



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE
ROUTINA A TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS
Y TRIFÁSICOS DE LA EMPRESA IERE S.A.**

Trabajo de titulación bajo la modalidad de Propuesta Metodológica previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor

Luis Andres Cumbajin Suarez

Tutor

Ing. Juan Joel Segura D'Rouville Msc.

QUITO – ECUADOR

2021

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Luis Andres Cumbajín Suárez declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE RUTINA A TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS DE LA EMPRESA IERE S.A.”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 21 días del mes de junio de 2021, firmo conforme:

Autor: Luis Andrés Cumbajín Suárez

Firma: . 

Número de Cédula: 172089450-8

Dirección: Pichincha, Rumiñahui, Sangolquí, La palma.

Correo Electrónico: andres-80@hotmail.es

Teléfono: 0996635454

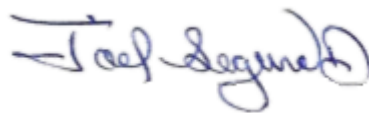
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE RUTINA A TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS DE LA EMPRESA IERE S.A.” presentado por Luis Andres Cumbajín Suárez, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 21 de junio del 2021



.....
Ing. Juan Joel Segura D'Rouville Msc.

C.I: 1756974968

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 21 de junio del 2021



.....
Luis Andrés Cumbajín Suárez
172089450-8

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE RUTINA A TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS DE LA EMPRESA IERE S.A.”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 21 de junio del 2021

.....
Topón Visarréa Blanca Liliana
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Suarez del Villar Alexis
VOCAL

.....
Sarmiento Ortiz Fabián Alberto
VOCAL

DEDICATORIA

A mi madre por ser mi pilar, quien, con su sudor, esfuerzo, dedicación y su lucha día a día, se convirtió en mi ejemplo de superación.

A mi esposa, por creer en mí, desde el inicio de este largo camino, siendo mi apoyo incondicional para mi superación profesional.

Wendy y Alexandra mis preciadas hermanas, que vieron el largo sacrificio y sirva de ejemplo para que logren sus objetivos y metas de vida.

Finalmente, a mi familia, abuelos y amigos que compartieron buenos y malos momentos, gracias por su apoyo y consejos de vida para mi superación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, mis profesores por compartir sus enseñanzas, fortaleciendo mis conocimientos, por brindarme una perspectiva de la vida mucho más amplia y así poder finalizar mis estudios con éxito.

Finalmente, a mi tutor Ing. Joel Segura, por confiar en mí, inculcarme de sus conocimientos y ser un gran guía.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Contexto de la organización.....	1
Antecedentes	6
Justificación	8
Objetivo General.....	9
Objetivos específicos	9
CAPÍTULO II.....	10
INGENIERÍA DEL PROYECTO	10
Diagnóstico de la situación actual del proceso.	10
Mapa de Procesos	11
Diagrama de flujo bajo normativa ANSI.....	12
Diagrama de flujo del proceso de producción de transformadores IERE S.A	13
Pruebas de rutina enfocado a criterios de calidad.	14
Histórico de producción mayo 2020- octubre 2020.....	14
Porcentaje de errores en pruebas de rutina	19
Diagrama de Pareto	20
Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)	21
Matriz de criterios ponderados	24
Valoración de soluciones en pruebas de rutina.....	26
Área de estudio	27
Modelo operativo	28
CAPÍTULO III.....	29
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	29
Manual de Procedimientos	32
Manual	32
Procedimiento	32
Metodología PHVA	33

Manuales de procedimientos de transformadores de distribución monofásicos y trifásicos	35
MANUAL DE PROCEDIMIENTO RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	36
MANUAL DE PROCEDIMIENTO RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	52
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	68
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	82
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	97
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	110
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO “MONOFÁSICO”	125
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO “TRIFÁSICO”	139
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN “MONOFÁSICO”	153
MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN “TRIFÁSICO”	167
Resultados esperados	181
Cronograma de actividades	183
Análisis financiero	184
CAPÍTULO IV	185
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	185
Conclusiones	185
Recomendaciones	186
Referencias	187
ANEXOS	190

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Impuesto a la renta Causado	3
Tabla 2: Tipo de pruebas no satisfactorias.....	14
Tabla 3: Registro de producción y errores de calidad mayo 2020	14
Tabla 4: Registro de producción y errores de calidad junio 2020	15
Tabla 5: Registro de producción y errores de calidad julio 2020	16
Tabla 6: Registro de producción y errores de calidad agosto 2020	17
Tabla 7: Registro de producción y errores de calidad septiembre 2020	18
Tabla 8: Registro de producción y errores de calidad octubre 2020.....	18
Tabla 9: Cálculo de frecuencias de errores de calidad mayo 2020-octubre 2020	19
Tabla 10: Matriz de criterios ponderados	25
Tabla 11: Valoración de soluciones	26
Tabla 12: Matriz 5W+1H.....	31
Tabla 13: Lista de cumplimiento antes vs después de implementación	181
Tabla 14: Cronograma de actividades.....	183
Tabla 15: Análisis financiero del proyecto	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Impuesto a la renta generado por fabricantes de transformadores	4
Figura 2: Ubicación del laboratorio de ensayos eléctricos	5
Figura 3: Árbol de problemas	7
Figura 4: Diagrama de proceso.....	11
Figura 5: Norma ANSI, (diagramas de flujo).....	12
Figura 6 Diagrama de flujo	13
Figura 7: Diagrama de Pareto errores de calidad mayo 2020 - octubre 2020	20
Figura 8: Diagrama Ishikawa perdidas de corriente sin carga vacío	22
Figura 9: Diagrama Ishikawa pérdidas de voltaje de cortocircuito.	23
Figura 10: Diagrama Ishikawa perdidas corriente sin carga vacío.	23
Figura 11: Criterios empleados	24
Figura 12 : Modelo Operativo	28
Figura 13: Diagrama de bloques 5W+1H.....	30
Figura 14: Ciclo Deming (PHVA) para el desarrollo de los manuales de procedimientos.....	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro EVO-R-EL-04-01	191
Anexo 2: Registro EVO-R-EL-04-02 (Protocolo Monofásico)	192
Anexo 3: Registro EVO-R-EL-04-03 (Protocolo Trifásico)	193
Anexo 4: Catálogo de Normas Inen utilizadas para Laboratorio de Pruebas Eléctricas (Pruebas de rutina).....	194
Anexo 5: Tabla de pérdidas en vacío y cortocircuito para transformadores monofásicos.....	195
Anexo 6: Tabla de pérdidas en vacío y cortocircuito para transformadores trifásicos.	196
Anexo 7: Portada NTE INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. DEFINICIONES.....	197
Anexo 8: Portada NTE INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS....	198
Anexo 9: Portada NTE INEN 2112:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEVANADOS Y SUS DERIVACIONES. REQUISITOS	199
Anexo 10: Portada NTE INEN 2113:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS Y CORRIENTE SIN CARGA. MÉTODOS DE ENSAYO	200
Anexo 11: Portada NTE INEN 2114:2004 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS MONOFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.	201
Anexo 12: Portada NTE INEN 2115:2004 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS TRIFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.	202
Anexo 13: Portada NTE INEN 2117:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR.	203

Anexo 14: Portada NTE INEN 2118:2013 Primera revisión	
TRANSFORMADORES. MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS	
DEVANADOS	204
Anexo 15: Portada NTE INEN 2127:2013 Primera revisión	
TRANSFORMADORES. NIVELES DE AISLAMIENTO. REQUISITOS.....	205

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE RUTINA A TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS DE LA EMPRESA IERE S.A.

AUTOR: Luis Andres Cumbajín Suárez

TUTOR: Msc. Juan Joel Segura D'Rouville

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tiene como objetivo, el diseño del manual de procedimientos de pruebas de rutina a transformadores de distribución monofásicos y trifásicos, en el área de ensayos de laboratorio. Debido al desconocimiento del correcto proceso que deben realizar los colaboradores, generan fallas en los transformadores monofásicos y trifásicos, de igual forma al no revisar los valores de pérdidas tanto en el núcleo y en el cobre (pérdidas constantes y variables) respectivamente que indica las normas NTE INEN 2114 y 2115, los transformadores son rechazados por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), generando atrasos en tiempos de entrega y pérdidas económicas importantes para la empresa. El investigador propone la elaboración de un manual de procedimientos, mediante el análisis de los registros de producción, durante el periodo de estudio, donde se encontraron fallas de calidad en las distintas pruebas de rutina, debido a varias causas, identificadas mediante el diagrama causa-efecto, sobresaliendo la ausencia de un manual de procedimientos. Conjuntamente se elaboró un diagrama de flujo global del proceso de producción de transformadores y pruebas de rutina, para posteriormente elaborar el diagrama de flujo correspondiente a cada una de las pruebas de rutina, representando lo teórico de cada actividad, a través de símbolos como indica la norma ANSI, finalizando con el diseño del manual bajo lineamientos de la norma ISO 9001-2015. La organización a partir de la investigación realizada cuenta con una herramienta de capacitación para colaboradores nuevos y antiguos, generando el correcto desarrollo de las actividades, al tener el documento físico, este servirá de apoyo y consulta en caso de ser necesario para la realización de las actividades, de conexiones y, configuración de equipos de medición. Con su implementación se espera mejorar la calidad en los procesos de pruebas de rutina al 100%, de seguir correctamente las instrucciones del manual de procedimientos.

DESCRIPTORES: Calidad, manual, pruebas de rutina, ISO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**THEME: DESIGN OF A MANUAL OF ROUTINE TESTING PROCEDURES
FOR DISTRIBUTION TRANSFORMERS SINGLE-PHASE AND THREE-
PHASE FROM THE IERE S.A COMPANY**

AUTHOR: Luis Andres Cumbajín Suárez

TUTOR: Msc. Juan Joel Segura D'Rouville

ABSTRACT

The objective of this study is to design a routine test procedures manual for single-phase and three-phase distribution transformers in the laboratory testing area. Due to the lack of knowledge of the correct process to be performed by the collaborators, they generate failures in single-phase and three-phase transformers, likewise, by not reviewing the values of losses in the core and in the copper (constant and variable losses) respectively, as indicated in the NTE INEN 2114 and 2115 standards, the transformers are rejected by Empresa Eléctrica Quito (EEQ), generating delays in delivery times and significant economic losses for the company. The researcher proposes the development of a procedures manual, through the analysis of the production records, during the study period, where quality failures were found in the different routine tests, due to several causes, identified through the cause-effect diagram, highlighting the absence of a procedures manual. A global flow diagram of the transformer production process and routine tests was prepared, and then the flow diagram corresponding to each of the routine tests was prepared, representing the theory of each activity through symbols as indicated in the ANSI standard, ending with the design of the manual under the guidelines of the ISO 9001-2015 standard. As a result of the research conducted, the organization has a training tool for new and old collaborators, generating the correct development of the activities, by having the physical document, this will serve as support and consultation in case it is necessary to carry out the activities, connections and configuration of measuring equipment. Its implementation is expected to improve the quality of routine testing processes to 100%, if the instructions in the procedures manual are followed correctly.

DESCRIPTORES: Quality, manual, routine testing, ISO

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Contexto de la organización

Industrias Eléctricas Rymel Ecuador (IERE S.A), es una organización enfocada al diseño, ensayos eléctricos, fabricación, reparación y comercialización de transformadores de distribución eléctrica de corriente alterna, tanto trifásicos como monofásicos, los cuales son utilizados para el abastecimiento eléctrico de conjuntos residenciales, edificios, centros comerciales, zona urbana y rural. (Rymel, 2017)

La organización surge en el año 2017 con una asociación estratégica entre ESEMEC S.A fundada en 1981 en Ecuador, Quito, la cual presta servicios y suministros electromecánicos a las diversas empresas públicas y privadas del país. (ESEMEC, s.f.).

En conjunto con Rymel S.A.S fundada en 1977 en Colombia, Medellín; como una planta reparadora de transformadores de distribución eléctrica. Más adelante, gracias a la experiencia y análisis de los resultados obtenidos de innumerables reparaciones, se inicia la fabricación de transformadores de distribución primaria para un nivel de voltaje máximo de 15 KV. (RYMEL, s.f.)

Esemec S.A comercializaba transformadores de distribución en el sector eléctrico ecuatoriano, por ello importaba transformadores de Rymel S.A.S desde Colombia. Al observarse la gran demanda de transformadores; así como los inconvenientes en tiempos de entrega por importación, se ven en la necesidad de crear una sociedad. Gracias a la experiencia de las dos empresas se establece una planta de fabricación en Ecuador-Sangolquí elaborando transformadores de distribución eléctrica, tanto monofásico y trifásico. Se registran mediante la marca comercial “EVOLGY”.

A nivel mundial la industria de transformadores eléctricos se encuentra liderada por ABB, Prolec.GE, Siemens, Cooper Power Systems, es muy común que los transformadores de estas empresas sean adquiridos en el sector eléctrico ecuatoriano gracias a sus trayectorias y conocimientos de técnicos e ingenieros, encargados de diseñar, instalar y dar mantenimiento a los mismos. (Josué, 2019)

Los avances tecnológicos y maquinaria automatizada tienen una gran ventaja en estas empresas, donde es muy fácil producir grandes cantidades en serie de transformadores con diferentes potencias y parámetros nominales. Por ello se establece una desventaja en las empresas nacionales, donde no pueden llegar a ser tan competitivas como las mencionadas con anterioridad. La situación mencionada anteriormente sufre un reverso en el año 2007, gracias a Petroamazonas EP, y otros entes gubernamentales donde se prioriza la compra de productos nacionales, agregando un arancel del 35 % a transformadores importados. (Josué, 2019)

Ecuador, empieza a desarrollar fábricas de transformadores eléctricos a principios de los años 70, ya que contaba con un nivel bajo de conocimientos técnicos, los cuales no fueron desarrollados en el sector privado ni en la academia por lo que el país se dedicaba más a la importación y comercialización que a su propia fabricación.

En este sentido surgen las empresas INATRA S.A, ECUATRAN, MORETRAN C.A y RVR de las mencionadas anteriormente, la principal competencia para IERE S.A es INATRA S.A y ECUATRAN, ya que su mercado abarca transformadores de distribución en redes aéreas bajo la norma NTE INEN 2120, mientras que RVR se dedica a realizar transformadores de potencia para el sector petrolero, la venta de transformadores es un actividad comercial muy rentable siempre y cuando se logren cumplir normas de fabricación acorde a la calidad y funcionalidad del mismo.

Tabla 1: Impuesto a la renta Causado

Año	ECUATRAN	IERE S.A	INATRA S.A	RVR	MORETRAN C.A
2002	\$66.754,99		\$2.939,14		\$806,96
2003	\$44.998,88		\$5.996,64		\$0,00
2004	\$0,00		\$10.381,34		\$0,00
2005	\$128.552,17		\$13.995,98		\$0,00
2006	\$249.515,39		\$21.979,30	No existe	\$0,00
2007	\$298.891,36		\$29.173,12		\$0,00
2008	\$372.215,72		\$65.224,63		\$7.772,48
2009	\$308.205,59	No existe	\$91.273,32		\$34.458,28
2010	\$357.271,86		\$134.497,13		\$56.840,93
2011	\$318.199,66		\$176.388,32		\$60.561,58
2012	\$313.594,40		\$495.402,03	\$39.571,24	\$96.573,72
2013	\$356.557,66		\$396.148,40	\$146.742,84	\$76.537,72
2014	\$170.680,79		\$432.063,12	\$122.164,17	\$214.649,33
2015	\$331.409,44		\$745.976,91	\$166.994,03	\$91.387,76
2016	\$145.036,32		\$426.130,71	\$136.792,15	\$56.947,85
2017	\$91.544,09	\$0,00	\$459.239,18	\$161.331,42	\$44.780,59
2018	\$0,00	\$232,08	\$482.748,27	\$219.575,60	\$46.177,13
2019	\$45.061,07	\$2.237,96	\$336.171,66	\$108.980,69	\$42.992,57
2020	\$0,00	\$881,25	\$171.890,32	\$108.980,69	\$25.371,65
TOTAL	\$3.598.489,39	\$3.351,28	\$4.497.619,52	\$1.133.280,61	\$855.858,55

Fuente: Servicio de Rentas Internas**Elaborado por:** El Investigador

Se puede observar en la Tabla 1 el impuesto generado de las ventas, por empresas fabricantes de transformadores del 2002 al 2019.

La información permite conocer el mercado de transformadores, definiendo claramente la rentabilidad para los fabricantes. Con la misma se puede realizar una comparación entre las empresas nacionales mencionadas con anterioridad; respecto a los niveles de venta, permitiendo conocer cuál es la líder; se puede apreciar que IERE S.A se encuentra en último lugar con valores muy por debajo de los esperados.

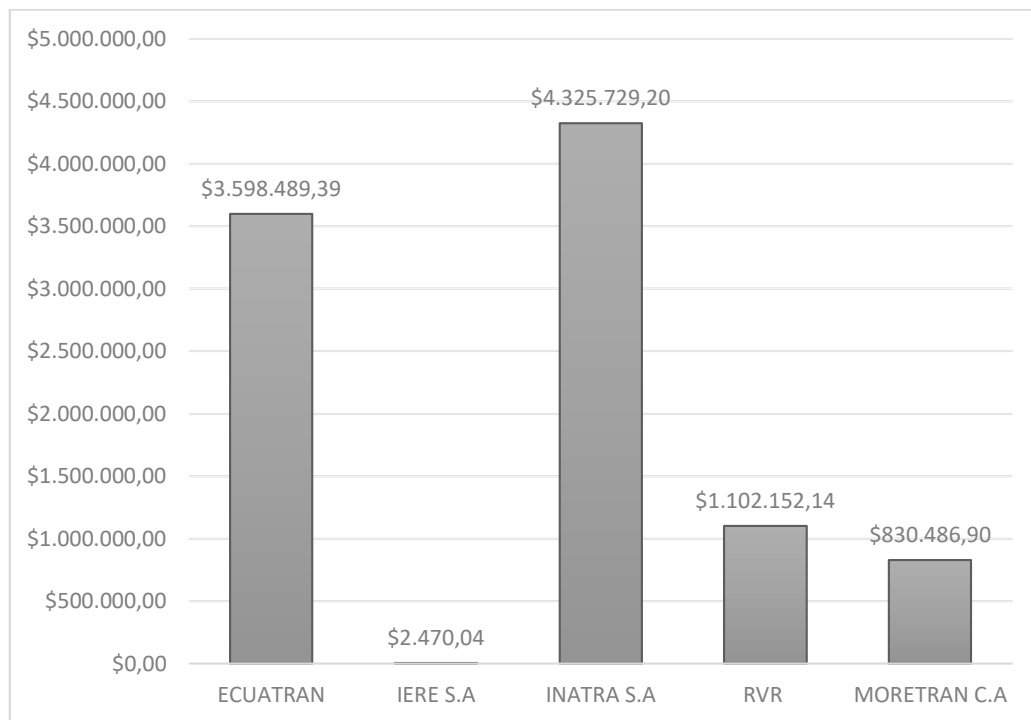


Figura 1: Impuesto a la renta generado por fabricantes de transformadores

Fuente: Servicio de Rentas Internas

Elaborado por: El investigador

La Figura 1 representa el consolidado de valores generados de impuesto a la renta en el periodo 2002-2019. Las empresas de una u otra forma buscan maximizar las utilidades y así mantener a flote la organización, donde el impacto de los impuestos generados es una herramienta para encaminar la empresa (Hernandez R. , 2010).

IERE S.A indica una participación mínima debido al posicionamiento de empresas ya reconocidas en el ámbito eléctrico de distribución de energía, comprometiendo el crecimiento y la generación de utilidades para así poder innovar en maquinaria y mejorar la calidad de los transformadores.

IERE S.A es una empresa enfocada al diseño, fabricación, mantenimiento, ensayos eléctricos y comercialización de transformadores eléctricos, ubicada en Sangolquí fundada en el año 2017, gracias a una asociación estratégica entre ESEMEC y RYMEL S.A.S, los transformadores producidos con más frecuencia es el monofásico auto-protegido para redes aéreas de capacidades nominales principalmente correspondientes a: 37.5 KVA y 50 KVA de voltaje primario 13800

V y secundario 220/127 V, empleados principalmente en la ciudad de Quito; gracias a concursos y licitaciones ganadas IERE S.A en los meses de Noviembre 2019 y enero 2020 logra aumentar su producción desatacando su laboratorio de Ensayos Eléctricos.



Figura 2: Ubicación del laboratorio de ensayos eléctricos

Fuente: Planta de producción IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Contar con un laboratorio de Ensayos Eléctricos permite verificar parámetros en los procesos de producción, como indica la Figura 2, se establece un plan de trabajo para realizar 32 pruebas en una jornada laboral de 8 horas de trabajo.

Antecedentes

IERE S.A se enfoca en el sector eléctrico suministrando transformadores de distribución monofásico y trifásico para redes aéreas. Como parte del proceso final de fabricación y control de la calidad de los parámetros nominales del transformador, los mismos deben ser verificados en el laboratorio de Ensayos Eléctricos, para realizar la verificación del cumplimiento de las normas NTE INEN 2111:2013 Segunda revisión. Se corresponde a la segunda etapa del proceso, la parte en la cual se centrará principalmente la investigación.

Las pruebas de rutina de los transformadores en IERE S.A son relativamente nuevas y con un nivel de experiencia casi nulo en comparación con la competencia cómo, por ejemplo, INATRA S.A y ECUATRAN. Además, no cuenta con un sistema de calidad donde se indican los pasos a seguir para la verificación de los parámetros eléctricos de un transformador en el laboratorio. Se indica que no existe un procedimiento específico, como resultado, se tienen transformadores que no cumplen los requisitos establecidos en las normas mencionadas con anterioridad, como indica la Figura 3.

La mencionada situación ocasiona demasiados reprocesos y atrasos en tiempos de entrega y, pérdidas económicas importantes para la empresa; Así mismo, la situación mencionada anteriormente produce un deterioro de la imagen corporativa de la marca comercial “EVOLGY”, de ocurrir un reproceso se ven obligados a desarmar completamente el transformador, vaciar el aceite ya procesado y sustituyendo la bobina o el núcleo; dependiendo del tipo de prueba realizada en el transformador no satisfactoria. De ahí, la importancia de realizar ensayos tanto: a bobinas, núcleo y aceite dieléctrico, para poder ensamblar y encubar los componentes del transformador con la seguridad de aprobación correspondiente a las pruebas de rutina, con vista a su puesta en marcha. Por esta razón, el proceso se convierte en una situación crítica al no aplicar los procedimientos de calidad de manera continua y sistemática, siendo así un proceso no sostenible y de poca fiabilidad.



Figura 3: Árbol de problemas
Fuente: Investigación directa
Elaborado por: El investigador

De acuerdo a la Figura 3, al no cumplir con la norma NTE INEN 2111:2013, ocasiona que los transformadores no puedan entrar en servicio, debido a las causas que interactúan con los efectos.

El incorrecto adiestramiento a los colaboradores de la empresa, en el proceso de pruebas de rutina incide con la generación de reprocesos, afectando negativamente, por aumentar horas de trabajo, material entre otros a un proceso que debe ser satisfactorio en primera instancia.

La inexistencia de documentos, procedimientos, manuales que sirvan de apoyo a los colaboradores, no permite el correcto desarrollo de actividades, afectando los tiempos de entrega previamente establecidos con el cliente, creando una mala imagen corporativa.

Crear responsabilidades es fundamental, debido a que el o los responsables pueden observar e identificar deficiencias en o los procesos, la inexistencia de estos puede crear una baja calidad o daños irreversibles en los transformadores.

Justificación

Para cualquier empresa u organización, contar con un manual de procedimiento es un requisito **importante**, se logra evitar errores que involuntariamente se cometen dentro de áreas funcionales provocando procesos deficientes. Internamente es utilizado como una herramienta donde se puede definir procesos y responsabilidades que son fácilmente de identificar. Lo cual permite tener un flujo de información controlada. Externamente puede ser solicitado por algún proveedor, cliente, ente de regulación y acreditación entre otros.

Para IERE S.A la culminación del estudio tendrá un **impacto** positivo, beneficiando los procesos en cada etapa de prueba que tenga que ser sometido el transformador, ya que se trabajará bajos parámetros normalizados y estandarizados. El propósito de la propuesta es mejorar el proceso de ensayos eléctricos mediante la elaboración de un manual de procedimiento.

Una vez desarrollado el manual de procedimiento se espera sea de **utilidad** para el proceso de ensayos eléctricos, que va de la mano con el proceso de producción, siendo una herramienta que permitirá establecer estrategias operativas en puestos de trabajo donde presenten fallos productivos, de esta manera se logrará un incremento en la productividad eliminando los reprocesos.

Los **beneficiarios** de la propuesta es la empresa IERE S.A y todos sus colaboradores ya que el manual de procedimiento puede ser una herramienta que auxilie al personal a tener un mejor adiestramiento y capacitación, al describir de manera detallada todas las actividades que deben ejecutarse para cada proceso, en la producción de transformadores eléctricos.

La propuesta se considera **factible**, ya que la implementación del manual de procedimiento en la empresa sirve como guía a los colaboradores, ya sea personal antiguo o nuevo, evitando complejidad de entendimiento y ejecución en las tareas. Cuenta con el apoyo de la alta gerencia, ya que siempre se busca mejorar los procesos, aumentando la satisfacción del cliente y finalmente impulsando la marca comercial “EVOLGY”.

Objetivo General

Diseñar un manual de procedimiento de pruebas de rutina a transformadores de distribución eléctrica monofásicos y trifásicos de la empresa IERE S.A, a través de herramientas de calidad, para mejorar el desarrollo de actividades.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de pruebas de rutina, mediante un diagrama Ishikawa para determinar la causa raíz del problema.
- Diseñar un flujograma para el proceso de pruebas de rutina con el uso de la simbología de norma ANSI, para representar gráficamente y de manera detallada los pasos a seguir durante el mismo.
- Diseñar un manual de procedimientos, mediante los parámetros que establece la norma ISO 9001-2015, para registrar correctamente valores obtenidos de las pruebas de rutina y mejorar el desarrollo de actividades.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual del proceso.

Es necesario diagnosticar cómo se encuentra el proceso, dentro del laboratorio eléctrico, lugar el cual es el encargado de la realización de pruebas de rutina encaminadas al control de la calidad de los transformadores de distribución monofásicos y trifásicos. En IERE S.A, se detecta que existen fallas al momento de realizar las pruebas de rutina, por distintos factores, tal es el caso, de la prueba de voltaje de cortocircuito o pérdidas sin carga vacío, el colaborador realiza seteos y conexiones erróneas de equipos de medición adicional, no comprueba los valores mínimos requeridos establecidos por las normas INEN – 2114, para que el transformador pueda entrar en funcionamiento. Los procesos son claves y fundamentales para las organizaciones, que busca innovación y mejora en la calidad.

La innovación en procesos, permite explotar las oportunidades que logran ofrecer los cambios, creando una cultura innovadora, siendo la empresa capaz de adaptarse a nuevas exigencias y situaciones del mercado en el cual compete. (Robalino-Lopez, 2017)

La organización que trabaja con enfoque al proceso, logra una mejor visión de las actividades planteadas, facilita el uso de herramientas de calidad, para controlar el trabajo y a su vez mejorarlo, ya sea en una o distintas áreas involucradas, siempre con un enfoque a la satisfacción del cliente. (Maldonado, 2017)

Cada actividad dentro del proceso, debe estar enfocado a brindar un valor agregado, al producto, por esta razón es indispensable que los colaboradores estén comprometidos, con los procesos, los cuales van acompañados por responsables y controles que permitan asegurar su eficiencia y eficacia.

La Figura 4 muestra el mapa de procesos de IERE S.A, el cual contiene los tres tipos de procesos: Estratégicos, Operativos y de Apoyo, se realiza por medio de observación de campo por parte del investigador, debido a que la empresa no contaba con uno.

Mapa de Procesos

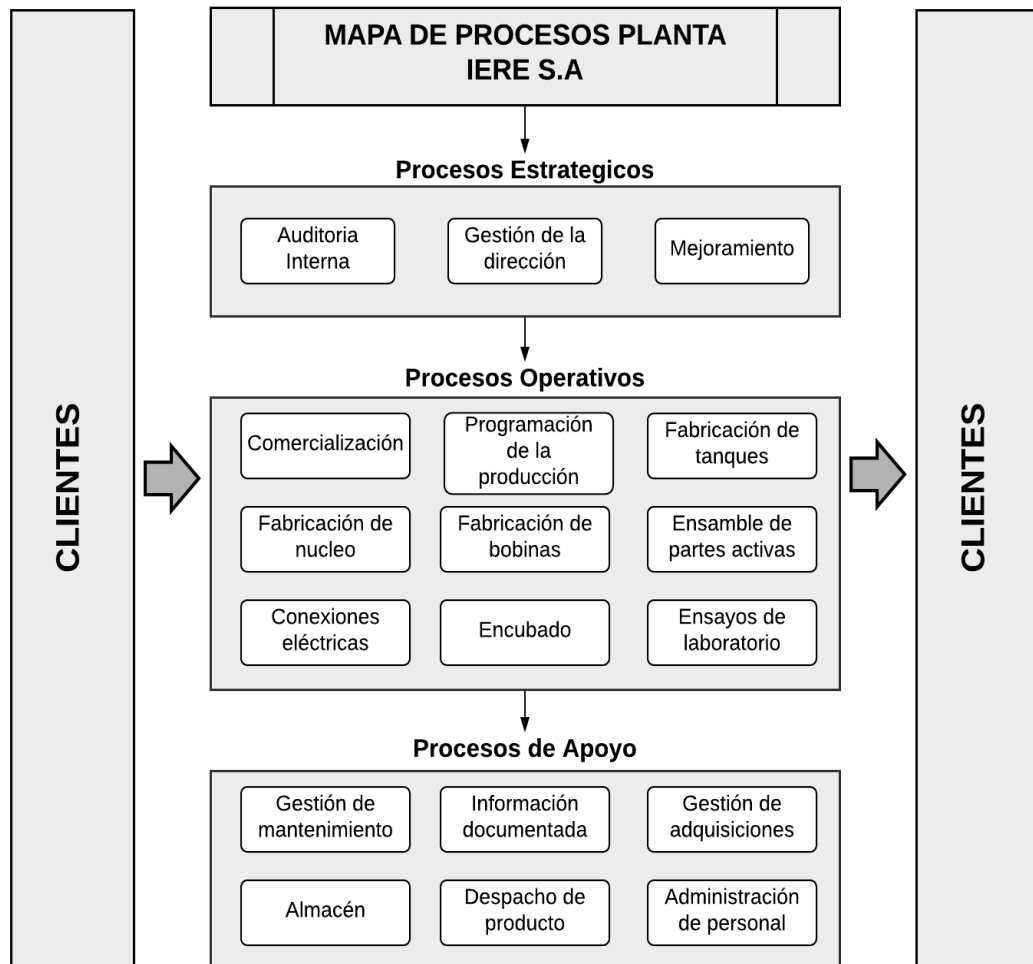


Figura 4: Diagrama de proceso

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Esta investigación, se centrará en el proceso operativo, (ensayos de laboratorio), por ser un proceso donde involucra la fabricación de transformadores y control de calidad. En este caso las pruebas de rutina, es donde se pretende realizar el estudio; el diagrama presentado en la Figura 4, muestra la interacción de los procesos operativos en la planta IERE S.A

Diagrama de flujo bajo normativa ANSI

Un diagrama de flujo, mal realizado, incoherente, con un lenguaje gráfico erróneo, impide comprender el procedimiento que se pretende estudiar. De ahí surge la necesidad de utilizar símbolos que aporten un significado preciso. (Fincowsky, 2009)

El mismo es inexistente en la empresa por lo que se procede a elaborar el flujograma del proceso de producción de transformadores, empleando simbología de la norma ANSI (American National Standard Institute), como indican las Figuras 14 y 15, finalizando con flujogramas individuales en cada manual de procedimientos de las distintas pruebas de rutina.

Símbolo	Representa
	Inicio o término. Indica el principio o el fin del flujo. Puede ser acción o lugar; además, se usa para indicar una oportunidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.
	Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento.
	Documento. Representa cualquier documento que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más opciones.
	Archivo. Indica que se guarde un documento en forma temporal o permanente.
	Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte del mismo.

Figura 5: Norma ANSI, (diagramas de flujo)

Fuente: (Fincowsky, 2009)

Elaborado por: El investigador

Pruebas de rutina enfocado a criterios de calidad.

Tabla 2: Tipo de pruebas no satisfactorias

Criterio de calidad	Tipo de error
Relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular	A
Medición de la resistencia de los devanados	B
Medición de la resistencia al aislamiento con megaóhmetro	C
Medición de los voltajes de cortocircuito	D
Medición de las pérdidas corriente sin carga vacío y corriente de excitación	E

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Bajo los criterios de calidad mencionados en la Tabla 2, el investigador muestra en los trimestres de mayo 2020 – octubre 2020, la cantidad y el tipo de transformador, para de esta manera conocer los tipos de pruebas más deficientes al momento de realizar las pruebas de rutina.

Histórico de producción mayo 2020- octubre 2020

A continuación, las Tablas 3, 4, 5, 6, 7 y 8 muestran los registros de producción, desde mayo del 2020, hasta octubre del 2020, detallando el tipo de transformador, su potencia, voltaje, código de serie y los errores de calidad que presentaron asociados a la Tabla 2.

Tabla 3: Registro de producción y errores de calidad mayo 2020

# de Fase	Tipo	Potencia (KVA)	Voltaje	Código	Errores de calidad	Tipo de error
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7A	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7B	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7C	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7D	-	-

Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7E	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7F	1	A
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA75	1	A
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA76	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA77	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA78	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA79	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA80	-	-
Monofásico	Auto protegido	25	6300-240	2F0841EA81	2	D-E
Monofásico	Auto protegido	50	6300-240	2F0841EA82	2	D-E

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Tabla 4: Registro de producción y errores de calidad junio 2020

# de Fase	Tipo	Potencia (KVA)	Voltaje	Código	Errores de calidad	Tipo de error
Monofásico	Auto protegido	25	13200-240	2EF68E0E35	1	A
Monofásico	Auto protegido	15	7620-240	2F02D55C25	1	E
Monofásico	Auto protegido	15	7620-240	2F02D55C89	1	E
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F02C61BD9	-	-
Trifásico	Pad Mounted Radial	75	13800-240	2F02C61B75	1	D
Monofásico	Auto protegido	25	7960-240	2F02D55D51	-	-
Monofásico	Auto protegido	25	7960-240	2F02D55F45	-	-
Monofásico	Auto protegido	25	13200-240	2F02D55E19	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F02D55CED	-	-
Monofásico	Auto protegido	50	13200-240	2F02D55E7D	1	E

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Tabla 5: Registro de producción y errores de calidad julio 2020

# de Fase	Tipo	Potencia (KVA)	Voltaje	Código	Errores de calidad	Tipo de error
Monofásico	Pad Mounted Radial	37,5	13200-240	2EF68E0E35	1	A
Monofásico	Pad Mounted Radial	37,5	13200-240	2F02D5600E	1	-
Trifásico	Pad Mounted Radial	100	22860-220	2F02D55DB5	-	-
Monofásico	Auto protegido	10	7960-240	2F02D560D5	2	D-E
Monofásico	Auto protegido	15	7960-240	2F02D560D6	-	-
Monofásico	Auto protegido	15	7960-240	2F02D560D7	-	-
Monofásico	Auto protegido	15	7960-240	2F02D560D8	-	-
Monofásico	Auto protegido	50	7960-240	2F02D56265	1	D

Fuente: IERE S.A**Elaborado por:** El investigador

Tabla 6: Registro de producción y errores de calidad agosto 2020

# de Fase	Tipo	Potencia (KVA)	Voltaje	Código	Errores de calidad	Tipo de error
Monofásico	Pad Mounted Radial	75	13200-240	2F02D56201	2	A-B
Monofásico	Auto protegido	5	7960-240	2F0832A8FD	-	-
Trifásico	Convencional	30	22860-220	2F0832A899	1	C
Trifásico	Convencional	50	22860-220	2F0832A89A	-	-
Trifásico	Convencional	30	13800-220	2F0832A961	1	C
Trifásico	Convencional	100	22860-220	2F02891469	-	-
Trifásico	Pad Mounted Radial	150	22860-220	2F0289133D	1	B
Trifásico	Convencional	150	22860-220	2F02891405	-	-
Trifásico	Convencional	30	13800-220	2F02A79ADD	2	C-B
Monofásico	Auto protegido	15	7960-240	2F029854B7	-	-
Monofásico	Auto protegido	15	7960-240	2F029854B8	-	-
Trifásico	Convencional	50	13800-220	2F029854B5	-	-
Trifásico	Convencional	50	13800-220	2F029854B6	-	-

Fuente: IERE S.A**Elaborado por:** El investigador

Tabla 7: Registro de producción y errores de calidad septiembre 2020

# de Fase	Tipo	Potencia (KVA)	Voltaje	Código	Errores de calidad	Tipo de error
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7A	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7B	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7C	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7D	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7E	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA7F	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA75	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA76	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA77	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA78	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA79	-	-
Monofásico	Auto protegido	37,5	13200-240	2F0841EA80	-	-
Monofásico	Auto protegido	25	6300-240	2F0841EA81	-	-
Monofásico	Convencional	50	6300-240	2F0841EA82	2	E-D
Monofásico	Convencional	50	6300-240	2F0841EA83	2	E-D
Monofásico	Convencional	50	6300-240	2F0841EA84	1	E

Fuente: IERE S.A**Elaborado por:** El investigador**Tabla 8:** Registro de producción y errores de calidad octubre 2020

# de Fase	Tipo	Potencia (KVA)	Voltaje	Código	Errores de calidad	Tipo de error
Trifásico	Convencional	75	13800-220	2F0841E9AD	-	-
Trifásico	Pad Mounted Radial	75	13800-220	2F0832A709	2	E-D
Monofásico	Convencional	50	7960-240	2EFC37CA3F	-	-
Monofásico	Convencional	50	7960-240	2EFC37CA40	-	-

Fuente: IERE S.A**Elaborado por:** El investigad

Porcentaje de errores en pruebas de rutina

Tabla 9: Cálculo de frecuencias de errores de calidad mayo 2020-octubre 2020

Errores de calidad	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
Tipo A										
Relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular	2	1	1	1	0	0	5	17,24%	5	17,24%
Tipo B										
Medición de la resistencia de los devanados	0	0	0	3	0	0	3	10,34%	8	27,59%
Tipo C										
Medición de la resistencia al aislamiento con megaóhmetro	0	0	0	3	0	0	3	10,34%	11	37,93%
Tipo D										
Medición de los voltajes de cortocircuito	2	1	2	0	2	1	8	27,59%	19	65,52%
Tipo E										
Medición de las pérdidas corriente sin carga vacío y corriente de excitación	2	3	1	0	3	1	10	34,48%	29	100,00%
							29	100,00%		

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Con los registros analizados mes a mes en el periodo de mayo 2020 a octubre 2020, se procede a calcular la frecuencia de errores de calidad en el proceso de pruebas de rutina con mayor incidencia como indica la Tabla 9.

Diagrama de Pareto

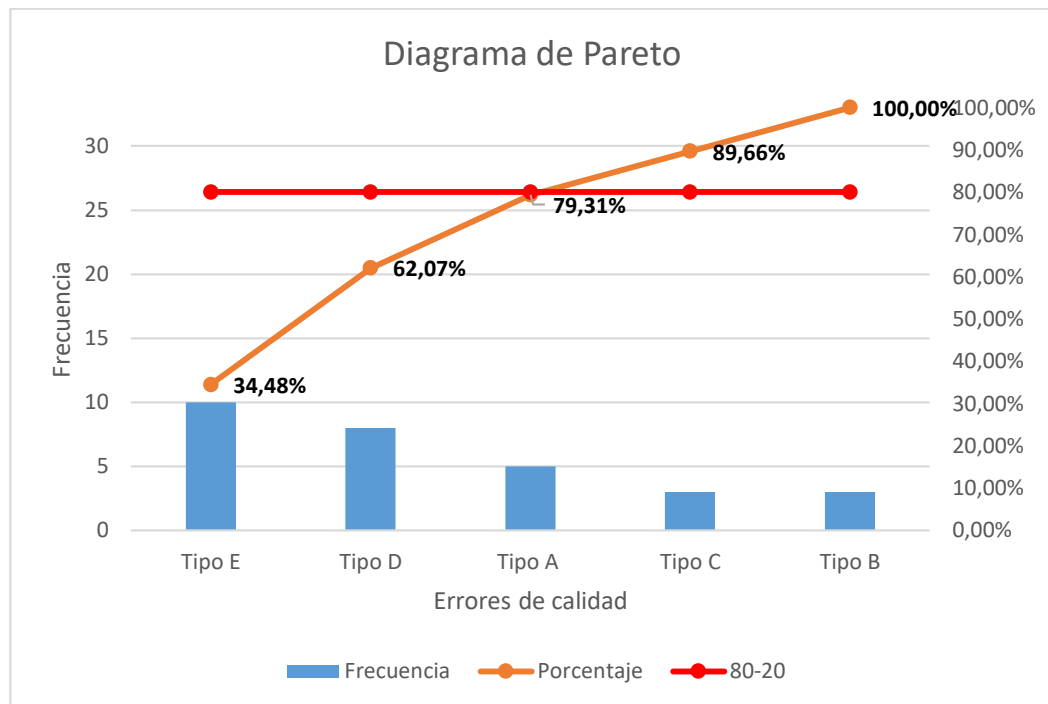


Figura 7: Diagrama de Pareto errores de calidad mayo 2020 - octubre 2020

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

El diagrama de Pareto permitirá complementar el estudio, brindando la posibilidad de representar las causas, en orden de importancia, la contribución de cada elemento al efecto total y, ordena las oportunidades de mejora, desde la más frecuente hasta la menos frecuente

Después de realizar el diagrama de Pareto como muestra la Figura 7, durante el periodo en estudio las causas más representativas son los siguientes:

- Tipo E (Medición de las pérdidas corriente sin carga vacío y corriente de excitación)
- Tipo D (Medición de los voltajes de cortocircuito)
- Tipo A (Relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular)

Estos tipos de errores representan el 80% de las fallas de calidad

Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)

Para complementar el diagrama de Pareto, se empleará el diagrama causa - efecto, el cual es un método gráfico que relaciona un problema con las causas que lo generan, y los efectos que se producirían, los cuales pueden ser controlados, para el caso en cuestión.

Estas herramientas facilitan la recolección de datos, su cuantificación, permitiendo obtener indicadores para realizar el diagnóstico actual del proceso, y proponer una alternativa de mejoramiento. (Ocaña, 2017)

La herramienta causa - efecto se aplica a un proceso ineficiente, bajo el método de las 6 M, estos seis aspectos definen de forma global, aportando de forma individual una variabilidad al procesos o producto estudiado.

Por lo que es natural esperar que alguna de las causas de un problema esté relacionado con alguna de las 6M. (Humberto Gutiérrez Pulido, 2013)

Máquinas o equipos: Los equipos empleados para realizar las pruebas de rutina a los transformadores de distribución, deben ser asignados con distintos parámetros, según la potencia y voltaje del transformador.

Mano de obra: No existe un responsable de realizar las pruebas de rutina, el personal de la planta de los distintos procesos de producción al terminar sus labores, son encargados al azar de realizar las pruebas de rutina generando rotación de personal, la capacitación impartida no es suficiente, el personal es relativamente nuevo y no cuenta con conocimientos técnicos.

Materia prima: En este apartado no se encuentran problemas sustanciales que involucren el proceso de pruebas de rutina a transformadores eléctricos.

Métodos: La empresa IERE S.A no cuenta con manuales de procedimientos para la realización de las pruebas de rutina, encaminadas al control de la calidad de la producción de transformadores. No existe una comunicación correcta, dificultando asignación de tareas.

Mediciones: Esta rama destaca la importancia del sistema de medición para la calidad, ya que una correcta medición, ayuda a tomar decisiones y acciones. En este caso las mediciones que se obtiene de los transformadores, marcan la posibilidad de tener un reproceso si no cumple con los parámetros establecidos en las normas INEN 2111.

Medio ambiente: El ambiente de trabajo no afecta en la realización de pruebas de rutina, por lo que no aplica esta M en el diagrama Ishikawa.

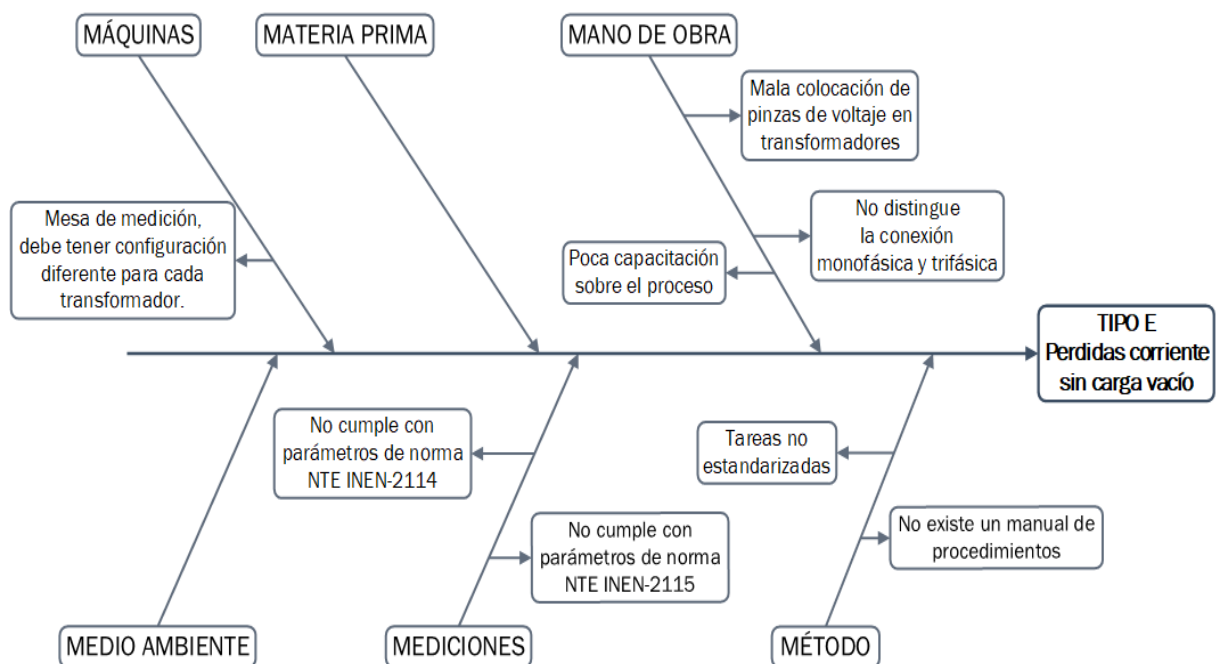


Figura 8: Diagrama Ishikawa pérdidas de corriente sin carga vacío

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

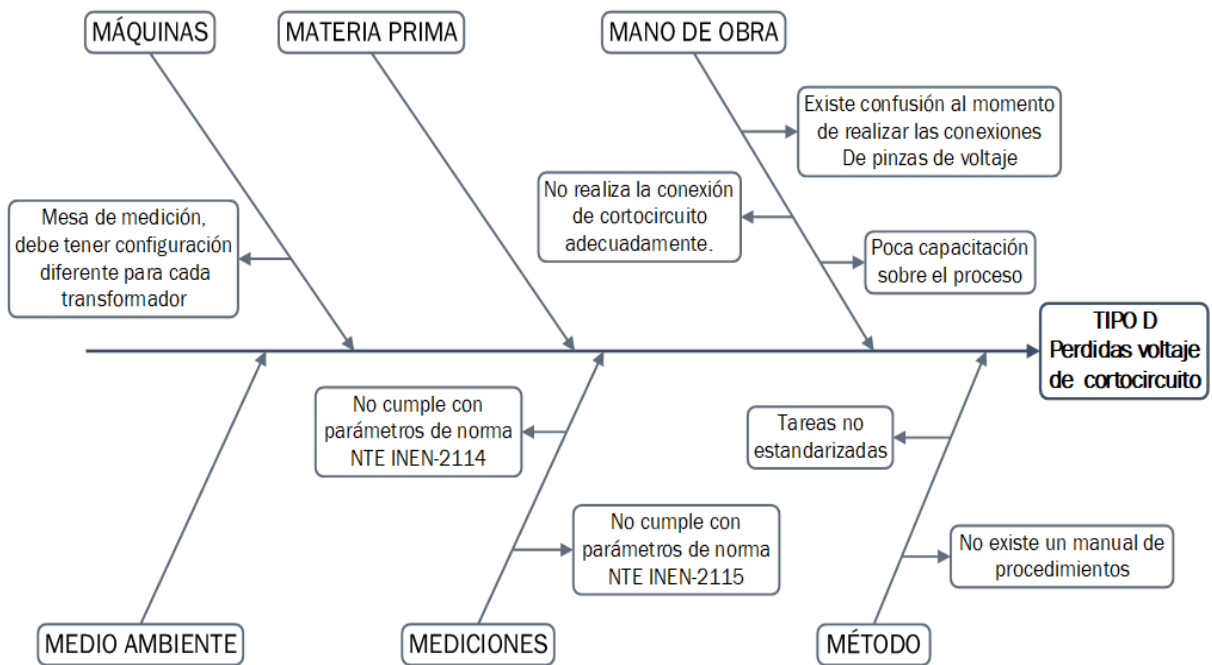


Figura 9: Diagrama Ishikawa pérdidas de voltaje de cortocircuito.

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

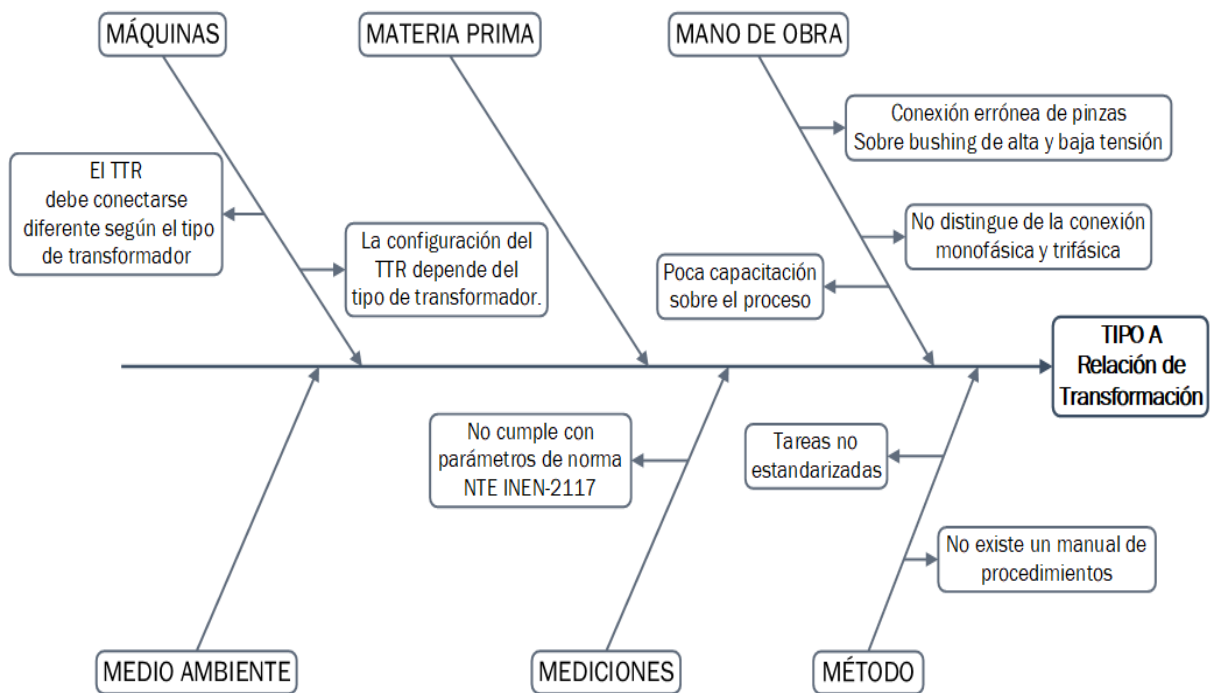


Figura 10: Diagrama Ishikawa pérdidas corriente sin carga vacío.

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Terminado los diagramas Ishikawa, (Figuras 8, 9 y 10), donde se representó el 80% de las fallas de calidad, analizado en el periodo de mayo 2020 - octubre 2020, se establece criterios en una escala de 1 a 3, con la finalidad de evaluar las causas; 1 representa menos factible, 2 más factible y 3 significativamente factible, con esto se logra transformar la medición subjetiva que es la que corresponde a responder los diagramas Ishikawa, a una valoración objetiva. (Jeison, 2018)

Esta puntuación, fue realizada por personas expertas en los procesos de fabricación de transformadores y métodos de ensayo (Pruebas de rutina), pertenecientes a la empresa IERE S.A, los cuales fueron las siguientes personas:

- Gerente de planta (Ingeniero Eléctrico)
- Jefe de Producción (Ingeniero Eléctrico)
- Jefe de Operaciones (Ingeniero Mecánico)

Matriz de criterios ponderados

La matriz de criterios consiste en una matriz de doble entrada, en la cual se busca obtener la solución más factible e idónea, al problema que se pretende resolver. La Figura 11, indica los criterios empleados en la matriz.

¿Es un factor que dirige al problema?	
¿Ocasiona directamente el problema?	
Si se elimina, ¿Se corrige el problema?	
¿Plantea una solución factible?	
¿La solución es medible?	
¿La solución es de bajo costo?	

Figura 11: Criterios empleados
Fuente: IERE S.A
Elaborado por: El investigador

Tabla 10: Matriz de criterios ponderados

Causa	Soluciones	Criterios						TOTALES
Maquinas	Solución	Factor	Causa Directa	Solución	Factible	Medible	Bajo costo	
Conexión de los equipos de medición debe ser diferente según el tipo de transformador	Proveer un manual de procedimiento detallado donde se explique el paso a paso de cómo realizar las pruebas de rutina	3	1	3	3	2	3	15
Configuración de los equipos varían según el tipo de transformador								
Mano de obra	Solución	Factor	Causa Directa	Solución	Factible	Medible	Bajo costo	
No distingue de la conexión monofásica y trifásica	Capacitación periódica a los trabajadores sobre los tipos de transformadores y conexiones para realizar las pruebas de rutina	3	2	2	3	2	1	13
Poca capacitación sobre el proceso								
Mala colocación de pinzas de medición, sobre transformadores	Señalar las pinzas con etiquetas	2	3	1	2	1	1	10
Mediciones	Solución	Factor	Causa Directa	Solución	Factible	Medible	Bajo costo	
No cumple con las normas NTE INEN 2114-2115-2117	Dotar de folletos con valores de pérdidas de cortocircuito y vacío	3	2	2	2	1	2	12
Método	Solución	Factor	Causa Directa	Solución	Factible	Medible	Bajo costo	
Tareas no estandarizadas	Crear un sistema de calidad para los procesos en el área de laboratorio	1	2	1	2	3	1	12
Falta de información documentada								

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

La Tabla 10, indica una matriz de criterios ponderados, al ser una herramienta de calidad utilizada para seleccionar entre más de una opción, en función de criterios previamente definidos, y de forma ponderada.

Valoración de soluciones en pruebas de rutina

Tabla 11: Valoración de soluciones

Nº	SOLUCIONES	VALORACIÓN
1	Proveer un manual de procedimiento detallado donde se explique el paso a paso de cómo realizar las pruebas de rutina	15
2	Capacitación periódica a los trabajadores sobre los tipos de transformadores y conexiones para realizar las pruebas de rutina	13
3	Señalar las pinzas con etiquetas	10
4	Dotar de folletos con valores de pérdidas de cortocircuito y vacío	12
5	Crear un sistema de calidad para los procesos en el área de laboratorio	12

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

La Tabla 11, indica como solución; Proveer un manual de procedimiento detallado donde se explique el paso a paso de cómo realizar las pruebas de rutina, con 15 puntos, el más alto sobre las otras posibles soluciones, donde están relacionadas directamente con las actividades del personal, y el manual de procedimientos ya que abarca de manera global cada punto, es decir cada solución con menos puntaje, forma parte de la estructura del manual de procedimientos.

El manual explicara de forma estructurada y paso a paso las actividades que los colaboradores deben seguir en el proceso de las pruebas de rutina, evitando errores de calidad, al ser una herramienta de capacitación para el personal, una fuente de consulta, incluso como documentación para el sistema de calidad en un

proceso a futuro para acreditación a la norma ISO-9001-2015, al ser esta una fuente de información documentada tanto física como digital.

Así también, se promueve asumir grandes retos y la consecución de resultados por parte de los colaboradores. En la empresa la eficiencia, el control de procesos, y la correcta realización del trabajo son factores claves, definiendo al éxito en términos de desarrollo y reconocimiento del recurso humano. (Maya, 2019).

Área de estudio

Dominio: Tecnología y Sociedad

Línea de investigación: Sistemas Industriales

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Calidad

Aspecto: Proceso de pruebas de rutina a transformadores eléctricos de distribución.

Objeto de estudio: Industrias Eléctricas Rymel Ecuador (IERE S.A)

Período de análisis: 2020-abril / 2021-marzo

Modelo operativo

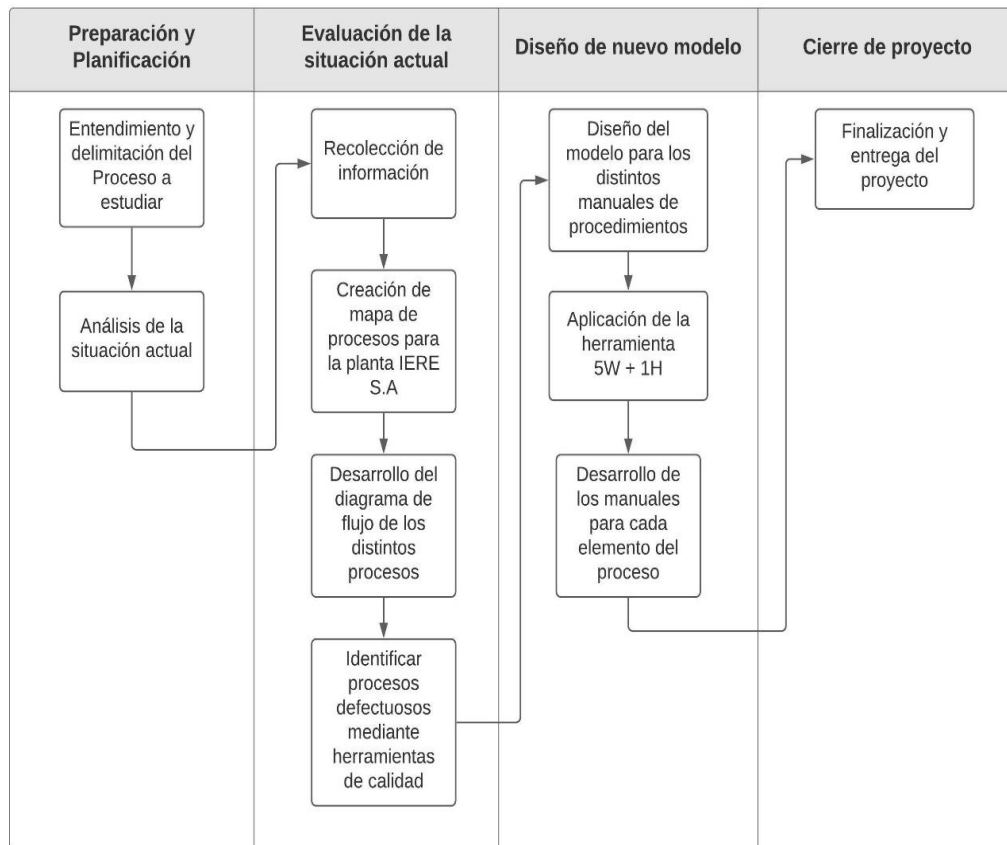


Figura 12 : Modelo Operativo

Fuente: (Contraloría & General, 2004)

Elaborado por: El investigador

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El presente proyecto tiene como finalidad, elaborar y entregar un manual de procedimientos, el cual detalla cada actividad que debe realizar en las distintas pruebas de rutina, que presentan los transformadores de distribución monofásicos y trifásicos, bajo un formato manejado por la empresa, con todos los requisitos necesarios que debe cumplir un manual de procedimientos, los cuales son; portada, índice de contenido, control de registros generados, objetivo, alcance, responsable, documentos de referencia, definiciones, desarrollo de las actividades que se debe realizar en cada prueba de rutina, diagrama de flujo y registros. Cada procedimiento cuenta con un código único.

Se plantea dentro del desarrollo de la propuesta, utilizar la herramienta de calidad 5W+1H.

El cual es un método, el cual consiste en hacer preguntas acerca de un proceso, o una problemática, con el objetivo de mejorar o solucionarla. Cuatro de las W (¿Quién lo hace?, ¿Qué se hace?, ¿Dónde lo hace?, ¿Cuándo lo hace?), y la H (¿Cómo lo hace?). La ultima W ¿Por qué lo hace?, se pregunta con frecuencia 5 veces lo que puede profundizar para llegar a la esencia del problema. (Guevara, 2013)

Se plantea un 5W+1H macro, para identificar de mejor manera el proceso de pruebas de rutina a transformadores de distribución, como indica la Figura 13, y un 5W+1H , y un micro enfocado a cada prueba de rutina como muestra la Tabla 12.

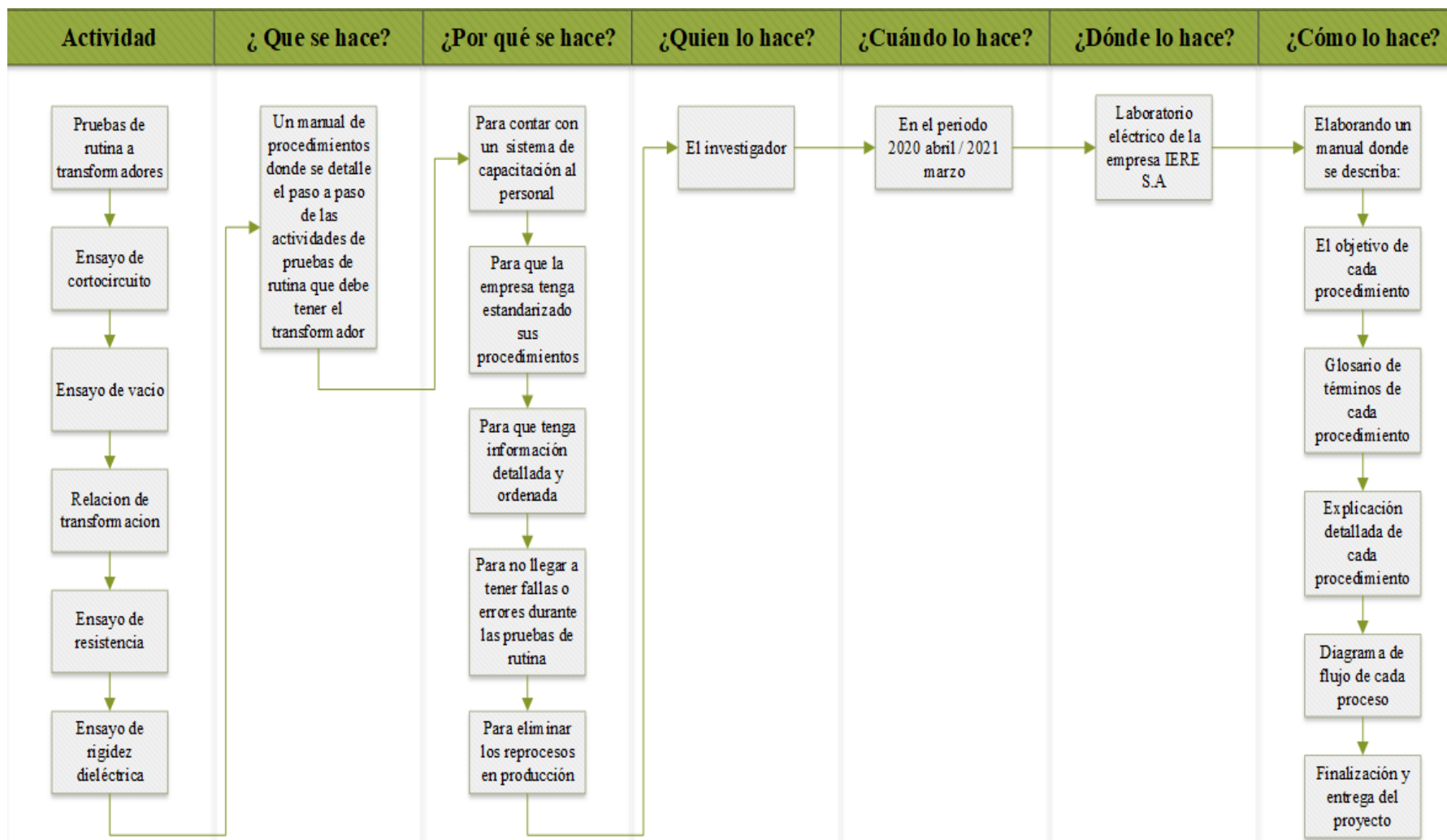


Figura 13: Diagrama de bloques 5W+1H

Fuente: Investigación directa

Elaborado por: El investigador

Tabla 12: Matriz 5W+1H

N°	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuándo?
1	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN	Por la correcta fabricación del transformador con la relación adecuada de espiras	Correcta utilización y configuración del equipo de medición TTR	Instalaciones IERE S.A, área de ensayos de laboratorio	Colaboradores del área de producción	Cuando el transformador llegue al área de pruebas
2	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS	Por comprobar las conexiones internas, realizadas en los devanados, fueron sujetadas firmemente	Correcta utilización del equipo de medición Winding resistance tester	Instalaciones IERE S.A, área de ensayos de laboratorio	Colaboradores del área de producción	Cuando termine la prueba 1
3	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO	Por determinar la cantidad de impurezas y humedad que puede tener los aislamientos del transformador	Correcta verificación de la resistencia mínima soportable bajo la operación con equipo megger	Instalaciones IERE S.A, área de ensayos de laboratorio	Colaboradores del área de producción	Cuando termine la prueba 2
4	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO	Por determinar las pérdidas de potencia en los bobinados primarios y secundarios	Correcta utilización y seteo de la mesa de prueba CW240 al aplicar una pequeña tensión al primario y cortocircuitando el secundario	Instalaciones IERE S.A, área de ensayos de laboratorio	Colaboradores del área de producción	Cuando termine la prueba 3
5	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN	por determinar las la pérdidas de potencia en hierro.	Correcta utilización y seteo de la mesa de prueba CW240 a través de las medidas de intensidad, tensión y potencia en el bobinado primario	Instalaciones IERE S.A, área de ensayos de laboratorio	Colaboradores del área de producción	Cuando termine la prueba 4

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

La Tabla 12, indica el análisis que consiste en responder seis preguntas (5W+1H); Qué (What), Por qué (Why), Cómo (How), Dónde (Where), Quién (Who), Cuándo (When), enfocado a cada prueba de rutina que se realiza a los transformadores de distribución, en el laboratorio de ensayos eléctricos; convirtiéndose de cierta manera en una lista de verificación, con el objetivo de implementar estrategias, de esta manera tener una constante mejora continua, optimizando la calidad del producto final, en este caso los transformadores. Finalmente, el análisis 5W+1H, se convierte en una herramienta de calidad, con la finalidad de obtener relaciones causa-efecto, subyacente a un problema.

Manual de Procedimientos

Manual

Documento que contiene información ordenada de manera sistemática, con instrucciones y/o procedimientos que se considere imprescindible para mejorar la ejecución de actividades. (GENERAL, 2018)

Procedimiento

Descripción secuencial y cronológica de las acciones que se debe desarrollar para con éxito una actividad. (GENERAL, 2018)

Bajo criterios de la ISO 9001:2015, contar con manuales de procedimientos no es requisito, en cambio la aportación de información documentada para evidenciar el cumplimiento de los requisitos de la norma si es obligatoria.

Un manual de procedimientos aporta orden y estructura de la información documentada, beneficiando al sistema de gestión de calidad, estos documentos indican una metodología y sistemática de los distintos procesos de una empresa. (Villoldo, s.f.)

La estructura de un manual de procedimientos no es definida, se adapta al tipo y modelo de empresa, definiendo los objetivos y alcances; Generando registros, para mantener la información documentada requerida por la norma internacional ISO 9001:2015, el siguiente listado indica la estructura que conformara los manuales de calidad:

1. Control de registros generados
2. Objetivo
3. Alcance
4. Responsable
5. Documentos de referencia
6. Definiciones
7. Desarrollo
8. Diagrama de flujo
9. Registros

Metodología PHVA

La norma internacional ISO 9001:2015, promueve adoptar un enfoque basado en procesos, cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficiencia del sistema de gestión de calidad, con el objetivo de mejorar la satisfacción del cliente. Para lograr la gestión por procesos y el sistema en su conjunto, se puede utilizar la metodología PHVA, (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), con un enfoque global sobre el “pensamiento basado en el riesgo” para prevenir “resultados no deseables”. (ISO, 2015)

El desarrollo de los manuales se basa en el ciclo Deming, conforme a la estructura del manual y a los objetivos específicos. La Figura 14, indica las distintas etapas que ejecutaran los manuales de procedimientos.

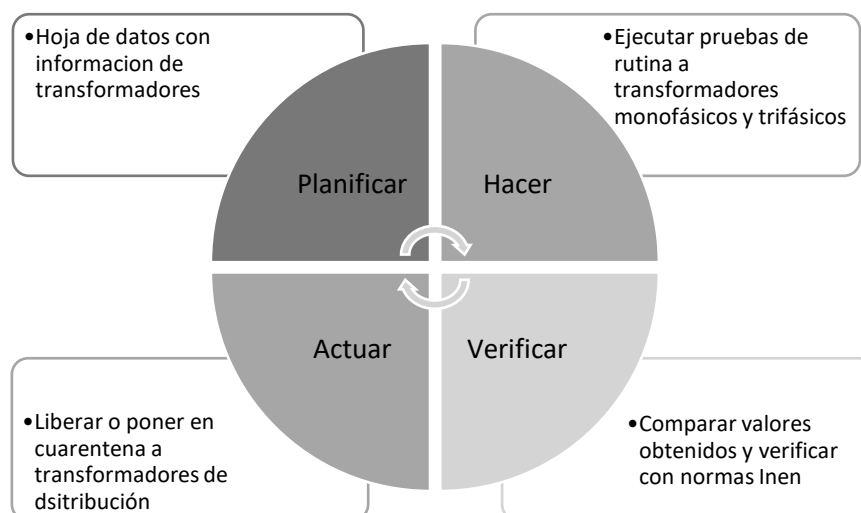


Figura 14: Ciclo Deming (PHVA) para el desarrollo de los manuales de procedimientos

Fuente: Investigación directa

Elaborado por: El investigador

Planificar: El comienzo de las pruebas de rutina, tendrá como inicio registrar las características de los transformadores en documentos (registros) para tener una trazabilidad.

Hacer: Se realizará las pruebas de rutina según la planificación establecida, gracias a los registros, de esta manera se obtiene una mejor organización, de tal manera que se puede setear las máquinas de medición para empezar con transformadores monofásicos y terminar con transformadores trifásicos dentro del laboratorio de ensayos eléctricos.

Verificar: Una vez iniciado las pruebas de rutina tanto a transformadores monofásicos como trifásicos, se tiene que verificar los valores obtenidos en la prueba de relación de transformación (TTR), pérdidas de vacío y cortocircuito, para no dañar los transformadores.

Actuar: Se Identifican los transformadores que cumplan o no, con los valores indicados en la norma NTE INEN 2114 y 2115, se procede a liberar para su despacho, en caso contrario se debe poner en cuarentena para sus arreglos y modificaciones de acuerdo a la problemática encontrada.

**Manuales de procedimientos de transformadores
de distribución monofásicos y trifásicos**

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 16



**MANUAL DE PROCEDIMIENTO
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN,
VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y
DESPLAZAMIENTO ANGULAR.
“MONOFÁSICO”**

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 16



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO.....	7
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	15
9. REGISTROS	16

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 16

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medición de relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

La relación de transformación, indica si el transformador ha sido fabricado con la relación adecuada de espiras, tanto en el devanado primario como secundario, es decir, determina si la tensión suministrada puede ser transformada exactamente a la tensión deseada.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 16

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2117: 2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 16

6.6 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

6.7 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.8 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.9 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.10 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

6.11 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

6.12 Espira: Una vuelta completa de un conductor.

6.13 Devanados de transformadores: Conjunto de espiras aisladas o de bobinas que forman un circuito eléctrico asociado con uno de los voltajes asignados al transformador.

6.14 Devanado con derivaciones: Un devanado en la que el número efectivo de vueltas puede cambiarse en pasos.

6.15 Devanado primario: Aquel que, en servicio, recibe energía eléctrica de un sistema.

6.16 Devanado secundario: Aquel que, entrega energía eléctrica a un sistema.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 16

6.17 Voltaje nominal primario: El aplicable bajo condiciones de régimen nominal atribuidas (condiciones normales de operación), a la totalidad del devanado primario, si no tiene derivaciones, o en la derivación principal.

6.18 Voltaje nominal secundario: El desarrollado en el total del devanado secundario, si no tiene derivaciones; o en la derivación principal, si las tiene, cuando el transformador funciona sin carga y se aplican el voltaje y frecuencia nominales en el devanado primario.

6.19 Relaciones de transformación nominal: Las existentes entre los voltajes nominales de dos o más devanados. Este valor puede expresarse por la relación entre el valor del voltaje aplicado a un devanado, menor o igual al voltaje nominal y el valor del voltaje desarrollado en el otro devanado.

6.20 Tap: En transformador, es el selector mecánico, que sobrepone al bobinado primario, un determinado número de espiras, con la finalidad de que la tensión de salida sea la adecuada según la regulación de tensión que se va a operar.

6.21 Conmutador: Selector mecánico del transformador, cambiador interno de derivaciones, con accionamiento externo, que se opera estando desenergizado.

6.22 Bushing de alta tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado primario y la red externa del voltaje primario.

6.23 Bushing de baja tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado secundario y la red externa del voltaje secundario.¹

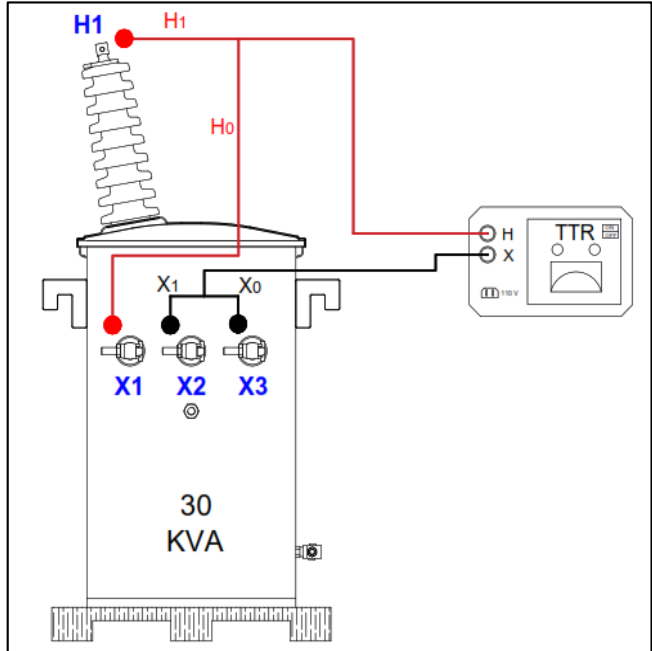
¹ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 16

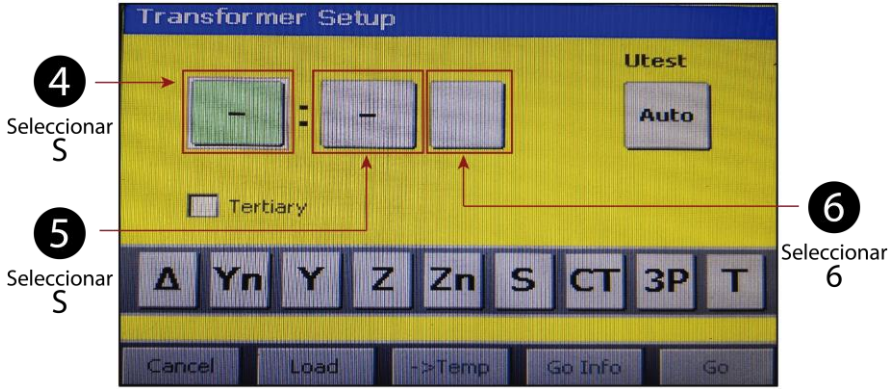
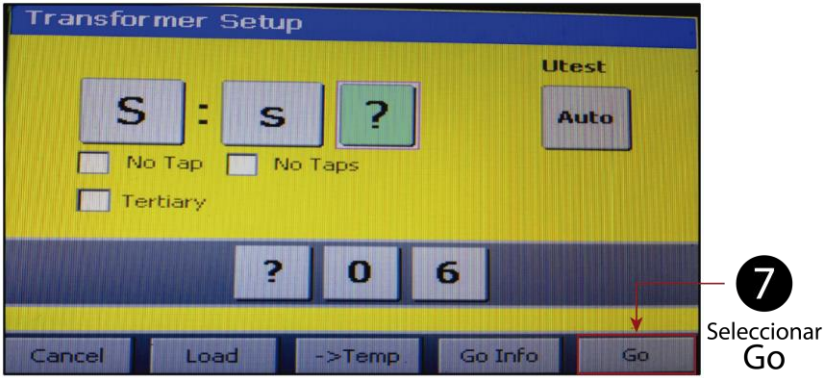
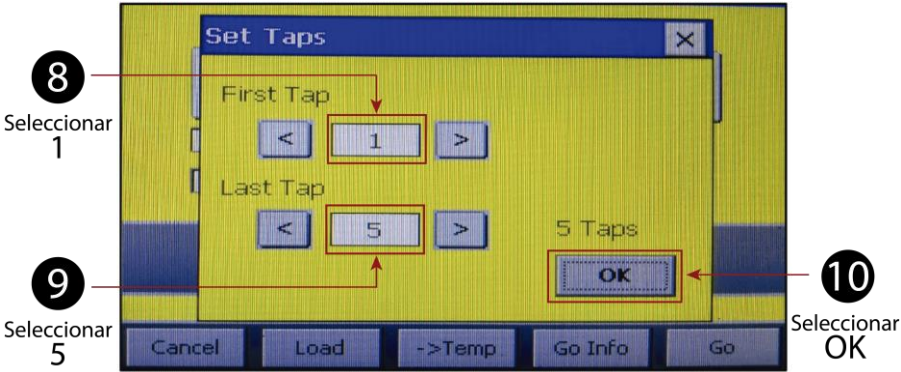
7. DESARROLLO

No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	RECEPCIÓN DE TRANSFORMADOR: Se recibe transformador monofásico, en área de pruebas de rutina, para registrar características del transformador en EVO-R-EL-04-01. Esta prueba es la primera que se debe realizar, de todas las pruebas de rutina, ya que determinar la relación de transformación, comprueba polaridad, continuidad, falsos contactos e identifica espiras en cortocircuito. Evitando así posibles daños internos al transformador con otras pruebas de rutina. 
2	Trabajador	MEDICIÓN DE TEMPERATURA: Se realiza toma de temperatura con termómetro laser la temperatura ideal para realizar pruebas es de 20 °C, +- 2 °C, de superar la temperatura, esperar a que descienda hasta los parámetros establecidos, se registra temperatura ideal en EVO-R-EL-04-01. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 16

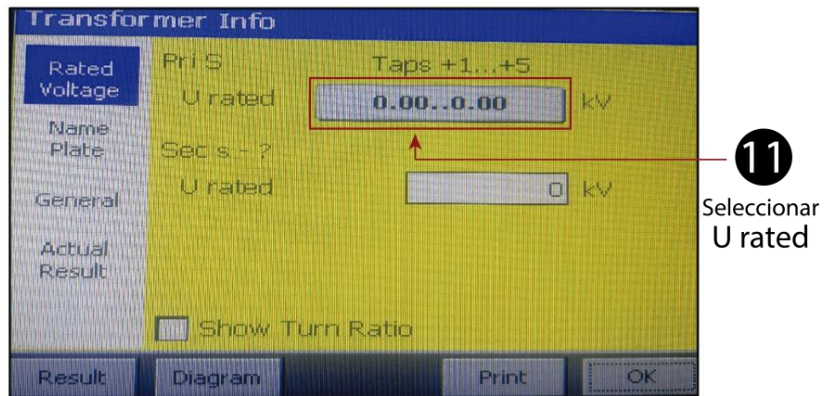
3	Trabajador	CONEXIÓN DE TR-MARK-III: Es un equipo diseñado para mediciones de relación de transformación en transformadores. Se conecta el cable de poder del TR-MARK-III, sobre una fuente de 110V, posterior se conecta boquilla de pinzas rojas sobre H, boquilla de pinzas negras sobre X.													
															
		Las pinzas de conexión sobre transformador monofásico se detallan en la siguiente tabla. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pinzas</th><th>Bushing transformador</th><th>Cables</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pinza roja</td><td>Bushing baja tensión X1</td><td>H0</td></tr> <tr> <td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión H1</td><td>H1</td></tr> <tr> <td>Pinza negra</td><td>Bushing baja tensión X2</td><td>X1</td></tr> <tr> <td>Pinza negra</td><td>Bushing baja tensión X3</td><td>X0</td></tr> </tbody> </table> 	Pinzas	Bushing transformador	Cables	Pinza roja	Bushing baja tensión X1	H0	Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	H1	Pinza negra	Bushing baja tensión X2	X1	Pinza negra
Pinzas	Bushing transformador	Cables													
Pinza roja	Bushing baja tensión X1	H0													
Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	H1													
Pinza negra	Bushing baja tensión X2	X1													
Pinza negra	Bushing baja tensión X3	X0													

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 16

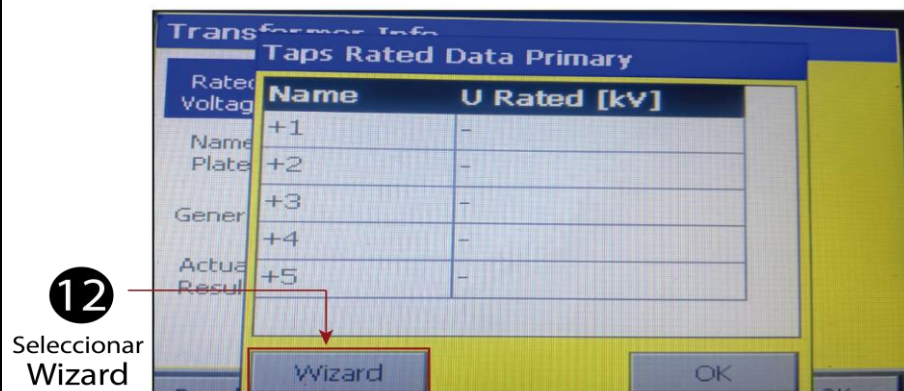
	4 Trabajador	SETEAR TR-MARK-III A MONOFÁSICO: Las siguientes figuras muestran el paso a paso que se debe seguir para setear y realizar la prueba a un transformador monofásico.  Selecciónar S Selecciónar S Selecciónar 6 Selecciónar modo “S:S 6”, dado que 6 para transformadores < 8300 V, seleccionar “Go”.  Selecciónar Go Se debe empezar la prueba por el TAP 1, finalizando en TAP 5 y seleccionar “OK”  Selecciónar 1 Selecciónar 5 Selecciónar OK
--	----------------------------	---

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 16

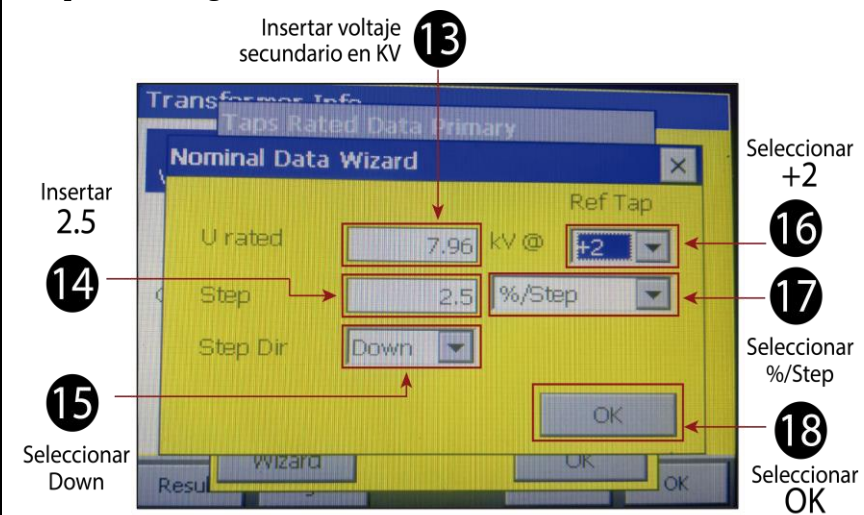
Seleccionar la opción de “U rated” en primario S.



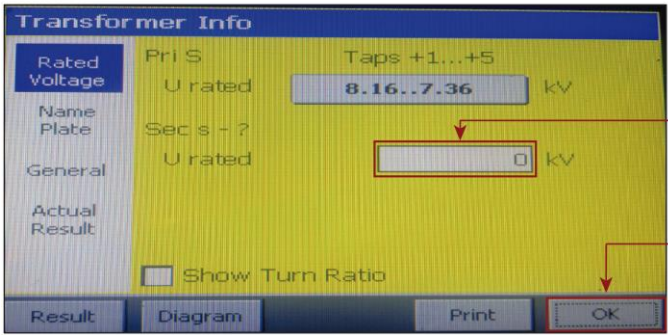
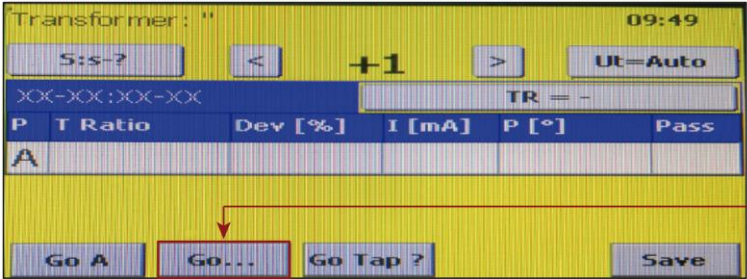
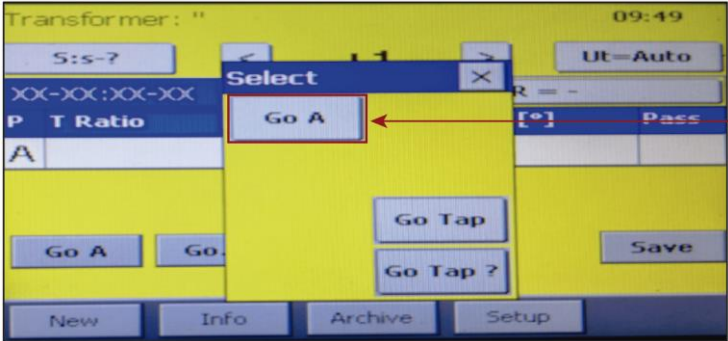
Seleccionar la opción de “WIZARD”



Aparecerá la siguiente pantalla, el cual se debe llenar todos los campos de la siguiente manera.

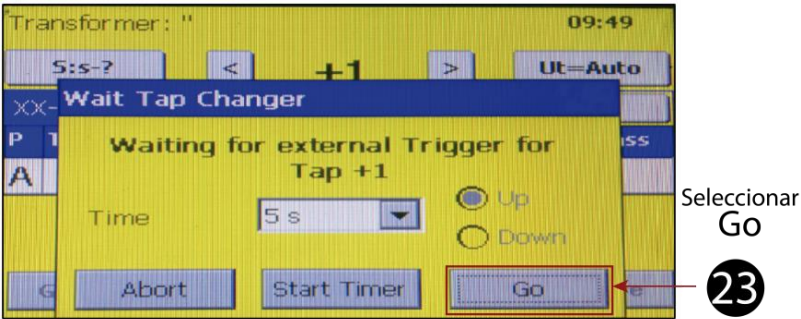


	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 16

		Al terminar de llenar los campos, volverá aparecer de nuevo la siguiente pantalla, se debe introducir la tensión secundaria, en “U rated” secundario, para todos los transformadores monofásicos será de 0.24 KV. Seleccionar “Ok” para terminar el seteo.  Introducir la tensión secundaria 0.24 KV 19 20 Seleccionar OK
5	Trabajador	INICIO DE PRUEBA: En esta pantalla se procede a iniciar la prueba, Seleccionar “Go”.  Seleccionar Go 21 Seleccionar “Go A”  22 Seleccionar Go A

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 16

En esta pantalla el colaborador debe indicar el tiempo de espera de prueba entre Tap, este tiempo debe ser lo suficiente para que se pueda cambiar el selector del conmutador al siguiente Tap. Seleccionar “Go” para dar inicio a la prueba.



Al iniciar la prueba aparecerá la siguiente pantalla.



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 16

Debe indicar en la sección de “Pass”, visto verde en A, para indicar que la relación es correcta en el Tap 1. De estar una conexión errónea o a su vez algún problema de bobina aparecerá “X”, ya sea entre los Tap 1 al 5 inmediatamente se cancela la prueba de forma automática, y el transformador es puesto en cuarentena para revisión y arreglo.

Transformer: " 09 42

D:yn-5 < +1 > Ut=100v

1U-1V:2N-2U TR = 6.4575 kV : 0.22 kV

P	T Ratio	Dev [%]	I [mA]	P [°]	Pass
A	50.855	0.03	0.7	+0.01	

Incorrecto

Correcto

24

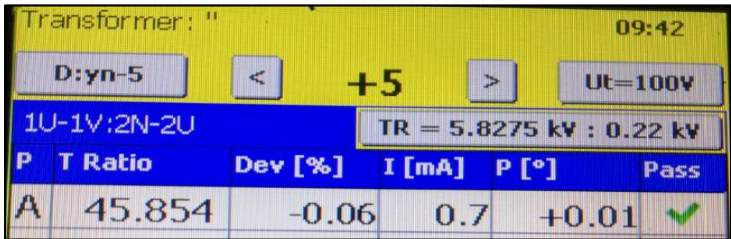
Automáticamente, pasara al Tap 2, en el lapso seteado anteriormente por el colaborador, en ese tiempo se debe cambiar el selector del conmutador al Tap 2, y empezara la prueba de forma remota.

Transformer: "					09 42	
D:yn-5		<	+2	>	Ut=100V	
1U-1V:2N-2U			TR = 6.3 kV : 0.22 kV			
P	T Ratio	Dev [%]	I [mA]	P [°]	Pass	
A	49.608	0.02	0.7	+0.01		

Automáticamente, pasara al Tap 3, cambiar el selector del conmutador al Tap 3, y empezara la prueba de forma remota.

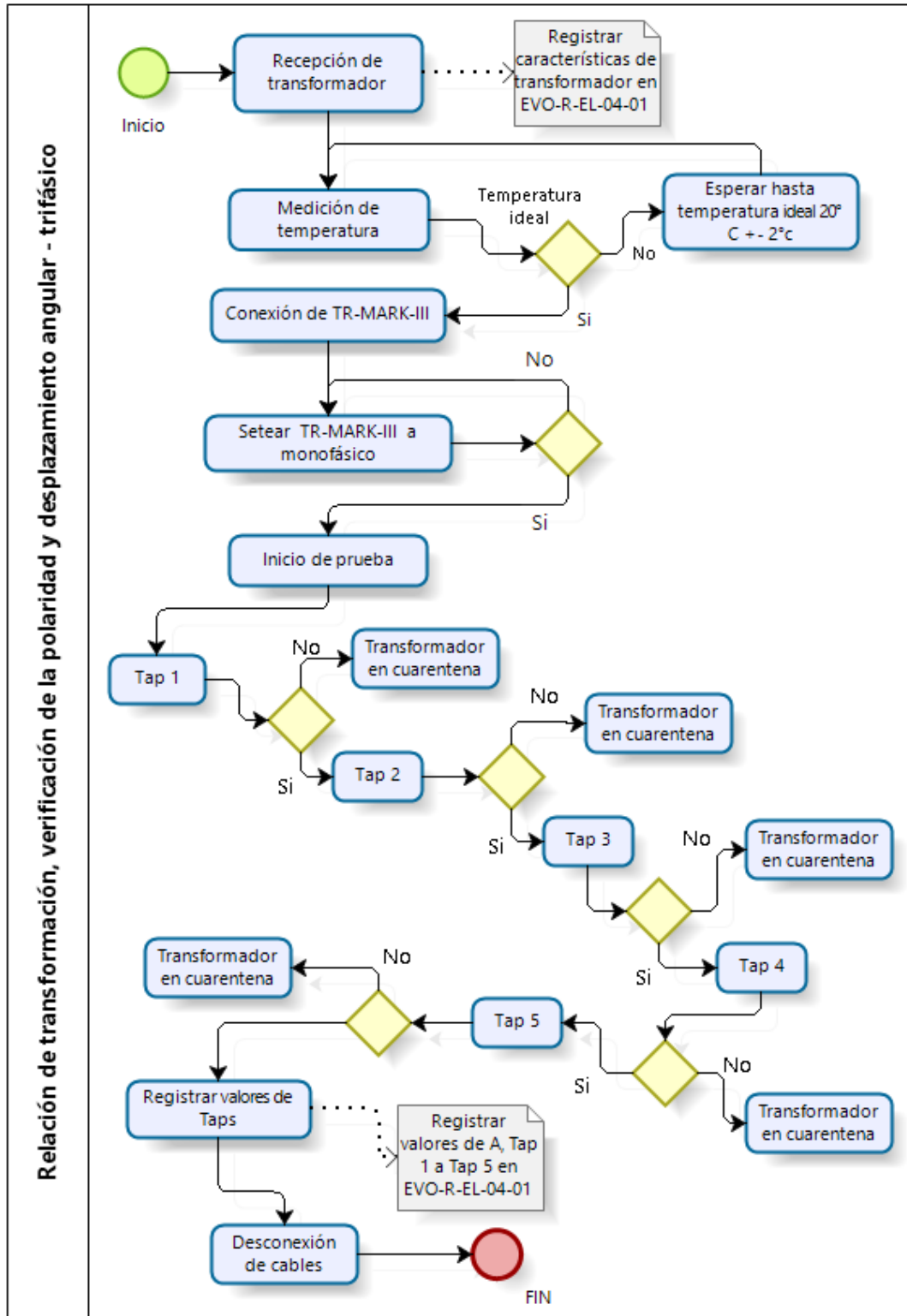
Se debe realizar los mismos pasos tanto para el Tap 4, finalizando con el Tap 5.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 16

6	Trabajador	Registrar valores de Taps: La prueba terminara una vez que indique en “Pass”, el visto verde. Seleccionar los cursores para navegar por los Taps, esto indicara las mediciones realizadas desde el Tap 1 hasta el Tap 5.  Se registra los valores de “T Ratio” de A, del Tap 1 al Tap 5 en EVO-R-EL-04-01. En la sección “TTR”
7	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar los cables de las pinzas rojas y pinzas negras, del transformador. Finalizando la prueba.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	15 de 16

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-02
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	16 de 16

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS															COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA						HOJA /						
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie		MEGGER				
		SI		SI	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4	TAP 4	TAP 4			A-T		A-B		B-T
				P0 (W)		TAP 5	TAP 5	TAP 5	TAP 5	TAP 5								

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 16



**MANUAL DE PROCEDIMIENTO
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN,
VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y
DESPLAZAMIENTO ANGULAR.
“TRIFÁSICO”**

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 16



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO	7
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	15
9. REGISTROS	16

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 16

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medición de relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

La relación de transformación, indica si el transformador ha sido fabricado con la relación adecuada de espiras, tanto en el devanado primario como secundario, es decir, determina si la tensión suministrada puede ser transformada exactamente a la tensión deseada.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 16

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2117: 2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 16

a conductores externos

6.7 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.8 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.9 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.10 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

6.11 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

6.12 Espira: Una vuelta completa de un conductor.

6.13 Devanados de transformadores: Conjunto de espiras aisladas o de bobinas que forman un circuito eléctrico asociado con uno de los voltajes asignados al transformador.

6.14 Devanado con derivaciones: Un devanado en la que el número efectivo de vueltas puede cambiarse en pasos.

6.15 Devanado primario: Aquel que, en servicio, recibe energía eléctrica de un sistema.

6.16 Devanado secundario: Aquel que, en servicio, entrega energía eléctrica a un sistema.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 16

6.17 Voltaje nominal primario: El aplicable bajo condiciones de régimen nominal atribuidas (condiciones normales de operación), a la totalidad del devanado primario, si no tiene derivaciones, o en la derivación principal.

6.18 Voltaje nominal secundario: El desarrollado en el total del devanado secundario, si no tiene derivaciones; o en la derivación principal, si las tiene, cuando el transformador funciona sin carga y se aplican el voltaje y frecuencia nominales en el devanado primario.

6.19 Relaciones de transformación nominal: Las existentes entre los voltajes nominales de dos o más devanados. Este valor puede expresarse por la relación entre el valor del voltaje aplicado a un devanado, menor o igual al voltaje nominal y el valor del voltaje desarrollado en el otro devanado.

6.20 Tap: En transformador, es el selector mecánico, que sobrepone al bobinado primario, un determinado número de espiras, con la finalidad de que la tensión de salida sea la adecuada según la regulación de tensión que se va a operar.

6.21 Conmutador: Selector mecánico del transformador, cambiador interno de derivaciones, con accionamiento externo, que se opera estando desenergizado.

6.22 Bushing de alta tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado primario y la red externa del voltaje primario.

6.23 Bushing de baja tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado secundario y la red externa del voltaje secundario.²

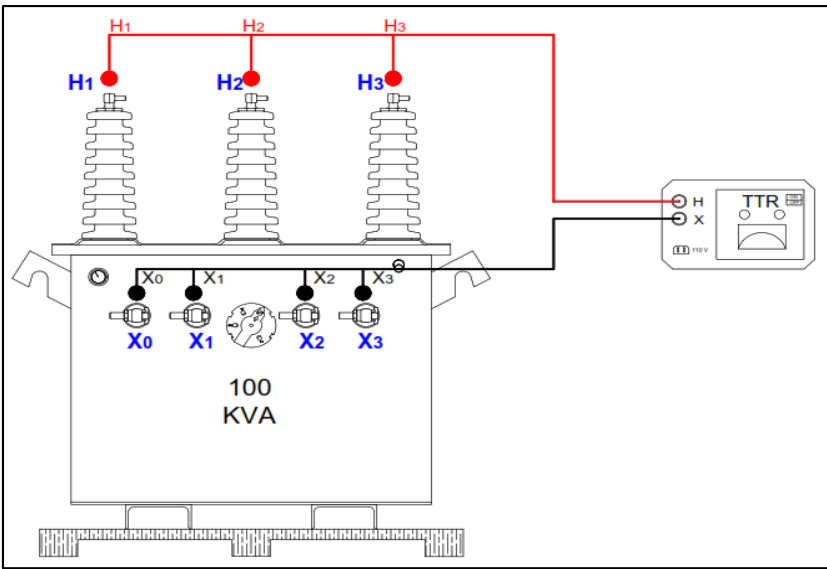
² Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 16

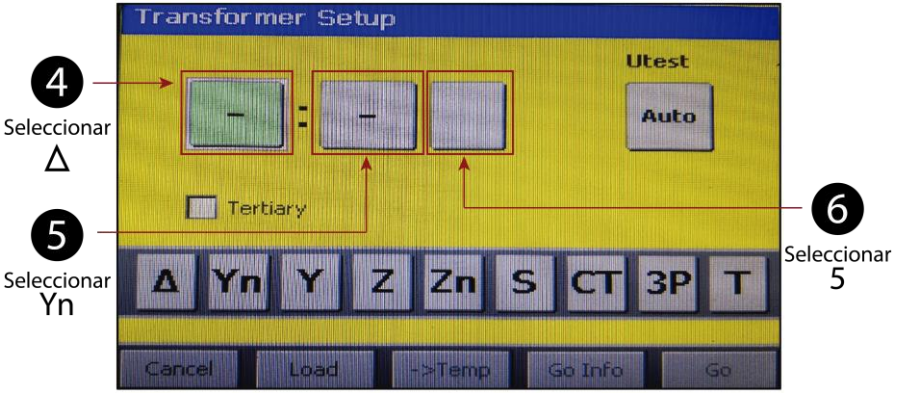
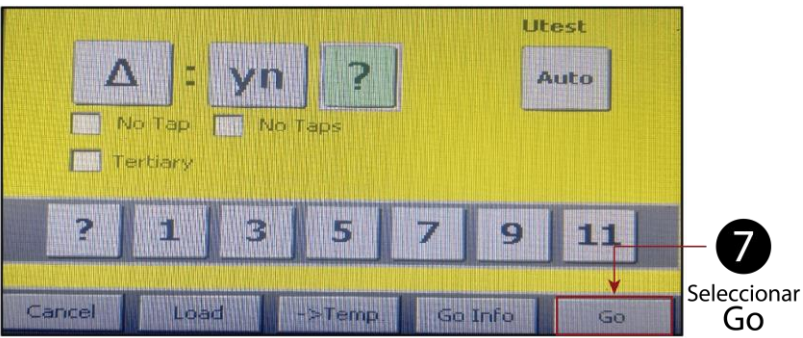
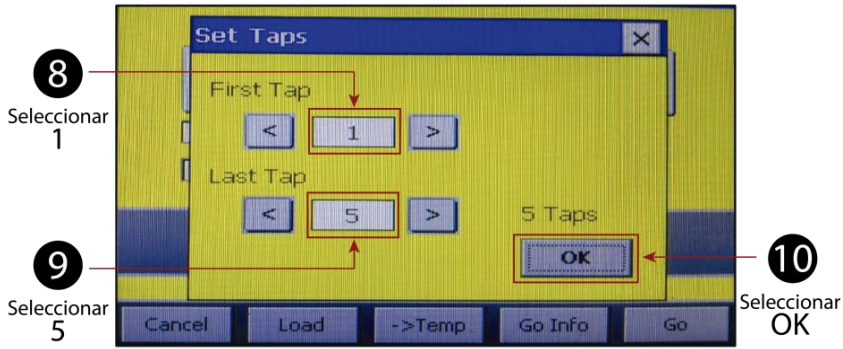
7. DESARROLLO

No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	RECEPCIÓN DE TRANSFORMADOR: Se recibe transformador trifásico, en área de pruebas de rutina, para registrar características del transformador en EVO-R-EL-04-01. Esta prueba es la primera que se debe realizar, de todas las pruebas de rutina, ya que determinar la relación de transformación, comprueba polaridad, continuidad, falsos contactos e identifica espiras en cortocircuito. Evitando así posibles daños internos al transformador con otras pruebas de rutina. 
2	Trabajador	MEDICIÓN DE TEMPERATURA: Se realiza toma de temperatura con termómetro laser la temperatura ideal para realizar pruebas es de 20 °C, +- 2 °C, de superar la temperatura, esperar a que descienda hasta los parámetros establecidos, se registra temperatura ideal en EVO-R-EL-04-01. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 16

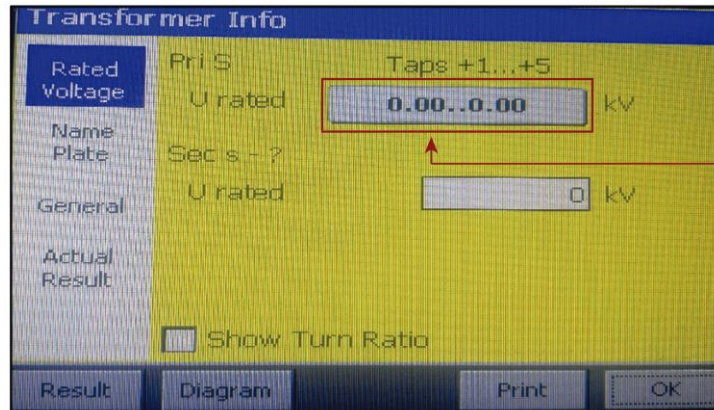
3	Trabajador	CONEXIÓN DE TR-MARK-III: Es un equipo diseñado para mediciones de relación de transformación en transformadores. Se conecta el cable de poder del TR-MARK-III, sobre una fuente de 110V, posterior se conecta boquilla de pinzas rojas sobre H, boquilla de pinzas negras sobre X.  Las pinzas de conexión sobre transformador trifásico se detallan en la siguiente tabla. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pinzas</th><th>Bushing transformador</th><th>Cables</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión</td><td>H1</td></tr> <tr> <td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión</td><td>H2</td></tr> <tr> <td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión</td><td>H3</td></tr> <tr> <td>Pinza negra</td><td>Bushing baja tensión</td><td>X0</td></tr> <tr> <td>Pinza negra</td><td>Bushing baja tensión</td><td>X1</td></tr> <tr> <td>Pinza negra</td><td>Bushing baja tensión</td><td>X2</td></tr> <tr> <td>Pinza negra</td><td>Bushing baja tensión</td><td>X3</td></tr> </tbody> </table> 	Pinzas	Bushing transformador	Cables	Pinza roja	Bushing de alta tensión	H1	Pinza roja	Bushing de alta tensión	H2	Pinza roja	Bushing de alta tensión	H3	Pinza negra	Bushing baja tensión	X0	Pinza negra	Bushing baja tensión	X1	Pinza negra	Bushing baja tensión	X2	Pinza negra	Bushing baja tensión	X3
Pinzas	Bushing transformador	Cables																								
Pinza roja	Bushing de alta tensión	H1																								
Pinza roja	Bushing de alta tensión	H2																								
Pinza roja	Bushing de alta tensión	H3																								
Pinza negra	Bushing baja tensión	X0																								
Pinza negra	Bushing baja tensión	X1																								
Pinza negra	Bushing baja tensión	X2																								
Pinza negra	Bushing baja tensión	X3																								

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 16

	4 Trabajador	SETEAR TR-MARK-III A TRIFÁSICO: Las siguientes figuras muestran el paso a paso que se debe seguir para setear y realizar la prueba a un transformador trifásico.  Seleccionar Δ Seleccionar Yn Seleccionar 5 Selecciónar Δ:yn 5”, dado que el primario por el lado de la fuente es de baja tensión conectado en delta, y el secundario es de alta tensión conectado en estrella aterrizado y seleccionar “Go”.  Selecciónar Go Se debe empezar la prueba por el TAP 1, finalizando en TAP 5 y seleccionar “OK”  Selecciónar 1 Selecciónar 5 Selecciónar OK
--	----------------------------	---

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 16

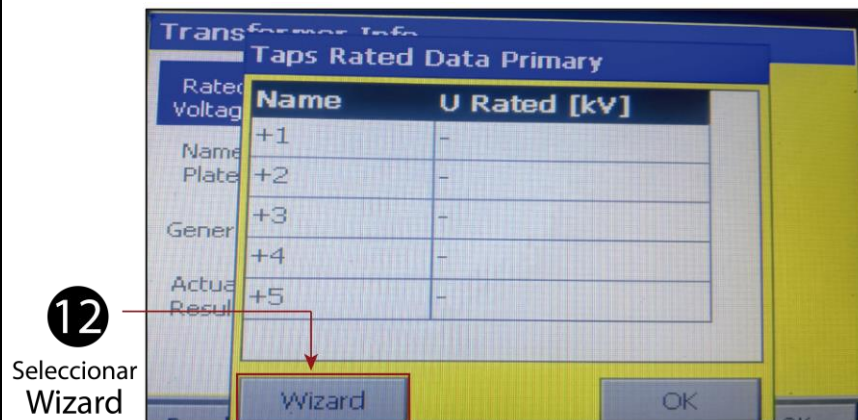
Seleccionar la opción de “U rated” en primario S.



The 'Transformer Info' dialog box shows the 'Rated Voltage' tab. Under 'Pri S', the 'U rated' field is highlighted with a red box and labeled '11'. The 'Taps +1...+5' section shows a range of '0.00..0.00' kV. Other fields include 'Name Plate', 'General', 'Actual Result', and a 'Show Turn Ratio' checkbox. Buttons at the bottom include 'Result', 'Diagram', 'Print', and 'OK'.

11
Seleccionar
U rated

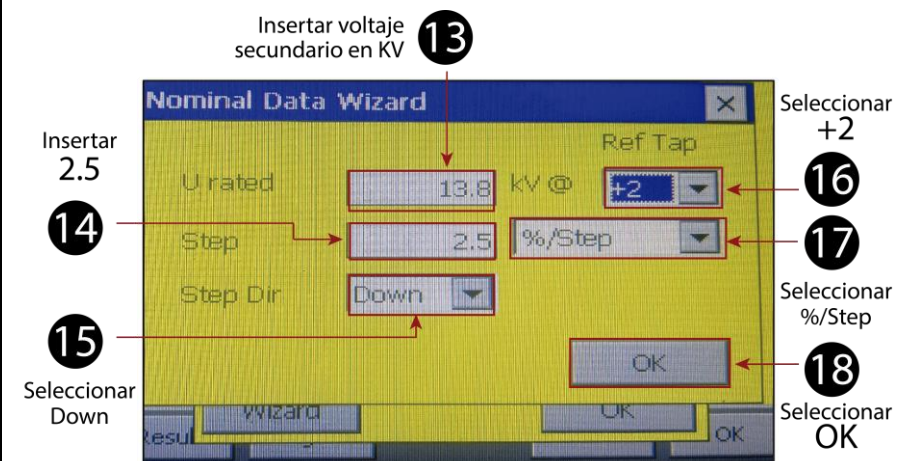
Seleccionar la opción de “WIZARD”



The 'Transformer Info - Taps Rated Data Primary' dialog box shows a table with columns 'Name' and 'U Rated [kV]'. The table lists taps +1 through +5, all with a '-' value. A red box highlights the 'Wizard' button at the bottom, labeled '12'. The 'OK' button is also visible.

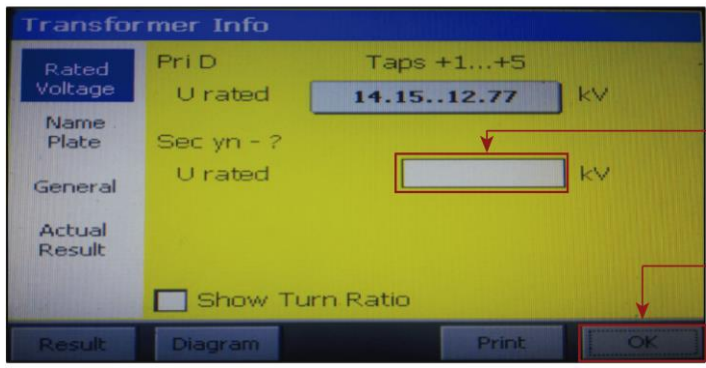
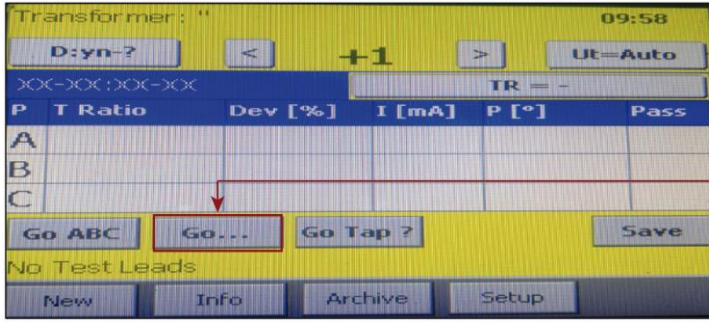
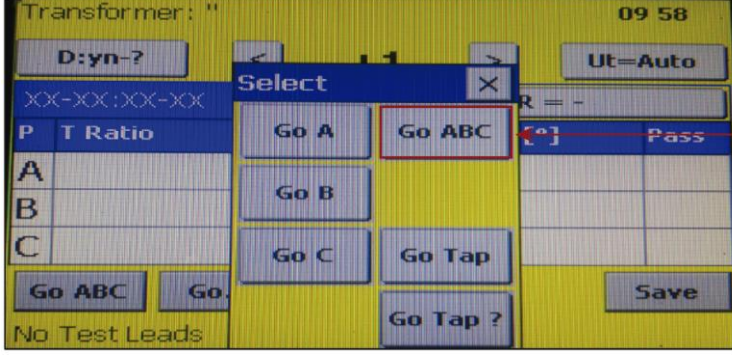
12
Seleccionar
Wizard

Aparecerá la siguiente pantalla, se debe llenar todos los campos de la siguiente manera.



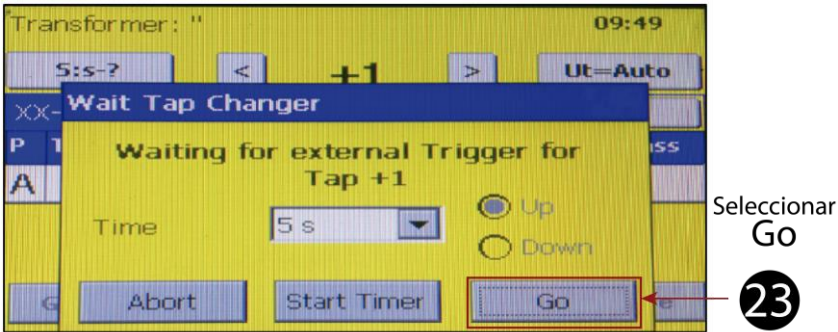
The 'Nominal Data Wizard' dialog box contains several input fields and dropdown menus. A red box highlights the 'U rated' field with the value '13.8' kV, labeled '13' and 'Insertar voltaje secundario en KV'. Another red box highlights the 'Step' field with the value '2.5', labeled '14' and 'Insertar 2.5'. A third red box highlights the 'Step Dir' dropdown menu with the value 'Down', labeled '15' and 'Seleccionar Down'. A fourth red box highlights the 'Ref Tap' dropdown menu with the value '+2', labeled '16' and 'Seleccionar +2'. A fifth red box highlights the '%/Step' dropdown menu with the value '%/Step', labeled '17' and 'Seleccionar %/Step'. A sixth red box highlights the 'OK' button, labeled '18' and 'Seleccionar OK'.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 16

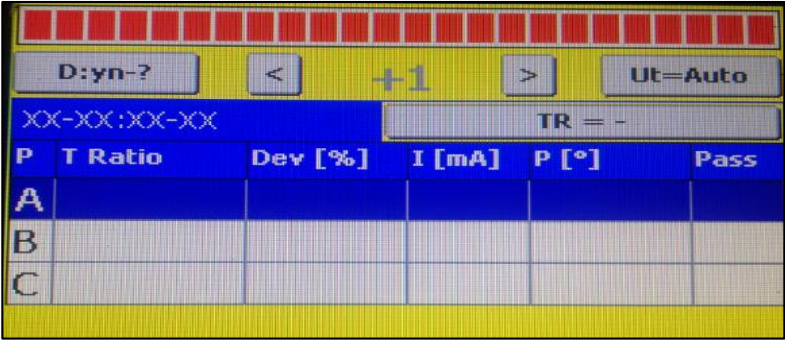
		Al terminar de llenar los campos, volverá aparecer de nuevo esta pantalla, se debe introducir la tensión secundaria, en “U rated” primario para todos los transformadores trifásicos será de 0.22 KV. Seleccionar “Ok” para terminar el seteo.  Introducir la tensión secundaria 0.22 KV 19 20 Seleccionar OK
5	Trabajador	INICIO DE PRUEBA: En esta pantalla se procede a iniciar la prueba, Seleccionar “Go”.  Seleccionar Go 21 Seleccionar “Go ABC”  22 Seleccionar Go ABC

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 16

En esta pantalla el colaborador debe indicar el tiempo de espera de prueba entre Tap, este tiempo debe ser lo suficiente para que se pueda cambiar el selector del conmutador al siguiente Tap. Seleccionar “Go” para dar inicio a la prueba.

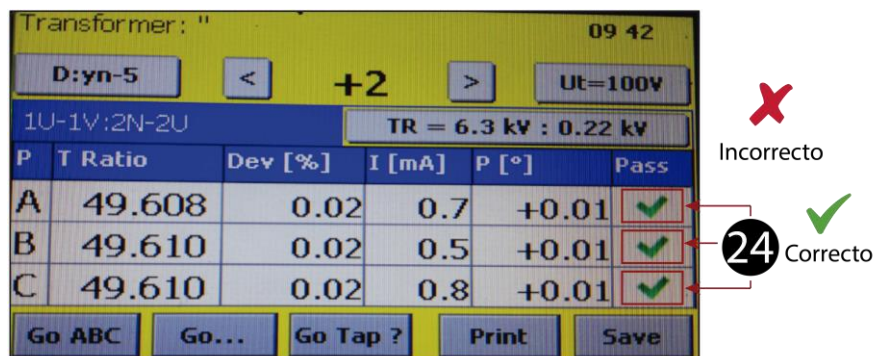


Al iniciar la prueba aparecerá la siguiente pantalla.



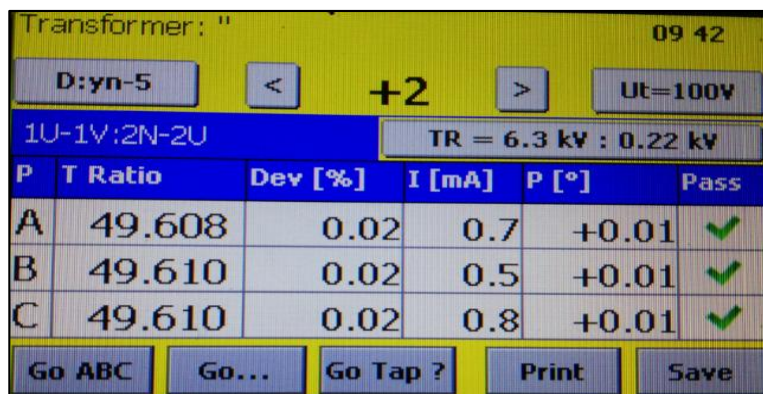
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. "TRIFÁSICO"	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 16

Debe indicar en la sección de "Pass", visto verde tanto en A, B y C, para indicar que la relación es correcta en el Tap 1. De estar una conexión errónea o a su vez algún problema de bobina aparecerá "X", ya sea entre los Tap 1 al 5 inmediatamente se cancela la prueba de forma automática, y el transformador es puesto en cuarentena para revisión y arreglo.



P	T Ratio	Dev [%]	I [mA]	P [°]	Pass
A	49.608	0.02	0.7	+0.01	✓
B	49.610	0.02	0.5	+0.01	✓
C	49.610	0.02	0.8	+0.01	✓

Automáticamente, pasara al Tap 2, en el lapso seteado anteriormente por el colaborador, en ese tiempo se debe cambiar el selector del conmutador al Tap 2, y empezara la prueba de forma remota.

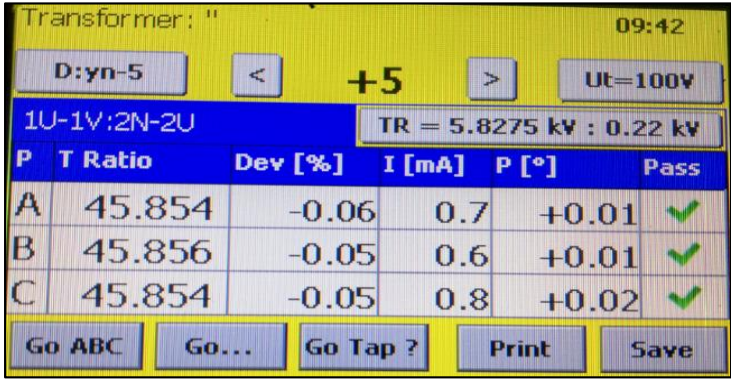


P	T Ratio	Dev [%]	I [mA]	P [°]	Pass
A	49.608	0.02	0.7	+0.01	✓
B	49.610	0.02	0.5	+0.01	✓
C	49.610	0.02	0.8	+0.01	✓

Automáticamente, pasara al Tap 3, cambiar el selector del conmutador al Tap 3, y empezara la prueba de forma remota.

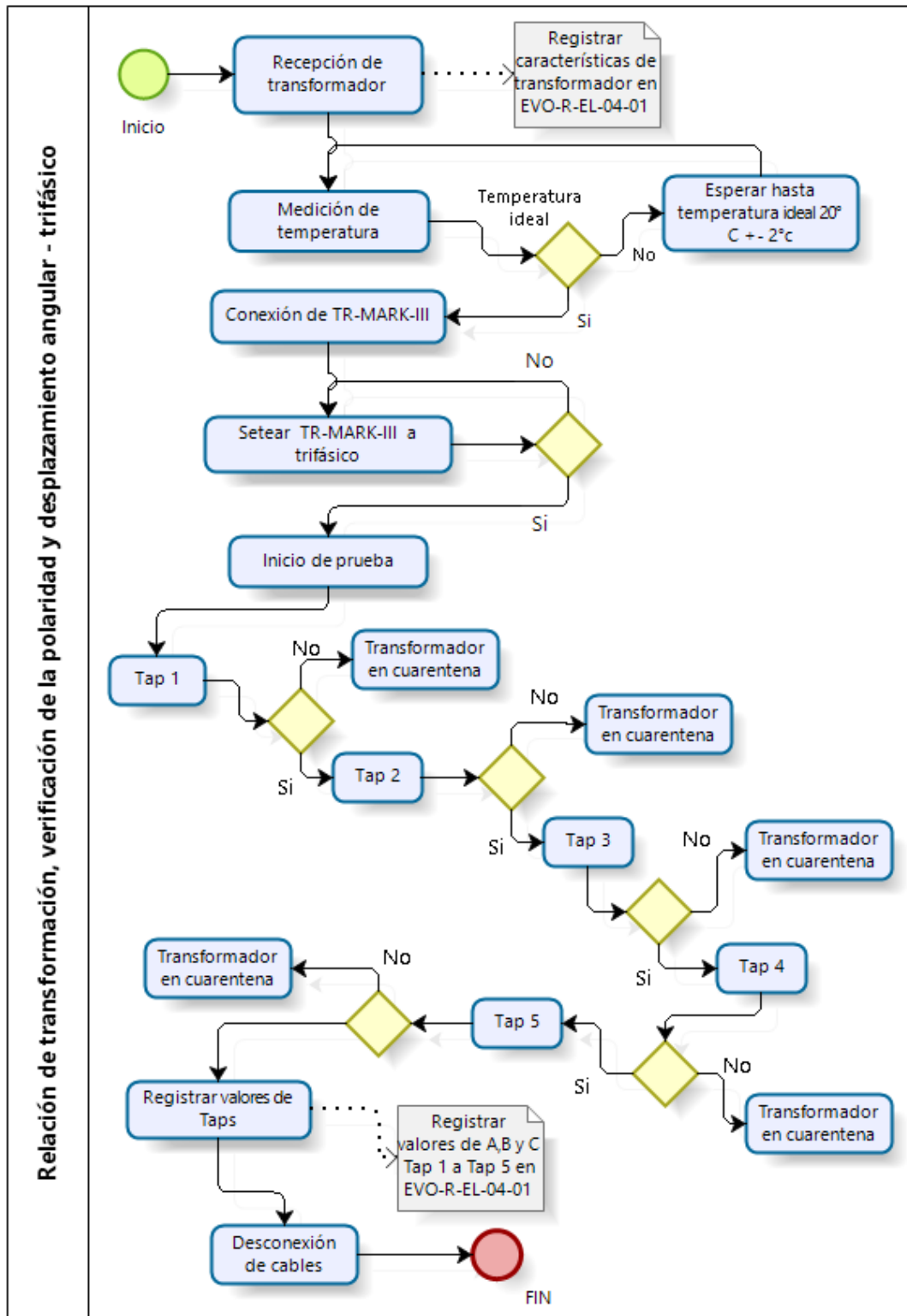
Se debe realizar los mismos pasos tanto para el Tap 4, finalizando con el Tap 5.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 16

6	Trabajador	Registrar valores de Taps: La prueba terminara una vez que indique en “Pass”, los 3 vistos verdes. Seleccionar los cursores para navegar por los Taps, esto indicara las mediciones realizadas desde el Tap 1 hasta el Tap 5.  Se registra los valores de “T Ratio” de A, B y C, del Tap 1 al Tap 5 en EVO-R-EL-04-01. En la sección de “TTR”
7	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar los cables de las pinzas rojas y pinzas negras, del transformador. Finalizando la prueba.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	15 de 16

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-03
	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR. “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	16 de 16

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS														COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA				HOJA /							
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA			
1				U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie	MEGGER					
		SI ☐	SI ☐	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4	TAP 4	TAP 4			A-T		A-B		B-T
				P0 (W)		TAP 5	TAP 5	TAP 5	TAP 5	TAP 5							

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 14



MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 14



ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2.	OBJETIVO	3
3.	ALCANCE.....	3
4.	RESPONSABLE.....	3
5.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6.	DEFINICIONES.....	4
7.	DESARROLLO.....	7
8.	DIAGRAMA DE FLUJO.....	13
9.	REGISTROS	14

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 14

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medida de la resistencia de los devanados a transformadores monofásicos. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Medir la resistencia de los devanados, sirve para comprobar que todas las conexiones internas, realizadas en los devanados y guías, fueron sujetadas firmemente, a su vez obtener información para determinar las pérdidas en cobre.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 14

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2118: 2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 14

6.7 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.8 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.9 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.10 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

6.11 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

6.12 Espira: Una vuelta completa de un conductor.

6.13 Devanados de transformadores: Conjunto de espiras aisladas o de bobinas que forman un circuito eléctrico asociado con uno de los voltajes asignados al transformador.

6.14 Devanado con derivaciones: Un devanado en la que el número efectivo de vueltas puede cambiarse en pasos.

6.15 Devanado primario: Aquel que, en servicio, recibe energía eléctrica de un sistema.

6.16 Devanado secundario: Aquel que, en servicio, entrega energía eléctrica a un sistema.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 14

6.17 Voltaje nominal primario: El aplicable bajo condiciones de régimen nominal atribuidas (condiciones normales de operación), a la totalidad del devanado primario, si no tiene derivaciones, o en la derivación principal, si las tiene.

6.18 Voltaje nominal secundario: El desarrollado en el total del devanado secundario, si no tiene derivaciones; o en la derivación principal, si las tiene, cuando el transformador funciona sin carga y se aplican el voltaje y frecuencia nominales en el devanado primario.

6.19 Tap: En transformador, es el selector mecánico, que sobrepone al bobinado primario, un determinado número de espiras, con la finalidad de que la tensión de salida sea la adecuada según la regulación de tensión que se va a operar.

6.20 Conmutador: Selector mecánico del transformador, cambiador interno de derivaciones, con accionamiento externo, que se opera estando desenergizado.

6.21 Bushing de alta tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado primario y la red externa del voltaje primario.

6.22 Bushing de baja tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado secundario y la red externa del voltaje secundario.³

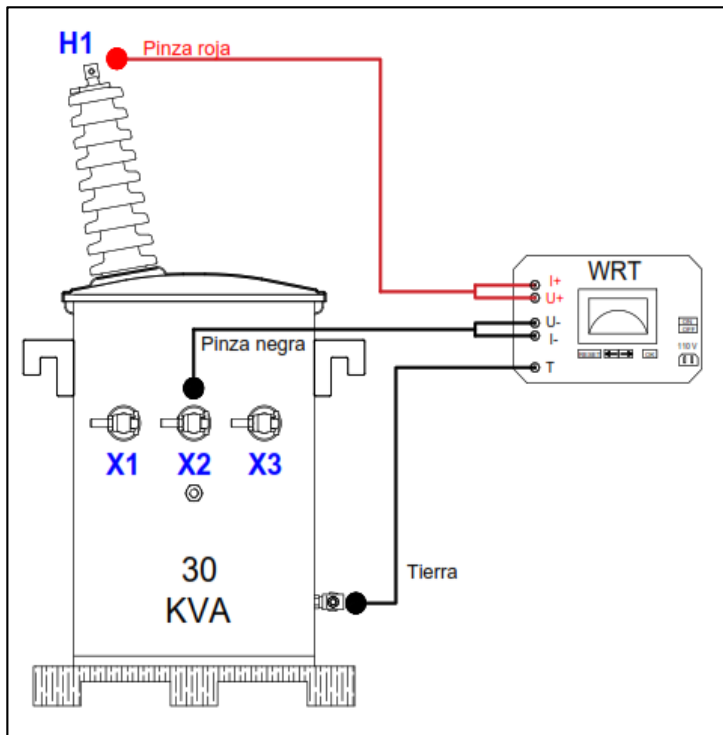
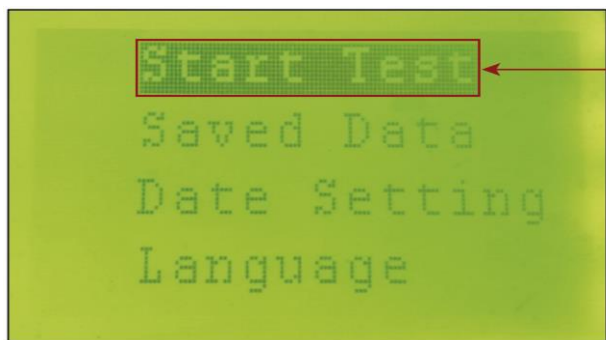
³ Definiciones tomado de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 14

7. DESARROLLO

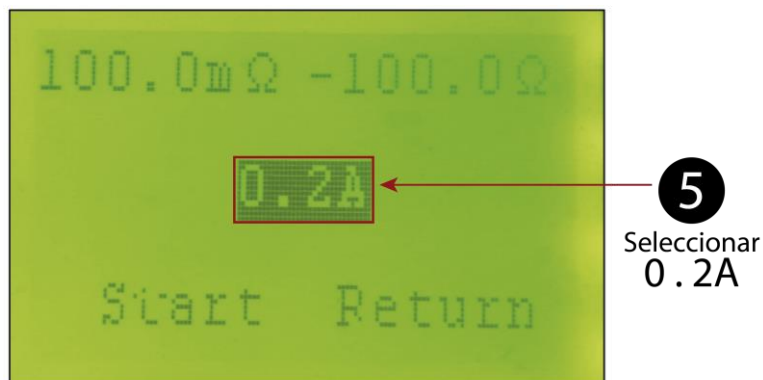
No.	Responsable	Actividad												
1	Trabajador	CONEXIÓN DE WINDING RESISTANCE TESTER MONOFÁSICO: Equipo diseñado para trabajar bajo el método de medición de caída de tensión, consiste en conectar el devanado del transformador a la fuente de corriente continua (equipo de medición). El equipo se conforma por 1 pinza roja, 1 pinza negra y 1 pinza de tierra, que se conectan a los bushing de alta, baja tensión y tanque respectivamente. Se conecta el cable de poder del Winding Resistance Tester a una fuente de alimentación de 110 V, pulsar el botón “ON”, para encender el equipo.  Para conectar a un transformador monofásico se procede de la siguiente manera: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Medición de alta tensión</th><th>Medición de baja tensión</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión H1</td><td>Bushing de baja tensión X1</td></tr> <tr> <td>Pinza negra</td><td>Bushing de baja tensión X2</td><td>Bushing de baja tensión X3</td></tr> <tr> <td>Pinza de tierra</td><td colspan="2">Conectar al tanque del transformador</td></tr> </tbody> </table>		Medición de alta tensión	Medición de baja tensión	Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	Bushing de baja tensión X1	Pinza negra	Bushing de baja tensión X2	Bushing de baja tensión X3	Pinza de tierra	Conectar al tanque del transformador	
	Medición de alta tensión	Medición de baja tensión												
Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	Bushing de baja tensión X1												
Pinza negra	Bushing de baja tensión X2	Bushing de baja tensión X3												
Pinza de tierra	Conectar al tanque del transformador													

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 14

2	Trabajador	CONEXIÓN ALTA TENSIÓN: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador monofásico de la siguiente manera: <table><tr><td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión H1</td></tr><tr><td>Pinza negra</td><td>Bushing de baja tensión X2</td></tr><tr><td>Pinza de Tierra</td><td>Conectar al tanque del transformador</td></tr></table> 	Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	Pinza negra	Bushing de baja tensión X2	Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador
Pinza roja	Bushing de alta tensión H1							
Pinza negra	Bushing de baja tensión X2							
Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador							
3	Trabajador	INICIO DE PRUEBA ALTA TENSIÓN: Una vez encendido, indicara la siguiente pantalla.  4 Seleccionar Start Test Seleccionar “Start Test”.						

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 14

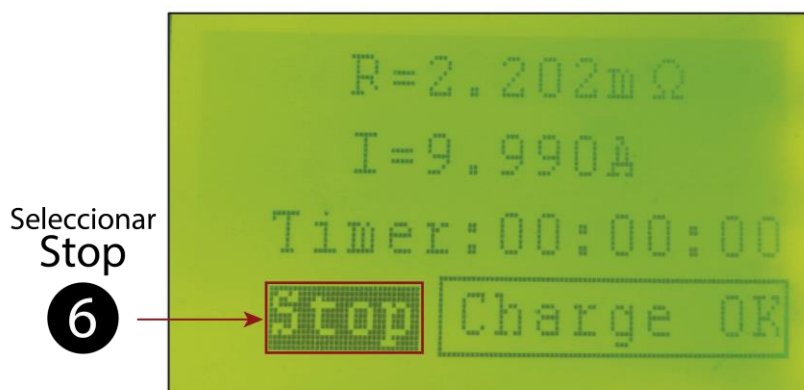
Seleccionar “0.2 A” para realizar prueba en alta tensión.



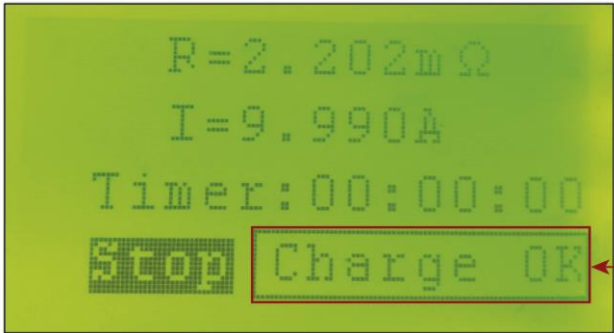
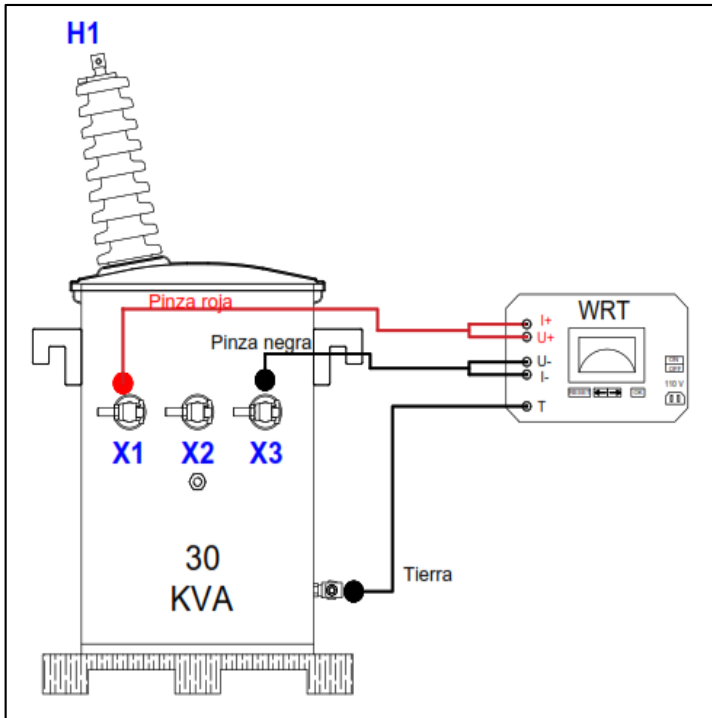
El equipo empezara a inducir corriente de “0.2” amperios, indicara la pantalla “charging”.



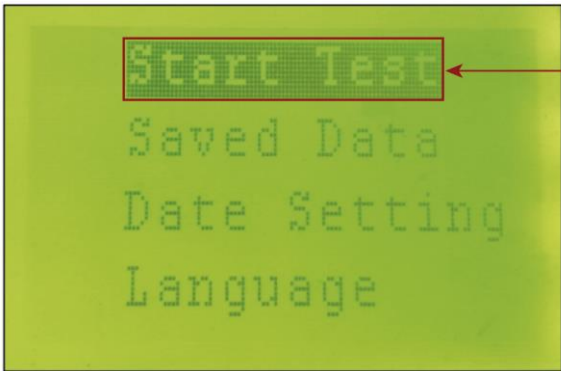
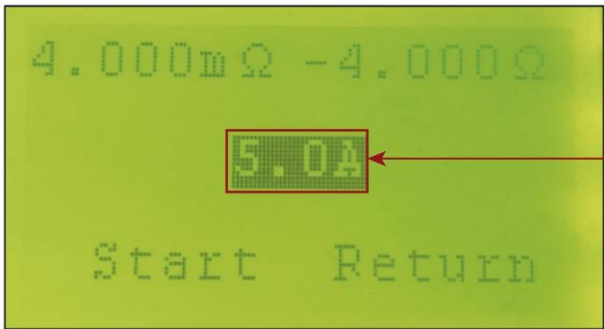
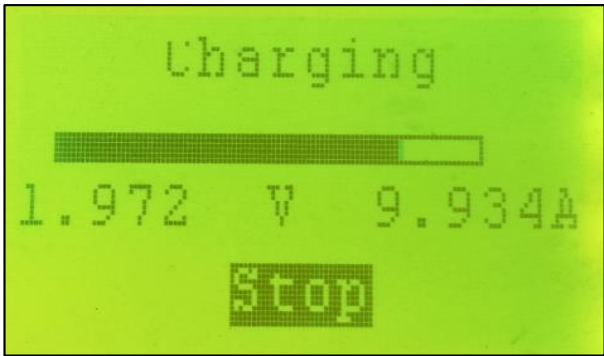
Cuando el equipo indique los valores de resistencia e intensidad se debe seleccionar “Stop”, para dejar de inducir corriente al equipo.



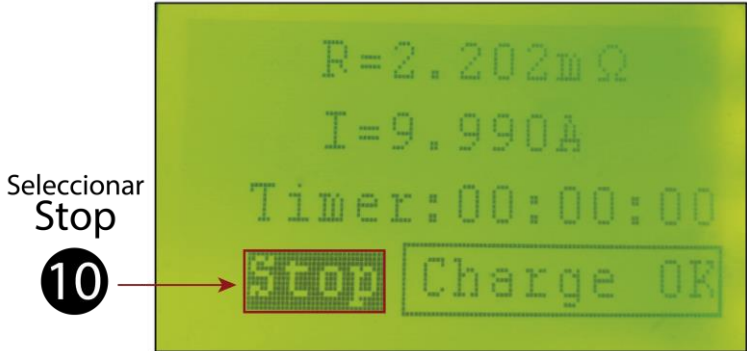
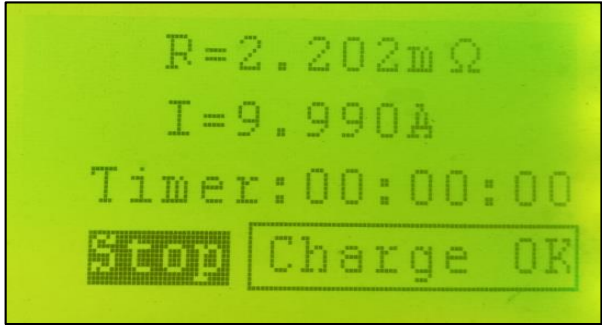
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 14

4	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN ALTA TENSIÓN: Se procede a registrar el valor de “R” en EVO-R-EL-04-01. En la sección “MEDICIÓN DE RESISTENCIA” en H1-H2.  Seleccionar Charger OK 7 Seleccionar “Charge OK” y volverá a la pantalla de inicio de prueba.						
5	Trabajador	CONEXIÓN BAJA TENSIÓN: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador monofásico de la siguiente manera: <table><tr><td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión X1</td></tr><tr><td>Pinza negra</td><td>Bushing de baja tensión X3</td></tr><tr><td>Pinza de Tierra</td><td>Conectar al tanque del transformador</td></tr></table> 	Pinza roja	Bushing de alta tensión X1	Pinza negra	Bushing de baja tensión X3	Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador
Pinza roja	Bushing de alta tensión X1							
Pinza negra	Bushing de baja tensión X3							
Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador							

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 14

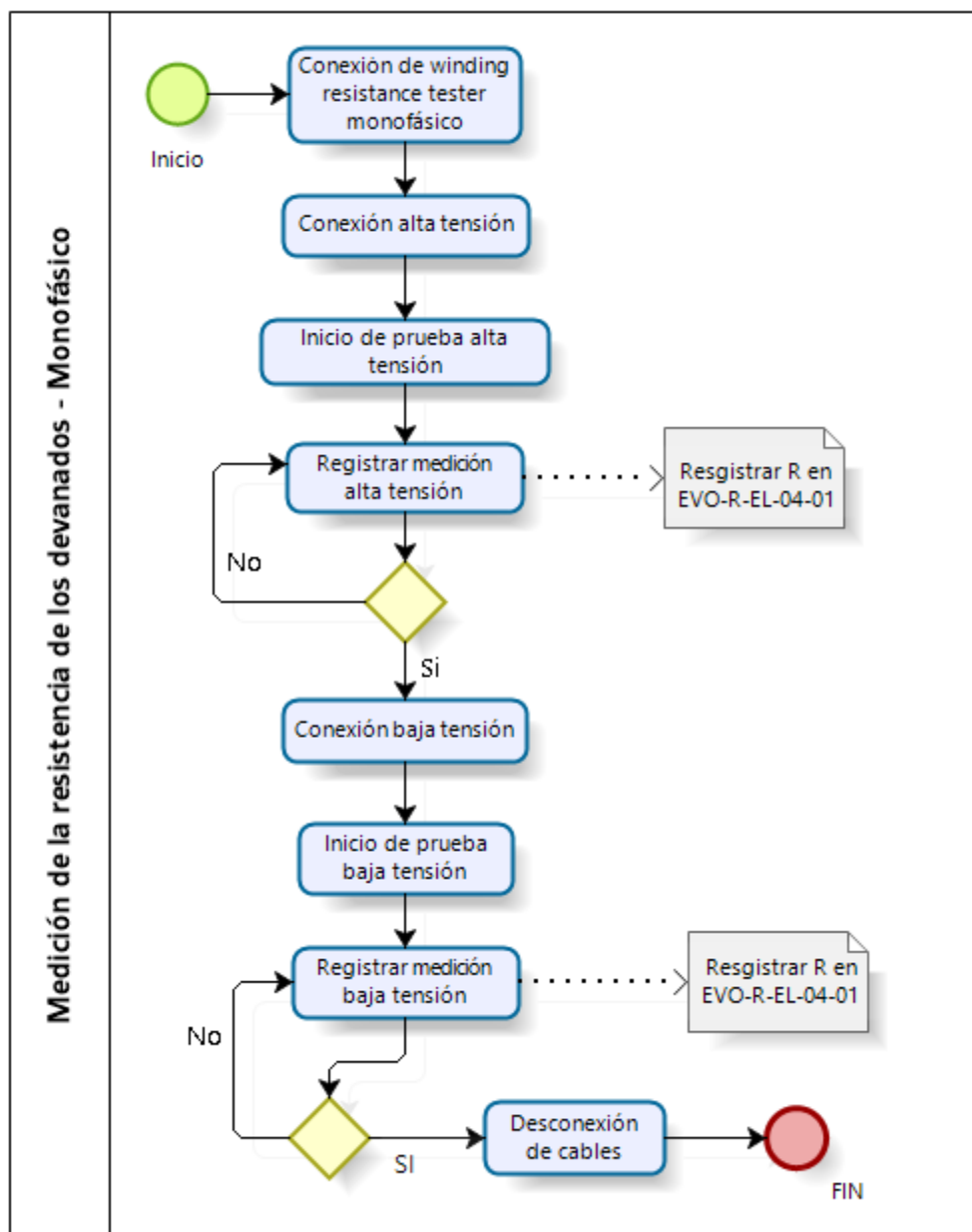
6	Trabajador	INICIO DE PRUEBA BAJA Tensión: Una vez encendido, indicara la siguiente pantalla. Seleccionar “Start Test”.  8 Seleccionar Start Test Seleccionar “5.0 A” para realizar prueba en baja tensión.  9 Seleccionar 5.0A El equipo empezara a inducir corriente de “0.5” amperios, indicara la pantalla “charging”. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 14

		Cuando el equipo indique los valores de resistencia e intensidad se debe seleccionar “Stop”, para dejar de inducir corriente al equipo. 
7	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN BAJA TENSION: Se procede a registrar los valores de “R” en EVO-R-EL-04-01. En la sección “MEDICIÓN DE RESISTENCIA” en X1-X3. 
8	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar las pinza roja, negra y cable de tierra del transformador. Finalizando la prueba.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 14

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-04
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 14

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS															COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA				HOJA /								
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1		TAP 1		TAP 1		Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2		TAP 2		TAP 2		Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3		TAP 3		TAP 3		N° Serie		MEGGER				
		SI		SI			TAP 4		TAP 4		TAP 4			A-T		A-B		B-T
		NO		NO			TAP 5		TAP 5		TAP 5							

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 15



MANUAL DE PROCEDIMIENTO MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 15



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO	7
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	14
9. REGISTROS	15

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 15

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medida de la resistencia de los devanados a transformadores trifásicos. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Medir la resistencia de los devanados, sirve para comprobar que todas las conexiones internas, realizadas en los devanados y guías, fueron sujetadas firmemente, a su vez obtener información para determinar las pérdidas en cobre.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 15

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2118: 2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 15

6.7 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.8 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.9 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.10 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

6.11 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

6.12 Espira: Una vuelta completa de un conductor.

6.13 Devanados de transformadores: Conjunto de espiras aisladas o de bobinas que forman un circuito eléctrico asociado con uno de los voltajes asignados al transformador.

6.14 Devanado con derivaciones: Un devanado en la que el número efectivo de vueltas puede cambiarse en pasos.

6.15 Devanado primario: Aquel que, en servicio, recibe energía eléctrica de un sistema.

6.16 Devanado secundario: Aquel que, en servicio, entrega energía eléctrica a un sistema.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 15

6.17 Voltaje nominal primario: El aplicable bajo condiciones de régimen nominal atribuidas (condiciones normales de operación), a la totalidad del devanado primario, si no tiene derivaciones, o en la derivación principal, si las tiene.

6.18 Voltaje nominal secundario: El desarrollado en el total del devanado secundario, si no tiene derivaciones; o en la derivación principal, si las tiene, cuando el transformador funciona sin carga y se aplican el voltaje y frecuencia nominales en el devanado primario.

6.19 Tap: En transformador, es el selector mecánico, que sobrepone al bobinado primario, un determinado número de espiras, con la finalidad de que la tensión de salida sea la adecuada según la regulación de tensión que se va a operar.

6.20 Conmutador: Selector mecánico del transformador, cambiador interno de derivaciones, con accionamiento externo, que se opera estando desenergizado.

6.21 Bushing de alta tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado primario y la red externa del voltaje primario.

6.22 Bushing de baja tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado secundario y la red externa del voltaje secundario.⁴

⁴ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 15

7. DESARROLLO

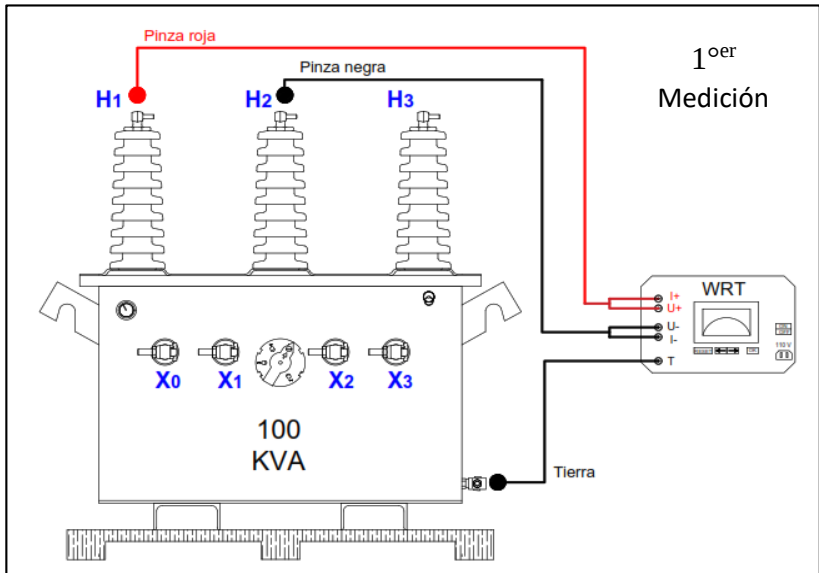
No.	Responsable	Actividad																								
1	Trabajador	CONEXIÓN DE WINDING RESISTANCE TESTER TRIFÁSICO: Equipo diseñado para trabajar bajo el método de medición de caída de tensión, consiste en conectar el devanado del transformador a la fuente de corriente continua (equipo de medición). El equipo se conforma por 1 pinza roja, 1 pinza negra y 1 pinza de tierra, que se conectan a los bushing de alta, baja tensión y tanque respectivamente. Se conecta el cable de poder del Winding Resistance Tester a una fuente de alimentación de 110 V, pulsar el botón “ON”, para encender el equipo.  Para conectar a un transformador trifásico se procede de la siguiente manera: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Pinza roja</th><th>Pinza negra</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alta tensión</td><td>Bushing de alta tensión H1</td><td>Bushing de alta tensión H2</td></tr> <tr> <td>Alta tensión</td><td>Bushing de alta tensión H2</td><td>Bushing de alta tensión H3</td></tr> <tr> <td>Alta tensión</td><td>Bushing de alta tensión H1</td><td>Bushing de alta tensión H3</td></tr> <tr> <td>Baja tensión</td><td>Bushing de baja tensión X1</td><td>Bushing de baja tensión X2</td></tr> <tr> <td>Baja tensión</td><td>Bushing de baja tensión X2</td><td>Bushing de baja tensión X3</td></tr> <tr> <td>Baja tensión</td><td>Bushing de baja tensión X1</td><td>Bushing de baja tensión X3</td></tr> <tr> <td>Pinza de Tierra</td><td colspan="2">Conectar al tanque del transformador</td></tr> </tbody> </table>		Pinza roja	Pinza negra	Alta tensión	Bushing de alta tensión H1	Bushing de alta tensión H2	Alta tensión	Bushing de alta tensión H2	Bushing de alta tensión H3	Alta tensión	Bushing de alta tensión H1	Bushing de alta tensión H3	Baja tensión	Bushing de baja tensión X1	Bushing de baja tensión X2	Baja tensión	Bushing de baja tensión X2	Bushing de baja tensión X3	Baja tensión	Bushing de baja tensión X1	Bushing de baja tensión X3	Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador	
	Pinza roja	Pinza negra																								
Alta tensión	Bushing de alta tensión H1	Bushing de alta tensión H2																								
Alta tensión	Bushing de alta tensión H2	Bushing de alta tensión H3																								
Alta tensión	Bushing de alta tensión H1	Bushing de alta tensión H3																								
Baja tensión	Bushing de baja tensión X1	Bushing de baja tensión X2																								
Baja tensión	Bushing de baja tensión X2	Bushing de baja tensión X3																								
Baja tensión	Bushing de baja tensión X1	Bushing de baja tensión X3																								
Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador																									

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 15

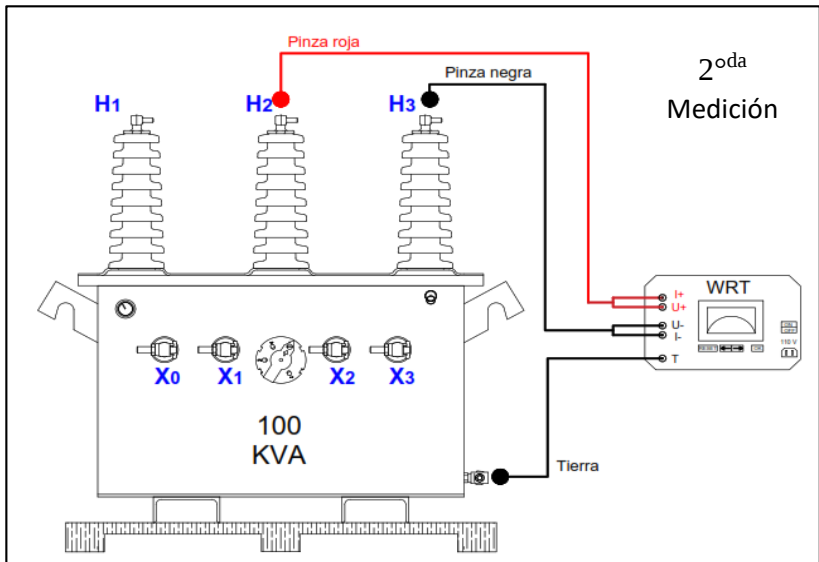
		CONEXIÓN ALTA TENSIÓN: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador trifásico de la siguiente manera:		
			Pinza roja	Pinza negra
		1 ^{er} Medición	Bushing de alta tensión H1	Bushing de alta tensión H2
		2 ^{do} Medición	Bushing de alta tensión H2	Bushing de alta tensión H3
		3 ^{er} Medición	Bushing de alta tensión H1	Bushing de alta tensión H3
	Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador		

2

Trabajador

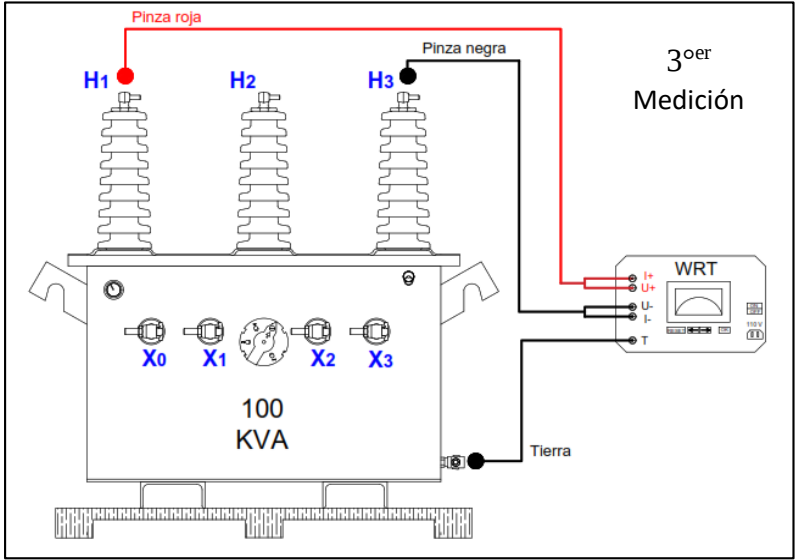
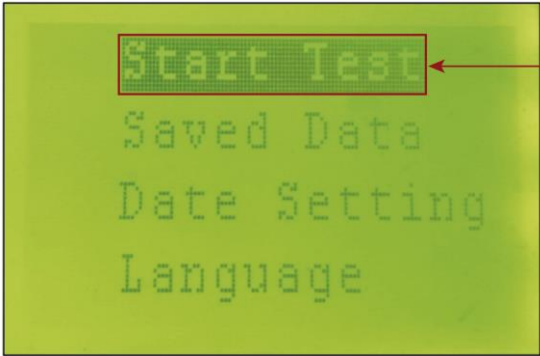
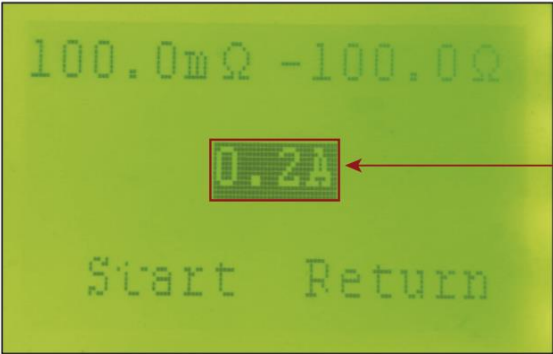


1^{er} Medición

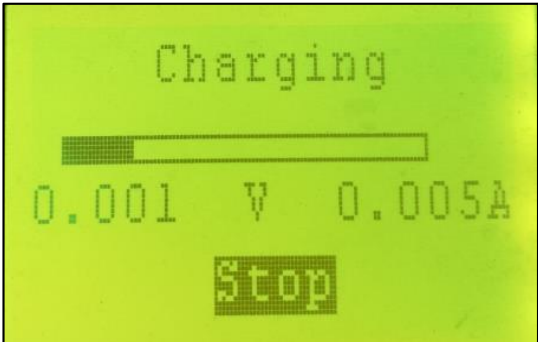
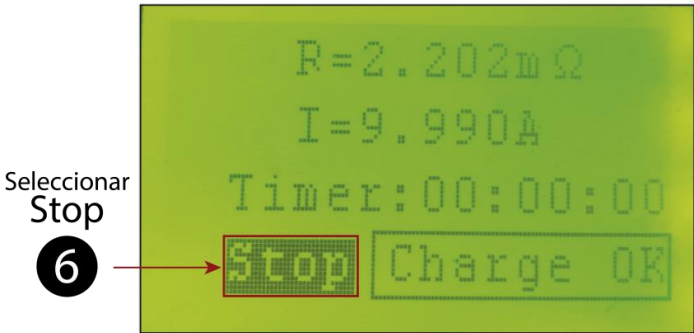
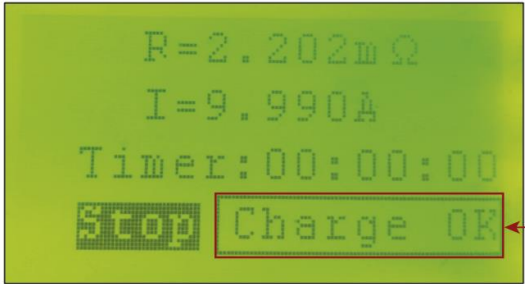


2^{da} Medición

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 15

		
3	Trabajador	INICIO DE PRUEBA ALTA Tensión: Una vez encendido, indicara la siguiente pantalla. Seleccionar “Start Test”.  Seleccionar “0.2 A” para realizar prueba en alta tensión. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 15

		El equipo empezara a inducir corriente de “0.2” amperios, indicara la pantalla “charging”.  Cuando el equipo indique los valores de resistencia e intensidad se debe seleccionar “Stop”, para dejar de inducir corriente al equipo.  Estos pasos se deben repetir para la segunda y tercera medición.
4	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN ALTA Tensión: Se procede a registrar el valor de “R” en EVO-R-EL-04-01, En la sección “MEDICIÓN DE RESISTENCIA” tanto de la primera, segunda y tercera medición, en H1-H2, H2-H3 y H1-H3.  Seleccionar “Charge OK” y volverá a la pantalla de inicio de prueba.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 15

CONEXIÓN BAJA TENSIÓN: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador trifásico de la siguiente manera:

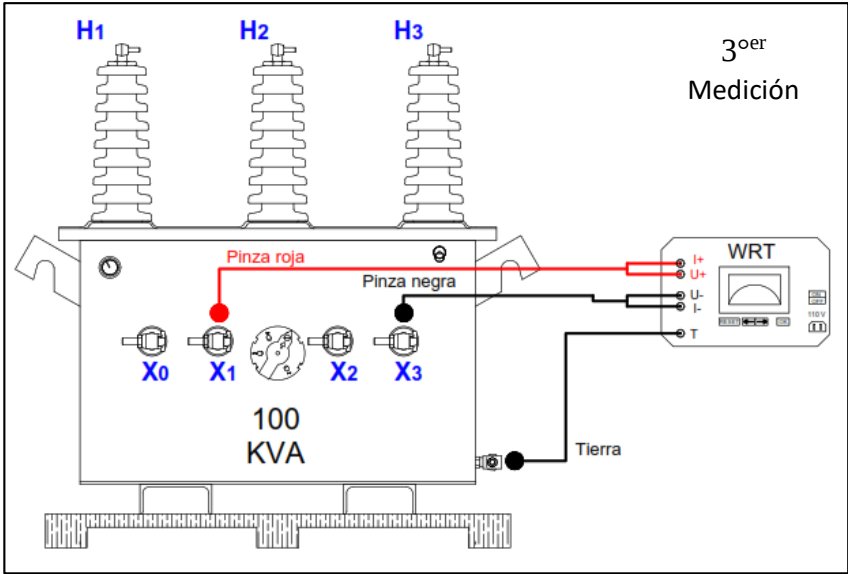
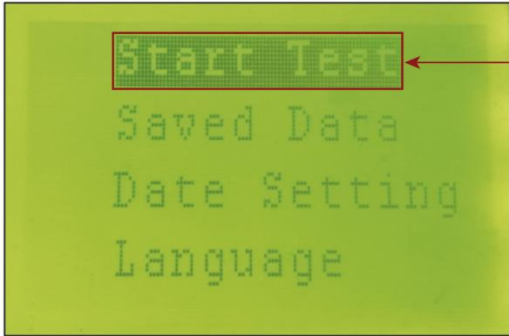
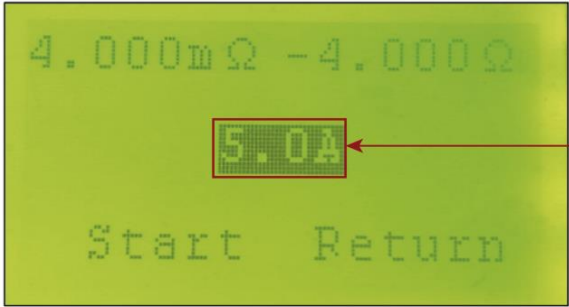
	Pinza roja	Pinza negra
1 ^{er} Medición	Bushing de baja tensión X1	Bushing de baja tensión X2
2 ^{do} Medición	Bushing de baja tensión X2	Bushing de baja tensión X3
3 ^{er} Medición	Bushing de baja tensión X1	Bushing de baja tensión X3
Pinza de Tierra	Conectar al tanque del transformador	

1^{er} Medición

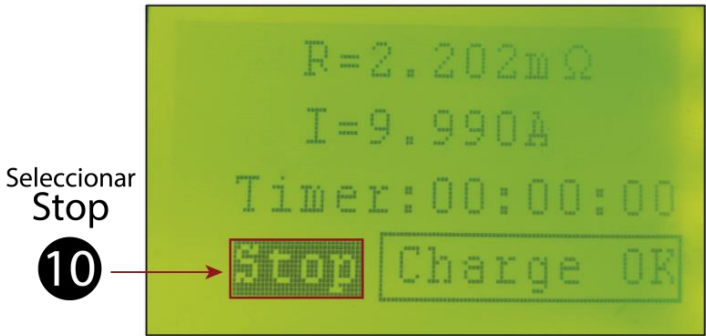
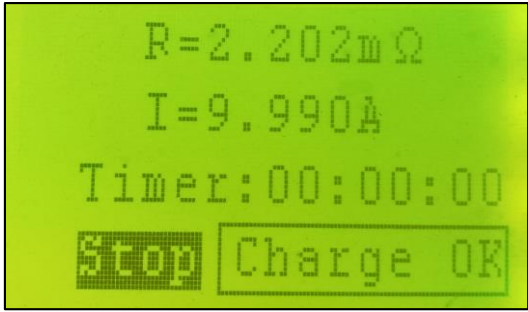
2^{da} Medición

5 Trabajador

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 15

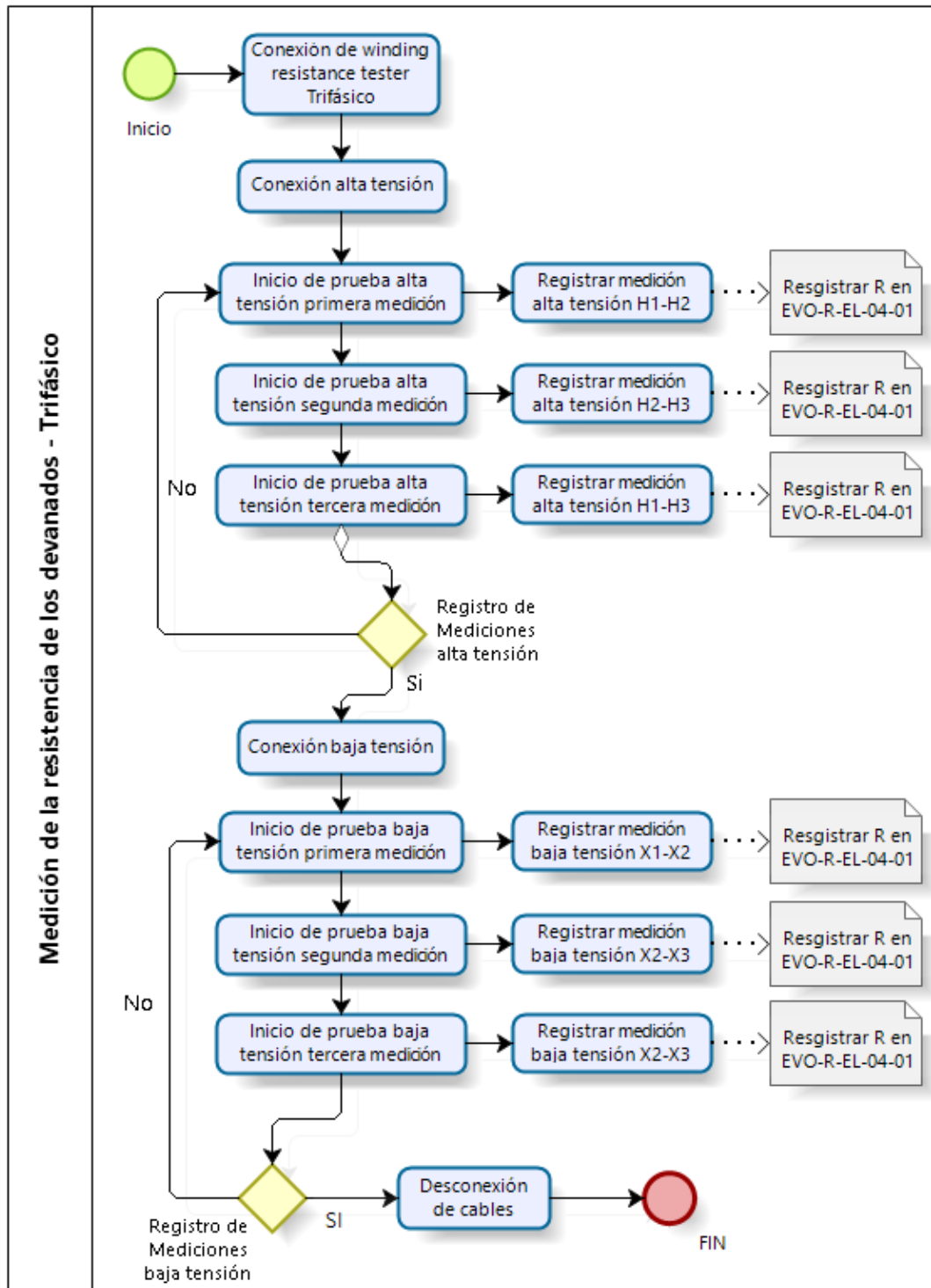
		
6	Trabajador	INICIO DE PRUEBA BAJA TENSIÓN: Una vez encendido, indicara la siguiente pantalla. Seleccionar “Start Test”.  8 Seleccionar Start Test Seleccionar “5.0 A” para realizar prueba en baja tensión.  9 Seleccionar 5.0A

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 15

		El equipo empezara a inducir corriente de “5.0” amperios, indicara la pantalla “charging”.  Cuando el equipo indique los valores de resistencia e intensidad se debe seleccionar “Stop”, para dejar de inducir corriente al equipo.  Estos pasos se deben repetir para la segunda y tercera medición.
7	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN BAJA TENSIÓN: Se procede a registrar el valor de “R” en EVO-R-EL-04-01, En la sección “MEDICIÓN DE RESISTENCIA” tanto de la primera, segunda y tercera medición, en X1-X2, X2-X3 y X1-X3 
8	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar las pinza roja, negra y cable de tierra del transformador. Finalizando la prueba.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 15

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-05
	MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	15 de 15

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS															COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA				HOJA /								
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2	H2-H3	H1-H3					
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2	X2-X3	X1-X3					
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie	MEGGER								
		SI	SI	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4		A-T	A-B	B-T						
				P0 (W)		TAP 5	TAP 5	TAP 5										

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 13



**MANUAL DE PROCEDIMIENTO
MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA
DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO
“MONOFÁSICO”**

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 13



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO	7
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	12
9. REGISTROS	13

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 13

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medición de la resistencia de aislamiento con megaóhmmetro a transformadores monofásicos. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Determina la cantidad de impurezas y humedad que puede tener los aislamientos del transformador, verificando la resistencia mínima soportable bajo la operación a la cual serán sometidos, se lo realiza con un equipo llamado Megger, el cual aplica tensión continua entre los bobinados.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 13

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2127: 2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES. NIVELES DE AISLAMIENTO. REQUISITOS

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 13

6.7 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.8 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.9 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.10 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

6.11 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

6.12 Espira: Una vuelta completa de un conductor.

6.13 Bushing de alta tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado primario y la red externa del voltaje primario.

6.14 Bushing de baja tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado secundario y la red externa del voltaje secundario.

6.15 Aislamiento: Voltaje más elevado para el material U_m aplicable al arrollamiento de un transformador. El voltaje eficaz más elevado entre fases de un sistema trifásico para el que se ha diseñado el transformador respecto a su aislamiento.

6.16 Nivel de aislamiento asignado: Un conjunto de Voltajes soportados normalizados que caracterizan la rigidez dieléctrica del aislamiento

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 13

6.17: Aislamiento uniforme de un arrollamiento del transformador: El aislamiento de un arrollamiento del transformador, cuando todos sus extremos conectados a los bornes tienen el mismo nivel de aislamiento asignado.

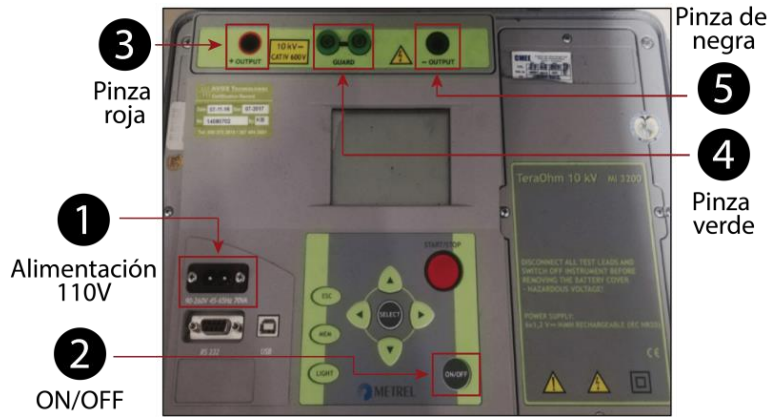
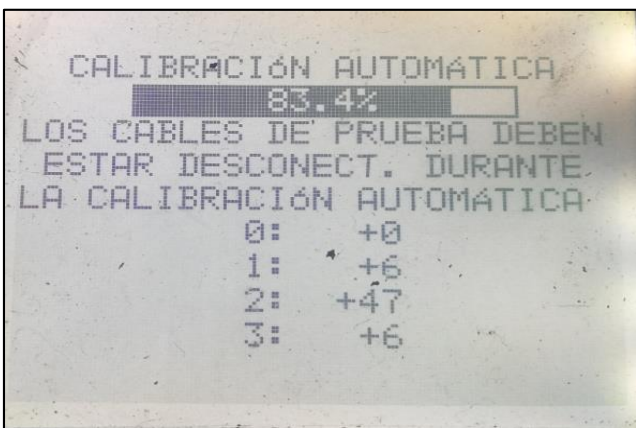
6.18: Aislamiento no uniforme de un arrollamiento del transformador: El aislamiento de un arrollamiento del transformador cuando tiene un borne de neutro para conexión directa o indirecta a tierra diseñada para un nivel de aislamiento menor que el asignado al borne de línea.

6.19: Devanados uniformemente aislados: Devanados en el cual el aislamiento está en todos los puntos previstos para soportar el mismo voltaje aplicado a la frecuencia industrial especificada para el lado de línea.⁵

⁵ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 13

7. DESARROLLO

No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	CALIBRACIÓN DE MEGGER: Equipo diseñado para aplicar una tensión continua entre los bobinados. El equipo se conforma por 1 pinza roja, 1 pinza negra y 1 pinza verde de tierra. Se conecta el cable de poder del Megger a una fuente de alimentación de 110 V, pulsar el botón “ON/OFF”, para encender el equipo.  No se debe conectar las pinzas durante la calibración, esperar hasta que el equipo alcance el 100%. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 13

El equipo indicara “La calibración automática pasa”

Se procede a conectar los cables al equipo de la siguiente manera:

Pinza roja	+ Output
Pinza negra	- Output
Pinza verde	Guard

Seleccionar “Prueba Diagnóstica”

Trabajador

6

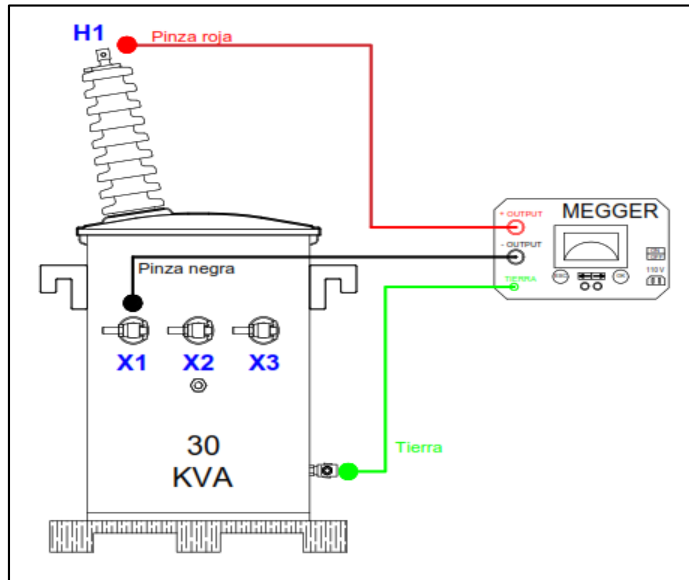
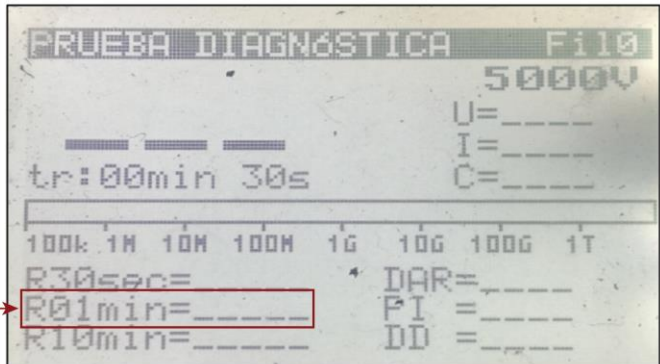
Seleccionar
PRUEBA
DIAGNÓSTICA

Setear a 5000 V, para dar inicio a la prueba.

7

Setear a
5000V

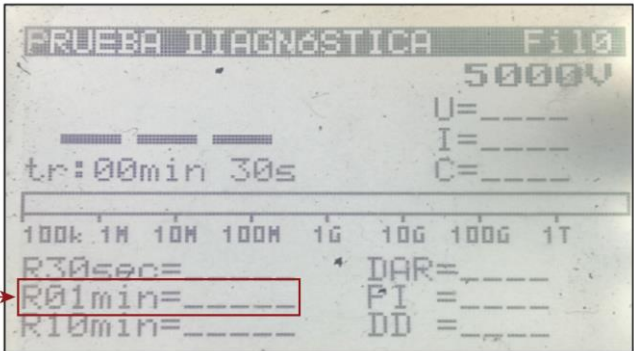
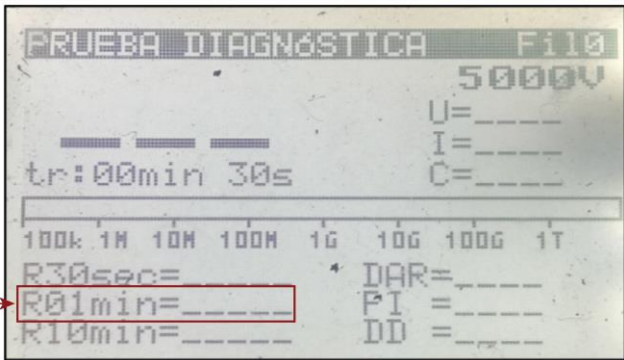
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 13

2	Trabajador	CONEXIÓN ALTA - BAJA: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador monofásico de la siguiente manera: <table><tr><th></th><th>Medición (A-B) Alta tensión – Baja tensión</th></tr><tr><td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión H1</td></tr><tr><td>Pinza negra</td><td>Bushing de baja tensión X1</td></tr><tr><td>Pinza verde</td><td>Tanque del transformador</td></tr></table> 		Medición (A-B) Alta tensión – Baja tensión	Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	Pinza negra	Bushing de baja tensión X1	Pinza verde	Tanque del transformador
	Medición (A-B) Alta tensión – Baja tensión									
Pinza roja	Bushing de alta tensión H1									
Pinza negra	Bushing de baja tensión X1									
Pinza verde	Tanque del transformador									
3	Trabajador	INICIO DE PRUEBA ALTA-BAJA: Pulsar el botón “Start”, para dar inicio a la prueba.  Transcurrido 1 min Seleccionar STOP 8 → Transcurrido un minuto en la sección “R01min”, indicara un valor en Ohmios, inmediatamente pulsamos el botón “Stop”. Para realizar una nueva medición pulsamos el botón “ESC”, seguido de “Start”								

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-01
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 13

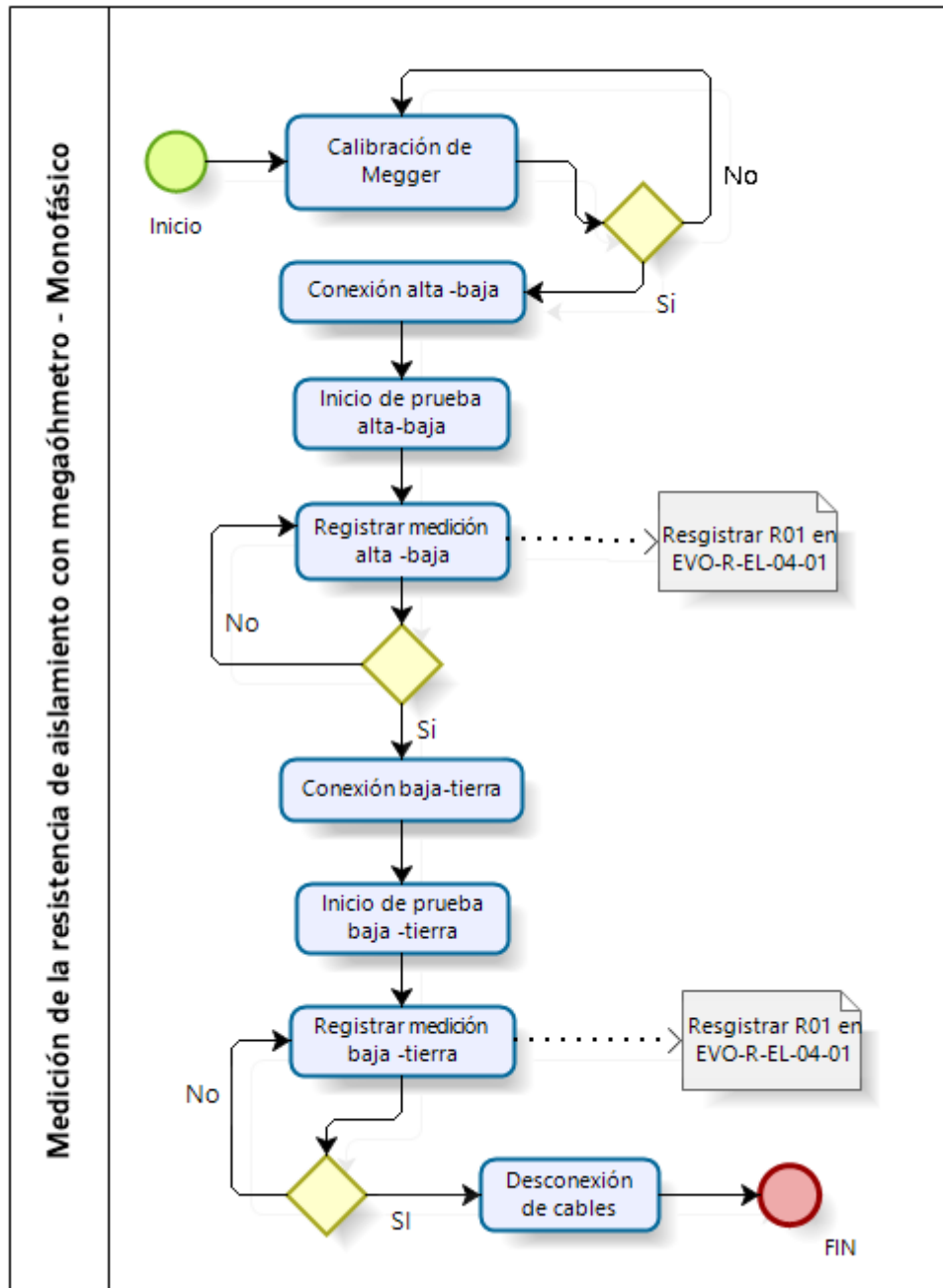
4	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN ALTA-BAJA: Se procede a registrar el valor de “R01min”, en EVO-R-EL-04-01. En la sección “MEGGER” en A-B. Registrar valor 9								
5	Trabajador	CONEXIÓN BAJA - TIERRA: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador monofásico de la siguiente manera: <table><tr><td></td><td>Medición (B-T) Baja tensión – Tierra</td></tr><tr><td>Pinza roja</td><td>Bushing de baja tensión X1</td></tr><tr><td>Pinza negra</td><td>Tierra del transformador</td></tr><tr><td>Pinza verde</td><td>Tanque del transformador</td></tr></table>		Medición (B-T) Baja tensión – Tierra	Pinza roja	Bushing de baja tensión X1	Pinza negra	Tierra del transformador	Pinza verde	Tanque del transformador
	Medición (B-T) Baja tensión – Tierra									
Pinza roja	Bushing de baja tensión X1									
Pinza negra	Tierra del transformador									
Pinza verde	Tanque del transformador									

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 13

6	Trabajador	INICIO DE PRUEBA BAJA-TIERRA: Pulsar el botón “Start”, para dar inicio a la prueba. Transcurrido 1 min Seleccionar STOP 10 →  Transcurrido 1 minuto en la sección “R01min”, indicara un valor en Ohmios, inmediatamente pulsamos el botón “Stop”. Para realizar una nueva medicion pulsamos el botón “ESC”, seguido de “Start”
7	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN BAJA-TIERRA: Se procede a registrar el valor de “R01min”, en EVO-R-EL-04-01. En la sección “MEGGER” en B-T. Registrar valor 11 → 
8	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar las pinza roja, negra y cable de tierra del transformador. Finalizando la prueba.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 13

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-06
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “MONOFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 13

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS															COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA				HOJA /								
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1		TAP 1		TAP 1		Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2		TAP 2		TAP 2		Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3		TAP 3		TAP 3		N° Serie		MEGGER				
		SI		SI			TAP 4		TAP 4		TAP 4			A-T		A-B		B-T
				I3 (V)		TAP 5		TAP 5		TAP 5								
				P0 (W)														

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 15



MANUAL DE PROCEDIMIENTO
MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE
 AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO
“TRIFÁSICO”

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 15



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO	7
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	14
9. REGISTROS	15

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 15

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medición de la resistencia de aislamiento con megaóhmmetro a transformadores trifásico. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Determina la cantidad de impurezas y humedad que puede tener los aislamientos del transformador, verificando la resistencia mínima soportable bajo la operación a la cual serán sometidos, se lo realiza con un equipo llamado Megger, el cual aplica tensión continua entre los bobinados.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 15

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2127: 2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES. NIVELES DE AISLAMIENTO. REQUISITOS

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 15

6.6 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

6.7 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.8 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.9 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.10 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

6.11 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

6.12 Espira: Una vuelta completa de un conductor.

6.13 Bushing de alta tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado primario y la red externa del voltaje primario.

6.14 Bushing de baja tensión: Terminal utilizado para la interconexión entre el bobinado secundario y la red externa del voltaje secundario.

6.15 Aislamiento: Voltaje más elevado para el material U_m aplicable al arrollamiento de un transformador. El voltaje eficaz más elevado entre fases de un sistema trifásico para el que se ha diseñado el transformador respecto a su aislamiento.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 15

6.16 Nivel de aislamiento asignado: Un conjunto de Voltajes soportados normalizados que caracterizan la rigidez dieléctrica del aislamiento

6.17: Aislamiento uniforme de un arrollamiento del transformador: El aislamiento de un arrollamiento del transformador, cuando todos sus extremos conectados a los bornes tienen el mismo nivel de aislamiento asignado.

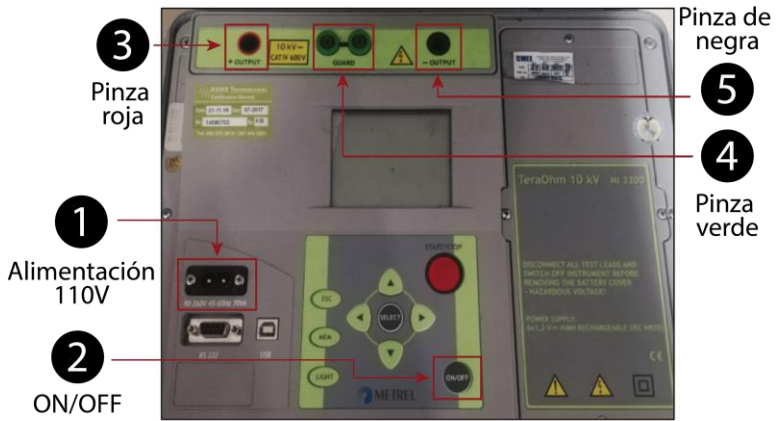
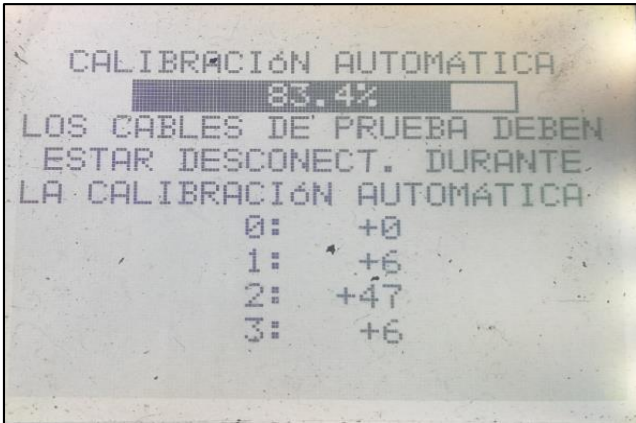
6.18: Aislamiento no uniforme de un arrollamiento del transformador: El aislamiento de un arrollamiento del transformador cuando tiene un borne de neutro para conexión directa o indirecta a tierra diseñada para un nivel de aislamiento menor que el asignado al borne de línea.

6.19: Devanados uniformemente aislados: Devanados en el cual el aislamiento está en todos los puntos previstos para soportar el mismo voltaje aplicado a la frecuencia industrial especificada para el lado de línea.⁶

⁶ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

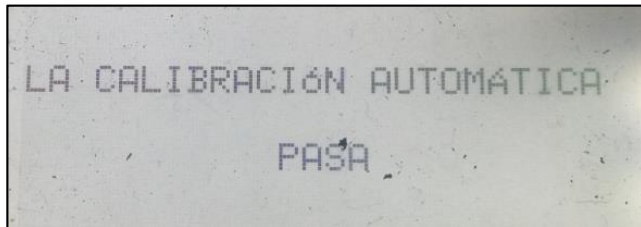
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 15

7. DESARROLLO

No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	CALIBRACIÓN DE MEGGER: Equipo diseñado para aplicar una tensión continua entre los bobinados. El equipo se conforma por 1 pinza roja, 1 pinza negra y 1 pinza verde de tierra. Se conecta el cable de poder del Megger a una fuente de alimentación de 110 V, pulsar el botón “ON/OFF”, para encender el equipo.  No se debe conectar las pinzas durante la calibración, esperar hasta que el equipo alcance el 100%. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 15

El equipo indicara “La calibración automática pasa”

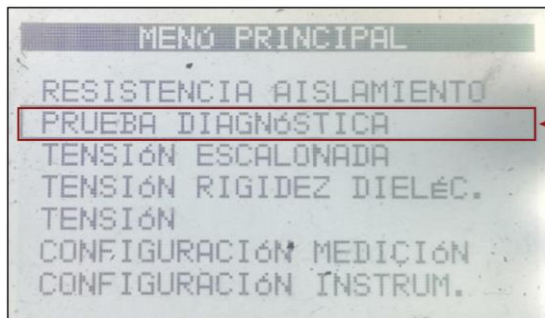
A screenshot of a monochrome LCD screen. The text 'LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA' is displayed in the upper half, and 'PASA' is displayed in the lower half, both in a simple, blocky font.

Se procede a conectar los cables al equipo de la siguiente manera:

Pinza roja	+ Output
Pinza negra	- Output
Pinza verde	Guard

Seleccionar “Prueba Diagnóstica”

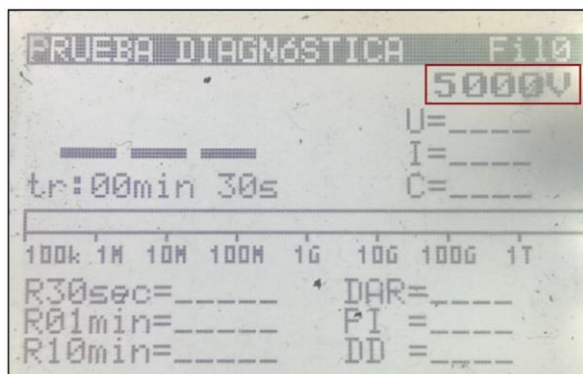
Trabajador

A screenshot of a monochrome LCD screen titled 'MENÚ PRINCIPAL'. It lists several options: 'RESISTENCIA AISLAMIENTO', 'PRUEBA DIAGNÓSTICA' (highlighted with a red rectangular box), 'TENSION ESCALONADA', 'TENSION RIGIDEZ DIELEC.', 'TENSION', 'CONFIGURACION MEDICION', and 'CONFIGURACION INSTRUM.'.

6

Seleccionar
PRUEBA
DIAGNÓSTICA

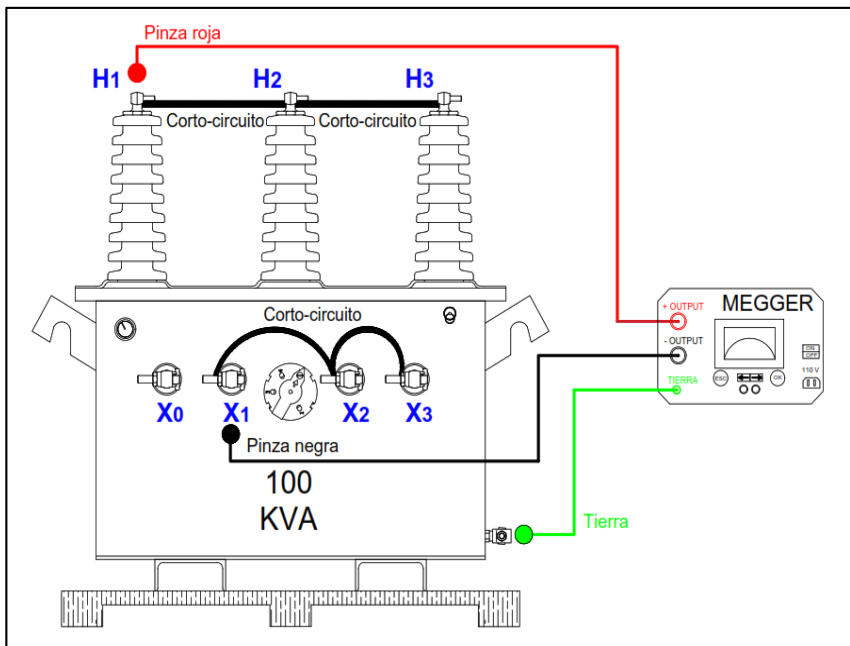
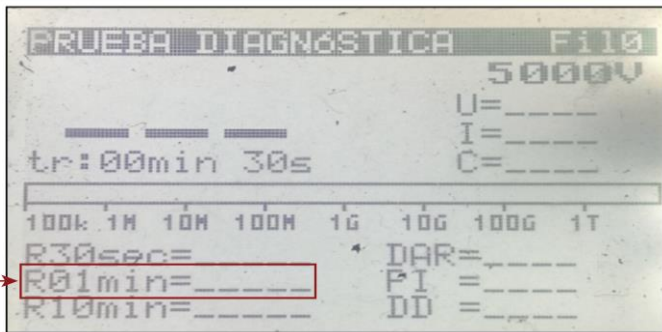
Setear a 5000 V, para dar inicio a la prueba.

A screenshot of a monochrome LCD screen titled 'PRUEBA DIAGNÓSTICA'. It shows 'Fila' and '5000V' (highlighted with a red rectangular box). Below this, there are fields for 'U=___', 'I=___', and 'C=___'. Further down, it shows 'tr:00min 30s' and a row of unit labels: '100k 1M 10M 100M 1G 10G 100G 1T'. At the bottom, there are two columns of settings: 'R30sec=___', 'R01min=___', 'R10min=___' and 'DAR=___', 'PI=___', 'DD=___'.

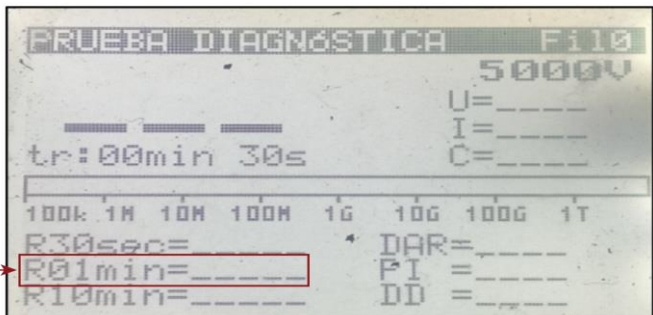
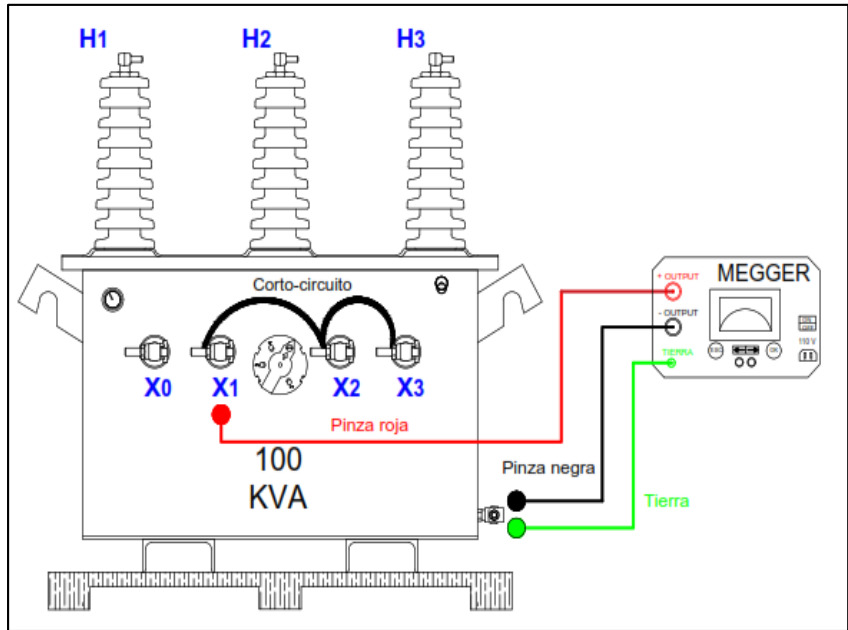
7

Setear a
5000V

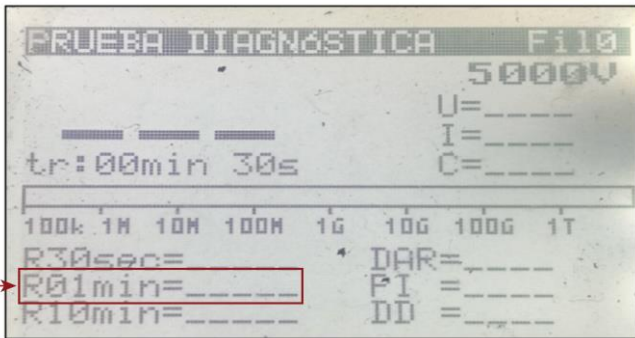
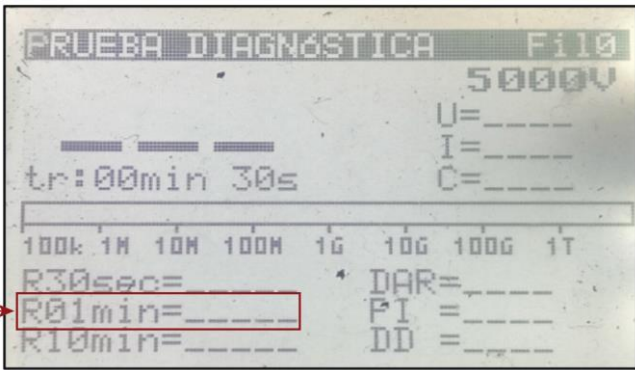
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 15

2	Trabajador	CONEXIÓN ALTA - BAJA: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador trifásico de la siguiente manera: <table><tr><td></td><td>Medición (A-B) Alta tensión – Baja tensión</td></tr><tr><td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión H1</td></tr><tr><td>Pinza negra</td><td>Bushing de baja tensión X1</td></tr><tr><td>Pinza verde</td><td>Tanque del transformador</td></tr><tr><td>Alambre 14 AWG</td><td>Corto-circuito en alta tensión</td></tr><tr><td>Alambre 14 AWG</td><td>Corto-circuito en baja tensión</td></tr></table> 		Medición (A-B) Alta tensión – Baja tensión	Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	Pinza negra	Bushing de baja tensión X1	Pinza verde	Tanque del transformador	Alambre 14 AWG	Corto-circuito en alta tensión	Alambre 14 AWG	Corto-circuito en baja tensión
	Medición (A-B) Alta tensión – Baja tensión													
Pinza roja	Bushing de alta tensión H1													
Pinza negra	Bushing de baja tensión X1													
Pinza verde	Tanque del transformador													
Alambre 14 AWG	Corto-circuito en alta tensión													
Alambre 14 AWG	Corto-circuito en baja tensión													
3	Trabajador	INICIO DE PRUEBA ALTA-BAJA: Pulsar el botón “Start”, para dar inicio a la prueba.  Transcurrido 1 min Seleccionar STOP 8												

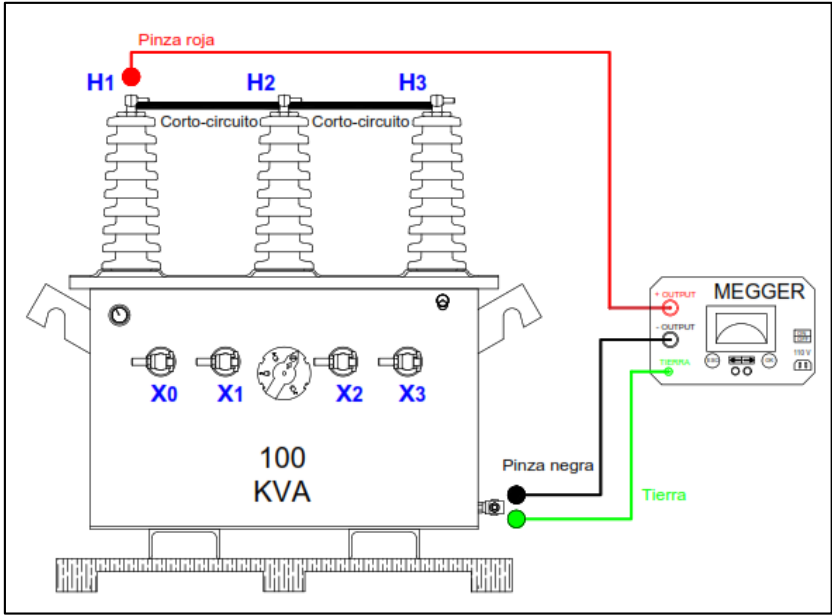
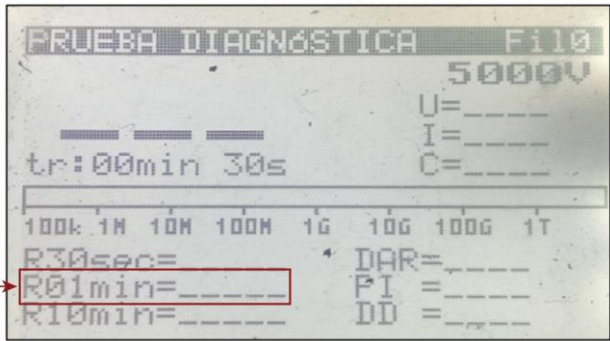
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 15

		Transcurrido 1 minuto en la seccion “R01min”, indicara un valor en Ohmios, inmediatamente pulsamos el botón “Stop”. Para realizar una nueva medicion pulsamos el botón “ESC”, seguido de “Start”.										
4	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN ALTA-BAJA: Se procede a registrar el valor de “R01min”, en EVO-R-EL-04-01. En la sección “MEGGER” en A-B. Registrar valor 9 										
5	Trabajador	CONEXIÓN BAJA - TIERRA: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador monofásico de la siguiente manera: <table><tr><td></td><td>Medición (B-T) Baja tensión – Tierra</td></tr><tr><td>Pinza roja</td><td>Bushing de baja tensión X1</td></tr><tr><td>Pinza negra</td><td>Tierra del transformador</td></tr><tr><td>Pinza verde</td><td>Tanque del transformador</td></tr><tr><td>Alambre 14 AWG</td><td>Corto-circuito en baja tensión</td></tr></table> 		Medición (B-T) Baja tensión – Tierra	Pinza roja	Bushing de baja tensión X1	Pinza negra	Tierra del transformador	Pinza verde	Tanque del transformador	Alambre 14 AWG	Corto-circuito en baja tensión
	Medición (B-T) Baja tensión – Tierra											
Pinza roja	Bushing de baja tensión X1											
Pinza negra	Tierra del transformador											
Pinza verde	Tanque del transformador											
Alambre 14 AWG	Corto-circuito en baja tensión											

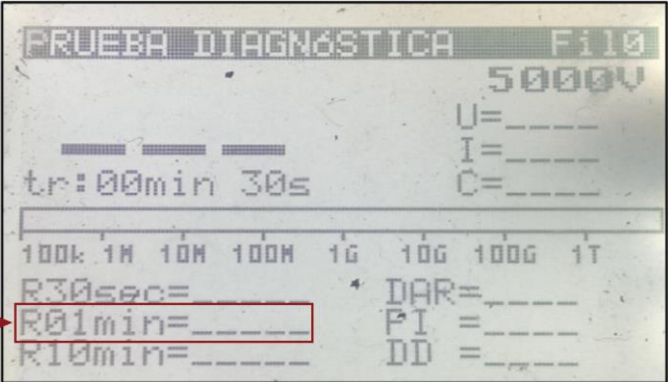
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 15

6	Trabajador	INICIO DE PRUEBA BAJA-TIERRA: Pulsar el botón “Start”, para dar inicio a la prueba. Transcurrido 1 min Seleccionar STOP 10 →  Transcurrido 1 minuto en la sección “R01min”, indicara un valor en Ohmios, inmediatamente pulsamos el botón “Stop”. Para realizar una nueva medicion pulsamos el botón “ESC”, seguido de “Start”										
7	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN BAJA-TIERRA: Se procede a registrar el valor de “R01min”, en EVO-R-EL-04-01. En la sección “MEGGER” en B-T. Registrar valor 11 → 										
8		CONEXIÓN ALTA - TIERRA: Se procede a conectar el equipo de medición con el transformador monofásico de la siguiente manera: <table><tr><td></td><td>Medición (A-T) Alta tensión – Tierra</td></tr><tr><td>Pinza roja</td><td>Bushing de alta tensión H1</td></tr><tr><td>Pinza negra</td><td>Tierra del transformador</td></tr><tr><td>Pinza verde</td><td>Tanque del transformador</td></tr><tr><td>Alambre 14 AWG</td><td>Corto-circuito en alta tensión</td></tr></table>		Medición (A-T) Alta tensión – Tierra	Pinza roja	Bushing de alta tensión H1	Pinza negra	Tierra del transformador	Pinza verde	Tanque del transformador	Alambre 14 AWG	Corto-circuito en alta tensión
	Medición (A-T) Alta tensión – Tierra											
Pinza roja	Bushing de alta tensión H1											
Pinza negra	Tierra del transformador											
Pinza verde	Tanque del transformador											
Alambre 14 AWG	Corto-circuito en alta tensión											

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 15

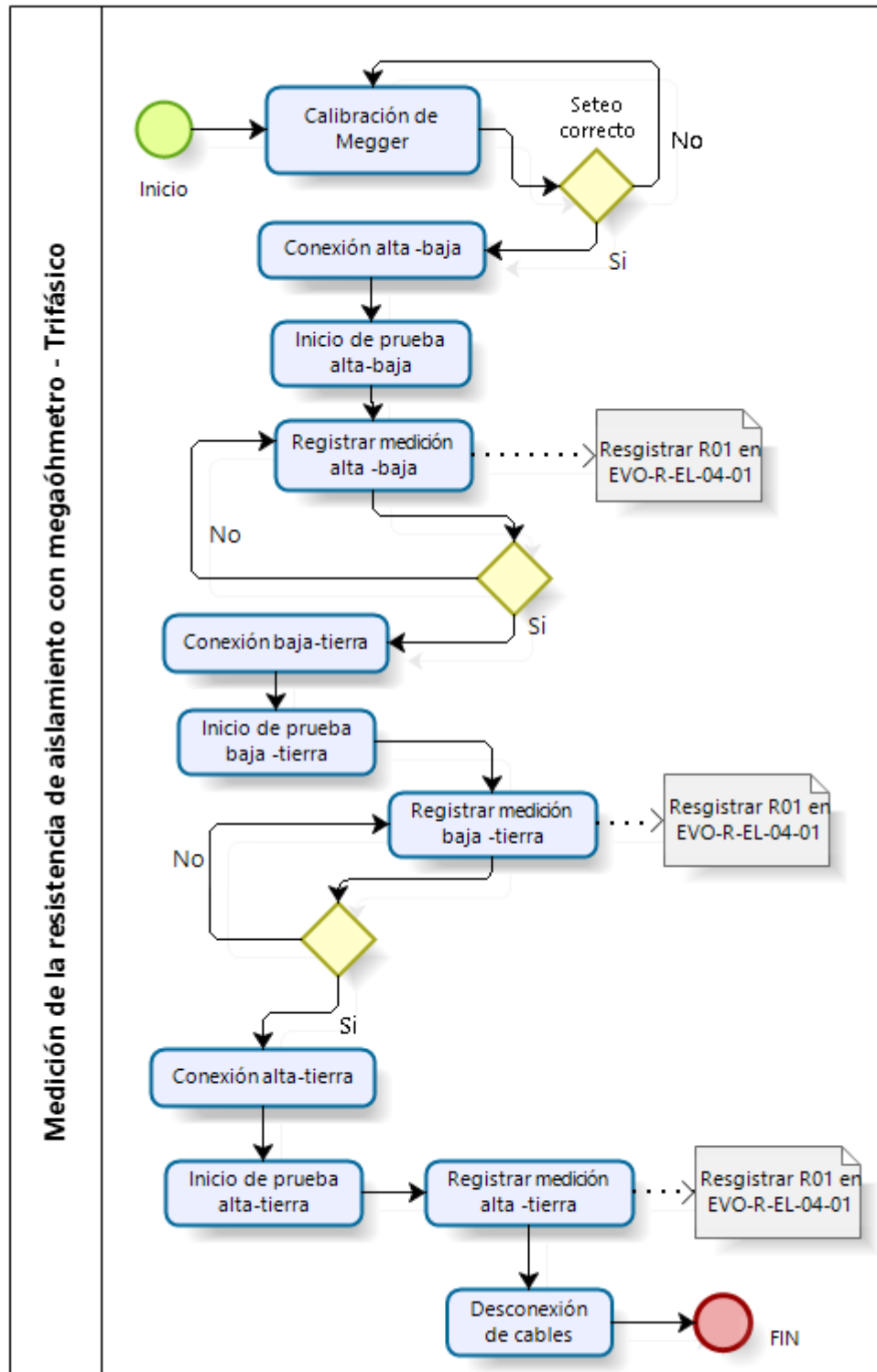
	Trabajador	
9	Trabajador	INICIO DE PRUEBA BAJA-TIERRA: Pulsar el botón “Start”, para dar inicio a la prueba. Transcurrido 1 min Seleccionar STOP 12 →  Transcurrido 1 minuto en la sección “R01min”, indicara un valor en Ohmios, inmediatamente pulsamos el botón “Stop”.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 15

10	Trabajador	REGISTRAR MEDICIÓN ALTA-TIERRA: Se procede a registrar el valor de “R01min”, en EVO-R-EL-04-01. En la sección “MEGGER” en A-T. Registrar valor 13 
11	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar las pinza roja, negra y cable de tierra del transformador. Finalizando la prueba.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 15

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-07
	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON MEGAÓHMETRO “TRIFÁSICO”	VERSIÓN	01
		PÁGINA	15 de 15

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS															COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA				HOJA /								
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1		TAP 1		TAP 1		Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2		TAP 2		TAP 2		Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3		TAP 3		TAP 3		N° Serie		MEGGER				
		SI		SI	I3 (V)		TAP 4		TAP 4		TAP 4			A-T		A-B		B-T
				P0 (W)		TAP 5		TAP 5		TAP 5								

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 14



MANUAL DE PROCEDIMIENTO **MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO** **“MONOFÁSICO”**

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 14



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO	6
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	13
9. REGISTROS	14

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-0
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 14

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de corto circuito. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

La prueba de corto circuito determina la pérdida de potencia en los bobinados primarios y secundarios, sometidos a la intensidad nominal. Al aplicar una pequeña tensión al primario y cortocircuitando el secundario, obteniendo la intensidad de cada bobinado.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de corto circuito y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 14

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2114:2004 SEGUNDA REVISION, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS MONOFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individua, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-01
	PRUEBA DE CORTO CIRCUITO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 14

distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.7 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

6.8 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.9 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.10 Voltaje nominal de un devanado (V_n): El especificado para aplicarse, o desarrollarse en funcionamiento sin carga, entre los terminales de línea de un transformador polifásico, o entre los terminales de un devanado de un transformador monofásico.

6.11 Potencia nominal (S_n): Valor convencional de la potencia aparente en (KVA ó MVA), destinado a servir de base para el diseño del transformador, la garantía del fabricante y los ensayos que determina un valor bien definido de la corriente nominal admisible cuando el voltaje nominal es aplicado, bajo las condiciones especificadas en las Normas INEN sobre ensayos de transformadores de potencia y distribución.

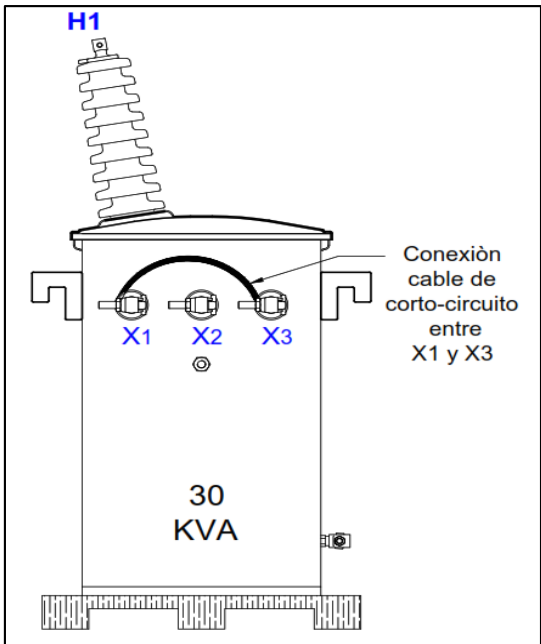
6.12 Corriente nominal (I_n): La que fluye a través del terminal de línea de un devanado en régimen nominal. Se calcula al dividir la potencia nominal del devanado para el producto de su voltaje nominal y un factor de fase apropiado.

6.13 Pérdidas sin carga (P_o): Potencia activa absorbida cuando el voltaje nominal a la frecuencia nominal, se aplica a los terminales de uno de los devanados estando el otro o los otros devanados en circuito abierto.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-01
	PRUEBA DE CORTO CIRCUITO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 14

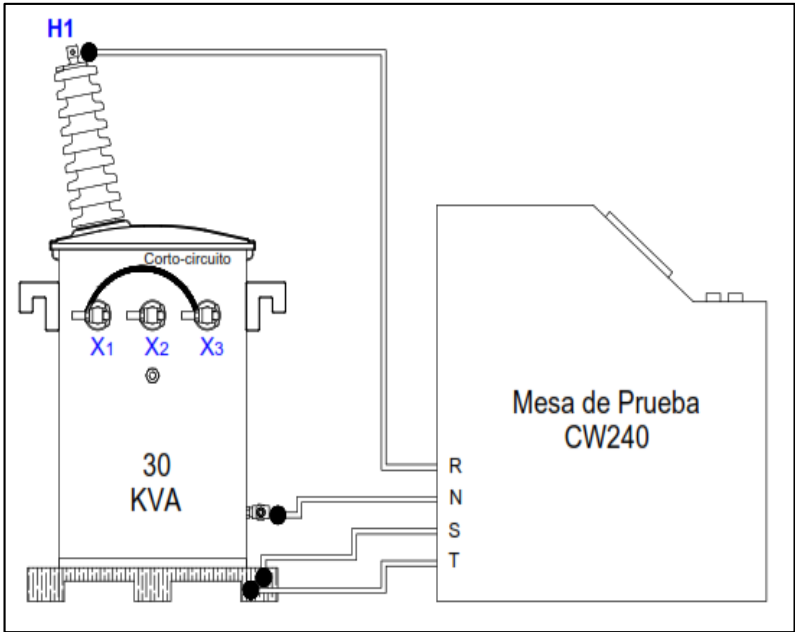
6.14 Corriente sin carga (I_0): La que fluye a través de un terminal de línea de un devanado cuando se le aplica el voltaje nominal, a la frecuencia nominal estando los demás devanados en circuito abierto.⁷

7. DESARROLLO

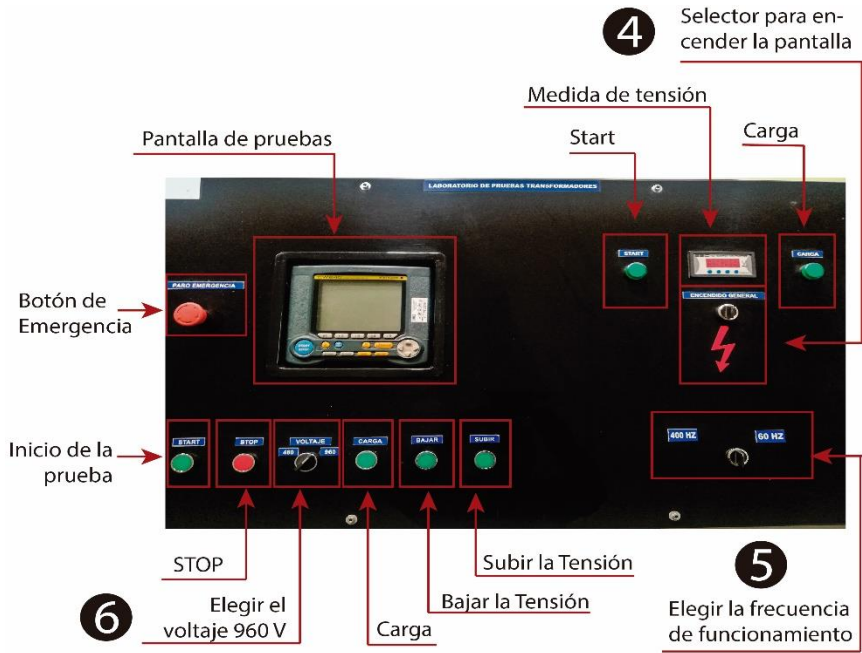
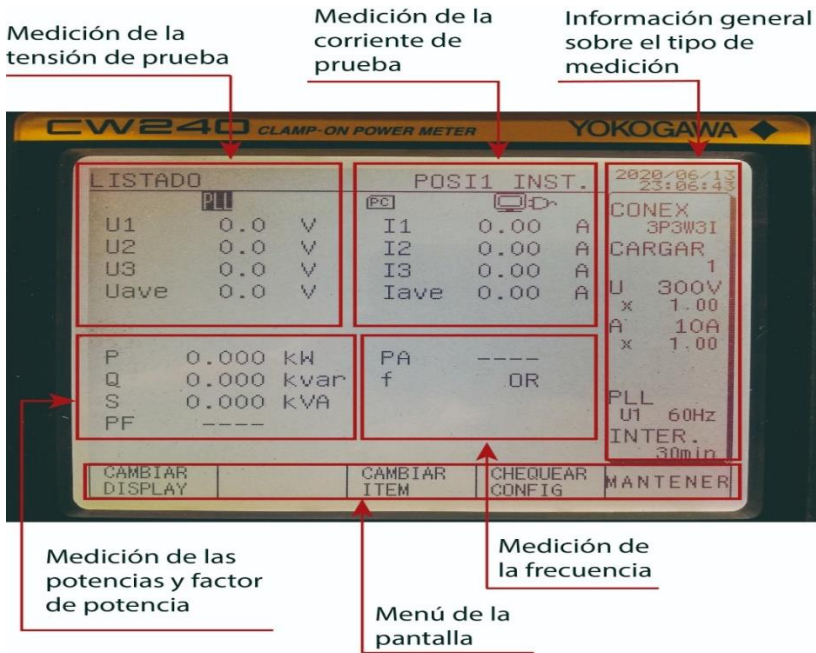
No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	PREPARAR MATERIALES: Cada transformador monofásico necesita de los siguientes materiales: • Cable de cobre para cortocircuito N° 2 AWG • 2 tuercas M-10
2	Trabajador	CONEXIÓN DE CABLE DE CORTO CIRCUITO: Se procede a conectar los bushing de baja tensión, X1 y X3 entre si ajustando firmemente con las tuercas. 

⁷ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 14

3	Trabajador	CONEXIÓN DE CABLES DE MESA A TRANSFORMADOR: Se procede a conectar de la siguiente manera: • Conectar el cable de tensión “R” sobre el bushing de alta tensión H1. • Conectar el cable de neutro “N” sobre la tierra del transformador. • Conectar el cable de tensión “S” y “T” sobre el pallet de madera del transformador. 
4	Trabajador	ARRANCAR TABLERO: Encender los siguientes breakers, para energizar la mesa de prueba.  1 Breaker General 2 Breaker para encender la mesa y los equipos de medición 3 Mesa de prueba de Vacío, corto circuito e inducido Breaker para el 400 Hz Breaker para el motor Breaker para el HI-POT

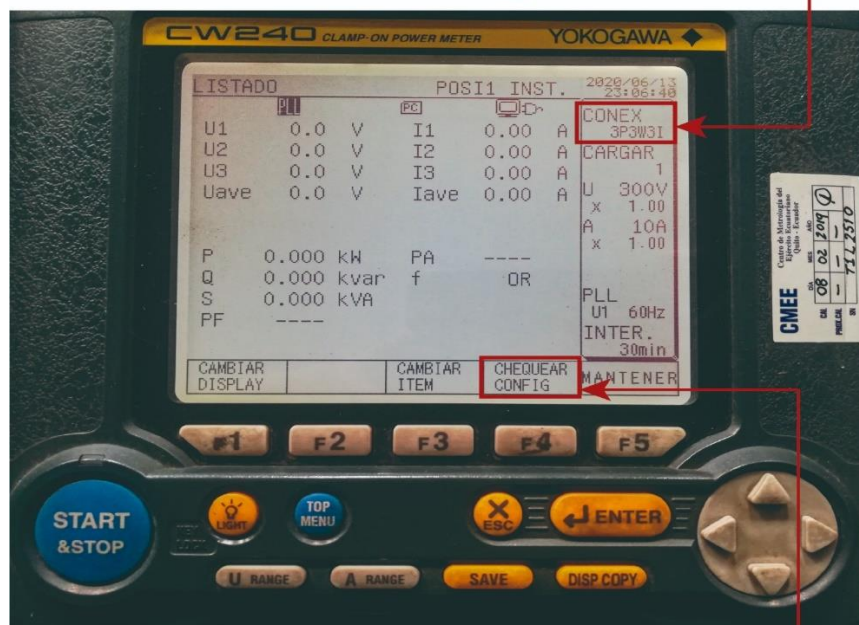
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 14

5	Trabajador	ENCENDER MESA DE PRUEBA: Se selecciona el selector en “On” para encender pantalla, se trabaja en frecuencia de 60 Hz y voltaje de 960 V. 
6	Trabajador	SETEAR MESA A MONOFÁSICO: La siguiente figura muestra como está conformada la pantalla del equipo de medición CW240, y sus funcionalidades. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-0
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 14

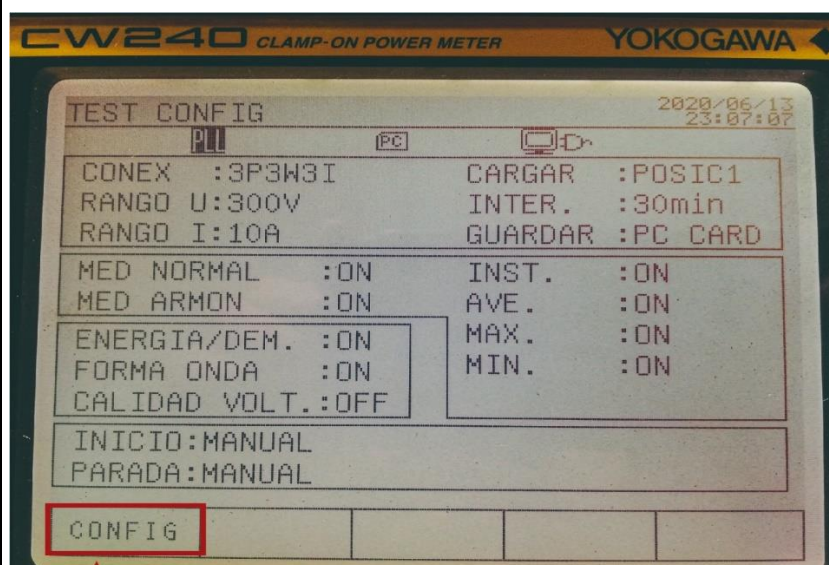
Se debe cambiar la conexión a 3P4W, seleccionando “CHEQUEAR CONFIG”

7 Conexión 3P4W



8 Seleccionar CHEQUEAR CONFIG

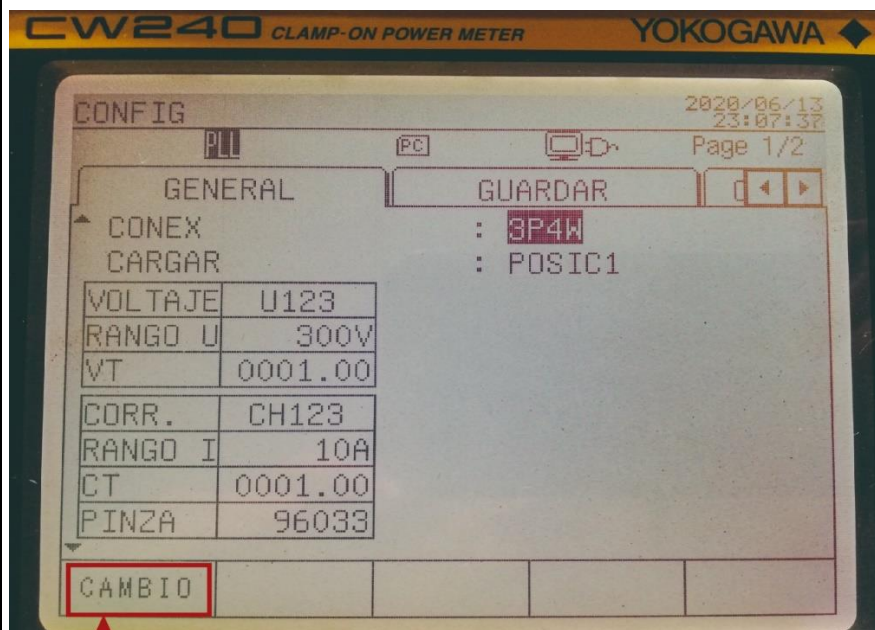
Dentro del menú de configuración aparecerá la siguiente pantalla, selecciónalos “CONFIG”.



9 Seleccionar CONFIG

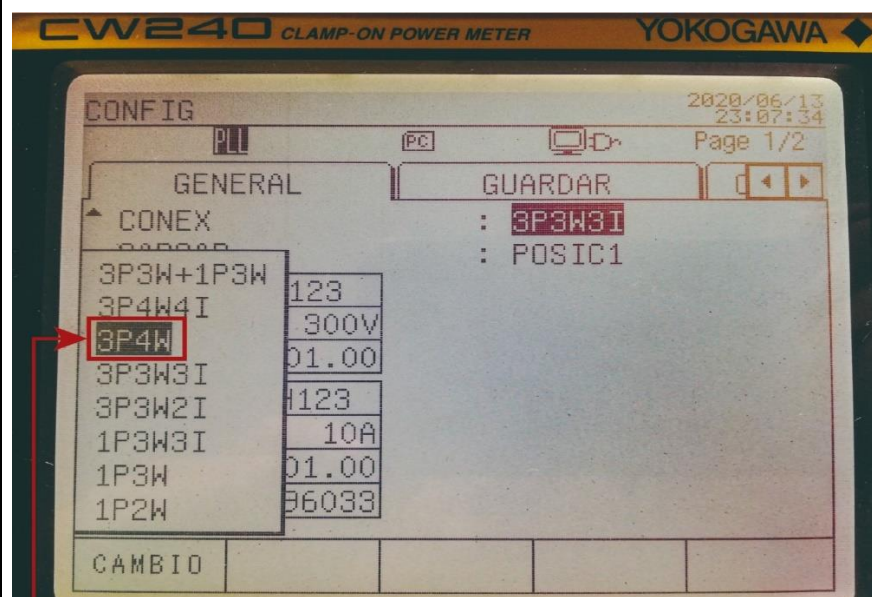
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 14

Si en conexión no está seteado 3P4W, procedemos a cambiar seleccionando “CAMBIO”



10 Seleccionar CAMBIO

Aparecerá la siguiente lista, la conexión correcta para el transformador monofásico, es “3P4W” seleccionar y dar “ENTER”.

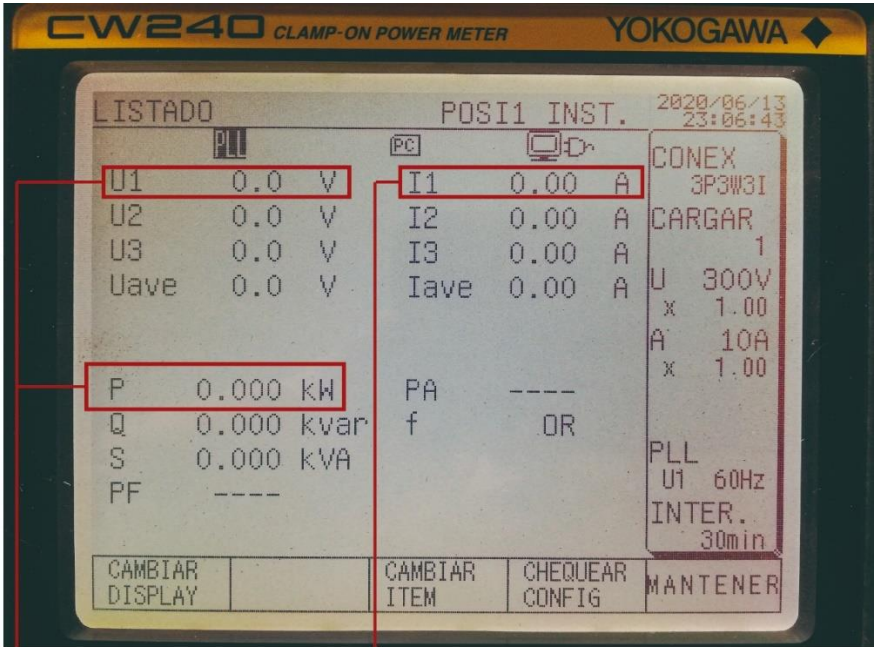


11 Seleccionar 3P4W + ENTER

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 14

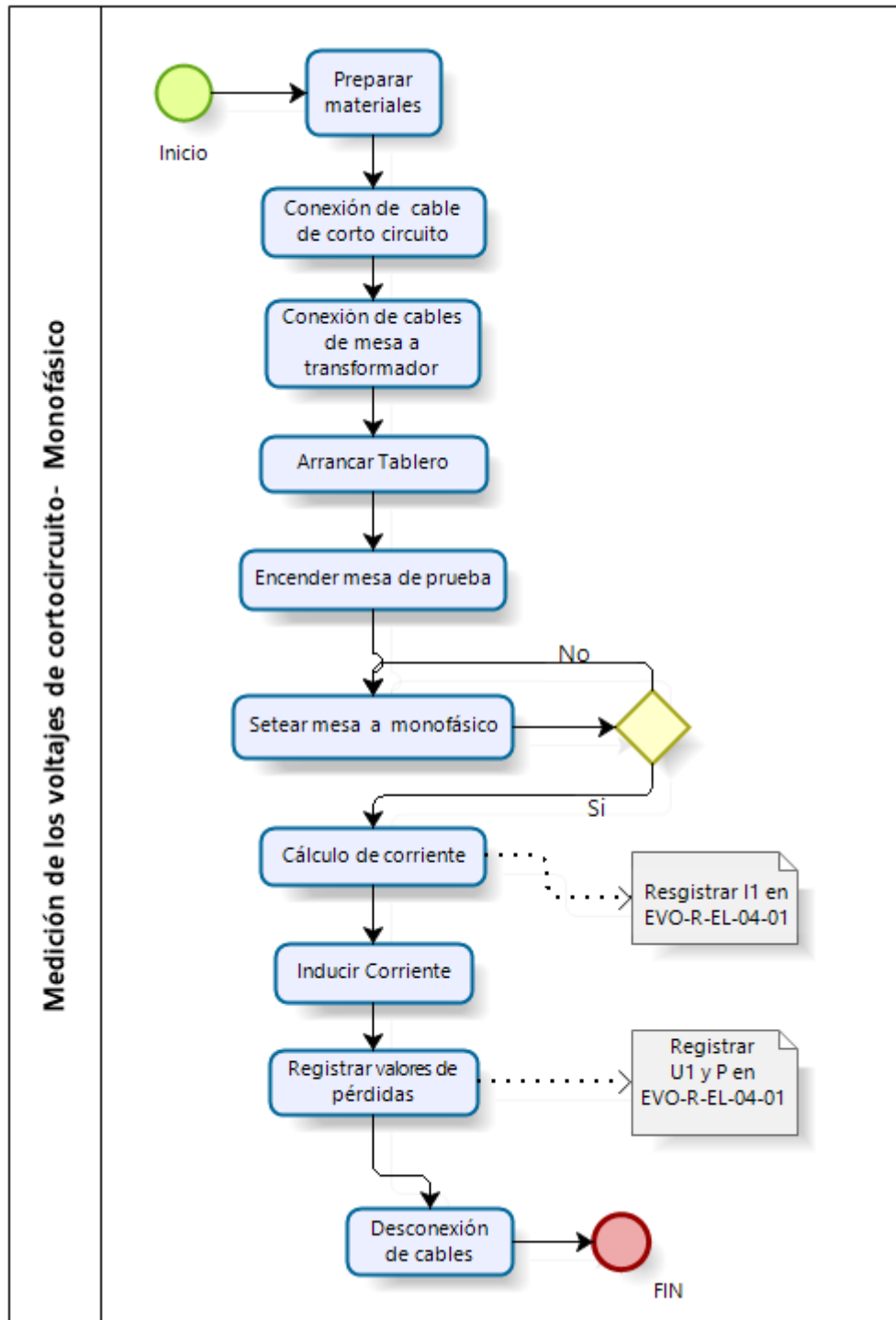
7	Trabajador	CÁLCULO DE CORRIENTE: Dependiendo de la potencia y voltaje del transformador se debe alcanzar el valor indicado que muestra la siguiente tabla, la pantalla solo indicara valores en el área de Medición I1. Forma de cálculo: $I = \frac{\text{Potencia de transformador}}{\text{Voltaje secundario de transformador}} = \frac{5000 \text{ KVA}}{7620 \text{ V}} = 0.6562 \text{ A.}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>7620 V</th><th>7960 V</th></tr> <tr> <th>Potencia de transformador</th><th>Corriente I 1 (A)</th><th>Corriente I 1 (A)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 KVA</td><td>0,6562</td><td>0,6281</td></tr> <tr> <td>10KVA</td><td>1,3123</td><td>1,2563</td></tr> <tr> <td>15 KVA</td><td>1,9685</td><td>1,8844</td></tr> <tr> <td>25 KVA</td><td>3,2808</td><td>3,1407</td></tr> <tr> <td>50 KVA</td><td>6,5617</td><td>6,2814</td></tr> <tr> <td>75 KVA</td><td>9,8425</td><td>9,4221</td></tr> </tbody> </table> Se registra corriente calculada en EVO-R-EL-04-01. En la sección “Corto-Circuito”. I1 en I(A)		7620 V	7960 V	Potencia de transformador	Corriente I 1 (A)	Corriente I 1 (A)	5 KVA	0,6562	0,6281	10KVA	1,3123	1,2563	15 KVA	1,9685	1,8844	25 KVA	3,2808	3,1407	50 KVA	6,5617	6,2814	75 KVA	9,8425	9,4221
	7620 V	7960 V																								
Potencia de transformador	Corriente I 1 (A)	Corriente I 1 (A)																								
5 KVA	0,6562	0,6281																								
10KVA	1,3123	1,2563																								
15 KVA	1,9685	1,8844																								
25 KVA	3,2808	3,1407																								
50 KVA	6,5617	6,2814																								
75 KVA	9,8425	9,4221																								
8	Trabajador	INDUCIR CORRIENTE: Con el botón “SUBIR” de la mesa procedemos a mantener presionado, hasta alcanzar el valor de corriente en Amperios, dependiendo de la potencia y voltaje del transformador calculado con anterioridad.																								

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 14

9	Trabajador	REGISTRAR VALOR DE PERDIDAS: Una vez alcanzado el valor de corriente, se procede a seleccionar el botón “MANTENER”, y seleccionar “STOP”. Se registra el valor de potencia de perdidas indicado en KW, en P. Se registra el valor de voltaje V, indicado en U1  Registrar la medición indicada 12 Se registra en EVO-R-EL-04-01. U1 en U_{cc} (V) P en P_{cc} (W)
10	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar los cables “R” y “N” del transformador, y se quitan las tuercas y el cable de cortocircuito.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 14

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-08
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 14

9. REGISTROS

NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS												COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01						
NOMBRE		APELLIDO				FECHA						HOJA /						
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1		TAP 1		TAP 1		Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2		TAP 2		TAP 2		Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
				I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3		TAP 3		TAP 3		N° Serie		MEGGER				
				I3 (V)		TAP 4		TAP 4		TAP 4				A-T		A-B		B-T
				P0 (W)		TAP 5		TAP 5		TAP 5								

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 14



MANUAL DE PROCEDIMIENTO **MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO** **“TRIFÁSICO”**

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 14



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO	6
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	13
9. REGISTROS	14

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 14

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja de datos	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de corto circuito. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

La prueba de corto circuito determina la pérdida de potencia en los bobinados primarios y secundarios, sometidos a la intensidad nominal. Al aplicar una pequeña tensión al primario y cortocircuitando el secundario, obteniendo la intensidad de cada bobinado.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de corto circuito y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador trifásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 14

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2115:2004 SEGUNDA REVISION, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS TRIFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individua, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico.

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-01
	PRUEBA DE CORTO CIRCUITO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 14

distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.7 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

6.8 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.9 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.10 Voltaje nominal de un devanado (V_n): El especificado para aplicarse, o desarrollarse en funcionamiento sin carga, entre los terminales de línea de un transformador polifásico, o entre los terminales de un devanado de un transformador monofásico.

6.11 Potencia nominal (S_n): Valor convencional de la potencia aparente en (KVA ó MVA), destinado a servir de base para el diseño del transformador, la garantía del fabricante y los ensayos que determina un valor bien definido de la corriente nominal admisible cuando el voltaje nominal es aplicado, bajo las condiciones especificadas en las Normas INEN sobre ensayos de transformadores de potencia y distribución.

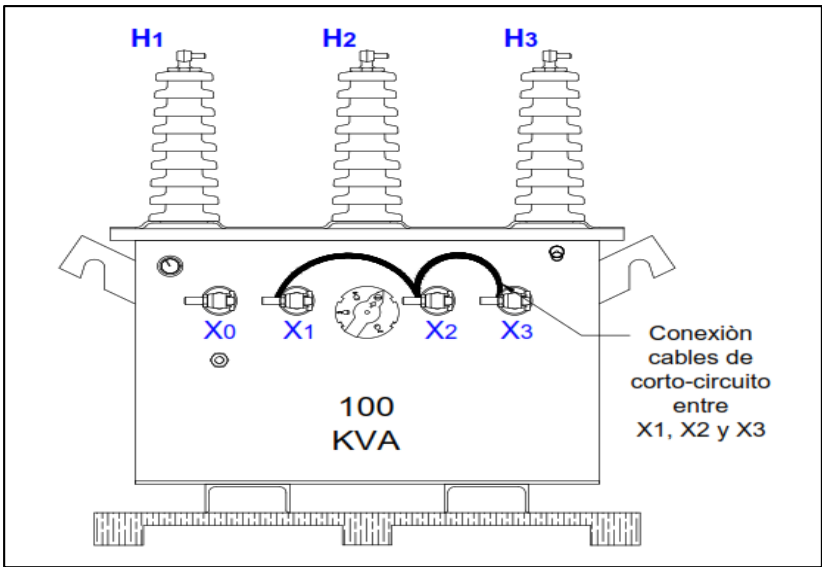
6.12 Corriente nominal (I_n): La que fluye a través del terminal de línea de un devanado en régimen nominal. Se calcula al dividir la potencia nominal del devanado para el producto de su voltaje nominal y un factor de fase apropiado.

6.13 Pérdidas sin carga (P_o): Potencia activa absorbida cuando el voltaje nominal a la frecuencia nominal, se aplica a los terminales de uno de los devanados estando el otro o los otros devanados en circuito abierto.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-01
	PRUEBA DE CORTO CIRCUITO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 14

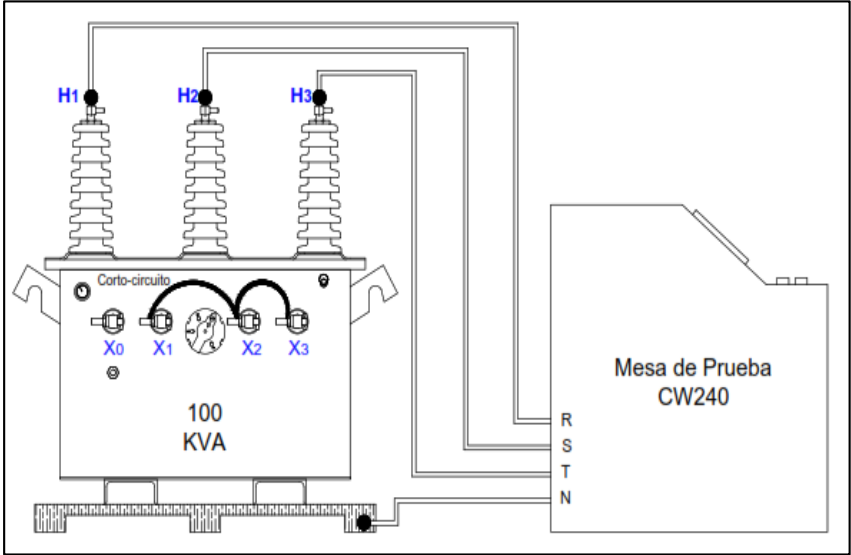
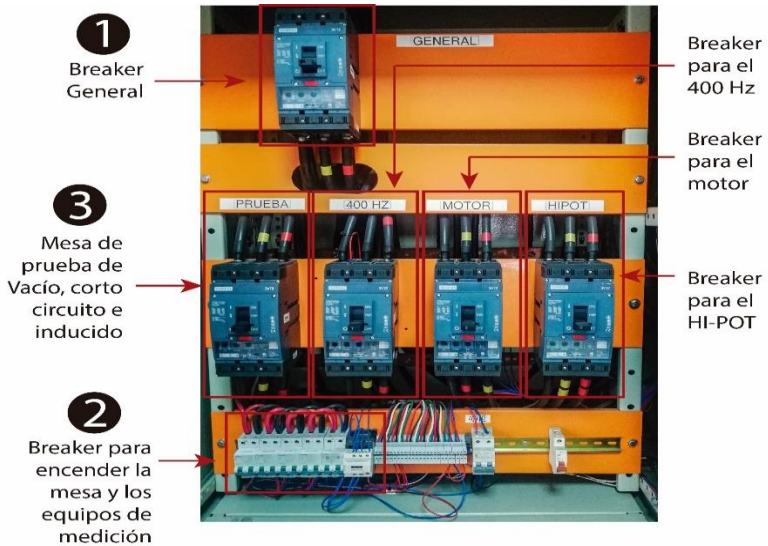
6.14 Corriente sin carga (I_o): La que fluye a través de un terminal de línea de un devanado cuando se le aplica el voltaje nominal, a la frecuencia nominal estando los demás devanados en circuito abierto.⁸

7. DESARROLLO

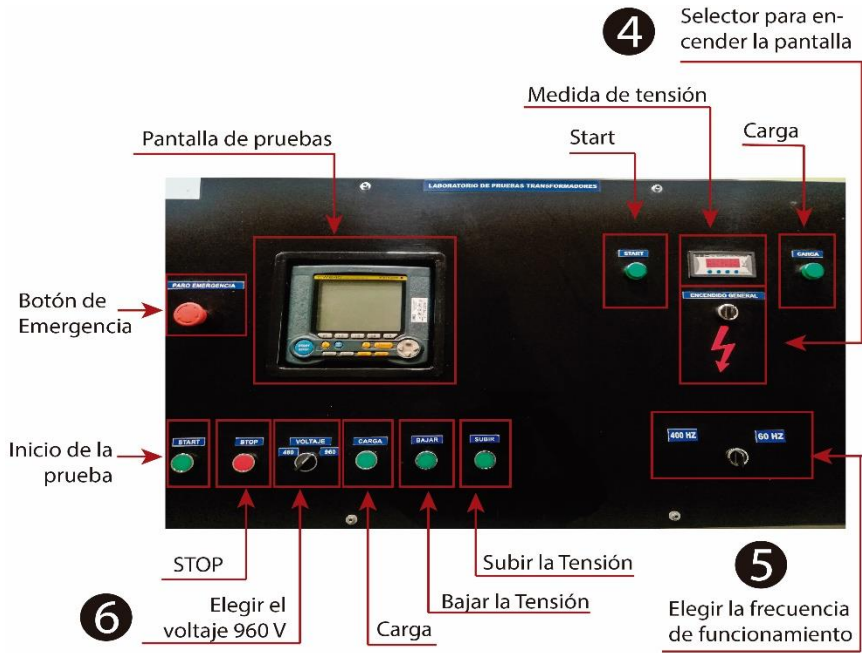
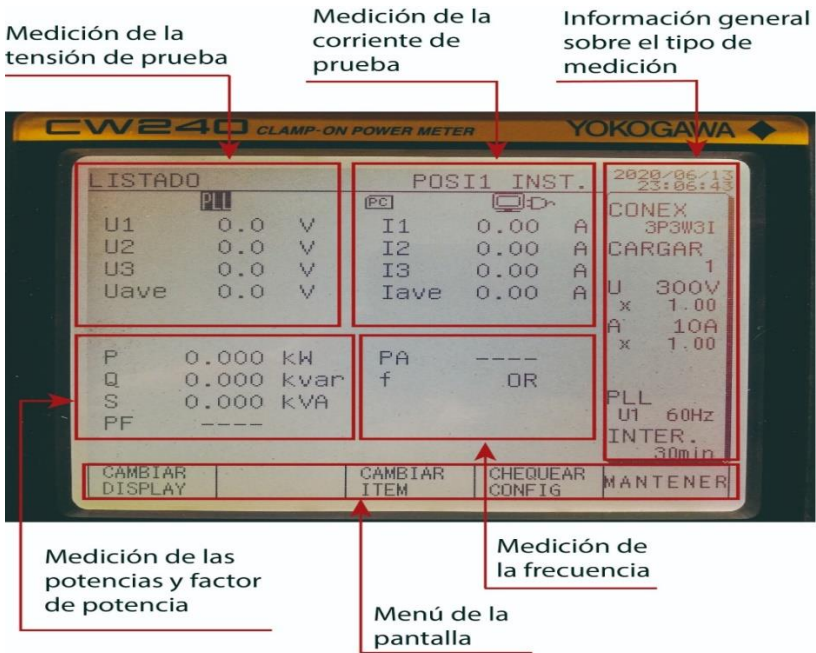
No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	PREPARAR MATERIALES: Cada transformador trifásico necesita de los siguientes materiales: • 2 Cables de cobre para cortocircuito N° 2 AWG • 3 tuercas M-10
2	Trabajador	CONEXIÓN DE CABLE DE CORTO CIRCUITO: Se procede a conectar los bushing de baja tensión, X1, X2 y X3 entre si ajustando firmemente los cables de cobre con las tuercas. 

⁸ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 14

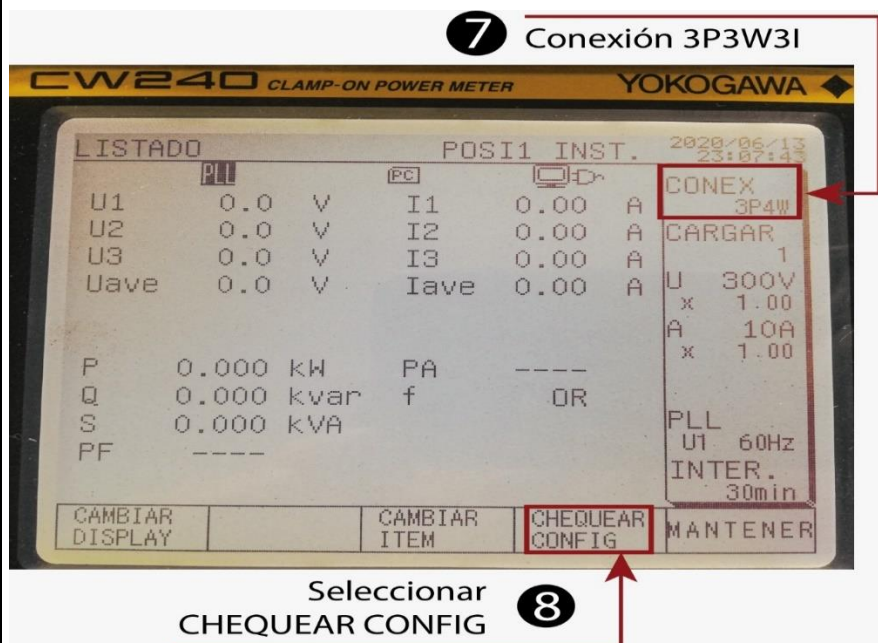
3	Trabajador	CONEXIÓN DE CABLES DE MESA A TRANSFORMADOR: Se procede a conectar de la siguiente manera: • Conectar el cable de tensión “R” sobre el bushing de alta tensión H1. • Conectar el cable de tensión “S” sobre el bushing de alta tensión H2. • Conectar el cable de tensión “T” sobre el bushing de alta tensión H3. • Conectar el cable neutro “N” sobre pallet de madera del transformador. 
4	Trabajador	ARRANCAR TABLERO: Encender los siguientes breakers, para energizar la mesa de prueba.  1 Breaker General 2 Breaker para encender la mesa y los equipos de medición 3 Mesa de prueba de Vacío, corto circuito e inducido Breaker para el 400 Hz Breaker para el motor Breaker para el HI-POT

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 14

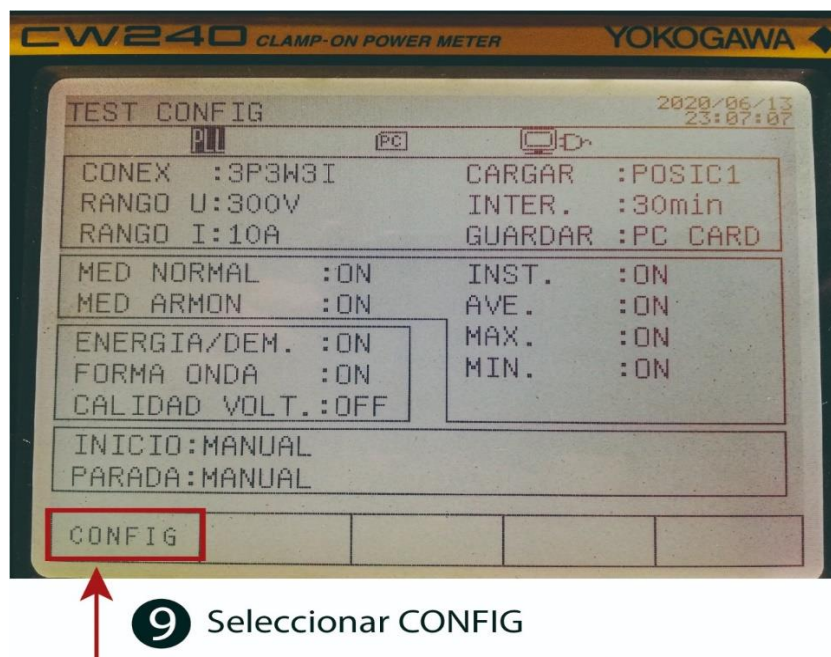
5	Trabajador	ENCENDER MESA DE PRUEBA: Se selecciona el selector en “On” para encender pantalla, se trabaja en frecuencia de 60 Hz y voltaje de 960 V.  Diagram labels: Pantalla de pruebas, Botón de Emergencia, Inicio de la prueba, STOP, Elegir el voltaje 960 V, Carga, Subir la Tensión, Bajar la Tensión, Selector para encender la pantalla, Medida de tensión, Start, Carga, Encendido manual, 400 HZ, 60 HZ, 5, Elegir la frecuencia de funcionamiento.
6	Trabajador	SETEAR MESA A TRIFÁSICO: La siguiente figura muestra como está conformada la pantalla del equipo de medición CW240, y sus funcionalidades.  Diagram labels: Medición de la tensión de prueba, Medición de la corriente de prueba, Información general sobre el tipo de medición, LISTADO, POSI1 INST., CONEX, CARGAR, U, I, P, Q, S, PF, PA, f, OR, CAMBIAR DISPLAY, CAMBIAR ITEM, CHEQUEAR CONFIG, MANTENER, Medición de las potencias y factor de potencia, Menú de la pantalla, Medición de la frecuencia.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 14

Se debe cambiar la conexión a 3P3W3I, seleccionando “CHEQUEAR CONFIG”

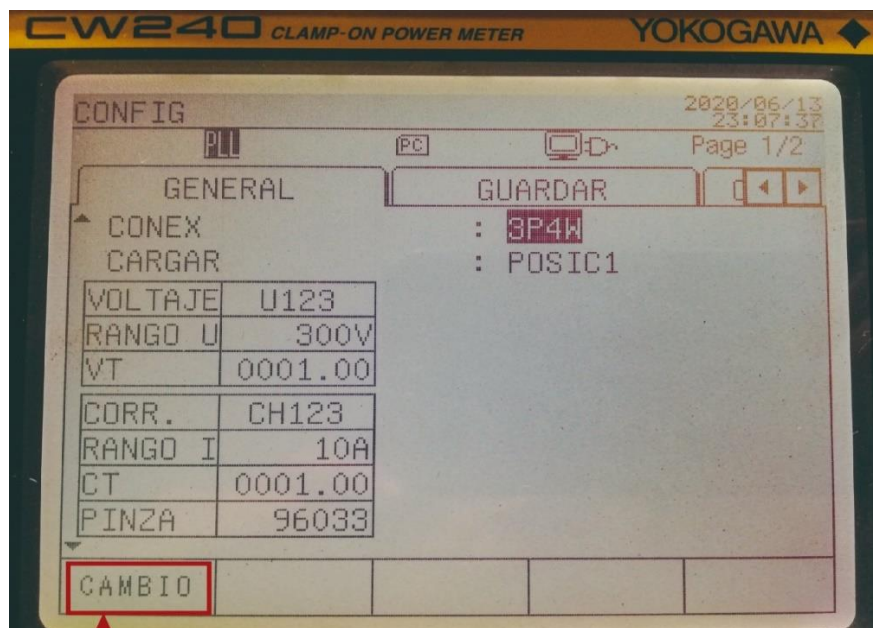


Dentro del menú de configuración aparecerá la siguiente pantalla, selecciónalos “CONFIG”.



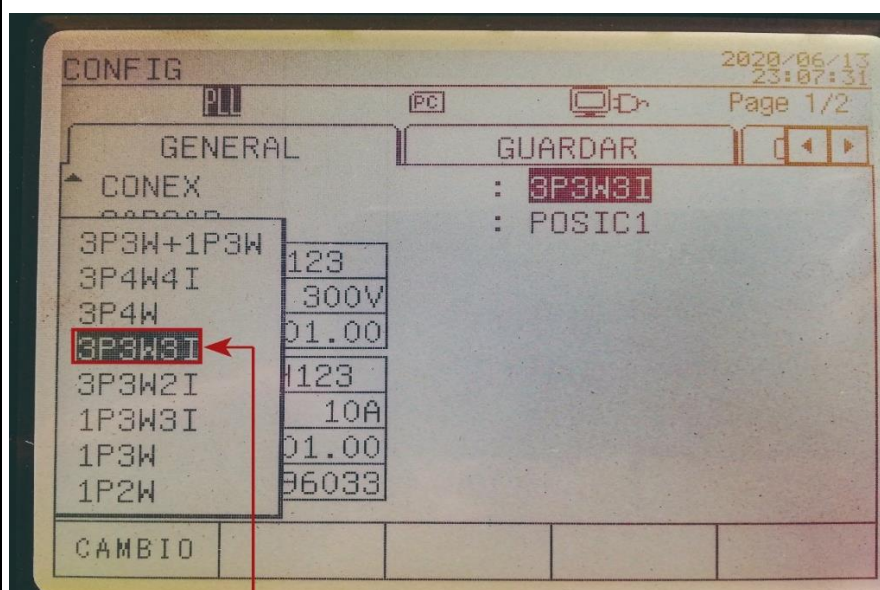
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 14

Si en conexión no está seteado 3P3W3I, procedemos a cambiar seleccionando “CAMBIO”



10 Seleccionar CAMBIO

Aparecerá la siguiente lista, la conexión correcta para el transformador trifásico, es “3P3W3I” seleccionar y dar “ENTER”.

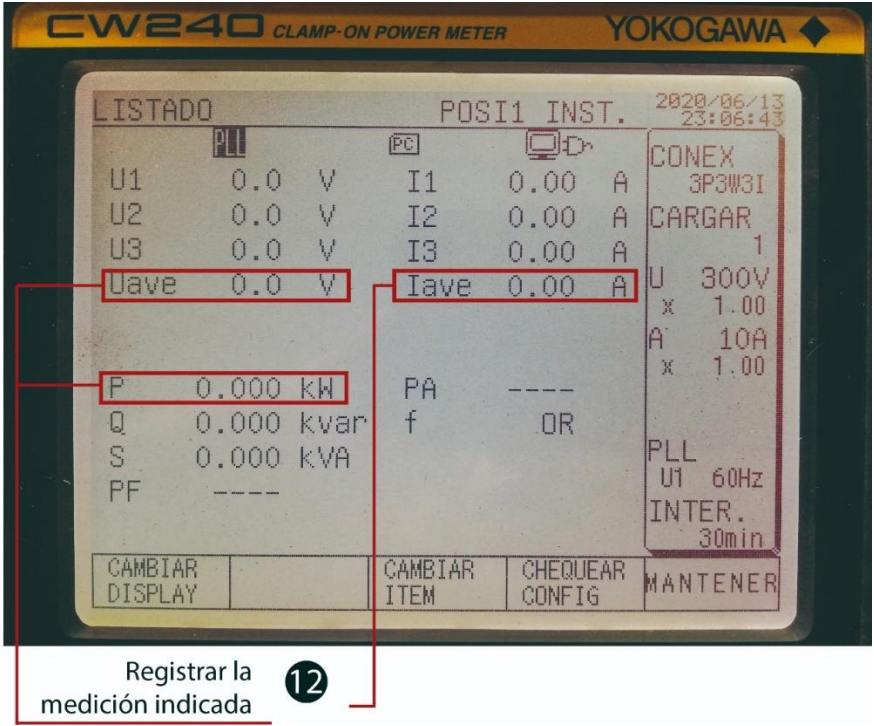


11 Seleccionar 3P3W3I + ENTER

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 14

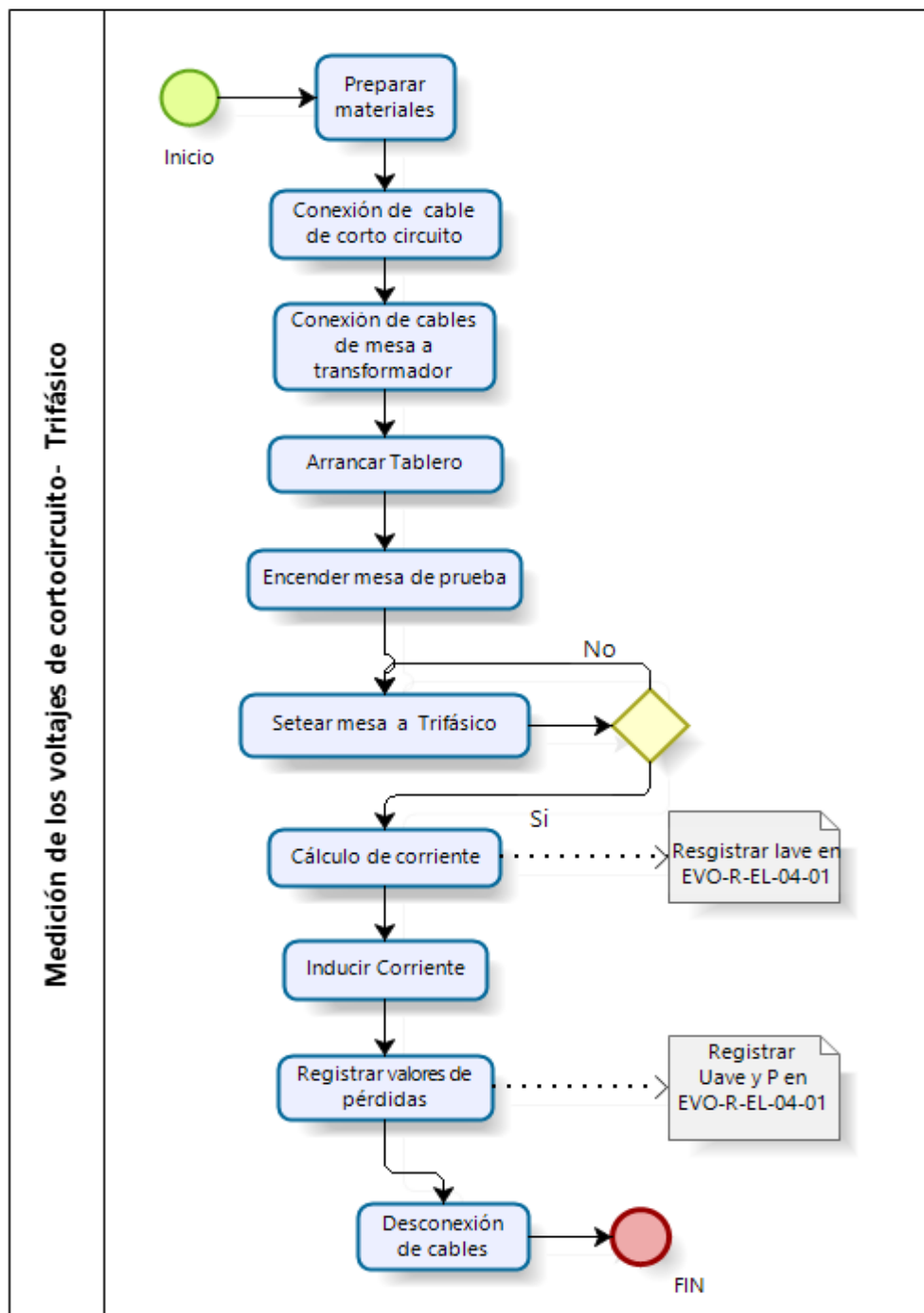
7	Trabajador	CÁLCULO DE CORRIENTE: Dependiendo de la potencia y voltaje del transformador se debe alcanzar el valor indicado que muestra la siguiente tabla, la pantalla solo indicara valores en el área de Medición Iave. Forma de cálculo: $I = \frac{\text{Potencia de transformador}}{\text{Voltaje secundario de transformador} * \sqrt{3}} = \frac{30000 \text{ KVA}}{13800 \text{ V} * \sqrt{3}} = 3.14 \text{ A.}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>13200 V</th><th>13800 V</th></tr> <tr> <th>Potencia de transformador</th><th>Corriente Iave (A)</th><th>Corriente Iave (A)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>30 KVA</td><td>1,31</td><td>1,26</td></tr> <tr><td>50 KVA</td><td>2,19</td><td>2,09</td></tr> <tr><td>75 KVA</td><td>3,28</td><td>3,14</td></tr> <tr><td>100 KVA</td><td>4,37</td><td>4,18</td></tr> <tr><td>125 KVA</td><td>5,47</td><td>5,23</td></tr> <tr><td>150 KVA</td><td>6,56</td><td>6,28</td></tr> <tr><td>200 KVA</td><td>8,75</td><td>8,37</td></tr> <tr><td>250 KVA</td><td>10,93</td><td>10,46</td></tr> <tr><td>300 KVA</td><td>13,12</td><td>12,55</td></tr> </tbody> </table> Se registra corriente calculada en EVO-R-EL-04-01 Iave en I(A)		13200 V	13800 V	Potencia de transformador	Corriente Iave (A)	Corriente Iave (A)	30 KVA	1,31	1,26	50 KVA	2,19	2,09	75 KVA	3,28	3,14	100 KVA	4,37	4,18	125 KVA	5,47	5,23	150 KVA	6,56	6,28	200 KVA	8,75	8,37	250 KVA	10,93	10,46	300 KVA	13,12	12,55
	13200 V	13800 V																																	
Potencia de transformador	Corriente Iave (A)	Corriente Iave (A)																																	
30 KVA	1,31	1,26																																	
50 KVA	2,19	2,09																																	
75 KVA	3,28	3,14																																	
100 KVA	4,37	4,18																																	
125 KVA	5,47	5,23																																	
150 KVA	6,56	6,28																																	
200 KVA	8,75	8,37																																	
250 KVA	10,93	10,46																																	
300 KVA	13,12	12,55																																	
8	Trabajador	INDUCIR CORRIENTE: Con el botón “SUBIR” de la mesa procedemos a mantener presionado, hasta alcanzar el valor de corriente en Amperios, dependiendo de la potencia y voltaje del transformador calculado con anterioridad.																																	

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 14

9	Trabajador	REGISTRAR VALOR DE PERDIDAS: Una vez alcanzado el valor de corriente, se procede a seleccionar el botón “MANTENER”, y seleccionar “STOP”, se registra el valor de potencia de perdidas indicado en KW, en P.  Registrar la medición indicada 12 Se registra en el documento EVO-R-EL-04-01. En la sección “Corto-Circuito”. Uave en U_{cc} (V) P en P_{cc} (W)
10	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar los cables “R” y “N” del transformador, y se quitan las tuercas y el cable de cortocircuito.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 14

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-09
	MEDICIÓN DE VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 14

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS															COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA				HOJA /								
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)	MEDICION RESISTENCIA					
1				U (V)	I (A)	TAP 1		TAP 1		TAP 1		Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2		TAP 2		TAP 2		Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3		TAP 3		TAP 3		N° Serie	MEGGER					
		SI		SI		I3 (V)	TAP 4		TAP 4		TAP 4			A-T		A-B		B-T
		NO		NO		P0 (W)	TAP 5		TAP 5		TAP 5							

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 14



MANUAL DE PROCEDIMIENTO **MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN** **VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN** **“MONOFÁSICO”**

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 14



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO.....	7
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	13
9. REGISTROS	14

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 14

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medición de las pérdidas sin carga en (vacío) y corriente de excitación. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

La prueba de (vacío) determina la pérdida de potencia en hierro. A través de las medidas de intensidad, tensión y potencia en el bobinado primario. El bobinado secundario queda abierto, y, por lo tanto, no existe circulación de corriente por este bobinado.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 14

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2113;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES. DETERMINACIÓN DE PERDIDAS Y CORRIENTE SIN CARGA. MÉTODOS DE ENSAYO.
- NTE INEN 2114;2004 SEGUNDA REVISION, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS MONOFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 14

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.7 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

6.8 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.9 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.10 Voltaje nominal de un devanado (V_n): El especificado para aplicarse, o desarrollarse en funcionamiento sin carga, entre los terminales de línea de un transformador polifásico, o entre los terminales de un devanado de un transformador monofásico.

6.11 Potencia nominal (S_n): Valor convencional de la potencia aparente en (KVA ó MVA), destinado a servir de base para el diseño del transformador, la garantía del fabricante y los ensayos que determina un valor bien definido de la corriente nominal admisible cuando el voltaje nominal es aplicado, bajo las

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 14

condiciones especificadas en las Normas INEN sobre ensayos de transformadores de potencia y distribución.

6.12 Corriente nominal (I_n): La que fluye a través del terminal de línea de un devanado en régimen nominal. Se calcula al dividir la potencia nominal del devanado para el producto de su voltaje nominal y un factor de fase apropiado

6.13 Pérdidas sin carga (P_o): Potencia activa absorbida cuando el voltaje nominal a la frecuencia nominal, se aplica a los terminales de uno de los devanados estando el otro o los otros devanados en circuito abierto.

6.14 Corriente sin carga (I_o): La que fluye a través de un terminal de línea de un devanado cuando se le aplica el voltaje nominal, a la frecuencia nominal estando los demás devanados en circuito abierto

6.15 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

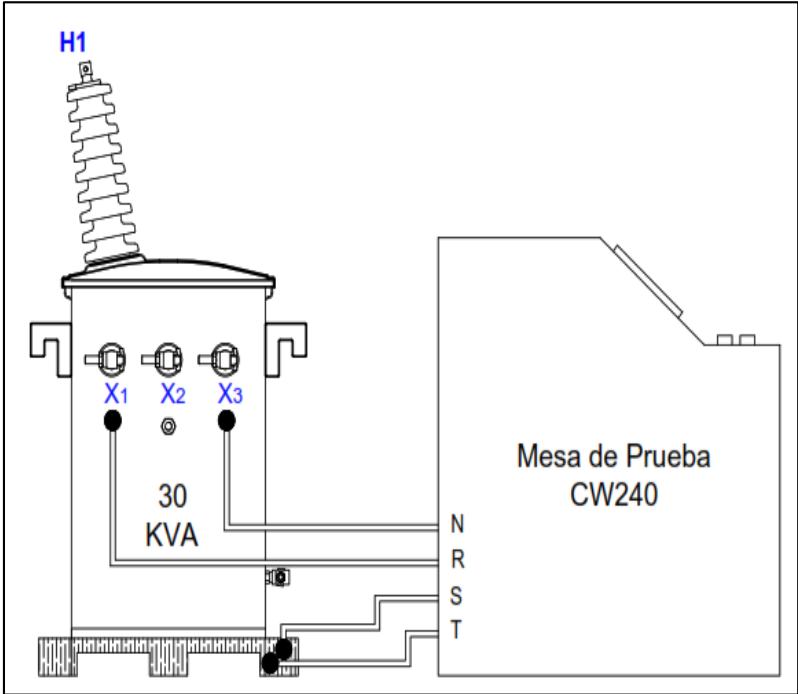
6.16 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

6.17 Espira: Una vuelta completa de un conductor.⁹

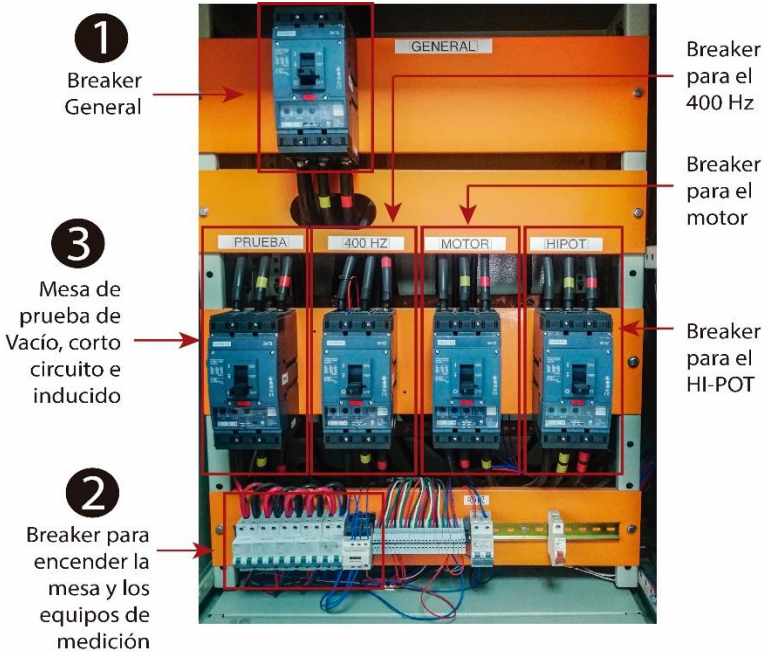
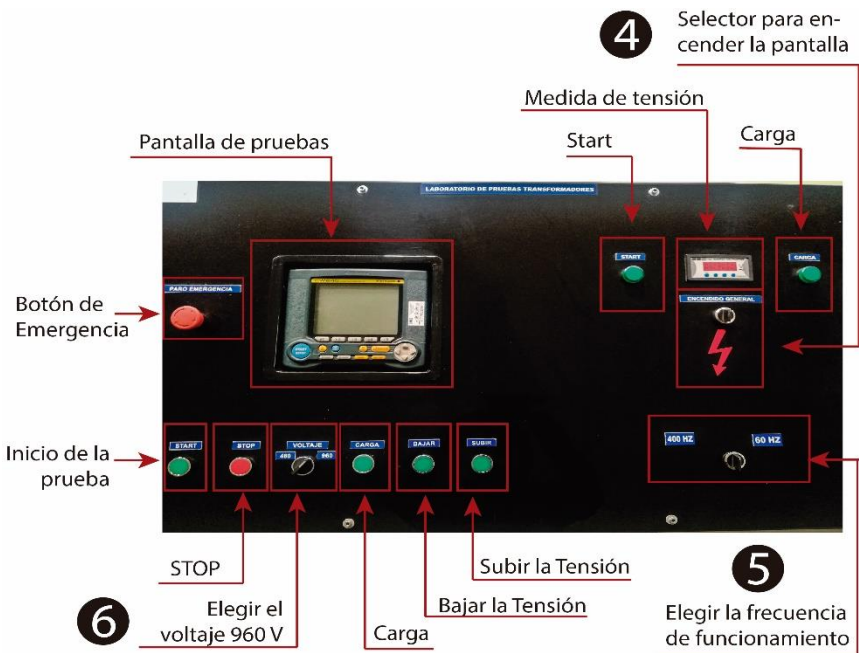
⁹ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-01
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 14

7. DESARROLLO

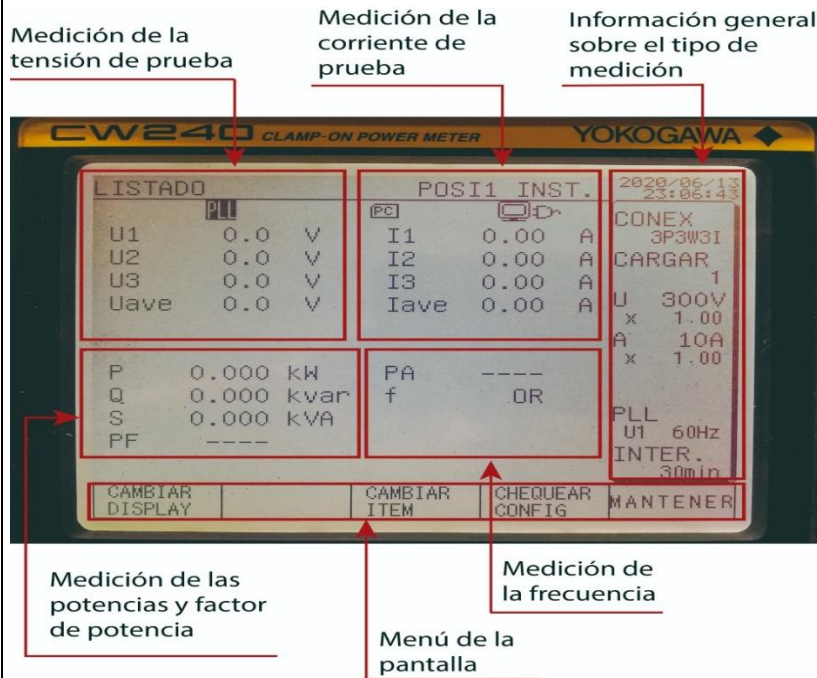
No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	CONEXIÓN DE CABLES DE MESA A TRANSFORMADOR: Se procede a conectar de la siguiente manera: • Conectar el cable de tensión “R” sobre el bushing de baja tensión X1. • Conectar el cable de neutro “N” sobre el bushing de baja tensión X3. • Conectar el cable de tensión “S” sobre el pallet de madera del transformador (por seguridad). • Conectar el cable de tensión “T” sobre el pallet de madera del transformador (por seguridad). 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 14

2	Trabajador	ARRANCAR TABLERO: Encender los siguientes breakers, para energizar la mesa de prueba. 
3	Trabajador	ENCENDER MESA DE PRUEBA: Se selecciona el selector en “On” para encender pantalla, se trabaja en frecuencia de 60 Hz y voltaje de 960 V. 

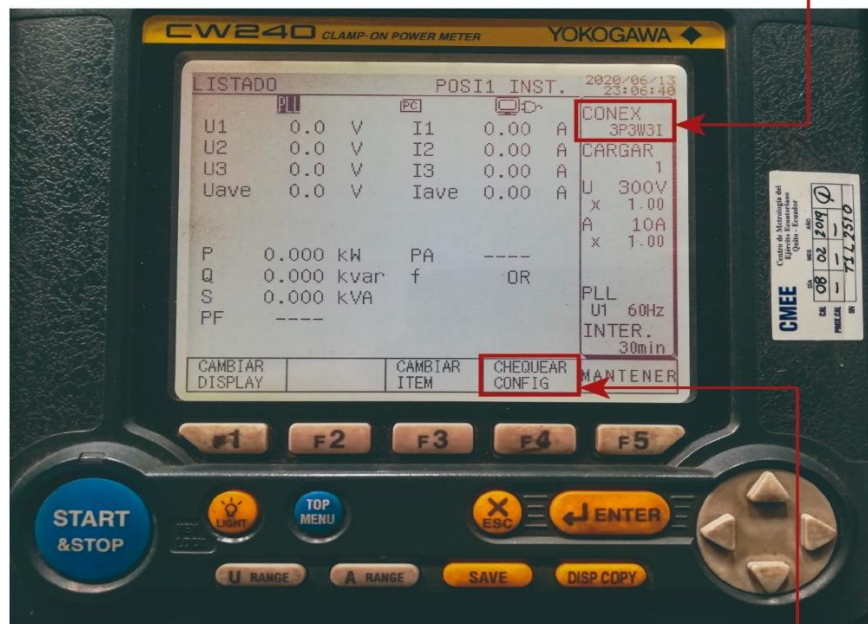
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 14

SETEAR MESA A MONÓFASICO: La siguiente figura muestra como está conformada la pantalla del equipo de medición CW240, y sus funcionalidades.



- 4 Trabajador Se debe cambiar la conexión a 3P4W, seleccionando “CHEQUEAR CONFIG”

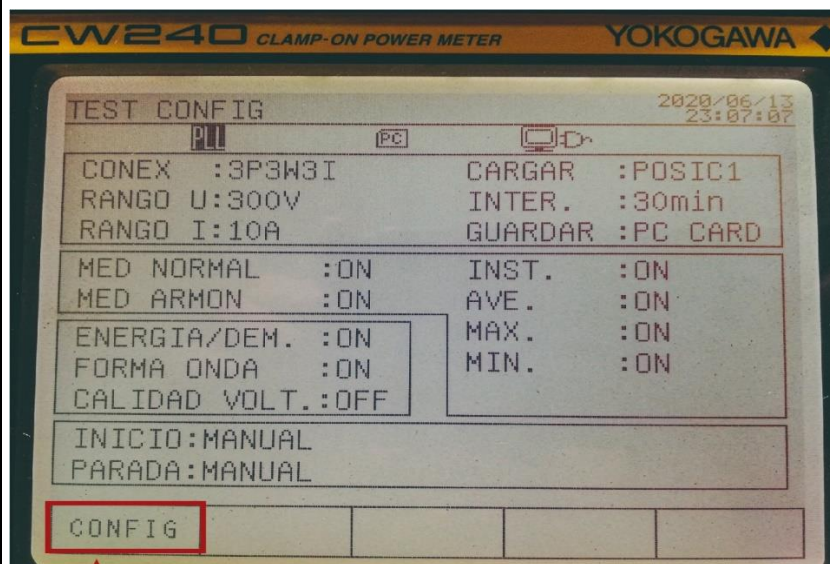
7 Conexión 3P4W



8 Seleccionar CHEQUEAR CONFIG

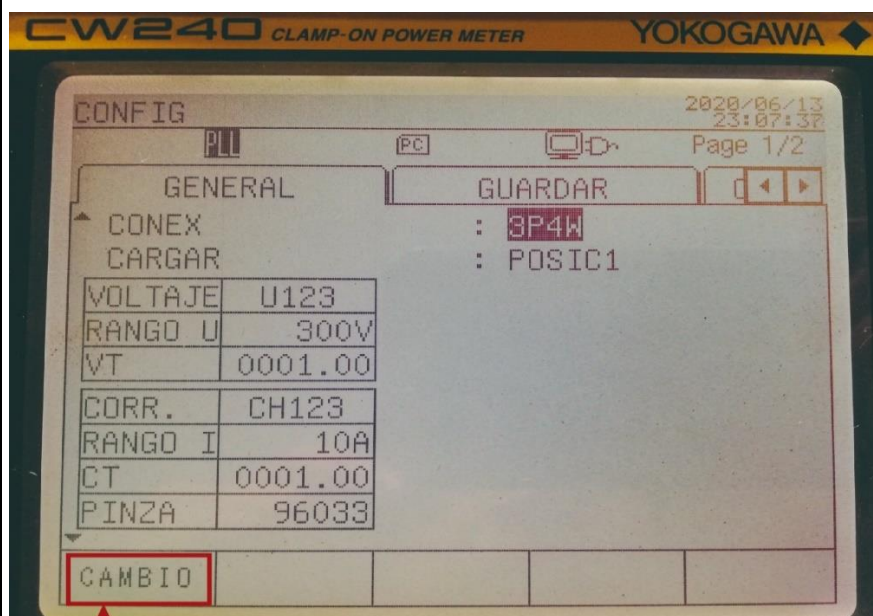
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 14

Dentro del menú de configuración aparecerá la siguiente pantalla, seleccionar “CONFIG”.



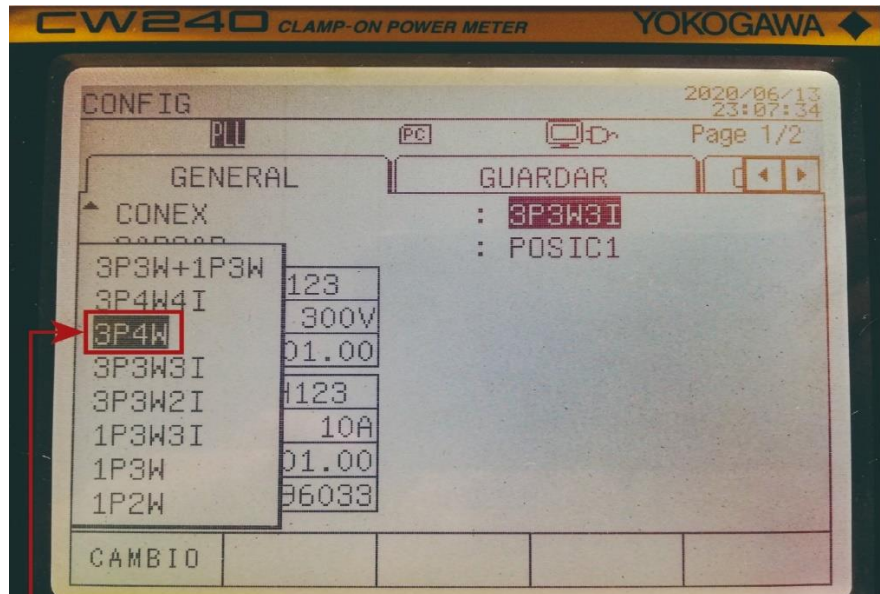
9 Seleccionar CONFIG

Si en conexión no está seteado 3P4W, procedemos a cambiar seleccionando “CAMBIO”

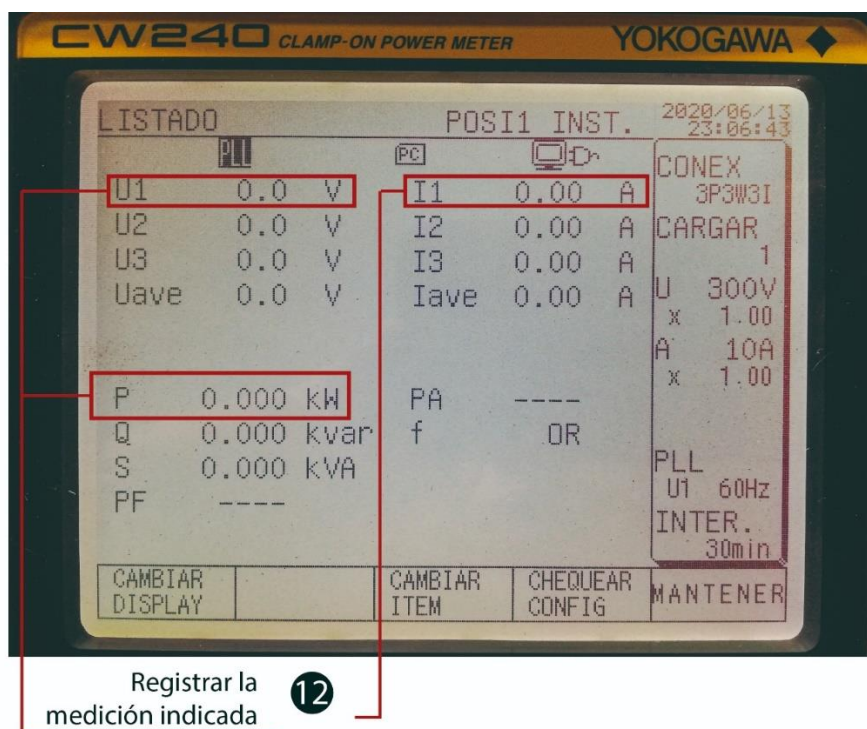


10 Seleccionar CAMBIO

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 14

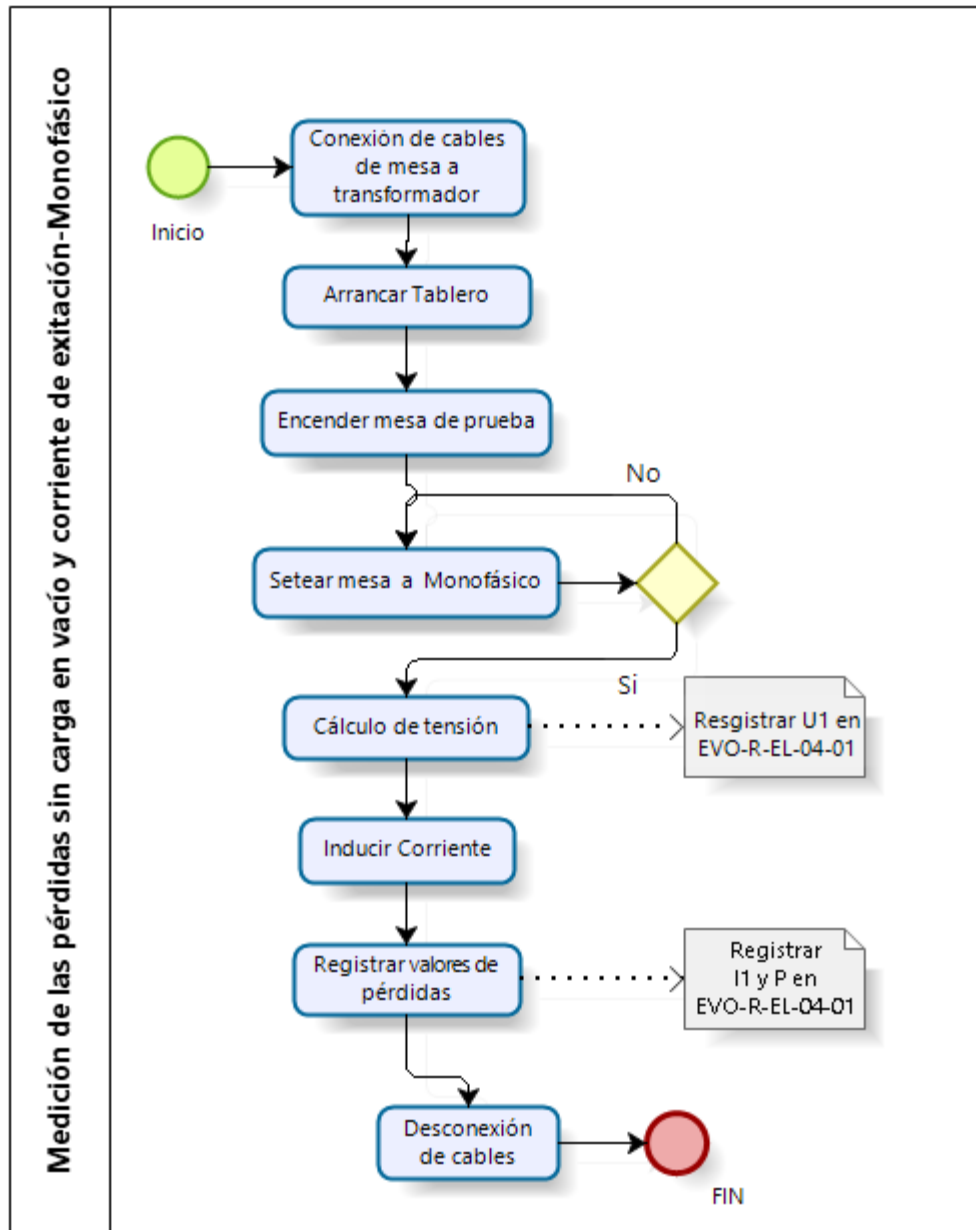
		Aparecerá la siguiente lista, la conexión correcta para el transformador monofásico, es “3P4W” seleccionar y dar “ENTER”.  11 Seleccionar 3P4W + ENTER														
5	Trabajador	CÁLCULO DE TENSIÓN: El transformador al ser monofásico, tiene una tensión de 240V, independiente de la potencia, se debe alcanzar el valor indicado que muestra la siguiente tabla, la pantalla solo indicara valores en el área de Medición U1. <table><tr><th>Potencia de transformador</th><th>Tensión U 1 (V)</th></tr><tr><td>5 KVA</td><td>240</td></tr><tr><td>10KVA</td><td>240</td></tr><tr><td>15 KVA</td><td>240</td></tr><tr><td>25 KVA</td><td>240</td></tr><tr><td>50 KVA</td><td>240</td></tr><tr><td>75 KVA</td><td>240</td></tr></table> Se registra U1 en EVO-M-EL-04-01 U1 en U	Potencia de transformador	Tensión U 1 (V)	5 KVA	240	10KVA	240	15 KVA	240	25 KVA	240	50 KVA	240	75 KVA	240
Potencia de transformador	Tensión U 1 (V)															
5 KVA	240															
10KVA	240															
15 KVA	240															
25 KVA	240															
50 KVA	240															
75 KVA	240															

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 14

6	Trabajador	INDUCIR CORRIENTE: Con el botón “SUBIR” de la mesa procedemos a mantener presionado, hasta alcanzar el valor de tensión en Voltios.
7	Trabajador	REGISTRAR VALOR DE PERDIDAS: Una vez alcanzado el valor de 240 Voltios, se procede a seleccionar el botón “MANTENER”, y seleccionar “STOP”, se registra el valor de voltaje de perdidas indicado en V, en U1.  Registrar la medición indicada 12 Se registra en EVO-R-EL-04-01. En la sección “Vacío” I1 en I1 (A) P en P₀ (W)
8	Trabajador	DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar los cables “R” y “N” del transformador, y “S” y “T”, del pallet de madera.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 14

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-10
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN MONOFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 14

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS															COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01			
NOMBRE		APELLIDO				FECHA						HOJA /						
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2	H2-H3	H1-H3					
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2	X2-X3	X1-X3					
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie	MEGGER								
		SI	SI	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4		A-T	A-B	B-T						
				P0 (W)		TAP 5	TAP 5	TAP 5										

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	1 de 14



MANUAL DE PROCEDIMIENTO **MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN** **VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN** **“TRIFÁSICO”**

FECHA DE ELABORACIÓN:

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	2 de 14



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	3
4. RESPONSABLE.....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. DESARROLLO.....	7
8. DIAGRAMA DE FLUJO.....	13
9. REGISTROS	14

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	3 de 14

1. CONTROL DE REGISTRO GENERADOS

CÓDIGO DEL REGISTRO CONTROLADO	NOMBRE DEL REGISTRO CONTROLADO	RESPONSABLE DE LA RETENCIÓN Y ARCHIVO DEL REGISTRO CONTROLADO	TIEMPO DE RETENCIÓN DEL REGISTRO
EVO-R-EL-04-01	Hoja datos de pruebas	Supervisor	5 años

2. OBJETIVO

Indicar mediante un sistema paso a paso todas las actividades que debe realizar el colaborador durante la prueba de medición de las pérdidas sin carga en (vacío) y corriente de excitación. Este procedimiento busca estandarizar el proceso, para mantener una línea de calidad permanente y cumpliendo con las especificaciones técnicas.

La prueba de (vacío) determina la pérdida de potencia en hierro. A través de las medidas de intensidad, tensión y potencia en el bobinado primario. El bobinado secundario queda abierto, y por lo tanto, no existe circulación de corriente por este bobinado.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica para el área de ensayos de laboratorio.

4. RESPONSABLE

Jefe de laboratorio: Es el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente instructivo.

Colaborador: Es el responsable de realizar la prueba de (vacío) y comunicar a su jefe inmediato cualquier novedad sobre el estado del transformador monofásico.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	4 de 14

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NTE INEN 2110;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DEFINICIONES.
- NTE INEN 2111;2013 SEGUNDA REVISIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.
- NTE INEN 2113;2013 PRIMERA REVISIÓN, TRANSFORMADORES. DETERMINACIÓN DE PERDIDAS Y CORRIENTE SIN CARGA. MÉTODOS DE ENSAYO.
- NTE INEN 2115;2004 SEGUNDA REVISION, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS TRIFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.

6. DEFINICIONES

6.1 Supervisor: Que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otra persona.

6.2 Instructivo: Documento o folleto que contiene instrucciones escritas.

6.3: Prueba de rutina: Debe realizarse a cada transformador en forma individual, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño.

6.4 Pruebas eléctricas: Las realizadas a los transformadores con el objeto de determinar su comportamiento eléctrico

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	5 de 14

6.5 Transformador: Máquina eléctrica estática la cual mediante inducción electromagnética transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas o pulsantes entre dos o más devanados a la misma frecuencia y usualmente a valores diferentes de voltaje y corriente.

6.6 Transformador de distribución: Un transformador para transferir energía eléctrica desde un circuito primario de distribución a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V

6.7 Terminal: Un elemento conductor destinado para la conexión de un bobinado a conductores externos

6.8 Terminal de línea: Un terminal diseñado para conectarse a un conductor de línea de una red.

6.9 Terminal neutro: El terminal diseñado para conectarse a un punto neutro de una red.

6.10 Voltaje nominal de un devanado (V_n): El especificado para aplicarse, o desarrollarse en funcionamiento sin carga, entre los terminales de línea de un transformador polifásico, o entre los terminales de un devanado de un transformador monofásico.

6.11 Potencia nominal (S_n): Valor convencional de la potencia aparente en (KVA ó MVA), destinado a servir de base para el diseño del transformador, la garantía del fabricante y los ensayos que determina un valor bien definido de la corriente nominal admisible cuando el voltaje nominal es aplicado, bajo las

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	6 de 14

condiciones especificadas en las Normas INEN sobre ensayos de transformadores de potencia y distribución.

6.12 Corriente nominal (I_n): La que fluye a través del terminal de línea de un devanado en régimen nominal. Se calcula al dividir la potencia nominal del devanado para el producto de su voltaje nominal y un factor de fase apropiado

6.13 Pérdidas sin carga (P_o): Potencia activa absorbida cuando el voltaje nominal a la frecuencia nominal, se aplica a los terminales de uno de los devanados estando el otro o los otros devanados en circuito abierto.

6.14 Corriente sin carga (I_o): La que fluye a través de un terminal de línea de un devanado cuando se le aplica el voltaje nominal, a la frecuencia nominal estando los demás devanados en circuito abierto

6.15 Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

6.16 Núcleo: Conjunto de material que forma los circuitos magnéticos del transformador.

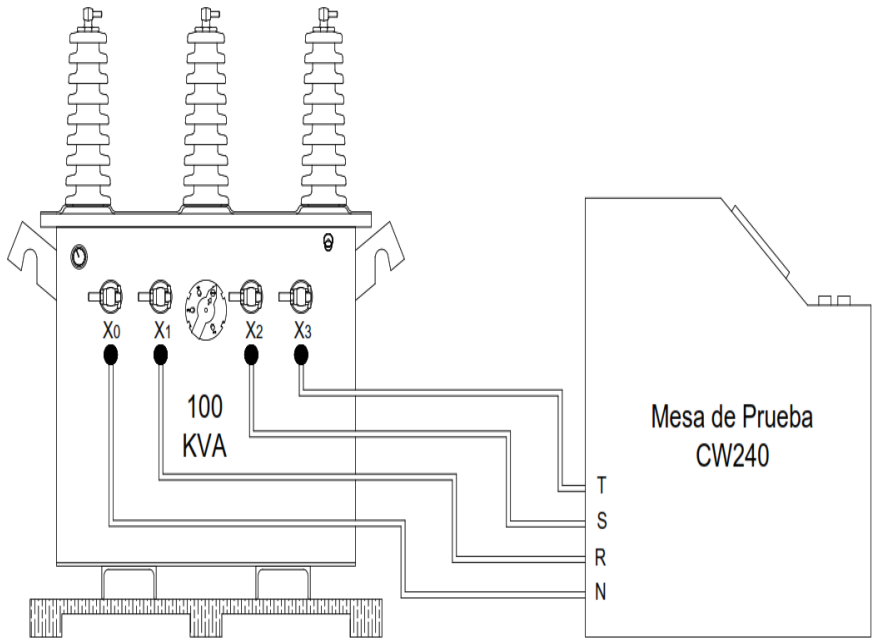
6.17 Espira: Una vuelta completa de un conductor.

10

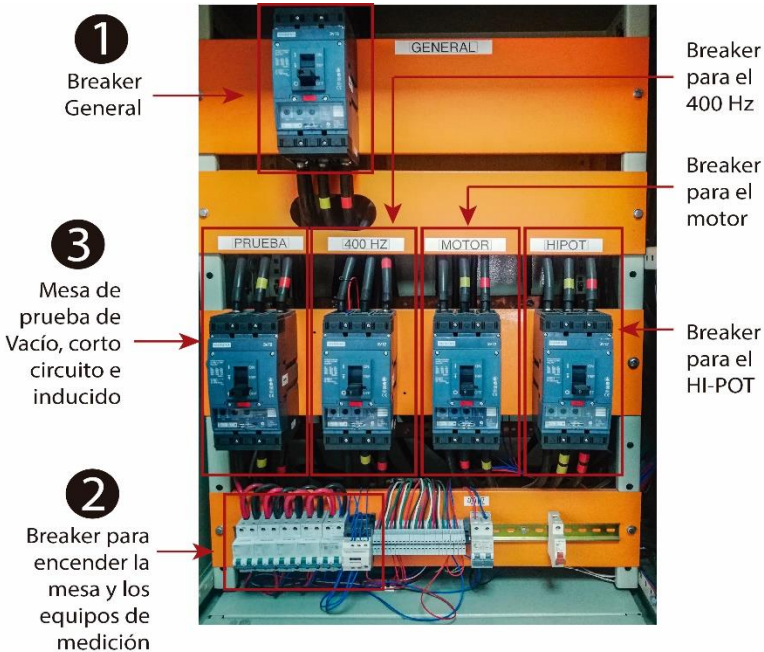
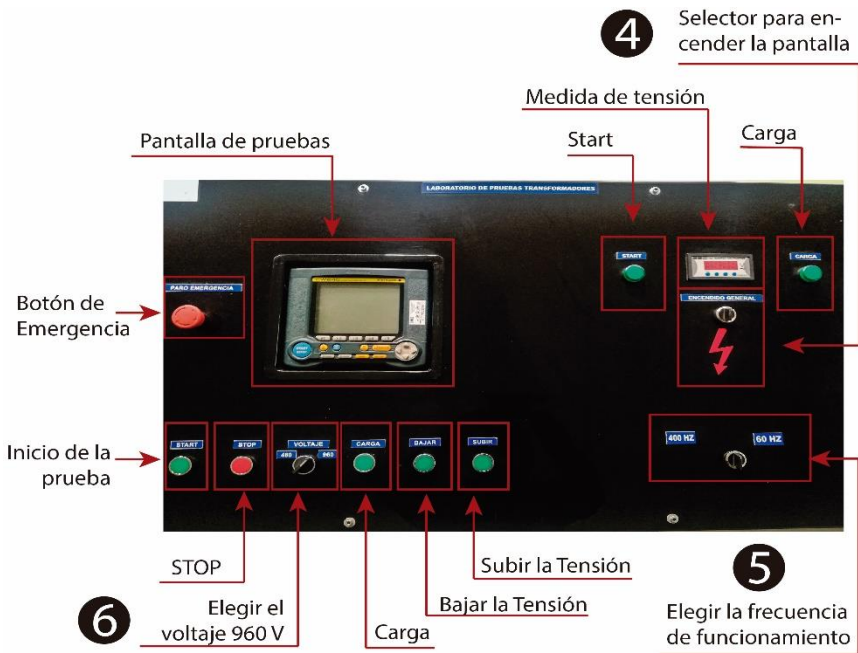
¹⁰ Definiciones tomadas de (NTE, INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES, 2013)
(NTE, INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS, 2013)

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	7 de 14

7. DESARROLLO

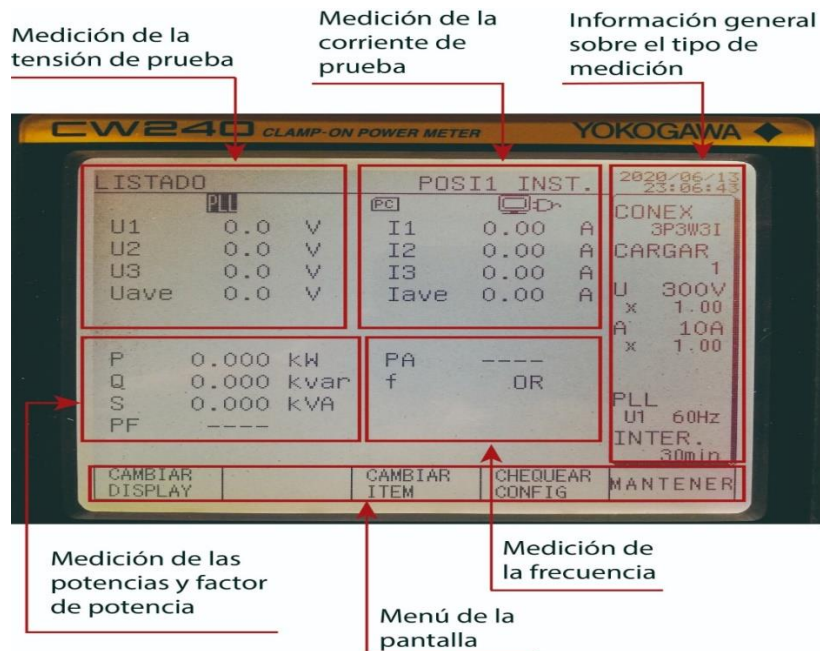
No.	Responsable	Actividad
1	Trabajador	CONEXIÓN DE CABLES DE MESA A TRANSFORMADOR: Se procede a conectar de la siguiente manera: • Conectar el cable de tensión “N” sobre el bushing de baja tensión X0. • Conectar el cable de neutro “R” sobre el bushing de baja tensión X1. • Conectar el cable de tensión “S” sobre el bushing de baja tensión X2. • Conectar el cable de tensión “T” sobre el bushing de baja tensión X3. 

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	8 de 14

2	Trabajador	ARRANCAR TABLERO: Encender los siguientes breakers, para energizar la mesa de prueba.  1 Breaker General 2 Breaker para encender la mesa y los equipos de medición 3 Mesa de prueba de Vacío, corto circuito e inducido Breaker para el 400 Hz Breaker para el motor Breaker para el HI-POT
3		ENCENDER MESA DE PRUEBA: Se selecciona el selector en “On” para encender pantalla, se trabaja en frecuencia de 60 Hz y voltaje de 960 V.  4 Selector para encender la pantalla Pantalla de pruebas Botón de Emergencia Inicio de la prueba STOP Elegir el voltaje 960 V VOLTAGE CARGA BAJAR SUBIR Subir la Tensión Bajar la Tensión Medida de tensión Start Carga ENCENDIDO GENERAL 400 HZ 60 HZ 5 Elegir la frecuencia de funcionamiento

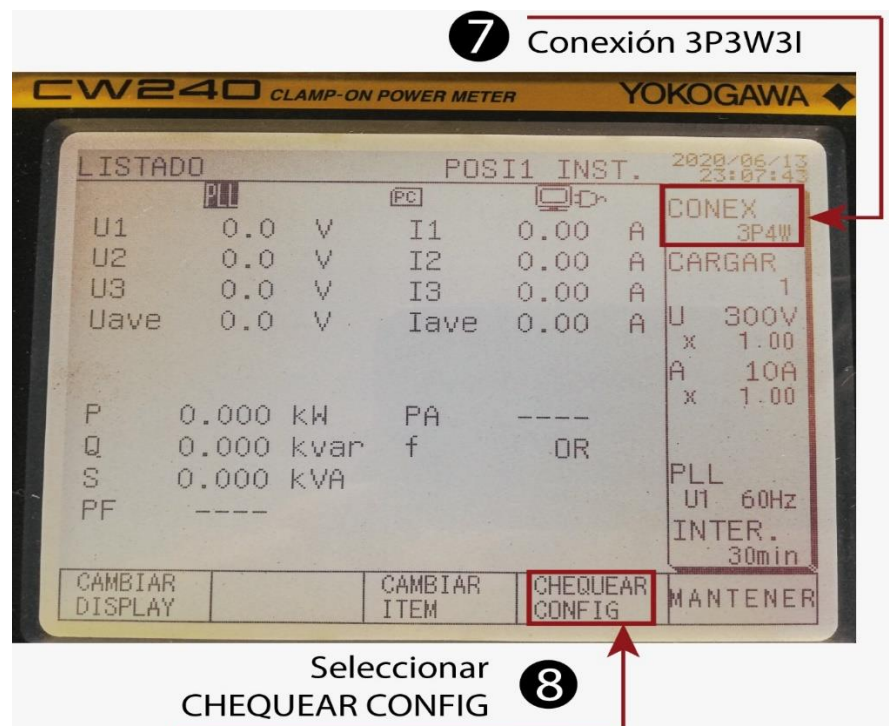
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	9 de 14

SETEAR MESA A TRIFÁSICO: La siguiente figura muestra como está conformada la pantalla del equipo de medición CW240, y sus funcionalidades.



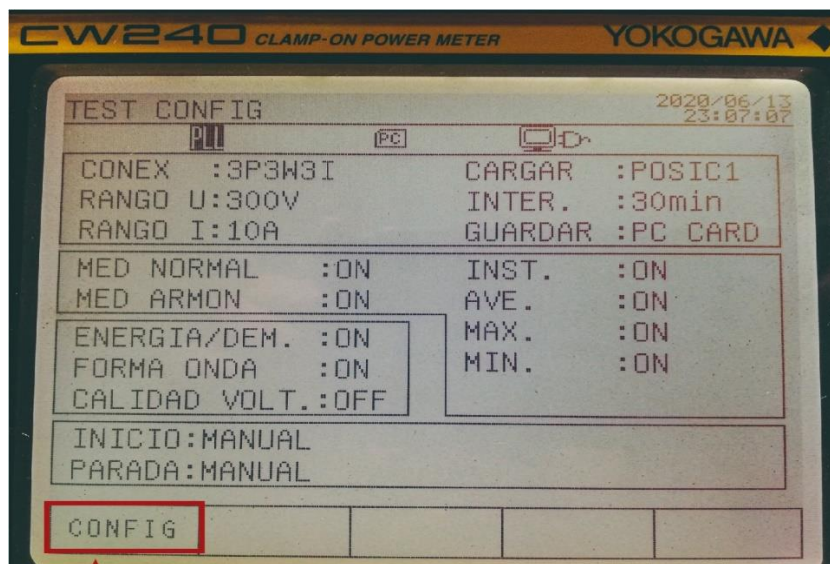
4 Trabajador

Se debe cambiar la conexión a 3P3W3I, seleccionando “CHEQUEAR CONFIG”



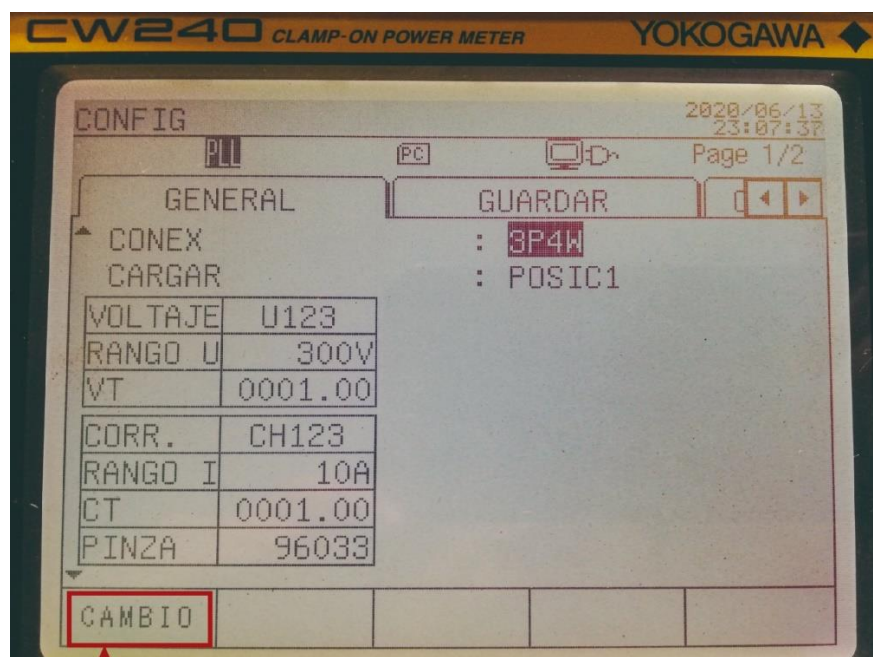
	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	10 de 14

Dentro del menú de configuración aparecerá la siguiente pantalla, seleccionar “CONFIG”.



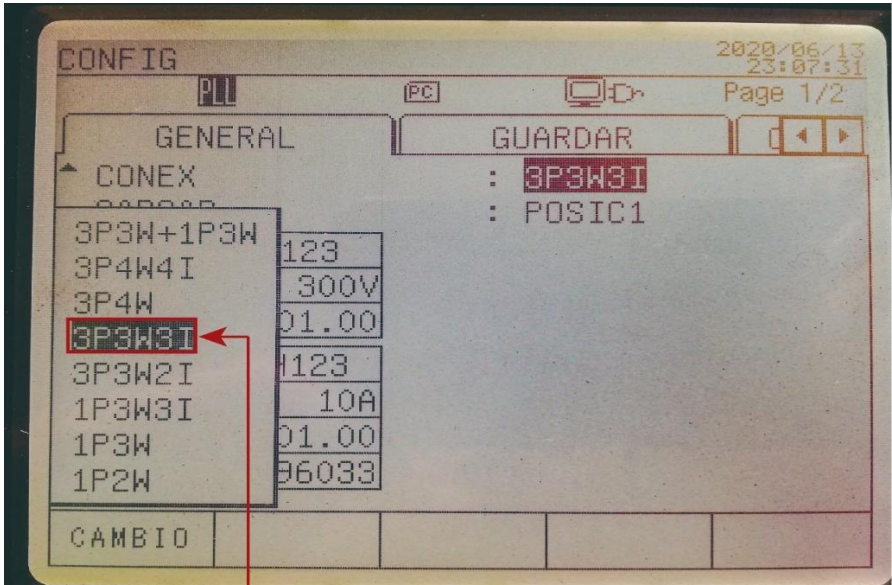
9 Seleccionar CONFIG

Si en conexión no está seteado 3P3W3I, procedemos a cambiar seleccionando “CAMBIO”

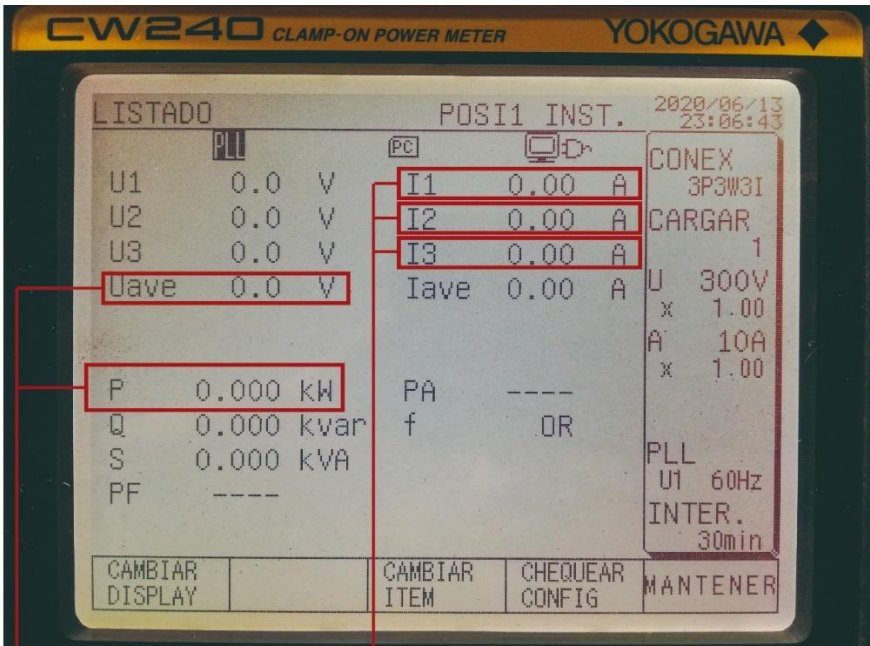


10 Seleccionar CAMBIO

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	11 de 14

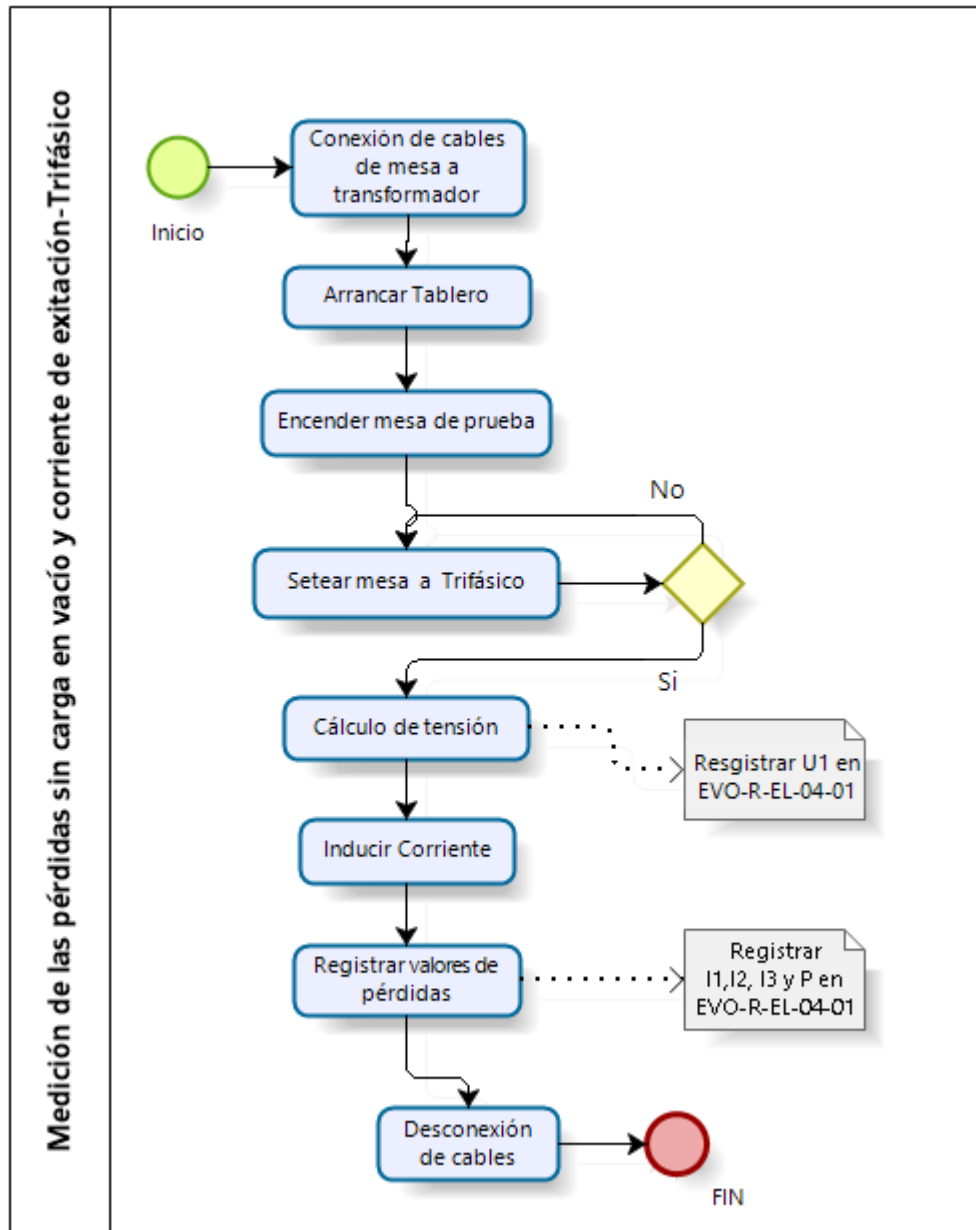
		Aparecerá la siguiente lista, la conexión correcta para el transformador trifásico, es “3P3W3I” seleccionar y dar “ENTER”.  11 Seleccionar 3P3W3I + ENTER																				
1	Trabajador	CÁLCULO DE TENSION: El transformador al ser trifásico, tiene una tensión de 220V, independiente de la potencia, se debe alcanzar el valor indicado que muestra la siguiente tabla, la pantalla solo indicara valores en el área de Medición Uave. <table><thead><tr><th>Potencia de transformador</th><th>Tensión Uave (V)</th></tr></thead><tbody><tr><td>30 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>50 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>75 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>100 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>125 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>150 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>200 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>250 KVA</td><td>220</td></tr><tr><td>300 KVA</td><td>220</td></tr></tbody></table> Se registra Uave en EVO-M-EL-04-01 Uave en U	Potencia de transformador	Tensión Uave (V)	30 KVA	220	50 KVA	220	75 KVA	220	100 KVA	220	125 KVA	220	150 KVA	220	200 KVA	220	250 KVA	220	300 KVA	220
Potencia de transformador	Tensión Uave (V)																					
30 KVA	220																					
50 KVA	220																					
75 KVA	220																					
100 KVA	220																					
125 KVA	220																					
150 KVA	220																					
200 KVA	220																					
250 KVA	220																					
300 KVA	220																					

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	12 de 14

6	Trabajador	INDUCIR CORRIENTE: Con el botón “SUBIR” de la mesa procedemos a mantener presionado, hasta alcanzar el valor de tensión en Voltios.
1	Trabajador	REGISTRAR VALOR DE PERDIDAS: Una vez alcanzado el valor de 220 Voltios, se procede a seleccionar el botón “MANTENER”, y seleccionar “STOP”, se registra el valor de voltaje de perdidas indicado en V, en Uave, junto con I1, I2, I3.  Registrar la medición indicada 12 Se registra en EVO-R-EL-04-01. En la sección “Vacío” I1 en I1 (A) I2 en I2 (A) I3 en I3 (A) P en P₀ (W)
		DESCONEXIÓN DE CABLES: Se procede a desconectar los cables “N” “R” “S” y “T” del transformador.

	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	13 de 14

8. DIAGRAMA DE FLUJO



	ENSAYO DE LABORATORIO	CÓDIGO	EVO-M-EL-04-11
	MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS SIN CARGA EN VACÍO Y CORRIENTE DE EXITACIÓN TRIFÁSICO	VERSIÓN	01
		PÁGINA	14 de 14

9. REGISTROS

10. NOMBRE	FORMULA DE CÁLCULO	UNID.	FRECUENCIA DE REVISION	FUENTE DE VERIFICACION
Hoja datos de pruebas	N/A	N/A	Mensual	Protocolo de transformador

 HOJA DATOS DE PRUEBAS														COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01				
NOMBRE		APELLIDO				FECHA						HOJA /						
N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR						TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA				
1				U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2		H2-H3		H1-H3
				I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2		X2-X3		X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie		MEGGER				
		SI	SI	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4	TAP 4	TAP 4	TAP 4			A-T		A-B		B-T
				P0 (W)		TAP 5	TAP 5	TAP 5	TAP 5	TAP 5								

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nombre:	Nombre:	Nombre:

Resultados esperados

Con el manual de procedimientos se espera mejorar la calidad del producto, eliminando errores de seteo, calibración, medición u otros aspectos, en los criterios principales de calidad, como la prueba de relación de transformación, medición de pérdidas en cortocircuito y vacío. Con la finalidad de tener un correcto desarrollo de las actividades, conjuntamente para ofrecer un producto que cumpla con norma NTE-INEN 2111, explicadas en capítulos anteriores, mejorando e impulsando la marca “Evolgy”, y satisfaciendo las expectativas del cliente, ya que el cliente es la razón de ser de la empresa.

Tabla 13: Lista de cumplimiento antes vs después de implementación

		Antes		Después	
		Cumplimiento		Cumplimiento	
NTE INEN 2120 Transformadores. Requisitos.	6. Requisitos	Si	No	Si	No
	2111 Transformadores Pruebas eléctricas	✓	-	✓	-
NTE INEN 2111 Transformadores. Pruebas eléctricas	3.1.4.1 Pruebas de rutina	☐	☐	☐	☐
	Relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular	-	✓	✓	-
	Medición de la resistencia de los devanados	✓	-	✓	-
	Medición de la resistencia al aislamiento con megaóhmetro	✓	-	✓	-
	Medición de los voltajes de cortocircuito	-	✓	✓	-
	Medición de las pérdidas corriente sin carga vacío y corriente de excitación	-	✓	✓	-
	6. Inspección				
	6.1 Se considera que pasa la prueba cuando la diferencia entre los valores de las mediciones y las cifras declaradas por la por fabricantes no son mayores a las tolerancias permitidas	-	✓	✓	-
	6.2 El fabricante deberá suministrar una certificación de todas las pruebas de rutina	✓	-	✓	-
ISO 9001:2015	4.4.2 a) Mantener información documentada	-	✓	✓	-
	4.4.2 b) Conservar la información documentada	-	✓	✓	-
	7.5.2 Creación y actualización de información documentada	-	✓	✓	-
	8.5.2 Identificación y trazabilidad	-	✓	✓	-

33%

100%

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

La Tabla 13, indica como beneficia a la organización con la implementación, se espera mejorar la calidad en los procesos de pruebas de rutina del 33% al 100%, de seguir correctamente las instrucciones del manual de procedimientos.

El presente manual proporciona información completa y precisa, sin duda una herramienta de entrenamiento y capacitación tanto para colaboradores nuevos o antiguos que sean designados a realizar pruebas de rutina a transformadores de distribución ya sean monofásicos o trifásicos, adaptándose al puesto de trabajo, ya que los trabajadores deben realizarlo de forma secuencial, de forma correcta y ejecutando las actividades de forma repetitiva, esto servirá en la adquisición de experiencia y habilidades en los trabajadores, reduciendo tiempos de aprendizaje

Una vez sean aprobados los procedimientos, se planificará la implementación, conjuntamente con la capacitación de los colaboradores, de tal manera que se debe proveer de un cronograma de capacitación por parte de la empresa IERE S.A.

Los procedimientos es un requisito indispensable para la acreditación ISO 17025 competencia de laboratorios de ensayo, si la organización planea acreditarse a futuro. Lo que impulsara la marca comercial a nivel nacional e internacional, una vez que los procedimientos sean aprobados e implementados.

Cronograma de actividades

La Tabla 13, indica el cronograma de actividades para la implementación de la propuesta.

Tabla 14: Cronograma de actividades

Nombre de la tarea	Comienzo	Duración en días	Fin	Periodo marzo 2020				Periodo abril 2020			
				Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Presentación y socialización de la propuesta a Gerente de planta y jefe de producción	1/3/2021	5	5/3/2021	X							
Revisión y aprobación de la propuesta	8/3/2021	5	12/3/2021		X						
Socialización de manuales de calidad a todos los colaboradores de la empresa IERE S.A	15/3/2021	2	16/3/2021			X					
Primera jornada de capacitación con colaboradores del área de bobinado y fabricación de núcleo	22/3/2021	5	26/3/2021				X				
Segunda jornada de capacitación con colaboradores del área de ensamble y conexiones eléctricas	29/3/2021	5	2/4/2021					X			
Tercera jornada de capacitación con colaboradores de encubado y metalmecánica	5/4/2021	10	14/4/2021						X	X	
Entrega de manuales de procedimientos, físicos y digital a gerencia	12/4/2021	2	13/4/2021								X

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Análisis financiero

La Tabla 14 indica el análisis de costos, se toma solo las actividades presentados en dicha tabla, ya que la empresa cuenta con todos los equipos de medición, que intervienen en el proceso de pruebas de rutina, por tal motivo los costos son netamente con la implementación de los manuales de procedimientos.

Tabla 15: Análisis financiero del proyecto

Actividad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Capacitación a colaboradores de la planta	8 h * 20 días (160)	8,26	\$1.321,60
Costo de movilización	34 días	1,2	\$40,80
Costo de impresiones	146 hojas	0,2	\$29,20
Costo de anillado	10 manuales	2,5	\$25,00
			\$1.416,60

Fuente: IERE S.A

Elaborado por: El investigador

Costo de mano de obra: El sueldo para un Ingeniero Industrial en promedio mensual en 2021 ronda los \$1800 dólares o su equivalente a \$21.600 anuales, considerando que se labore 8 horas, por 30 días al mes.

Décimo tercer sueldo = \$1800

Décimo cuarto sueldo = \$400

$$\frac{(\$21.600 + \$1800 + \$400)/12}{30 \text{ días} * 8 \text{ horas}} = 8.26 \$ \text{ costo } h/hombre$$

Costo de movilización: Costos de movilización desde el domicilio hasta la empresa \$1.20 diarios por 34 días es de \$40.80.

Costo de impresiones: 10 manuales con un total de 146 hojas.

Costo de anillado: Anillar 10 manuales.

Costo de capacitación: Se realizó capacitaciones de 8 horas diarias por 20 días.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se logró determinar la causa-raíz de los problemas ocasionados en las pruebas de rutina de transformadores monofásicos y trifásicos mediante la metodología Ishikawa, la cual refleja la ausencia de un manual de procedimientos para dicha actividad. Se considera una herramienta indispensable, por la diversidad de transformadores producidos con diferentes grupos de conexión y seteos para diferentes pruebas de calidad.
- Se diseñó el flujograma global, del proceso de producción de transformadores, con ayuda del mapa de procesos, donde se identifica los procesos estratégicos, operativos y de apoyo, el concerniente a los ensayos de laboratorio que se le deben realizar a los transformadores producidos. Además, se diseñaron los flujogramas individuales para cada una de las pruebas de rutina, mostrando las interacciones cliente-proveedor, ubicados correctamente con su respectiva simbología, mediante la norma ANSI.
- Se presentó a la alta directiva de la institución los manuales terminados, correspondiente a los procesos de pruebas de laboratorio que se le deben realizar a cada uno de los transformadores producidos; incluyendo, desde su identificación, necesidad, creación, aprobación, concluyendo con su aplicación, uso y responsabilidades. El mismo se considera como un documento imprescindible para la realización de las pruebas de rutina en los transformadores y, el aseguramiento de la calidad de la misma tomando en consideración los lineamientos de la Norma ISO 9001:2015.

Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de distintas herramientas de calidad, que permitan identificar las causas de los problemas, que deben ser eliminados siendo la única forma de que los efectos negativos que tenga sobre cualquier proceso estudiado mejore.
- Se recomienda la revisión y actualización en forma periódica (una vez al año), correspondiente a los flujogramas del proceso en general y de cada una de las pruebas de rutina, realizada a los transformadores en el laboratorio.
- Se recomienda la implementación de los registros elaborados, en los manuales de procedimientos, para documentar los valores obtenidos durante las distintas pruebas de rutina, los mismo sirven como registros históricos, para obtener una trazabilidad, y ayuda en auditorias tanto internas como externas.
- Se recomienda que el protocolo sea elaborado por el supervisor ya que debe ser registrado con los valores reales obtenidos de los registros, cualquier modificación puede causar en un rechazo del transformador, cuando este sea probado en la empresa eléctrica Quito (EEQ), y los valores no coincidan con los del protocolo, ocasionando multas, restricción de ventas y pérdida del sello de calidad INEN.

Referencias

- Cevallos, J. (2010). *DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A LOJA*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/979>
- Contraloria, S. d., & General. (2004). *GUÍA TECNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS*. Mexico: UNIDAD DE DESARROLLO ADMINISTRATIVO. Obtenido de https://www.uv.mx/personal/fcastaneda/files/2010/10/guia_elab_manu_proced.pdf
- ESEMEC. (s.f.). *COMPAÑÍA DE SUMINISTROS ELECTROMECAÑICOS S.A.* Obtenido de <https://www.esemec.com/>
- Fincowsky, E. B. (2009). *Organización de Empresas* (Tercera ed.). México: Mc GrawHill. Obtenido de https://www.academia.edu/11814986/Organizacion_de_Empresas_Benjamin_3ed
- GENERAL, S. D. (2018). *GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS*. México. Obtenido de http://189.198.137.195/v3/guias/guia_procedimientos.pdf
- Guevara, M. V. (2013). *Control Estadístico de la Calidad administración de proyectos*. Apizaco, Mexico. Obtenido de https://controlestadisticocarloscastillo.weebly.com/uploads/3/9/2/0/39203091/capitulo_1.pdf
- Hernandez, L. P. (2007). *Manual de pruebas a transformadores de distribución*. Mexico D.F: Instituto Politecnico Nacional. Obtenido de <https://1library.co/document/myjo3r2z-manual-de-pruebas-a-transformadores-de-distribucion.html>
- Hernandez, R. (2010). *La planeación tributaria y financiera en la consecución de un mismo fin "maximizar utilidades"*. Aglala. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/267966389.pdf>

- Humberto Gutiérrez Pulido, R. d. (2013). *Control Estadístico de la calidad y Seis Sigma* (Tercera ed.). México: Mc Graw Hill Education. Obtenido de https://www.academia.edu/16455512/Control_Estad%C3%ADstico_de_la_Calidad_y_Seis_Sigma_3ed
- ISO. (2015). *Sistemas de gestion de la calidad - Requisitos* (Quinta ed.). ISO.
- Jeison. (12 de 06 de 2018). *Qualiex Blog de Calidad*. Obtenido de <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>
- Josué, B. (2019). *ANÁLISIS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE BOBINAS, Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1479>
- Maldonado, E. F. (2017). *Gestion de la calidad: Un enfoque práctico*. Guayaquil - Ecuador: Grupo Compás. Obtenido de <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/93>
- Maya, V. R. (2019). Cultura Organizacional e Innovación en las Empresas. *CienciAmérica*, 19. Obtenido de <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/215/329>
- Mora, J. F. (2008). *Máquinas Eléctricas* (Sexta Edición ed.). España: McGrawHill sexta edición. Obtenido de https://www.academia.edu/42010234/Maquinas_electricas_6a_ed_Fraile_Mora_Jesus
- NTE. (2013). *INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEFINICIONES*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2110-1.pdf
- NTE. (2013). *INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRUEBAS ELÉCTRICAS*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2111-2.pdf
- Ocaña, L. M. (2017). Rediseño de procesos utilizando herramientas técnicas alineadas al enfoque Harrington y ciclo PHVA. *CienciAmérica*, 8. Obtenido de

<http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/126/108>

Perez, P. A. (2001). *TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (Teoría, cálculo, construcción y pruebas)*. Mexico: Reverté S.A. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=_m_I-NT38_UC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false

Preciado Gustavo, R. J. (2015). *Diseño para la construcción de transformadores de distribución monofásicos tipo tanque*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10657>

Robalino-Lopez, R. F. (2017). Diseño de un modelo-herramienta para la medición de la innovación en la industria ecuatoriana. *CienciAmérica*, 7. Obtenido de <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/97/83>

RYMEL. (s.f.). *RYMEL*. Obtenido de <http://www.rymel.com.co/index.php/empresa/quienes-somos>

Rymel, I. E. (28 de 08 de 2017). *Ecuadornegocios*. Obtenido de <https://ecuadornegocios.com/info/evolgy-5188746>

Villoldo, A. G. (s.f.). *Asesor de Calidad*. Obtenido de <http://asesordecalidad.blogspot.com/2016/02/como-elaborar-el-manual-procedimientos.html>

ANEXOS

Anexo 1: Registro EVO-R-EL-04-01

 HOJA DATOS DE PRUEBAS COD: EVO-R-EL-04-01 FECHA: ENE-2021 VERSION: 01														
NOMBRE		APELLIDO				FECHA			HOJA /					
1	N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR			TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA		
					U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2	H2-H3	H1-H3
					I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2	X2-X3	X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie	MEGGER				
		SI ☐	SI ☐	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4			A-T	A-B	B-T	
				NO ☐	NO ☐	P0 (W)	TAP 5	TAP 5	TAP 5					
2	N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR			TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA		
					U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2	H2-H3	H1-H3
					I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2	X2-X3	X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie	MEGGER				
		SI ☐	SI ☐	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4			A-T	A-B	B-T	
				NO ☐	NO ☐	P0 (W)	TAP 5	TAP 5	TAP 5					
3	N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR			TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA		
					U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2	H2-H3	H1-H3
					I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2	X2-X3	X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie	MEGGER				
		SI ☐	SI ☐	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4			A-T	A-B	B-T	
				NO ☐	NO ☐	P0 (W)	TAP 5	TAP 5	TAP 5					
4	N°	P (kVA)	U1(V)	U2(V)	VACIO	CORTO-CIRCUITO	MEDICION TTR			TEMPERATURA (°C)		MEDICION RESISTENCIA		
					U (V)	I (A)	TAP 1	TAP 1	TAP 1	Fluke:		H1-H2	H2-H3	H1-H3
					I1 (V)	Ucc (V)	TAP 2	TAP 2	TAP 2	Peak:		X1-X2	X2-X3	X1-X3
	N° FASES	INDUCIDA	APLICADA	I2 (V)	Pcc (W)	TAP 3	TAP 3	TAP 3	N° Serie	MEGGER				
		SI ☐	SI ☐	I3 (V)		TAP 4	TAP 4	TAP 4			A-T	A-B	B-T	
				NO ☐	NO ☐	P0 (W)	TAP 5	TAP 5	TAP 5					

Anexo 2: Registro EVO-R-EL-04-02 (Protocolo Monofásico)



PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE RUTINA
TRANSFORMADORES EVOLGY

COD: EVO-R-EL-04-02
FECHA: ABR-2021
VERSION: 01

Nombre del Fabricante :		EVOLGY		Norma Aplicada :		NTE - INEN 2120		Protocolo:		*****		Alt. Diseño (m):		3000					
Cliente:		ESEMEC		Pedido No:		202001000701		Diseño No.		XXXXXXXX		Oferta No:		XXXXXX					
Año Fabricación:		2021		Transformador Tipo:		MONOFASICO AUTOPROTEGIDO		No. Serie:		2F0832A8FZ									
Potencia (kVA):		5		Frecuencia (Hz)		60		Tensión de Serie (kV)		15/1,2		Calent. Dev (°C)		65					
Fases		1		Refrigeración (3)		ONAN		NBA AT/BT: (kV)		95/30		Clase de Aisl:		Ao					
Valores		Devanados		Tensión (V)		Despacho (V)		Derivaciones (%)		Corriente (A)		Despacho (A)							
Nominales		Primario		7960		13800 GRDY 7960		(+1 :-3)		2,5		0,628		0,628					
		Secundario		240		240/120						20,833		20,833					
Resultado de Ensayos a (°C):				21				Posición Conmutador				2							
1) Líquido Aislante:				Aceite mineral sin PCB				Referencia:		NYNAS		Tensión Ruptura (kV):		45		Metodo: ASTM D1816			
2) Resistencia de Aislamiento:				Tensión de Prueba (kV)		AT contra Tierra (MΩ)		BT contra Tierra (MΩ)				AT, BT y Tierra (MΩ)							
Tiempo de Lectura 60 segundos				5		:		52600				53500							
3) Relación de Transformación (7):				Fase-Fase								Polaridad :							
Posición		Tensión Derivación		Fase H1		Fase H2		Fase H3		Nominal		Minima		Maxima		li6			
1		8159		34,034		:		:		33,996		33,826		34,166					
2		7960		33,208		:		:		33,167		33,001		33,333					
3		7761		32,376		:		:		32,338		32,176		32,499					
4		7562		31,548		:		:		31,508		31,351		31,666					
5		7363		30,720		:		:		30,679		30,526		30,833					
4) Resistencia entre		Devanados		H1-H2/X1-X2		H2-H3/X2-X3		H1-H3/X1-X3		Promedio		Material de Fabricación							
Terminales		Primario		81,200		:		:		81,200		Ω		COBRE					
		Secundario		79,250		:		:		79,250		mΩ		COBRE					
5) Ensayos de		Tensión Aplicada durante 60s												Tensión Inducida					
Aislamiento		BT contra AT y Tierra (kV)		10		Tensión (V)		480				Tiempo		18 (s)					
		AT contra BT y tierra (kV)		34		Frecuencia (Hz)		400											
6) Ensayo		Tensión (V)		Ix (A)		Iy (A)		Iz (A)		Promedio %		Garantía %		P0 Medido (W)		P0 Garantizado (W)			
sin carga		240		0,301		:		:		1,445		2,5		30		31			
7) Ensayo de		Medidas a (°C)		Referenciadas a (°C)		Garantizadas a (°C)													
corto circuito																			
Icc (A)		0,628		Perdidas (W)		67		83,496						91					
Ucc (V)		232,00		I2R (W)		66,435		83,044											
				Impedancia (%)		2,915		3,080						3,0					
8) Regulación a plena carga y F.P: (%)				2,907		0,9		9) Eficiencia a plena Carga y F.P: (%)				98,006		0,9					
10) Características Mecánicas				Masa Total: (kg)		81		Volumen de Líquido Aislante: (L)				34							
11) Dimensiones Externas del Transformador (m)								12) Pintura											
Frente		0,52		Profundidad		0,56		Altura		0,86		Color		Gris		Espesor mínimo: (μm)		120	
13) Refrigeración:				:		Numero de Elementos:		:		Largo (m):		:		Ancho (m):		:			
Observaciones :																			
Cliente / Interventor:				Proveedor / Control de Calidad				Ludovic Wallaey				Fecha:				jun-21			
Maticula No:				Matricula No:				25018536											
Firma:				Firma:															

Anexo 3: Registro EVO-R-EL-04-03 (Protocolo Trifásico)



PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE RUTINA
TRANSFORMADORES EVOLGY

COD: EVO-R-EL-04-03
FECHA: ABR-2021
VERSION: 01

Nombre del Fabricante :		EVOLGY		Norma Aplicada :		NTE - INEN 2120		Protocolo:		*****		Alt. Diseño (m):		3000					
Cliente:		ESEMEC		Pedido No:		202002000301		Diseño No.		XXXXXXX		Oferta No:		XXXXXX					
Año Fabricación:		2121		Transformador Tipo:		TRIFASICO CONVENCIONAL		No. Serie:		2F0841E9AZ									
Potencia (kVA):		75		Frecuencia (Hz)		60		Tensión de Serie (kV)		15/1,2		Calent. Dev (°C)		65					
Fases		3		Refrigeración (3)		ONAN		NBA AT/BT: (kV)		95/30		Clase de Aisl:							
Valores		Devanados		Tensión (V)		Despacho (V)		Derivaciones (%)		Corriente (A)		Despacho (A)							
Nominales		Primario		13800		13800		(+1 ; -3) 2,5		3,138		3,138							
		Secundario		220		220/127				196,830		196,830							
Resultado de Ensayos a (°C):								21		Posición Conmutador									
1) Líquido Aislante:				Aceite mineral sin PCB				Referencia:		NYNAS		Tensión Ruptura (kV):		45		Metodo:			
2) Resistencia de Aislamiento:				Tensión de Prueba (kV)		AT contra Tierra (MΩ)		BT contra Tierra (MΩ)		AT, BT y Tierra (MΩ)									
Tiempo de Lectura 60 segundos				5		113000		44500		104000									
3) Relación de Transformación (7):				Fase-Fase								Grupo de Conexión :							
Posición		Tensión Derivación		Fase H1		Fase H2		Fase H3		Nominal		Mínima		Máxima		Dyn5			
1		14145		111,440		111,450		111,440		111,363		110,806		111,920					
2		13800		108,730		108,730		108,730		108,647		108,104		109,190					
3		13455		106,010		106,010		106,010		105,931		105,401		106,460					
4		13110		103,300		103,300		103,300		103,214		102,698		103,731					
5		12765		100,580		100,580		100,580		100,498		99,996		101,001					
4) Resistencia entre		Devanados		H1-H2/X1-X2		H2-H3/X2-X3		H1-H3/X1-X3		Promedio		Material de Fabricación							
Terminales		Primario		24,810		24,720		24,820		24,783		Ω		COBRE					
		Secundario		5,300		5,240		5,280		5,273		mΩ		COBRE					
5) Ensayos de		Tensión Aplicada durante 60s		Tensión Inducida															
Aislamiento		BT contra AT y Tierra (kV)		10		Tensión (V)		440		Tiempo		18 (s)							
		AT contra BT y tierra (kV)		34		Frecuencia (Hz)		400											
6) Ensayo		Tensión (V)		Ix (A)		Iy (A)		Iz (A)		Promedio %		Garantía %		P0 Medido (W)		P0 Garantizado (W)			
sin carga		220		1,790		1,330		1,740		0,823		2,6		260		266			
7) Ensayo de		Medidas a (°C)		Referenciadas a (°C)		Garantizadas a (°C)													
corto circuito				21		85													
Icc (A)		3,138		Pérdidas (W)		720		878,599						1094					
Ucc (V)		304,00		I2R (W)		672,442		840,552											
		Impedancia (%)		2,203		2,491								3,5					
8) Regulación a plena carga y F.P: (%)				2,245		0,9		9) Eficiencia a plena Carga y F.P: (%)				98,737		0,9					
10) Características Mecánicas				Masa Total: (kg)		453		Volumen de Líquido Aislante: (L)				142							
11) Dimensiones Externas del Transformador (m)								12) Pintura											
Frente		1,20		Profundidad		0,75		Altura		0,95		Color		Gris		Espesor mínimo: (μm)			
13) Refrigeración:		:		Numero de Elementos:		:		Largo (m):		:		Ancho (m):		:					
Observaciones :																			
Cliente / Interventor:				Proveedor / Control de Calidad				Ludovic Wallaey				Fecha:				jun-21			
Maticula No:				Matricula No:				25018536											
Firma:				Firma:															

Av. General Enriquez y Tanicuchi (esquina). Sector Cotogchoa, Galpones industriales "TAITA PEDRO" Galpón No.8

E-Mail: evolgy@evolgy.com Pagina web: www.evolgy.com

Anexo 4: Catálogo de Normas Inen utilizadas para Laboratorio de Pruebas Eléctricas (Pruebas de rutina)

CATÁLOGO DE DOCUMENTOS NORMATIVOS VIGENTES							
SECTOR	SUBSECTOR			DOCUMENTO NORMATIVO			
		TIPO DE DOCUMENTO	NÚMERO DE DOCUMENTO	AÑO	MES	REVISIÓN	TÍTULO
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2111	2013	06	2	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2112	2013	06	1	TRANSFORMADORES. DEVANADOS Y SUS DERIVACIONES. REQUISITOS
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2113	2013	06	1	TRANSFORMADORES. DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS Y CORRIENTE SIN CARGA. MÉTODOS DE ENSAYO
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2114	2004	03	2	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS MONOFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2115	2004	03	2	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS TRIFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2117	2013	06	1	TRANSFORMADORES. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2118	2013	06	1	TRANSFORMADORES. MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2120	1998	03	0	TRANSFORMADORES. REQUISITOS
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2126	2013	06	1	TRANSFORMADORES. LÍMITES DE CALENTAMIENTO
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2127	2013	06	1	TRANSFORMADORES. NIVELES DE AISLAMIENTO
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2128	2013	06	1	TRANSFORMADORES. REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO EN CONDICIONES DE ALTITUD Y TEMPERATURA DIFERENTES DE LAS NORMALIZADAS
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2129	2013	06	1	TRANSFORMADORES. DETERMINACIÓN DEL VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2130	2013	06	1	TRANSFORMADORES. PLACA DE CARACTERÍSTICAS
TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA	ELECTROTECNIA	NTE INEN	2138	2013	06	1	TRANSFORMADORES. CERTIFICADO DE PRUEBAS

Anexo 5: Tabla de pérdidas en vacío y cortocircuito para transformadores monofásicos.

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

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_z (%)
3	2,5	21	70	91	3,0
5	2,5	31	91	122	3,0
10	2,5	52	142	194	3,0
15	2,4	68	192	260	3,0
25	2,0	98	289	387	3,0
37,5	2,0	130	403	533	3,0
50	1,9	160	512	672	3,0
75	1,7	214	713	927	3,0
100	1,6	263	897	1 160	3,0
167*	1,5	379	1 360	1 739	3,0

* Para potencias entre 167 kVA y 333 kVA, las pérdidas se determinarán en común acuerdo entre fabricante y comprador

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

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_z (%)
15	2,4	141	246	387	4,0
25	2,4	185	360	545	4,0
37,5	2,0	229	488	717	4,0
50	2,0	267	606	873	4,0
75	1,9	331	821	1 152	4,0
100	1,7	386	1 019	1 405	4,0
167	1,6	507	1 497	2 004	4,0
250	1,6	628	2 025	2 653	4,0
333	1,6	732	2 510	3 242	4,0

Anexo 6: Tabla de pérdidas en vacío y cortocircuito para transformadores trifásicos.

TABLA 1. Transformadores trifásicos 15 a 2 000 kVA Clase medio voltaje ≤ 25 kV Clase bajo voltaje $\leq 1,2$ referidos a 85° C

POTENCIA NOMINAL (kVA)	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
15	4,4	80	313	393	3,0
30	3,6	134	514	648	3,0
45	3,6	182	711	893	3,0
50	3,4	197	776	973	3,0
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	4,0
160	2,5	486	2 211	2 697	4,0
200	2,1	569	2 630	3 199	4,0
225	2,1	618	2 892	3 510	4,0
250	2,1	666	3 153	3 819	4,0
300	2,0	758	3 677	4 435	4,5
350	2,0	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	5,0
630	1,6	1 284	7 170	8 454	5,0
750	1,6	1 453	8 386	9 839	5,0
800	1,6	1 521	8 909	10 430	5,0
1 000	1,6	1 782	11 138	12 920	5,0
1 250	1,5	2 088	13 454	15 542	6,0
1 500	1,5	2 395	15 770	18 165	6,0
1 600	1,5	2 518	16 696	19 214	6,0
2 000	1,5	3 009	20 402	23 411	6,0

Anexo 7: Portada NTE INEN 2110:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. DEFINICIONES.



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2110:2013
Primera revisión

TRANSFORMADORES. DEFINICIONES.

Primera edición

TRANSFORMERS. DEFINITIONS.

First edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores, definiciones.
EL 04.02-101
CDU: 621.314
CIIU: 4101
ICS: 29.180

Anexo 8: Portada NTE INEN 2111:2013 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS ELÉCTRICAS.



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2111:2013
Segunda revisión

**TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN. PRUEBAS
ELÉCTRICAS.**

Primera edición

DISTRIBUTION TRANSFORMERS. ELECTRIC TEST.

First edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores, pruebas eléctricas.
EL 04.02-301
CDU: 621.314
CIIU: 4101
ICS: 29.180

Anexo 9: Portada NTE INEN 2112:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES DEVANADOS Y SUS DERIVACIONES. REQUISITOS



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2112:2013
Primera revisión

TRANSFORMADORES. DEVANADOS Y SUS DERIVACIONES.
REQUISITOS

Primera edición

TRANSFORMERS. WINDINGS AND TAPPINGS. REQUIREMENTS

First edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores, devanados y sus derivaciones.
EL 04.02-402
CDU: 621.314.
CIIU: 4101
ICS: 29.180

Anexo 10: Portada NTE INEN 2113:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS Y CORRIENTE SIN CARGA. MÉTODOS DE ENSAYO



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2113:2013
Primera revisión

**TRANSFORMADORES. DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS Y
CORRIENTE SIN CARGA. MÉTODOS DE ENSAYO**

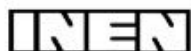
Primera edición

TRANSFORMERS. DETERMINATION OF NO-LOAD LOSSES AND CURRENT. TEST METHOD

First edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores, determinación de pérdida y corriente sin carga.
EL 04.02-302
CDU: 621.314
CIIU: 4101
ICS: 29.180

Anexo 11: Portada NTE INEN 2114:2004 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS MONOFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2114:2004
Segunda revisión

FECHA DE CONFIRMACIÓN: 2012-10-05

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS MONOFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.

Primera Edición

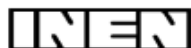
MONOPHASE DISTRIBUTION TRANSFORMERS. CURRENT WITHOUT LOAD, LOSSES AND SHORT CIRCUIT VOLTAGE.

First Edition

DESCRIPTORES: Electrotécnica, transformadores monofásicos, valores de corriente sin carga, pérdidas y voltaje de Cortocircuito.

EL 04.02-403
CDU: 621.314.212:621.3.017.2/1
CIIU: 4101
ICS: 29.180

Anexo 12: Portada NTE INEN 2115:2004 Segunda revisión TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS TRIFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2115:2004
Segunda revisión

FECHA DE CONFIRMACIÓN: 2012-10-05

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN NUEVOS TRIFÁSICOS. VALORES DE CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO.

Primera Edición

THREE – PHASE DISTRIBUTION TRANSFORMERS. CURRENT WITHOUT LOAD LOSSES AND SHORT CIRCUIT VOLTAGE.

First Edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores trifásicos, valores de corriente sin carga, pérdidas y voltaje de corto circuito.

EL 04.02-404

CDU: 621.314.212:621.3.017.2/3

CIIU: 4101

ICS: 29.180

Anexo 13: Portada NTE INEN 2117:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR.



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2117:2013
Primera revisión

**TRANSFORMADORES. RELACIÓN DE
TRANSFORMACIÓN, VERIFICACIÓN DE LA POLARIDAD
Y DESPLAZAMIENTO ANGULAR.**

Primera edición

TRANSFORMERS. TRANSFORMATION RATIO, POLARITY VERIFICATIONS AND PHASE ANGLE.

First edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores, relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular.
EL 04.02-304
CDU: 621.314
CIIU: 4101
ICS: 29.180

Anexo 14: Portada NTE INEN 2118:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2118:2013
Primera revisión

**TRANSFORMADORES. MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS
DEVANADOS**

Primera edición

TRANSFORMERS. MEASURE OF WINDING RESISTANCE

First edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores, medida de la resistencia de los devanados.
EL 04.02-305
CDU: 621.314
CIU: 4101
ICS: 29.180

Anexo 15: Portada NTE INEN 2127:2013 Primera revisión TRANSFORMADORES. NIVELES DE AISLAMIENTO. REQUISITOS



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2127:2013
Primera revisión

TRANSFORMADORES. NIVELES DE AISLAMIENTO.
REQUISITOS

Primera edición

TRANSFORMERS.INSULATING LEVELS. REQUIREMENTS

First edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, transformadores, niveles de aislamiento, requisitos
EL 04.02-409
CDU: 621.314.001.4
CIU: 4101
ICS: 29.180