

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
3540:2002**

**RECONSTRUCCIÓN DE  
TRANSFORMADORES DE  
DISTRIBUCIÓN TIPO INTEMPERIE. DE  
DE**

**1<sup>ra</sup> REVISIÓN**



**CODELECTRA**  
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA

---



**FONDONORMA**

---

## PROLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 3540:1999 **Reconstrucción de transformadores de distribución tipo aéreo**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT-11 Electricidad, Electrónica y Comunicaciones**, y por el **SC-9 Máquinas y sus Componentes**, a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre **CODELECTRA** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior **Nº 2002-10** de fecha **30/10/2002**.

En la revisión de esta norma participaron las siguientes entidades:

**BOBINADOS OCCIDENTE**  
**C.A. DE ADMINISTRACIÓN Y FOMENTO ELECTRICO**  
**C.A. LA ELECTRICIDAD DE CARACAS**  
**ENERGIA ELECTRICA DE VENEZUELA**  
**ENERGIA ELECTRICA DE BARQUISIMETO**  
**PRECELCA**  
**TIVECA**  
**TRAFOVENSA**

## ÍNDICE

	Páginas
1.- Objeto .....	1
2.- Referencias normativas .....	1
2.1 Normas COVENIN .....	1
3.- Definiciones .....	1
3.1 Bobina .....	1
3.2 Calidad .....	1
3.3 Conformidad .....	1
3.4 Corriente en vacío .....	2
3.5 Devanados .....	2
3.6 Devanados de alta tensión .....	2
3.7 Devanados de baja tensión .....	2
3.8 Ensayos de rutina .....	2
3.9 Entidad .....	2
3.10 Herrajes .....	2
3.11 Infraestructura .....	2
3.12 Mantenimiento .....	2
3.13 Mantenimiento en sitio .....	2
3.14 Materia prima .....	2
3.15 Métodos de ensayo .....	2
3.16 No conformidad .....	2
3.17 Pérdidas en cortocircuito o bajo carga .....	3
3.18 Pérdidas en vacío .....	3
3.19 Pérdidas totales .....	3
3.20 Proceso .....	3
3.21 Reconstrucción .....	3
3.22 Reconstrucción de transformadores .....	3
3.23 Servicio .....	3
3.24 Sistema de calidad .....	3
3.25 Toma .....	3
3.26 Transformador .....	3
3.27 Transformador inmerso en líquido dieléctrico .....	3
3.28 Trazabilidad .....	3
4.- Recomendaciones y requisito .....	4
4.1 Recomendaciones .....	4
4.2 Requisitos .....	7
5.- Métodos de ensayos .....	7
5.1 Condiciones generales previas al ensayo .....	7
5.2 Inspección por atributos .....	7
5.3 Ensayo de tensión aplicada .....	8
5.4 Ensayo de tensión inducida .....	9
5.5 Verificación de la relación de transformación .....	10
5.6 Ensayo de medida en las pérdidas debidas a la carga y tensión de cortocircuito .....	10
5.7 Ensayo de medida de las pérdidas y la corriente en vacío .....	12
5.8 Ensayo de medida de la resistencia de aislamiento .....	13
5.9 Ensayo de hermeticidad .....	13
5.10 Ensayo de medición de la rigidez dieléctrica del aceite .....	14
6.- Marcado, identificación y embalaje .....	14
6.1 Marcación .....	14
6.2 Identificación .....	15
6.3 Embalaje .....	15
7. Bibliografía .....	15
Tabla 1 Valores nominales para transformadores monofásicos .....	12
	17

Tabla 2 Valores de tensión para el ensayo tensión aplicada .....	17
Tabla 3 Valores de referencias para el ensayo de absorción del dieléctrico .....	18
Tabla 4 Factores de corrección de resistencia de aislamiento a 20 °C .....	18
Figura N° 1 tensión aplicada en el devanado de alta tensión .....	19
Figura N° 2 tensión aplicada en el devanado de baja tensión .....	19
Figura N° 3 Tensión inducida .....	19
Figura N° 4 Relación de transformación .....	20
Figura N° 5 Ensayo de cortocircuito .....	20
Figura N° 6 Ensayo de cortocircuito utilizando transformadores de corriente y de potencial ...	21
Figura N° 7 Ensayo en vacío .....	21
Figura N° 8 Aislamiento entre los devanados de alta tensión (AT) y de baja tensión (BT) .....	21
Figura N° 9 Aislamiento entre devanados de alta tensión (AT) conectado el tanque y el devanado de baja tensión (BT) a tierra .....	22
Figura N° 10 Aislamiento entre devanados de alta tensión (BT) conectado el tanque y el devanado de alta tensión (AT) a tierra .....	22
Anexo A Inspección por atributo .....	23
Anexo B Ensayos para transformadores monofásicos de distribución (por lotes de una misma capacidad) .....	24

**1. OBJETO.**

**1.1** Esta Norma Venezolana establece los requisitos mínimos que se deben cumplir en el proceso de Reconstrucción de Transformadores Monofásicos de Distribución del tipo intemperie inmersos en líquido dieléctrico, con niveles de tensión hasta 34.5 kV en alta tensión, de acuerdo con niveles respectivos de tensión indicados en la tabla N° 1, con capacidades hasta 500 kVA.

**2. REFERENCIAS NORMATIVAS.**

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana COVENIN. Las ediciones editadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente.

**2.1 Normas Covenin**

COVENIN 462:1995	Aisladores de Porcelana. Métodos de Ensayo.
COVENIN 536:1994	Transformadores de Potencia. Generalidades.
COVENIN 537:1995	Equipo Accesorio para Transformadores de Distribución Tipo Aéreo.
COVENIN 1128:1991	Aceite Minerales Aislantes con Inhibidor de Oxidación uso en Transformadores e Interruptores.
COVENIN 2552:1988	Vocabulario Internacional de los Términos Fundamentales. Generales de Metrología.
COVENIN 3172:1995	Transformadores de Potencia. Métodos de Ensayos.
COVENIN 8402:1995	Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad. Vocabulario
COVENIN 1403:1979	Método de Ensayo para Determinar la Tensión de Ruptura para Líquidos Aislantes Utilizando Electrodo de Disco
COVENIN 3269:1996	Procedimiento de muestreo y gráficos de inspección por variables para porcentajes no conformes.

**3 DEFINICIONES.**

Para los propósitos de esta Norma Venezolana COVENIN se aplican las siguientes definiciones:

**3.1 Bobina.**

Unidad conformada por los devanados aislados de alta tensión y baja tensión.

**3.2 Calidad.**

La totalidad de las características de una entidad que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas.

**3.3 Conformidad.**

Cumplimiento con los requisitos especificados.

### **3.4 Corriente en vacío.**

Es la corriente que fluye o circula a través de un terminal de línea de un devanado, cuando se aplica a éste la tensión nominal a frecuencia nominal, estando el otro devanado en circuito abierto.

### **3.5 Devanados.**

Es el conjunto de espiras que constituyen el circuito eléctrico asociado con una de las tensiones nominales del transformador.

### **3.6 Devanado de alta tensión.**

Es el devanado asociado a la tensión nominal más alta.

### **3.7 Devanado de baja tensión.**

Es el devanado asociado a la tensión nominal más baja.

### **3.8 Ensayos de rutina.**

Son los ensayos que se destinan para verificar la calidad y la uniformidad de la mano de obra y de los materiales usados en la reconstrucción de transformadores. Son obligatorios en todas las unidades.

### **3.9 Entidad.**

Aquello que puede ser descrito y considerado individualmente.

### **3.10 Herrajes.**

Son las estructuras de sujeción del núcleo y los devanados de un transformador.

### **3.11 Infraestructura.**

Conjunto de medios necesarios para el desarrollo de una actividad.

### **3.12 Mantenimiento.**

Conjunto de acciones que permiten conservar un equipo para que opere con la máxima disponibilidad durante su vida útil.

### **3.13 Mantenimiento en sitio.**

Es el mantenimiento que se realiza al equipo o máquina en campo, sin necesidad de desinstalar el mismo.

### **3.14 Materia prima.**

Es todo el material que es transformado en la industria para producir un bien o un servicio.

### **3.15 Métodos de ensayo.**

Son los procedimientos de medidas ordenadas, con instrumentos y ambientes adecuados, para determinar, analizar y evaluar las condiciones de funcionamiento de un equipo.

### **3.16 No conformidad.**

No cumplimiento de los requisitos especificados.

### **3.17 Pérdidas en cortocircuito o bajo carga.**

Es la potencia activa absorbida a la frecuencia nominal de funcionamiento del transformador, cuando circula la corriente nominal a través de los terminales de línea de uno de los devanados, estando los terminales del otro devanado en cortocircuito.

### **3.18 Pérdidas en vacío.**

Es la potencia absorbida por el transformador, cuando se aplica los terminales de uno de los devanados la tensión nominal a frecuencia nominal, estando el otro devanado en circuito abierto.

### **3.19 Pérdidas totales.**

Es la suma de las pérdidas en vacío y las debidas a las pérdidas bajo carga.

### **3.20 Proceso.**

Es la secuencia ordenada de actividades para lograr transformar los recursos en productos o servicios.

### **3.21 Reconstrucción.**

Conjunto de acciones destinadas a la fabricación de una parte o partes significativas de una máquina o equipo usado, para llevarle a sus condiciones originales de operatividad.

### **3.22 Reconstrucción de transformadores.**

Es el proceso al cual se somete el transformador para llevarlo a sus especificaciones originales o modificarlo según los requerimientos del cliente.

### **3.23 Servicio.**

Resultados generados por actividades internas del proveedor, con el fin de responder a las necesidades del cliente.

### **3.24 Sistema de calidad.**

Estructura de la organización, procedimientos y recursos para llevar a cabo la gestión de calidad.

### **3.25 Toma.**

Es la conexión hecha en un punto entre los terminales de un devanado para modificar la relación del número de espiras del transformador.

### **3.26 Transformador.**

Es un aparato estático que transforma por medio de inducción electromagnética, un sistema de tensión y corriente a otros niveles, usualmente diferentes de tensión y corriente alterna a la misma frecuencia entre dos o más devanados.

### **3.27 Transformador inmerso en líquido dieléctrico.**

Es el transformador cuyo núcleo y devanados están inmersos en aceite aislante.

### **3.28 Trazabilidad.**

Capacidad para reconstruir la historia de utilización de una entidad por medios de registros identificados.

**NOTA 1:** El término trazabilidad puede tener en la aplicación de esta Norma los significados, según los casos siguientes:

a) Cuando se refiere a un producto puede estar relacionado con:

El origen de los materiales y de las piezas;  
La historia de los diversos procesos aplicados al producto;  
La distribución y localización del producto luego de su entrega; y,

b) Cuando se refiere a la calibración, se aplica a la forma de relacionar los equipos de medición a patrones asociados, generalmente internacionales o nacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

## **4. RECOMENDACIONES Y REQUISITOS**

### **4.1 Recomendaciones**

#### **4.1.1 Proceso**

##### **4.1.1.1 Evaluación Externa.**

Realizar una inspección visual externa al transformador, en la cual se debe observar en detalle los siguientes accesorios:

a) Tapa Principal: Colocada con sus componentes: tapa de inspección, aro de sujeción y aisladores de alta tensión. En caso de que falte alguno de los componentes deben sustituirse por equivalentes en conformidad con las exigencias del cliente.

b) Tanque: Debe encontrarse en buenas condiciones o puede presentar abolladuras leves de fácil reparación.

##### **4.1.1.2 Evaluación Interna.**

Al desarmar la unidad se debe hacer una inspección visual interna para verificar las siguientes partes:

a) Herrajes: Si presentan daños deben reconstruirse o reemplazarse.

b) Bobinas: Deberán ser reconstruidos con material nuevo los devanados, aislantes y accesorios en caso de presentar daños parciales o totales.

c) Núcleo: Debe conservar las características físicas y magnéticas que permita la reconstrucción de la unidad. La corriente de vacío será la especificada en la placa de característica de la unidad.

#### **4.1.2 Desarme y Preparación del Tanque, Accesorios y Parte Activa (Núcleo-Devanados).**

##### **4.1.2.1 Preparación de Accesorios.**

a) Todos los accesorios como aisladores de alta y baja tensión, cambiador de derivaciones, válvula de alivio y conectores deben ser revisados para determinar los daños o defectos que presentan con la finalidad de evaluar su reparación o sustitución.

b) Se deben lavar con detergente líquido los aisladores de alta y baja tensión para eliminar grasas y polvo.

c) Todos los conectores se deben limpiar o desengrasar con ácido y luego someterse a un proceso electrolítico de estañado.

**NOTA 2:** La empresa reconstructora debe diagnosticar todas las partes del transformador durante el proceso de reconstrucción; y debe garantizar que las reparaciones y sustituciones estén conformes.



#### 4.1.2.2 Preparación del Tanque.

a) Se deben realizar las adaptaciones sugeridas por el cliente como: cambiador de derivaciones; cuarto aislador de baja tensión; válvula de alivio de presión y cualquier otra modificación que el cliente solicite.

**NOTA 3:** Se debe tomar la medida exacta que garantice la mejor distribución de accesorios en el transformador. El método utilizado para realizar las adaptaciones será aprobado por convenio entre la empresa reconstructora y el cliente.

b) Reparar la latonería del tanque, tapa de inspección, aro de sujeción y herrajes.

c) Las superficies a pintar deben estar completamente secas y libre de polvo, óxido, grasas, aceite y cualquier otra sustancia contaminante que pudiera perjudicar la adherencia y durabilidad del recubrimiento, para lo cual se debe utilizar uno de los métodos que a continuación se nombran:

**Limpieza Mediante Chorro de Arena:** Las características y especificaciones del tipo de arena deben ser aprobados por convenio entre la empresa reconstructora y el cliente.

**Limpieza por Medios Químicos:** Incluye el proceso de desengrase y el de eliminación de óxidos.

#### 4.1.2.3 Pintura.

a) Aplicación de Fondo Anticorrosivo.

Como protección debe tener una capa de fondo anticorrosivo, con un valor mínimo de cincuenta (50) micras de espesor. El tipo y calidad de fondo debe ser aprobado por convenio entre la empresa y el cliente.

b) Aplicación del Acabado Final.

Se debe aplicar dos capas de pintura color gris de cincuenta (50) micras cada una. El tipo y calidad de la pintura debe ser aprobado entre la empresa y el cliente.

**NOTA 4:** Para la mezcla, manejo y aplicación de estos productos, se deberán seguir las recomendaciones del fabricante de la pintura. El fondo y el acabado deben ser compatibles. La tonalidad gris queda sujeta a aprobación del cliente. La película o espesor de pintura debe medirse con un micrómetro indicado en por lo menos tres zonas de la superficie pintada.

#### 4.1.3 Preparación del Conjunto Núcleo – Devanados (Parte Activa).

a) Los datos de los devanados como dimensiones y número de vueltas en los devanados de baja y alta tensión, tipo y calibre del conductor, espesor mínimo de papel aislante deben ser tomados y registrados con exactitud para conformar las especificaciones originales.

b) En el desarme, las láminas del núcleo no deben ser golpeadas, dobladas o maltratadas. La superficie de las láminas del núcleo debe limpiarse por medio de un proceso de lavado con la finalidad de eliminar las impurezas que puedan contaminar el aceite dieléctrico.

#### 4.1.4 Fabricación de Devanados.

a) Los devanados deben ser fabricados con material nuevo y deben mantener las características eléctricas y físicas originales.

b) Las derivaciones deben ser conectadas correctamente para que la tensión de salida esté conforme con los datos de placa de características del transformador.

c) El tipo de soldadura utilizada en los devanados debe soportar la corriente, las vibraciones y la temperatura máxima de funcionamiento del transformador.

d) El sistema completo de aislamiento, los materiales, los métodos de aplicación y los canales de enfriamiento deben ser equivalentes a los originales y compatibles con el aceite dieléctrico.

e) Los separadores aislantes o elementos de ajuste utilizados en el embalaje de la bobina, debe ser de cartón o madera seca.

f) Cuando se utilizan otros calibre de conductores de aluminio o de cobre para sustituir los devanados originales, éstos conductores deben ser idénticos o superiores en conductividad a los conductores originales.

g) Se puede permitir la recuperación del devanado de baja tensión del transformador de distribución, generalmente de lámina de aluminio siempre y cuando estén en buenas condiciones y bajo consideración del cliente.

#### **4.1.5 Armado de Parte Activa.**

a) Cuando se arme el núcleo sus láminas deben quedar bien ajustadas para evitar el incremento de la corriente de excitación.

**NOTA 5:** Para el amarre del núcleo con sus herrajes, después de armado, se debe utilizar un fleje para el ajuste preciso.

b) Una vez armada la parte activa, se debe realizar un ensayo de relación de espiras al 100 % de la producción.

#### **4.1.6 Proceso de Secado.**

a) El horno usado para realizar el secado debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos como: temperatura uniforme internamente, circulación continua de aire caliente y extracción de humedad continua.

b) Se deberá extraer la humedad de los aisladores de porcelana sometiendo los mismos a un proceso de secado a través del horno con una temperatura no menor de 115 °C durante un tiempo mínimo de seis (6) horas.

c) La parte activa antes de ser instalada en el tanque, se debe someter a un secado con un tiempo mínimo de dieciocho (18) horas de duración a una temperatura mínima de 115 °C, con la finalidad de extraer la humedad y curar la resina del papel con respecto al conductor.

**NOTA 6:** El secado debe garantizar la extracción de la humedad sin causar daños físicos en los materiales aislantes.

d) Culminado el secado se debe realizar una prueba de resistencia de aislamiento al 100 % de la producción para verificar posible presencia de humedad interna tanto en los aisladores de porcelana como en el aislamiento del conjunto núcleo – devanados.

#### **4.1.7 Armado del Transformador.**

a) El núcleo - devanados, los accesorios, las empaaduras y los tornillos deben ser instalados correctamente y asegurados al tanque.

**NOTA 7:** Todas las empaaduras utilizadas en el transformador deben ser nuevas, fabricadas en Acrilo-Nitrilo, hechas en una sola pieza y fijadas apropiadamente. Las dimensiones de las empaaduras deben ser iguales a las originales.

**NOTA 8:** Toda la tornillería usada en el interior del tanque debe ser de calidad equivalente que la utilizada por el fabricante del transformador.

b) El tanque debe llenarse de aceite dieléctrico nuevo o tratado con una rigidez dieléctrica mínima de 35 kV a un nivel indicado entre los aisladores de baja tensión y la válvula de alivio. El aceite dieléctrico utilizado debe cumplir con los requisitos contenidos en la Norma COVENIN 1128.

c) Se debe practicar el vacío en el tanque a la presión de 84.7 kPa (25 inHg) durante cuarenta (40) minutos para extraer las burbujas, creadas por el llenado de aceite el tanque del transformador. Al finalizar el vacío se debe verificar la inexistencia de fugas en el tanque a través de un ensayo de hermeticidad.

## **4.2 Requisitos**

### **4.2.1 Materia prima.**

a) La empresa reconstructora debe presentar a sus clientes los Certificados de Calidad de las siguientes materias primas empleadas en la reconstrucción de los transformadores:

Conductores.

Materiales Aislantes (papeles, cartones y aisladores de porcelana).

Aceite Dieléctrico.

Cambiador de Toma.

b) La empresa debe tener métodos de ensayo internos verificables y auditables como una manera de comprobar la materia prima respaldada por un Certificado de laboratorio.

### **4.2.2 Trazabilidad de los equipos.**

Las empresas deben contar con patrones de calibración de referencia calibrados anualmente por un Ente acreditado por el Servicio Nacional de Metrología para calibrar los instrumentos de medida utilizados en las medidas efectuadas a lo largo del proceso de reconstrucción. La clase de precisión de los instrumentos de medición utilizados en los métodos de ensayo nunca debe ser mayor de 0.5.

## **5. MÉTODOS DE ENSAYOS.**

### **5.1 Condiciones generales previas al ensayo.**

a) Las empresas reconstructoras deberán disponer de los equipos, herramientas y espacio físico para ejecutar los ensayos.

b) La temperatura ambiente debe estar entre 10° C y 40° C. Todos los componentes y accesorios que puedan afectar las características del transformador deben estar instalados.

c) Los ensayos se efectuarán en lugares cerrados evitando la entrada de ráfagas de viento, lluvia y la proximidad de fuentes de calor.

d) El cambiador de toma debe estar en la posición correspondiente a la tensión nominal durante todos los ensayos, a menos que esté especificado de otra manera en el ensayo en cuestión.

e) Los resultados de los ensayos de rutina se consignan en los formatos de protocolo de pruebas, indicados en los anexos A y B.

En el caso particular de esta norma sólo se consideran los ensayos de rutina que a continuación se nombran:

### **5.2 Inspección por atributos.**

#### **5.2.1 Propósito.**

Consiste en inspeccionar detalladamente las partes y accesorios del transformador tales como: conexión de los terminales de alta y baja tensión, conectores de puesta a tierra, estado del tanque, pintura, condiciones de operatividad del cambiador de toma y válvula de alivio. Esta inspección se debe realizar antes de efectuar los ensayos.

### **5.3 Ensayo de tensión aplicada.**

#### **5.3.1 Propósito.**

Comprueba si se encuentra en perfecto estado el aislamiento de los devanados de alta y baja tensión, entre éstos y el tanque o cualquier otro elemento puesto a tierra.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Fuente de tensión sinusoidal de frecuencia nominal.  
Autotransformador de tensión variable.  
Voltímetro (kilovoltímetro).  
Cronómetro.  
Amperímetro.

#### **5.3.2 Condiciones de Ensayo.**

##### **5.3.2.1 Ensayo del devanado de alta tensión (Figura N°1).**

Previo al ensayo se debe verificar que:

- a) El tanque del transformador a ensayar esté debidamente puesto a tierra.
- b) Cortocircuitar y poner a tierra el devanado de baja tensión.
- c) La tensión de ensayo se aplica entre los terminales de alta tensión y tierra.

##### **5.3.2.2 Ensayo del devanado de baja tensión (Figura N° 2).**

Previo al ensayo se debe verificar que:

- a) El tanque del transformador a ensayar esté debidamente puesto a tierra.
- b) Cortocircuitar y poner a tierra el devanado de alta tensión.
- c) La tensión de ensayo se aplica entre los terminales de baja tensión y tierra.

#### **5.3.3 Procedimiento.**

##### **5.3.3.1 Ensayo del devanado de alta tensión.**

Se comienza el ensayo con una tensión no mayor de 1/3 del valor de la tensión de ensayo (según el nivel de aislamiento en alta tensión), la cual debe ser aumentada gradualmente al valor apropiado (contenido en la tabla N° 2), y debe mantenerse por un tiempo de un (1) minuto.

Una vez realizado el ensayo se disminuye gradualmente la tensión hasta un valor inferior de 1/3 del valor de la tensión de ensayo antes de interrumpirla.

##### **5.3.3.2 Ensayo del devanado de baja tensión.**

El procedimiento para el ensayo del devanado de baja tensión es igual al indicado en el punto anterior, excepto por el valor de tensión de ensayo, según el nivel de aislamiento en baja tensión (contenido en la tabla N° 2).

**NOTA 9:** Se considera aprobado el ensayo si durante el mismo no se presenta ninguna de las siguientes anomalías: presencia de humo, ruido audible, burbujeo en el aceite o un incremento repentino de la corriente de prueba. En caso de que sea necesario realizar nuevamente este ensayo, la tensión aplicar no debe exceder el 75 % del valor nominal de ensayo.

## 5.4 Ensayo de tensión inducida

### 5.4.1 Propósito.

Comprueba si en efecto el aislamiento entre espiras de un mismo devanado, entre éstos y el tanque o cualquier otro elemento puesto a tierra está en buenas condiciones.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Fuente de tensión sinusoidal de frecuencia nominal

Autotransformador de tensión variable.

Convertidor de frecuencia.

Voltímetro.

Amperímetro.

Cronómetro.

### 5.4.2 Condiciones de Ensayo.

a) Previo al ensayo se debe calcular el tiempo durante el cual se aplica el doble de la tensión nominal del transformador según la siguiente expresión:

$$T_e = \frac{7200}{F_e} \quad (\text{Ec.5.1})$$

Donde:

$F_e$ : Frecuencia de ensayo (Hz).

$T_e$ : Tiempo de ensayo (s)

b) La frecuencia mínima de ensayo será dada por la siguiente expresión:

$$F_e = \frac{V_e}{1.1 * V_N} * F_N \quad (\text{Ec. 5.2})$$

Donde:

$F_e$ : Frecuencia de ensayo (Hz).

$F_N$ : Frecuencia nominal (Hz).

$V_N$ : Tensión nominal (V).

$V_e$ : Tensión de ensayo (V).

### 5.4.3 Procedimiento.

a) Se aplicará en los terminales del devanado secundario, una tensión de ensayo igual a dos veces el valor de la tensión nominal del transformador y a una frecuencia determinada mediante la ecuación 5.2 (Véase figura N° 3).

b) Se comenzará el ensayo aplicando una tensión no mayor de 1/3 del valor de la tensión de ensayo y dicha tensión se debe llevar gradualmente al valor de tensión de ensayo.

- c) La tensión de ensayo se debe mantener durante un tiempo determinado mediante la ecuación 5.1.
- d) Al finalizar el ensayo, se reduce gradualmente la tensión de ensayo a un valor inferior a 1/3 de su valor completo antes de interrumpirla.

**NOTA 10:** Se considera aprobado el ensayo si durante el mismo no se presenta ninguna de las siguientes anomalías: Presencia de humo, ruido audible, burbujeo en el aceite o un incremento repentino de la corriente de prueba. En caso de que sea necesario realizar nuevamente este ensayo, la tensión aplicar no debe exceder el 75 % del valor nominal de ensayo.

## **5.5 Verificación de la relación de transformación.**

### **5.5.1 Propósito.**

Comprobar la relación del número de vueltas o espiras entre las bobinas de alta tensión y baja tensión.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Medidor de la relación de espiras (Transformer Turn Ratio Test).

### **5.5.2 Procedimiento.**

Método del Puente:

- a) Este método utiliza el circuito básico mostrado en la figura N° 4 y se utiliza para medir la relación de transformación de cualquier devanado.
- b) Cuando el galvanómetro G está balanceado, la relación de transformación es igual a:  $N1/N2$

**NOTA 11:** Efectúe las lecturas para todas las posiciones del cambiador de tomas para verificar cada relación de transformación. Concluida la medición de relación de transformación debe verificar que ésta medida no exceda la tolerancia indicada en la placa característica del transformador. Se pueden utilizar otros métodos como los que indica la Norma COVENIN 3172 para realizar este ensayo.

## **5.6 Ensayo de medida de las pérdidas debidas a la carga y tensión de cortocircuito.**

### **5.6.1 Propósito**

Con este ensayo se obtiene las pérdidas de los devanados bajo condiciones de carga, las cuales comprenden las pérdidas por efecto Joule, la tensión de cortocircuito y la impedancia de cortocircuito.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Fuente de tensión alterna.  
Autotransformador de Tensión Variable.  
Transformador de Potencial.  
Transformador de Corriente.  
Voltímetro de Corriente Alterna.  
Amperímetro de Corriente Alterna.  
Watímetro.  
Termómetro.

### **5.6.2 Condiciones de Ensayo.**

- a) El transformador a ensayar debe estar a temperatura ambiente, sin excitación en un período de al menos tres (3) horas.
- b) Registrar la temperatura medida justo antes de iniciar el ensayo y la corriente nominal del transformador.

### 5.6.3 Procedimiento.

a) Calcular el factor de relación de temperatura ( $F_{rt}$ ) de la siguiente forma:

$$F_{rt} = \frac{(T_k + T_r)}{(T_k + T_a)} \quad (\text{Ec.5.3})$$

Donde:

$F_{rt}$ : Factor de relación de temperatura.

$T_k$ = 234,5 para el cobre (°C)

225 para el aluminio (°C)

$T_a$ : Temperatura ambiente (°C).

$T_r$ : Temperatura de referencia (°C) (Véase la Norma COVENIN 536).

b) Ponga en cortocircuito el devanado de baja tensión del transformador y aplique al devanado de alta tensión una tensión reducida (la cual corresponde a la tensión de cortocircuito) hasta que circule una corriente nominal por el devanado de alta tensión (Véase figuras N° 5 y N° 6).

c) Si se hace circular una corriente menor a la nominal, el valor de la potencia que corresponde a las pérdidas bajo carga debe ser referido al valor de la corriente nominal del transformador, multiplicando la potencia bajo carga por el factor de corrección  $F_{cc}$  indicado en la ecuación 5.4.

$$F_{cc} = \left( \frac{I_n}{I_a} \right)^2 \quad (\text{Ec.5.4})$$

Donde:

$F_{cc}$ : Factor de corrección de la potencia medida a temperatura ambiente.

$I_n$ : Corriente nominal (A)

$I_a$ : Corriente utilizada en el ensayo (A).

d) Si se hace circular una corriente menor a la nominal, el valor de la tensión de cortocircuito se debe ser referido al valor de la corriente nominal del transformador, multiplicando esta tensión por el factor de corrección  $F'_{cc}$  indicado en la ecuación 5.5.

$$F'_{cc} = \left( \frac{I_n}{I_a} \right) \quad (\text{Ec. 5.5})$$

Donde:

$F'_{cc}$ : Factor de corrección de la tensión de cortocircuito.

$I_n$ : Corriente nominal (A)

$I_a$ : Corriente utilizada en el ensayo (A).

**NOTA 12:** Se recomienda que el rango de corriente de ensayo esté entre el 50 % y 100 % de la corriente nominal para que los valores no discrepen de los valores reales.

e) La lectura del watímetro corresponde a las pérdidas bajo carga. Esta medida representa las pérdidas a temperatura ambiente, como los valores de pérdidas bajo carga, están establecidos para carga nominal a temperatura de referencia, calcule la potencia corregida a la temperatura de referencia mediante la siguiente expresión:

$$P_r = F_{rt} * P_a \quad (\text{Ec.5.6})$$

Donde:

Pr: Potencia corregida a la temperatura de referencia (W).

Pa: Potencia medida a temperatura ambiente (W).

f) Obtenga la impedancia de cortocircuito mediante la siguiente expresión:

$$Z_{cc} = 100 * \sqrt{\frac{(Pr)^2 - (Pa)^2}{(Pn)^2} + \frac{(V_{cc})^2}{(Vn)^2}} \quad (\text{E.c 5.7})$$

Donde:

Z<sub>cc</sub>: Impedancia de cortocircuito (%).

V<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito (V)

V<sub>n</sub>: Tensión nominal del lado de alimentación (V).

P<sub>n</sub>: Potencia nominal del transformador (kVA).

g) Los valores de pérdidas bajo carga e impedancia de cortocircuito de aceptación, así como sus tolerancias deben ser suministradas por el cliente.

## 5.7 Ensayo de medida de las pérdidas y la corriente en vacío.

### 5.7.1 Propósito.

Este ensayo permite medir las pérdidas por histéresis y corrientes parásitas en el núcleo.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Fuente de tensión alterna.

Autotransformador de tensión variable.

Voltímetro de corriente alterna.

Amperímetro de corriente alterna.

Watímetro

### 5.7.2 Procedimiento.

a) Alimente el devanado de baja tensión del transformador con una tensión igual a la nominal, manteniendo abiertos los bornes de alta tensión.

b) La lectura del watímetro representa las pérdidas en vacío del transformador.

c) La corriente de vacío es directamente la lectura del amperímetro. Se debe expresar esta corriente como un porcentaje de la corriente nominal, según la siguiente expresión:

$$I_o = \frac{I_{or}}{I_n} * 100 \quad (\text{Ec.5.8})$$

Donde:

I<sub>o</sub>: Corriente de vacío (%).

I<sub>or</sub>: Corriente obtenida en el ensayo.

I<sub>n</sub>: Corriente nominal (A), del devanado de baja tensión.

d) Los valores de aceptación de las pérdidas y de corriente en vacío, así como sus tolerancias deben ser suministradas por el cliente.



## 5.8 Ensayo de medida de la resistencia de aislamiento.

### 5.8.1 Propósito.

Comprueba la resistencia de aislamiento entre devanados y devanado contra tierra del transformador.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Megaóhmetro con un rango entre 500V a 5000 V

Termómetro.

Cronómetro

### 5.8.2 Condiciones de Ensayo.

- a) El transformador a ensayar debe tener un mínimo de diez (10) minutos de reposo.
- b) Conectar la puesta a tierra del transformador.
- c) Cortocircuitar todas las conexiones de salida de alta y de baja tensión del transformador.

### 5.8.3 Procedimiento.

Medir la resistencia entre cada conjunto de devanados y tierra, realizando las lecturas para las siguientes conexiones:

- a) Entre los devanados de alta tensión (AT) y de baja tensión (BT) (Observe figura N° 8).
- b) Entre devanado de alta tensión (AT) conectando el tanque y el devanado de baja tensión (B.T) a tierra (Observe figura N° 9).
- c) Entre devanado de baja tensión (BT) conectando el tanque y el devanado de alta tensión (AT) a tierra (Observe figura N°10).

**NOTA 13:** Se recomienda efectuar dos (2) medidas para cada conexión: una después de 30 segundos y otra a los 60 segundos. Esto permite determinar un valor conocido como "Índice de Absorción" (Véase tabla N° 3) que es igual a:

$$IA = \frac{Ri(60s)}{Ri(30s)} \quad (\text{Ec.5.9})$$

Las resistencias medidas en el aislamiento del transformador no deben ser inferiores a 1000 MΩ referidos a 20 °C. Los factores de corrección de resistencia de aislamiento a 20 °C, están contenidos en la tabla N° 4.

## 5.9 Ensayo de hermeticidad.

### 5.9.1 Propósito.

Este ensayo permite determinar la inexistencia de fugas de gas y de filtraciones de líquidos aislantes, para garantizar que no entre humedad al tanque, en condiciones normales de operación.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Bomba de gas inerte o fuente de aire seco.

Manómetro con escala mínima de 0-1 kg/cm<sup>2</sup> (0-15 psi).

### **5.9.2 Condiciones de Ensayo.**

- a) Se debe utilizar un gas inerte (tal como nitrógeno) o en su defecto aire seco, para someter al transformador a la presión de ensayo.
- b) En caso que el transformador presente algún dispositivo de alivio de sobrepresión interna, se debe inhibir para realizarse la prueba.
- c) Esta comprobación será realizada después de los ensayos de rutina.

### **5.9.3 Procedimiento.**

Someta el transformador a una presión de ensayo de 49 kPa (0,5 Kg/cm<sup>2</sup>) durante una (1) hora.

## **5.10 Ensayo de medición de la rigidez dieléctrica del aceite**

### **5.10.1 Propósito.**

Comprobar las propiedades dieléctricas del aceite por medio de la medición de la rigidez dieléctrica.

A continuación se mencionan los equipos e instrumentos:

Un equipo espinterómetro para líquidos aislantes (Chispómetro).

### **5.10.2 Condiciones del Ensayo.**

- a) El aceite a ensayar debe ser tomado directamente del tanque del transformador.
- b) El envase utilizado para realizar el ensayo debe estar limpio y libre de impurezas o humedad.
- c) Antes de iniciar el ensayo el aceite debe permanecer en el equipo de medición en completo reposo cinco (5) minutos antes de iniciar el ensayo.

### **5.10.3 Procedimiento.**

- a) Tome una muestra de aceite y colóquela en la celda de prueba (Si se trata de un lote de transformadores a probar aplicar la norma COVENIN 3269 para seleccionar el número de transformadores a los que se le tomará la muestra de aceite (bajo el criterio mas riguroso)
- b) Los electrodos se energizan a partir de cero voltios a razón de 3 kV/s  $\pm$  20 % hasta que ocurra la descarga que es indicada por el equipo de interrupción.
- c) Realice cinco lecturas disruptivas con un tiempo de un (1) minuto de intervalo entre ellas.
- d) De las cinco lecturas obtenidas se elimina la menor y la mayor, calcule el valor promedio de las lecturas restantes, el cual no deberá ser menor de 35 kV, siempre que se cumpla con el criterio de consistencia estadística (Véase Norma COVENIN 1403).

## **6. Marcado, identificación y embalaje.**

### **6.1 Marcación**

Cada transformador debe estar provisto de una placa de característica ubicada donde sea visible y hecha de un material resistente a la corrosión, la cual debe indicar en forma clara e indeleble, los datos siguientes:

- a) Nombre de la empresa.

- b) Marca original del transformador.
- c) El número o código de la empresa.
- d) Fecha de reconstrucción.
- e) Las tensiones nominales primarias y secundarias.
- f) Número de fases.
- g) Diagrama de conexión.
- h) Capacidad nominal en kVA.
- i) Impedancia de cortocircuito, en porcentaje de la tensión nominal.
- j) Nivel de aislamiento, en kV.
- k) Serial original.
- l) Serial de reconstrucción.
- m) Peso Kg.
- n) Frecuencia
- o) Tipo de enfriamiento
- p) detalles de los derivados de distribución

## **6.2 Identificación.**

Mediante una identificación de color, resistente a la intemperie y de tamaño que pueda ser apreciado una vez instalado el transformador en un poste, se debe indicar los siguientes datos:

- a) El nombre del Cliente.
- b) El logotipo de la empresa rectora.
- c) Especificaciones adicionales de identificación, operación y seguridad requeridas por el cliente.
- d) Los transformadores cuyos valores nominales de B.T sean 240/480 V deberán tener una identificación especial de color rojo en el tanque, que los diferencien de otros tensiones nominales.

## **6.3 Embalaje**

El embalaje de los transformadores reconstruidos, se debe efectuar de acuerdo a las especificaciones del cliente.

## **7 BIBLIOGRAFÍA.**

**7.1.** Protocolo de Pruebas para Transformadores Monofásicos de Distribución Sumergidos en Aceite 13.8 kV-120/240 V. C.A.D.A.F.E. Noviembre 1997. Caracas – Venezuela.

**7.2.** Norma CADAPE 375 (R) Transformadores Monofásicos de Distribución. Caracas – Venezuela.

**7.3.** Transformadores Monofásicos Tipo Interprete en Capacidades hasta 333 kVA. Tensión Nominal Primaria 4800\*7200 ó 7200 V. Tensión Nominal Secundaria 120/240, 240/480 V ó 270. C.A. La Electricidad de Caracas. Caracas – Venezuela.

**7.4.** Transformador de Distribución Monofásico en Capacidades hasta 500 kVA. Tensión Nominal Primaria 4800\*7200 y 7200 V. Tensión Nominal Secundaria 120/240, 240/480 V ó 270. C.A. La Electricidad de Caracas – Saca. Caracas – Venezuela.

**7.5.** Reparación de Equipos Eléctricos. Normas EASA (Electrical Apparatus Service Association). Febrero 1995.

**7.6.** SI GUIDE. International System of Units. ISO Genève. Switzerland. 1998.

**En la elaboración de esta Norma participaron los Profesionales siguientes:**

Ramón A. Márquez, (BOBINADOS DE OCCIDENTE), Juan Maiz (CADAFE), Dacio Forja (ELECAR), Luz Marina Mendoza (ENELBAR), Luis Felipe Morillo(ENELVEN), Xavier Garrido (PRECELCA), Alberto González (TIVECA), Gabino Fois (TRAFOVENSA)

**Tabla N° 1: Valores Nominales para Transformadores Monofásicos.**

Alta Tensión del Transformador.			* Potencia Nominal para Bajas Tensiones kVA		
Valor Nominal (V)	Tomas (%)		600V y menores	2400 V ó 4800 V	7200 V
	Arriba	Abajo			
2400	Ninguna	Ninguna	5- 50	-	-
2400 / 4160 Y	2 x 2,5	2 x 2,5	10 – 167 250 – 500	-	-
4800	Ninguna	Ninguna	5 – 167	-	-
ó 4800 / 8320 Y	2 x 2,5	2 x2,5	5 – 167 250 - 500	-	-
7200 ó	Ninguna	Ninguna	5 – 50	-	-
7200 / 12470 Y	2 x 2,5	2 x 2,5	10 – 167 250 - 500	50 – 167 250 - 500	-
12470 Tierra Y/ 7200	2 x 2,5	2 x 2,5	5 – 50	-	-
13800 / 23900 Y	14400	13200/ 12870/ 12540	5 – 167 250 – 500	- - 250 – 500	-
24940 Tierra Y/ 14400	Ninguna	13800/ 13200/ 12870/ 12540	5 – 167 250 – 500	50 – 100	-
14400/24940 Y	Ninguna	13800/ 13200/ 12870/ 12540	5 – 167 250 – 500	-	-
34500 Tierra Y/ 19920	2 x 2,5	2 x 2,5	5 – 50	-	-
22900	24100/ 23500/	22300/ 21700	25 – 500 -	- 100 - 500	- 167 - 500
28800	2 x 2,5	2 x 2,5	25 - 167	-	-
34500	36200/ 35300	33500/ 32600	333 – 500	167 – 500	167 – 500

\* Se indica la potencia nominal del transformador en baja tensión de acuerdo a los niveles de tensión del sistema. Los valores de potencia nominal (kVA) nominales son: 5, 10, 15, 25, 37.5, 50, 75, 100, 167, 250, 333 y 500, un guión entre dos números (-) indica que además de los valores indicados están incluidos todos los intermedios.

**Tabla N° 2: Valores de Tensión para el Ensayo Tensión Aplicada.**

Tensión Nominal del Sistema (kV)	Nivel Básico de Aislamiento (kV)	Tensión de Ensayo (kV)
1.2	30	10
2.4	45	15
4.8	60	19
8.32	75	26
14.4	95	34
24.0	125	40
34.5*	150	50

\* Estos transformadores generalmente tienen una salida de alta tensión puesta a tierra, razón por la cual no se puede realizar el ensayo de tensión aplicada por el devanado de alta tensión, solo se realiza este ensayo por el devanado de baja tensión.

**Tabla N° 3 Valores de Referencias para el Ensayo de Absorción del Dieléctrico.**

CONDICIÓN DEL AISLAMIENTO	RELACIÓN
	60/30 Seg.
Pobre	Menor que 1.1
Cuestionable	De 1.1 a 1.25
Dudosa	De 1.25 a 1.4
Buena	De 1.4 a 1.6
Excelente	Por encima de 1.6

**Tabla N°4 Factores de corrección de resistencia de aislamiento a 20 °C.**

Temperatura (°C)	Factor de Corrección.
0	0,25
5	0,36
10	0,50
15	0,74
20	1,00
25	1,40
30	1,98
35	2,80
40	3,95
45	5,60
50	7,85
55	11,20
60	15,85
65	22,40
70	31,75
75	44.7

ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LOS ENSAYOS DE ACEPTACIÓN.

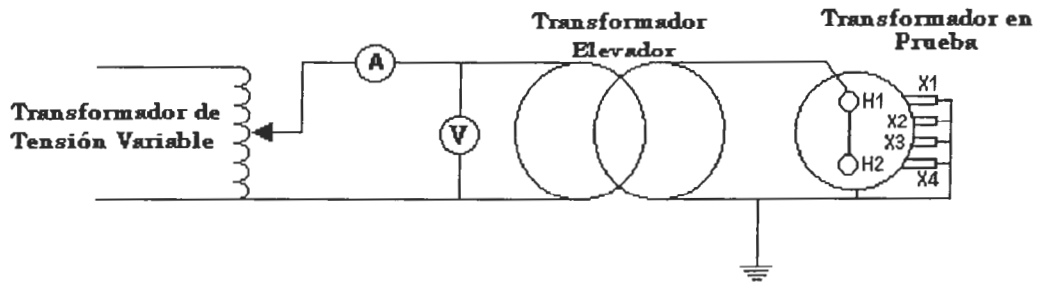


Figura N° 1: Tensión aplicada en el devanado de alta tensión.

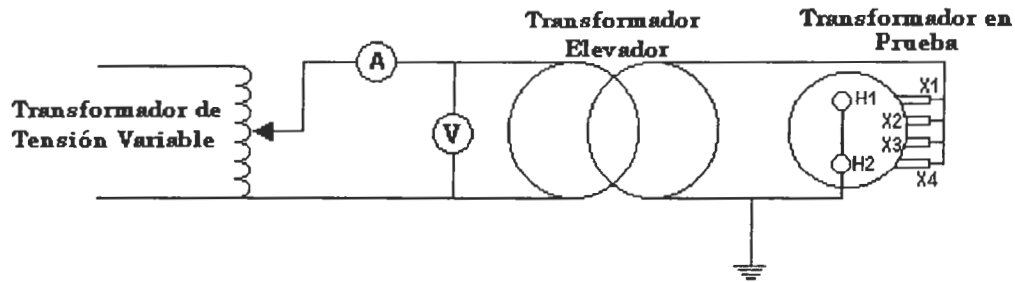


Figura N° 2 Tensión aplicada en el devanado de baja tensión

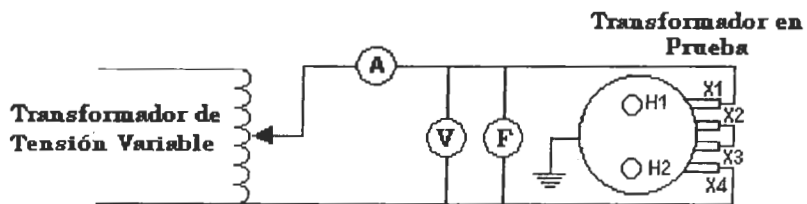


Figura N° 3 Tensión inducida.

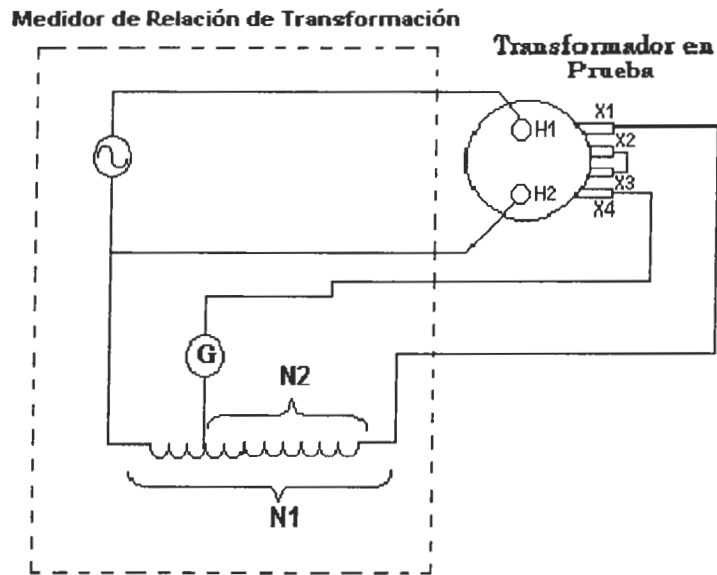


Figura N° 4 Relación de transformación.

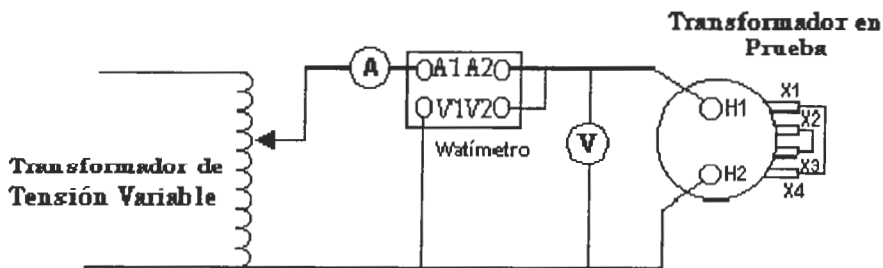


Figura N° 5 Ensayo de cortocircuito.

**NOTA 14:** Cuando la magnitud de la corriente a medir en el Ensayo de Cortocircuito sea mayor que la capacidad nominal de corriente de la bobina amperimétrica del wattímetro ( A1-A2) debe utilizarse un transformador de corriente y cuando la tensión a medir sea superior a la capacidad nominal de la bobina voltimétrica (V1-V2) del wattímetro se debe utilizar un transformador de potencial, como se muestra en la figura N° 6.



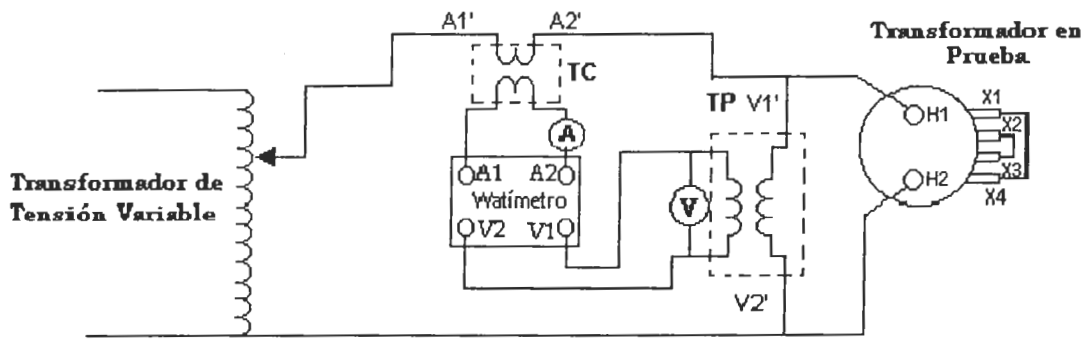


Figura N° 6 Ensayo de cortocircuito utilizando transformadores de corriente y de potencial.

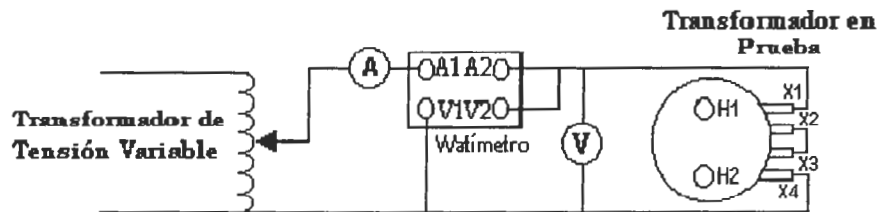


Figura N° 7 Ensayo en vacío.

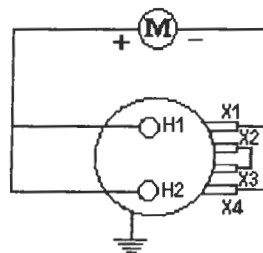
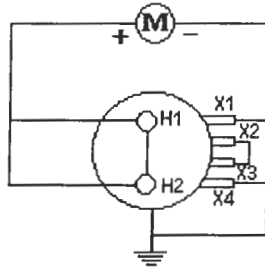
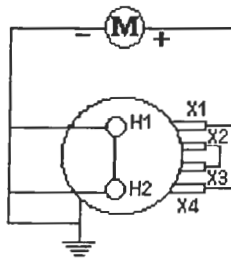


Figura N° 8 Aislamiento entre los devanados de alta tensión (AT) y de baja tensión (BT).



**Figura N° 9 Aislamiento entre devanado de alta tensión (AT) conectando el tanque y el devanado de baja tensión (BT) a tierra.**



**Figura N° 10 Aislamiento entre el devanado de baja tensión (BT) conectando el tanque y el devanado de alta tensión (AT) a tierra.**

**ANEXO A  
INSPECCIÓN POR ATRIBUTO**

<b>Empresa Reconstructora:</b> _____	<b>Fecha:</b> _____
<b>Capacidad (k.V.A)</b> _____	
<b>Tensión Nominal:</b> _____	<b>Serial:</b> _____

<b>Estado de los Aisladores</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Dañados de alta tensión</b>	<input type="checkbox"/>	<b>En Buen Estado</b>
<b>Estado de los Aisladores de Baja Tension:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Dañados</b>	<input type="checkbox"/>	<b>En Buen Estado</b>
<b>Conexiones de Tierra Presentes:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Si</b>	<input type="checkbox"/>	<b>No</b>
<b>Estado de la Pintura:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Bueno</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Malo</b>
<b>Estado del Tanque:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Bueno</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Dañado</b>
<b>Adaptación del Cuarto Aislador de Baja Tensión:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Si</b>	<input type="checkbox"/>	<b>No</b>
<b>Adaptación Extena del Cambiador de Tomas:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Si</b>	<input type="checkbox"/>	<b>No</b>
<b>Válvula de Sobrepresion:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Bueno</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Dañada</b>
<b>Cambiador de Tomas:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Bueno</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Dañado</b>
<b>Observaciones</b> : _____ _____ _____				

**Realizado por:**

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Cargo:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Revisado por:**

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Cargo:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_

**ANEXO B**  
**ENSAYOS PARA TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION (Por lotes de una misma capacidad)**

FECHA: \_\_\_\_\_  
 EMPRESA: \_\_\_\_\_  
 INSPECTOR: \_\_\_\_\_

kVA	Vnp:	kV	Inp:	A	Ioesp:	A	Poesp:	W	Ptesp:	W	DIELECTRICO
60 Hz	Vns:	V	Ins:	A	Iomax:	A	Pomax:	W	Ptmax:	W	ACEITE(PROM)
											kV

TENSIÓN APLICADA	Vap:	V	Vas:	kV	Tiempo:	s	Temperatura: °C	% Zcc max.:
TENSIÓN INDUCIDA	Vis:	V	F:	Hz	Tiempo:	s		
							Fr:	% Zcc esp.:
								% Zcc min.:

RELACION DE TRANSFORMACION
MAX:
NOM:
MIN:

SERIALES	MARCA	INSP.	TENSION APLICADA		CORTO - CIRCUITO				VACIO				TENSIO N INDUC.	RESISTEN. DE AISLAMIENTO (M Ω)		T.T.R.	
			AT	BT	X1 =	X2 =	85 °C	X3 =	X4 =	R(30 )	R(60 IA )						
		ATRIB	Vcc L	Vcc R	Pcc L	Pcc R	Pcc (85 °C)	IoL %	IoR %	Io %	PoL	PoR	Pt.				
1.-																	
2.-																	
3.-																	
4.-																	
5.-																	
6.-																	
7.-																	
8.-																	
9.-																	
10.-																	

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
 POR CLIENTE

\_\_\_\_\_  
 POR EMPRESA RECONSTRUCTORA

\* X1, X2, X3 Y X4 Son los factores de corrección de la lectura de acuerdo a la escala utilizada en el instrumento de medida.

**COVENIN  
3540:2002**

**CATEGORÍA  
D**

## **CODELECTRA**

**Comité de Electricidad de Venezuela**

**Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque  
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51, Caracas.**

**Teléfonos: 285-28-67/77-74 Fax: 285-47-87**

**E-mail: [codelectra@codelectra.org](mailto:codelectra@codelectra.org)**

**Página Web: [www.codelectra.org](http://www.codelectra.org)**

**ICS: 29.180**

**ISBN: 980-06-3076-7**

**RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS**

**Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.**

---

**Descriptores:** transformador eléctrico; transformador monofásico.