

septiembre de 1999.

CONSIDERANDO:

Que la Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima por medio de nota con referencia GGA-269-99 y fecha 15 de octubre de 1999, informa que una vez recibidos los comentarios de la CNEE envían la nueva propuesta de la norma en referencia.

CONSIDERANDO:

Que el Gerente de Normas de la CNEE por medio del dictamen de fecha 11 de enero de 2000, en su parte final recomienda la autorización de la NORMA DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS SUMERGIDOS EN ACEITE PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN: CONVENCIONALES Y AUTOPROTEGIDOS. Asimismo, que en el dictamen de fecha 12 de enero de 2000 en Licenciado Roberto Villeda Arguedas, luego del análisis jurídico respectivo concluye que La CNEE está legalmente facultada para aprobar la Norma de Transformadores Monofásicos Sumergidos en Aceite Para Distribución en Baja Tensión: Convencionales y Autoprotegidos.

CONSIDERANDO:

Que con el propósito de obtener los comentarios de empresas que distribuyen transformadores en Guatemala, el Directorio de la CNEE remitió copia de la Norma de referencia a empresas que distribuyen transformadores en el país, habiéndose recibido los comentarios de algunas de ellas, en las que manifestaron al respecto.

POR TANTO:

En ejercicio de la facultad que le confiere el artículo 4 inciso e), de la Ley General de Electricidad,

RESUELVE:

I. Aprobar la siguiente

**NORMA DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS SUMERGIDOS
EN ACEITE PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN: CONVENCIONALES Y
AUTOPROTEGIDOS**

0 INTRODUCCIÓN

La presente norma forma parte de las normas NE de Empresa Eléctrica de Guatemala, quien es responsable de su contenido y revisión periódica. Además, en su elaboración ha tenido cuidado de no contravenir la Ley General de Electricidad y su Reglamento, ni las normas emitidas hasta la fecha por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica y las revisiones periódicas la adecuará a las normas que posteriormente emita la Comisión mencionada.

1 OBJETO

secundaria 120/240 V o a la tensión de servicios especiales en 240/480 V a utilizar en toda la zona autorizada de Empresa Eléctrica de Guatemala.

3 NORMAS DE CONSULTA

Para propósitos de diseño, calidad de materiales, pruebas y normas de fabricación, los transformadores de distribución deberán cumplir o exceder las últimas revisiones aprobadas de las siguientes normas y publicaciones.

ANSI C57.12.80 "Terminology for transformers, regulators, reactors and rectifiers". (Terminología para transformadores, reguladores y rectificadores).

ANSI C57.12.00 "General requirements for liquid-immersed distribution power and regulating transformers". (Requerimientos generales para líquidos inmersos en transformadores de distribución de potencia y de regulación).

ANSI C57.12.90 "IEEE Guide for Short-Circuit Testing of distribution and power transformers". (Guía de IEEE para las pruebas de corto circuito en transformadores de distribución).

ANSI C57.12.20 "Overhead-type distribution transformers. 67 000 volts and below 500 kVA and smaller". (Transformadores de distribución para instalar poste, de 67 000 V y menos y de 500 kVA y menores).

ANSI C57.100-1986, Test Procedure for thermal evaluation of oil-immersed distribution transformers. (Procedimiento para prueba de evaluación térmica de aceite inmerso en transformadores de distribución).

ANSI C57.106-1977 "IEEE guide for acceptance and maintenance of insulating oil equipment". (Guía de IEEE para la aceptación y para el mantenimiento del aceite dieléctrico en equipos).

El acrónimo "ANSI" arriba indicado se refiere a: American National Standard Institute.

El oferente deberá regirse por las presentes especificaciones y las normas recomendadas. En caso de darse conflicto entre ellas, regirán las presentes especificaciones.

Si el fabricante utiliza normas de construcción distintas a las arriba mencionadas, será su obligación probar que las normas empleadas son iguales o superiores a las exigidas y

al conductor interior que une el borne con el extremo del devanado.

Borne: conector montado en el exterior del transformador en el cual puede sujetarse el extremo de un conductor para conectar el transformador a un circuito independiente al mismo.

Devanado primario: devanado del transformador conectado al lado de la entrada de energía. En un transformador de distribución es el que va conectado a la línea de mayor tensión.

Devanado secundario: devanado del transformador conectado al lado de salida de energía. En un transformador de distribución es el que va conectado a la línea de menor tensión.

Pérdidas sin carga: son las pérdidas de potencia que presenta el transformador debido a la corriente de excitación cuando opera a circuito abierto, es decir sin carga.

BPC: siglas de bifenilos policlorados que son compuestos organoclorados de fórmula condensada $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ donde $n = 1,2,3,\dots,10$. En inglés se conocen como PCB (Polychlorinated biphenyls).

Pérdidas de carga: son las pérdidas de potencia que se dan en los devanados del transformador con la carga nominal.

Pérdidas totales: es la suma de las pérdidas sin carga mas las pérdidas de carga en el transformador.

Polaridad aditiva: cuando la tensión a través de los devanados primario y secundario es mayor que la tensión del devanado primario solo.

REA: siglas de Rural Electrification Agency.

Transformador de distribución: es un transformador que transfiere potencia eléctrica de un circuito de mayor tensión (circuito primario) a otro de menor tensión (circuito secundario).

4.2 Transformadores convencionales

4.2.1 El transformador convencional tiene como característica particular el que cada uno de los extremos del devanado primario sale a través de la tapadera del tanque por medio de 2 (dos) bujes dieléctricos.

devanado de mayor tensión sale a través de la tapadera del tanque por medio de un buje dieléctrico (boquilla); el otro extremo del devanado primario debe estar conectado a tierra mediante una conexión interna al tanque del transformador.

4.3.2 Los transformadores autoprotegidos solamente se emplean para formar centros de transformación instalados en poste. El centro de transformación puede ser monofásico hasta de 50 kVA, o trifásico estrella – delta abierta hasta de 100 kVA.

4.3.3 El transformador autoprotegido deberá estar completamente autoprotegido contra rayos, sobrecargas y corrientes de corto circuito en estricto acuerdo con el boletín REA-161-22 y deberá contar con el siguiente equipo de protección debidamente coordinado en la fábrica:

- Pararrayo (tipo válvula de semiconductores y polímero) montado en la pared del tanque y conectado a tierra por el tanque del transformador.
- Fusible de lado primario. Este fusible deberá estar montado internamente en el aislador terminal de paso y en serie con la línea de alto voltaje para proteger al transformador en caso de fallas internas.
- Interruptor termomagnético montado en el interior del transformador el cual protegerá al transformador en caso de fallas externas o sobrecargas en el circuito secundario.

4.3.2 Cada transformador autoprotegido deberá estar provisto de los siguientes dispositivos de control y de indicación externa:

- Luz indicadora que señale, antes o después de que el interruptor termomagnético haya disparado, que el transformador ha tenido una sobrecarga.
- Palanca para abrir y cerrar el interruptor termomagnético por medio de pértiga.
- Control manual de emergencia que permita la operación temporal del transformador bajo condiciones de sobrecarga. La operación de este control cambia las características del interruptor termomagnético de tal forma que permite llevar mayores cargas sin que éste se dispare.

	para variación de tensión	
5	No tiene	42-0104
10	No tiene	42-0108
25	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0112
50	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0116
75	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0118
100	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0120
167	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0122

Tabla 2

Transformadores convencionales 7.62 – 13.2 kV/240-480 V normalizados

Potencia KVA	Cambiador de relación de transformación para variación de tensión	Código de Almacén
10	No tiene	42-0109
25	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0114
50	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0117
75	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0119
167	7.62 kV +/- 2X2.5 %	42-0123

Tabla 3

Transformadores autoprotegidos 7.62 – 13.2 kV/120-240 V normalizados

Potencia KVA	Cambiador de relación de transformación para variación de tensión	Código de Almacén
---------------------	--------------------------------------------------------------------------	--------------------------

Las tensiones del lado primario se indican en la tabla 4 y las del lado secundario se presentan en la tabla 5.

Tabla 4

Tensiones asignadas en el lado primario de transformadores monofásicos convencionales o autoprotegidos

Tensión asignada KV	Tensión más elevada Para el material KV	Nivel de aislamiento al impulso KV
13.2/7.62 kV	13.97	95

Tabla 5

Tensiones asignadas en el lado secundario para transformadores monofásicos convencionales o autoprotegidos

Tensión asignada V	Tensión más elevada Para el material KV	Nivel de aislamiento Al impulso KV
120 V /240 V	1.2	30
240 V / 480 V	1.2	30

5.2 Clases

Se establecen como clases las siguientes:

- 5.2.1 Clase de enfriamiento: O/A, el líquido donde está inmerso el núcleo se enfría por la circulación natural del aire.

- 6.1 La Polaridad de los transformadores monofásicos convencionales y autoprotegidos debe ser aditiva.
- 6.2 Los bornes de los devanados primario y secundario deben estar marcados para distinguir uno del otro. Los bornes del devanado primario deben estar marcados con: H1, H2. Los bornes del devanado secundario deben estar marcados con: X1,X2,X3.
- 6.3 Los bornes H1 y X1 de los devanados primario y secundario respectivamente deben estar colocados en diagonal.

7 DETALLES CONSTRUCTIVOS

7.1 Cambiador de relación de transformación

- 7.1.1 El cambiador de relación de transformación para variación de tensión según requerimiento, podrá ser interno o externo. Si se requiere interno deberá ser con la manija de operación sobre el nivel de aceite.
- 7.1.2 El cambiador de relación de transformación para variación de tensión estará diseñado para 5 (cinco) posiciones y podrá operarse únicamente con el transformador desenergizado.
- 7.1.3 Seleccionada la relación de transformación deseada, la manija de operación deberá tener un mecanismo que la fije en la posición correspondiente, evitando que la misma se mueva accidentalmente.
- 7.1.4 Las posiciones del cambiador de relación de transformación para variación de tensión serán cinco (5): La nominal, dos con valores menores al nominal en -2.5% y en -5.0% , y dos con valores mayores al nominal en $+2.5\%$ y en $+5.0\%$.

7.2 Tanque para transformadores Convencionales y Autoprotegidos

- 7.2.1 La preservación del aceite será por medio de un tanque sellado, el cual deberá estar provisto de una tapadera desmontable en la parte superior, para permitir la inspección interna del transformador y los cambios de las conexiones internas del mismo.
- 7.2.2 Las soldaduras del tanque del transformador deberán ser del tipo continuo, inspeccionando la calidad de las mismas para que queden libres de poros e

que el transformador se pueda deslizar sin que el mismo sufra deformación ni daño.

- 7.2.7 Previo a la aplicación de la pintura, la superficie metálica deberá prepararse por un proceso de limpieza de chorro de arena (Sand-blasting) para remover todo tipo de contaminante, luego deberá aplicarse un enjuague de fosfato para asegurar así la adhesión de la pintura al metal base. Posteriormente se aplican las capas de base anticorrosiva en el número y espesor adecuado. La aplicación final de pintura deberá ser de acuerdo a lo descrito en 7.2.8.
- 7.2.8 La pintura del tanque del transformador deberá aplicarse electrostáticamente, interior y exteriormente, en número de capas y espesor que la hagan resistente a la corrosión, raspaduras o rayaduras; y deberá ser de color gris cielo No. 70, según ANSI Z55.1.
- 7.2.9 La pintura de acabado deberá ser adecuada para resistir por lo menos una prueba de rociado con agua salada durante 1000 (mil) horas sin que aparezcan señales de oxidación, de acuerdo a la especificación de la American Standard Test Materials-B-117-49T (ASTM-B-117-49T).
- 7.2.10 El tanque debe tener capacidad para soportar una presión absoluta máxima de 2 atmósferas (203 kPa). (ANSI C57.12.00-1980, 6.5), pero por seguridad, debe poseer medios automáticos, tales como válvula automática de alivio o tapadera aliviadora, que liberen la presión debida a incrementos de temperatura por sobrecargas o por corto circuito.

7.3 Aceite

- 7.3.1 El aceite del transformador deberá cumplir con los requisitos que se dan en la siguiente tabla No. 6

Tabla No. 6

Características límites del aceite dieléctrico */

Propiedad	Magnitud o calidad
Tensión de ruptura del dieléctrico	30 kV mínimo
Condición visual	Claro (valor 0.5)
Contenido de agua	15 ppm máximo

7.3.4 La acidez del aceite debe ser tal que 5 mm^3 con 1mg. de KOH debe presentar color lila.

7.4 Núcleos y Bobinas

- 7.4.1 Los conductores de cobre o aluminio de los devanados deberán tener aislamiento de barniz o polímero en alta tensión.
- 7.4.2 Para reducir al mínimo el valor de la impedancia, los devanados deberán arrollarse en el orden siguiente: Secundario sobre primario sobre secundario.
- 7.4.3 Todos los transformadores cubiertos por estas especificaciones, deberán tener papel aislante adecuado para aumentos de temperatura de cincuentiséis (56) grados centígrados.
- 7.4.4 Las bobinas del transformador deberán tener un revestimiento de un compuesto acrílico, para proporcionar máxima resistencia contra cortocircuitos.
- 7.4.5 El núcleo del transformador deberá ser de acero de grano orientado y laminado en frío o de material amorfo.
- 7.4.6 Las bobinas del transformador deberán quedar bien sujetadas al núcleo mediante 8 (ocho) superficies de sujeción, 4 (cuatro) en la parte superior y 4 (cuatro) en la inferior. El paso del núcleo por el centro de las bobinas no constituye en sí una forma efectiva de sujetar las bobinas.
- 7.4.7 El conjunto núcleo y bobinas deberá estar sujeto al tanque en un mínimo de 2 puntos laterales internos.
- 7.4.8 El transformador deberá tratarse al vacío mientras el núcleo y bobinas estén calientes, para eliminar completamente la humedad y el aire. El transformador deberá llenarse con aceite sin burbujas de aire mientras la unidad permanece bajo condiciones de vacío.
- 7.4.9 Todas las unidades deberán estar provistas de medios automáticos para el desahogo de presiones internas (ANSI C57-12.201).
- 7.4.10 Los transformadores de distribución deberán tener capacidad para resistir corrientes de corto circuito como se indica en la tabla No. 7

El fabricante deberá presentar pruebas de un laboratorio independiente, que certifiquen que diseños similares cumplen con las pruebas de cortocircuito.

Corrientes de corto circuito que deben soportar los transformadores de distribución monofásicos

Capacidad en kVA	Corriente de corto circuito en kA
5 – 25	40 x In
37.7 – 100	35 x In
167 – 500	25 x In

- 7.5.2 El conductor que une el extremo del devanado secundario con su borne exterior deberá atravesar las paredes del tanque por medio de un buje dieléctrico. El conductor neutro del secundario deberá ser conectado al tanque externamente.
- 7.5.3 El conductor que une el extremo del devanado primario con su borne exterior deberá atravesar la tapadera del tanque por medio de un buje dieléctrico. En los transformadores autoprotegidos se requiere solamente un buje dieléctrico para el devanado primario, porque el otro extremo del devanado mencionado está conectado internamente al tanque del transformador. En los transformadores convencionales se requieren dos bujes dieléctricos.
- 7.5.4 Los bornes del devanado primario y los del devanado secundario deberán ser adecuados para conductores de aluminio o de cobre y deberán estar provistos de medios para mantener una presión de contacto adecuada sobre el conductor, para compensar los efectos de contracción y dilatación producidos por cambios de temperatura. Las terminales de baja tensión –lado secundario- deben tener capacidad para conectar los calibres máximos que se indican en la tabla No. 8.

Tabla No. 8

Capacidad del transformador en kVA	Diámetro en de la terminal abierta "mm"	
	Lado primario	Lado secundario
5	7.9	15.9
10	7.9	15.9
25	7.9	20.6
50	7.9	20.6
75	7.9	23.8

soportar el peso del transformador completo con aceite.

7.6.2 Los transformadores tipo autoprotegido y convencional, deben contar con soportes tipo "A" para capacidades hasta de 50 kVA y deben contar con soportes tipo "B" para capacidades de 75 a 167 kVA, con sus dimensiones de acuerdo a normas ANSI. El soporte deberá ser adecuado para el montaje del transformador en poste.

7.7 Placa de características

7.7.1 Cada transformador deberá estar provisto de una placa de acero inoxidable con un grosor mínimo de 1.0 mm sobre la cual irá grabada la información necesaria.

7.7.2 La leyenda de la placa deberá estar en idioma español, ser resistente a la intemperie y deberá contar como mínimo con los siguientes datos:

- I Nombre del fabricante
- II Tipo o modelo
- III Lugar y año de fabricación
- IV Número de serie
- V Capacidad del transformador en kVA
- VI Tensión primaria en voltios
- VII Tensión secundaria en voltios
- VIII Polaridad
- IX Información sobre las derivaciones
- X Peso del transformador en N. (lbs.)
- XI Diagrama de conexiones
- XII Nivel básico de aislamiento al impulso en kV
- XIII Corriente nominal en el lado secundario en amperios
- XIV Impedancia en por ciento
- XV Material del conductor en cada devanado
- XVI Nombre genérico del tipo de aceite dieléctrico
- XVII Número de la orden de compra
- XVIII Propiedad de: Empresa Eléctrica de Guatemala

La placa deberá estar asegurada firmemente al soporte inferior del transformador.

7.8 Tornillería

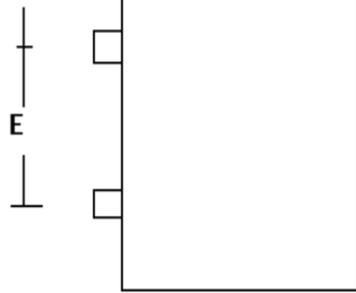


Figura 1

Tabla No. 9

Dimensiones normadas de los transformadores monofásicos convencionales y autoprottegidos

Capacidad kVA	C Metros	D mm	E Mm
5	0.10	381 +/- 76	286
10	0.10	381 +/- 76	286
25	0.10	381 +/- 76	286
50	0.10	381 +/- 76	286
75	0.12	381 +/- 76	591
100	0.12	381 +/- 76	591
167	0.13	381 +/- 76	591

7.10 Pérdidas normadas

100	220	725
167	310	1200

Tabla 11

Pérdidas máximas permisibles en transformadores monofásicos autoprotectidos

Capacidad kVA	Sin carga en W	De carga en W
10	40	110
25	70	210
50	125	410
75	170	580

8 PRUEBAS

- 8.1** Cada uno de los transformadores deberá someterse en la fábrica a las pruebas de diseño y rutina requerida por las normas ANSI C57.12.00, C57.12.90, C57.12.25, C57.12.28.
- 8.2** La prueba de impulso deberá proporcionar una indicación fehaciente de que ha ocurrido una falla sin tener que depender únicamente de la observación directa del operario durante la prueba.

9 CALIFICACIÓN Y RECEPCIÓN

9.1 Calificación

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la norma NE 00.08.01: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

Para la calificación del material según esta norma podrá exigirse:

- Registro de Empresa ISO 9001 ó 9002 (a partir de 01-06-99)

Los criterios de recepción variarán a juicio de Empresa Eléctrica de Guatemala, en función del Control de Calidad instaurado en fábrica y de la relación Empresa Eléctrica de Guatemala con el Suministrador en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.).

9.2.1 La recepción implica las siguientes revisiones aplicadas a grupos obtenidos por técnicas de muestreo:

- Revisión del estado de la pintura, tanto interna como externa.
- Revisión del estado de las conexiones de los bornes a los devanados.
- Revisión del estado del aislamiento.
- Revisión de las dimensiones.
- Revisión del nivel de aceite.
- Revisión de los soportes, válvula de alivio de presión, ganchos para su levantamiento, cambiador de derivaciones, etc.
- En el caso de los transformadores autoprotegidos, se revisarán también el interruptor termomagnético en el lado secundario, pararrayos, fusible en el lado primario, la palanca para operar el interruptor termomagnético y la fuente de luz indicadora de sobrecarga.

9.2.2 Pruebas que se practicarán a cada uno de los transformadores recibidos:

- Prueba de pérdidas
- Prueba de aislamiento
- Prueba de relación de vueltas
- Prueba con tensión

9.2.3 Si los resultados de las revisiones o de las pruebas no se ajustan a lo ofrecido, Empresa Eléctrica se reserva el derecho de rechazar el lote de transformadores recibidos o de rechazar los que presentaron problema.

10 MARCAS HOMOLOGADAS

Las marcas que están homologadas en Empresa Eléctrica de Guatemala son: ABB, General Electric, Cooper, Howard, Prolec G.E.

- II. Los asuntos no previstos serán resueltos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
- III. Esta Norma deberá ser publicada en el Diario de Centroamérica por la Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima .
- IV. La presente norma entrará en vigencia al siguiente día de su publicación en el Diario de Centroamérica.
-

Dada en la Ciudad de Guatemala a los 31 días del mes de mayo de 2000

Ingeniero Sergio Velásquez
Secretario