo, además para conectar los procesos, subprocesos o algún objeto dentro del flujo.

En la tabla 3, se representa los elementos de los objetos de conexión más representativos.

Tabla 3: BPMN Objetos de Conexión.

Elemento	Simbología	Descripción
Flujo de Secuencia		Representa el orden de las actividades dentro de los procesos dentro de un flujo.
Asociación		Representa la asociación de la información de artefactos con objetos dentro del flujos.
Flujo de Mensaje		Representa el flujo de mensajes de algún proceso que está preparado para enviarlos o recibirlos.


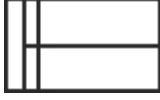

Fuente: Autor

### 3. Canales

Son los elementos que, se utilizan para dar participación a todos los involucrados dentro del proceso dando secuencia al flujo.

En la tabla 4, se representa los elementos de los canales más representativos.

Tabla 4: BPMN Canales.

Elemento	Simbología	Descripción
Conector		Representa un proceso simple.
Carril		Representa la diferenciación de roles dentro de un mismo proceso.
Fase		Representa una partición dentro de un proceso con el fin de diferenciar etapas.




Fuente: Autor

#### 4. Artefactos

Son los elementos que, se utilizan para dar información extra de cada uno de los procesos, dando mayor sentido al flujo.

En la tabla 5, se representa los elementos de los artefactos más representativos.

*Tabla 5: BPMN Artefactos*

<b>Elemento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
Grupo		Permite visualizar la agrupación de elementos.
Anotación		Permite dar información adicional.
Objetos de datos		Representa un documento u objetos que es usado dentro del proceso.

*Fuente: Autor*



## Capítulo 4 Definiciones.

### 1. Transformador

Es una máquina eléctrica estática, que permite la transferencia de energía eléctrica de un circuito a otro, este opera mediante el principio de inducción electromagnética, además, mantiene la misma frecuencia del sistema en que se encuentra conectado. Su función principal es suministrar la energía eléctrica al provocar un aumento o disminución de voltaje o de corriente [2], [4].

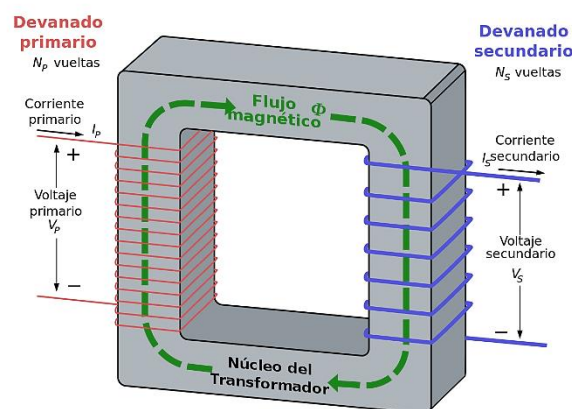
### 2. Funcionamiento del transformador

El principio electromagnético se basa en el acoplamiento inductivo de los devanados, logrando que el flujo magnético que atraviesa un devanado también atraviese parcial o totalmente el otro devanado, creando así un circuito magnético común [5], [6].

En términos más precisos, al conectar una fuente de corriente alterna al devanado primario, la corriente y el flujo de electrones resultantes experimentan cambios periódicos tanto en magnitud como en dirección. Esto genera un flujo que se acopla al devanado secundario, induciendo un voltaje en este último [5], [6].

En la ilustración 7, se presenta las partes de un transformador, en su estructura didáctica.

Ilustración 7: Funcionamiento del Transformador.



Fuente: colaboradores de Wikipedia. (2024, 27 enero). Transformador. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>.

### 3. Polaridad de un transformador

Es fundamental identificar la dirección relativa de la fuerza electromotriz (FEM) inducida en cada devanado, ya que esto permite determinar la polaridad de cada transformador. Conocer la polaridad de los transformadores es de suma importancia, ya que permite realizar acoplamientos y conexiones de manera adecuada [6]. En este sentido, existen dos tipos de polaridades: sustractiva y aditiva.

#### **4. Componentes de un transformador**

Los componentes del transformador son: Circuitos magnéticos, circuitos eléctricos, sistema de aislamiento, tanque y accesorios.

- **Circuitos magnéticos**

Conformado por un núcleo laminado de acero, cada una de las láminas se encuentran aisladas por ambos lados con el fin de disminuir las pérdidas por corrientes parasitas [4].

- **Circuitos eléctricos**

Compuesto por devanados primario y secundarios, los cuales están fabricados por cobre o aluminio cubiertos por papel o barniz dependiendo del tipo de transformador (Seco o Sumergido en aceite) [2], [4].

- **Sistema de aislamiento**

Está compuesto por varios materiales, los cuales aumentan la capacidad aislamiento del transformador. Los cuales son:

1. Cartón prensado.
2. Papel kraft.
3. Esmaltes y barnices.
4. Porcelanas.
5. Polvo epóxico.
6. Algodón.
7. Líquidos dieléctricos como aceite mineral o de silicona.

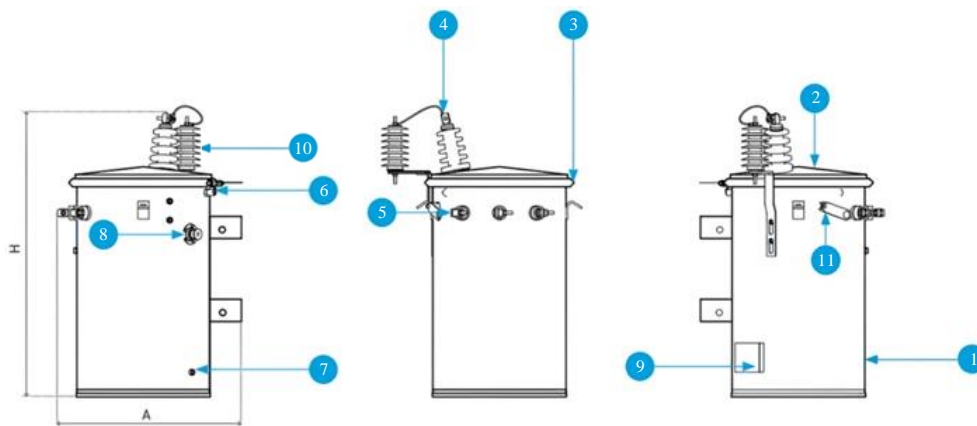
- **Tanque y accesorios**

El interior del tanque alberga el conjunto compuesto por el núcleo y los devanados, además, tiene como función proteger y mantener en óptimas condiciones al aceite dieléctrico. Por otro lado, cada tipo de transformador tiene un exterior diferente ajustado a cada una de las necesidades.

##### **4.1. Partes de un transformador monofásico.**

En la ilustración 8 y en la tabla 6, se presenta las partes externas de un transformador monofásico tipo poste.

Ilustración 8: Partes del transformador Monofásico.



Fuente: ECUATRAN. Transformadores de distribución monofásicos - trifásicos, de [https://www.ecuatran.com/wp-content/uploads/2017/02/brochure\\_distribucion-EN.pdf](https://www.ecuatran.com/wp-content/uploads/2017/02/brochure_distribucion-EN.pdf)

Tabla 6: Partes del transformador monofásico.

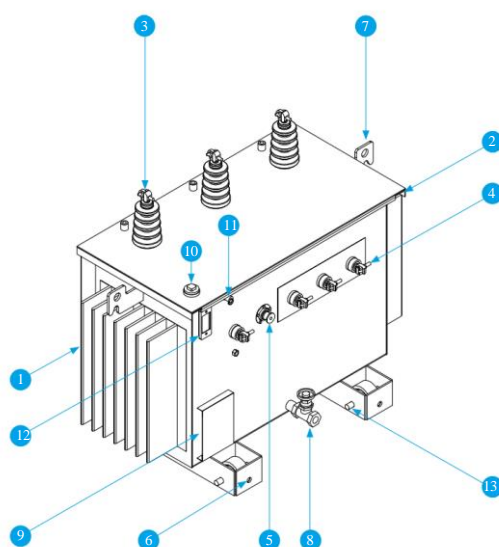
Ítem	Descripción
1	Cuba del transformador
2	Tapa
3	Banda de cierre
4	Bushing de MT
5	Bushing de BT
6	Válvula de sobrepresión
7	Conectores a tierra
8	Cambiador de derivaciones
9	Placa de características
10	Pararrayo
11	Interruptor termomagnético

Fuente: Autor

#### 4.2. Partes de un transformador trifásico.

En la ilustración 9 y en la tabla 7, se presenta las partes externas de un transformador trifásico tipo poste.

Ilustración 9: Partes de un transformador trifásico tipo poste.



Fuente: ECUATRAN. Transformadores de distribución monofásicos - trifásicos, de [https://www.ecuattran.com/wp-content/uploads/2017/02/brochure\\_distribucion-EN.pdf](https://www.ecuattran.com/wp-content/uploads/2017/02/brochure_distribucion-EN.pdf)

Tabla 7: Partes de un transformador trifásico.

Ítem	Descripción
1	Cuba del transformador
2	Tapa empernada
3	Bushings de MT
4	Bushings de BT
5	Cambiador de derivaciones de 5 pos.
6	Chasis
7	Soporte de izado
8	Válvula de descarga
9	Placa de características
10	Tapón de llenado
11	Válvula de sobrepresión
12	Nivel de aceite
13	Conectores a tierra

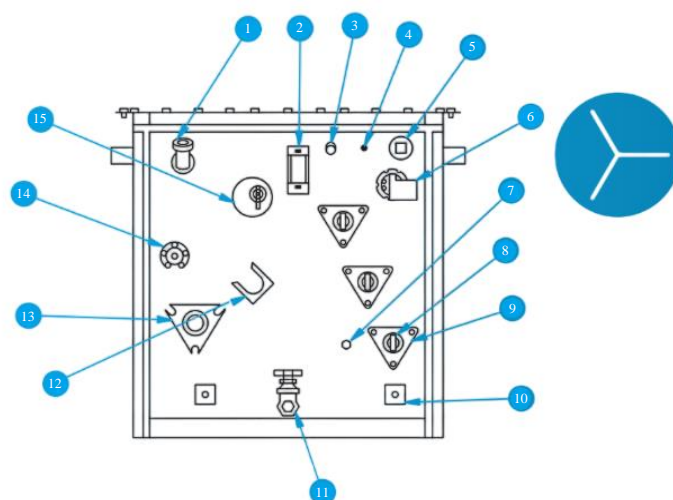
Fuente: Autor

### 4.3. Partes de un transformador tipo pedestal monofásico.

#### 4.3.1. Transformador tipo pedestal monofásico tipo radial

En la ilustración 10 y en la tabla 8, se presenta las partes externas de un transformador Tipo pedestal radial.

Ilustración 10: Partes de un transformador tipo pedestal monofásico tipo radial.



Fuente: ECUATRAN. Transformadores de distribución monofásicos – trifásicos, de brochure\_padmounted.pdf (ecuatran.com)

Tabla 8: Transformador tipo pedestal monofásico tipo radial.

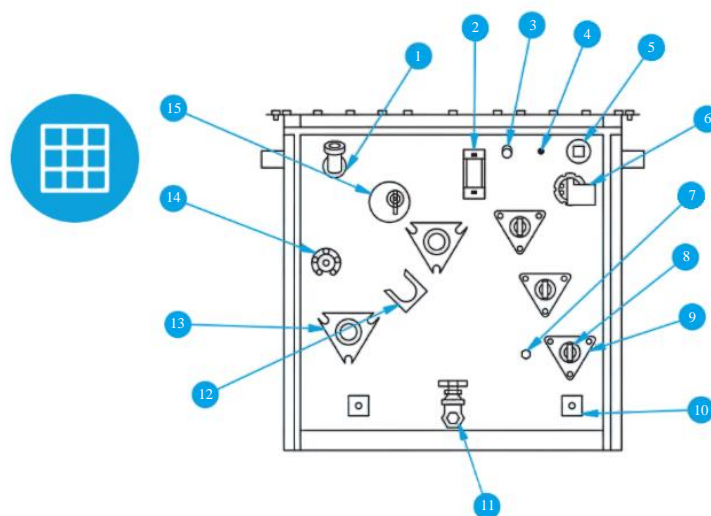
Ítem	Descripción
1	Porta fusibles
2	Visor de nivel de aceite
3	Válvula de sobrepresión
4	Tuerca para válvula de nitrógeno
5	Tapón de llenado
6	Breaker sumergido en aceite
7	Tuerca de aterrizamiento de BT
8	Paleta de conexión de BT
9	Bushing de bajo voltaje
10	Válvula de drenaje
11	Platina conectora a tierra
12	Soporte de parqueo
13	Bushing de media voltaje
14	Seccionador
15	Cambiador derivaciones

Fuente: Autor

#### 4.3.2. Transformador tipo pedestal monofásico tipo malla

En la ilustración 11 y en la tabla 9, se presenta las partes externas de un transformador Tipo pedestal malla.

Ilustración 11: Partes de un transformador tipo pedestal monofásico tipo malla.



Fuente: ECUATRAN. Transformadores de distribución monofásicos – trifásicos, de brochure\_padmounted.pdf (ecuatran.com)

Tabla 9: Transformador tipo pedestal monofásico tipo malla.

Ítem	Descripción
1	Porta fusibles
2	Visor de nivel de aceite
3	Válvula de sobrepresión
4	Tuerca para válvula de nitrógeno
5	Tapón de llenado
6	Breaker sumergido en aceite
7	Tuerca de aterrizamiento de BT
8	Paleta de conexión de BT
9	Bushing de baja voltaje
10	Válvula de drenaje
11	Platina conectora a tierra
12	Soporte de parqueo
13	Bushing de media voltaje
14	Seccionador
15	Cambiador derivaciones

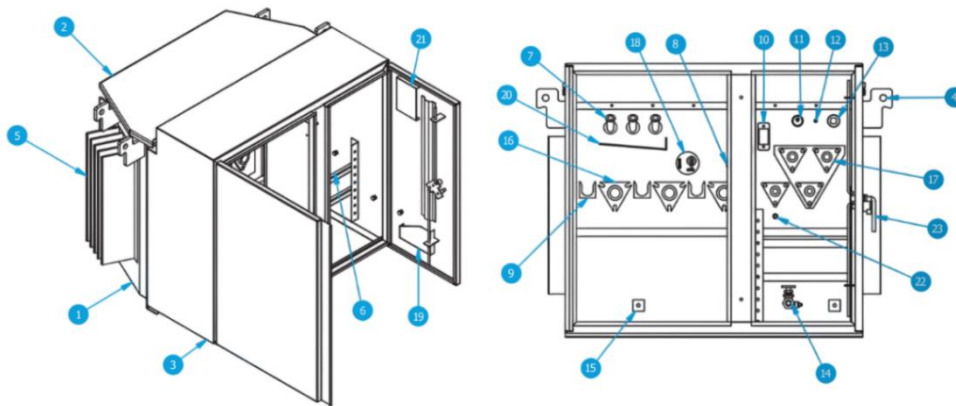
Fuente: Autor

#### 4.4. Partes de un transformador tipo pedestal trifásico.

##### 4.4.1. Transformador tipo pedestal trifásico radial

En la ilustración 12 y en la tabla 10, se presenta las partes externas de un transformador Tipo pedestal trifásico radial.

Ilustración 12: Transformador Tipo pedestal trifásico radial.



Fuente: ECUATRAN. Transformadores de distribución monofásicos - trifásicos, de brochure\_padmounted.pdf (ecuatran.com)

Tabla 10: Transformador Tipo pedestal Trifásico Radial.

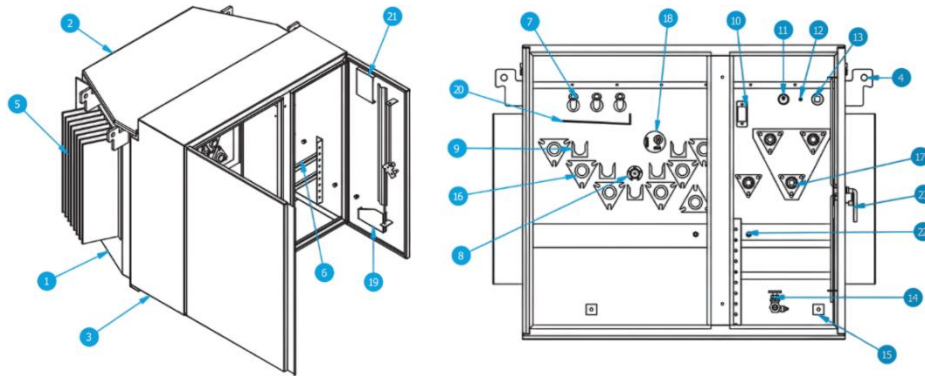
Ítem	Descripción
1	Cuba del transformador
2	Tapa empernada
3	Armario desmontable
4	Soportes de izado
5	Panel de refrigeración
6	Soporte de breaker de baja voltaje
7	Portafusibles
8	Cambiador de derivaciones
9	Soporte de parqueo
10	Visor de aceite
11	Válvula de sobrepresión
12	Válvula de nitrógeno
13	Tapón de llenado
14	Válvula de drenaje
15	Conectores a tierra
16	Bushing tipo pozo
17	Bushing tipo pad
18	Seccionador
19	Portapapeles
20	Colector de aceite
21	Placa de características
22	Tuerca neutro
23	Manija de seguridad

Fuente: Autor

#### 4.5. Transformador tipo pedestal trifásico anillo

En la ilustración 13 y en la tabla 11, se presenta las partes externas de un Transformador Tipo pedestal trifásico anillo.

Ilustración 13: Transformador Tipo pedestal trifásico anillo



Fuente: ECUATRAN. Transformadores de distribución monofásicos - trifásicos, de brochure\_padmounted.pdf (ecuatran.com)

Tabla 11: Transformador Tipo pedestal Trifásico Anillo

Ítem	Descripción
1	Cuba del transformador
2	Tapa empernada
3	Armario desmontable
4	Soportes de izado
5	Panel de refrigeración
6	Soporte de breaker de baja voltaje
7	Portafusibles
8	Cambiador de derivaciones
9	Soporte de parqueo
10	Visor de aceite
11	Válvula de sobrepresión
12	Válvula de nitrógeno
13	Tapón de llenado
14	Válvula de drenaje
15	Conectores a tierra
16	Bushing tipo pozo
17	Bushing tipo pad
18	Seccionador
19	Portapapeles
20	Colector de aceite



21	Placa de características
22	Tuerca neutro
23	Manija de seguridad

Fuente: Autor

## 5. Clasificación de los transformadores

Existen varios tipos de transformadores dependiendo de sus funciones, estas pueden ser: por su operación, por el número de fases, por su utilización, por su tipo de núcleo, por el tipo de enfriamiento, tipo seco, en función de su lugar de instalación [4].

### 5.1. Por el número de fases

Se basa en la característica del sistema en donde se va a operar. Existen dos tipos:

- **Monofásicos**

Se conectan a una fase y al neutro o tierra. Están formados por un solo devanado de alto voltaje o medio voltaje y uno de bajo voltaje [4].

En la ilustración 14, se presenta al transformador monofásico.

Ilustración 14: Transformador Monofásico



Fuente: Archivo técnico y Catálogo digital - Transformadores Ecuador. Transformadores Ecuador | INATRA. <https://inata.com/archivotec-catalogodig/>

- **Bifásicos**

Se conecta a dos fases y al neutro o a tierra. Están formados por dos devanados de alto voltaje o medio voltaje y puede tener dos o tres devanados de bajo voltaje [4].

En la ilustración 15, se presenta al transformador bifásico.

Ilustración 15: Transformadores bifásico



Fuente: ECUATRAN. Transformadores de distribución monofásicos - trifásicos, de [https://www.ecuatran.com/wp-content/uploads/2017/02/brochure\\_distribucion-EN.pdf](https://www.ecuatran.com/wp-content/uploads/2017/02/brochure_distribucion-EN.pdf)

- **Trifásico**

Se conectan a tres fases y al neutro o tierra. Están formados por tres devanados de alto voltaje o medio voltaje y tres de bajo voltaje [4].

En la ilustración 16, se presenta al transformador trifásico.

Ilustración 16: Transformador trifásico



Fuente: Archivo técnico y Catálogo digital - Transformadores Ecuador. Transformadores Ecuador | INATRA. <https://inatra.com/archivotec-catalogodig/>

## 5.2. Por su operación

En este apartado se clasifican, por la potencia que se desea utilizar, según la INEN se dividen en dos grupos: transformadores monofásicos y transformadores trifásico.

- **Transformadores monofásicos de distribución**

Poste, subestación, pedestal y sumergibles autoenfriados en líquido aislante y tipo secos su potencia va desde 3 KVA hasta los 167 KVA, estos poseen una clase de aislamiento

para bajo voltaje menores o iguales a 1.2 KV, para medio voltaje menores o iguales a 34.5 KV [2].

- **Transformadores trifásicos de distribución**

Poste, subestación, pedestal y sumergibles autoenfriados en líquido aislante y tipo secos su potencia va desde 15 KVA hasta los 2000 KVA, estos poseen una clase de aislamiento para bajo voltaje menor o igual a 1.2 KV, para medio voltaje menor o igual a 34.5 KV [2].

### **5.3. Por su utilización**

- **Transformador para generador**

Este se instala luego del generador, estos proporcionan la energía eléctrica a las líneas de transmisión [4].

- **Transformadores de subestación**

Estos se instalan con el fin de reducir el voltaje para subtransmisión [4].

- **Transformadores de distribución**

Estos transformadores buscan reducir el voltaje de la subtransmisión a niveles de consumo [4].

- **Transformadores de instrumento**

A estos transformadores se los conoce como TCs y TPs. En donde los transformadores de potencial (TP) y los de corriente (TC) se utilizan para suministrar voltaje y corriente a los equipos de protección, control y medición [4].

### **5.4. Por su tipo de núcleo**

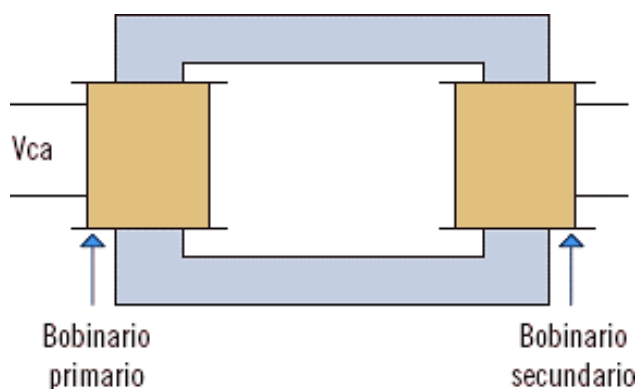
Existen dos tipos de núcleos los acorazados y los de columna:

- **Columna**

Este tipo de núcleo esta formado por dos columnas sus devanados primario y secundario se encuentran en estas [4].

En la ilustración 17, se presenta al transformador tipo columna.

Ilustración 17: Transformador tipo columna.



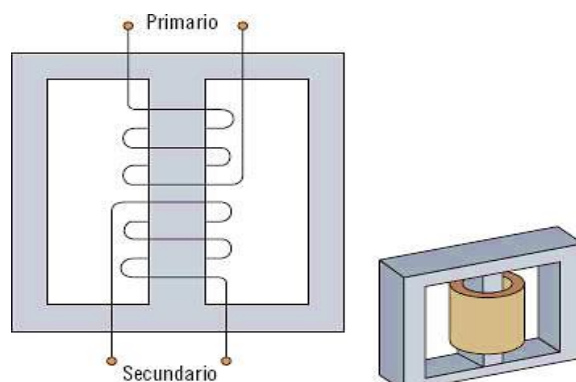
Fuente: Montaje y mantenimiento de transformadores. (s/f). Digitalbooks.Pro. Recuperado el 27 de febrero de 2024, de <https://reader.digitalbooks.pro/content/preview/books/18897/book/OEBPS/Text/chapter01.html>

- **Acorazado**

Este tipo de núcleo reduce la dispersión, este tipo de núcleo consta de dos columnas exteriores en las cuales no contiene ningún devanado, sino los devanados primarios y secundarios se agrupan en la columna central [4].

En la ilustración 18, se presenta al transformador tipo acorazado.

Ilustración 18: Transformador tipo acorazado.



Fuente: Montaje y mantenimiento de transformadores. (s/f). Digitalbooks.Pro. Recuperado el 27 de febrero de 2024, de <https://reader.digitalbooks.pro/content/preview/books/18897/book/OEBPS/Text/chapter01.html>

## 5.5. Por el tipo de enfriamiento

Existe dos tipos de transformadores: los sumergidos en aceite dieléctrico y el segundo es tipo seco.

- **Tipo sumergidos en aceite dieléctrico.**

Estos transformadores son aquellos, que su núcleo y devanados están sumergidos en un líquido aislante.

En la tabla 12, se detalla los tipos de enfriamiento.

Tabla 12: Enfriamiento tipo sumergido en aceite dieléctrico.

Tipo	Medio	Refrigeración interna	Medio	Refrigeración externa
ONAN	ON	Refrigeración de aceite natural	AN	Refrigeración de aire natural (Radiadores)
ONAF	ON	Refrigeración de aceite natural	AF	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador, radiadores, ventiladores)
OFAF	OF	Refrigeración de aceite forzado (Bombas de aceite)	AF	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador)
ODAF	OD	Refrigeración de aceite dirigido (Bombas de aceite)	AF	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador)
OFAN	OF	Refrigeración de aceite forzado (Bombas de aceite)	AN	Refrigeración de aire natural (Radiadores)
OFWF	OF	Refrigeración de aceite forzado (Bombas de aceite)	WF	Refrigeración de agua forzada (Intercambiadores, bombas de agua)
KNAN	KN	Refrigeración de éster natural o sintético natural	AN	Refrigeración de aire natural (Radiadores)
KNAF	KN	Refrigeración de éster natural o sintético natural	AF	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador)

Fuente: Autor

En esta tabla se encuentra por separado el tipo de enfriamiento que posee la máquina estática, en donde las dos primeras letras tratan del tipo de refrigeración interno entre ellos se usa la refrigeración de aceite forzado, natural o sintético, en las dos siguientes letras trata de en la refrigeración externa que posee en donde indica si se da por radiador, ventiladores, bombas de agua, etc. [7].

- **Tipo Seco**

Estos transformadores son aquellos, que su núcleo y sus devanados no se encuentran sumergidos en un líquido aislante [2].

En la tabla 13, se detalla los tipos de enfriamiento.

Tabla 13: Enfriamiento tipo seco.

<b>Tipo</b>	<b>Significado</b>	<b>Función</b>
AA	Oil Natural Circulation Air Natural Circulation	Este tipo de enfriamiento se da por la circulación del aire el cual es el encargado de aislar el núcleo y las bobinas [4], [8].
AFA	Oil Natural Circulation Air Forced Circulation	Este tipo de enfriamiento se da mediante el aire forzado creado por un ventilador [4], [8].
AA/FA	Oil Forced Circulation Air Forced Circulation	Este tipo de enfriamiento se da por aire de circulación forzada mediante ventiladores [4], [8].

Fuente: Autor

### 5.6. En función de su lugar de instalación

Se subdividen en: tipo poste, tipo pedestal, tipo subestación, tipo sumergible.

- **Tipo poste**

Este tipo de transformador cuenta con un diseño externo y con accesorios que le dan la posibilidad de sujetarse o instalarse en un poste o en alguna estructura similar. Estos pueden ser monofásico y trifásicos. Además, estos pueden ser convencionales o autoprotegidos [2], [9].

En la ilustración 19, se presenta al transformador tipo poste.

Ilustración 19: Transformadores tipo poste



Fuente: Archivo técnico y Catálogo digital - Transformadores Ecuador. Transformadores Ecuador | INATRA. <https://inata.com/archivotec-catalogodig/>.

- **Tipo pedestal o Padmounted**

Este tipo de transformadores pueden ser tanto monofásicos como trifásicos, su característica principal es ser instalado sobre una base de concreto y a la intemperie, además, este está integrado con un gabinete metálico [2], [10]. En la ilustración 20, se presenta al transformador tipo pedestal.

*Ilustración 20: Transformador tipo pedestal.*



*Fuente: Archivo técnico y Catálogo digital - Transformadores Ecuador. (2022, abril 4). Transformadores Ecuador | INATRA. <https://inatra.com/archivotec-catalogodig/>.*

- **Tipo subestación**

Estos transformadores están diseñados para el uso conjunto de una subestación, por lo general están sumergidos en aceite dieléctrico, estos pueden ser tanto monofásicos como trifásicos. Por lo general su uso es en las industrias y centros comerciales grandes [2], [11]. En la ilustración 21, se presenta al transformador tipo subestación.

*Ilustración 21: Transformador tipo subestación.*



*Fuente: Vargas, J. (2020, septiembre 27). Equipos Primarios de una Subestación Eléctrica. IDS; IDS - Ingeniería de Subestaciones. <https://ingenieriadesubestaciones.com/equipos-electricos-primarios-de-una-subestacion-electrica/>.*

- **Tipo sumergible**

Estos transformadores pueden ser monofásicos como trifásicos y están diseñados para ser instalados en cabinas, cámaras subterráneas o en lugares donde existe la posibilidad de inundación ocasionalmente [2], [12].

En la ilustración 22, se presenta al transformador tipo sumergible.

*Ilustración 22: Transformador tipo sumergible.*



*Fuente: Grupo Eléctrico TAE. (2022). Transformador tipo sumergible. Grupo Eléctrico TAE.  
<https://grupoelectricotae.com.mx/producto/transformadores-tipo-sumergible/>.*



## **Capítulo 5 Procesos y Procedimientos para el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.**

Cada uno de los procesos, procedimientos, documentos de información y formularios de registro fueron elaborados bajo la estructura que maneja la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. en el documento de información I-DIPLA-176 en su versión N°8 el cual está basado en la norma de calidad ISO 9000: 2015.

La estructura general consta de los siguientes apartados:

- **Encabezado**

El cual está formado por el logo de la empresa, el título del documento, el código, la versión, la fecha, elaborado, revisado, aprobado y autorizado.

- **Estructura específica**

La describe los componentes particulares de cada tipo de documento.

- **Control del documento**


Permite la visualización de los responsables de dicho documento.

- **Lista de distribución**

Indica los cargos del personal de CENTROSUR que deben de conocer y aplicar dicho documento.

- **Solicitud de referencia**

Muestra la información de la solicitud con la cual se tramita el documento.

	<b>REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR</b>				Código: <b>P-DIDIS-XXXX</b>
					Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Autorizado por: Presidente Ejecutivo	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Objetivo

Revisar que los transformadores estén fabricados bajo Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 141 (1r), denominado “Requisitos de Seguridad y Eficiencia Energética para Transformadores de Distribución” y cumplan con el mismo.

## Alcance

Transformadores propios de la empresa.

## Definiciones

Custodio administrativo/bodega. - Será el/la responsable de mantener actualizados los inventarios y registrar los ingresos, egresos y traspasos de los bienes en la unidad, conforme a las necesidades de los usuarios.

SICE. - Sistema de Control de Equipos

## Documentos de soporte

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 PRUEBA DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 NUMERACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

I-DIDIS-XXXX.0 INGRESO DE LOS DATOS Y DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RUTINA AL SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.

I-DIPLA-286 USO DEL KIT DE PRUEBA DE CONTENIDO DE PCB's EN ACEITE DIELECTRICO.

I-DTH-381 REGLAMENTO HIGIENE SEGURIDAD.

### **Descripción del procedimiento**

#### **REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR.**

#### **Para contratistas**

- 1) El contratista requerirá, turno para revisión de equipos mediante correo electrónico al Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos adjuntando la solicitud ordenada.
  - a) El correo electrónico deberá contener:
    - i) Asunto: Revisión de transformadores nuevos propios de la CENTROSUR.
    - ii) Cuerpo: en el cuerpo debe de constar los datos de instalación, los cuales se describen a continuación:
      - Número del contrato
      - Número de proceso
      - Nombre del proyecto
      - Número de partida presupuestaria
      - Nombre del contratista o consorcio
      - Ingeniero responsable
      - Celular
      - Potencia del transformador
      - Alimentador
      - Provincia
      - Cantón

- Parroquia
  - Dirección
- 2) El Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos asignará el día del turno y comunicará al solicitante por medio de correo electrónico, con copia al Custodio De Bodega De Transformadores nuevos (1–15) o reutilizables (1-32).
  - 3) El Custodio De Bodega De Transformadores asignará y notificará al solicitante la hora en el día del turno asignado para la suscripción de la transacción.
  - 4) Los transformadores de distribución serán entregados en el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos para su revisión en el horario de 08H:00 a 10H:00 y despachados con la entrega de la transacción debidamente suscrita.
  - 5) Los resultados de las pruebas de rutina serán ingresados en el sistema de control de equipos (SICE).
  - 6) Las fichas denominadas “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.” serán llenadas con los datos de instalación de cada transformador y se remitirán vía correo electrónico al solicitante una vez despachado el transformador.
  - 7) En caso de requerir un transformador debido a una emergencia, el proceso de coordinación será mediante correo electrónico, dirigido al Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos con copia al Custodio De Bodega De Transformadores. El Custodio De Bodega deberá de transaccionar el egreso, suscrito con copia al Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos, además deberá despachar el transformador solicitado al Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos para su revisión, posterior a ello será entregado al responsable encargado de la situación emergente.

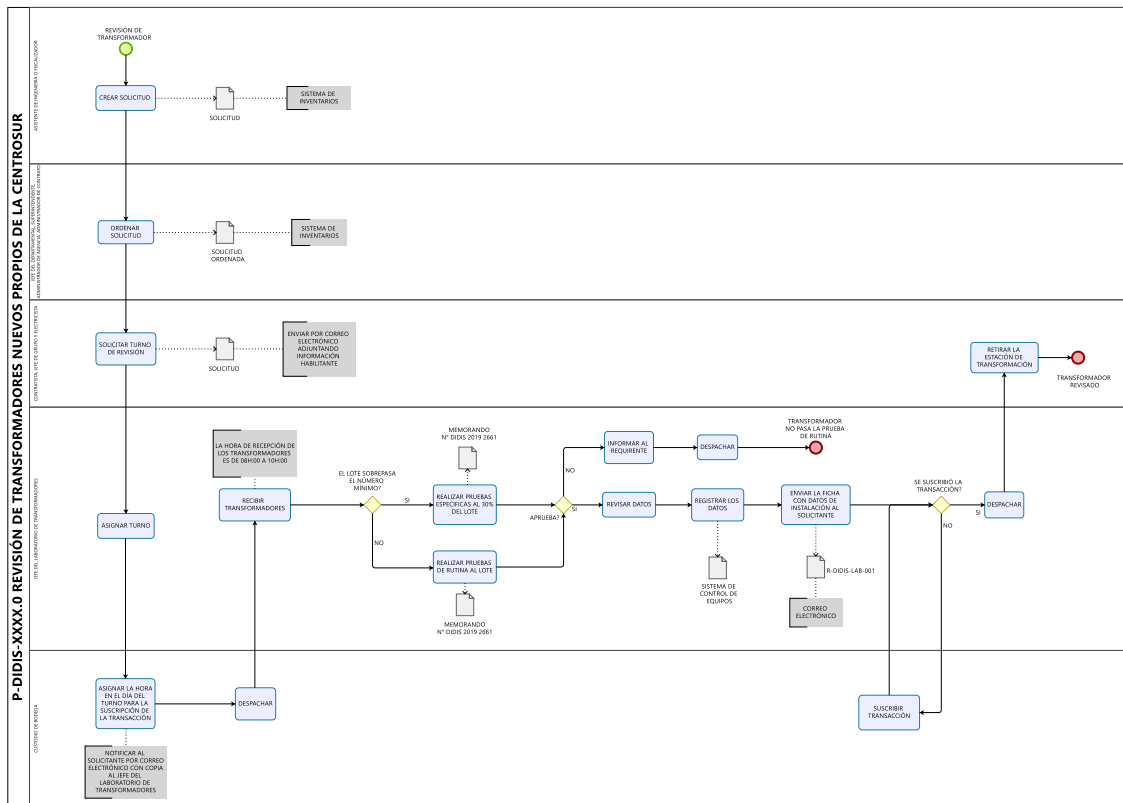
#### **Para stock de agencias y reclamos**

- 1) El administrador de agencia, coordinador de oficina o asistente de ingeniería requerirá turno para revisión de equipos mediante correo electrónico al Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos adjuntando la solicitud ordenada. El correo debe de contener la siguiente información:
  - a) Asunto: Turno para revisión de transformador.
  - b) Cuerpo: en el cuerpo del correo electrónico debe de contener los datos de instalación, además, se debe de informar si se va a realizar un cambio o el retiro del transformador. Esta información se presenta a continuación;
    - Número y potencia del transformador de cambio o retiro.
    - Datos de Instalación:
    - Provincia:
    - Cantón:
    - Parroquia:

- Dirección:
  - Alimentador:
  - Datos del contratista o personal de CENTROSUR que realiza el cambio.
- 2) El correo electrónico será respondido con la fecha del turno al requirente y con copia al Custodio De Bodega De Transformadores nuevos (1–15) o reutilizables (1-32).
  - 3) El Custodio De Bodega De Transformadores asignará y notificará al solicitante la hora en el día del turno asignado para la suscripción de la transacción.
  - 4) Los transformadores de distribución serán entregados en el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos para su revisión en el horario de 08H:00 a 10H:00 y despachadas con la entrega de la transacción debidamente suscrita.
  - 5) El personal Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos ingresará los resultados de las pruebas de rutina en el sistema de control de equipos (SICE).
    - a) Se da por entendido que cada agencia tiene su stock anual.
  - 6) Las fichas denominadas “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.” serán llenadas con los datos de instalación de cada transformador y se remitirán vía correo electrónico al solicitante.

## Flujograma correspondiente

Ilustración 23: Flujograma del proceso de la revisión de transformadores nuevos propios de la CENTROSUR



Fuente: Autor



P-DIDIS-XXXX.0  
REVISIÓN DE TRANSF

## P-DIDIS-XXXX.0 REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR.bpmn

### Responsables en el Flujo del Procedimiento

- Asistente de Ingeniería o Fiscalizador.
- Jefe del Departamental, Superintendente, Administrador de Agencia, Administrador de Contrato.
- Contratista, Jefe de Grupo y Electricista.
- Jefe del Laboratorio de Transformadores.
- Custodio de Bodega.

### Indicadores de desempeño

Indicador	Medido por	Frecuencia	Ubicación	Responsable revisión
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

### Control de Registro


Código	Título	Clasificación	Llenado por	Disponible para	Archiva	Tiempo
P-DIDIS-XXXX.0	REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR					

### Control del Procedimiento

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Autorizado por	Modificación Realizada
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	Autorizado por: Ing. Juan Vásquez P.	NA
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	Presidente Ejecutivo	

### Lista de Distribución

Todos los Trabajadores
------------------------

	<b>REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS DE PARTICULARES DE LA CENTROSUR</b>				Código: <b>P-DIDIS-XXXX</b>
					Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Autorizado por: Presidente Ejecutivo	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Objetivo

Revisar que los transformadores estén fabricados bajo Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 141 (1r), denominado “Requisitos de Seguridad y Eficiencia Energética para Transformadores de Distribución” y cumplan con el mismo.

## Alcance

Transformadores de particulares que se encuentren dentro del área de concesión de la CENTROSUR.

## Definiciones

Custodio administrativo/bodega. - Será el/la responsable de mantener actualizados los inventarios y registrar los ingresos, egresos y traspasos de los bienes en la unidad, conforme a las necesidades de los usuarios.

SICE. -Sistema de Control de Equipos

## Documentos de soporte

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 PRUEBA DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.



I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 NUMERACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

I-DIDIS-XXXX.0 INGRESO DE LOS DATOS Y DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RUTINA AL SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.

R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES.

I-DIPLA-286 USO DEL KIT DE PRUEBA DE CONTENIDO DE PCB's EN ACEITE DIELECTRICO.

I-DTH-381 REGLAMENTO HIGIENE SEGURIDAD.

I-DICO-603 LISTADO DE RUBROS NO ENERGÉTICOS.

### **Descripción del procedimiento**

#### **REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS DE PARTICULARES DE LA CENTROSUR**

- 1) El profesional en libre ejercicio de la profesión solicitará turno para revisión de equipos mediante correo electrónico al Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos, con la siguiente información:
  - a) El correo electrónico deberá contener:
    - i) Asunto: Solicitud de turno para revisión de equipo.
    - ii) Cuerpo: en el cuerpo del correo electrónico se debe presentar los siguientes documentos habilitantes, en un solo archivo .pdf:
      - Protocolo.
      - Garantía.
      - Factura.
      - Pago de revisión.
      - Ficha de datos de instalación de transformadores de particulares.

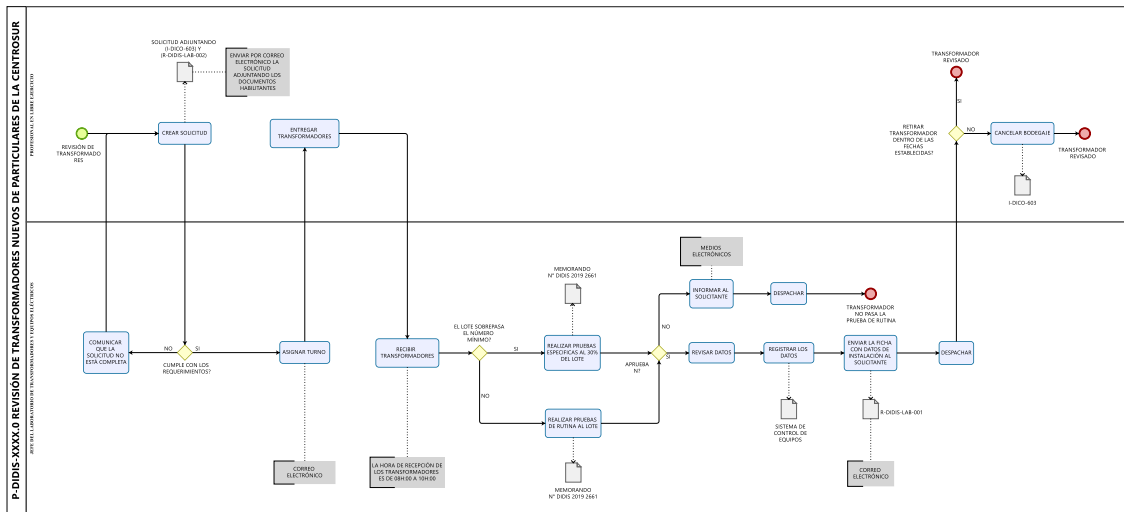
- El pago de revisión es establecido de acuerdo con la tabla “LISTADO DE RUBROS NO ENERGÉTICOS” (I-DICO-603), el ingeniero en libre ejercicio deberá ir a servicio al cliente para que genere la orden de pago y su cancelación.
  - La ficha denominada “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES”, en donde se establece las diferentes directrices que conlleva este proceso, así como información adicional requerida.
- 2) El correo electrónico será respondido con la fecha del turno al requirente.
  - 3) Los transformadores de distribución serán entregados en el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos para su revisión en el horario de 08H:00 a 10H:00 y despachados a partir de las 14H:00 del mismo día del turno asignado.
  - 4) El personal Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos numerará el transformador e ingresará los resultados de las pruebas de rutina en el sistema de control de equipos (SICE).

Las fichas denominadas “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.”, serán llenadas con los datos de instalación de cada transformador y se remitirán mediante correo electrónico al solicitante una vez despachado el transformador.

- 5) Para los transformadores que no sean retirados en las fechas establecidas en el turno designado, deberán cancelar los valores correspondientes por bodegaje de acuerdo con la tabla “LISTADO DE RUBROS NO ENERGÉTICOS” (I-DICO-603) a partir del siguiente día de la fecha asignada para revisión. No se podrá agendar nuevos turnos hasta que se retire los transformadores.

## Flujograma correspondiente

Ilustración 24: Flujograma del proceso de la revisión de transformadores nuevos de particulares de la CENTROSUR



Fuente: Autor



P-DIDIS-XXXX.0  
REVISIÓN DE TRANSF

## P-DIDIS-XXXX.0 REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS DE PARTICULARES.bpmn

### Responsables en el Flujo del Procedimiento:

- Asistente de Ingeniería o Fiscalizador.
- Jefe del Departamental, Superintendente, Administrador de Agencia, Administrador de Contrato.
- Contratista, Jefe de Grupo y Electricista.
- Jefe del Laboratorio de Transformadores.
- Custodio de Bodega.

### Indicadores de desempeño

Indicador	Medido por	Frecuencia	Ubicación	Responsable revisión
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

### Control de Registro


Código	Título	Clasificación	Llenado por	Disponible para	Archiva	Tiempo
R-DIDIS-XXXX.0	REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR					

### Control del Procedimiento

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Autorizado por	Modificación Realizada
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	Autorizado por: Ing. Juan Vásquez P.	NA
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	Presidente Ejecutivo	

### Lista de Distribución

Todos los Trabajadores
------------------------

	<b>REINGRESO DE TRANSFORMADORES RETIRADOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CENTROSUR</b>				Código: <b>P-DIDIS-XXXX</b>
					Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Autorizado por: Presidente Ejecutivo	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Objetivo

Determinar que los transformadores que se retiran de la red de distribución se encuentren en estado: quemado, buen estado u obsoleto para ello, se debe de revisar que el transformador cumpla con el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 141 (1r), denominado “Requisitos de Seguridad y Eficiencia Energética para Transformadores de Distribución”.

## Alcance

Transformadores retirados de la red de distribución de CENTROSUR.

## Definiciones

Custodio administrativo/bodega. - Será el/la responsable de mantener actualizados los inventarios y registrar los ingresos, egresos y traspasos de los bienes en la unidad, conforme a las necesidades de los usuarios.

SICE. -Sistema de Control de Equipos

## Documentos de soporte

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 PRUEBA DE LA RIGIDEZ DIELÉCTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 NUMERACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

I-DIDIS-XXXX.0 INGRESO DE LOS DATOS Y DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RUTINA AL SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

I-DIPLA-286 USO DEL KIT DE PRUEBA DE CONTENIDO DE PCB'S EN ACEITE DIELECTRICO.

R-DIPLA-262 CONTROL DEL FORMULARIO DE REGISTRO PRUEBA DE PCB'S Y REINGRESO A BODEGA.

I-DTH-381 REGLAMENTO HIGIENE SEGURIDAD.

### **Descripción del procedimiento**

#### **REINGRESO DE TRANSFORMADORES RETIRADOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CENTROSUR**

- 1) El administrador de agencia, coordinador de oficina, asistente de ingeniería o profesional en libre ejercicio, requerirán turno para el reingreso a la bodega (1-17) mediante el sistema de inventarios al Custodio De Bodega De Transformadores.
- 2) El Custodio De Bodega De Transformadores asignará turno en días laborables pasado las 12H00 y comunicará mediante correo electrónico al requirente con copia al Jefe Del Laboratorio De Transformadores y Equipos Eléctricos.
- 3) Los transformadores de distribución serán recibidos en el Laboratorio De Transformadores y Equipos Electricos la fecha asignada en el horario de 08H00 a 11H00 para realizar las pruebas de rutina y evacuación de aceite dieléctrico.
- 4) El Jefe Del Laboratorio De Transformadores y Equipos Eléctricos entregará las fichas indicando el estado de cada transformador (obsoleto, dañado, quemado o reutilizable) para su proceso en la bodega correspondiente.
- 5) Una vez emitida las fichas “CONTROL DEL FORMULARIO DE REGISTRO PRUEBA DE PCB'S Y REINGRESO A BODEGA” (R-DIPLA-262) de los



### Responsables en el Flujo del Procedimiento

- Asistente de Ingeniería o Fiscalizador.
- Jefe del Departamental, Superintendente, Administrador de Agencia, Administrador de Contrato.
- Contratista, Jefe de Grupo y Electricista.
- Jefe del Laboratorio de Transformadores.
- Custodio de Bodega.

### Indicadores de desempeño

Indicador	Medido por	Frecuencia	Ubicación	Responsable revisión
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

### Control de Registro

Código	Título	Clasificación	Llenado por	Disponibile para	Archiva	Tiempo
P-DIDIS-XXXX.0	REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR					


### Control del Procedimiento

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Autorizado por	Modificación Realizada
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	Autorizado por: Ing. Juan Vásquez P.	NA
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	Presidente Ejecutivo	

### Lista de Distribución

Todos los Trabajadores
------------------------



	<b>ARRIENDO DE TRANSFORMADORES DE LA CENTROSUR</b>				Código: <b>P-DIDIS-XXXX</b>
					Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Autorizado por: Presidente Ejecutivo	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Objetivo

Arrendar un transformador en óptimas condiciones para ello, se revisará que el transformador cumpla con Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 141 (1r), denominado “Requisitos de Seguridad y Eficiencia Energética para Transformadores de Distribución”.

## Alcance

Transformadores que se encuentren en bodega de la CENTROSUR.

## Definiciones

Custodio administrativo/bodega. - Será el/la responsable de mantener actualizados los inventarios y registrar los ingresos, egresos y traspasos de los bienes en la unidad, conforme a las necesidades de los usuarios.

SICE. -Sistema de Control de Equipos

## Documentos de soporte

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 PRUEBA DE LA RIGIDEZ DIELÉCTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 NUMERACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

I-DIDIS-XXXX.0 INGRESO DE LOS DATOS Y DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RUTINA AL SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.

R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES.

I-DIPLA-286 USO DEL KIT DE PRUEBA DE CONTENIDO DE PCB's EN ACEITE DIELECTRICO.

I-DTH-381 REGLAMENTO HIGIENE SEGURIDAD.

I-DICO-603 LISTADO DE RUBROS NO ENERGÉTICOS.

R-DICO-135 FORMULARIO PARA SOLICITUD DE ARRIENDO DE BIENES

### **Descripción del procedimiento**

#### **ARRIENDO DE TRANSFORMADORES DE LA CENTROSUR**

1) El profesional en libre ejercicio de la profesión solicitará mediante la solicitud denominada "R-DICO-135 FORMULARIO PARA SOLICITUD DE ARRIENDO DE BIENES" el arriendo de un(s) transformadores, esta solicitud se puede obtener en la secretaría de la Dirección de Comercialización (DICO), la cual debe ser llenada con la siguiente información:

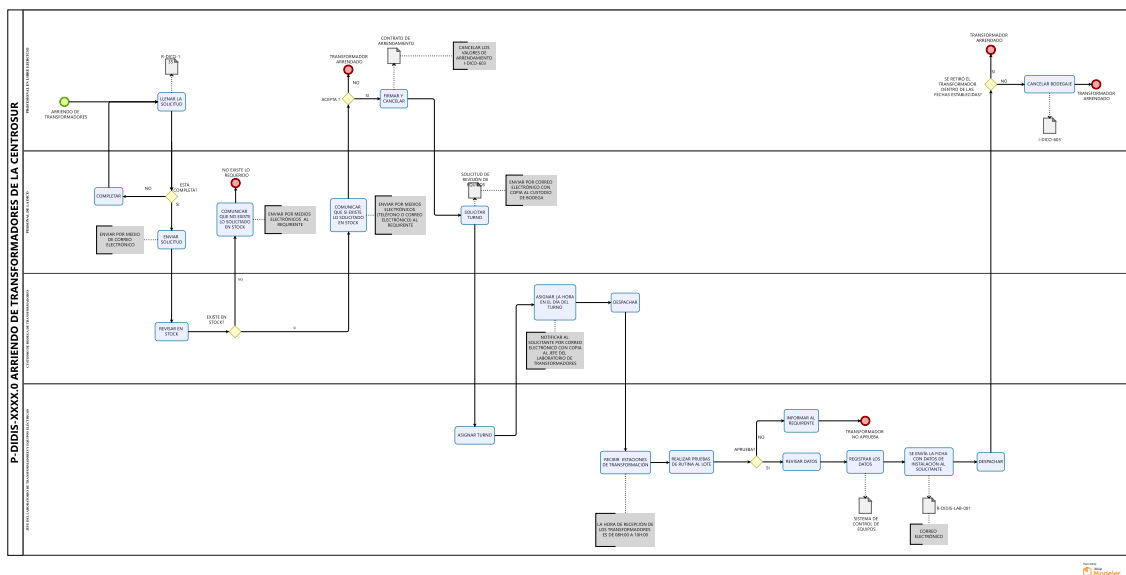
- Nombre completo de la persona que solicita.
- Empresa, consorcio, etc.
- Tiempo que desea arrendar.
- El número de transformadores requeridos.
- Potencia.
- Número de Fases.
- La ubicación exacta.
- El nombre de la persona responsable de lo requerido.

- 2) El personal de la DICO revisará que la solicitud se encuentra completa para ser aceptada y enviará un correo electrónico al Custodio De Bodega De Transformadores, con la solicitud requerida.
- 3) El custodio de bodega de transformadores revisará si existe o no lo requerido.
  - i) De no existir lo solicitado, el personal de la DICO se comunicará con el solicitante por medios electrónicos (llamada telefónica o correo electrónico) con el fin de dar a conocer la negativa en stock. Con lo cual se terminará el proceso comunicando al requirente.
  - ii) De existir lo solicitado, el personal de la DICO se comunicará con el solicitante por medios electrónicos (llamada telefónica o correo electrónico) con el fin de dar a conocer de la aprobación de la solicitud.
- 4) El requirente al estar de acuerdo procederá con el arrendamiento de lo solicitado, por lo que, el personal de la DICO redactará el contrato de arrendamiento, una vez firmado por parte del solicitante y de ser cancelados los valores correspondientes por arriendo de equipos.
- 5) El personal de la DICO solicitará turno para revisión del transformador mediante correo electrónico al Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos con copia al Custodio de Bodega de Transformadores, con la siguiente información:
  - a) Asunto: Solicitud de turno para revisión de equipo por arriendo.
  - b) Cuerpo: en el cuerpo del correo electrónico se debe presentar los siguientes documentos habilitantes, en un solo archivo .pdf:
  - c) Solicitud de arriendo ordenada
  - d) Ficha de datos de instalación de transformadores de particulares. La ficha denominada “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES”, en donde se establece las diferentes directrices que conlleva este proceso, así como información adicional requerida.
- 6) El correo electrónico será respondido con la fecha del turno al requirente.
- 7) Los transformadores de distribución serán entregados por parte del Custodio De Bodega De Transformadores en el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos para su revisión en el horario de 08H:00 a 10H:00 y serán despachados a partir de las 14H:00 del mismo día del turno asignado.
- 8) El personal Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos ingresará los resultados de las pruebas de rutina en el sistema de control de equipos (SICE). Las fichas denominadas “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.”, serán llenadas con los datos de instalación de cada transformador y se remitirán mediante correo electrónico al solicitante una vez despachados los transformadores.
- 9) Para los transformadores que no sean retirados en las fechas establecidas en el turno designado, deberán cancelar los valores correspondientes por bodegaje de acuerdo

con la tabla “LISTADO DE RUBROS NO ENERGÉTICOS” (I-DICO-603) a partir del siguiente día de la fecha asignada para revisión.

### Flujograma correspondiente

Ilustración 26: Flujograma del proceso de arriendo de transformadores de la CENTROSUR.



Fuente: Autor



P-DIDIS-XXXX.0  
ARRIENDO DE TRANS

P-DIDIS-XXXX.0 ARRIENDO DE TRANSFORMADORES DE LA CENTROSUR.bpmn

### Responsables en el Flujo del Procedimiento

1. Asistente de Ingeniería o Fiscalizador.
2. Jefe del Departamental, Superintendente, Administrador de Agencia, Administrador de Contrato.
3. Contratista, Jefe de Grupo y Electricista.
4. Jefe del Laboratorio de Transformadores.
5. Custodio de Bodega.

### Indicadores de desempeño

Indicador	Medido por	Frecuencia	Ubicación	Responsable revisión
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

### Control de Registro


Código	Título	Clasificación	Llenado por	Disponible para	Archiva	Tiempo
R-DIDIS-XXXX.0	REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR					

### Control del Procedimiento

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Autorizado por	Modificación Realizada
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	Autorizado por: Ing. Juan Vásquez P.	NA
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	Presidente Ejecutivo	

### Lista de Distribución

Todos los Trabajadores
------------------------

	<b>VENTA DE TRANSFORMADORES DE CENTROSUR</b>				Código: <b>P-DIDIS-XXXX</b>
	Elaborado por:  Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Autorizado por: Presidente Ejecutivo	Versión: 0  Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Objetivo

Vender un transformador en óptimas condiciones para ello, se revisará que el transformador cumpla con Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 141 (1r), denominado “Requisitos de Seguridad y Eficiencia Energética para Transformadores de Distribución”.

## Alcance

Transformador en la bodega correspondiente de CENTROSUR.

## Definiciones

Custodio administrativo/bodega. - Será el/la responsable de mantener actualizados los inventarios y registrar los ingresos, egresos y traspasos de los bienes en la unidad, conforme a las necesidades de los usuarios.

SICE. -Sistema de Control de Equipos.

## Documentos de soporte

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS.

I-DIDIS-XXXX.0 PRUEBA DE LA RIGIDEZ DIELÉCTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LOS VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO.

I-DIDIS-XXXX.0 NUMERACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

I-DIDIS-XXXX.0 INGRESO DE LOS DATOS Y DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RUTINA AL SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.

R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES.

I-DIPLA-286 USO DEL KIT DE PRUEBA DE CONTENIDO DE PCB's EN ACEITE DIELECTRICO.

I-DTH-381 REGLAMENTO HIGIENE SEGURIDAD.

I-DICO-603 LISTADO DE RUBROS NO ENERGÉTICOS.

### **Descripción del procedimiento**

#### **VENTA DE TRANSFORMADORES DE CENTROSUR**

1. El profesional en libre ejercicio de la profesión solicitará mediante solicitud al Presidente Ejecutivo la venta de transformadores, la cual debe ser enviada por medio de correo electrónico, con los siguientes datos:
  - a. Asunto: Solicitud de venta de un transformador.
  - b. Cuerpo: en el cuerpo se debe incluir, los siguientes datos:
    - i. Datos personales del requirente:
      - Nombres completos
      - Cedula de ciudadanía
      - Datos personales del ingeniero responsable:
      - Nombres completos del Ingeniero responsable
      - Cedula de ciudadanía
      - Potencia del transformador.
      - Nivel de voltaje del transformador.
      - Característica especial del transformador.
2. Una vez autorizada la venta por parte del Presidente Ejecutivo, este comunicará al Director Administrativo Financiero (DAF) el cual a su vez solicitará información

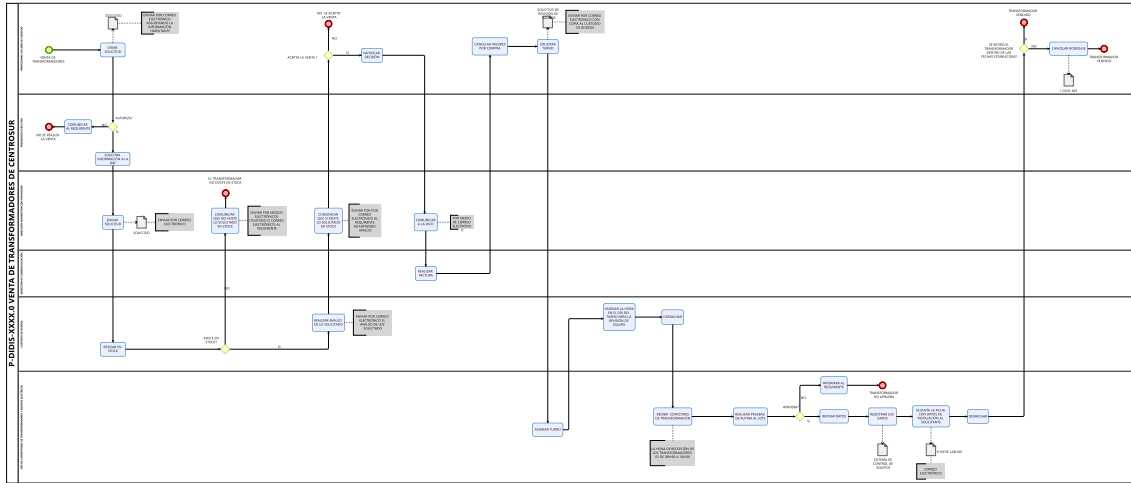
- necesaria para la venta del transformador al Custodio De Bodega De Transformadores.
- a. De no contar con lo solicitado el Custodio De Bodega De Transformadores comunicará la negativa en stock a la DAF, por medio de correo electrónico. Con lo cual se terminará el proceso comunicando al requirente.
  - b. De contar con lo solicitado el Custodio De Bodega De Transformadores comunicará a la DAF la existencia de lo solicitado en stock. Además, se deberá dar el avalúo o valor de lo requerido.
3. El personal de la DAF comunicará al requirente la existencia en stock de lo solicitado con el respectivo avalúo.
  4. El requirente al estar de acuerdo procederá a la compra de lo solicitado, por lo que el personal de la DAF comunicará a la DICO por medios electrónicos (llamada o correo electrónico) la venta de los transformadores para generar la factura correspondiente.
  5. El requirente deberá cancelar los valores correspondientes por compra establecidos por CENTROSUR.
  6. El profesional responsable solicitará turno para revisión de equipos mediante correo electrónico al Jefe del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos con copia al Custodio de Bodega de Transformadores, con la siguiente información:
    - a. Asunto: Solicitud de turno para revisión de equipo por venta.
    - b. Cuerpo: en el cuerpo del correo electrónico se debe presentar los siguientes documentos habilitantes, en un solo archivo .pdf:
      - Factura de la compra.
      - La ficha denominada “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES.”
  7. El correo electrónico será respondido con la fecha del turno al requirente.
  8. Los transformadores de distribución serán entregados por el Custodio De Bodega De Transformadores en el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos para su revisión en el horario de 08H:00 a 10H:00 y serán despachados a partir de las 14H:00 del mismo día del turno asignado.
    - a. Las fichas denominadas “R-DIDIS-XXXX.0 FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR.”, serán llenadas con los datos de instalación de cada transformador y se remitirán mediante correo electrónico al solicitante una vez despachado los transformadores.
  9. Para los transformadores que no sean retirados en las fechas establecidas en el turno designado, deberán cancelar los valores correspondientes por bodegaje de



acuerdo con la tabla “LISTADO DE RUBROS NO ENERGÉTICOS” (I-DICO-603) a partir del siguiente día de la fecha asignada para revisión.

### Flujograma correspondiente

Ilustración 27: Flujograma del proceso de la venta de transformadores de CENTROSUR



Fuente: Autor



P-DIDIS-XXXX.0  
VENTA DE TRANSFOR

### P-DIDIS-XXXX.0 VENTA DE TRANSFORMADORES DE CENTROSUR

#### Responsables en el Flujo del Procedimiento

1. Asistente de Ingeniería o Fiscalizador.
2. Jefe del Departamental, Superintendente, Administrador de Agencia, Administrador de Contrato.
3. Contratista, Jefe de Grupo y Electricista.
4. Jefe del Laboratorio de Transformadores.
5. Custodio de Bodega.

#### Indicadores de desempeño

Indicador	Medido por	Frecuencia	Ubicación	Responsable revisión
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

### Control de Registro


Código	Título	Clasificación	Llenado por	Disponible para	Archiva	Tiempo
R-DIDIS-XXXX.0	VENTA DE TRANSFORMADORES DE CENTROSUR					

### Control del Procedimiento

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Autorizado por	Modificación Realizada
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	Autorizado por: Ing. Juan Vásquez P.	NA
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	Presidente Ejecutivo	

### Lista de Distribución

Todos los Trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesisista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>	

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de la resistencia de los devanados para transformadores monofásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo confirmar la resistencia óhmica del conductor de cada uno de los devanados del transformador y verificar el cumplimiento de las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), adicionalmente, esta prueba de rutina pretende detectar las pérdidas por efecto Joule en los devanados ( $I^2R$ ), las cuales son causadas por la circulación de corriente eléctrica parasitas.

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores monofásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA L

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS  
PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsable


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesisista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>	

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de la relación de transformación para transformadores monofásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo comprobar que la relación entre el voltaje de entrada y el voltaje de salida del transformador y verificar el cumplimiento de las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores monofásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA LA

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA  
TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsable


Jefe del Laboratorio de Transformadores

### Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

### Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS</b>			Código: I-DIDIS-XXXX
				Versión: 0
Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución		Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de las pérdidas con carga y voltajes de cortocircuito a transformadores monofásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y MEDICIÓN DE LOS VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo comprobar que las pérdidas con carga o en cortocircuito, así como los voltajes de cortocircuito cumplan con las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores monofásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO DE LA M

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y MEDICIÓN DE LOS VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsable

Jefe del Laboratorio de Transformadores


## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------



	<b>MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución		Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de las pérdidas con carga y voltajes de cortocircuito a transformadores monofásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo comprobar que las pérdidas sin carga o en vacío, así como la corriente de excitación cumplan con las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores monofásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA L

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y  
CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsable


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

### **Lista de Distribución**

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesisista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución		Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo.

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de la resistencia de aislamiento a transformadores monofásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo verificar la calidad de la resistencia de aislamiento que posee el transformador de distribución y v verificar el cumplimiento de las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores monofásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



MEDIDA DE LA  
RESISTENCIA DE LOS

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A  
TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsables


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución		Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

### Tipo de Información

Interno  
Instructivo

### Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de la resistencia de los devanados para transformadores trifásicos.

### Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo confirmar la resistencia óhmica del conductor de cada uno de los devanados del transformador y verificar el cumplimiento de las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), adicionalmente, esta prueba de rutina pretende detectar las pérdidas por efecto Joule en los devanados ( $I^2R$ ), las cuales son causadas por la circulación de corriente eléctrica parasitas.

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores trifásicos de distribución eléctrica.

### Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA L

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS  
PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS-ANEXO

### Ubicación

Sistema de Control de Documentos

### Responsable


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución		Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interno  
Instructivo

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de la relación de transformación para transformadores trifásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo comprobar que la relación entre el voltaje de entrada y el voltaje de salida del transformador y verificar el cumplimiento de las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores trifásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA LA

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE  
TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS-ANEXO**

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsable

Jefe del Laboratorio de Transformadores


## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------



	<b>MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de las pérdidas con carga y voltajes de cortocircuito a transformadores trifásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y MEDICIÓN DE LOS VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo comprobar que las pérdidas con carga o en cortocircuito, así como los voltajes de cortocircuito cumplan con las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores trifásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO DE LA I

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y MEDICIÓN DE LOS VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsable


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de las pérdidas con carga y voltajes de cortocircuito a transformadores trifásicos.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo comprobar que las pérdidas sin carga o en vacío, así como la corriente de excitación cumplan con las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores trifásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA L

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y  
CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsable


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

### 1. Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

### Tipo de Información

Interna  
Instructivo.

### Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina denominada medición de la resistencia de aislamiento a transformadores monofásicos.

### Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba de rutina tiene como objetivo verificar la calidad de la resistencia de aislamiento que posee el transformador de distribución y verificar el cumplimiento de las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores trifásicos de distribución eléctrica.

### Anexo



MEDIDA DE LA  
RESISTENCIA DE LOS

I-DIDIS-XXXX.0 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A  
TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS-ANEXO

### Ubicación

Sistema de Control de Documentos

### Responsables


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución		Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interna  
Instructivo.

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de rutina de rigidez dieléctrica del líquido aislante y refrigerante para transformadores del tipo de enfriamiento en aceite dieléctrico.

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba de rutina.

Esta prueba tiene como objetivo evaluar su capacidad para soportar esfuerzos o choques eléctricos sin experimentar descargas o disrupciones dieléctricas, y verificar si cumple con los requisitos establecidos en la norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores trifásicos de distribución eléctrica.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA R

**INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE-ANEXO**

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsables

Jefe del Laboratorio de Transformadores


## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------



	<b>PRUEBA DE CONTENIDO POLICLORUROS BIFENILOS (PCB'S) A TRANSFORMADORES</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>	

### Tipo de Información

Interna  
Instructivo.

### Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la prueba de contenido Policloruros Bifenilos (PCBs) para transformadores del tipo de enfriamiento en aceite dieléctrico.

### Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**PRUEBA DE CONTENIDO POLICLORUROS BIFENILOS (PCB'S)**”, establece el procedimiento normado para realizar esta prueba.

Esta prueba tiene como objetivo determinar y clasificar a los transformadores que contienen PCB's en su aceite dieléctrico.

Este procedimiento es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los transformadores trifásicos de distribución eléctrica.

### Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA R

I-DIDIS-XXXX.0 PRUEBA DE CONTENIDO POLICLORUROS BIFENILOS  
(PCB'S)-ANEXO

### Ubicación

Sistema de Control de Documentos

### Responsables


Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>NUMERACIÓN A LOS TRANSFORMADORES</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

### Tipo de Información

Interna  
Instructivo.

### Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para realizar la numeración de cada uno de los transformadores propios e instalados dentro del área de concesión de la CENTROSUR.

### Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “NUMERACIÓN A LOS TRANSFORMADOR”, establece el procedimiento para realizar la numeración. La numeración tiene como objetivo la identificación de cada uno de los transformadores propios e instalados dentro del área de concesión de la CENTROSUR.

### Anexo



ANEXO 1  
NUMERACIÓN A LOS

I-DIDIS-XXXX.0 NUMERACIÓN A LOS TRANSFORMADORES-ANEXO

### Ubicación

Sistema de Control de Documentos

### Responsables

Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>INGRESO DE LOS DATOS Y LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS TRANSFORMADORES PROPIOS DE LA EMPRESA Y DE PARTICULARES EN EL SICE</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Versión: 0  Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Tipo de Información

Interno  
Instructivo.

## Información

En el presente instructivo se dará a conocer el procedimiento para ingresar los datos y los resultados obtenidos de las pruebas de rutina de cada uno de los transformadores de distribución ya sean propios de la empresa o de particulares en el Sistema de Control de Equipos (SICE).

## Descripción general

El presente instructivo I-DIDIS-XXXX.0 “**INGRESO DE LOS DATOS Y LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS TRANSFORMADORES PROPIOS DE LA EMPRESA Y DE PARTICULARES EN EL SICE**”, establece el procedimiento para el ingreso de los datos y de los resultados de las pruebas de rutina en el SICE.

Esta instructivo tiene como objetivo llevar el registro actualizado de cada uno de los transformadores tanto para los que son propios de la empresa como para los que son de particulares.

## Anexo



ANEXO 1  
INSTRUCTIVO PARA E

I-DIDIS-XXXX.0 INGRESO DE LOS DATOS Y LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS TRANSFORMADORES PROPIOS DE LA EMPRESA Y DE PARTICULARES EN EL SICE-ANEXO

## Ubicación

Sistema de Control de Documentos

## Responsables

Jefe del Laboratorio de Transformadores

## Control de la Información

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

## Lista de Distribución

Todos los trabajadores
------------------------

	<b>FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES DE CENTROSUR</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
	Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>

## Objetivo

Sintetizar la información en una sola ficha, para el registro de los transformadores de distribución de particulares de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

## Requisitos

TIPO DE TRANSFORMADOR:  
(AEREO, FRENTE MUERTO, PAD MALLA, PAD RADIAL, CONMUTABLE)  
FASES DEL TRANSFORMADOR:  
NIVEL DE VOLTAJE:  
PROTECCIÓN:  
POTENCIA (KVA):  
INGENIERO RESPONSABLE:  
NUMERO DE CARPETA:  
ALIMENTADOR  
PROVINCIA  
CANTÓN  
PARROQUIA  
DIRECCIÓN  
DATOS DEL PROPIETARIO  
NUMERO DE CEDULA  
NOMBRE DEL PROPIETARIO  
PROVINCIA  
CANTÓN  
PARROQUIA

## Formulario



R-DIDIS-XXXX.0. FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE  
TRANSFORMADORES DE PARTICULARES DE CENTROSUR-ANEXO.XLSX

## Información adicional

No corresponde.

### 1. Control de registro

<b>Clasificación</b>
Número de transformador

<b>Llenado por</b>	<b>Disponible para</b>
Ingeniero en libre ejercicio, cliente externo	Jefe de Laboratorio de Transformadores

<b>Archiva</b>	<b>Tiempo</b>
Jefe de Laboratorio de Transformadores	Indefinido

<b>Disposición Final del Registro</b>
Indefinido

### Procedimientos relacionados

P-DIDIS-XXXX.0 REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR

P-DIDIS-XXXX.0 REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS DE PARTICULARES DE LA CENTROSUR

P-DIDIS-XXXX.0 ARRIENDO DE TRANSFORMADORES DE LA CENTROSUR

P-DIDIS-XXXX.0 VENTA DE TRANSFORMADORES DE CENTROSUR


### Control de formulario del registro

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

### Lista de distribución

Llenado por: Ingeniero en libre ejercicio, cliente externo Disponible para: Jefe del Laboratorio de Transformadores Archiva: Jefe del Laboratorio de Transformadores
--



	<b>FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR</b>			Código: <b>I-DIDIS-XXXX</b>
				Versión: 0
Elaborado por: Tesista	Revisado por: Superintendente de Distribución Zona 1	Aprobado por: Director de Distribución	Fecha: 14/5/2024 <b>EN ELABORACIÓN</b>	

### Objetivo

Sintetizar la información en una solo ficha, para el registro de los transformadores de distribución propios de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

### Requisitos

N° DE CONTRATO:  
 N° DE PROCESO:  
 NOMBRE DEL PROYECTO:  
 N° PARTIDA PRESUPUESTARIA:  
 INGENIERO RESPONSABLE:  
 NOMBRE DE CONTRATISTA O CONSORCIO:  
 CELULAR:  
 N° TRAF0 NUEVO  
 N° TRAF0 ANTIGUO  
 POTENCIA  
 N° DE EGRESO  
 ALIMENTADOR  
 PROVINCIA  
 CANTÓN  
 PARROQUIA  
 DIRECCIÓN

### Formulario



R-DIDIS-XXXX.0. FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE  
 TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR-ANEXO.XLSX

### Información adicional

No corresponde.

### Control de registro

<b>Clasificación</b>
Número de transformador

<b>Llenado por</b>	<b>Disponible para</b>
Ingeniero en libre ejercicio, Jefe de grupo	Jefe de Laboratorio de Transformadores

<b>Archiva</b>	<b>Tiempo</b>
Jefe de Laboratorio de Transformadores	Indefinido

<b>Disposición Final del Registro</b>
Indefinido

**Procedimientos relacionados**

P-DIDIS-XXXX.0 REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS PROPIOS DE LA CENTROSUR

P-DIDIS-XXXX.0 REVISIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS DE PARTICULARES DE LA CENTROSUR

P-DIDIS-XXXX.0 ARRIENDO DE TRANSFORMADORES DE LA CENTROSUR

P-DIDIS-XXXX.0 VENTA DE TRANSFORMADORES DE CENTROSUR

**Control de formulario del registro**

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>	<b>Modificación Realizada</b>
Elaborado por: Sr. Pablo García Brito.	Revisado por: Ing. Walter Guamán O.	Aprobado por: Ing. Enrique Molina A.	
Tesista	Superintendente de Distribución Zona 1	Director de Distribución	

**Lista de distribución**

Llenado por: Electricista Disponible para: Jefe del Laboratorio de Transformadores Archiva: Jefe del Laboratorio de Transformadores
---

## Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones

Durante el desarrollo de este proyecto de titulación, se emplearon diversos métodos para la recopilación de datos. Entre ellos, se llevó a cabo una entrevista con el superintendente de la Zona 1, quien proporcionó información relevante sobre el alcance y la estructura planificada para este proyecto.

Además, se realizaron múltiples entrevistas con el Jefe del laboratorio, con el propósito de obtener un conocimiento profundo de los procesos y procedimientos llevados a cabo en el Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos, tanto en la oficina como en el campo. Asimismo, se realizaron visitas a los diferentes departamentos, como parte de un enfoque integral para obtener una visión completa del funcionamiento del laboratorio. Finalmente se entrevistó a los extrabajadores del laboratorio de transformadores para obtener una clara idea de cómo el Laboratorio ha ido evolucionando de acuerdo con el tiempo.

Además de las entrevistas y visitas, se llevó a cabo la ejecución de cada una de las pruebas de rutina bajo la supervisión del electromecánico del laboratorio. Su experiencia y conocimiento fueron de gran importancia para la correcta realización de cada una de las pruebas. Se siguieron los métodos y procedimientos recomendados por el electromecánico, garantizando así la precisión y validez de los resultados obtenidos.

La combinación de entrevistas, visitas y la ejecución de pruebas bajo la supervisión del personal del laboratorio permitió obtener una amplia perspectiva del Laboratorio de Transformadores y Equipos Eléctricos. Estos métodos de recopilación de datos fueron fundamentales para lograr una comprensión detallada de los procesos y procedimientos existentes, así como para garantizar la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos en este proyecto.

Luego de conocer a profundidad de cada una de las actividades que se realizan dentro del laboratorio, se prosiguió a documentarlas de manera escrita y posterior a ello se las representó en flujogramas. La utilización de flujogramas como herramienta de documentación se reveló como un enfoque altamente efectivo en este proyecto de titulación. Los cuales permitieron presentar de manera clara y concisa la secuencia de cada una de las diferentes actividades, las interrelaciones entre ellas y los puntos de decisión o verificación en cada proceso.

Estos flujogramas ofrecen múltiples ventajas, como la capacidad de identificar de forma más eficiente los puntos críticos dentro de los procesos, detectar posibles ineficiencias o cuellos de botella, y facilitar la comunicación entre los miembros del laboratorio. Además, estos diagramas pueden servir como una guía visual para el entrenamiento de nuevo personal, proporcionando un recurso claro y estructurado para comprender y seguir los procedimientos establecidos.

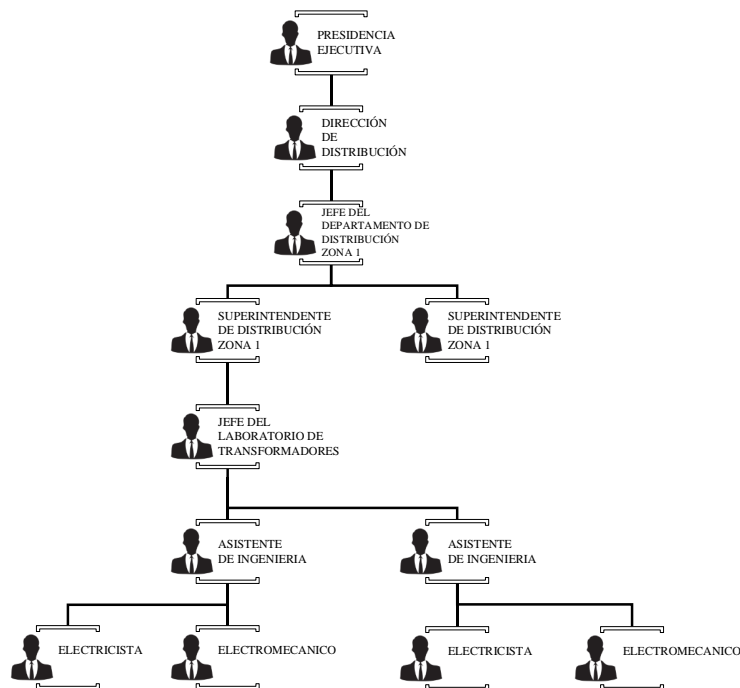
Las herramientas tecnológicas existentes para el levantamiento de información, así como las normativas, han permitido realizar la verificación de los procesos y presentarlos en forma gráfica, simplificando así el entendimiento de las partes interesadas.

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se encarga de que se cumpla las normas INEN aprobadas en la resolución No. 18 037 aplicables en el país para la conexión de máquinas eléctricas de distribución. Además, al estandarizar los procesos de las pruebas de rutina, se facilita la comparación y análisis de los resultados, lo que contribuye a una evaluación más precisa y confiable validando cada uno de los resultados exigidos por la norma INEN para cada uno de los equipos y máquinas eléctricas. Durante el desarrollo de este proyecto, se logró adquirir un profundo conocimiento sobre las pruebas de rutina realizadas en las máquinas eléctricas, gracias a mi formación profesional previa.

Este proyecto se ha recopilado información significativa que aportará en conocimiento para los involucrados, esto son: Tutor de Titulación, Jefe del departamento de Distribución Zona 1, Superintendente de Distribución Zona 1, Jefe de laboratorio, autor del trabajo. La verificación y validación de la información colocada en el manual por parte del Jefe del laboratorio y el superintendente de la Zona 1 confirmó que se ha dado cumplimiento a las directrices y estándares definidos para la ejecución de este proyecto de titulación. La adopción de los procesos y procedimientos propuestos en este proyecto permitirá a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. optimizar sus recursos y tiempo, mejorar la eficiencia de las pruebas de rutina y garantizar la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos en el laboratorio.

Se recomienda a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. que se implemente este manual para lograr un desempeño óptimo en las actividades del laboratorio y cumplir con los estándares establecidos. A su vez se recomienda la reestructuración organizacional del personal en el Laboratorio de Transformadores la cual se muestra en la ilustración 28.

*Ilustración 28: Recomendación de la estructura organizacional.*



*Fuente: Autor*

Se sugiere el incremento del personal ya que el historial de revisiones de transformadores con el paso de los años ha ido aumentando, en los años 80s a 90s se tenía un promedio de revisión anual de 250 a 300 máquinas eléctricas y en la actualidad se revisan un promedio de 1100 a 1600.

El cargo de Jefe de Laboratorio de Transformadores debería pasar a la escala de Ingeniero Eléctrico, debido a que sus actividades en la actualidad son diferentes a las que se hacían cuando se creó mencionado cargo, las alas estructurales, cada una con su Asistente de Ingeniería, Electromecánico y Electricista, ya que se deben incrementar pruebas rutina, debido a las nuevas disposiciones del Ministerio de Energía y Minas (MEM) tomadas en la reunión del comité técnico de transformadores CTT05 para que todas las ED's verifiquen el cumplimiento de normas INEN, y no únicamente en los Laboratorios de los fabricantes.

Por último, se sugerir a la Universidad Politécnica Salesiana implementar este manual como material de consulta dentro de los procesos aplicados dentro del laboratorio de transformadores en las asignaturas relacionadas.

## Capítulo 7 Referencias.

- [1] Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., «Plan Estratégico 2022-2025», Código -DIPLA-383, vol. 3, p. 100, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://www.centrosur.gob.ec/wp-content/uploads/pdfsvarios/5.1-Plan-Estrategico-2022-2025.pdf>
- [2] M. de I. Y. P. Subsecretaría de La Calidad, «RTE-141-1R-REQUISITOS DE SEGURIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN», SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD, Baquerizo Moreno E8-29 y 6 de diciembre Edificio INEN, RESOLUCIÓN No. 18 037, ene. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-141-1R.pdf>
- [3] «Bizagi, One Platform; Every Process. Guía de Uso Studio». Accedido: 19 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?bpmn\\_shapes.htm](https://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?bpmn_shapes.htm)
- [4] A. H. Acevedo, R. L. Vilchis, y E. P. Martínez, «Manual de pruebas a transformadores de distribución», México DF Esc. Super. Ing. Mecánica Eléctrica Unidad Zacateca, 2007.
- [5] S. J. Chapman, MÁQUINAS ELÉCTRICAS, Quinta Edición., vol. 3. Prolongación Paseo de la Reforma 1015, Torre A: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://ia903201.us.archive.org/8/items/266539159MaquinasElectricasChapman5taEdicionPdf/266539159-Maquinas-electricas-Chapman-5ta-edicion-pdf.pdf>
- [6] G. J. Preciado Mite y J. A. Rodas Herrera, «Diseño para la construcción de los transformadores de distribución monofásicos tipo tanque.», Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil-Ecuador, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10657/1/UPS-GT001566.pdf>
- [7] IMFY GROUP, «TRANSFORMADORES DE POTENCIA», Gestinel.com. 2018. [En línea]. Disponible en: [http://gestinel.com/gestinel/public/CAT\\_ESP\\_PT-SEPTIEMBRE.pdf](http://gestinel.com/gestinel/public/CAT_ESP_PT-SEPTIEMBRE.pdf)
- [8] V. H. Tibanlombo Timbila, «Estudio de la respuesta en frecuencia mediante pruebas de impulso para la evaluación del estado del aislamiento en transformadores», B.S. thesis, Quito, 2018., 2018. [En línea]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19719>
- [9] C. M. Zambrano G. y L. D. Fernández P., «ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO MENOR APLICADO A TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TIPO POSTE DE LA EMPRESA ENELVEN», Tesis de Grado, UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA, Maracaibo, 2006. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/85osgc>
- [10] R. X. Valencia Moya y L. R. Pino Mejia, «Aplicación de cable preensamblado y transformadores tipo pedestal en el diseño y construcción de redes de distribución», B.S.

thesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/ejhut6>

[11] «Transformador Trifásico de Distribución en Aceite Tipo Sub-Estación – CADETRA». Accedido: 12 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://cadetra.com/producto/transformador-trifasico-de-distribucion-en-aceite-tipo-sub-estacion/>

[12] D. R. Tun Xix, «Proceso de construcción y pruebas eléctricas a transformadores de distribución», Universidad De Quintana Roo, México, 2013. Accedido: 12 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://rasisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/3806/TK2551.T7901.2013-1874.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[13] C. Morales Gallego y C. Mendoza Villegas, «Modificación y adecuación eléctrica de fuerza, datos e iluminación de los laboratorios de control y desarrollo electrónico del edificio de eléctrica», Tesis de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología ..., Pereira, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/0b5a3724-a35c-4f7e-919a-c918bbaea715/content>

[14] Empresa Eléctrica Regional Centro Sus C.A., Instructivo para el Trámite de Aprobación de Diseños se Instalaciones Eléctricas Interiores para Demandas Inferiores A 12 Kw y Cargas Instaladas Menores A 20 Kva. p. 27. Accedido: 13 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/bfnn>

[15] M. F. León Placencia y G. del P. Peña Ulloa, «Manual de procesos seguros para trabajos en líneas energizadas y des energizadas de medio y bajo voltaje en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur CA», B.S. thesis, Universidad del Azuay, 2015.

## **Capítulo 8 Anexos.**

### **Anexo A: Siglas y acrónimos**

COD Centro de Operación De Distribución.

DAF Dirección Administrativa Financiera.

DAJ Dirección de Asesoría Jurídica.

DICO Dirección de Comercialización.

DIDIS Dirección de Distribución.

DIMS Dirección de Morona Santiago.

DIPLA Dirección de Planificación.

DITIC Dirección de Tecnología de la Información y Comunicación.

DTH Dirección de Talento Humano.

EERCS CA Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NTE Norma Técnica Ecuatoriana.

SICE Sistema de Control de Equipos.



## Anexo B: Glosario de términos

- **CENTROSUR:** Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C. A. Persona jurídica cuyo título habilitante le faculta realizar las actividades de distribución y comercialización de energía eléctrica y el servicio de alumbrado público general [14].
- **Área de servicio:** Es el área geográfica definida en el título habilitante de la Empresa Eléctrica Distribuidora, en la cual ésta prestará el servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica y el servicio de alumbrado público general [14].
- **Calidad:** Atributos técnicos y comerciales inherentes al suministro de energía eléctrica, a los cuales las empresas eléctricas estáticas deben someterse para la prestación de este servicio público [14].
- **Proceso:** Es el conjunto de actividades interrelacionadas secuenciales que producen un cambio de los elementos de entrada a resultados [15].
- **Procedimiento:** Es la secuencia de pasos para realizar una actividad [15].
- **Diagrama de Flujo:** Es una forma de esquematizar y describir las etapas de los procesos [15].
- **Energía eléctrica:** Flujo de electrones producido con base en fuentes primarias de energía, mediante generadores eléctricos, transportada y distribuida hasta las instalaciones del consumidor o usuario final [14].
- **Voltaje:** Es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de un circuito eléctrico [15].
- **Prueba de rutina:** Esta debe de realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño [14].

### Niveles de voltaje de distribución:

- **Bajo voltaje:** Se considera bajo voltaje cuando el nivel de voltaje es menor o igual a 0.6 kV [14].
- **Medio voltaje:** Se considera medio voltaje cuando el nivel de voltaje es mayor a 0.6 kV y menor o igual a 40 KV [14].
- **Alto voltaje:** Se considera cuando el nivel de voltaje es mayor a 40 KV [14].

## Anexo C: Cinco reglas de oro del electricista

Con la finalidad de, prevenir y evitar riesgos asociados con la energía eléctrica, se debe poner en práctica el análisis previo de las cinco reglas de oro del electricista profesional.

### 1. Desconectar el cortocircuito visible.

Abrir el circuito eléctrico de manera que el operario pueda verificar de manera visual que el circuito se encuentra desconectado. Por lo general esto se realiza mediante: fusibles, puentes, interruptores [13].



1. Desconectar.

Fuente: Las “5 Reglas de Oro” del mantenimiento eléctrico. (2013, mayo 23). Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica - La comunidad de Profesionales en Ingeniería Eléctrica. <https://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>.

### 2. Enclavamiento de las protecciones y prevenir cualquier posible realimentación.

Es el conjunto de maniobras a realizar para evitar la reconexión, para ello se puede usar medios mecánicos, eléctricos y neumáticos [13].



2. Prevenir cualquier posible realimentación.

Fuente: Las “5 Reglas de Oro” del mantenimiento eléctrico. (2013, mayo 23). Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica - La comunidad de Profesionales en Ingeniería Eléctrica. <https://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>.

### 3. Verificar la ausencia de voltaje.

Se verifica la ausencia de voltaje en los conductores de una instalación eléctrica para ello se usa aparatos adecuados, los cuales proporcionen la seguridad de que todas las fuentes de voltaje se encuentran abiertas [13].



Fuente: Las “5 Reglas de Oro” del mantenimiento eléctrico. (2013, mayo 23). Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica - La comunidad de Profesionales en Ingeniería Eléctrica. <https://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>.

### 4. Poner a tierra y en cortocircuito.

Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de voltaje, a cada lado de la instalación en donde se va a realizar un trabajo, se debe colocar equipos de puesta a tierra y en corto circuito [13].



Fuente: Las “5 Reglas de Oro” del mantenimiento eléctrico. (2013, mayo 23). Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica - La comunidad de Profesionales en Ingeniería Eléctrica. <https://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>.

## 5. Delimitación de la zona de trabajo.

Señalar la zona de trabajo es indicar mediante: frases, símbolos o dibujos que es una zona de trabajo y hay riesgos eléctricos [13].



5. Proteger frente a elementos en tensión y señalar la zona.

Fuente: Las "5 Reglas de Oro" del mantenimiento eléctrico. (2013, mayo 23). Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica - La comunidad de Profesionales en Ingeniería Eléctrica. <https://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>.

**Anexo D: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS- XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA  
DE LOS DEVANADOS PARA TRANSFORMADORES  
MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE  
TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico consta de dos devanados, uno denominado devanado primario y otro denominado devanado secundario. El devanado primario se compone de una sola bobina, denominada H1. Por otro lado, el devanado secundario también se compone de una bobina, denominadas X1, X3 (fases) y X2 (neutro). Estos transformadores se fabrican de dos tipos: con núcleo sustractivo y núcleo aditivo.

Los transformadores monofásicos son sustractivos cuando su devanado es bobinado en la dirección de las manecillas del reloj durante su proceso de construcción, por otro lado, un transformador es aditivo al tener su devanado bobinado en dirección contraria a las manecillas del reloj durante su construcción. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se utilizan los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

Para los transformadores construidos en nivel de voltaje de 12700 V. se instalan transformadores monofásicos sustractivos, mientras que, para los transformadores construidos en niveles de voltaje de 7970 V., 7630 V. y bifásicos de 6300 V. se instalan transformadores aditivos. La medición de la resistencia de devanados se encuentra el voltaje y la corriente simultáneamente, la corriente medida será muy cercana a la corriente nominal, esta prueba se usa para evaluar el estado del conductor de cada uno de los devanados por donde va a recorrer la corriente del transformador. Este parámetro es afectado por la temperatura, en consecuencia, durante el ensayo se requiere registrar este parámetro.

Adicionalmente, esta prueba de rutina pretende detectar las pérdidas por efecto Joule en los devanados ( $I^2R$ ), las cuales son causadas por la circulación de corriente eléctrica a través de estos. La detección de estas pérdidas no solo permite evaluar la eficiencia energética del transformador, sino también identificar posibles defectos, como circuitos abiertos o cortocircuitos parciales, que puedan afectar el desempeño y la seguridad del sistema. Esta prueba de rutina consta de dos ensayos diferentes:

- Resistencia del devanado de Medio Voltaje.
- Resistencia del devanado de Bajo Voltaje.

## Objetivo

Determinar la resistencia óhmica de los conductores utilizados en los devanados del transformador. Además, se busca evaluar si la resistencia cumple con los estándares establecidos por la norma NTE INEN 2118 – 3.5/3.6/3.7/3.8.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza de acuerdo con las normas:

- NTE INEN 2118 – 3.5/3.6/3.7/3.8

Además, se basa en el procedimiento establecido por los estándares:

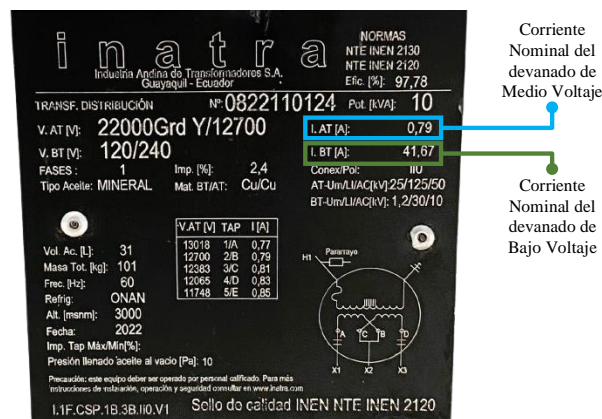
- IEEE C57.12.00, IEEE C57.12.90 – 5.3/5.4
- IEEE C57.12.20, IEEE C57.12.34
- IEEE C57.12.38

## Responsables

- **Jefe del Laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

## Consideraciones

- El ensayo se realizará si y solo si la temperatura es estable. La temperatura se considerará estable cuando la temperatura del líquido superior no varía más de 2°C en un período de 1 hora.
- La temperatura de los devanados es igual a temperatura del líquido aislante siempre que:
  - a) Los devanados han estado bajo líquido aislante sin excitación y sin corriente durante un mínimo de 3 horas.
  - b) La temperatura del líquido aislante se ha estabilizado y la diferencia entre la temperatura superior e inferior no supera los 5°C.
- Para realizar el ensayo de la resistencia del devanado de medio voltaje se usa la corriente nominal del devanado de medio voltaje y para realizar el ensayo de la resistencia del devanado de bajo voltaje se usa el 10% de la corriente nominal del devanado de bajo voltaje.



## Equipo para prueba de rutina

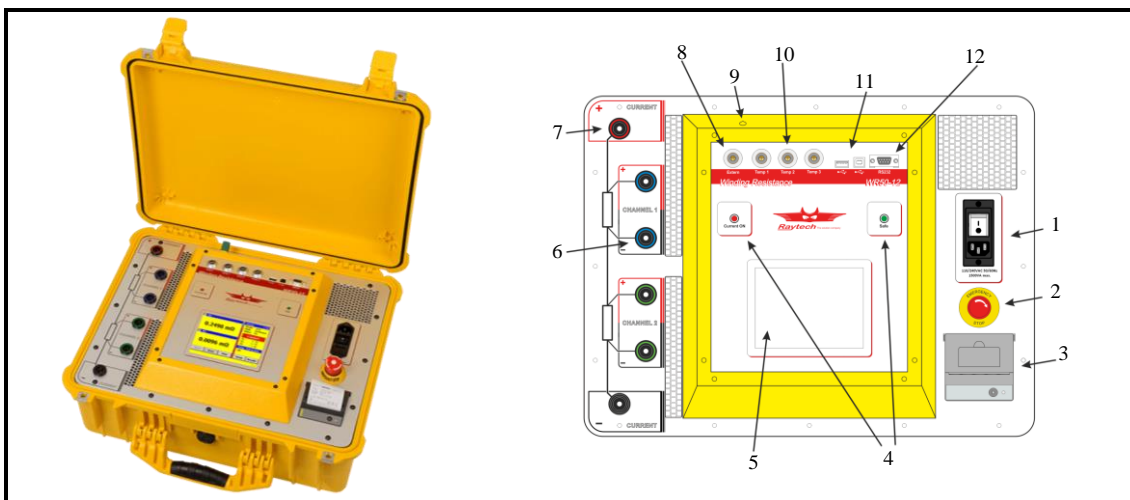
### Termómetro de infrarrojos

Este equipo se utiliza para conocer la temperatura de un objeto, Este termómetro de infrarrojos es un instrumento ligero y compacto que ha sido diseñado con protección IP54 contra el agua y el polvo además ha sido probado para resistir caídas desde 3 m.



### Probador de resistencia del devanado

Es un dispositivo utilizado para medir la resistencia de los devanados del transformador. Para esta prueba de rutina se empleará al Raytech Modelo WR50 - 12.



1. Entrada principal de corriente e interruptor ON/OFF
2. Botón de emergencia
3. Impresora térmica
4. Indicador de seguridad
5. Pantalla con panel táctil
6. Canal de Entrada (+) y (-)
7. Canal de entrada de corriente (+) y (-)
8. Entrada externa
9. Entrada adicional de tierra
10. Sensor de temperatura
11. Entrada USB
12. Entrada RS

### Cables de conexión

Se utilizarán los cables de conexión predeterminados suministrados por el equipo.





### Equipo de seguridad personal

El personal designado debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

### Procedimiento

#### Inspección visual

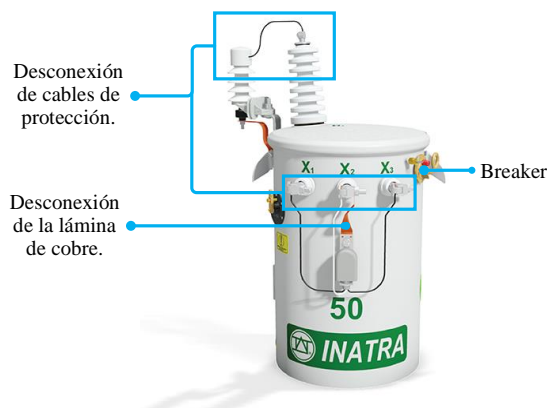
Inicialmente, se lleva a cabo una minuciosa inspección visual con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

#### Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

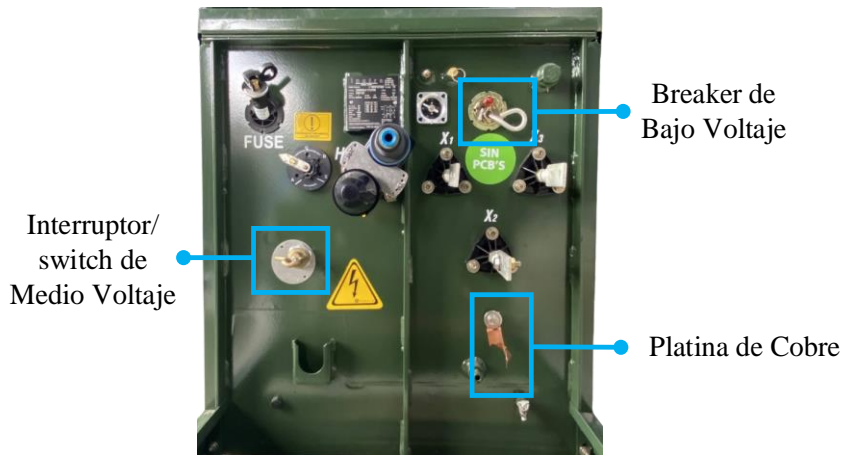
#### Transformador tipo aéreo monofásico

Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo Aéreo Monofásicas, se debe de verificar que el breaker para el devanado de bajo voltaje se encuentre cerrado, además, se debe de desconectar los cables de protección y la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



### Transformador tipo pedestal radial monofásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Monofásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de bajo voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Transformador tipo pedestal malla monofásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



**Preparación para realizar el ensayo: bobinado de medio voltaje.**

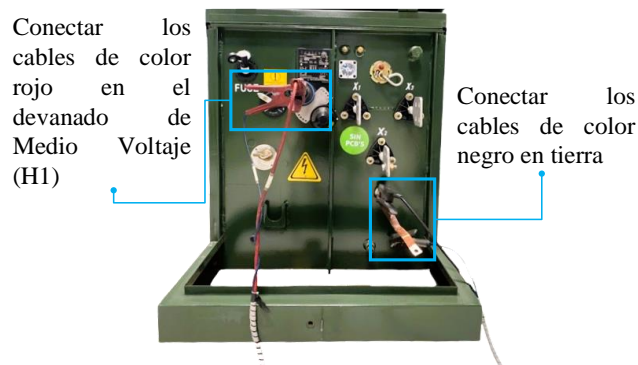
#### Preparación del transformador

- a) Tomar la temperatura interna del transformador en °C.



Tomar la temperatura de la estación de transformación

- b) Tomar la corriente nominal del devanado de Medio Voltaje del transformador en la placa.
- c) Conectar los dos cables de color rojo al bobinado H1 y los cables de color negro a Tierra.



Conectar los cables de color rojo en el devanado de Medio Voltaje (H1)

Conectar los cables de color negro en tierra

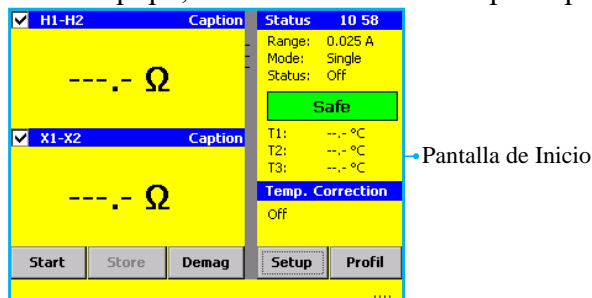
### Preparación del equipo de medición

- a) Pulsar el interruptor para encender el equipo.



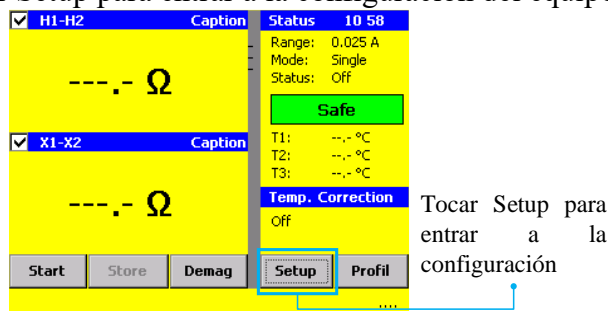
Pulsar el interruptor

- b) Introducir los datos al equipo:
  - a. Encender el equipo, se mostrará la ventana principal.

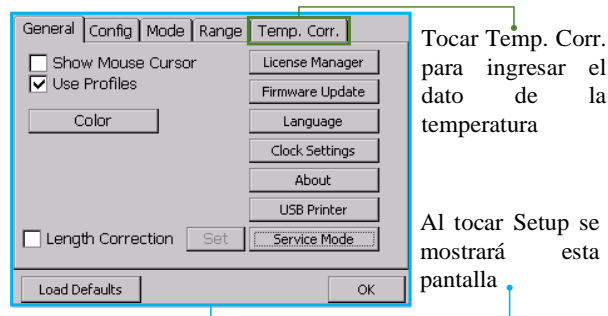


Pantalla de Inicio

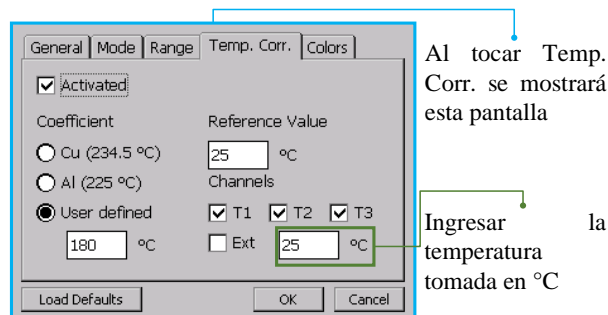
- c) Introducir el dato de la temperatura tomada del transformador en el equipo.
- a. Tocar Setup para entrar a la configuración del equipo.



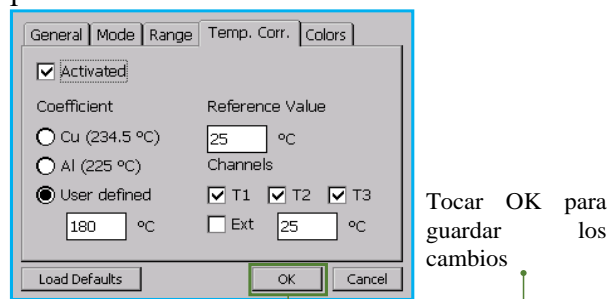
- b. Tocar Tem. Corr. para entrar a la ventana que nos permitirá introducir el dato de la temperatura.



- c. Introducir el dato de la temperatura en la entrada de texto.

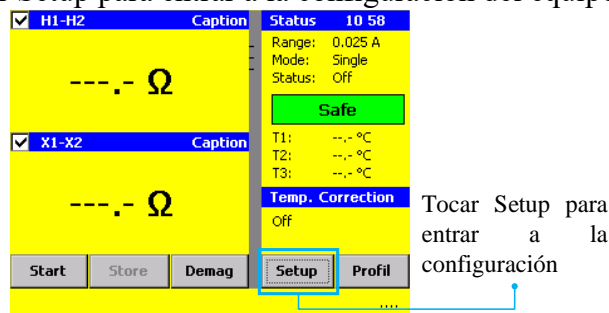


- d. Tocar OK para guardar los cambios, posterior a ello se mostrará la ventana principal.

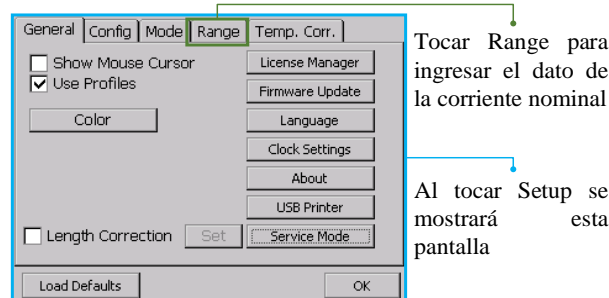


- d) Introducir el dato de la corriente nominal de alto voltaje tomado del transformador en el equipo.

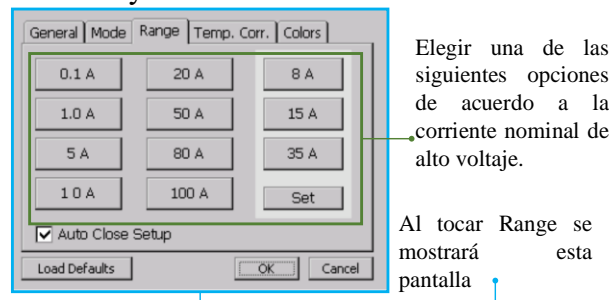
- a. Tocar Setup para entrar a la configuración del equipo.



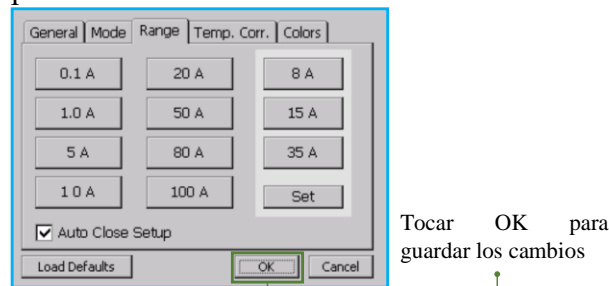
- b. Tocar Range para entrar a la ventana que nos permitirá introducir el dato de la corriente nominal del transformador.



- c. Elegir el rango de la corriente nominal del transformador que se va a realizar el ensayo.

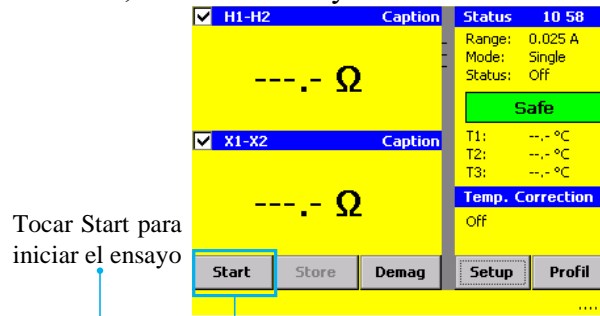


- d. Tocar OK para guardar los cambios, posterior a ello se mostrará la ventana principal.

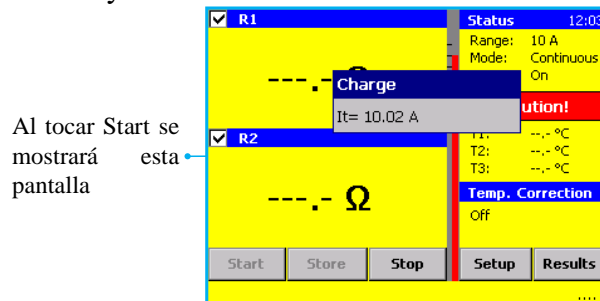


## Iniciar el ensayo

- a) Tocar el botón START, iniciará el ensayo.

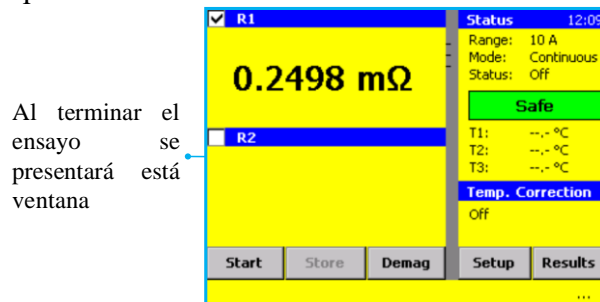


- b) Esperar a que el ensayo acabe



## Resultado del ensayo

- a) El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en mΩ.



- b) Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

Anotar el resultado del ensayo

T A P	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
1						
2	H1-Terra					
3						
4						
5						

## Proceso para realizar el ensayo: bobinado de bajo voltaje.

### Preparación del transformador

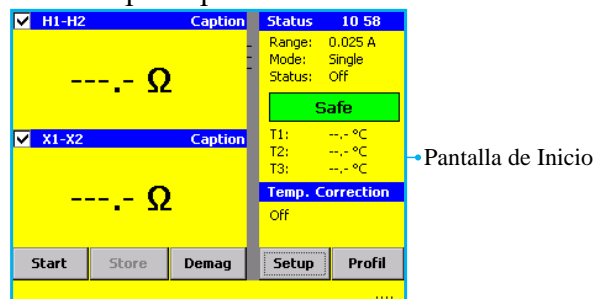
- a) Conectar los dos cables de color rojo al bobinado X1 y los dos cables de color negro al bobinado X3.



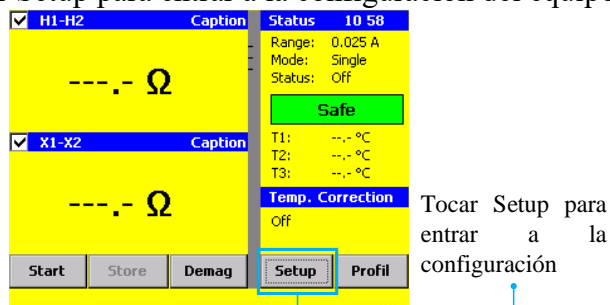
- b) Tomar la temperatura interna del transformador en °C.  
c) Tomar lectura en placa de la corriente nominal del transformador  
d) Obtener el 10% de la corriente nominal del transformador.

### Preparación del equipo de medición

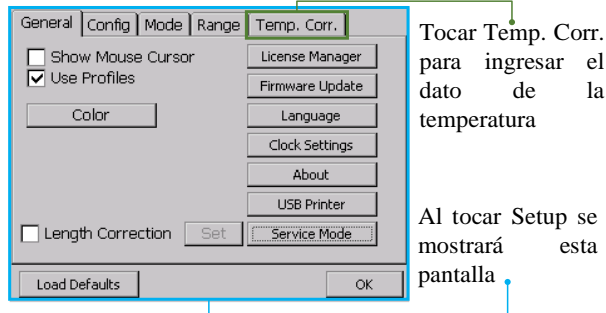
- a) Introducir los datos al equipo:  
a. Ir a la ventana principal.



- b) Introducir el dato de la temperatura tomada del transformador en el equipo.  
a. Tocar Setup para entrar a la configuración del equipo.



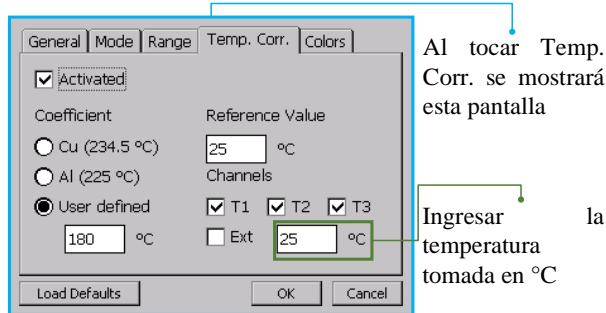
- b. Tocar Tem. Corr. para entrar a la ventana que nos permitirá introducir el dato de la temperatura.



Tocar Temp. Corr. para ingresar el dato de la temperatura

Al tocar Setup se mostrará esta pantalla

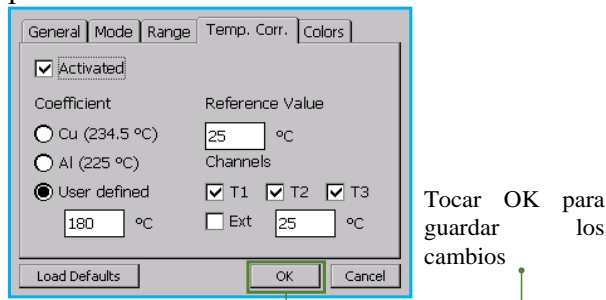
c. Introducir el dato de la temperatura en la entrada de texto.



Al tocar Temp. Corr. se mostrará esta pantalla

Ingresar la temperatura tomada en °C

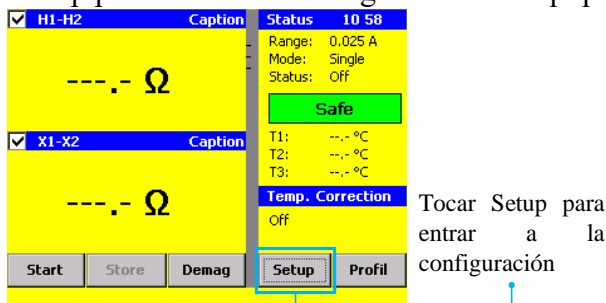
d. Tocar OK para guardar los cambios, posterior a ello se mostrará la ventana principal.



Tocar OK para guardar los cambios

c) Introducir el 10% de la corriente nominal de bajo voltaje tomada de la placa del transformador en el equipo.

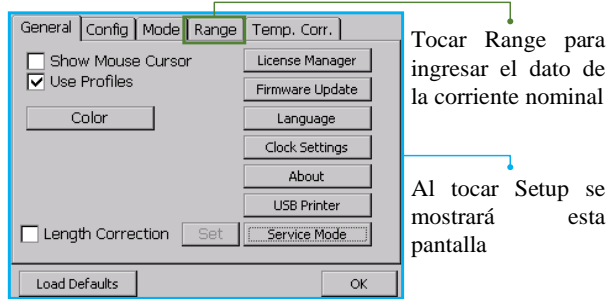
a. Tocar Setup para entrar a la configuración del equipo.



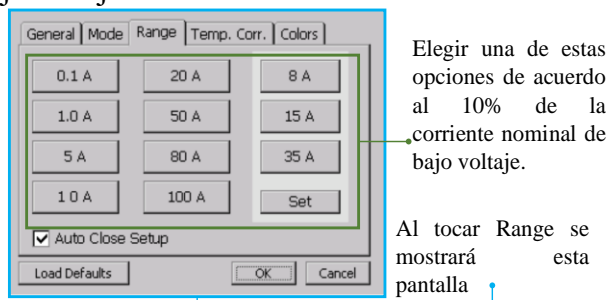
Tocar Setup para entrar a la configuración



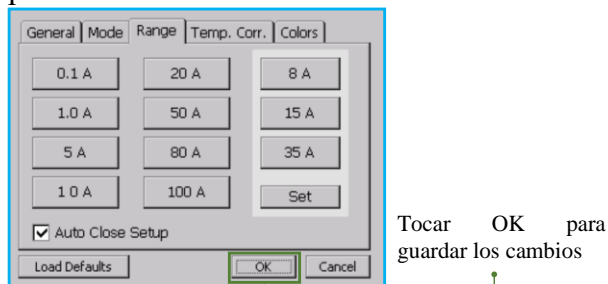
- b. Tocar Range para entrar a la ventana que nos permitirá introducir el dato de la corriente nominal del transformador.



- c. Elegir el rango de la corriente que se ajuste al 10% de la corriente nominal de bajo voltaje del transformador del cual se va a realizar el ensayo.

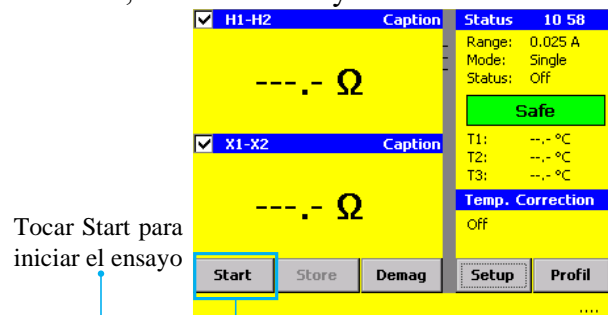


- d. Tocar OK para guardar los cambios, posterior a ello se mostrará la ventana principal.

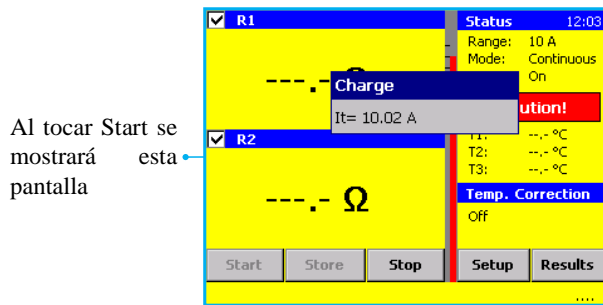


### Iniciar el ensayo

- a) Tocar el botón START, iniciará el ensayo.



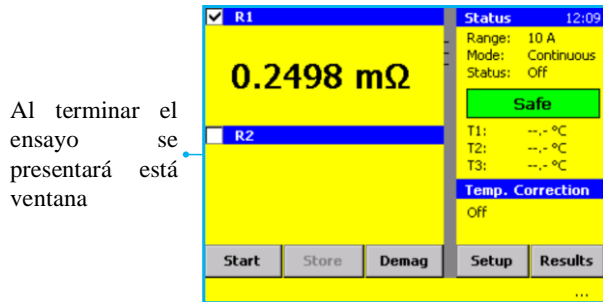
- b) Esperar a que el ensayo acabe



Al tocar Start se mostrará esta pantalla

### Resultado del ensayo

- a) El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en  $\Omega$ .



Al terminar el ensayo se presentará esta ventana

- b) Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

Anotar el resultado del ensayo

T	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
1						
2						
3						
4						
5						

### Desconexión

- a) Desconectar el transformador y apagar el equipo.

**Anexo E: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico consta de dos devanados, uno denominado devanado primario y otro denominado devanado secundario. El devanado primario se compone de una sola bobina, denominada H1. Por otro lado, el devanado secundario también se compone de una bobina, denominadas X1, X3 (fases) y X2 (neutro). Estos transformadores se fabrican de dos tipos: con núcleo sustractivo y núcleo aditivo.

Los transformadores monofásicos son sustractivos cuando su devanado es bobinado en la dirección de las manecillas del reloj durante su proceso de construcción, por otro lado, un transformador es aditivo al tener su devanado bobinado en dirección contraria a las manecillas del reloj durante su construcción. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se utilizan los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

Para los transformadores construidos en nivel de voltaje de 12700 V. se instalan transformadores monofásicos sustractivos, mientras que, para los transformadores construidos en niveles de voltaje de 7970 V., 7630 V. y bifásicos de 6300 V. se instalan transformadores aditivos.

La medición de la relación de transformación se utiliza para confirmar que la relación entre el voltaje de entrada y de salida del transformador sea la correcta. Esta relación se obtiene dividiendo el número de espiras del devanado primario entre el número de espiras del devanado secundario. Matemáticamente, la relación de transformación se puede expresar de la siguiente manera:

$$a = \frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2} = \frac{I1}{I2}$$

Donde:

- a es la relación de transformación.
- V1 y V2 son los voltajes en los terminales de los devanados (primaria y secundario).
- I1 y I2 son las corrientes en el devanado primario y secundario.

Esta prueba consiste en la aplicación del voltaje nominal de corriente alterna (CA) en el devanado primario del transformador, seguido de la medición del valor de voltaje inducido en el devanado secundario. Esta prueba de rutina, consta de un ensayo:

- Resistencia óhmica del devanado de Medio Voltaje entre el devanado de Bajo Voltaje.

## Objetivo

Determinar la relación de transformación entre los voltajes primario y secundario del transformador. Además, se busca evaluar si dicha relación de transformación cumple con los requisitos establecidos en las normas NTE INEN 2117 – 3.2, 3.3 y 3.4. Esto permitirá

detectar posibles problemas como cortocircuitos o circuitos abiertos que puedan afectar la relación de transformación y comprometer el rendimiento del transformador.

### Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza de acuerdo con las normas:

- NTE INEN 2117 – 3.2, 3.3 y 3.4

Además, se basa en los procedimientos establecidos en la norma:

- IEEE Std C57.12.00
- IEEE Std C57.12.90 – secciones 6 y 7.

### Responsables

- **Jefe del laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

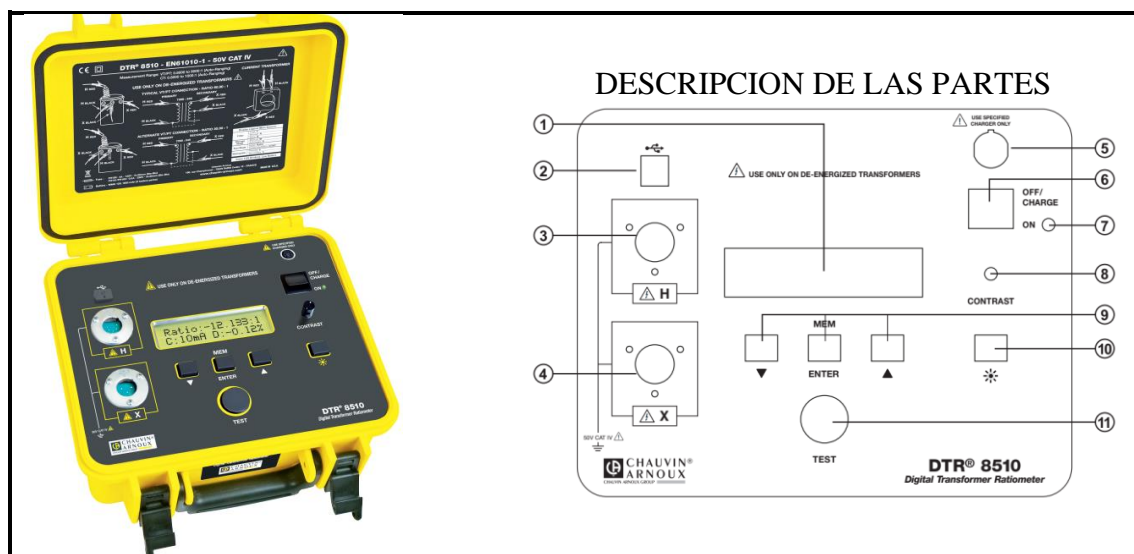
### Consideraciones

- Esta prueba se debe de realizar para cada posición del TAP (conmutador) presente en el transformador.
- Si el transformador es conmutable se debe realizar para ambos niveles de voltaje.
- La tolerancia en los resultados para los transformadores tipo sumergidos es de  $\pm 0.5\%$  para todos los TAPs y de  $\pm 1\%$  en transformadores tipo seco para cada uno de los TAPs.

### Equipo para prueba de rutina

#### Medidor de relación de transformación (DTR)

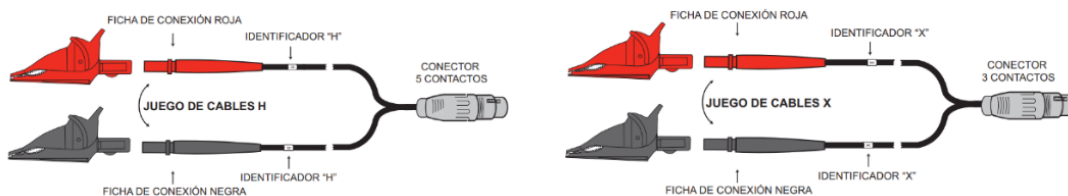
Es un equipo utilizado para medir la relación de transformación. En el contexto de este estudio, se empleará el DTR AEMC modelo 8510.



1. Pantalla: visualiza los resultados de medida, el estado y las funciones de mando del instrumento.
2. Conector USB: Permite conectar el instrumento a un ordenador para configurarlo y comprobar su estado, descargar los resultados registrados con el software DataView y de iniciar una prueba de rutina.
3. Conector del cable “H” superior (primario): Conexión del bobinado primario del transformador.
4. Conector del cable “X” inferior (secundario): Conexión del bobinado secundario del transformador.
5. Conector de entrada de carga de baterías: Permite al cargador inteligente cargar las baterías.
6. Interruptor: enciende (ON) o apaga (OFF) el instrumento (si el cargador no está conectado). Si el cargador está conectado, las baterías se cargan en la posición OFF/CARGA.
7. Piloto de funcionamiento y de baterías bajas: el LED verde indica que el instrumento funciona y parpadea cuando el voltaje de las baterías cae por debajo de 12 V. El instrumento se apagará por completo cuando el voltaje de las baterías sea inferior a 8,7 V.
8. Ajuste del contraste de la pantalla: permite ajustar el contraste de la pantalla [15].
9. Teclas de función: permite navegar por los menús y las funciones del instrumento.
10. Botón para la retroiluminación: enciende (ON) o apaga (OFF) la retroiluminación de la pantalla. Botón Test: ejecuta la prueba de rutina seleccionada cuando se pulsa y se deja de pulsar.
11. Botón para iniciar la prueba.

### Cables de conexión

Se utilizarán los cables de conexión predeterminados suministrados con el equipo.



### Equipo de seguridad personal

El personal designado debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

### Procedimiento

#### Inspección visual

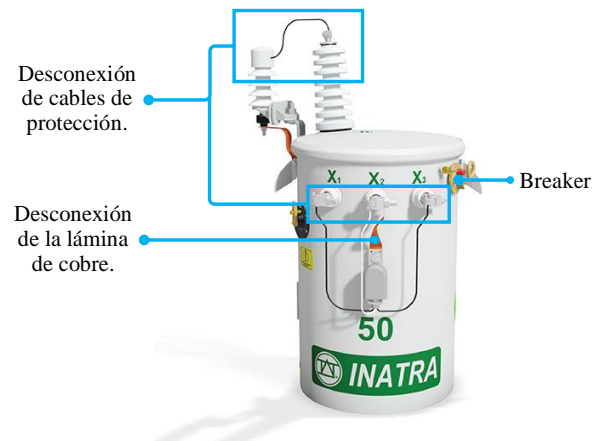
Inspeccionar visualmente con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

#### Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

Existen diferentes tipos de transformadores por lo que, a manera de ejemplo se tomará a uno para realizar esta prueba. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

### Transformador tipo aéreo monofásico

Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo aéreo monofásicas, se debe de verificar que el breaker para el devanado de bajo voltaje se encuentre cerrado, además, se debe de desconectar los cables de protección y la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



### Transformador tipo pedestal radial monofásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Monofásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de bajo voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Transformador tipo pedestal malla monofásico

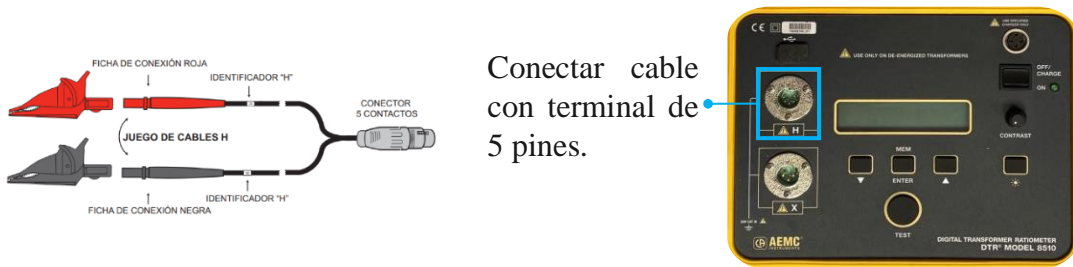
Para realizar esta prueba de rutina a un transformador tipo pedestal malla monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición ac y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



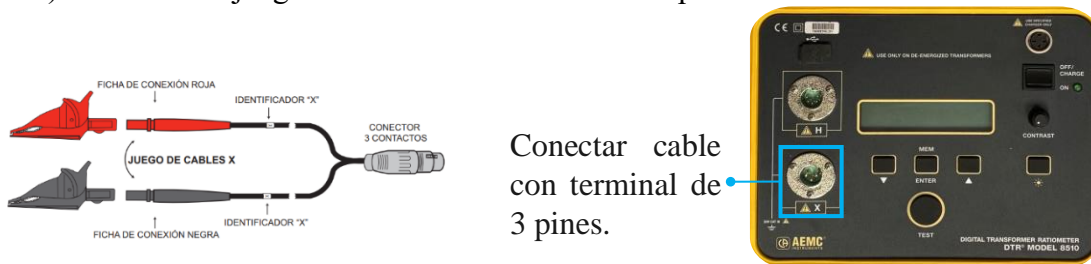
**Procedimiento para realizar el ensayo: devanado de medio voltaje con tierra (H1-T) y el devanado de bajo voltaje (X1-X3).**

**Conexión del DTR**

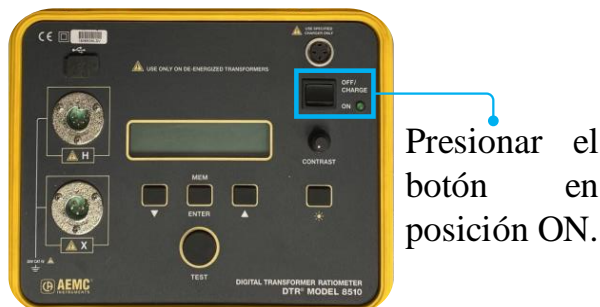
a) Conectar el juego de claves H al terminal de 5 pines denominado H.



b) Conectar el juego de claves X al terminal de 3 pines denominado X.



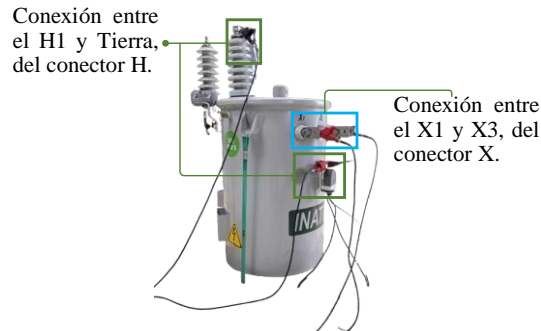
c) Encender el equipo aplastando el botón de ON.





## Preparación del transformador

- a) Establecer una conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector H en el H1 y Tierra del transformador, luego se realiza la conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector X en el X1 y X3 del transformador.



## Iniciar el ensayo

- a) Pulsar el botón TEST, para empezar el ensayo, como se muestra en la ilustración.



## Resultado del ensayo

- a) Anotar el resultado obtenido en la pantalla de equipo "DTR", en la hoja de "Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos" en el ítem "Prueba de rutina De DTR", este resultado se anota de acuerdo en la celda que corresponde a la posición del TAP que se esté usando para esta prueba de rutina.

Anotar el resultado del ensayo, de acuerdo con la posición del TAP (En este caso se uso el TAP nominal es decir el TAP 2).


PRUEBA DE "DTR"				
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	V
3	X0 - X1	X0 - X3	X0 - X2	
	TAP1			
	TAP2			
	TAP3			
	TAP4			
	TAP5			

- b) Realizar el mismo proceso para los 5 TAPS del transformador.

## Desconexión

- a) Desconectar el transformador y apagar el equipo de pruebas.

**Anexo F: INSTRUCTIVO DE LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO DE LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico consta de dos devanados, uno denominado devanado primario y otro denominado devanado secundario. El devanado primario se compone de una sola bobina, denominada H1. Por otro lado, el devanado secundario también se compone de una bobina, denominadas X1, X3 (fases) y X2 (neutro). Estos transformadores se fabrican de dos tipos: con núcleo sustractivo y núcleo aditivo.

Un transformador es sustractivo cuando su devanado es bobinado en la dirección de las manecillas del reloj durante su proceso de construcción, por otro lado, un transformador es aditivo al tener su devanado bobinado en dirección contraria a las manecillas del reloj durante su construcción. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se utilizan los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

Para los transformadores construidos en nivel de voltaje de 12700 V. se instalan transformadores monofásicos sustractivos, mientras que, para los transformadores construidos en niveles de voltaje de 7970 V., 7630 V. y bifásicos de 6300 V. se instalan transformadores aditivos. La medición de las pérdidas con carga se realiza aplicando un cortocircuito entre las fases del devanado de bajo voltaje y suministrando corriente nominal al devanado de alto voltaje.

Este ensayo está sujeto a la variación de temperatura, por lo tanto, es necesario ajustar la potencia obtenida en el ensayo. El estándar IEEE C57.12.90 - 9.4.2 establece que la potencia obtenida en el ensayo debe multiplicarse por un factor TK, el cual se determina en base a la temperatura medida antes de realizar el ensayo. La prueba de rutina comprende los siguientes ensayos:

- Ensayo de pérdidas en vacío.

## Objetivo

Determinar las pérdidas con carga o en cortocircuito y medir el voltaje de impedancia, además conocer si la máquina estática cumple con la norma NTE INEN 2116 con respecto a las pérdidas en cortocircuito de un transformador.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se lleva a cabo siguiendo rigurosamente las normas:

- NTE INEN 2116

Además, se basa en el procedimiento establecido por el estándar.:

- IEEE C57.12.00 y IEEE C57.12.90 - 9.

## Responsables

- **Jefe del laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.

- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

### Consideraciones

- La frecuencia del ensayo debe ser de 60 Hz tanto para el banco de pruebas, así como del transformador.
- La temperatura de los devanados se debe tomar inmediatamente antes de realizar esta prueba.
- En el NTE INEN 2114 se proporciona una tabla en donde se obtiene los valores de pérdidas declaradas para los transformadores, la cual se presenta a continuación

Tabla 14: Transformadores trifásicos

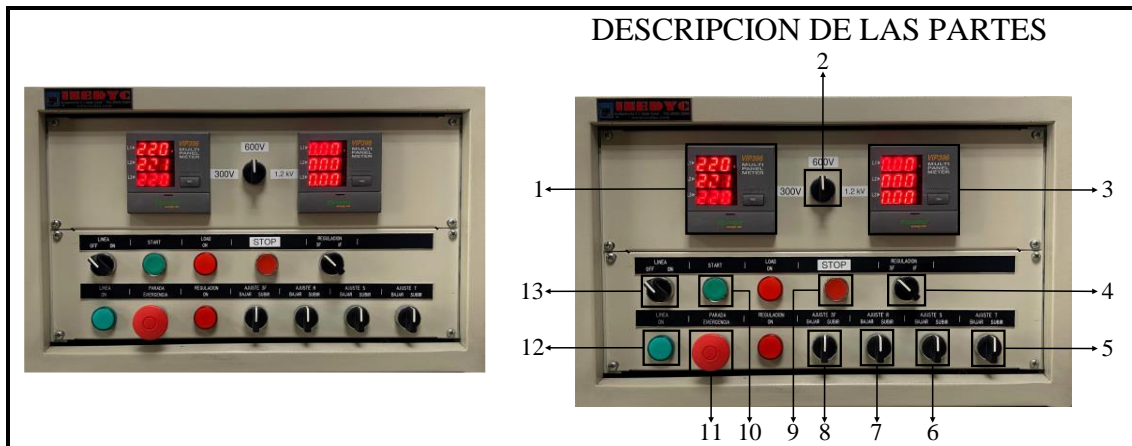
<b>Transformadores monofásicos de 3 a 333 kVA</b>					
<b>Clase medio voltaje <math>\leq 25 \text{ KV}_{f-f}</math> clase bajo voltaje <math>\leq 1, 2 \text{ KV}_{f-f}</math> referidos a <math>85^\circ \text{ C}</math></b>					
<b>Potencia Nominal KVA</b>	$I_o(\% \text{ de } I_n)$	$P_o(W)$	$P_c(W)$	$P_t(W)$	$U_{zn}(\%)$
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	98	289	387	3,0
37,5	2	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
Para potencias entre 167 kVA y 333 kVA, las pérdidas se determinarán en común acuerdo entre fabricante y comprador					

- Se registra Voltaje, corriente y Potencia.
- Corriente aplicada: Corriente nominal de alto voltaje.
- Aterrizar la carcasa del transformador energizado.

### Equipo para prueba de rutina

#### Banco de pruebas

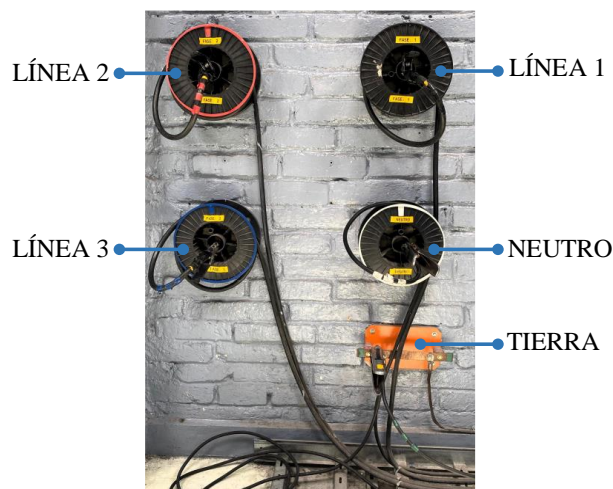
Este banco de pruebas fue desarrollado por la empresa ecuatoriana INEDYC POWER & ENERGY TECHNOLOGY, la cual adaptó y desarrolló este banco para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.



1. Pantalla led indicadora.
2. Selector conmutador o perilla de tres posiciones, selector de voltaje.
3. Pantalla led indicadora.
4. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, selector de fase.
5. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase T.
6. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase S.
7. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase R.
8. Selector conmutador o perilla de ajuste de las tres fases.
9. Pulsador de Pare/Stop.
10. Pulsador de Inicio/Start.
11. Pulsador de Emergencia.
12. Luz piloto.
13. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, encendido/apagado de las fases.

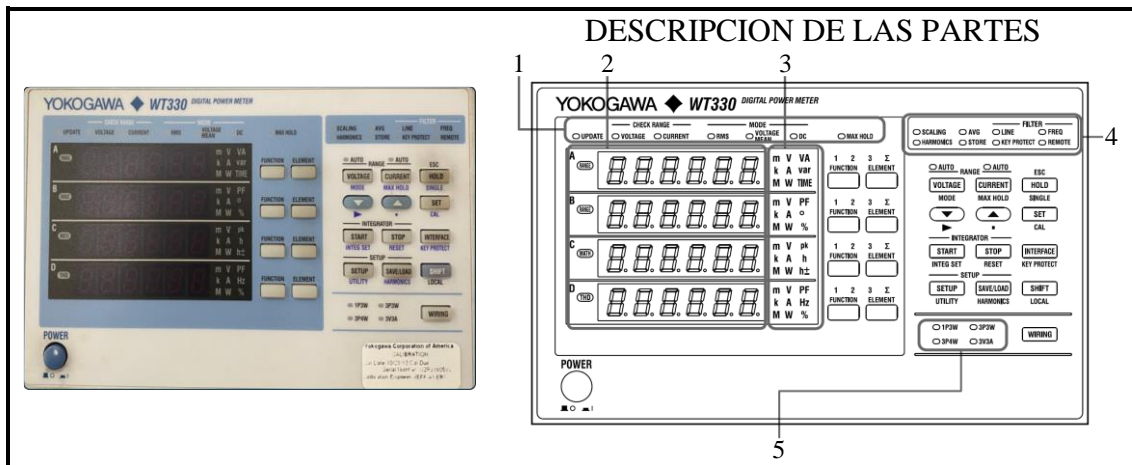
### Cables de conexión

Los cables de conexión que se usaran para realizar esta prueba de rutina son los predeterminados para la corriente que circulará por ellos.



## Medidor de potencia digital

El medidor de potencia serie WT300 de Yokogawa es un equipo de alta precisión, ofrece múltiples funciones de medición innovadoras y actuales.



- Indicador de actualización de datos (UPDATE)  
Parpadea cuando se actualizan los datos de medición.
- Monitor de rango automático (CHECK RANGE)  
Se enciende cuando una señal de entrada cumple las condiciones para el cambio de rango automático.
- 1
- Indicador de modo de medición (MODE)  
Indica los modos de medición de voltaje y corriente.
- Indicador MAX HOLD (MAX HOLD)  
Se enciende cuando MAX HOLD está habilitado.

---

- Pantalla LED de 7 segmentos
- 2 Muestra los datos medidos para la función seleccionada con la tecla de función y muestra los menús cuando se utilizan los menús para configurar los ajustes.

---

- Indicadores de función y unidad
- 3 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos.

---

- Indicador de escala (SCALING)  
Se ilumina cuando el escalado está habilitado
- Indicador de promedio (AVG)  
Se ilumina cuando el promedio está habilitado
- Indicador de filtro de línea (FILTER-LINE)  
Se enciende cuando el filtro de línea está habilitado
- Indicador de filtro de frecuencia (FILTER-FREQ)
- 4 Se enciende cuando el filtro de frecuencia está habilitado
  - Indicador de visualización de medición de armónicos (HARMONICS)  
Se enciende cuando la pantalla de medición de armónicos está encendida
  - Indicador de almacenamiento (STORE)  
Al iniciar el almacenamiento, este indicador parpadea al ritmo al que se está llevando a cabo el almacenamiento.
  - Indicador de protección de teclas (KEY PROTECT)  
Se enciende cuando las llaves están bloqueadas

---

- Indicador remoto (REMOTE)

Se enciende cuando el WT310/WT310HC/WT330 está en modo remoto.

---

- Indicador de método de cableado

5 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos indica el método de cableado.

---

### **Termómetro de infrarrojos**

Este equipo se utiliza para conocer la temperatura de un objeto, Este termómetro de infrarrojos es un instrumento ligero y compacto que ha sido diseñado con protección IP54 contra el agua y el polvo además ha sido probado para resistir caídas desde 3 m.



### **Equipo de seguridad personal**

El personal designado para realizar esta prueba debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora

### **Procedimiento**

#### **Inspección visual**

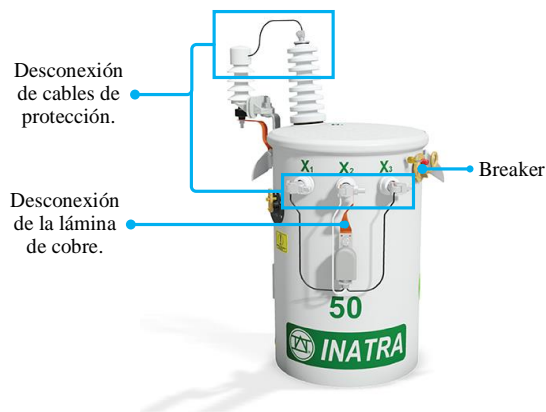
Inicialmente, se lleva a cabo una minuciosa inspección visual con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

#### **Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa**

Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

#### **Transformador tipo aéreo monofásico**

Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo Aéreo Monofásicas, se debe de verificar que el breaker para el devanado de bajo voltaje se encuentre cerrado, además, se debe de desconectar los cables de protección y la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



### Transformador tipo pedestal radial monofásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Monofásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de bajo voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Transformador tipo pedestal malla monofásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.

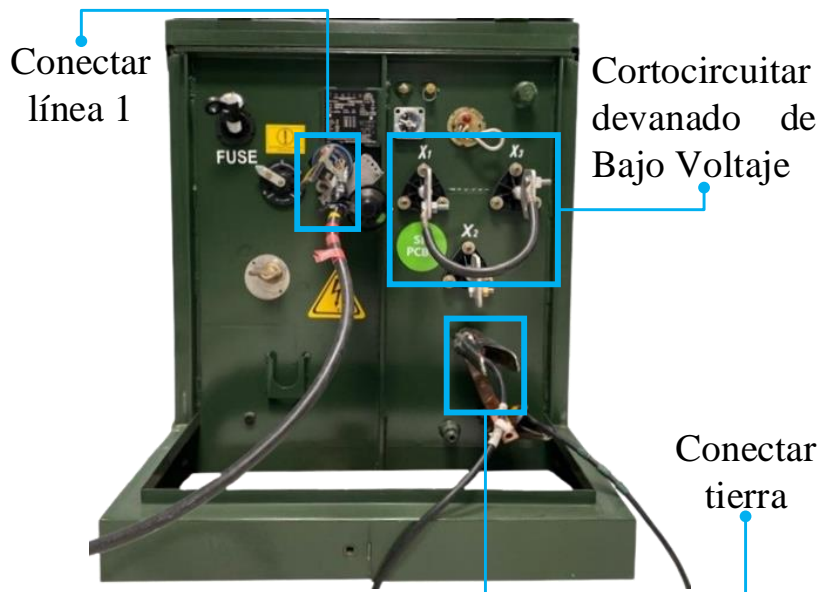




### Configuración del equipo para realizar el ensayo: cortocircuito.

#### Conexión transformadores

- Cortocircuitar con el cable de conexión el devanado de bajo voltaje es decir cortocircuitar entre X1 y X3. Conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado FASE 1 en el terminal del devanado de alto voltaje (H1). Luego conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado TIERRA en el terminal de TIERRA del transformador.



- Tomar la temperatura con el termómetro al transformador, la temperatura debe ser tomada en la parte superior de la máquina estática.

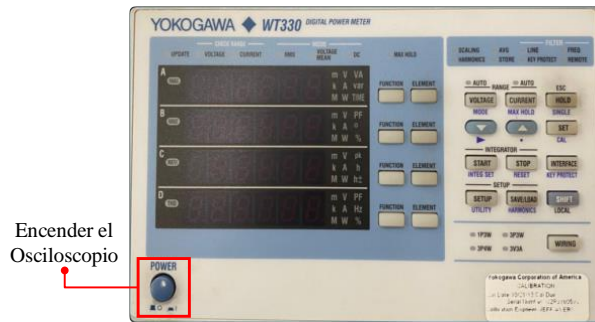
#### Configuración del banco de pruebas

- Encender el banco de pruebas.
- Colocar la perilla rotativa en 600V.



### Configuración del medidor de potencia digital

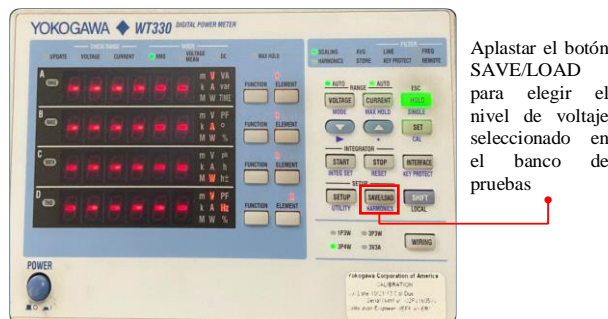
a) Encender el medidor de potencia digital.



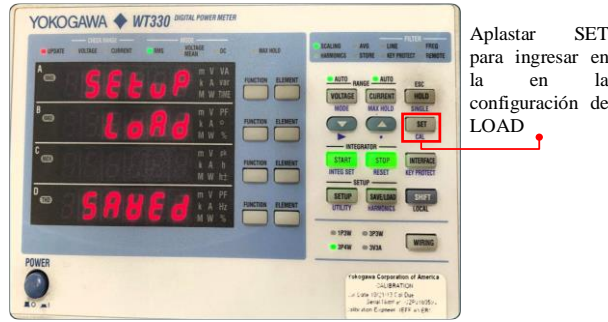
b) Configurar el voltaje en el medidor de potencia digital de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, esto se puede ver en la siguiente tabla.

Configuración del medidor de potencia digital de acuerdo con el Banco de Pruebas		
Ítem	Voltaje del Banco de Pruebas	Archivo del medidor de potencia digital
1	300 V	FILE 1
2	600 V	FILE 2
3	1.2 KV	FILE 3

b.1. Aplastar el botón llamado Save/load, aparecerá dos opciones.



- Setup
- Load, el cual va a estar titlado aplastamos SET para entrar a la configuración de Load.



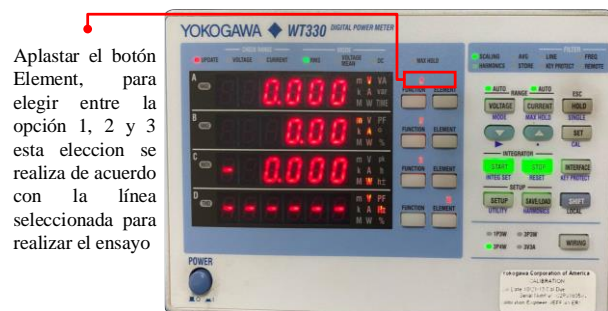
Aplastar SET para ingresar en la configuración de LOAD

b.2. Se presentará la opción File 1, File 2 y File 3, por lo que se debe de elegir la opción de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, en este caso será File 2, una vez elegida esta opción se debe de aplastar SET para guardar los cambios.



Se debe elegir la opción File 2, luego se aplasta el botón SET para guardar los cambios

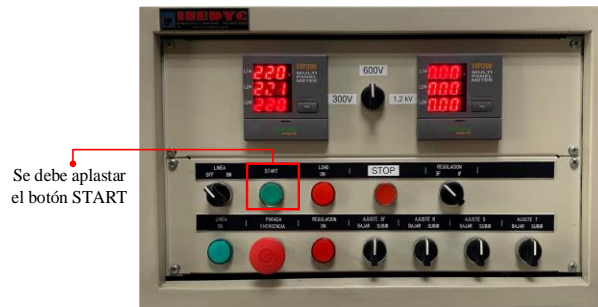
b.3. Seleccionar la fase con la que se va a realizar el ensayo, para ello se debe de aplastar el botón denominado Element la cantidad veces necesaria hasta seleccionar la Línea correspondiente, dicho de otras palabras si se selecciona la línea 2 para conectar al transformador se debe de aplastar el botón Element dos veces, tanto para el módulo A, B y C.



Aplastar el botón Element, para elegir entre la opción 1, 2 y 3 esta eleccion se realiza de acuerdo con la línea seleccionada para realizar el ensayo

### Iniciar el ensayo

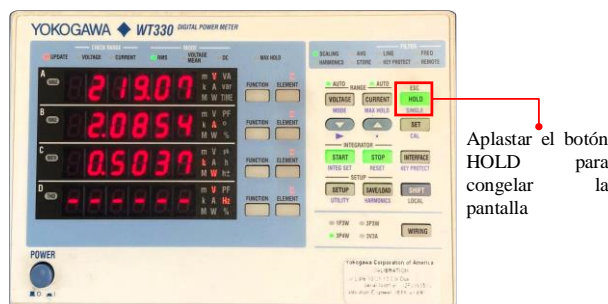
a) Pulsar el botón START del banco de pruebas.



- b) Rotar la perilla denominada ajuste 3F hasta llegar a la corriente nominal del devanado de alto voltaje, el cual se puede ir supervisando en el medidor de potencia digital.



- c) Aplastar el botón denominado HOLD en el medidor de potencia digital, para congelar los valores obtenidos en el ensayo.



- d) Aplastar el botón STOP, para desenergizar al transformador.



### Resultado del ensayo

- a) Ver el resultado obtenido en la pantalla de los tres módulos A, B y C.  
 b) Multiplicar el resultado obtenido en el módulo C por la constante de corrección de temperatura de nominada TK.

- c) Comprobar que el resultado obtenido de la multiplicación que se encuentre dentro del límite establecido por la norma.
- d) Anotar en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “PÉRDIDAS - CARGA”.


Introducir los resultados de esta prueba

PERDIDAS - CARGA			
VOLT.	INTEN.	POT.	TEMP.
V	A	W	° C

**Desconexión**

- a) Desconectar el transformador y apagar el equipo.

**ANEXO G: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	---	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico consta de dos devanados, uno denominado devanado primario y otro denominado devanado secundario. El devanado primario se compone de una sola bobina, denominada H1. Por otro lado, el devanado secundario también se compone de una bobina, denominadas X1, X3 (fases) y X2 (neutro). Estos transformadores se fabrican de dos tipos: con núcleo sustractivo y núcleo aditivo.

Los transformadores monofásicos son sustractivos cuando su devanado es bobinado en la dirección de las manecillas del reloj durante su proceso de construcción, por otro lado, un transformador es aditivo al tener su devanado bobinado en dirección contraria a las manecillas del reloj durante su construcción. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se utilizan los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

Para los transformadores construidos en nivel de voltaje de 12700 V. se instalan transformadores monofásicos sustractivos, mientras que, para los transformadores construidos en niveles de voltaje de 7970 V., 7630 V. y bifásicos de 6300 V. se instalan transformadores aditivos. La medición de las pérdidas sin carga o vacío se basa en aplicar al devanado secundario el voltaje nominal de línea del devanado secundario, estando el otro devanado en circuito abierto. Con esta prueba es posible determinar el valor del voltaje en el devanado secundario, la potencia de pérdidas ( $P_o$ ) y la corriente de vacío. Esta prueba de rutina, consta de un ensayo:

- Ensayo de pérdidas en vacío.

## Objetivo

Determinar las pérdidas en vacío que son iguales a las pérdidas magnéticas en el hierro, además se obtiene también la corriente de excitación o vacío y conocer si la máquina estática cumple con la norma NTE INEN 2113 con respecto a las pérdidas en vacío de un transformador monofásico.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza en total acuerdo de las normas:

- NTE INEN 2113

Además, se basa en el procedimiento establecido por el Std.:

- IEEE C57.12.00, Std. IEEE C57.12.90 – 8.

## Responsables

- **Jefe del laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

## Consideraciones

En el NTE INEN 2114 se proporciona una tabla en donde se obtiene los valores de pérdidas normalizados para transformadores monofásicos, la cual se presenta a continuación.

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 $85^\circ \text{ C}$					
Potencia Nominal KVA	$I_o(\% \text{ de } I_n)$	$P_o(W)$	$P_c(W)$	$P_t(W)$	$U_{zn}(\%)$
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	98	289	387	3,0
37,5	2	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
Para potencias entre 167 kVA y 333 kVA, las pérdidas se determinarán en común acuerdo entre fabricante y comprador					

- La frecuencia del ensayo debe ser de 60 Hz tanto para en el banco de pruebas, como en el transformador.
- Voltaje aplicado: Voltaje nominal de línea del devanado de bajo voltaje.
- Se registra Voltaje, corriente y Potencia.
- Aterrizar lo carcaza del transformador energizado.

Para corroborar que el resultado del ensayo de vacío este dentro de la norma se debe de multiplicar por el TK, que es el factor de corrección de temperatura, el cual se presentará en la siguiente tabla.

TEMPERATURA $^\circ \text{C}$	TK	TEMPERATURA $^\circ \text{C}$	TK
10,00	1,307	25,00	1,231
10,50	1,304	25,50	1,229
11,00	1,301	26,00	1,226
11,50	1,299	26,50	1,224
12,00	1,296	27,00	1,222
12,50	1,294	27,50	1,219
13,00	1,291	28,00	1,217
13,50	1,288	28,50	1,215
14,00	1,286	29,00	1,213
14,50	1,283	29,50	1,210
15,00	1,281	30,00	1,208
15,50	1,278	30,50	1,206
16,00	1,275	31,00	1,203

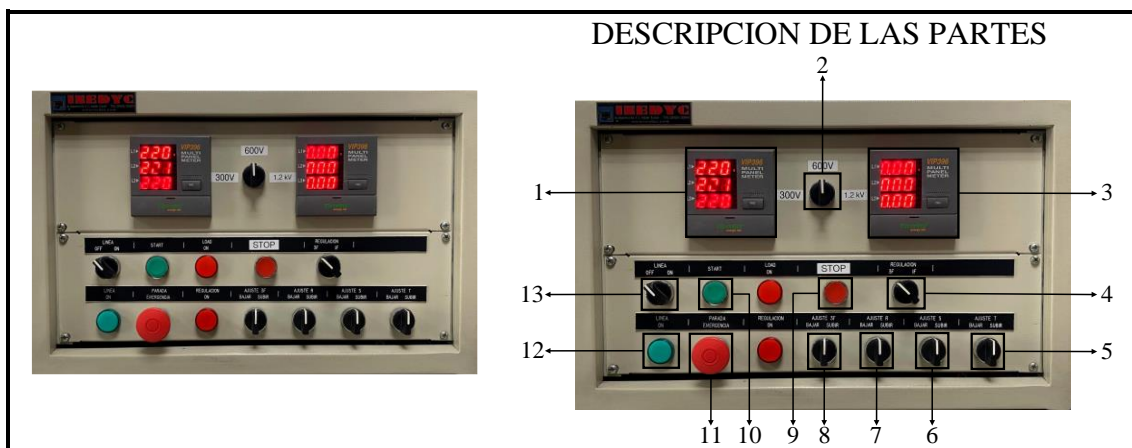


16,50	1,273	31,50	1,201
17,00	1,270	32,00	1,199
17,50	1,268	32,50	1,197
18,00	1,265	33,00	1,194
18,50	1,263	33,50	1,192
19,00	1,260	34,00	1,190
19,50	1,258	34,50	1,188
20,00	1,255	35,00	1,186
20,50	1,253	35,50	1,183
21,00	1,250	36,00	1,181
21,50	1,248	36,50	1,179
22,00	1,246	37,00	1,177
22,50	1,243	37,50	1,175
23,00	1,241	38,00	1,172
23,50	1,238	38,50	1,170
24,00	1,236	39,00	1,168
24,50	1,234	39,50	1,166

## Equipo para prueba de rutina

### Banco de pruebas

Este banco de pruebas fue desarrollado por la empresa ecuatoriana INEDYC POWER & ENERGY TECHNOLOGY, la cual adaptó y desarrolló este banco para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

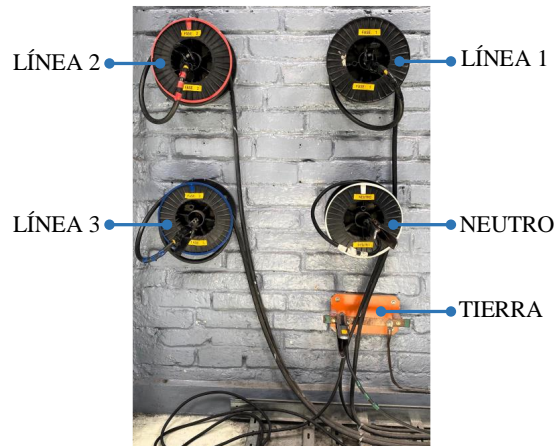


1. Pantalla led indicadora.
2. Selector conmutador o perilla de tres posiciones, selector de voltaje.
3. Pantalla led indicadora.
4. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, selector de fase.
5. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase T.
6. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase S.
7. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase R.
8. Selector conmutador o perilla de ajuste de las tres fases.
9. Pulsador de Pare/Stop.

10. Pulsador de Inicio/Start.
11. Pulsador de Emergencia.
12. Luz piloto.
13. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, encendido/apagado de las fases.

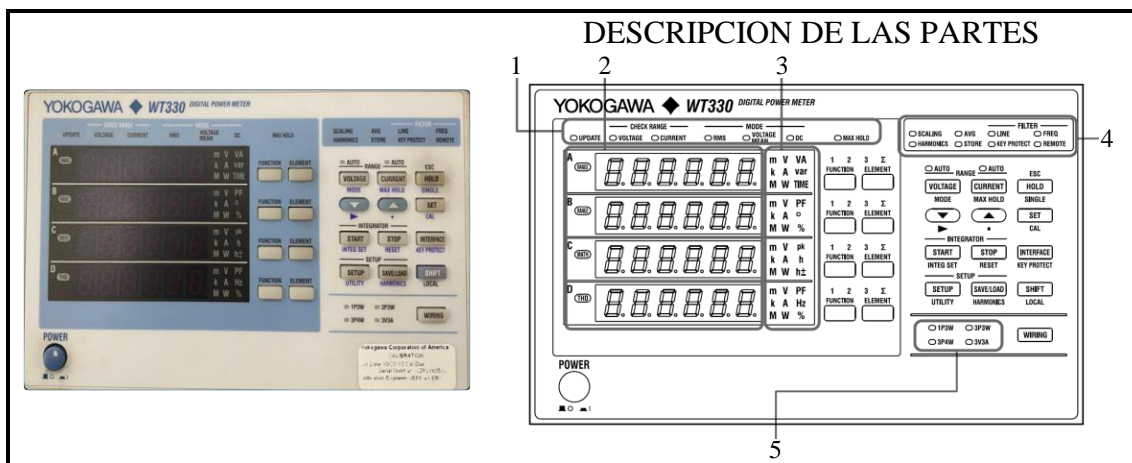
### Cables de conexión

Los cables de conexión que se usaran para realizar esta prueba de rutina son los predeterminados para la corriente que circulará por ellos.



### Medidor de potencia digital

El medidor de potencia serie WT300 de Yokogawa es un equipo de alta precisión, ofrece múltiples funciones de medición innovadoras y actuales



- Indicador de actualización de datos (UPDATE)  
Parpadea cuando se actualizan los datos de medición.
- Monitor de rango automático (CHECK RANGE)  
Se enciende cuando una señal de entrada cumple las condiciones para el cambio de rango automático.
- Indicador de modo de medición (MODE)  
Indica los modos de medición de tensión y corriente.
- Indicador MAX HOLD (MAX HOLD)  
Se enciende cuando MAX HOLD está habilitado.

- 
- Pantalla LED de 7 segmentos
- 2 Muestra los datos medidos para la función seleccionada con la tecla de función y muestra los menús cuando se utilizan los menús para configurar los ajustes.
- 
- Indicadores de función y unidad
- 3 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos.
- 
- Indicador de escala (SCALING)  
Se ilumina cuando el escalado está habilitado
  - Indicador de promedio (AVG)  
Se ilumina cuando el promedio está habilitado
  - Indicador de filtro de línea (FILTER-LINE)  
Se enciende cuando el filtro de línea está habilitado
  - Indicador de filtro de frecuencia (FILTER-FREQ)  
Se enciende cuando el filtro de frecuencia está habilitado
- 4
- Indicador de visualización de medición de armónicos (HARMONICS)  
Se enciende cuando la pantalla de medición de armónicos está encendida
  - Indicador de almacenamiento (STORE)  
Al iniciar el almacenamiento, este indicador parpadea al ritmo al que se está llevando a cabo el almacenamiento.
  - Indicador de protección de teclas (KEY PROTECT)  
Se enciende cuando las llaves están bloqueadas
  - Indicador remoto (REMOTE)  
Se enciende cuando el WT310/WT310HC/WT330 está en modo remoto.
- 
- Indicador de método de cableado
- 5 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos indica el método de cableado.
- 

### **Termómetro de infrarrojos**

Este equipo se utiliza para conocer la temperatura de un objeto, Este termómetro de infrarrojos es un instrumento ligero y compacto que ha sido diseñado con protección IP54 contra el agua y el polvo además ha sido probado para resistir caídas desde 3 m.



### **Equipo de seguridad personal**

El personal designado para realizar esta prueba debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

## Procedimiento

### Inspección visual

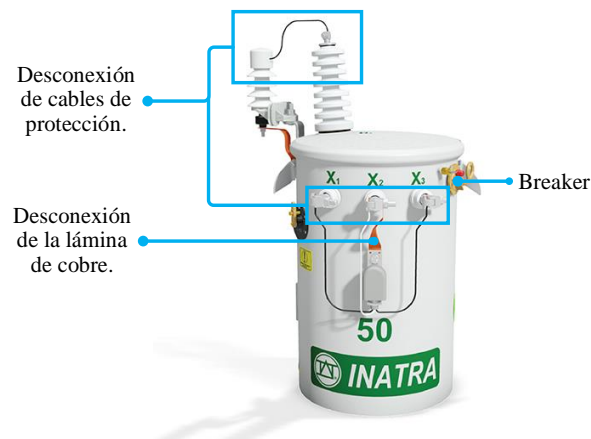
- a) Inicialmente, se lleva a cabo una minuciosa inspección visual con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

### Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

#### Transformador tipo aéreo monofásico

- a) Para realizar las pruebas de rutina a los Transformadores Tipo Aéreo Monofásicos, se debe de verificar que el breaker para el devanado de bajo voltaje se encuentre cerrado, además, se debe de desconectar los cables de protección y la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



#### Transformador tipo pedestal radial monofásico

- a) Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Monofásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de bajo voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



## Transformador tipo pedestal malla monofásico

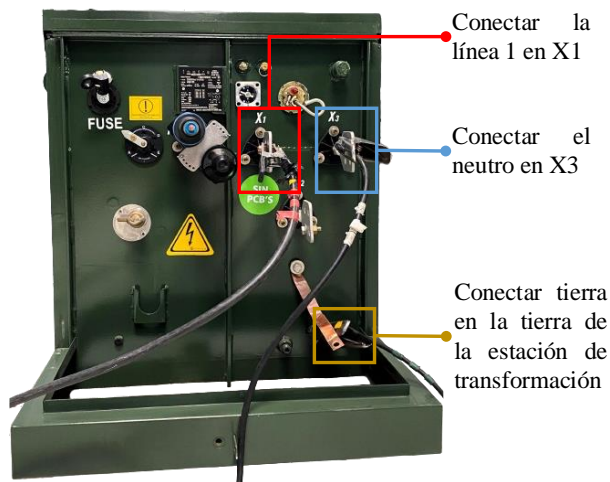
- a) Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



**Configuración del equipo para realizar el ensayo: vacío.**

### Conexión del transformador

- a) Conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado FASE 1 en el terminal del devanado de baja tensión (X1). Luego conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado NEUTRO en el terminal del devanado de baja tensión (X3). Finalmente conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado TIERRA en el terminal de TIERRA del transformador.



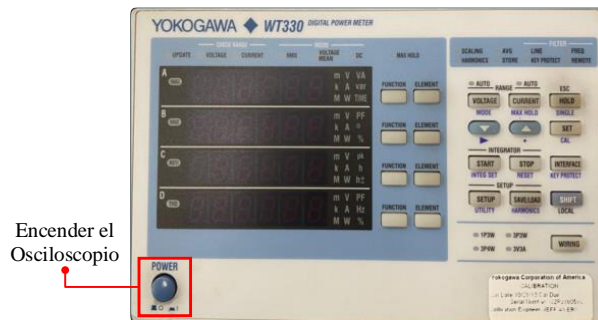
### Configuración del banco de pruebas

- a) Encender el banco de pruebas.  
b) Colocar la perilla rotativa en 600V.



### Configuración del medidor de potencia digital

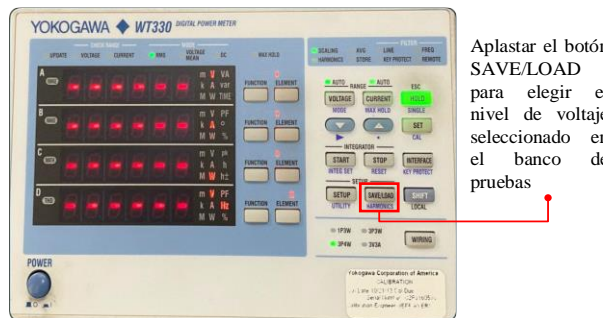
a) Encender el medidor de potencia digital.



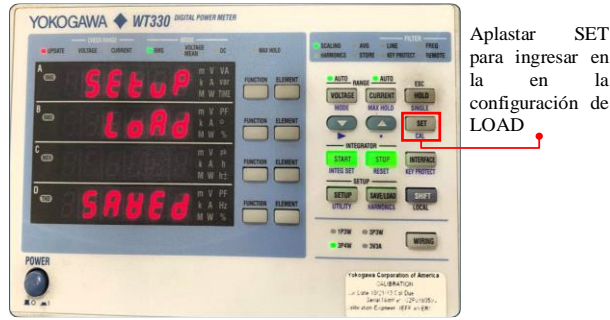
b) Configurar el voltaje en el medidor de potencia digital de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, esto se puede ver en la siguiente tabla.

Configuración del medidor de potencia digital de acuerdo con el Banco de Pruebas		
Ítem	Voltaje del Banco de Pruebas	Archivo de medidor de potencia digital
1	300 V	FILE 1
2	600 V	FILE 2
3	1.2 KV	FILE 3

b.1. Aplastar el botón llamado Save/load, aparecerá dos opciones.



- Setup
- Load, el cual va a estar titulado aplastamos SET para entrar a la configuración de Load.



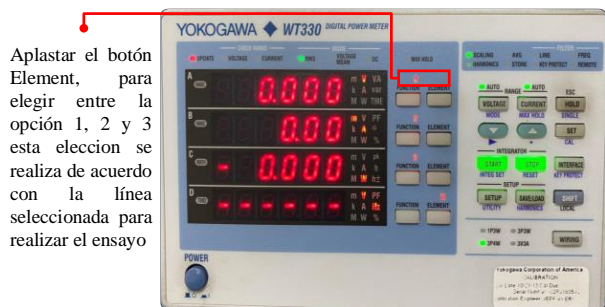
Aplastar SET para ingresar en la configuración de LOAD.

b.2. Se presentará la opción File 1, File 2 y File 3, por lo que se debe de elegir la opción de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, en este caso será File 2, una vez elegida esta opción se debe de aplastar SET para guardar los cambios.



Se debe elegir la opción File 2, luego se aplasta el botón SET para guardar los cambios.

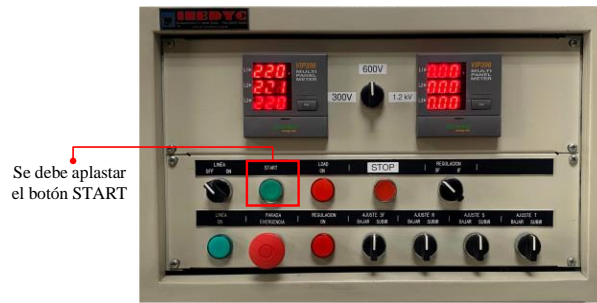
b.3. Seleccionar la fase con la que se va a realizar el ensayo, para ello se debe de aplastar el botón denominado Element la cantidad veces necesaria hasta seleccionar la Línea correspondiente, dicho de otras palabras si se selecciona la línea 2 para conectar al transformador se debe de aplastar el botón Element dos veces, tanto para el módulo A, B y C.



Aplastar el botón Element, para elegir entre la opción 1, 2 y 3 esta elección se realiza de acuerdo con la línea seleccionada para realizar el ensayo.

### Iniciar el ensayo

a) Pulsar el botón START del banco de pruebas.



Se debe aplastar el botón START

- b) Rotar la perilla denominada ajuste 3F hasta llegar al voltaje nominal de la línea, el cual se puede ir supervisando en el medidor de potencia digital.



Rotar la perilla hasta llegar al voltaje requerido.

- c) Aplastar el botón denominado HOLD en el medidor de potencia digital, para congelar los valores obtenidos en el ensayo.



Aplastar el botón HOLD para congelar la pantalla

- d) Aplastar el botón STOP, para desenergizar al transformador.



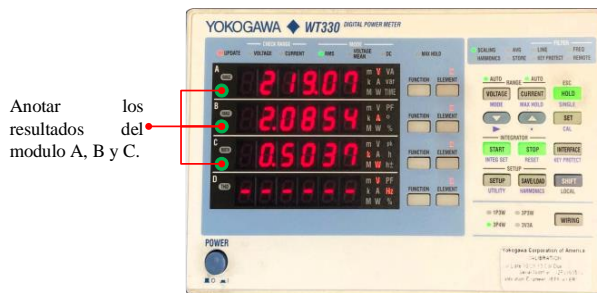
Aplastar el botón STOP para desenergizar

- e) Tomar la temperatura al transformador con ayuda del termómetro.

## Resultado del ensayo

- a) Ver el resultado obtenido en la pantalla de los tres módulos A, B y C.





- b) Multiplicar el resultado obtenido en el módulo C por la constante de corrección de temperatura de nominada TK.
- c) Comprobar que el resultado obtenido de la multiplicación que se encuentre dentro del límite establecido por la norma.
- d) Anotar en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Pérdidas – Vacío”.

Anotar los resultados de la prueba de rutina

PERDIDAS - VACIO		
VOLT.	INTEN.	POT.
V	A	W

### Desconexión

- a) Desconectar el transformador y apagar el equipo.

**ANEXO H: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	---	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico consta de dos devanados, uno denominado devanado primario y otro denominado devanado secundario. El devanado primario se compone de una sola bobina, denominada H1. Por otro lado, el devanado secundario también se compone de una bobina, denominadas X1, X3 (fases) y X2 (neutro). Estos transformadores se fabrican de dos tipos: con núcleo sustractivo y núcleo aditivo.

Los transformadores monofásicos son sustractivos cuando su devanado es bobinado en la dirección de las manecillas del reloj durante su proceso de construcción, por otro lado, un transformador es aditivo al tener su devanado bobinado en dirección contraria a las manecillas del reloj durante su construcción. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se utilizan los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

Para los transformadores construidos en nivel de voltaje de 12700 V. se instalan transformadores monofásicos sustractivos, mientras que, para los transformadores construidos en niveles de voltaje de 7970 V., 7630 V. y bifásicos de 6300 V. se instalan transformadores aditivos.

La medición de la resistencia de aislamiento se basa en la ley de Ohm. Al aplicar un voltaje de corriente directa (DC) con un valor conocido y medir la corriente resultante, es posible determinar el valor de la resistencia de aislamiento entre devanados. El tiempo de cada ensayo debe ser de un minuto [1 min], registrando el valor medido al final del tiempo. Además, este valor medido debe redondearse a cero decimales.

Aunque la resistencia de aislamiento presente un valor elevado, no es infinita, por lo que la medición de la corriente que circula por el megaóhmetro al realizar el ensayo indicará el valor de la resistencia de aislamiento, el cual puede estar en [kΩ], [MΩ], [GΩ] o incluso [TΩ]. Esta prueba de rutina consta de tres ensayos:

- Resistencia de aislamiento del pararrayos.
- Resistencia de aislamiento entre el bobinado de medio voltaje y el bobinado de bajo voltaje.
- Resistencia de aislamiento entre el bobinado de bajo voltaje y tierra.

## Objetivo

Evaluar la resistencia de aislamiento de los transformadores, a fin de determinar la calidad del aislamiento y verificar el cumplimiento de la norma NTE INEN 2111 con respecto a los niveles de aislamiento entre devanados. Además, identificar la posible existencia de corrientes de fuga.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza de acuerdo con las normas:

- NTE INEN 2111

Además, se basa en el procedimiento establecido por los estándares:

- IEEE C57.12.00
- IEEE C57.12.90

Según corresponda al transformador probado. Sin embargo, dichos estándares no proporcionan valores típicos para las mediciones de resistencia de aislamiento. Por lo tanto, los criterios de aceptación o rechazo se determinarán en base a la experiencia adquirida por el personal de la EERCS C.A.

### Responsables

- **Jefe del laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

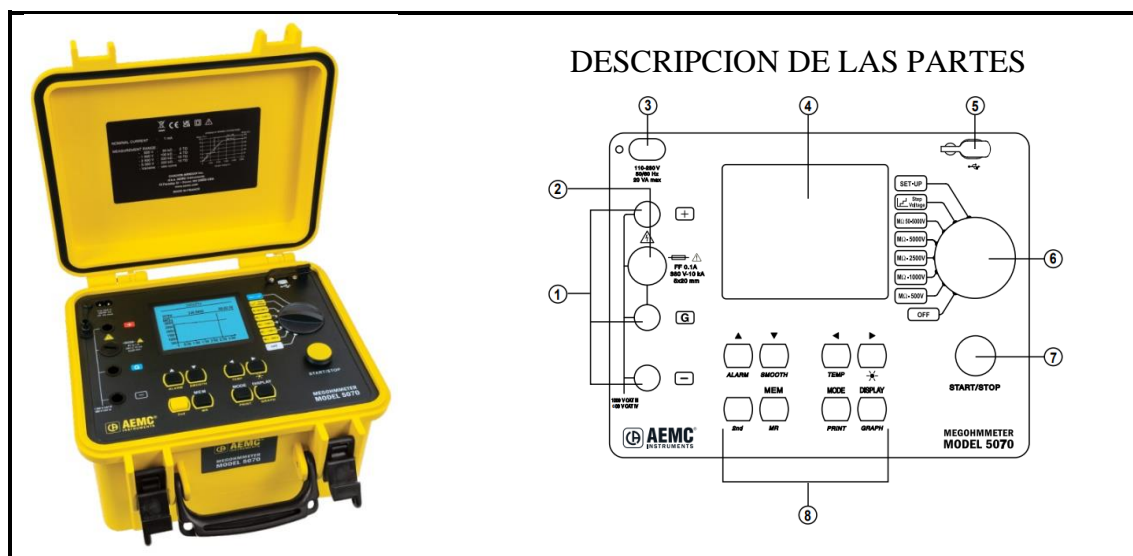
### Consideraciones

- Los devanados del transformador que se va a realizar la prueba deben estar totalmente sumergidos en líquido aislante salvo los transformadores de tipo seco.
- La temperatura promedio de los devanados y del líquido aislante debe estar entre 10 °C y 40 °C.
- Los transformadores tipo pedestal radial y malla monofásicos no poseen pararrayo físico por lo que, no se puede realizar el ensayo de resistencia de aislamiento del pararrayos.

### Equipo para prueba de rutina

#### Medidor de aislamiento (Megger)

Es un instrumento de medida del aislamiento eléctrico, el equipo que se usa para realizar esta prueba de rutina es el Megohmmeter Modelo 5070.



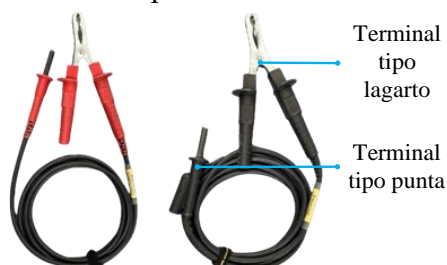
1. 3 terminales de seguridad Ø 4 mm marcados: “+”, “G” y “-”.
2. Acceso al fusible de protección del terminal “G”.
3. Conmutador rotativo de 8 posiciones:

OFF	Apagado del instrumento.
500V - 2TΩ	Medida de aislamiento a 500 V hasta 2 TΩ.
1000V - 4TΩ	Medida de aislamiento a 1.000 V hasta 4 TΩ.
2500 - 10TΩ	Medida de aislamiento a 2.500 V hasta 10 TΩ.
5000V - 10TΩ	Medida de aislamiento a 5.000 V hasta 10 TΩ.
Adjust. 50V....5000V	Medida de aislamiento con un voltaje de prueba de rutina ajustable (de 40 V a 5.100 V: pasos de 10 V de 40 a 1.000 V y pasos de 100 V de 1.000 a 5.100 V).
Adjust. STEP	Medida de aislamiento con rampa de voltaje (el voltaje de prueba de rutina varía por niveles).
SET-UP	Ajuste de la configuración del instrumento.

4. Tecla amarilla START / STOP: inicio / fin de la medida.
5. 8 teclas de elastómero cada una con una función principal y una función secundaria.
6. Pantalla gráfica retroiluminada.
7. Toma para la conexión a el voltaje de la red (funcionamiento directo en redes C.A. / carga de la batería).
8. Toma macho INTERFAZ serie RS 232 (9 pins) para conexión a un PC o una impresora.

### Cables de conexión

Se utilizarán los cables de conexión predeterminados suministrados por el equipo.



### Equipo de seguridad personal

El personal designado para realizar esta prueba debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

### Procedimiento

#### Inspección visual

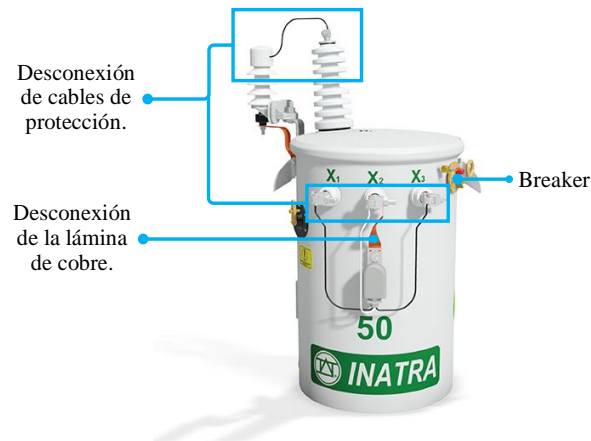
Inspeccionar visualmente con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

## Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión del transformador más comunes:

### Transformador tipo aéreo monofásico

Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo Aéreo Monofásicos, se debe de verificar que el breaker para el devanado de bajo voltaje se encuentre cerrado, además, se debe de desconectar los cables de protección y la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



### Transformador tipo pedestal radial monofásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Monofásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de bajo voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Transformador tipo pedestal malla monofásico

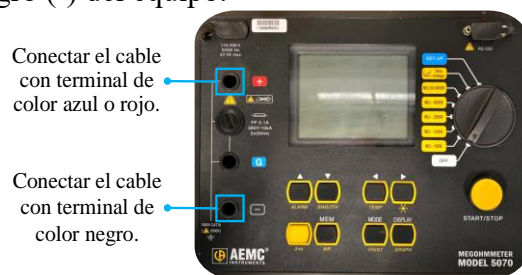
Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Configuración del equipo para realizar el ensayo: resistencia de aislamiento del pararrayos.

#### Conexión del megóhmetro

Enlazar el cable de conexión rojo con su terminal tipo punta, en el orificio del terminal de color rojo (+) del equipo y cable de conexión negro con su terminal tipo punta, en el orificio del terminal negro (-) del equipo.

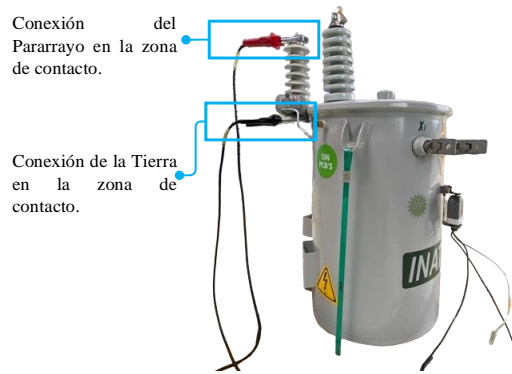


- a) Colocar el conmutador rotativo en la cuarta posición en  $M\Omega - 5000V$ .



#### Conexión del transformador

- a) Conectar el extremo tipo lagarto de color rojo del cable que se encuentra conectado en el terminal positivo (+) del equipo al conector del pararrayo y conectar el extremo tipo lagarto de color negro del cable que se encuentra conectado en el terminal negativo (-) del equipo al conector de tierra del transformador.



### Iniciar el ensayo

- a) Pulsar el botón START-STOP para empezar el ensayo, el cual tiene una duración de un minuto.



### Resultado del ensayo

- a) Ver y anotar el resultado obtenido en la pantalla, en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Prueba de rutina De Aislamiento (MΩ) Megger: 5-2,5 KV”.

Anotar el resultado del equipo.

KV	N°	PRUEBA DE AISLAMIENTO ( MΩ )			T
		MEGGER: 5 - 2.5 Kv			
∅		AT - BT	AT - Tierra	BT - Tierra	A
			PARARRAYO		P
					1
					2
					3
					4
					5
					1

### Configuración del equipo para realizar el ensayo: resistencia de aislamiento entre el bobinado de medio voltaje y el bobinado de bajo voltaje.

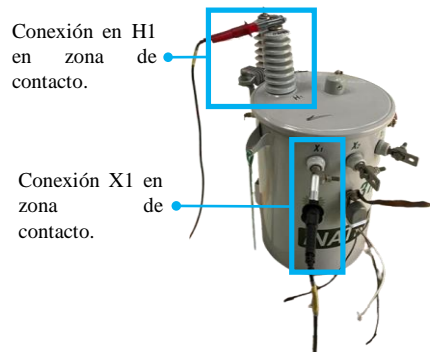
- a) Colocar el conmutador rotativo en la cuarta posición en MΩ - 5000V.





## Conexión del transformador

- a) Conectar el extremo tipo lagarto de color rojo del cable que se encuentra conectado en el terminal positivo (+) del equipo al conector del devanado de Medio Voltaje (H1) y conectar el extremo tipo lagarto de color negro del cable que se encuentra conectado en el terminal negativo (-) del equipo al conector del devanado de Bajo Voltaje (X1) del transformador.



## Iniciar el ensayo

- a) Pulsar el botón START-STOP para empezar el ensayo, el cual tiene una duración de un minuto.



## Análisis de resultados

- a) Ver y anotar el resultado obtenido en la pantalla, en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Prueba de rutina De Aislamiento ( $M\Omega$ ) Megger: 5-2,5 KV”.

Anotar el resultado del equipo.

KV	N°	PRUEBA DE AISLAMIENTO ( $M\Omega$ )			T	
		MEGGER: 5 - 2.5 Kv				A
		AT - BT	AT - Tierra	BT - Tierra		
					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	

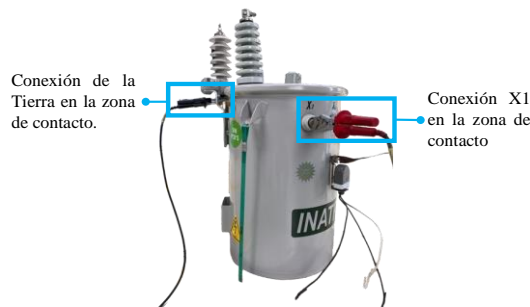
## Configuración del equipo para realizar el ensayo: resistencia de aislamiento entre el bobinado de bajo voltaje y tierra.

- a) Colocar al conmutador rotativo en la tercera posición en  $M\Omega$  - 2500V.



### Conexión del transformador

- a) Conectar el extremo tipo lagarto de color rojo del cable que se encuentra conectado en el terminal positivo (+) del equipo al conector del devanado de Bajo Voltaje (X1) y conectar el extremo tipo lagarto de color negro del cable que se encuentra conectado en el terminal negativo (-) del equipo al conector de Tierra del transformador.



### Iniciar el ensayo

- a) Pulsar el botón START-STOP para empezar el ensayo, el cual tiene una duración de un minuto.



### Análisis de resultados

- a) Ver y anotar el resultado obtenido en la pantalla, en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Prueba de rutina De Aislamiento (MΩ) Megger: 5-2,5 KV”.

Anotar el resultado del equipo.

KV	N°	PRUEBA DE AISLAMIENTO ( MΩ )			T	
		MEGGER: 5 - 2.5 Kv				A
		AT - BT	AT - Tierra	BT - Tierra		
					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	

### Desconexión

- a) Desconectar del transformador y apagar el equipo.

**ANEXO I: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS- XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico se compone de dos devanados, conocidos como devanado primario y devanado secundario, los cuales pueden ser conectados en diferentes configuraciones, como estrella o triángulo. El devanado primario consta de tres bobinas de alto o medio voltaje, denominadas H0 (neutro), H1, H2 y H3 (fases), dependiendo de su conexión. De manera similar, el devanado secundario está compuesto por tres bobinas de bajo voltaje, llamadas X0 (neutro), X1, X2 y X3 (fases), dependiendo de su conexión. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se emplean los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

La medición de la resistencia de devanados se encuentra el voltaje y la corriente simultáneamente, la corriente medida será muy cercana a la corriente nominal, esta prueba se usa para evaluar el estado del conductor de cada uno de los devanados por donde va a recorrer la corriente del transformador. Este parámetro es afectado por la temperatura, en consecuencia, durante el ensayo se requiere registrar este parámetro.

Adicionalmente, esta prueba de rutina pretende detectar las pérdidas por efecto Joule en los devanados ( $I^2R$ ), las cuales son causadas por la circulación de corriente eléctrica a través de estos. La detección de estas pérdidas no solo permite evaluar la eficiencia energética del transformador, sino también identificar posibles defectos, como circuitos abiertos o cortocircuitos parciales, que puedan afectar el desempeño y la seguridad del sistema. Esta prueba de rutina consta de dos ensayos diferentes:

- Resistencia del devanado de Media Voltaje.
- Resistencia del devanado de Bajo Voltaje.

## Objetivo

Determinar la resistencia óhmica de los conductores utilizados en los devanados del transformador. Además, se busca evaluar si la resistencia cumple con los estándares establecidos por la norma NTE INEN 2118 – 3.5/3.6/3.7/3.8.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza de acuerdo con las normas:

- NTE INEN 2118 – 3.5/3.6/3.7/3.8

Además, se basa en el procedimiento establecido por los estándares:

- IEEE C57.12.00, IEEE C57.12.90 – 5.3/5.4
- IEEE C57.12.20, IEEE C57.12.34
- IEEE C57.12.38

Según corresponda al transformador probado.

## Responsables

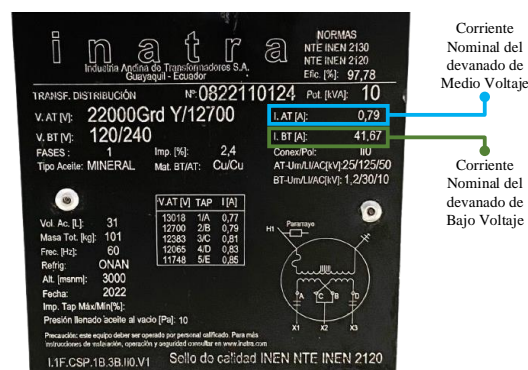
- **Jefe del Laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

## Consideraciones

El ensayo se realizará si y solo si la temperatura es estable. La temperatura se considerará estable cuando la temperatura del líquido superior no varía más de 2°C en un período de 1 hora. La temperatura de los devanados es igual a temperatura del líquido aislante siempre que:

- Los devanados han estado bajo líquido aislante sin excitación y sin corriente durante un mínimo de 3 horas.
- La temperatura del líquido aislante se ha estabilizado y la diferencia entre la temperatura superior e inferior no supera los 5°C.

Para realizar el ensayo de la resistencia del devanado de medio voltaje se usa la corriente nominal del devanado de medio voltaje y para realizar el ensayo de la resistencia del devanado de bajo voltaje se usa el 10% de la corriente nominal del devanado de bajo voltaje.



## Equipo para prueba de rutina

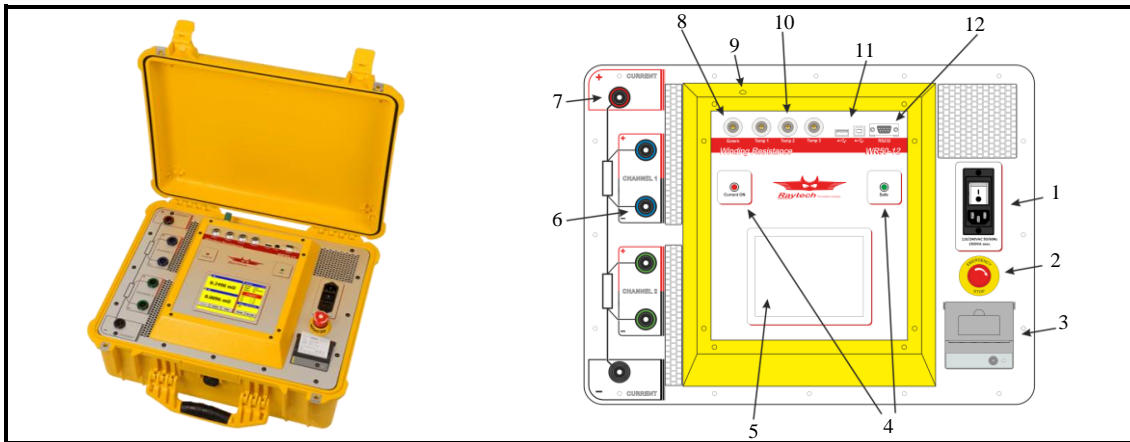
### Termómetro de infrarrojos

Este equipo se utiliza para conocer la temperatura de un objeto, Este termómetro de infrarrojos es un instrumento ligero y compacto que ha sido diseñado con protección IP54 contra el agua y el polvo además ha sido probado para resistir caídas desde 3 m.



## Probador de resistencia del devanado

Es un dispositivo utilizado para medir la resistencia de los devanados del transformador. Para esta prueba de rutina se empleará al Raytech Modelo WR50 - 12.



1. Entrada principal de corriente e interruptor ON/OFF
2. Botón de emergencia
3. Impresora térmica
4. Indicador de seguridad
5. Pantalla con panel táctil
6. Canal de Entrada (+) y (-)
7. Canal de entrada de corriente (+) y (-)
8. Entrada externa
9. Entrada adicional de tierra
10. Sensor de temperatura
11. Entrada USB
12. Entrada RS

### Cables de conexión

Se utilizarán los cables de conexión predeterminados suministrados con el equipo.



### Equipo de seguridad personal

El personal designado debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

## Procedimiento

### Inspección visual

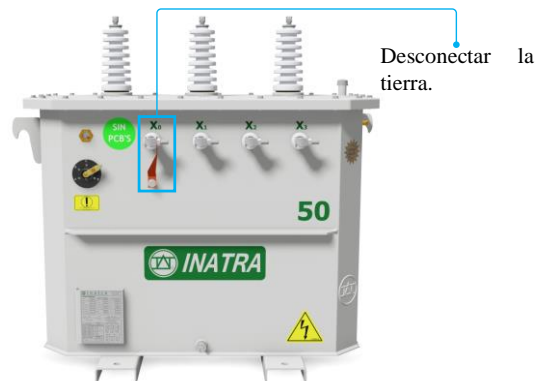
Inicialmente, se lleva a cabo una minuciosa inspección visual con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

### Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

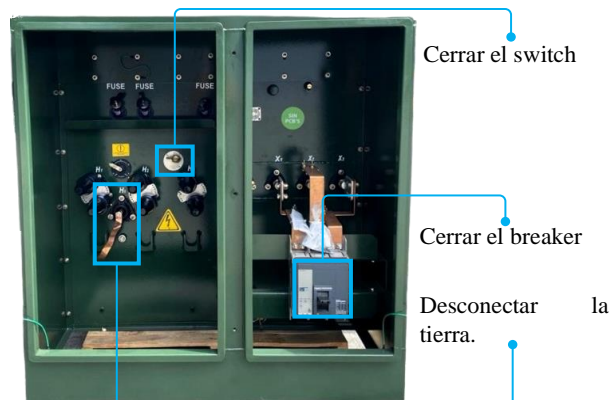
#### Transformador tipo aéreo trifásico

Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo Aéreo Trifásicas, se debe de desconectar la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



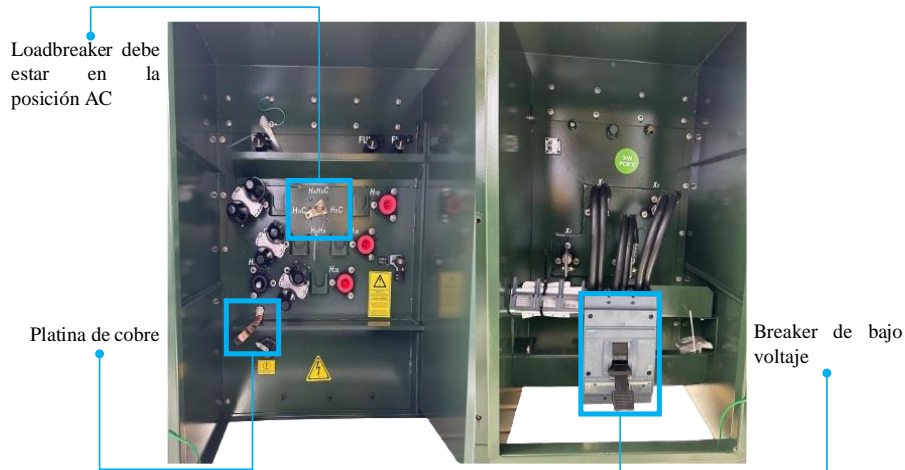
#### Transformador tipo pedestal radial trifásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Trifásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de alto voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



## Transformador tipo pedestal malla trifásico

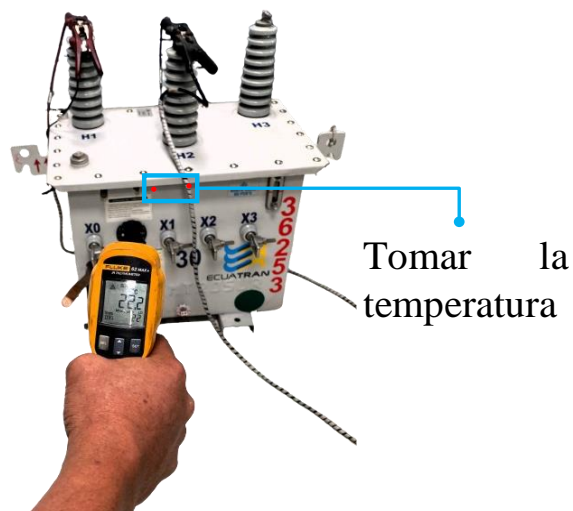
Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



## Preparación para realizar el ensayo: bobinado de H1 – H2.

### Preparación del transformador

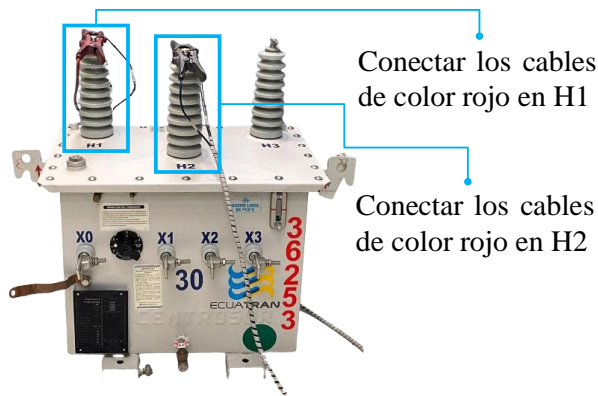
Tomar la temperatura interna del transformador en °C.



Tomar la corriente nominal del devanado de Medio Voltaje en placa del transformador.

Conectar los dos cables de color rojo al bobinado H1 y los cables de color negro a H2.





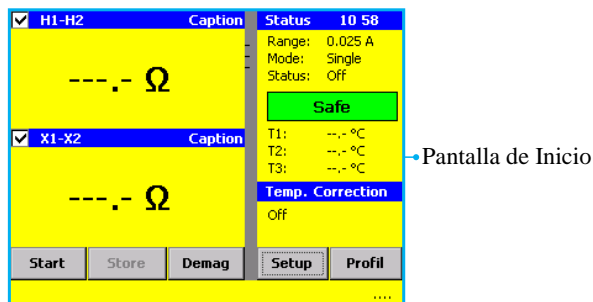
### Preparación del equipo de medición

Pulsar el interruptor para encender el equipo.



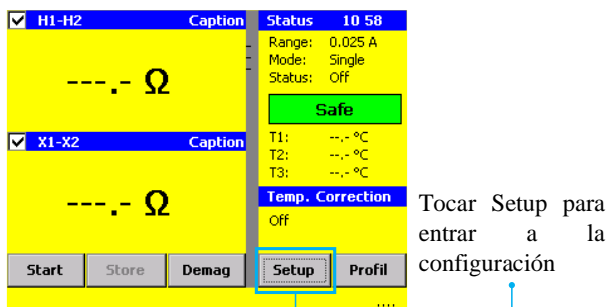
Introducir los datos al equipo:

Encender el equipo, se mostrará la ventana principal.

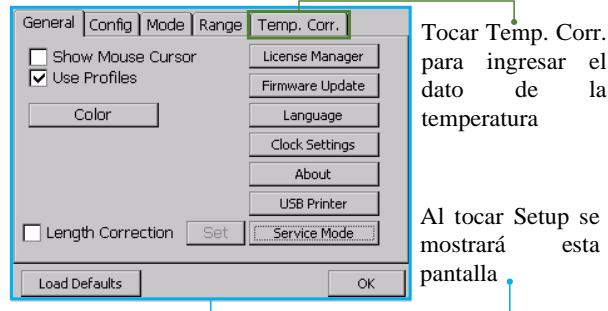


Introducir el dato de la temperatura tomada del transformador en el equipo.

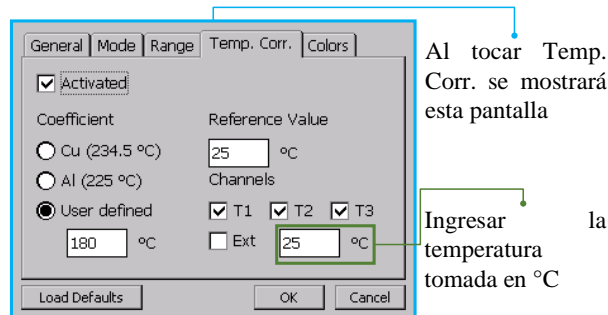
Tocar Setup para entrar a la configuración del equipo.



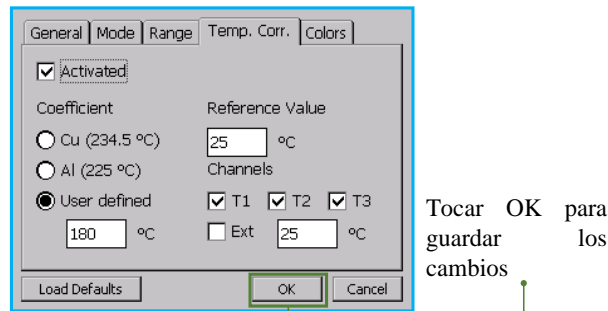
Tocar Tem. Corr. para entrar a la ventana que nos permitirá introducir el dato de la temperatura.



Introducir el dato de la temperatura en la entrada de texto.

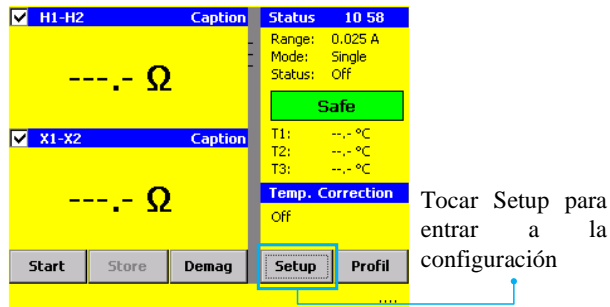


Tocar OK para guardar los cambios, posterior a ello se mostrará la ventana principal.



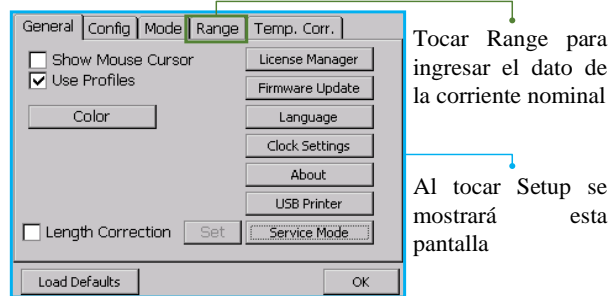
Introducir el dato de la corriente nominal de Medio Voltaje tomada de la placa del transformador en el equipo.

Tocar Setup para entrar a la configuración del equipo.



Tocar Setup para entrar a la configuración

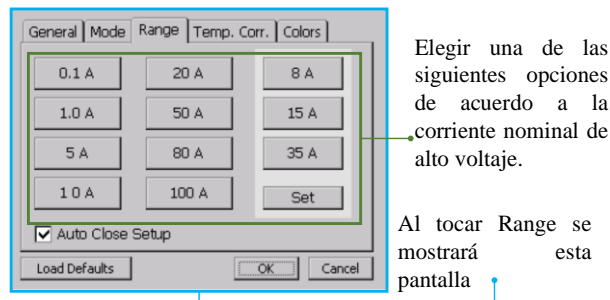
Tocar Range para entrar a la ventana que nos permitirá introducir el dato de la corriente nominal del transformador.



Tocar Range para ingresar el dato de la corriente nominal

Al tocar Setup se mostrará esta pantalla

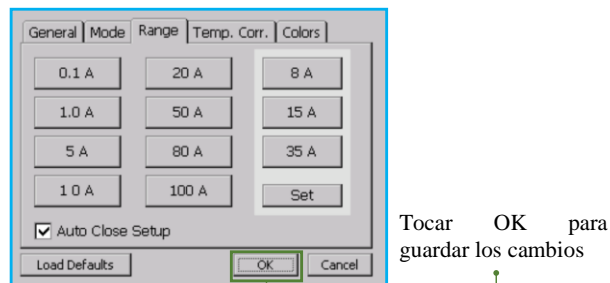
Elegir el rango de la corriente nominal del transformador que se va a realizar el ensayo.



Elegir una de las siguientes opciones de acuerdo a la corriente nominal de alto voltaje.

Al tocar Range se mostrará esta pantalla

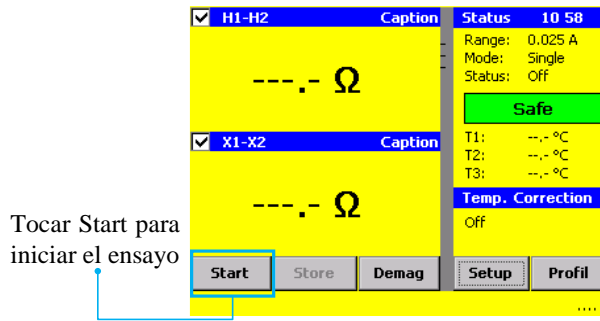
Tocar OK para guardar los cambios, posterior a ello se mostrará la ventana principal.



Tocar OK para guardar los cambios

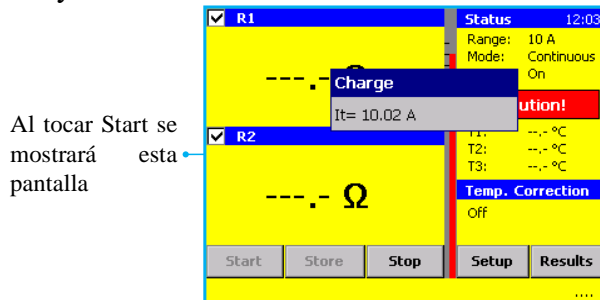
### Iniciar el ensayo

Tocar el botón START, iniciará el ensayo.



Tocar Start para iniciar el ensayo

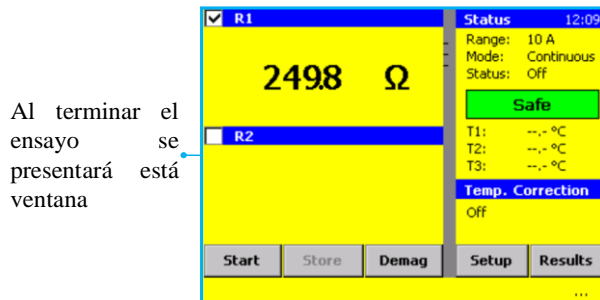
Esperar a que el ensayo acabe



Al tocar Start se mostrará esta pantalla

### Resultado del ensayo

El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en  $\Omega$ .



Al terminar el ensayo se presentará esta ventana

Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

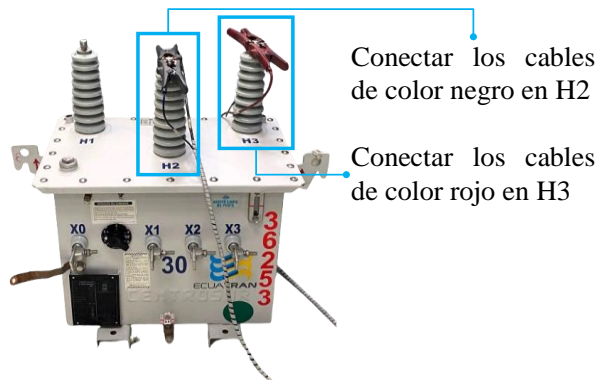
Anotar el resultado del ensayo

T A P	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
1						
2						
3						
4						
5						

### Preparación para realizar el ensayo: bobinado de H2 – H3.

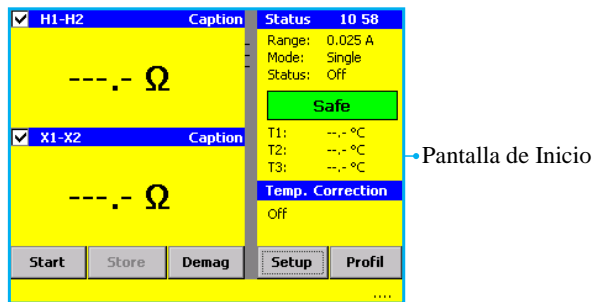
#### Preparación del transformador

Conectar los dos cables de color rojo al bobinado H2 y los cables de color negro a H3.



### Preparación del equipo de medición

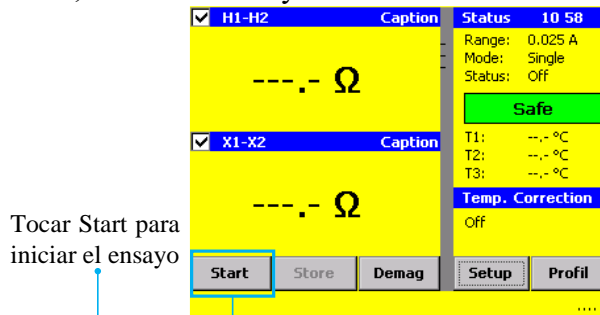
Introducir los datos al equipo:  
Ingresar en la pantalla principal.



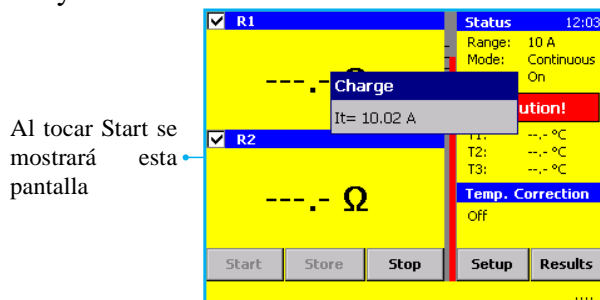
Ya que el equipo se encuentra configurado con la temperatura y la corriente, se debe de tocar START para dar inicio al ensayo.

### Iniciar el ensayo

Tocar el botón START, iniciará el ensayo.

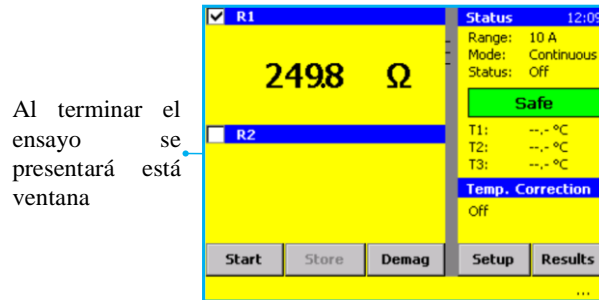


Esperar a que el ensayo acabe



## Resultado del ensayo

El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en  $\Omega$ .



Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

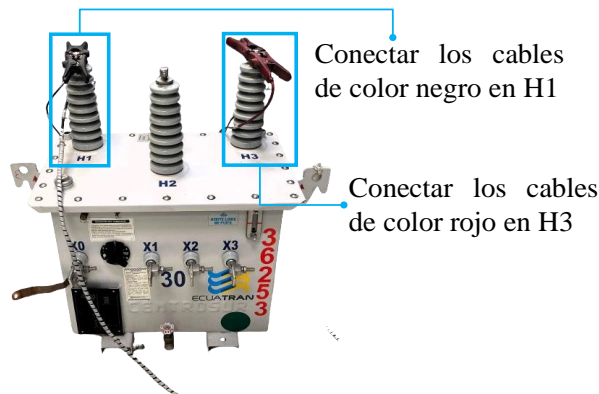
Anotar el resultado del ensayo

T	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
A	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
P						
1						
2						
3						
4						
5						

## Preparación para realizar el ensayo: bobinado de H1 – H3.

### Preparación del transformador

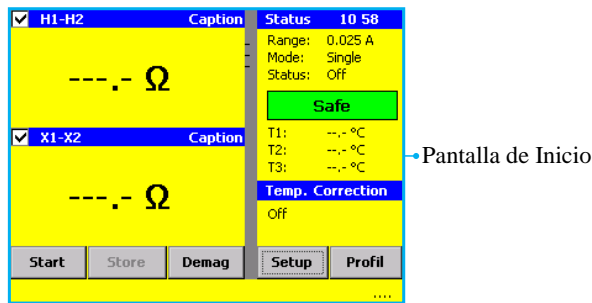
Conectar los dos cables de color rojo al bobinado H1 y los cables de color negro a H3.



### Preparación del equipo de medición

Introducir los datos al equipo:

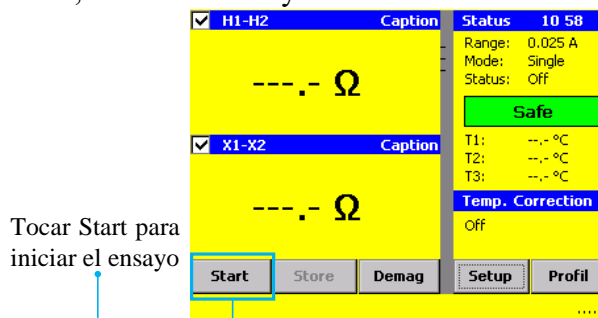
Ingresar en la pantalla principal.



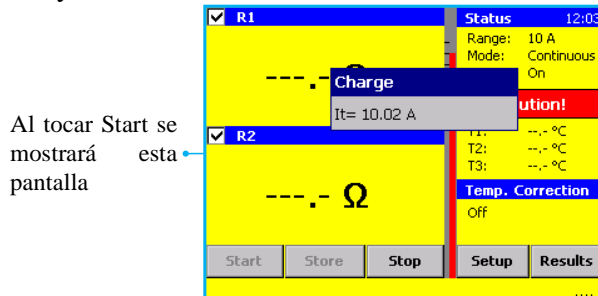
Ya que el equipo se encuentra configurado con la temperatura y la corriente, se debe de tocar START para dar inicio al ensayo.

### Iniciar el ensayo

Tocar el botón START, iniciará el ensayo.

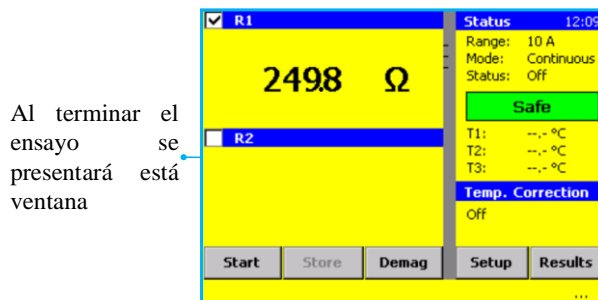


Esperar a que el ensayo acabe



### Resultado del ensayo

El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en  $\Omega$ .



Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

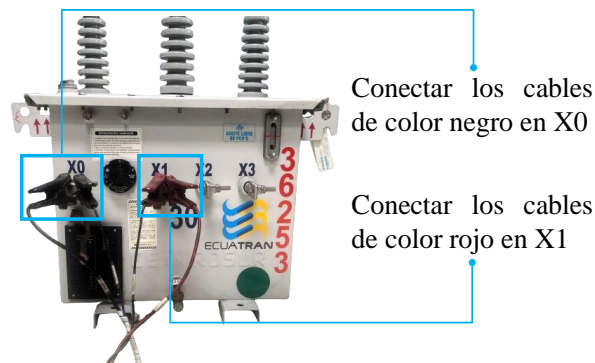
T	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
A	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
P	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
1						
2						
3						
4						
5						

Anotar el resultado del ensayo

## Proceso para realizar el ensayo: X0 – X1.

### Preparación del transformador

Conectar los dos cables de color rojo al bobinado X0 y los dos cables de color negro al bobinado X1.



Tomar lectura en placa de la corriente nominal del devanado de bajo voltaje del transformador.

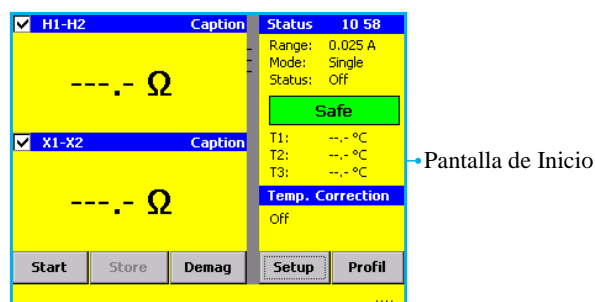
Obtener el 10% de la corriente nominal del transformador.

La temperatura es la misma que se tomó al inicio del ensayo.

### Preparación del equipo de medición

Introducir los datos al equipo:

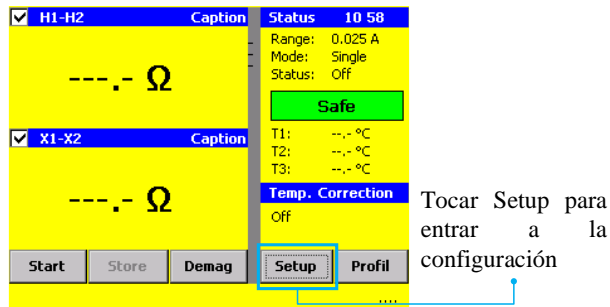
Ir a la ventana principal.



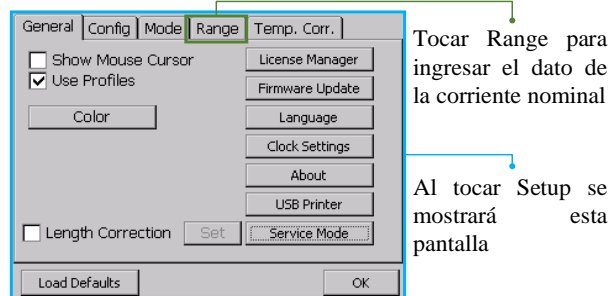
Introducir el 10% de la corriente nominal de bajo voltaje tomada de la placa del transformador en el equipo.

Tocar Setup para entrar a la configuración del equipo.

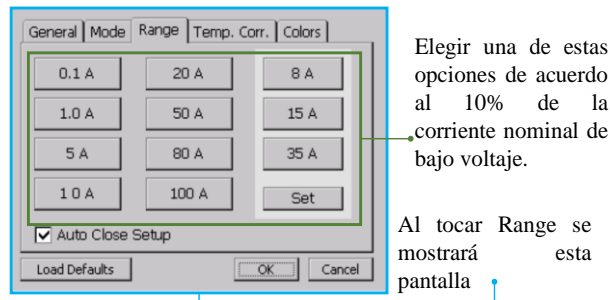




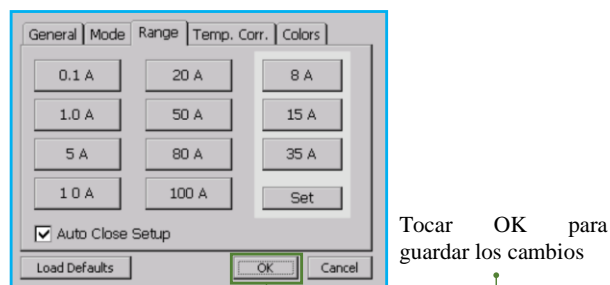
Tocar Range para entrar a la ventana que nos permitirá introducir el dato de la corriente nominal del transformador.



Elegir el rango de la corriente que se ajuste al 10% de la corriente nominal de bajo voltaje del transformador del cual se va a realizar el ensayo.

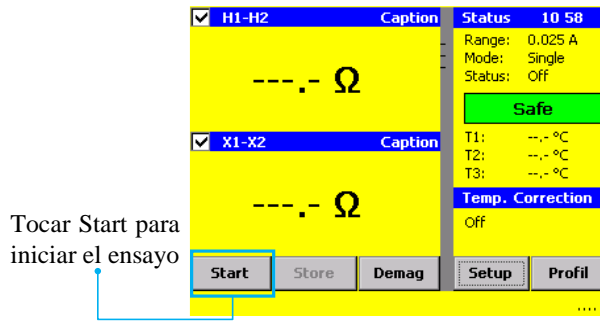


Tocar OK para guardar los cambios, posterior a ello se mostrará la ventana principal.

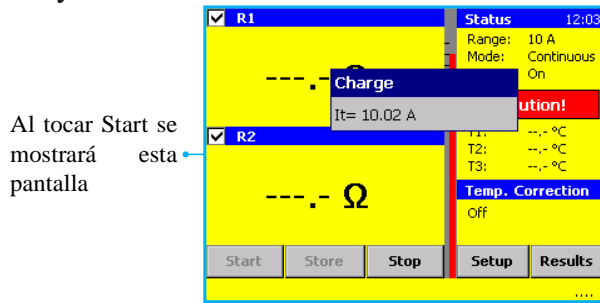


### Iniciar el ensayo

Tocar el botón START, iniciará el ensayo.

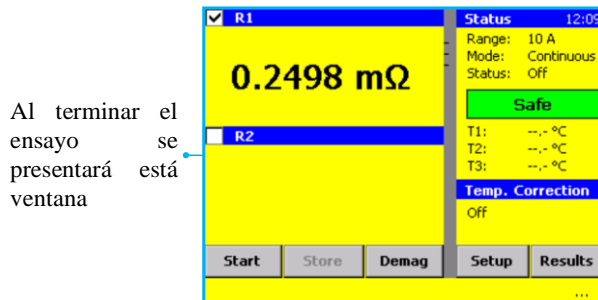


Esperar a que el ensayo acabe

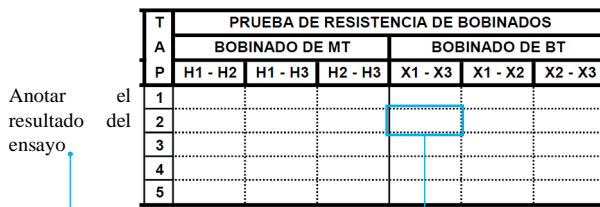


### Resultado del ensayo

El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en mΩ.



Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

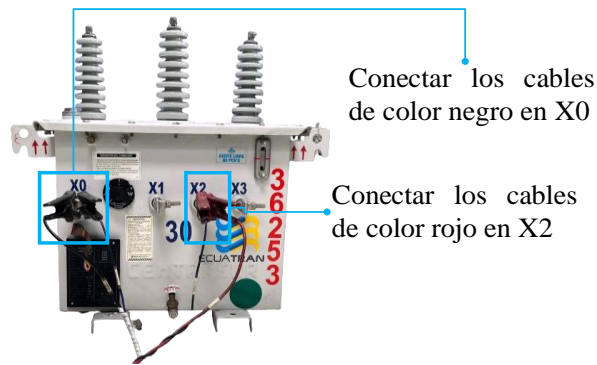


T A P	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
1						
2						
3						
4						
5						

### Proceso para realizar el ensayo: X0 – X2.

#### Preparación del transformador

Conectar los dos cables de color rojo al bobinado X0 y los dos cables de color negro al bobinado X2.



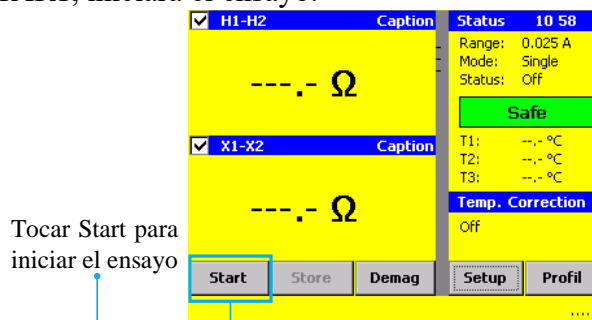
Conectar los cables de color negro en X0

Conectar los cables de color rojo en X2

Ya que el equipo se encuentra configurado con la temperatura y la corriente, se debe de tocar START para dar inicio al ensayo.

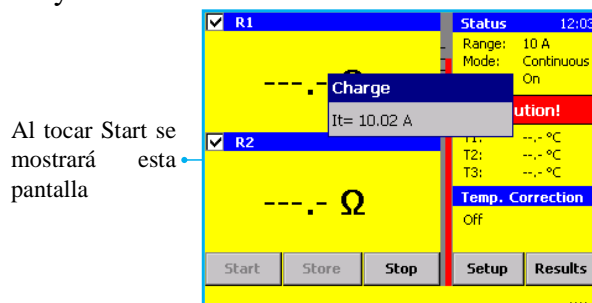
### Iniciar el ensayo

Tocar el botón START, iniciará el ensayo.



Tocar Start para iniciar el ensayo

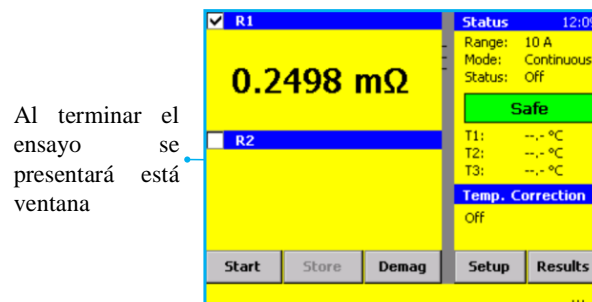
Esperar a que el ensayo acabe



Al tocar Start se mostrará esta pantalla

### Resultado del ensayo

El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en mΩ.



Al terminar el ensayo se presentará esta ventana

Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

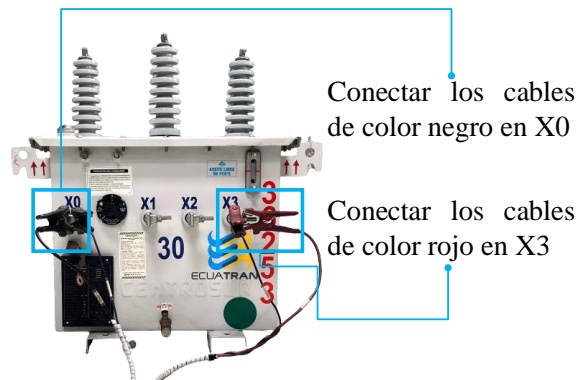
T	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
P	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
1						
2						
3						
4						
5						

Anotar el resultado del ensayo

## Proceso para realizar el ensayo: X0 – X3.

### Preparación del transformador

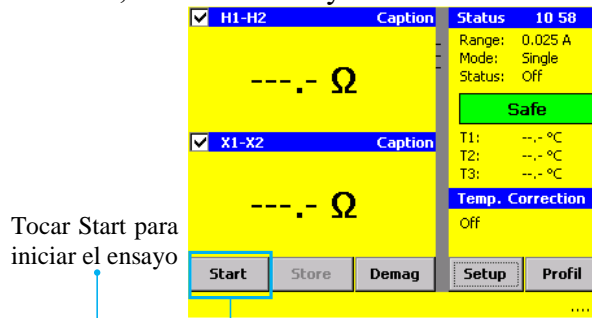
Conectar los dos cables de color rojo al bobinado X0 y los dos cables de color negro al bobinado X3.



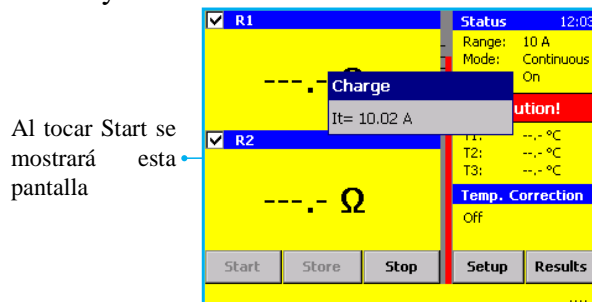
Ya que el equipo se encuentra configurado con la temperatura y la corriente, se debe de tocar START para dar inicio al ensayo.

### Iniciar el ensayo

Tocar el botón START, iniciará el ensayo.

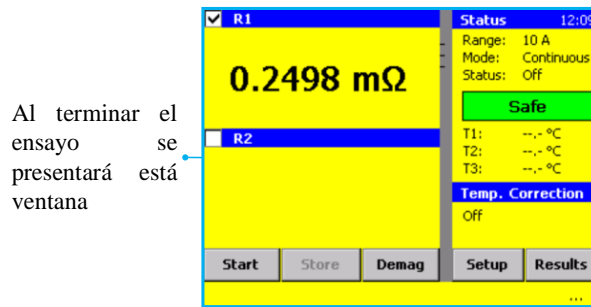


Esperar a que el ensayo acabe



### Resultado del ensayo

El resultado obtenido en el ensayo se mostrará en esta pantalla, además, tener en cuenta que el resultado obtenido es en mΩ.



Anotar el resultado en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos”, en el ítem “Prueba de Resistencia de Bobinados”.

Anotar el resultado del ensayo

T	PRUEBA DE RESISTENCIA DE BOBINADOS					
	BOBINADO DE MT			BOBINADO DE BT		
P	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	X1 - X3	X1 - X2	X2 - X3
1						
2						
3						
4						
5						

### Desconexión

Desconectar el transformador y apagar el equipo.

**ANEXO J: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico se compone de dos devanados, conocidos como devanado primario y devanado secundario, los cuales pueden ser conectados en diferentes configuraciones, como estrella o triángulo. El devanado primario consta de tres bobinas de alto o medio voltaje, denominadas H0 (neutro), H1, H2 y H3 (fases), dependiendo de su conexión. De manera similar, el devanado secundario está compuesto por tres bobinas de bajo voltaje, llamadas X0 (neutro), X1, X2 y X3 (fases), dependiendo de su conexión. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se emplean los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

La medición de la relación de transformación se utiliza para confirmar que la relación entre el voltaje de entrada y de salida del transformador sea la correcta. Esta relación se obtiene dividiendo el número de espiras del devanado primario entre el número de espiras del devanado secundario. Matemáticamente, la relación de transformación se puede expresar de la siguiente manera:

$$a = \frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2} = \frac{I1}{I2}$$

Donde:

- a es la relación de transformación.
- V1 y V2 son los voltajes en los terminales de los devanados (primaria y secundario).
- I1 y I2 son las corrientes en el devanado primario y secundario.

Esta prueba consiste en la aplicación del voltaje nominal de corriente alterna (CA) en el devanado primario del transformador, seguido de la medición del valor de voltaje inducido en el devanado secundario. Esta prueba de rutina, consta de tres ensayos:

- Relación de transformación entre Medio Voltaje y el devanado de Bajo Voltaje (H1 - H2 ENTRE X0 - X1).
- Relación de transformación entre Medio Voltaje y el devanado de Bajo Voltaje (H1 - H3 ENTRE X0 - X3).
- Relación de transformación entre Medio Voltaje y el devanado de Bajo Voltaje (H2 - H3 ENTRE X0 - X2).

## Objetivo

Determinar la relación de transformación entre los voltajes primario y secundario del transformador. Además, se busca evaluar si dicha relación de transformación cumple con los requisitos establecidos en las normas NTE INEN 2117 – 3.2, 3.3 y 3.4. Esto permitirá detectar posibles problemas como cortocircuitos o circuitos abiertos que puedan afectar la relación de transformación y comprometer el rendimiento del transformador.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza de acuerdo con la norma:

- NTE INEN 2117 – 3.2, 3.3 y 3.4

Además, se basa en los procedimientos establecidos en la norma:

- IEEE Std C57.12.00
- IEEE Std C57.12.90 – secciones 6 y 7.

## Responsables

- **Jefe del Laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

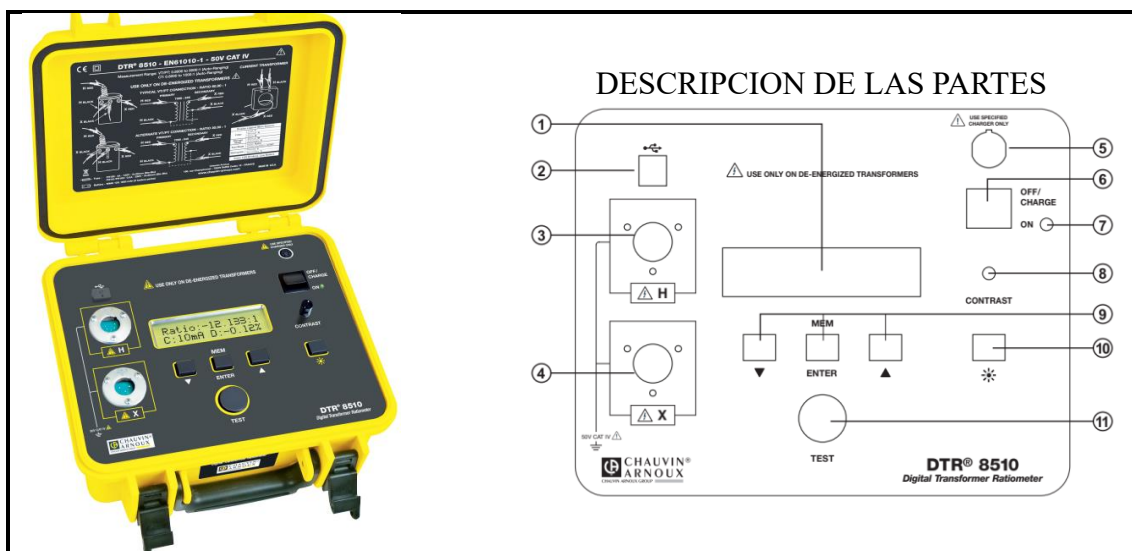
## Consideraciones

- Esta prueba se debe de realizar para cada posición del TAP (conmutador) presente en el transformador.
- Si el transformador es conmutable se debe realizar para ambos niveles de voltaje.
- La tolerancia en los resultados para el transformador tipo sumergidos es de  $\pm 0.5\%$  para todos los TAPs y de  $\pm 1\%$  en transformadores tipo seco para cada uno de los TAPs.

## Equipo para prueba de rutina

### Medidor de relación de transformación (DTR)

Es un equipo utilizado para medir la relación de transformador. En el contexto de este estudio, se empleará el DTR AEMC modelo 8510.

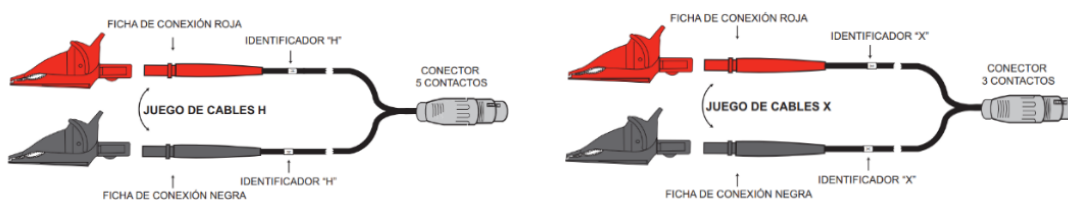




12. Pantalla: visualiza los resultados de medida, el estado y las funciones de mando del instrumento.
13. Conector USB: Permite conectar el instrumento a un ordenador para configurarlo y comprobar su estado, descargar los resultados registrados con el software DataView y de iniciar una prueba de rutina.
14. Conector del cable “H” superior (primario): Conexión del bobinado primario del transformador.
15. Conector del cable “X” inferior (secundario): Conexión del bobinado secundario del transformador.
16. Conector de entrada de carga de baterías: Permite al cargador inteligente cargar las baterías.
17. Interruptor: enciende (ON) o apaga (OFF) el instrumento (si el cargador no está conectado). Si el cargador está conectado, las baterías se cargan en la posición OFF/CARGA.
18. Piloto de funcionamiento y de baterías bajas: el LED verde indica que el instrumento funciona y parpadea cuando el voltaje de las baterías cae por debajo de 12 V. El instrumento se apagará por completo cuando el voltaje de las baterías sea inferior a 8,7 V.
19. Ajuste del contraste de la pantalla: permite ajustar el contraste de la pantalla [15].
20. Teclas de función: permite navegar por los menús y las funciones del instrumento.
21. Botón para la retroiluminación: enciende (ON) o apaga (OFF) la retroiluminación de la pantalla. Botón Test: ejecuta la prueba de rutina seleccionada cuando se pulsa y se deja de pulsar.
22. Botón para iniciar la prueba.

### Cables de conexión

Se utilizarán los cables de conexión predeterminados suministrados con el equipo.



### Equipo de seguridad personal

El personal designado debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

### Procedimiento

#### Inspección visual

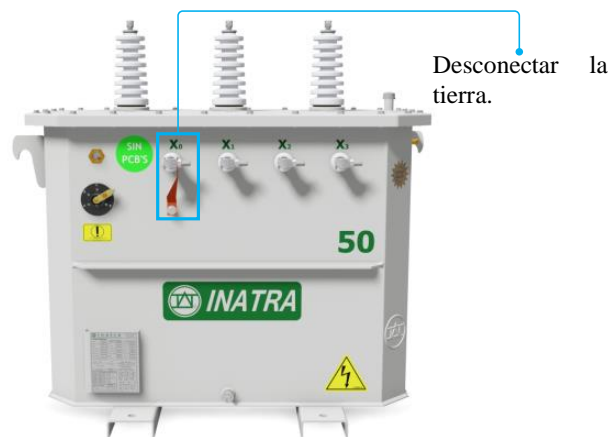
- a) Inspeccionar visualmente con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

## Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

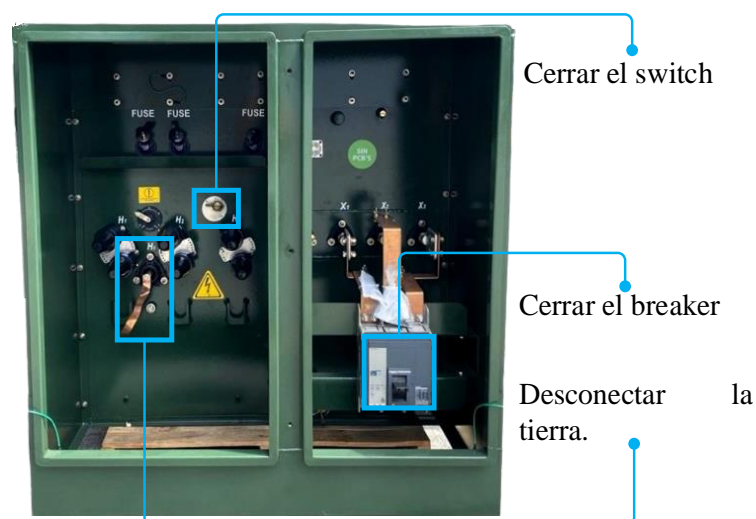
### Transformador tipo aéreo trifásico

Para realizar las pruebas de rutina al transformador tipo Aéreo Trifásicas, se debe de desconectar la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



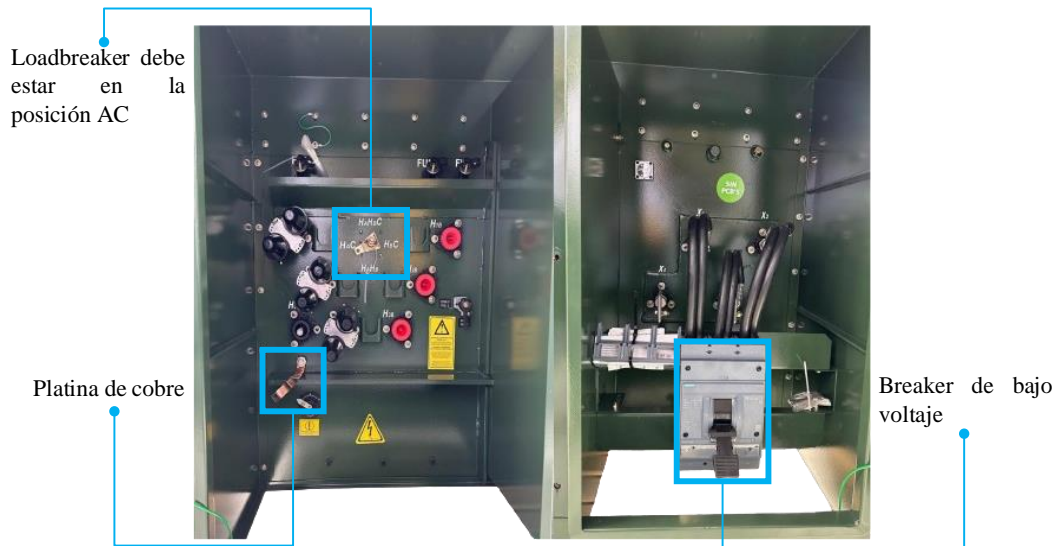
### Transformador tipo pedestal radial trifásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Trifásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de alto voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Transformador tipo pedestal malla trifásico

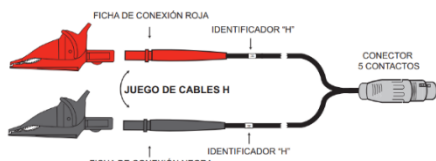
Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Trifásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



**Procedimiento para realizar el ensayo: relación de transformación entre medio voltaje y el devanado de bajo voltaje ( $h_1 - h_2$  entre  $x_0 - x_1$ ).**

### Conexión del DTR

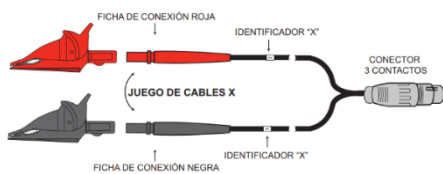
- a) Conectar el juego de claves H al terminal de 5 pines denominado H.



Conectar cable con terminal de 5 pines.



- b) Conectar el juego de claves X al terminal de 3 pines denominado X.



Conectar cable con terminal de 3 pines.



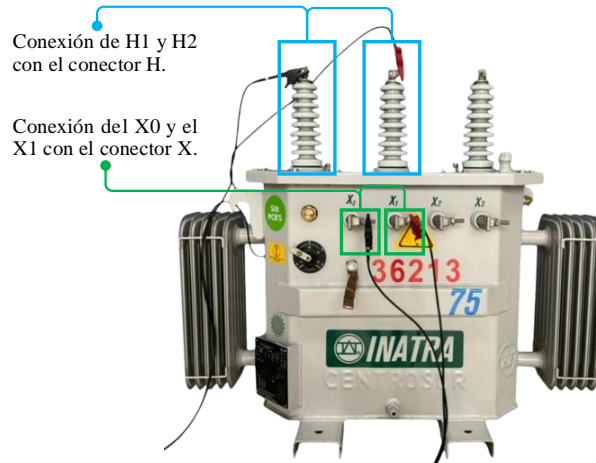
- c) Encender el equipo aplastando el botón de ON.



Presionar el botón en posición ON.

## Preparación del transformador

- a) Establecer una conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector H en el H1 y H2 del transformador, luego se realiza la conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector X en el X0 y X1 del transformador.



## Iniciar el ensayo

- a) Pulsar el botón TEST, para empezar el ensayo, como se muestra en la ilustración.



## Resultado del ensayo

- b) Anotar el resultado obtenido en la pantalla de equipo "DTR", en la hoja de "Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos" en el ítem "Prueba de rutina De DTR", este resultado se anota de acuerdo en la celda que corresponde a la posición del TAP que se esté usando para realizar el ensayo.

Anotar el resultado del ensayo, de acuerdo con la posición del TAP (En este caso se uso el TAP nominal es decir el TAP 2).

PRUEBA DE "DTR"			
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3
3	X0 - X1	X0 - X3	X0 - X2
	TAP1		
	TAP2		
	TAP3		
	TAP4		
	TAP5		

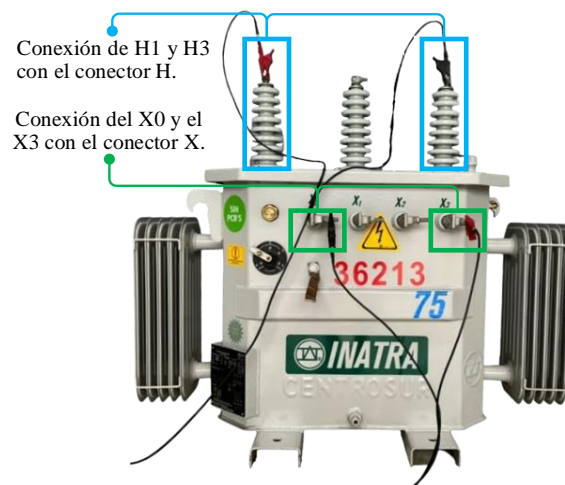
## Procedimiento para realizar el ensayo: relación de transformación entre medio voltaje y el devanado de bajo voltaje (h1 – h3 entre x0 – x3).

### Conexión del DTR

- Como el equipo ya está configurado y preparado por el ensayo anterior se procede a preparar el transformador.

### Preparación del transformador

- Establecer una conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector H en el H1- H3 del transformador, luego se realiza la conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector X en el X0 - X3 del transformador.



### Iniciar el ensayo

- Pulsar el botón TEST, para empezar el ensayo, como se muestra en la ilustración.



### Resultado del ensayo

- Anotar el resultado obtenido en la pantalla de equipo "DTR", en la hoja de "Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos" en el ítem "Prueba de rutina De DTR", este resultado se anota de acuerdo en la celda que corresponde a la posición del TAP que se esté usando para esta prueba de rutina.

Anotar el resultado del ensayo, de acuerdo con la posición del TAP (En este caso se uso el TAP nominal es decir el TAP 2).

PRUEBA DE "DTR"			
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3
3	X0 - X1	X0 - X3	X0 - X2
	TAP		
	TAP		
	TAP		
	TAP		

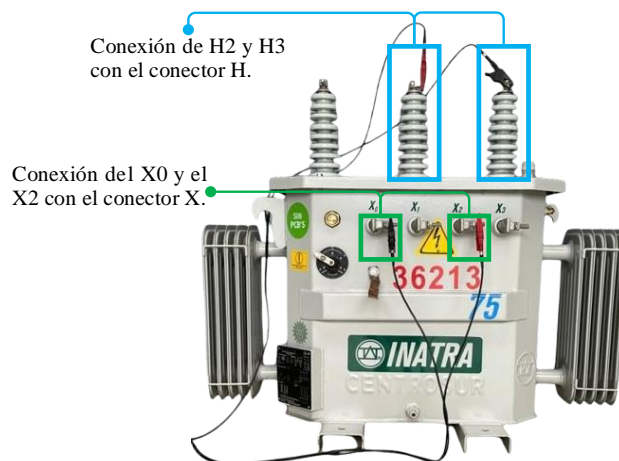
**Procedimiento para realizar el ensayo: relación de transformación entre medio voltaje y el devanado de bajo voltaje (h2 – h3 entre x0– x2).**

**Conexión del DTR**

- a) Como el equipo ya está configurado y preparado por el ensayo anterior se procede a preparar del transformador para el anterior.

**Preparación del transformador**

- a) Establecer una conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector H en el H2- H3 del transformador, luego se realiza la conexión entre los cables con los terminales tipo lagarto del conector X en el X0 – X2 del transformador.



**Iniciar el ensayo**

- a) Pulsar el botón TEST, para empezar el ensayo, como se muestra en la ilustración.



## Resultado del ensayo

- a) Anotar el resultado obtenido en la pantalla de equipo "DTR", en la hoja de "Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos" en el ítem "Prueba de rutina De DTR", este resultado se anota de acuerdo en la celda que corresponde a la posición del TAP que se esté usando para esta prueba de rutina.

Anotar el resultado del ensayo, de acuerdo con la posición del TAP (En este caso se usó el TAP nominal es decir el TAP 2).


PRUEBA DE "DTR"				
	H1 - H2	H1 - H3	H2 - H3	V
3	X0 - X1	X0 - X3	X0 - X2	
	TAP1			
	TAP2			
	TAP3			
	TAP4			
	TAP5			

Realizar el mismo proceso para los 5 TAPS del transformador.

## Desconexión

- a) Desconectar el transformador y apagar el equipo.

**ANEXO K: INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y MEDICIÓN DE LOS VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE TIPO AÉREO, PEDESTAL, FRENTE MUERTO, SECO Y CABINA PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.**

	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y MEDICIÓN DE LOS VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON CARGA Y MEDICIÓN DE LOS VOLTAJES DE CORTOCIRCUITO PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE TIPO AÉREO, PEDESTAL, FRENTE MUERTO, SECO Y CABINA PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.**





## Introducción

Un transformador trifásico se compone de dos devanados, conocidos como devanado primario y devanado secundario, los cuales pueden ser conectados en diferentes configuraciones, como estrella o triángulo. El devanado primario consta de tres bobinas de alto o medio voltaje, denominadas H0 (neutro), H1, H2 y H3 (fases), dependiendo de su conexión. De manera similar, el devanado secundario está compuesto por tres bobinas de bajo voltaje, llamadas X0 (neutro), X1, X2 y X3 (fases), dependiendo de su conexión. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se emplean los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

La medición de las pérdidas con carga se realiza aplicando un cortocircuito entre las fases del devanado de bajo voltaje y suministrando corriente nominal al devanado de medio voltaje. Este ensayo está sujeto a la variación de temperatura, por lo tanto, es necesario ajustar la potencia obtenida en el ensayo. El estándar IEEE C57.12.90 - 9.4.2 establece que la potencia obtenida en el ensayo debe multiplicarse por un factor TK, el cual se determina en base a la temperatura medida antes de realizar el ensayo. La prueba de rutina comprende los siguientes ensayos:

- Ensayo de pérdidas en vacío.

## Objetivo

Determinar las pérdidas con carga o en cortocircuito y medir el voltaje de impedancia, además conocer si la máquina estática cumple con la norma NTE INEN 2116 con respecto a las pérdidas en cortocircuito del transformador.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza de acuerdo con las normas:

- NTE INEN 2116

Además, se basa en el procedimiento establecido por los estándares:

- Std. IEEE C57.12.00
- Std. IEEE C57.12.90 – 9

Según corresponda al transformador probado.

## Responsables

- **Jefe del laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

## Consideraciones

- La frecuencia del ensayo debe ser de 60 Hz tanto para el banco de pruebas, así como del transformador.
- Los conductores utilizados para cortocircuitar el devanado de bajo voltaje de un transformador deberán tener un área de sección transversal igual o mayor que los conductores correspondientes del transformador.
- La temperatura de los devanados se debe tomar inmediatamente antes de realizar esta prueba.
- En el NTE INEN 2115 se proporciona una tabla en donde se obtiene los valores de pérdidas declaradas del transformador, la cual se presenta a continuación.

Tabla 15: TABLA DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

<b>Transformadores trifásicos 15 a 2 000 kVA Clase medio voltaje ≤ 25 kV Clase bajo voltaje ≤ 1,2 referidos a 85° C</b>					
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	<b>Io (% DE In)</b>	<b>Po (W)</b>	<b>Pc (W)</b>	<b>Pt (W)</b>	<b>Uzn (%)</b>
15	4,4	80	313	393	3
30	3,6	134	514	648	3
45	3,6	182	711	893	3
50	3,4	197	776	973	3
60	3,2	225	903	1 128	3,5
75	2,6	266	1 094	1 360	3,5
100	2,6	330	1 393	1 723	3,5
112,5	2,6	361	1 539	1 900	3,5
125	2,6	390	1 682	2 072	3,5
150	2,4	447	1 959	2 406	4
160	2,5	486	2 211	2 697	4
200	2,1	569	2 630	3 199	4
225	2,1	618	2 892	3 510	4
250	2,1	666	3 153	3 819	4
300	2	758	3 677	4 435	4,5
350	2	846	4 200	5 046	4,5
400	1,9	930	4 730	5 660	4,5
500	1,7	1 090	5 770	6 860	5
630	1,6	1 284	7 170	8 454	5
750	1,6	1 453	8 386	9 839	5
800	1,6	1 521	8 909	10 430	5
1 000	1,6	1 782	11 138	12 920	5
1 250	1,5	2 088	13 454	15 542	6
1 500	1,5	2 395	15 770	18 165	6
1 600	1,5	2 518	16 696	19 214	6
2 000	1,5	3 009	20 402	23 411	6

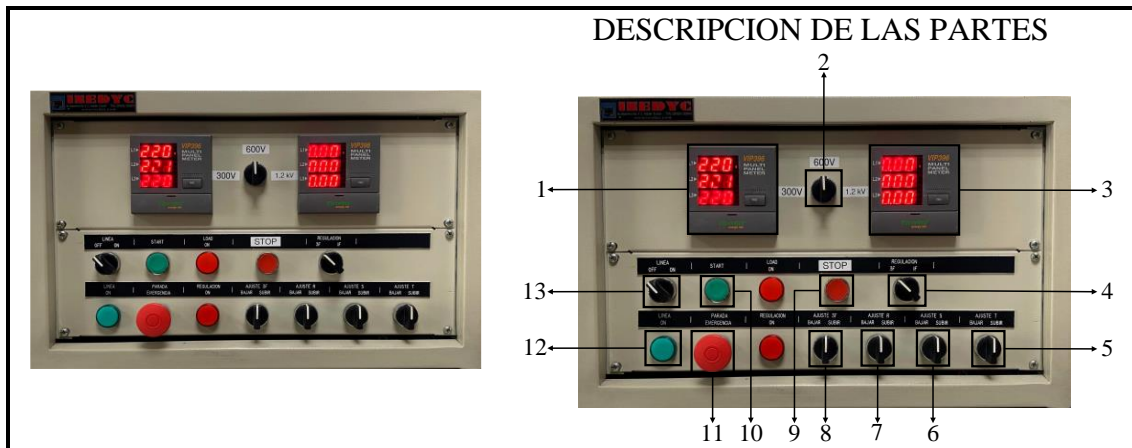
- Se registra Voltaje, corriente y Potencia.
- Corriente aplicada: Corriente nominal de alto voltaje.

- Aterrizar la carcasa del transformador energizado.

## Equipo para prueba de rutina

### Banco de pruebas

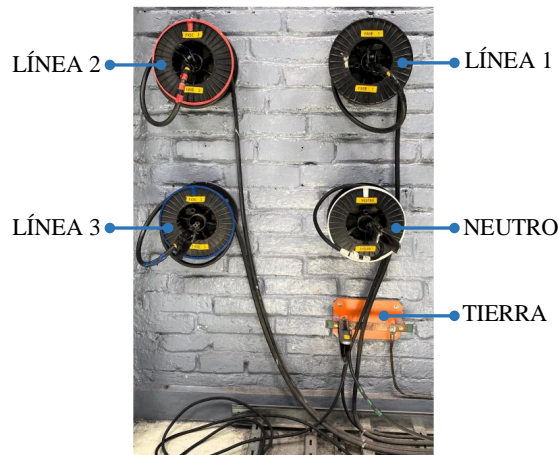
Este banco de pruebas fue desarrollado por la empresa ecuatoriana INEDYC POWER & ENERGY TECHNOLOGY, la cual adaptó y desarrolló este banco para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.



1. Pantalla led indicadora.
2. Selector conmutador o perilla de tres posiciones, selector de voltaje.
3. Pantalla led indicadora.
4. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, selector de fase.
5. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase T.
6. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase S.
7. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase R.
8. Selector conmutador o perilla de ajuste de las tres fases.
9. Pulsador de PARE/STOP.
10. Pulsador de INICIO/START.
11. Pulsador de Emergencia.
12. Luz piloto.
13. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, encendido/apagado de las fases.

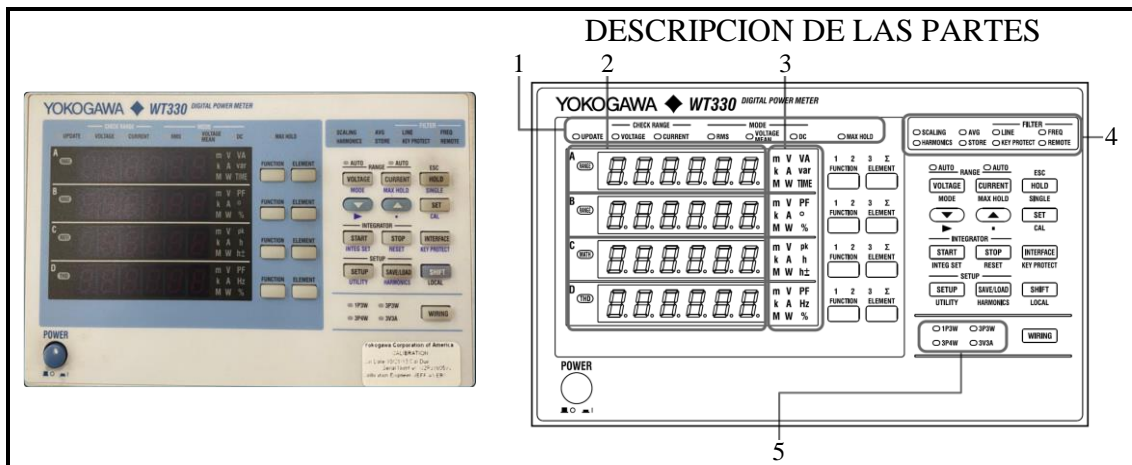
### Cables de conexión

Los cables de conexión que se usaran para realizar esta prueba de rutina son los predeterminados para la corriente que circulará por ellos.



### Medidor de potencia digital

El medidor de potencia serie WT300 de Yokogawa es un equipo de alta precisión, ofrece múltiples funciones de medición innovadoras y actuales



- Indicador de actualización de datos (UPDATE)  
Parpadea cuando se actualizan los datos de medición.
  - Monitor de rango automático (CHECK RANGE)  
Se enciende cuando una señal de entrada cumple las condiciones para el cambio de rango automático.
  - Indicador de modo de medición (MODE)  
Indica los modos de medición de voltaje y corriente.
  - Indicador MAX HOLD (MAX HOLD)  
Se enciende cuando MAX HOLD está habilitado.
- 
- Pantalla LED de 7 segmentos
- 2 Muestra los datos medidos para la función seleccionada con la tecla de función y muestra los menús cuando se utilizan los menús para configurar los ajustes.
- 
- Indicadores de función y unidad
- 3 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos.
- 
- Indicador de escala (SCALING)
- 4 Se ilumina cuando el escalado está habilitado
-

- Indicador de promedio (AVG)  
Se ilumina cuando el promedio está habilitado
- Indicador de filtro de línea (FILTER-LINE)  
Se enciende cuando el filtro de línea está habilitado
- Indicador de filtro de frecuencia (FILTER-FREQ)  
Se enciende cuando el filtro de frecuencia está habilitado
- Indicador de visualización de medición de armónicos (HARMONICS)  
Se enciende cuando la pantalla de medición de armónicos está encendida
- Indicador de almacenamiento (STORE)  
Al iniciar el almacenamiento, este indicador parpadea al ritmo al que se está llevando a cabo el almacenamiento.
- Indicador de protección de teclas (KEY PROTECT)  
Se enciende cuando las llaves están bloqueadas
- Indicador remoto (REMOTE)  
Se enciende cuando el WT310/WT310HC/WT330 está en modo remoto.

- Indicador de método de cableado
- 5 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos indica el método de cableado.

### **Termómetro de infrarrojos**

Este equipo se utiliza para conocer la temperatura de un objeto, Este termómetro de infrarrojos es un instrumento ligero y compacto que ha sido diseñado con protección IP54 contra el agua y el polvo además ha sido probado para resistir caídas desde 3 m.



### **Equipo de seguridad personal**

El personal designado para realizar esta prueba debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora

### **Procedimiento**

#### **Inspección visual**

Inicialmente, se lleva a cabo una minuciosa inspección visual con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

#### **Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa**

Se puede tener diferentes tipos de transformador por lo que, a manera de ejemplo se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

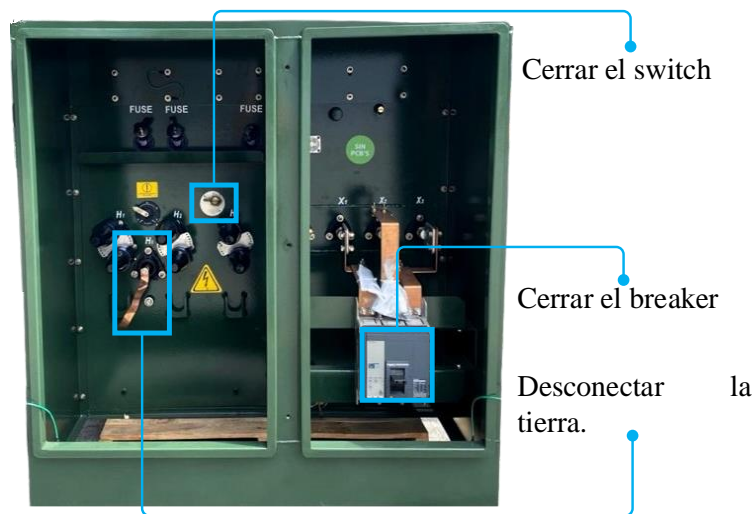
### Transformador tipo aéreo trifásico

Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo Aéreo Trifásicas, se debe de desconectar la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



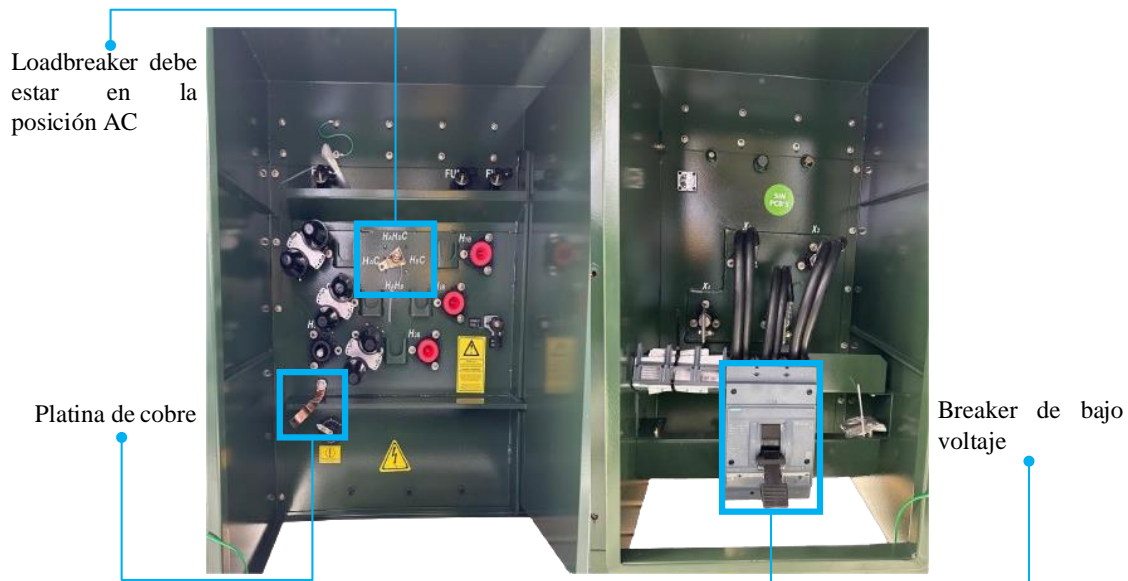
### Transformador tipo pedestal radial trifásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Trifásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de alto voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Transformador tipo pedestal malla trifásico

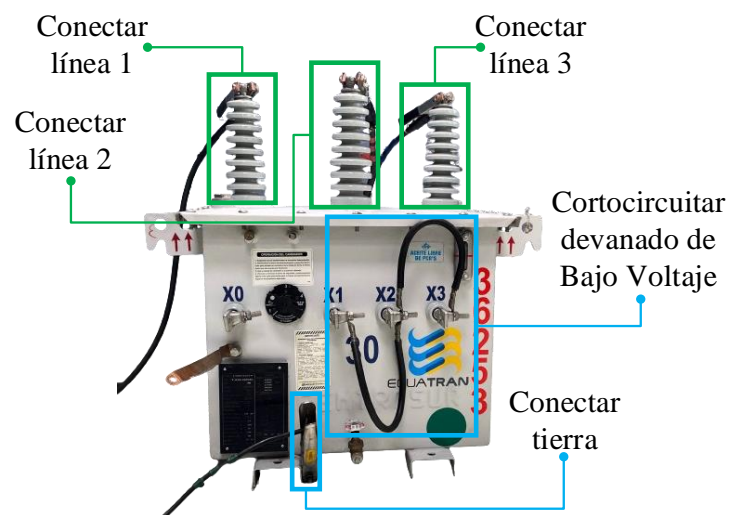
Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



## Configuración del equipo para realizar el ensayo: cortocircuito.

### Conexión del transformador

- a) Cortocircuitar con el cable de conexión el devanado de bajo voltaje es decir cortocircuitar X1, X2 y X3. Conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado FASE 1, FASE 2 y FASE 3 en el terminal respectivo del devanado de alto voltaje H1, H2 y H3. Finalmente conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado TIERRA en el terminal de TIERRA del transformador.



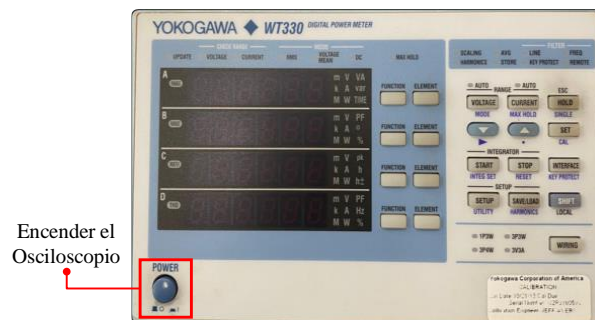
### Configuración del banco de pruebas

- Encender el banco de pruebas.
- Seleccionar de acuerdo con cada transformador el nivel de voltaje con el que se va a realizar la prueba, a manera de ejemplo se elegirá el nivel de 600V con la perilla rotativa.



## Configuración del medidor de potencia digital

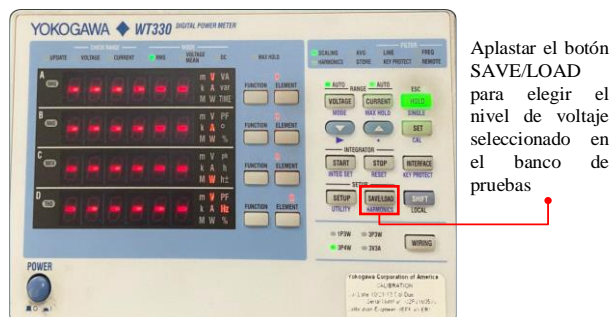
- a) Encender el medidor de potencia digital.



- b) Configurar el voltaje en el medidor de potencia digital de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, esto se puede ver en la siguiente tabla.

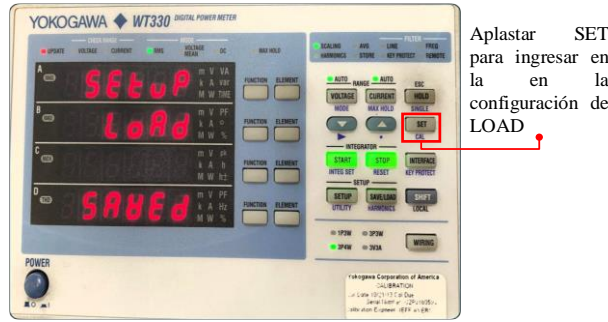
Configuración del medidor de potencia digital de acuerdo con el banco de pruebas		
Ítem	Voltaje del banco de pruebas	Archivo del medidor de potencia digital
1	300 V	FILE 1
2	600 V	FILE 2
3	1.2 KV	FILE 3

- b.1. Aplastar el botón llamado Save/load, aparecerá dos opciones.



- Setup
- Load, el cual va a estar titlado aplastamos SET para entrar a la configuración de Load.





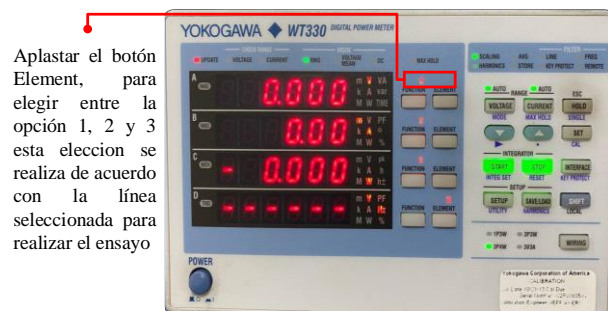
Aplastar SET para ingresar en la configuración de LOAD

b.2. Se presentará la opción File 1, File 2 y File 3, por lo que se debe de elegir la opción de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, en este caso será File 2, una vez elegida esta opción se debe de aplastar SET para guardar los cambios.



Se debe elegir la opción File 2, luego se aplasta el botón SET para guardar los cambios

b.3. Seleccionar la fase con la que se va a realizar el ensayo, para ello se debe de aplastar el botón denominado Element la cantidad veces necesaria hasta seleccionar la Línea correspondiente, dicho de otras palabras al seleccionar la línea 2 para conectar al transformador se debe de aplastar el botón Element dos veces, tanto para el módulo A, B y C.



Aplastar el botón Element, para elegir entre la opción 1, 2 y 3 esta eleccion se realiza de acuerdo con la línea seleccionada para realizar el ensayo

### Iniciar el ensayo

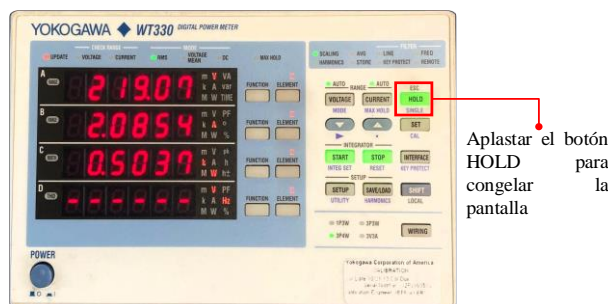
a) Pulsar el botón START del banco de pruebas.



- b) Rotar la perilla denominada ajuste 3F hasta llegar a la corriente nominal del devanado de alto voltaje, el cual se puede ir supervisando en el medidor de potencia digital.



- c) Aplastar el botón denominado HOLD en el medidor de potencia digital, para congelar los valores obtenidos en el ensayo.



- d) Aplastar el botón STOP, para des energizar al transformador.



## Resultado del ensayo

1. Ver el resultado obtenido en la pantalla de los tres módulos A, B y C.
2. Multiplicar el resultado obtenido en el módulo C por la constante de corrección de temperatura de nominada TK.

3. Comprobar que el resultado obtenido de la multiplicación que se encuentre dentro del límite establecido por la norma.
4. Anotar en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “PÉRDIDAS - CARGA”.


Introducir los resultados de esta prueba

PERDIDAS - CARGA			
VOLT.	INTEN.	POT.	TEMP.
V	A	W	° C

### Desconexión

- a) Desconectar el transformador y apagar el equipo de prueba.

**ANEXO L: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A LOS TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A LOS TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA (EN VACÍO) Y CORRIENTE DE EXCITACIÓN A LOS TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

Un transformador trifásico se compone de dos devanados, conocidos como devanado primario y devanado secundario, los cuales pueden ser conectados en diferentes configuraciones, como estrella o triángulo. El devanado primario consta de tres bobinas de alto o medio voltaje, denominadas H0 (neutro), H1, H2 y H3 (fases), dependiendo de su conexión. De manera similar, el devanado secundario está compuesto por tres bobinas de bajo voltaje, llamadas X0 (neutro), X1, X2 y X3 (fases), dependiendo de su conexión. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se emplean los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

La medición de las pérdidas sin carga o vacío se basa en aplicar al devanado secundario el voltaje nominal de línea del devanado secundario, estando el otro devanado en circuito abierto. Con esta prueba es posible determinar el valor del voltaje en el devanado secundario, la potencia de pérdidas ( $P_o$ ) y la corriente de vacío. Esta prueba de rutina, consta de un ensayo:

- Pérdidas en vacío.

## Objetivo

Determinar las pérdidas en vacío que son iguales a las pérdidas magnéticas en el hierro, además se obtiene también la corriente de excitación o vacío y conocer si la máquina estática cumple con la norma NTE INEN 2113 con respecto a las pérdidas en vacío de un transformador de distribución.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza en total acuerdo de las normas:

- NTE INEN 2113
- NTE INEN 2114

Además, se basa en el procedimiento establecido por las siguientes normas internacionales:

- Std. IEEE C57.12.00.
- Std. IEEE C57.12.90 – 8.

## Responsables

- **Jefe del Laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

## Consideraciones

- En el NTE INEN 2114 se proporciona una tabla en donde se obtiene los valores de pérdidas normalizados para transformadores trifásicos, la cual se presenta a continuación.

<b>Transformadores trifásicos de 3 a 333 kVA</b>					
<b>Clase medio voltaje <math>\leq 25 \text{ KV}_{f-f}</math> clase bajo voltaje <math>\leq 1, 2 \text{ KV}_{f-f}</math> referidos a <math>85^\circ \text{ C}</math></b>					
<b>Potencia Nominal KVA</b>	<b><math>I_o(\% \text{ de } I_n)</math></b>	<b><math>P_o(W)</math></b>	<b><math>P_c(W)</math></b>	<b><math>P_t(W)</math></b>	<b><math>U_{zn}(\%)</math></b>
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	98	289	387	3,0
37,5	2	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
Para potencias entre 167 kVA y 333 kVA, las pérdidas se determinarán en común acuerdo entre fabricante y comprador					

- La frecuencia del ensayo debe ser de 60 Hz tanto para en el banco de pruebas, como en los transformadores.
- Voltaje aplicado: Voltaje nominal de línea del devanado de bajo voltaje.
- Se registra Voltaje, corriente y Potencia.
- Aterrizar lo carcasa del transformador energizado.

Para corroborar que el resultado del ensayo de vacío este dentro de la norma se debe de multiplicar por el TK, que es el factor de corrección de temperatura, el cual se presentará en la siguiente tabla.

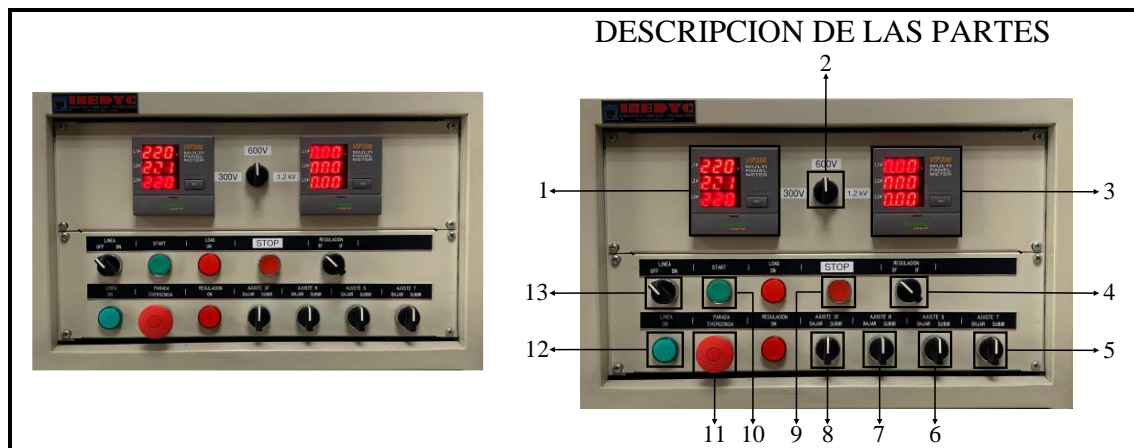
<b>TEMPERATURA °C</b>	<b>TK</b>	<b>TEMPERATURA °C</b>	<b>TK</b>
10,00	1,307	25,00	1,231
10,50	1,304	25,50	1,229
11,00	1,301	26,00	1,226
11,50	1,299	26,50	1,224
12,00	1,296	27,00	1,222
12,50	1,294	27,50	1,219
13,00	1,291	28,00	1,217
13,50	1,288	28,50	1,215
14,00	1,286	29,00	1,213
14,50	1,283	29,50	1,210
15,00	1,281	30,00	1,208
15,50	1,278	30,50	1,206
16,00	1,275	31,00	1,203
16,50	1,273	31,50	1,201

17,00	1,270	32,00	1,199
17,50	1,268	32,50	1,197
18,00	1,265	33,00	1,194
18,50	1,263	33,50	1,192
19,00	1,260	34,00	1,190
19,50	1,258	34,50	1,188
20,00	1,255	35,00	1,186
20,50	1,253	35,50	1,183
21,00	1,250	36,00	1,181
21,50	1,248	36,50	1,179
22,00	1,246	37,00	1,177
22,50	1,243	37,50	1,175
23,00	1,241	38,00	1,172
23,50	1,238	38,50	1,170
24,00	1,236	39,00	1,168
24,50	1,234	39,50	1,166

## Equipo para prueba de rutina

### Banco de pruebas

Este banco de pruebas fue desarrollado por la empresa ecuatoriana INEDYC POWER & ENERGY TECHNOLOGY, la cual adaptó y desarrolló este banco para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

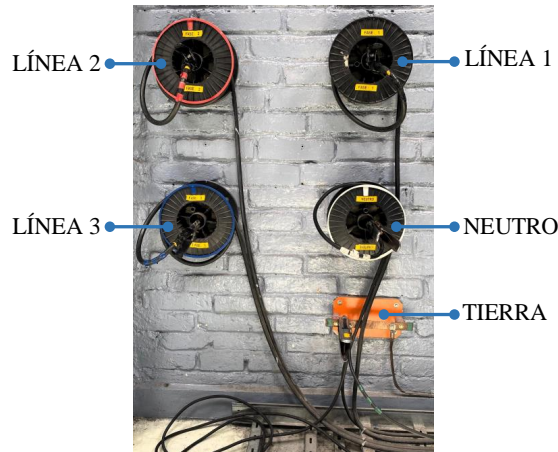


14. Pantalla led indicadora.
15. Selector conmutador o perilla de tres posiciones, selector de voltaje.
16. Pantalla led indicadora.
17. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, selector de fase.
18. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase T.
19. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase S.
20. Selector conmutador o perilla de ajuste de la fase R.
21. Selector conmutador o perilla de ajuste de las tres fases.
22. Pulsador de PARE/STOP.
23. Pulsador de INICIO/START.
24. Pulsador de Emergencia.

- 25. Luz piloto.
- 26. Selector conmutador o perilla de dos posiciones, encendido/apagado de las fases.

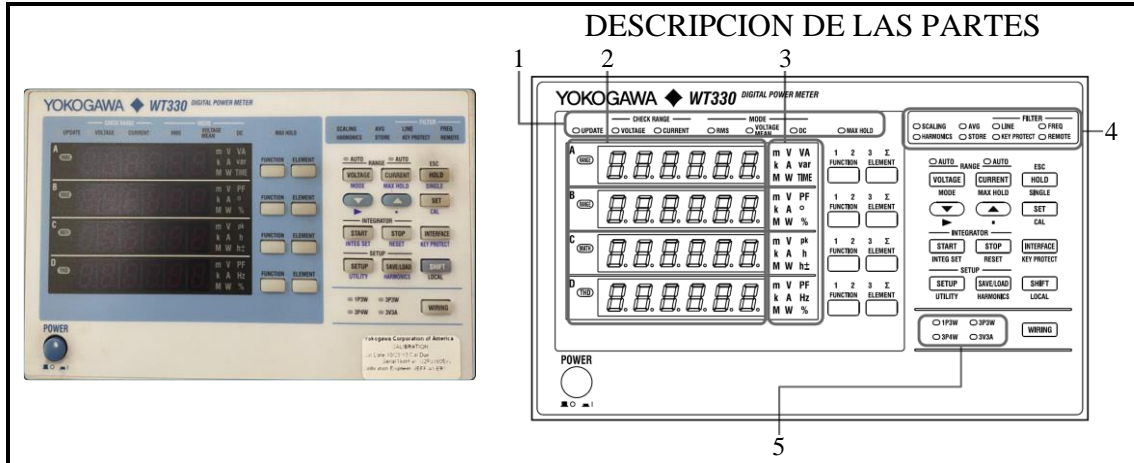
### Cables de conexión

Los cables de conexión que se usaran para realizar esta prueba de rutina son los predeterminados para la corriente que circulará por ellos.



### Medidor de potencia digital

El medidor de potencia serie WT300 de Yokogawa es un equipo de alta precisión, ofrece múltiples funciones de medición innovadoras y actuales



- Indicador de actualización de datos (UPDATE)  
Parpadea cuando se actualizan los datos de medición.
  - Monitor de rango automático (CHECK RANGE)  
Se enciende cuando una señal de entrada cumple las condiciones para el cambio de rango automático.
  - Indicador de modo de medición (MODE)  
Indica los modos de medición de voltaje y corriente.
  - Indicador MAX HOLD (MAX HOLD)  
Se enciende cuando MAX HOLD está habilitado.
- 
- 2 • Pantalla LED de 7 segmentos



Muestra los datos medidos para la función seleccionada con la tecla de función y muestra los menús cuando se utilizan los menús para configurar los ajustes.

---

- Indicadores de función y unidad

3 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos.

---

- Indicador de escala (SCALING)

Se ilumina cuando el escalado está habilitado

- Indicador de promedio (AVG)

Se ilumina cuando el promedio está habilitado

- Indicador de filtro de línea (FILTER-LINE)

Se enciende cuando el filtro de línea está habilitado

- Indicador de filtro de frecuencia (FILTER-FREQ)

Se enciende cuando el filtro de frecuencia está habilitado

4 • Indicador de visualización de medición de armónicos (HARMONICS)

Se enciende cuando la pantalla de medición de armónicos está encendida

- Indicador de almacenamiento (STORE)

Al iniciar el almacenamiento, este indicador parpadea al ritmo al que se está llevando a cabo el almacenamiento.

- Indicador de protección de teclas (KEY PROTECT)

Se enciende cuando las llaves están bloqueadas

- Indicador remoto (REMOTE)

Se enciende cuando el WT310/WT310HC/WT330 está en modo remoto.

---

- Indicador de método de cableado

5 Indica el tipo de función y unidad que se muestra en el Pantalla LED de 7 segmentos indica el método de cableado.

---

## Termómetro de infrarrojos

Este equipo se utiliza para conocer la temperatura de un objeto, Este termómetro de infrarrojos es un instrumento ligero y compacto que ha sido diseñado con protección IP54 contra el agua y el polvo además ha sido probado para resistir caídas desde 3 m.



## Equipo de seguridad personal

El personal designado para realizar esta prueba debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

## Procedimiento

### Inspección visual

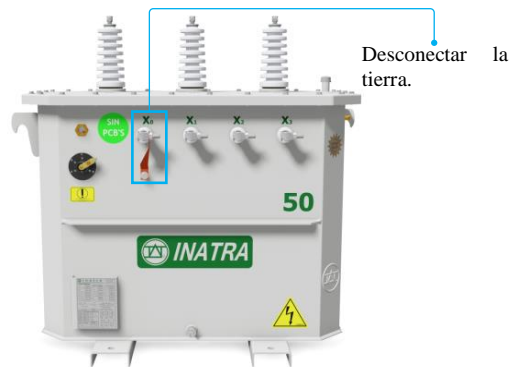
- Inicialmente, se lleva a cabo una minuciosa inspección visual con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

### Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

- Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

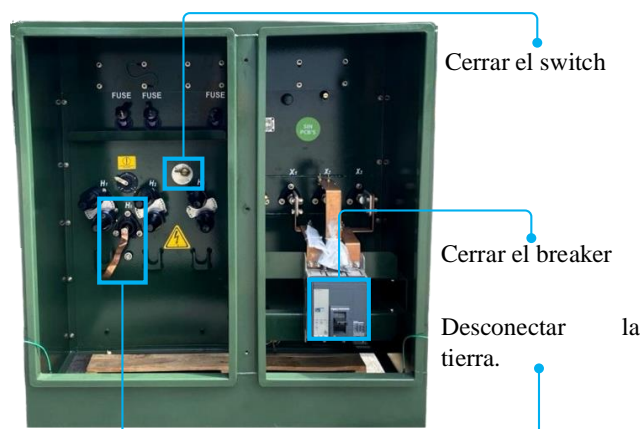
#### Transformador tipo aéreo trifásico

- Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo Aéreo Trifásicas, se debe de desconectar la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



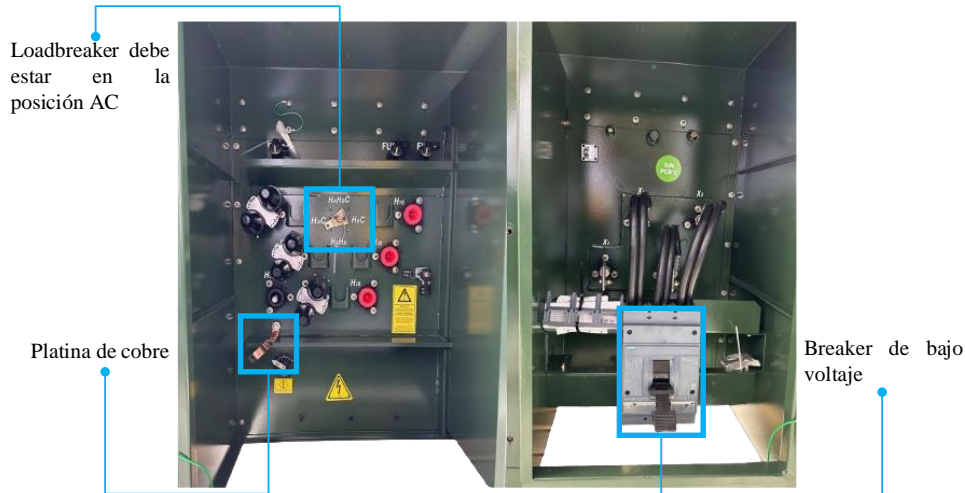
#### Transformador tipo pedestal radial trifásico

- Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Trifásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de alto voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



## Transformador tipo pedestal malla trifásico

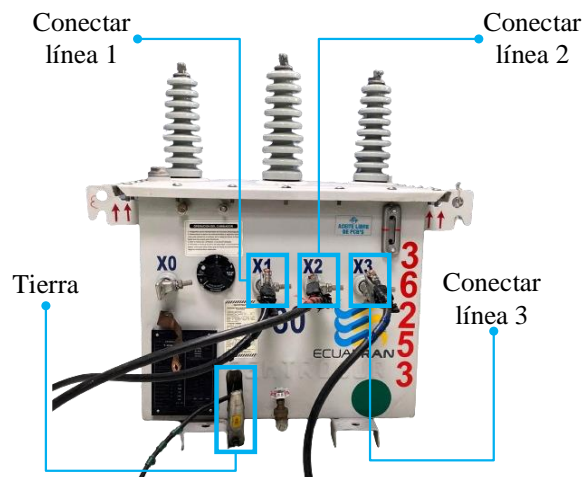
- a) Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Trifásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



## Configuración del equipo para realizar el ensayo: vacío.

### Conexión de los transformadores

- b) Conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado FASE 1 en el terminal del devanado de baja tensión (X1). Luego conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado NEUTRO en el terminal del devanado de baja tensión (X3). Finalmente conectar el extremo tipo lagarto del royo de cable denominado TIERRA en el terminal de TIERRA del transformador.



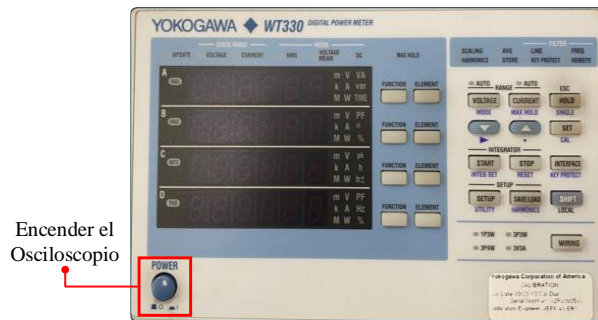
## Configuración del banco de pruebas

- c) Encender el banco de pruebas.  
d) Colocar la perilla rotativa en 600V.



## Configuración del medidor de potencia digital

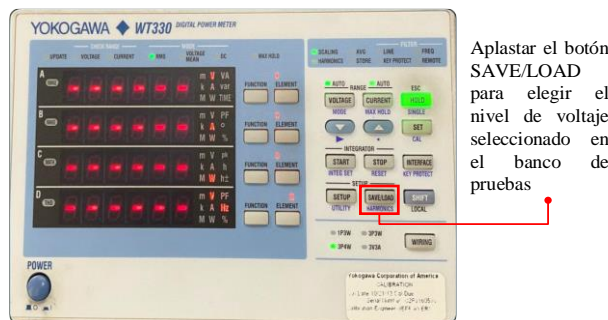
a) Encender el medidor de potencia digital.



b) Configurar el voltaje en el medidor de potencia digital de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, esto se puede ver en la siguiente tabla.

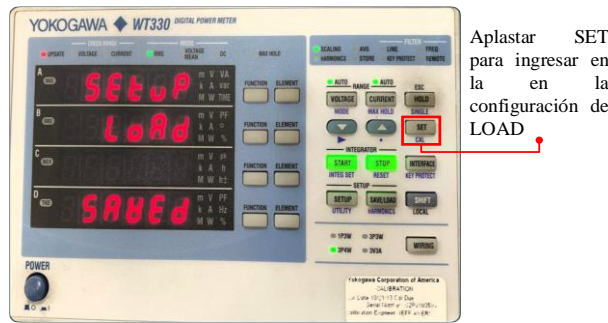
Configuración del medidor de potencia digital de acuerdo con el Banco de Pruebas		
Ítem	Voltaje del Banco de Pruebas	Archivo del medidor de potencia digital
1	300 V	FILE 1
2	600 V	FILE 2
3	1.2 KV	FILE 3

c) Aplastar el botón llamado Save/load.



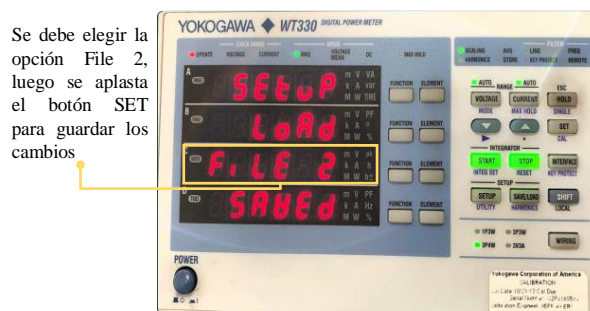
d) Aparecerá dos opciones:

- Setup
- Load, el cual va a estar titlado aplastamos SET para entrar a la configuración de Load.



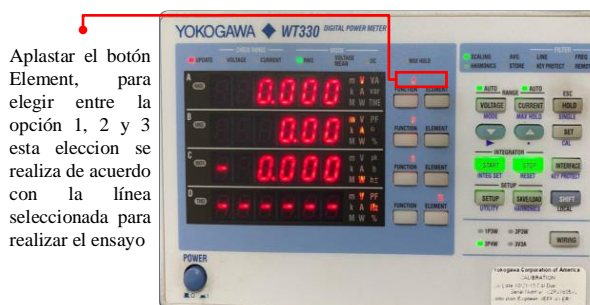
Aplastar SET para ingresar en la configuración de LOAD.

- e) Se presentará la opción File 1, File 2 y File 3, por lo que se debe de elegir la opción de acuerdo con el voltaje seleccionado en el banco de pruebas, en este caso será File 2, una vez elegida esta opción se debe de aplastar SET para guardar los cambios.



Se debe elegir la opción File 2, luego se aplasta el botón SET para guardar los cambios.

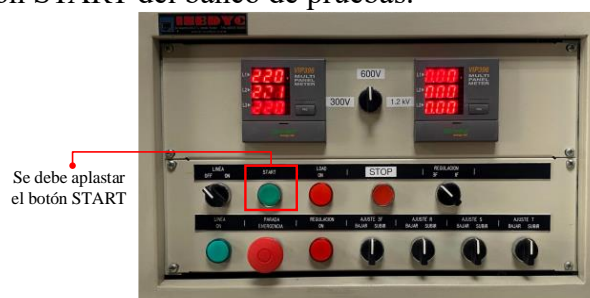
- f) Seleccionar la fase con la que se va a realizar el ensayo, para ello se debe de aplastar el botón denominado Element la cantidad veces necesaria hasta seleccionar la Línea correspondiente, dicho de otras palabras si se selecciona la línea 2 para conectar al transformador se debe de aplastar el botón Element dos veces, tanto para el módulo A, B y C.



Aplastar el botón Element, para elegir entre la opción 1, 2 y 3 esta elección se realiza de acuerdo con la línea seleccionada para realizar el ensayo.

### Iniciar el ensayo

- a) Pulsar el botón START del banco de pruebas.



Se debe aplastar el botón START.

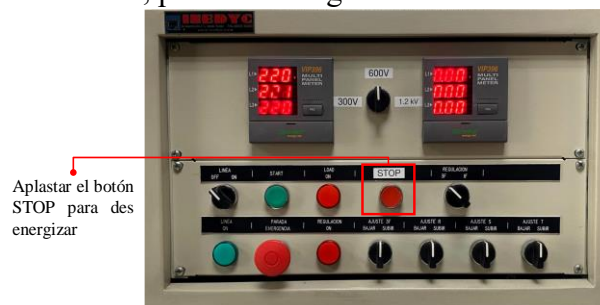
- b) Rotar la perilla denominada ajuste 3F hasta llegar al voltaje nominal de la línea, el cual se puede ir supervisando en el medidor de potencia digital.



- c) Aplastar el botón denominado HOLD en el medidor de potencia digital, para congelar los valores obtenidos en el ensayo.



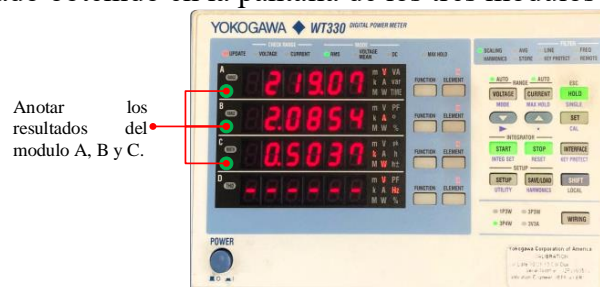
- d) Aplastar el botón STOP, para desenergizar al transformador.



- e) Tomar la temperatura al transformador con ayuda del termómetro.

### Resultado del ensayo

- a) Ver el resultado obtenido en la pantalla de los tres módulos A, B y C.



- b) Multiplicar el resultado obtenido en el módulo C por la constante de corrección de temperatura de nominada TK.

- c) Comprobar que el resultado obtenido de la multiplicación que se encuentre dentro del límite establecido por la norma.
- d) Anotar en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Pérdidas – Vacío”.

Anotar los resultados de la prueba de rutina

PERDIDAS - VACIO		
VOLT.	INTEN.	POT.
V	A	W

### Desconexión

- a) Desconectar transformador y apagar el equipo.

**ANEXO M: INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**





## Introducción

Un transformador trifásico se compone de dos devanados, conocidos como devanado primario y devanado secundario, los cuales pueden ser conectados en diferentes configuraciones, como estrella o triángulo. El devanado primario consta de tres bobinas de alto o medio voltaje, denominadas H0 (neutro), H1, H2 y H3 (fases), dependiendo de su conexión. De manera similar, el devanado secundario está compuesto por tres bobinas de bajo voltaje, llamadas X0 (neutro), X1, X2 y X3 (fases), dependiendo de su conexión. En la red de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se emplean los siguientes niveles de voltaje:

- 22000 V. Grd Y/12700 V.
- 13800 V. Grd Y/7960 V.
- 13200 V. Grd Y/7630 V.
- 6300 V.

La medición de la resistencia de aislamiento se basa en la ley de Ohm. Al aplicar un voltaje de corriente directa (DC) con un valor conocido y medir la corriente resultante, es posible determinar el valor de la resistencia de aislamiento entre devanados. El tiempo de cada ensayo debe ser de un minuto [1 min], registrando el valor medido al final del tiempo. Además, este valor medido debe redondearse a cero decimales. Aunque la resistencia de aislamiento presente un valor elevado, no es infinita, por lo que la medición de la corriente que circula por el megaóhmetro al realizar el ensayo indicará el valor de la resistencia de aislamiento, el cual puede estar en [kΩ], [MΩ], [GΩ] o incluso [TΩ]. Esta prueba de rutina consta de tres ensayos:

- Resistencia de aislamiento entre el bobinado de medio voltaje y tierra.
- Resistencia de aislamiento entre el bobinado de medio voltaje y el bobinado de bajo voltaje.
- Resistencia de aislamiento entre el bobinado de bajo voltaje y tierra.

## Objetivo

Evaluar la resistencia de aislamiento de los transformadores, a fin de determinar la calidad del aislamiento y verificar el cumplimiento de la norma NTE INEN 2111 con respecto a los niveles de aislamiento entre devanados. Además, identificar la posible existencia de corrientes de fuga.

## Documentos de referencia

Esta prueba de rutina se realiza de acuerdo con las normas:

- NTE INEN 2111

Además, se basa en el procedimiento establecido por los estándares:

- IEEE C57.12.00
- IEEE C57.12.90

Según corresponda al transformador probado. Sin embargo, dichos estándares no proporcionan valores típicos para las mediciones de resistencia de aislamiento. Por lo tanto, los criterios de aceptación o rechazo se determinarán en base a la experiencia adquirida por el personal de la EERCS C.A.

## Responsables

- **Jefe del Laboratorio:** Es el responsable de dar seguimiento y de verificar que se cumplan las medidas establecidas en el presente instructivo.
- **Electromecánico:** Es el responsable de realizar la prueba establecida por este instructivo y dar a conocer de inmediato al Jefe del Laboratorio de cualquier novedad sobre el estado del transformador.

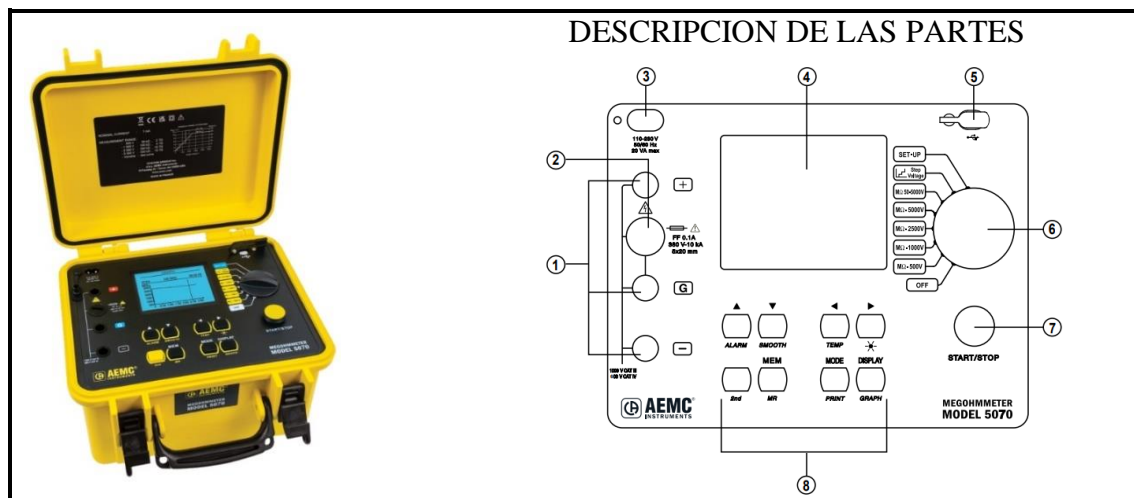
## Consideraciones

- Los devanados del transformador que se va a realizar la prueba deben estar totalmente sumergidos en líquido aislante salvo los transformadores de tipo seco.
- La temperatura promedio de los devanados y del líquido aislante debe estar entre 10 °C y 40 °C.
- Los transformadores tipo pedestal radial y malla monofásicos no poseen pararrayo físico por lo que, no se puede realizar el ensayo de resistencia de aislamiento del pararrayos.

## Equipo para prueba de rutina

### Medidor de aislamiento (megger)

Es un instrumento de medida del aislamiento eléctrico, el equipo que se usa para realizar esta prueba de rutina es el Megohmmeter Modelo 5070.



9. 3 terminales de seguridad Ø 4 mm marcados: “+”, “G” y “-”.

10. Acceso al fusible de protección del terminal “G”.

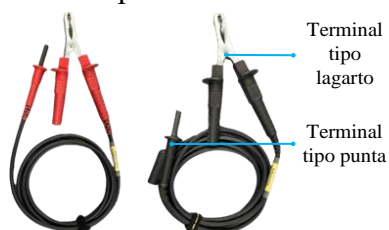
11. Conmutador rotativo de 8 posiciones:

OFF	Apagado del instrumento.
500V - 2TΩ	Medida de aislamiento a 500 V hasta 2 TΩ.
1000V - 4TΩ	Medida de aislamiento a 1.000 V hasta 4 TΩ.
2500 - 10TΩ	Medida de aislamiento a 2.500 V hasta 10 TΩ.
5000V - 10TΩ	Medida de aislamiento a 5.000 V hasta 10 TΩ.
Adjust. 50V....5000V	Medida de aislamiento con un voltaje de prueba de rutina ajustable (de 40 V a 5.100 V: pasos de 10 V de 40 a 1.000 V y pasos de 100 V de 1.000 a 5.100 V).
Adjust. STEP	Medida de aislamiento con rampa de voltaje (el voltaje de prueba de rutina varia por niveles).
SET-UP	Ajuste de la configuración del instrumento.

12. Tecla amarilla START / STOP: inicio / fin de la medida.
13. 8 teclas de elastómero cada una con una función principal y una función secundaria.
14. Pantalla gráfica retroiluminada.
15. Toma para la conexión a el voltaje de la red (funcionamiento directo en redes C.A. / carga de la batería).
16. Toma macho INTERFAZ serie RS 232 (9 pins) para conexión a un PC o una impresora.

### Cables de conexión

Se utilizarán los cables de conexión predeterminados suministrados por el equipo.



### Equipo de seguridad personal

El personal designado para realizar esta prueba debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, gafas de seguridad, casco de seguridad y ropa protectora.

### Procedimiento

#### Inspección visual

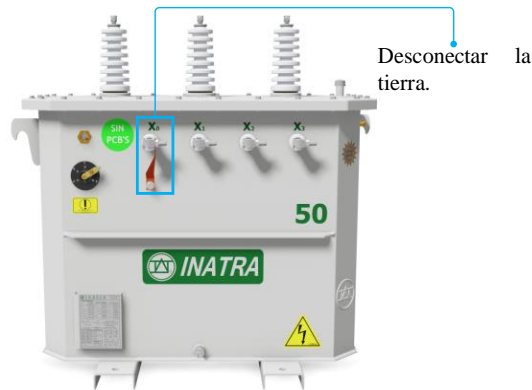
Inspeccionar visualmente con el propósito de detectar posibles daños físicos, como golpes, deformaciones y fugas de aceite. En caso de identificarse problemas visuales significativos, no se debe de realizar la prueba de rutina.

#### Desconexión de cables de conexión y de puente a carcasa

Se puede tener diferentes tipos de transformadores por lo que a manera de ejemplificar se tomará uno. Además, se presenta la desconexión de los transformadores más comunes:

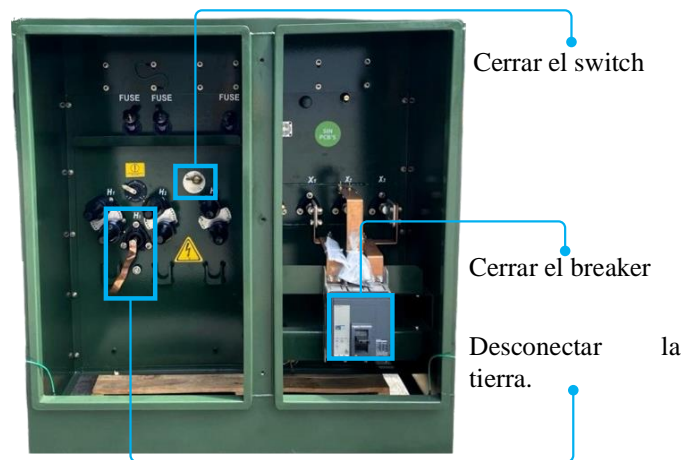
### Transformador tipo aéreo trifásico

Para realizar las pruebas de rutina a los transformadores tipo Aéreo Trifásicas, se debe de desconectar la platina de cobre que se encuentra conectada entre la línea del neutro y la carcasa o tierra.



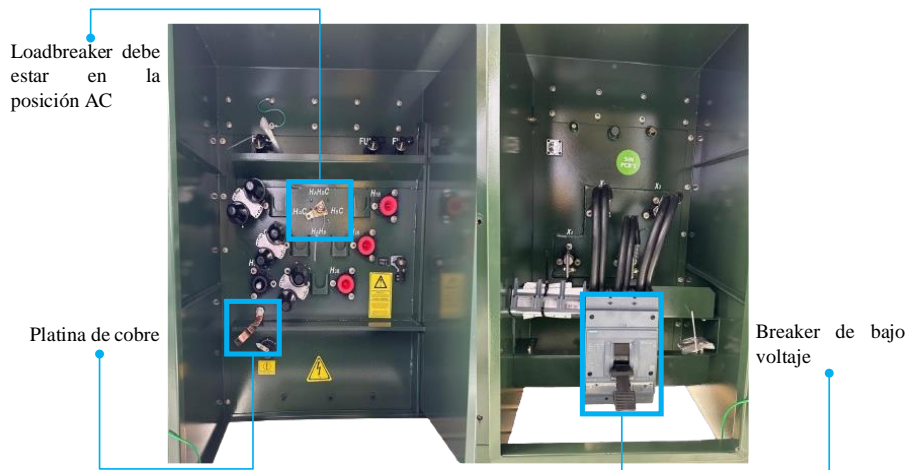
### Transformador tipo pedestal radial trifásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Radial Trifásico, se debe de verificar que el interruptor y el breaker se encuentren cerrados tanto para el bobinado de alto o medio voltaje, así como el bobinado de bajo voltaje y la platina de cobre de alto voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



### Transformador tipo pedestal malla trifásico

Para realizar esta prueba de rutina a un Transformador Tipo Pedestal Malla Monofásico, se debe de verificar que el loadbreaker se encuentre en la posición AC y el breaker para el bobinado de bajo voltaje debe estar cerrado y la platina de cobre de voltaje de la línea de neutro debe estar desconectado de la carcasa.



## Configuración del equipo para realizar el ensayo: resistencia de aislamiento del pararrayos.

### Conexión del megóhmetro

Enlazar el cable de conexión rojo con su terminal tipo punta, en el orificio del terminal de color rojo (+) del equipo y cable de conexión negro con su terminal tipo punta, en el orificio del terminal negro (-) del equipo.

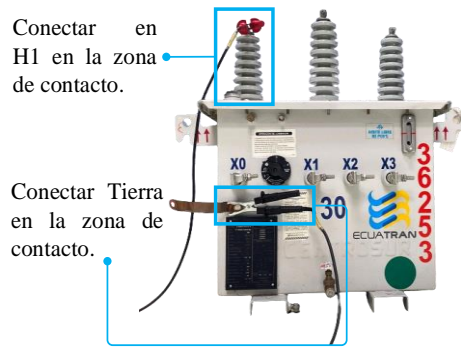


Colocar el conmutador rotativo en la cuarta posición en  $M\Omega - 5000V$ .



### Conexión de los transformadores

Conectar el extremo tipo lagarto de color rojo del cable que se encuentra conectado en el terminal positivo (+) del equipo al conector del devanado de medio voltaje (H1) y conectar el extremo tipo lagarto de color negro del cable que se encuentra conectado en el terminal negativo (-) del equipo al conector de tierra del transformador.



### Iniciar el ensayo

Pulsar el botón START-STOP para empezar el ensayo, el cual tiene una duración de un minuto.



### Resultado del ensayo

Ver y anotar el resultado obtenido en la pantalla, en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Prueba de rutina De Aislamiento (MΩ) Megger: 5-2,5 KV”.

KV	N°	PRUEBA DE AISLAMIENTO ( MΩ )			T	
		MEGGER: 5 - 2.5 Kv				A
		AT - BT	AT - Tierra	BT - Tierra		
					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	

Anotar el resultado del equipo.

### Configuración del equipo para realizar el ensayo: resistencia de aislamiento entre el bobinado de medio voltaje y el bobinado de bajo voltaje.

Colocar el conmutador rotativo en la cuarta posición en MΩ - 5000V.



### Conexión del transformador

Conectar el extremo tipo lagarto de color rojo del cable que se encuentra conectado en el terminal positivo (+) del equipo al conector del devanado de Medio Voltaje (H1) y

conectar el extremo tipo lagarto de color negro del cable que se encuentra conectado en el terminal negativo (-) del equipo al conector del devanado de Bajo Voltaje (X1) del transformador.



### Iniciar el ensayo

Pulsar el botón START-STOP para empezar el ensayo, el cual tiene una duración de un minuto.



### Análisis de resultados

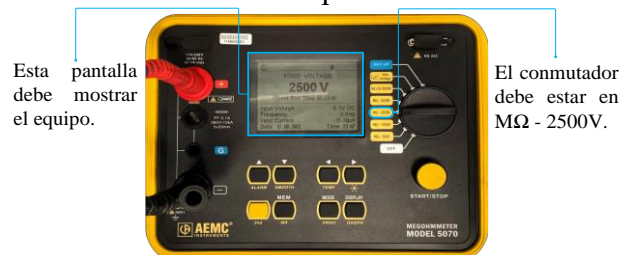
Ver y anotar el resultado obtenido en la pantalla, en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Prueba de rutina De Aislamiento (MΩ) Megger: 5-2,5 KV”.

KV	N°	PRUEBA DE AISLAMIENTO ( MΩ )			T
		MEGGER: 5 - 2.5 Kv			
Ø		AT - BT	AT - Tierra	BT - Tierra	A
					P
					1
					2
					3
					4
					5
					1

Anotar el resultado del equipo.

### Configuración del equipo para realizar el ensayo: resistencia de aislamiento entre el bobinado de bajo voltaje y tierra.

Colocar al conmutador rotativo en la tercera posición en MΩ - 2500V.



### Conexión del transformador

Conectar el extremo tipo lagarto de color rojo del cable que se encuentra conectado en el terminal positivo (+) del equipo al conector del devanado de Bajo Voltaje (X1) y conectar el extremo tipo lagarto de color negro del cable que se encuentra conectado en el terminal negativo (-) del equipo al conector de Tierra.



Conectar en H1 en la zona de contacto.

Conectar Tierra en la zona de contacto.

### Iniciar el ensayo

Pulsar el botón START-STOP para empezar el ensayo, el cual tiene una duración de un minuto.



Pulsar START-STOP para empezar el ensayo.

### Análisis de resultados

Ver y anotar el resultado obtenido en la pantalla, en la hoja de “Prueba de rutinas de Transformadores Retirados y Nuevos” en el ítem “Prueba de rutina De Aislamiento (MΩ) Megger: 5-2,5 KV”.

Anotar el resultado del equipo.

KV	N°	PRUEBA DE AISLAMIENTO ( MΩ )			T	
		MEGGER: 5 - 2.5 Kv				A
		AT - BT	AT - Tierra	BT - Tierra		
					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	

### Desconexión

- a) Desconectar el transformador y apagar el equipo.



**ANEXO N: INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	<b>PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE</b>	<b>Código:</b> I-DIDIS- XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE Y REFRIGERANTE PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

La medición de rigidez dieléctrica consiste en introducir una muestra del aceite a evaluar en una cuba provista de dos electrodos, a los cuales se les aplica un voltaje de prueba que se incrementa gradualmente hasta que se produce una disrupción o descarga a través del aceite. El valor de voltaje al cual ocurre esta descarga se registra como la rigidez dieléctrica del aceite, expresada en kilovoltios por milímetro (kV/mm). Esta prueba de rutina, consta de un ensayo:

- Rigidez dieléctrica.

## Objetivo

Determinar la rigidez dieléctrica del aceite aislante utilizado en los transformadores, con el fin de evaluar su capacidad para soportar esfuerzos o choques eléctricos sin experimentar descargas o disrupciones dieléctricas, y verificar si cumple con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN-IEC 60076-3.

## Documentos De Referencia

Esta prueba de rutina se realiza en total acuerdo de las normas:

- NTE INEN-IEC 60076-3:2019, Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

Además, se basa en el procedimiento establecido por las siguientes normas internacionales:

- ASTM. (2019). D1816: Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Liquids Using VDE Electrodes.

## Consideraciones

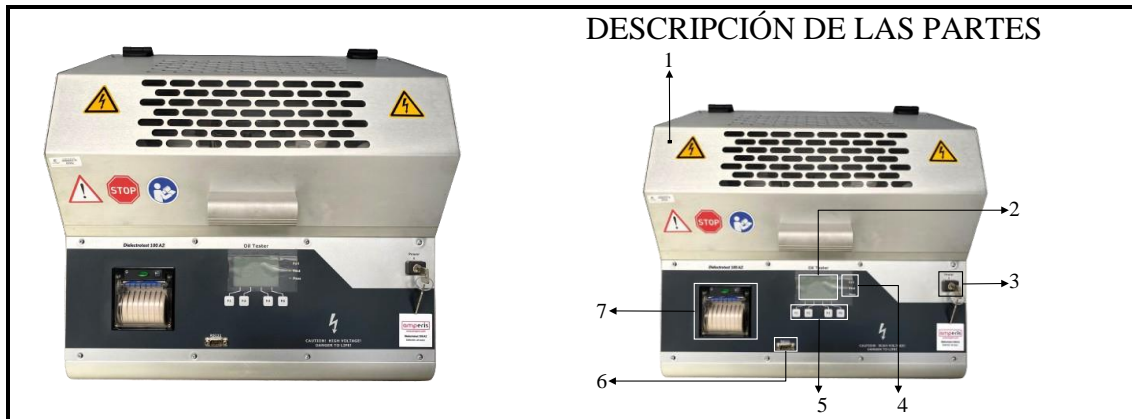
- Se debe emplear electrodos de geometría esférica o en forma de hongo, que permiten una distribución uniforme del campo eléctrico.
- La muestra de aceite dieléctrico debe circular de forma continua dentro del recipiente del equipo durante toda la prueba.
- Los ajustes estándar de la distancia de separación de los electrodos pueden ser de 1 mm y 2 mm, según lo establecido en las normas aplicables.
- Manejo de la muestra: El aceite debe estar contenido en botellas ámbar desde el momento que sale de la estación de transformación hasta el momento de realizar la prueba, con el fin de evitar la exposición a la luz.
- Almacenamiento de la muestra: El aceite no debe ser almacenado previamente. La muestra debe recolectarse el mismo día que se va a realizar la prueba de rigidez dieléctrica.

- Debe estar limpio y sin humedad el recipiente como los contactos del equipo.

## Equipo

### Analizador de aceite

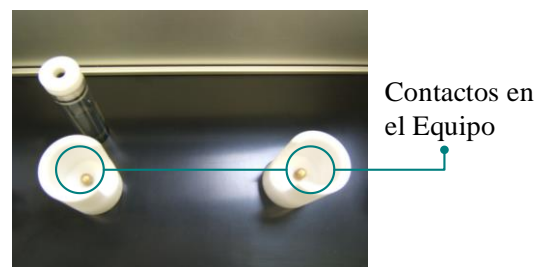
Para realizar esta prueba de rutina se usará al DielectroTest 100 A.



1. Tapa de seguridad.
2. Pantalla LCD.
3. Interruptor de llave.
4. Luz indicadora de resultados.
5. Botones de operación.
6. Interfaz RS232.
7. Impresora.

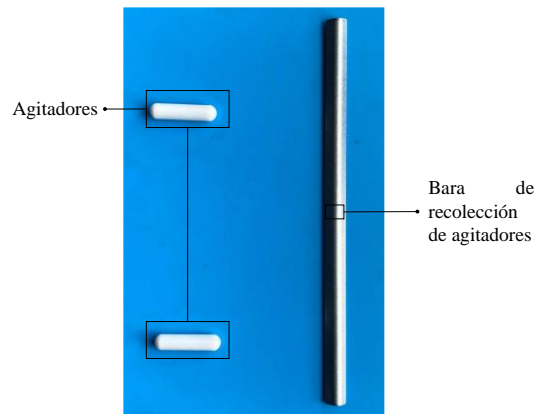
### Recipiente de ensayo y contactos

De acuerdo con el equipo seleccionado, incluye un recipiente de ensayo y los contactos tanto en el recipiente como en el equipo.



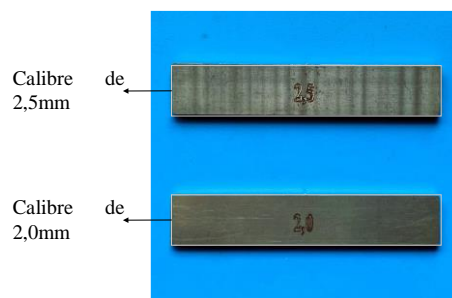
### Agitadores de teflón

De acuerdo con el equipo seleccionado, incluye dos agitadores de Teflón.



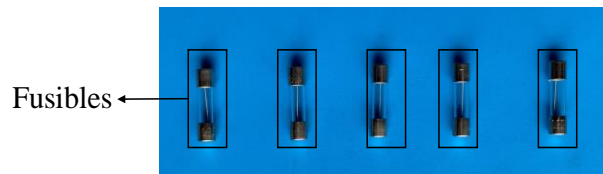
### Calibres.

De acuerdo con el equipo seleccionado, incluye dos calibres uno de 2mm y de 2,5mm.



### Fusibles

De acuerdo con el equipo seleccionado, incluye dos fusibles de 4A., dos fusibles de 8A. y un fusible de 10A.



### Termómetro de infrarrojos

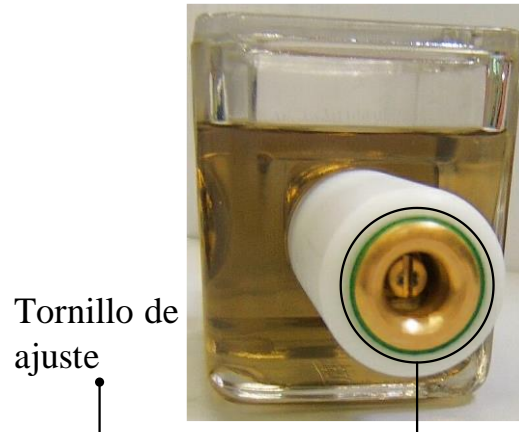
Este equipo se utiliza para conocer la temperatura de un objeto, Este termómetro de infrarrojos es un instrumento ligero y compacto que ha sido diseñado con protección IP54 contra el agua y el polvo además ha sido probado para resistir caídas desde 3 m.



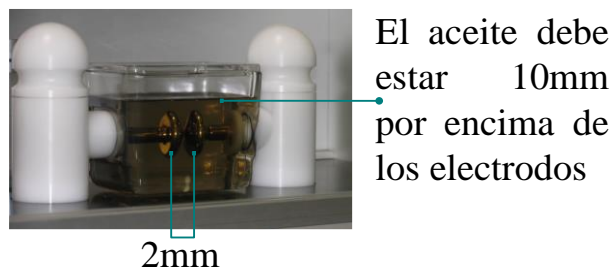
## Procedimiento

### Preparación de los equipos

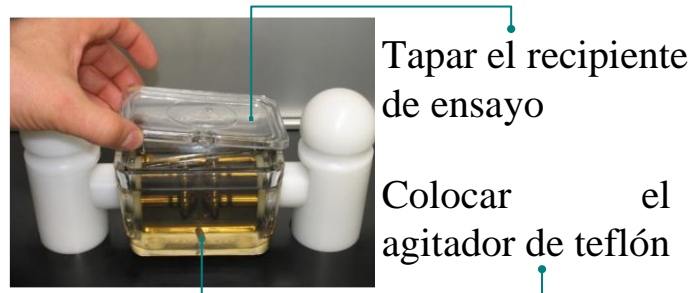
- a) Ajustar los electrodos tipo hongo a 2mm con ayuda del calibrador correspondiente.



- b) Lavar el recipiente de ensayo con el aceite con el cual se va a realizar el ensayo.  
c) Colocar el aceite dieléctrico evitando producir burbujas de aire. El nivel de aceite debe ser aproximadamente de 10 mm. por encima del borde superior de los electrodos y colocar el recipiente de ensayo en los contactos del equipo.



- d) Colocar el agitador de teflón en el recipiente de ensayo y cerrar la tapa del recipiente de ensayo.



- e) Tomar la temperatura del aceite dieléctrico esta temperatura debe estar entre los 20-30°C.



Tomar la temperatura al aceite

f) Cerrar la tapa de seguridad y encender la máquina.



Cerrar la tapa de seguridad

Encender el equipo

### Configuración del equipo

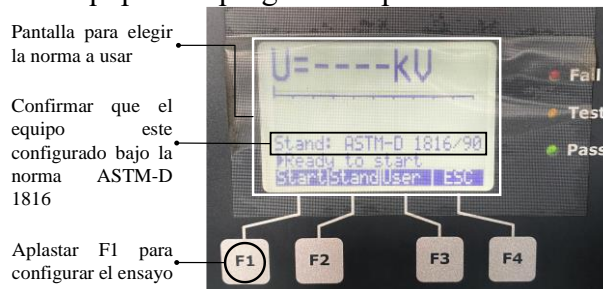
a) Seleccionar TEST para configurar los parámetros de este ensayo.



Pantalla de inicio

Aplastar F1 para configurar el ensayo

b) Confirmar que el equipo este programado para utilizar la norma ASTM-D 1816.

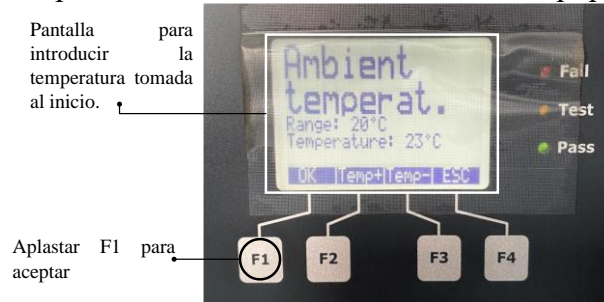


Pantalla para elegir la norma a usar

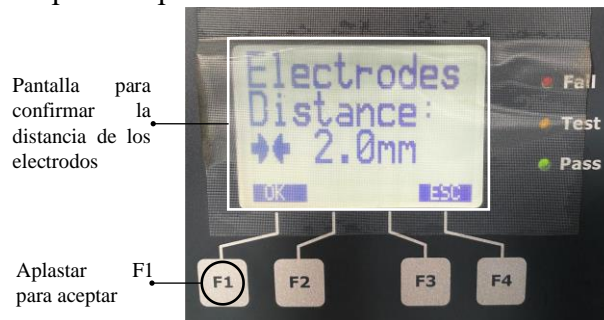
Confirmar que el equipo este configurado bajo la norma ASTM-D 1816

Aplastar F1 para configurar el ensayo

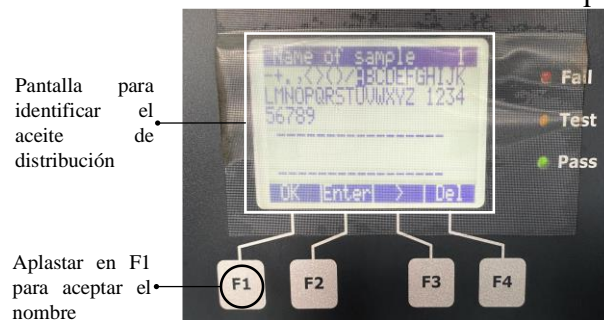
c) Introducir la temperatura tomada anteriormente, en el equipo.



d) Seleccionar OK para aceptar la distancia de los electrodos.

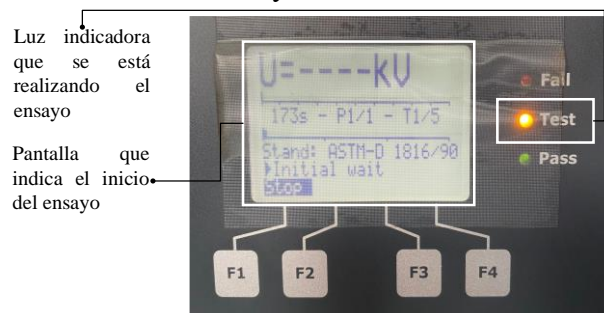


e) Introducir la identificación de la muestra de aceite en el equipo.

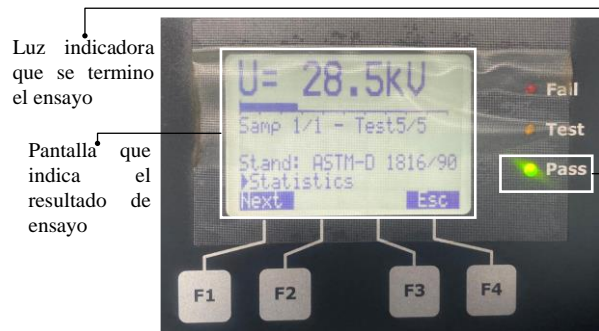


### Iniciar ensayo

a) Al seleccionar Ok, iniciará el ensayo.



b) Esperar a que el ensayo termine, una vez se haya terminado el ensayo se encenderá una luz PASS cuando el aceite dieléctrico pase la prueba y FAIL cuando el aceite dieléctrico no pasa la prueba.



### Resultado del ensayo

Imprimir el resultado obtenido de los cinco ensayos que realiza el equipo.

a) Aprueba el ensayo

Para que el aceite aislante apruebe debe de cumplir con las siguientes condiciones:

- El resultado promedio de los ensayos debe de ser superior a los 25KV.
- La desviación estándar tiene que ser inferior a 5KV.

b) No aprueba el ensayo

Para que el aceite aislante no apruebe debe de cumplir con las siguientes condiciones:

- El resultado promedio de los ensayos debe de ser inferior a los 25KV.
- La diferencia entre los ensayos no debe de superar los 5KV.


Anotar los resultados en hoja de prueba de rigidez dieléctrica.

### Desconexión

- a) Apagar el equipo.
- b) Desechar el aceite dieléctrico del recipiente de pruebas.
- c) Guardar y limpiar cada uno de los elementos usados para realizar el ensayo.



**ANEXO O: INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CONTENIDO POLICLORUROS BIFENILOS (PCB'S) A TRANSFORMADORES DEL TIPO DE ENFRIAMIENTO: SUMERGIDOS EN ACEITE DIELECTRICO.**

	PRUEBA DE CONTENIDO POLICLORUROS BIFENILOS (PCB'S) A TRANSFORMADORES	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CONTENIDO POLICLORUROS BIFENILOS (PCB'S) A TRANSFORMADORES DEL TIPO DE ENFRIAMIENTO: SUMERGIDOS EN ACEITE DIELECTRICO.**



## Introducción

Esta prueba se puede realizar a cualquier transformador que su tipo de enfriamiento sea sumergido en aceite dieléctrico. La prueba se realiza mediante el **Kit colorimétrico de evolución DEXSIL: CLOR-N-OIL 50 PPM**. Esta prueba es rápida y precisa para determinar la presencia de PCB's en fluidos aislantes dieléctricos.

## Objetivo

Esta prueba busca determinar y clasificar a los transformadores que contienen PCB's en su aceite dieléctrico.

## Consideraciones

1. La prueba se basa en el principio de cloruro de detección, por lo tanto, la contaminación de sal (cloruro sódico), agua de mar, sudor etc, dará un resultado positivo falso, por lo que requiere de la realización de nuevas pruebas en un laboratorio calificado.
2. Realizar la prueba en un lugar temperado y seco con suficiente luz. En climas fríos, se puede realizar la prueba en un lugar cerrado, si una zona temperada no está disponible, el paso 3 se debe realizar mientras se calienta el Tubo #1 en la palma de la mano.
3. Cuando se tome la muestra de aceite en la pipeta, evitar sumergirla profundamente, ya que esto hará que se presente goteo.
4. Al introducir la pipeta de plástico en el tubo #1, introdúzcalo hasta la línea de 5 ml. Esto evita que el aceite llegue a las paredes del tubo y se acumule demasiado aceite.

## Precaución

1. Cuando se procede a romper las ampollas, presione firmemente en el centro del Tubo por una sola vez. Nunca intente presionar nuevamente en el mismo sitio ya que existen vidrios rotos que pueden atravesar el tubo y cortar los dedos.
2. En caso de rotura accidental o derrame en la piel o la ropa, lavar inmediatamente con grandes cantidades de agua. Todas las ampollas son venenosas y no deben ingerirse.
3. No transporte los kits usados en aviones de pasajeros.
4. Deshágase correctamente de los kits utilizados, como se indica en el punto 10. Los Tubos # 1 y # 2 pueden contener PCB's si el resultado de la prueba es positiva por lo que deben ser tratados como residuos peligrosos. El mercurio en el tubo # 2 se hace insoluble cuando se coloca la ampolla denominada "DISPOSAL AMPOLES".

## Equipo de seguridad personal

El personal designado debe asegurarse de contar con el equipo de seguridad personal adecuado, que incluye: guantes aislantes, casco de seguridad, gafas de seguridad y ropa protectora.

## Equipo para prueba

Kit colorimétrico:	Cada kit contiene:
 The image shows a white box for the 'CLOR-N-OIL' PCB Screening Kit. The box features the brand name in large blue letters and '50' in a large blue font. Below the box, there are two clear plastic test tubes with black caps, a white plastic pipette, and a white protective ampoule with a black cap. The box text includes 'PCB Screening Kit', 'Disposable test kit for determining PCB contamination in transformer oil', and a caution statement: 'CAUTION: This kit contains methyl sodium. Metallic sodium is a flammable solid and water reactive. Read enclosed instructions carefully before doing this test. Keep out of reach of children.' It also mentions 'FOR DETERMINING 0-50 ppm PCB CONTAMINATION' and 'The development work for this kit was sponsored and funded by EPRI, and carried out by General Electric and DuPont Corporation. Patent No. 4,048,502; 4,073,054; 4,067,871. A Registered Trademark of DuPont Corp.'	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tubo #1: Es un tubo de ensayo plástico con una tapa dispensadora de color negro. En su interior contiene dos ampollas una de color gris en la parte superior y otra un punto de color azul la parte inferior.</li><li>2. Tubo #2: Es un tubo de ensayo plástico con una tapa de color blanco. En su interior contiene 7 ml de una solución transparente, además dos ampollas una de color naranja en la parte superior y en la parte inferior una que contiene punto de color verde.</li><li>3. Una pipeta de plástico.</li><li>4. Una ampolla protegida con una cobertura de cartón y un tubo de plástico designado como "DISPOSAL AMPULES".</li></ol>

## Procedimiento

### Verificar que el equipo esté des energizado

#### Revisión:

- a) Compruebe que los componentes del kit estén completos e intactos. Coloque los dos tubos de plástico en las perforaciones existentes, en la parte delantera de la caja.

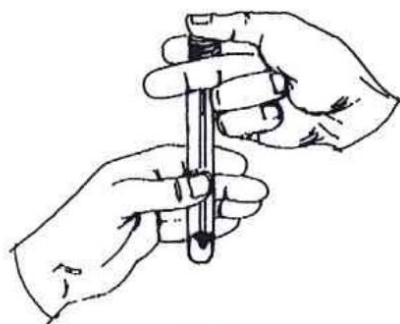
#### Preparación de la muestra

- a) Retire la tapa de color negro del Tubo #1. Usando la pipeta de plástico, transfiera al Tubo #1 exactamente 5 ml (hasta la línea) de aceite del equipo que debe someterse a la prueba. Asegúrese de tapar bien el tubo con la tapa negra retirada anteriormente.

#### Reacción

- a) Verificar que se encuentre tapado correctamente el Tubo #1, aplicando presión en los dos lados del tubo se procede a romper la ampolla identificada con el punto de color azul que se encuentra en la parte inferior que está en el interior del tubo.
- b) Mezclar agitando el tubo fuertemente durante 10 segundos aproximadamente.
- c) Romper la ampolla de color gris que se encuentra en la parte superior en el interior del tubo y agite fuertemente durante unos 10 segundos. Asegúrese, de que la ampolla que contiene un punto de color azul se rompa en primer lugar y que la ampolla de color gris sea rota en segundo lugar.

- d) Dejar que la reacción proceda por un período adicional de 50 segundos haciendo un total de un minuto, mientras se agita intermitentemente varias veces.

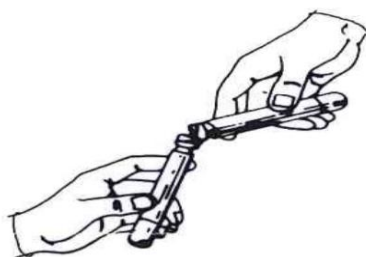


### Extracción

- Retire las tapas de ambos tubos y vierta la solución transparente del Tubo #2 en el interior del Tubo #1. Vuelva a colocar la tapa negra en el Tubo #1 y agite fuertemente durante 10 segundos aproximadamente. Purgue el tubo cuidadosamente mediante el dispensador ubicado en la tapa negra.
- Cerrar el dispensador y agitar el contenido por un período adicional de 10 segundos. Purgue nuevamente y coloque el tubo boca abajo sobre su tapa. La mezcla del aceite ya no debería aparecer de color gris.
- Dejar que se separen las fases por un período de dos minutos. Si la capa de aceite está por debajo de la capa de agua, se debe suspender la prueba ya que en este caso el aceite contiene PCB's (Askarel). Si la capa de aceite está por encima de la capa de agua, continuar la prueba.

### Análisis

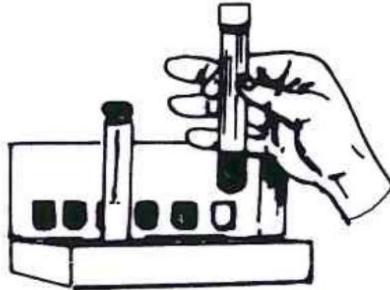
- Retirar la tapa del Tubo #2. Coloque el Tubo #1 con su dispensador abierto sobre el Tubo #2, asegúrese que la boquilla del dispensador esté lejos del personal que realiza la prueba.
- Dispensar 5 ml de la solución clara en el Tubo #2 (hasta la línea) apretando los



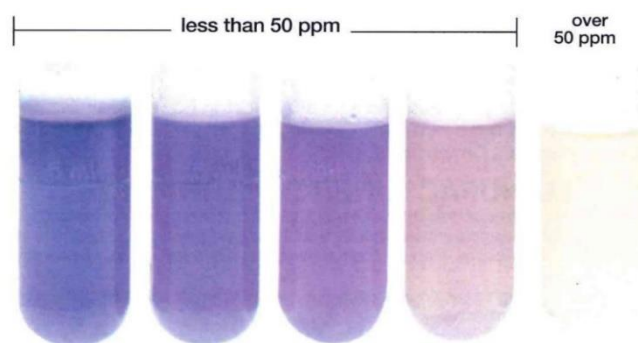
- lados del Tubo #1. Si se requiere apretar por segunda vez el Tubo #1 para obtener la muestra de 5 ml.
- Permitir que la mezcla se separe antes de volver a apretar el Tubo #1. Cierre la boquilla del dispensador del Tubo #1.
  - Colocar la tapa en el Tubo #2. Rompa la ampolla identificada con el punto de color verde que se encuentra en la parte inferior del interior del tubo y agite durante 10 segundos. Luego rompa la ampolla de color naranja que se encuentra en la parte superior del interior del tubo.
  - Agitar durante 10 segundos.

## Resultados

- a) Observar el color resultante y de inmediato compararlo con la tabla de determinación de cloro provista en cada kit. Si la solución aparece de color púrpura, la muestra de aceite contiene menos de 50 ppm de PCB's.



- b) Si la solución aparece de color amarillo o incoloro, podría contener más de 50 ppm de PCB's, y debería realizarse otra prueba con un método más específico de evaluación de PCB's. Haga caso omiso de cualquier color que se puede desarrollar en una fina capa de aceite que podría formar en la parte superior de la solución.



## Eliminación de mercurio

- a) Para lograr la eliminación de residuos peligrosos como el mercurio. Se debe de identificar el tubo # 2 ya que este es el que contiene estos residuos por lo que, se debe de colocar la ampolla denominada "DISPOSAL AMPOLES", esta ampolla se encuentra protegida con una cobertura de cartón.

## Etiquetado de equipos

- a) Luego de haber sido realizada la prueba se procede a etiquetar con un adhesivo en una parte visible del transformador, esta etiquetación va a depender del resultado de la prueba.
- a. Contine PCBs

Si el transformador contiene PCBs se lo etiquetara con el siguiente adhesivo y se lo aísla hasta su descontaminación:



- b) Se realizará la colocación de un adhesivo en el kit correspondiente, el cual contendrá todas las partes utilizadas durante la prueba. Además, se deberá registrar el número del transformador al cual se le realizó la prueba en una parte visible del mismo kit.

b. No Contiene PCBs

Si el transformador NO contiene PCBs se lo etiquetara con el siguiente adhesivo y se puede usar de manera normal:




- c) Se realizará la colocación de un adhesivo en el kit correspondiente, el cual contendrá todas las partes utilizadas durante la prueba. Además, se deberá registrar el número del transformador al cual se le realizó la prueba en una parte visible del mismo kit.



### **Guardar kit**

- 6) Se debe de guardar el kit en la bodega de alto riesgo la cual debe estar a temperatura ambiente.

**ANEXO P: INSTRUCTIVO PARA LA NUMERACIÓN A LOS TRANSFORMADORES PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	<p>INSTRUCTIVO PARA LA NUMERACIÓN A LOS TRANSFORMADORES</p>	<p><b>Código:</b> I-DIDIS- XXXX <b>Versión:</b> 0</p>
---	---	---

**INSTRUCTIVO PARA LA NUMERACIÓN A LOS TRANSFORMADORES PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**





## **Introducción**

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. realiza el registro e identificación de cada uno de los transformadores de distribución instalados en su red, tanto de su propiedad como de usuarios particulares. El proceso de numeración de los transformadores es fundamental para llevar un control adecuado del parque de equipos y facilitar su gestión operativa.

Cada transformador recibe un código único que permite su identificación y trazabilidad a lo largo de su vida útil. La información registrada sobre cada transformador numerado incluye datos como la ubicación geográfica, las características técnicas y las pruebas realizadas. Este conjunto de datos sistematizados en una base de información centralizada es de gran utilidad para la planificación del sistema de distribución, el análisis de indicadores de desempeño y la toma de decisiones estratégicas por parte de CENTROSUR.

## **Objetivo**

Describir el proceso de numeración e identificación de los transformadores de distribución ejecutado por CENTROSUR, resaltando la importancia de esta actividad para la gestión integral de la red eléctrica.

## **Consideraciones**

Solo el personal de CENTROSUR cuenta con la autorización para numerar a cada uno de los transformadores.

## **Material**

### **Stickers de números.**

Para la numeración de los transformadores se usan Stickers en forma de 0 a 9.

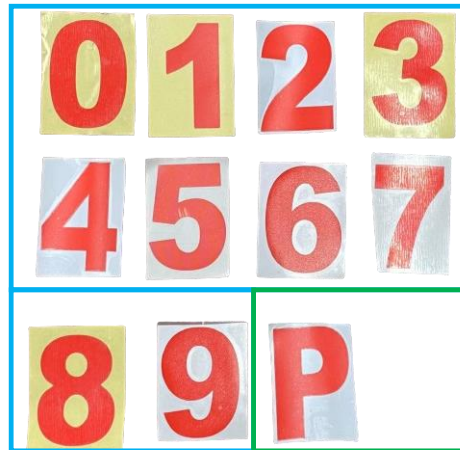
## **Procedimiento**

### **Numeración**

- a) Se numerará al transformador si y solo si pasa todas las pruebas de rutina.

### **Codificación**

- a) El responsable del laboratorio codificará el número de identificación para cada uno de los transformadores de particulares. Esta codificación posee una característica que las identifica de los transformadores propios de la empresa, la cual es la letra mayúscula "P".



Identificación  
característica de  
las estaciones de  
transformación  
particulares


### **Colocación del número de identificación**

- a) El número de identificación se debe colocar en una parte visible de cada uno de los transformadores.

### **Finalizar**

- a) Luego de realizar lo requerido se puede hacer la entrega del transformador.

**ANEXO Q: INSTRUCTIVO PARA EL INGRESO DE LOS DATOS Y LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS TRANSFORMADORES PROPIOS DE LA EMPRESA Y DE PARTICULARES EN EL SICE PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**

	INGRESO DE LOS DATOS Y LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS TRANSFORMADORES PROPIOS DE LA EMPRESA Y DE PARTICULARES EN EL SICE	<b>Código:</b> I-DIDIS-XXXX <b>Versión:</b> 0
---	--	--

**INSTRUCTIVO PARA EL INGRESO DE LOS DATOS Y LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS TRANSFORMADORES PROPIOS DE LA EMPRESA Y DE PARTICULARES EN EL SICE PARA EL LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## Introducción

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. cuenta con un sistema en línea denominado Sistema de Control de Equipos (SICE), el cual permite el registro y gestión de la información técnica de los transformadores de distribución, tanto de propiedad de la empresa como de usuarios particulares.

A través de este sistema, CENTROSUR puede centralizar y mantener actualizada la data correspondiente a los transformadores instalados en su área de concesión. Esto incluye el ingreso de los datos de placa, información técnica y los resultados de las pruebas de rutina realizadas a los equipos.

El registro de la información de los transformadores en el SICE es fundamental para llevar un adecuado control y seguimiento del parque de transformación, así como para respaldar la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento, reemplazo y expansión de la red de distribución eléctrica.

## Objetivo

Describir el proceso de registro y gestión de la información técnica de los transformadores en el Sistema de Control de Equipos (SICE) de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

## Consideraciones

- El personal de CENTROSUR cuenta con un usuario y contraseña para ingresar al SICE.
- Se debe de contar con los datos de placa, los resultados de las pruebas de rutina a mano para el ingreso del registro de cada una de las estaciones de transformación.

## Equipo Necesario

### Dispositivo electrónico con acceso a la red de la empresa.

Se debe de contar con un computador o con cualquier otro dispositivo que tenga acceso a la red y cuente con las capacidades necesarias para poder navegar en internet de manera fluida.

## Procedimiento

### Conexión a Internet

- a) Inicialmente, se debe de asegurar de tener una conexión a internet estable.

### Introducir la URL

- a) Ingresar a un navegador web que este instalado en el dispositivo electrónico entre los más conocidos son:

- Google Chrome
- Firefox
- Microsoft Edge



- b) Para ingresar en el SICE se puede realizar de varias maneras:
- Copiar el siguiente link:  
<https://geoportal.centrosur.gob.ec/equipos/login.aspx>
  - Dar clic en el siguiente enlace: [Login \(centrosur.gob.ec\)](https://geoportal.centrosur.gob.ec/equipos/login.aspx)



### Iniciar Sesión.

- Ingresar Usuario.
- Ingresar Contraseña.
- Dar clic en Aceptar.



### Ingresar Un Nuevo Transformador Al SICE

- Una vez iniciada sesión se presentará el menú principal con las siguientes opciones:
  - Módulo De Administración
  - Módulo De Control De Equipos De Distribución
  - Módulo De Control De Equipos De Redes
  - Módulo De Control De Subestaciones
  - Módulo De Seguridad




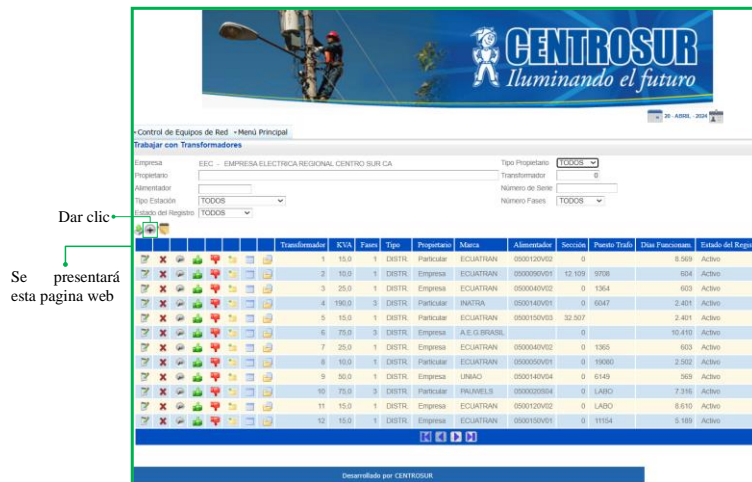
a) Dar clic al **Módulo De Control De Equipos De Redes**.



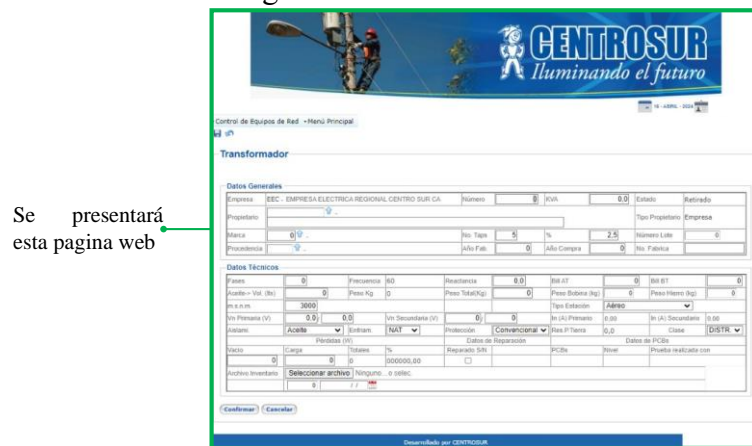
b) Acercar el puntero del ratón en la opción **Control De Equipos De Redes**, lo cual desplegará un listado de opciones y se elegirá la opción **Mantenimiento De Transformadores**.



c) Se presenta la siguiente página web, se dará clic en el siguiente icono .




d) Se presenta la siguiente página web, en donde se debe de llenar la ficha en cada uno de los ítems exclusivamente con los datos de la estación de transformación de la cual se va a realizar el ingreso al sistema. Al finalizar se dará clic en guardar.



e) Una vez llenada la ficha la estación de transformación se encuentra dentro del sistema.

### Ingreso de los resultados de las pruebas de rutina.

a) Se ingresa a la página web de **Mantenimiento De Transformadores**, en seguida dar clic en el icono **Pruebas De Los Transformadores** . Posterior a ello se ingresa el número del transformador que se acabó de ingresar al SICE. Y se presentará una página web con las siguientes opciones:

- Rigidez Dieléctrica
- Aislamiento
- Relación De Transformación
- PCB

Ingresar el Número del transformador

Transformador	KVA	Fases	Tipo	Propietario	Marca	Alimentador	Sección	Punto Tendido	Dist. Funcionam.	Estado del Registro
1	15,0	1	DISTR.	Particular	EQUATRAN	0500120V02	0	8.569	Activo	

Rigidez Dieléctrica Aislamiento Relación de transformación PCB

## Ingreso de los resultados de la prueba de rigidez dieléctrica.

- a) Dar clic en el icono y luego damos clic en el siguiente icono .

Dar clic

No. Prueba	Fecha Prueba	Total Pruebas	Promedio	Resultado	Estado del Registro

- b) Llenar la ficha de la prueba de rigidez dieléctrica, al terminar dar clic en confirmar.

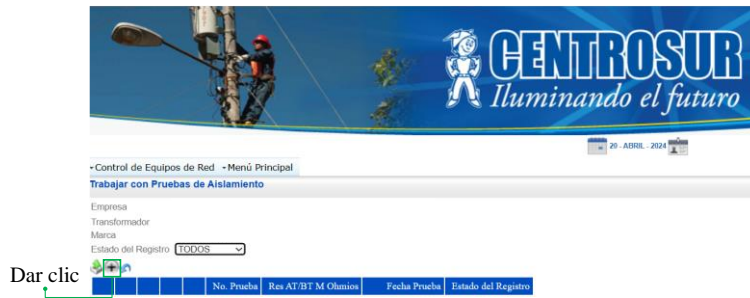
Ingresar los datos

Dar clic

## Ingreso de los resultados de la prueba de aislamiento.

- a) Dar clic en el icono y luego damos clic en el siguiente icono .







b) Llenar la ficha de la prueba de aislamiento, al terminar dar clic en confirmar.



### Ingreso de los resultados de la prueba de relación de transformación.



a) Dar clic en el icono  y luego damos clic en el siguiente icono .



b) Llenar la ficha de la prueba de relación de transformación, al terminar dar clic en confirmar.

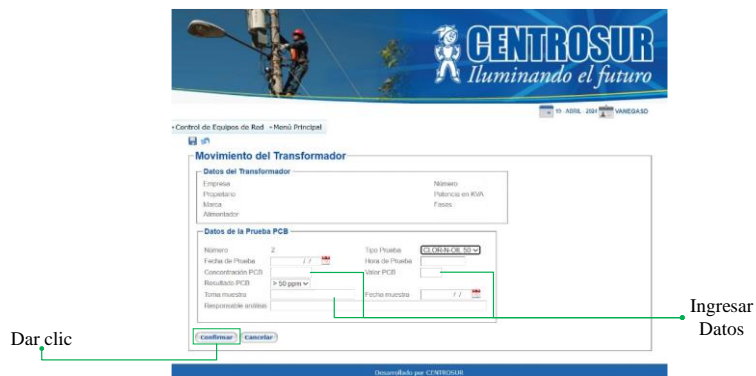


## Ingreso de los resultados de la prueba PCBs.

- a) Dar clic en el icono  y luego damos clic en el siguiente icono .



- b) Llenar la ficha de la prueba de PCBs, al terminar dar clic en confirmar.




## Ingreso de los datos del propietario.

Este paso se debe de cumplir exclusivamente si la estación de transformación es particular.

- a) En el menú principal se debe dar clic en el **Módulo De Administración**, acercar el ratón a la opción **Administración**, lo cual desplegará un listado de opciones y se elegirá la opción **Propietarios**.



b) Aparecerá la siguiente página web, la cual se debe dar clic en el siguiente icono 




c) Llenar la ficha del propietario, al terminar dar clic en confirmar.




## Finalizar

a) Luego de realizar lo requerido se cierra sesión.

**ANEXO R: R-DIDIS-XXXX.0. FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES DE CENTROSUR**

	<b>FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE PARTICULARES DE CENTROSUR</b>		<b>Código: R-DIDIS-XXXX</b>  <b>Versión: 0</b>
<b>TIPO DE TRANSFORMADOR</b>			
<input type="checkbox"/> AEREO <input type="checkbox"/> FRENTE MUERTO <input type="checkbox"/> PAD RADIAL <input type="checkbox"/> PAD MALLA <input type="checkbox"/> CONMUTABLE			
<b>FASES</b> <input type="checkbox"/> 1F <input type="checkbox"/> 3F	<b>NIVEL DE VOLTAJE</b>	<b>PROTECCIÓN</b> <input type="checkbox"/> CONV <input type="checkbox"/> AUTO	<b>POTENCIA (KVA)</b>
INGENIERO RESPONSABLE:			NUMERO DE CARPETA:
PROVINCIA:			
CANTÓN:			ALIMENTADOR:
PARROQUIA:			
DIRECCION:			
DATOS DEL PROPIETARIO			
NUMERO DE CEDULA:			CORREO:
NOMBRE DEL PROPIETARIO:			CELULAR:
PROVINCIA:			DIRECCIÓN:
CANTÓN:			
PARROQUIA:			

**ANEXO S: R-DIDIS-XXXX.0. FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR**

		<b>FICHA DE DATOS DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PROPIOS DE CENTROSUR</b>					<b>Código: R-DIDIS-XXXX</b>		
							<b>Versión: 0</b>		
N° DE CONTRATO:							NOMBRE DE CONTRATISTA O CONSORCIO:		
N° DE PROCESO:									
NOMBRE DEL PROYECTO:							ING. RESPONSABLE:		CELULAR:
N° PARTIDA PRESUPUESTARIA:									
N° TRAF0 NUEVO	N° TRAF0 ANTIGUO	POTENCIA	N° DE EGRESO	ALIMENTA DOR	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	DIRECCIÓN	