

**C.A. LA ELECTRICIDAD DE CARACAS SACA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA GENERAL**

DIG

00110-A1

Especificación Técnica General para

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Tipo de subestación: 245 kV y 72,5 kV

0. INTRODUCCIÓN

Esta especificación ha sido aprobada por las autoridades competentes de la C.A. La Electricidad de Caracas (EDC) el 02 de Agosto de 1999 para la adquisición de transformadores de corriente (TCs), normalizados, para 69 kV y 230 kV.

Esta especificación puede ser revisada en todo momento. Toda modificación deberá ser aprobada por las autoridades mencionadas arriba.

TABLA DE CONTENIDO

1. PRINCIPIOS BASICOS	4
2. ALCANCE: TRANSFORMADORES DE CORRIENTE, NORMALIZADOS PARA EDC (72,5 KV Y 245 KV)	6
3. CONDICIONES DE SERVICIO	7
3.1 CONDICIONES DE SERVICIO NORMALES.....	7
3.2 CONDICIONES DE SERVICIO ANORMALES	7
4. CARACTERISTICAS NOMINALES	9
5. REQUISITOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	12
5.1 GENERALIDADES	12
5.2 NÚCLEOS.....	12
5.3 ARROLLADOS.....	13
5.4 AISLADOR DE PORCELANA	15
5.5 RECINTOS Y TANQUES	16
5.6 TERMINALES	16
5.7 TRATAMIENTO DE SUPERFICIES	18
5.8 PLACA DE IDENTIFICACIÓN	18
5.9 REQUISITOS DE DISEÑO	18
5.10 DIVISOR CAPACITIVO DE TENSÓN (TOMA)	21
5.11 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE FALLA A TIERRA.....	23
6. ACCESORIOS	24
7. ENSAYOS.....	25
7.1 ENSAYOS DE TIPO.....	25
7.2 ENSAYOS DE RUTINA	25
7.3 ENSAYOS ESPECIALES.....	26

7.4 ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO	26
7.5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.....	27
8. PIEZAS DE REPUESTO.....	28
8.1 LISTA DE REPUESTOS	28
8.2 ESTIMACIÓN DE NECESIDADES	28
8.3 EMBALAJE DE LAS PIEZAS DE REPUESTO	29
9. DOCUMENTOS	30
9.1 DOCUMENTOS DE LA OFERTA	30
9.2 DOCUMENTOS PARA APROBACION.....	31
9.3 HOJAS DE DATOS DE PUNTOS TECNICOS PARTICULARES	32
9.4 MANUALES DE INSTRUCCION	35
9.5 LIBROS DE PIEZAS DE REPUESTO	35

1. PRINCIPIOS BASICOS

- 1.1 El continuo progreso de la tecnología de transformadores de corriente, combinado con el desarrollo constante de las operaciones de EDC en los últimos años, justifica una revisión total de las especificaciones técnicas anteriores.
- 1.2 Los objetivos principales de esta especificación son:
- a) Asegurar, gracias a la Licitación Pública Internacional (LPI), oportunidades idénticas a todos los participantes. Se trata de las compañías y organizaciones que aplican las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) o del American National Standards Institute (ANSI), y de las que aplican normativas nacionales tales como VDE, NCF, etc. para la mayoría de sus programas de fabricación.
 - b) Definir los equipos más confiables que puedan integrarse en forma realista en el sistema actual y en el sistema futuro de energía eléctrica de EDC.
- 1.3 Las ofertas presentadas deben cumplir estrictamente todos los requisitos estipulados en esta especificación. Toda oferta que no cumpla este punto será rechazada.
- 1.4 Las propuestas alternativas (variantes) serán aceptadas, pero solo se considerarán en el caso que la propuesta básica correspondiente haya sido evaluada como la más conveniente.
- 1.5 Las ofertas utilizarán exclusivamente el sistema métrico decimal (SIU)
- 1.6 Solo podrán participar proveedores que hayan sido aceptados por EDC por precalificación.

- 1.7 El plazo de garantía exigido por EDC es de 5 años. Este plazo comienza el día de la puesta en servicio del transformador de corriente. Sin embargo se estipula que la puesta en servicio deberá producirse, como máximo, a los seis (6) meses de la descarga del equipo en un puerto venezolano.

Durante el período de garantía, el proveedor mantendrá en vigencia una garantía incondicional de operación emitida por un banco venezolano de primera clase que cubra el 10 % del precio FOB (franco a bordo) del aislador. Los gastos ocasionados por esta garantía serán de cargo del Proveedor.

- 1.8 Para cada llamado a licitación, EDC preparará Especificaciones Técnicas Particulares. Todas las exigencias específicas de EDC en las especificaciones técnicas particulares estarán relacionadas por número con ciertos párrafos y sub-párrafos de este documento.

2. ALCANCE: TRANSFORMADORES DE CORRIENTE, NORMALIZADOS PARA EDC (72,5 KV Y 245 KV)

- 2.1 Esta especificación cubre el diseño, fabricación, montaje, ensayos en fábrica, y transporte de transformadores de corriente de tipo barra primaria o tanque, sumergidos en aceite, adecuados para instalación al exterior, para ser usados en conjunto con equipos de protección y medida en el secundario.
- 2.2 Los transformadores de corriente cubiertos por esta especificación cumplirán los siguientes valores de máxima tensión soportada, de corrientes nominales primaria y secundaria y de nivel de cortocircuito:
- 72,5 kV (1250/2000) / 1-1-1 A ; (31,5 / 80 kA) or (40 / 100 kA), 3s
- 245 kV (1250/2000) / 1-1-1 A ; (40 / 100 kA) or (50 / 125 kA) , 3s
- 2.3 La finalidad de esta especificación es servir de base a la evaluación adecuada y la selección del equipo descrito con respecto a capacidades, intercambiabilidad y seguridad.

3. CONDICIONES DE SERVICIO

Los transformadores de corriente, normalizados para La EDC, y todos sus accesorios, serán adecuados para operar satisfactoriamente en las condiciones climáticas siguientes:

3.1 CONDICIONES DE SERVICIO NORMALES

3.1.1 Altitud

Hasta 1000 m sobre el nivel del mar.

3.1.2 Humedad

La humedad relativa para el diseño es 90% a 40 °C de temperatura ambiente.

3.2 CONDICIONES DE SERVICIO ANORMALES

3.2.1 Temperatura ambiente

Máxima	40 °C
Promedio diario sobre 24 horas	30 °C
Promedio anual	25 °C
Mínima	0°C

3.2.2 Grado de contaminación

Distancia específica de descarga para aisladores, 25 mm/kV

3.2.3 Condiciones de viento

Los equipos suministrados de acuerdo con esta especificación podrán soportar esfuerzos mecánicos continuos correspondientes a una velocidad de viento de 150 km/h, equivalente a una presión de 1100 N/m².

3.2.4 Condiciones sísmicas

Los equipos suministrados de acuerdo a esta especificación deberán poder soportar aceleraciones horizontales debidas a terremoto de por lo menos 0.5 g. Para el diseño, se tomará el 70 % de dicho valor para la aceleración vertical del suelo.

4. CARACTERISTICAS NOMINALES

Tabla 4.1.: Las características nominales para los Transformadores de Corriente deberán ser las siguientes:

1)	Máxima tensión del equipo	kVrms	72,5	245
2)	Diseño de tipo		Barra primaria	Barra primaria
3)	Valor nominal extendido de corriente	%	120	120
4)	Valor nominal de la corriente primaria	A	1250/2000	1250/2000
5)	Valor nominal de la corriente secundaria	A	1-1-1	1-1-1
6)	Frecuencia nominal (+ 2 % / - 4 %)	Hz	60	60
7)	Carga nominal del secundario			
	- Núcleo de medida (1)			Ver Especificac.
	- Núcleo de protección (2)			Particulares
	- Núcleo de protección (3)			
8)	Clase de precisión			
	- Núcleo de medida		0,2	0,2
	- Núcleo de protección		5P	5P
9)	Factor de seguridad de instrumentos		5	5
10)	Factor límite de precisión para los núcleos de protección		20	20
11)	Valores nominales de corriente de corta duración			
	- Térmica It	kArms	31,5/40	40/50
	- Dinámica Idin	kApico	80/100	100/125
	- Duración del corto circuito	s	3	3

12)	Tensión soportada a frecuencia industrial, corta duración	kVrms	140	460
13)	Tensión de impulso nominal	kVpico	350	1050
14)	Tensión soportada a frecuencia industrial por el secundario, corta duración	kVrms	3,0	3,0
15)	Aislación entre espiras del arrollado secundario			
	1 minuto para el arrollado completo	kVpico	4,5	4,5
	1 minuto entre secciones	kVrms	3,0	3,0
16)	Máximo nivel de descarga parcial	pC	10	10
17)	Distancia mínima de descarga superficial.	mm/kV	25	25
18)	Certificado de ser a prueba de explosión		exigido	exigido
19)	Elevación de temperatura			
	- Arrollado (por resistencia)	K	60	60
	- Aceite (máxima)	K	55	55
20)	Resistencia del arrollado secundario (75°C)	Ω	0,7 ($\pm 10\%$)	0,7 ($\pm 10\%$)
21)	Resistencia mecánica del tanque			
	- Sobrepresión	kPa	70	70
	- Vacío	kPa	27	27
22)	Comportamiento frente a esfuerzos durante el transporte			
	- Aceleración vertical promedio	g	1	1
	- Valor de pico	g	4	4
	- Frecuencia	Hz	25	25
	- Choques (transporte en rutas no			

pavimentadas)				
- Aceleración vertical y horizontal		g	7	7
- Ensayo de tipo de 2 horas (3g, 25 Hz)			exigido	exigido
23)	Ensayo de duración de vida del fuelle de acero inoxidable		exigido	exigido
24)	Ensayos de resistencia eléctrica			
	Comportamiento frente al esfuerzo de alta frecuencia (ensayo con 600 ondas cortadas)		exigido	exigido
	Ensayo de descarga parcial (según EC-44-4, inmediatamente después del ensayo del punto 12		exigido	exigido

5. REQUISITOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

5.1 GENERALIDADES

5.1.1 El transformador de corriente será monofásico, sumergido en aceite, vertical, autosostenido, para exterior y estará herméticamente sellado.

5.1.2 El aceite será clase II, de acuerdo con CEI 296.

5.1.3 Se utilizarán fuelles adecuados de acero inoxidable para permitir la expansión del aceite, con un indicador posicionado para temperatura del aceite de 25 °C, y también indicadores de nivel mínimo y máximo de aceite.

5.1.4 Envejecimiento térmico

El envejecimiento térmico será determinado según la publicación CEI-216, « Guía para la determinación de las propiedades de resistencia térmica de los materiales de aislación eléctrica »

5.2 NÚCLEOS

5.2.1 Los núcleos se fabricarán de hierro níquel de alta calidad, libre de envejecimiento, con aproximadamente 75 % de níquel y hojas de acero al silicio, laminadas en frío, de grano orientado, para obtener las mejores características magnéticas. El núcleo y la estructura del arrollado estarán rígidamente armados para soportar los esfuerzos mecánicos en las condiciones de corto circuito dinámico, y para impedir todo movimiento durante el transporte, el manejo y la instalación.

5.2.2 El diseño del núcleo y de los arrollados será tal que asegure alta precisión, distribución uniforme de los impulsos y baja reactancia de pérdidas.

5.2.3 Se proveerá un entrehierro adecuado en el núcleo para reducir el fenómeno de remanencia.

5.3 ARROLLADOS

5.3.1 Para la aislación principal se utilizará únicamente papel aislador puro, de alta calidad. El papel tendrá excelente capacidad de absorción de aceite mineral o a base de siliconas.

5.3.2 Además de la elección del material, tiene gran importancia la forma de los electrodos y partes aislantes. Se trata de obtener un campo eléctrico casi homogéneo, completamente concentrado en el interior de la aislación de papel gracias a las pantallas metálicas. Los bordes de las pantallas metálicas deben ser bien redondeados, para limitar el campo eléctrico a valores convenientes.

5.3.3 Los oferentes someterán en su oferta un diagrama de líneas de fuerza eléctrica correspondiente al diseño propuesto.

La forma elegida para los electrodos, las pantallas metálicas y el papel proporcionará no solo una buena aislación interior sino que también actuará para controlar y distribuir uniformemente el campo exterior en el aire.

Las ofertas contendrán una explicación detallada de los métodos utilizados para obtener el comportamiento descripto.

5.3.4 Arrollado primario

Según cláusula 4, barra primaria pasante.

5.3.5 Arrollados secundarios

Cada arrollado secundario estará dispuesto en un núcleo separado y será de distribución uniforme.

La resistencia del arrollado para la protección diferencial será (tal como se indica en la Tabla 4.1., sub-cláusula 20) de $0,7 \Omega \pm 10 \%$ a 75°C .

5.3.6 Aislación

Se empleará secado con alto vacío de la aislación, con un valor máximo de 27 Pa (0,2 Torr). Las ofertas de fabricantes que no dispongan de las instalaciones necesarias serán rechazadas.

El llenado con aceite desaereado se realizará también con alto vacío.

El aceite utilizado será SHELL DIALA DX, CEI 296, clase II o equivalente. (Ver punto 5.1.2)

5.3.7 Carcaza de Aluminio entre partes del secundario y el aislamiento de alta tensión en Transformadores de Corriente.

Un concepto de diseño aceptable para EDC para transformadores de corriente tipo cabezal es la instalación de una protección completa alrededor de todos los arrollados por medio de un recinto de aluminio en forma de toroide y un tubo conectado en cuyo interior están las conexiones secundarias. Fuera de esta estructura soldada rígidamente puesta a tierra (40 kA, 3 s), del lado inferior se halla la aislación de alta tensión y aún más afuera el cabezal de aluminio de alta tensión. Si se produce una ruptura de la aislación de alta tensión, la corriente de corto circuito de la línea y por lo tanto del cabezal del transformador pasará directamente a tierra a través del recinto tórico de aluminio evitando que pueda producirse una descarga externa con posible fusión de partes metálicas y quemazón de aceite. Adicionalmente, las conexiones secundarias y todos los aparatos alimentados quedan así protegidos de tensiones directas o inducidas durante los períodos peligrosos. Una ventaja adicional de esta caparazón metálica es el efecto de pantalla entre los arrollados primarios y secundarios, de modo que se minimicen las sobretensiones transmitidas causadas por impulsos debidos a rayos o a interrupción de un circuito y que se eviten los esfuerzos anormales sobre aparatos conectados tales como relés electrónicos. Otra característica del diseño con caparazón de aluminio es la igualdad de todos los núcleos y arrollados secundarios con respecto a su posición, lo cual significa que los núcleos para protección de línea y de barras ómnibus pueden colocarse en cualquier posición.

5.4 AISLADOR DE PORCELANA

- 5.4.1 El aislador será de porcelana de alta calidad, homogénea, fabricada por proceso húmedo, libre de laminaciones, rajaduras, cavidades o cualquier otra irregularidad física. Será de una sola pieza, bien vitrificada, resistente, impermeable a la humedad y de color castaño.
- 5.4.2 La porcelana se fijará por cementado a una platina o recinto metálico. El fabricante evitará la presencia de burbujas de aire en la junta, las cuales pueden producir dificultades durante la medida de descarga parcial.
- 5.4.3 La distancia de descarga superficial se define en la tabla de la cláusula 4. En caso de condiciones ambientes especiales, se consultarán las especificaciones técnicas particulares (que forman parte del documento de llamado a licitación).
- 5.4.4 Aún los transformadores de alta tensión para instrumentos mejor diseñados y fabricados pueden sufrir una ruptura de aislación causada por esfuerzos anormales causados por una situación de resonancia de la red. Dado que la zona alrededor de un cuerpo de porcelana lleno de aceite que explota es ametrallada por fragmentos de porcelana con bordes afilados como navajas, el fabricante debe cumplir con los dos requisitos siguientes:
- a) Con la finalidad de impedir la descarga directa en el interior del aislador de porcelana, sólo el mínimo absoluto de material aislante sometido a esfuerzos eléctricos será utilizado en el interior del aislador. Además, el material aislante debe estar sometidos a esfuerzos eléctricos menores que los del recinto metálico.
 - b) Las dimensiones de los aisladores de porcelana deben ser tan pequeñas como sea posible para que, en último caso, sean pocos los fragmentos de porcelana acelerados por la onda de presión.

Estos requisitos serán cumplidos por los transformadores de instrumentos modernos para EDC. Su parte magnética no estará colocada en el interior del aislador de porcelana. La zona magnética donde se concentra la aislación entre la línea y tierra se instalará en un recinto metálico. La porcelana sirve solamente para separar las partes activas de las puestas a tierra y puede ser por lo tanto de diámetro más pequeño. Además el pasante dentro de la porcelana puede aislarse con facilidad a valores de aislación más elevados que la aislación que rodea a la parte activa. Este concepto de diseño difiere del antiguo diseño en el cual la porcelana llegaba desde arriba hasta abajo y contenía la aislación principal alrededor de la parte magnética.

5.5 RECINTOS Y TANQUES

- 5.6.1 El recinto metálico será de chapa de acero soldada o de hierro fundido y su resistencia y rigidez serán suficientes para permitir la colocación de juntas perfectamente estancas que constituyan una zona hermética. La forma del recinto estará de acuerdo con la forma de las partes activas del transformador de corriente,
- 5.6.2 El aparato totalmente armado tendrá la resistencia y la hermeticidad necesarias para soportar la presión interior (por debajo o por encima de la presión atmosférica), en todas las condiciones de operación y mantenimiento.

5.6 TERMINALES

- 5.6.1 Terminales primarios Las conexiones primarias al transformador de corriente no deberán cambiar de resistencia de contacto durante toda su vida útil. Además tendrán la suficiente resistencia mecánica para soportar todos los esfuerzos debidos al viento, a condiciones sísmicas, al peso de los conductores o de las barras, a corto circuitos y a los que se produzcan durante la instalación o mantenimiento.

Los terminales primarios de los transformadores de corriente de 72,5 kV serán de vástago único, horizontal, de aluminio de 30 mm de diámetro y 125 mm de longitud. Los terminales estarán libres de efecto corona y serán adecuadamente protegidos.

Los terminales primarios de los transformadores de corriente de 245 kV serán de vástago único, horizontal, de aluminio de 40 mm de diámetro y 125 mm de longitud. Los terminales estarán libres de efecto corona y serán adecuadamente protegidos.

5.6.2 Terminales secundarios

5.6.2.1 Caja de terminales

Todas las conexiones del secundario serán llevadas a una caja de terminales a prueba de intemperie, próxima a la base del transformador, donde serán conectadas a contactos terminales. La entrada y conexión de 8 conductores de cobre de 2,5 mm² estará prevista en la caja de terminales.

Los terminales de los arrollados de medida aceptarán cables de 10 mm² por lo menos.

Se instalarán calentadores anti-condensación controlados por termostato y adecuadamente protegidos por interruptores.

La protección de la caja de terminales será IP 54.

5.6.2.2 Caja de distribución

En la estructura de la fase central se instalará una caja de distribución de cables, provista de terminales para las conexiones de los secundarios de las tres fases. Se instalarán por lo menos 25 % de terminales vacíos. La entrada de los cables se efectuará por prensa estopas adecuados.

Para cada núcleo se preverán barras de corto circuito, adecuadas para soportar la corriente total de corto circuito.

5.6.3 Terminales de tierra

Se dispondrán dos terminales de tierra en posiciones diagonalmente opuestas de los tanques. Cada terminal podrá soportar la corriente total de corto circuito y será adecuado para instalar conductores de cobre de 95 a 120 mm².

5.6.4 Marcas de los terminales

Las marcas de los terminales del transformador de corriente estarán de acuerdo con la cláusula 22 de CEI-185.

5.7 TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

5.7.1 Revestimiento de cinc

Todas las piezas de acero o hierro forjado serán revestidas de cinc por baño caliente, previamente a la pintura eventual.

5.7.2 Pintura

Todas las partes metálicas al aire serán pintadas, excepto en los lugares donde la pintura pueda interferir con la operación normal del equipo. En aquellos lugares en que las superficies sean dejadas sin pintura para facilitar el montaje, serán adecuadamente protegidas para evitar la corrosión durante el transporte y almacenamiento.

Después de la preparación y limpieza de las superficies que deban ser pintadas, todas las superficies que no estén en contacto con aceite serán pintadas con dos capas de base de pintura epoxy conteniendo óxido de plomo, cinc o aluminio. La terminación será por medio de dos capas de esmalte que permitan obtener un aspecto superficial sin mácula.

5.8 PLACA DE IDENTIFICACIÓN

Los datos contenidos en la placa de identificación estarán de acuerdo con la cláusula 23 de la publicación CEI-185.

5.9 REQUISITOS DE DISEÑO

5.9.1 Esfuerzos mecánicos

5.9.1.1 Esfuerzos durante la operación

El equipo deberá poder soportar sin daños todos los esfuerzos debidos a condiciones de operación normales y anormales, corto circuitos e influencias del ambiente.

5.9.1.2 Esfuerzos debidos al transporte y la instalación

El equipo se verá sometido a oscilaciones estocásticas o choques individuales durante el transporte y la instalación.

El fabricante deberá tomar en consideración los siguientes parámetros básicos de diseño para el transporte:

- aceleración vertical promedio: 1 g, 25 Hz
- valor de pico de la aceleración vertical 4 g
- aceleración horizontal 0,8 g/25 Hz
- choques en caminos no pavimentados, aceleración horizontal y vertical, 7 g

Para confirmar la calidad del diseño, se efectuará un ensayo de tipo de dos horas con aceleración 3 g a frecuencia 25 Hz para los transformadores de 36 kV a 72,5 kV y de cuatro horas en las mismas condiciones para los transformadores de 72,5 kV a 245 kV.

Si el transformador completamente armado tiene más de 3 metros de altura, será embalado y transportado horizontalmente, sin que ello tenga influencia alguna sobre su comportamiento.

5.9.2 Elevación de temperatura

La máxima elevación de temperatura de los arrollados bajo las condiciones especificadas en CEI-185 no será mayor de 60 K (o sea la elevación de temperatura de un transformador de corriente que transmite una corriente primaria igual a la corriente continua de diseño térmico con factor de potencia igual a 1, y una carga del secundario igual a la nominal).

5.9.3 Características de corto circuito

Los valores estándar de corriente de corto tiempo son:

72.5 kV	31.5 / 80 kA or 40 / 100 kA
---------	-----------------------------

245 kV	40 / 100 kA or 50 / 125 kA
--------	----------------------------

5.9.4 Esfuerzos de alta frecuencia (solamente para 245 kV)

Se exige el ensayo de aplicación de 600 ondas de impulso cortadas. La evaluación del ensayo se efectuará sobre la base del valor de la corriente a tierra, de las formas de onda y de la diferencia en el contenido de gas antes y después del ensayo.

5.9.5 Interferencias de radio frecuencia

El equipo no provocará interferencias en la recepción de radio, y televisión, ni en las comunicaciones telefónicas. El valor máximo de la tensión de radio interferencia se indicará en la oferta.

5.9.6 Descarga parcial

Los valores máximos de descarga parcial serán los siguientes, de acuerdo con la publicación CEI-44-4, « Medidas de descarga parcial en transformadores de medida »:

U_m	Tipo de tierra	Voltaje de pre-esfuerzo $\geq 10s$	Medición Voltaje $\geq 10s$	Tipo de Aislamiento	Nivel Permisible de PD Carga Aparente
72,5kV	estrella efectivamente aterrada	75,40kV	46.10kV	Immerso en líquido	10pC
245kV	estrella efectivamente aterrada	254.80kV	155.78kV	Immerso en líquido	10pC

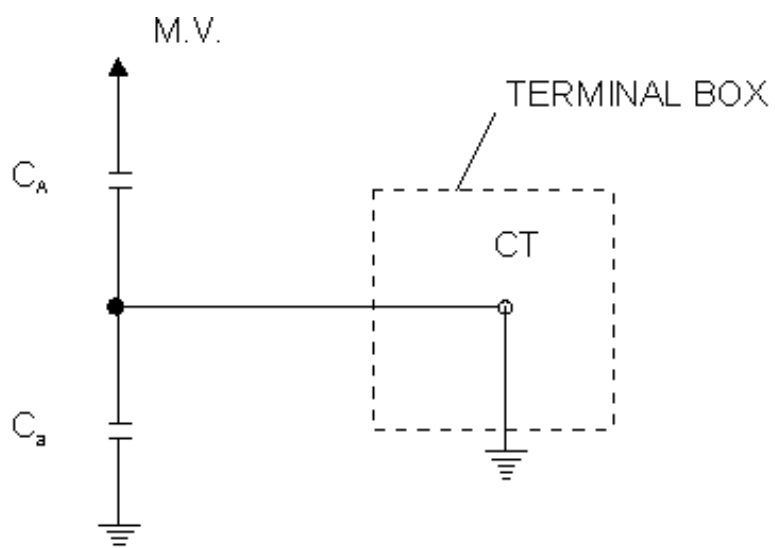
5.10 DIVISOR CAPACITIVO DE TENSIÓN (TOMA)

El aislador pasante de cada transformador de corriente tendrá una toma capacitiva.

Las capas de aislación del arrollado primario pueden utilizarse como divisor de voltaje capacitivo. A tales efectos, se proveerá una toma de la penúltima capa de la aislación a través de un pequeño aislador pasante en el tanque del transformador. Las finalidades de este terminal son las siguientes:

- Indicación de tensión, sincronización o propósitos similares
- Control de la aislación de papel midiendo el factor de potencia.

Fig. 5.10-1. DIVISOR DE VOLTAJE CAPACITIVO

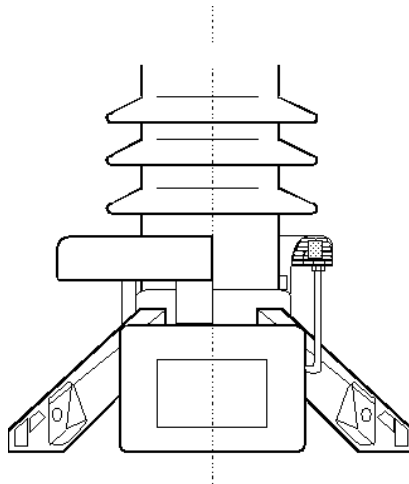


5.11 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE FALLA A TIERRA

Cada transformador de corriente estará equipado de un pequeño transformador de corriente auxiliar, para medir la descarga exterior entre el cabezal y la base.

Este transformador consiste de un núcleo de anillo con arrollado secundario y será fijado por medio de resina epoxy en el recinto de aluminio. El recinto será soldado a la base del transformador de corriente. Los terminales serán ubicados en la caja de terminales (ver Fig. 5.11-1).

Fig. 5.11-1 Transformador de falla a tierra



6. ACCESORIOS

Se suministrarán los accesorios siguientes:

- 1) Gancho de izado
- 2) Válvula de drenaje de 15 mm y válvulas de llenado de 20 mm, equipadas con tapones no corrosivos
- 3) Indicador de posición del fuelle

7. ENSAYOS

7.1 ENSAYOS DE TIPO

Se llevarán a cabo los ensayos de tipo siguientes, de acuerdo con la publicación CEI-185, a la cual se refieren las cláusulas mencionadas:

- 1) Ensayo de corriente de corta duración (cláusula 12)
- 2) Ensayo de elevación de temperatura (cláusula 13)
- 3) Ensayo de tensión de impulso (cláusula 14)
- 4) Ensayo en condiciones de humedad para transformadores de tipo exterior (cláusula 15)
- 5) Ensayo de precisión del núcleo de medida (cláusula 29)
- 6) Ensayo de corriente de seguridad de los instrumentos para el núcleo de medida (cláusula 31)
- 7) Ensayo de error compuesto del núcleo de protección (cláusula 39).

Dichos ensayos pueden omitirse si se presenta un certificado de ensayo completo de un transformador idéntico.

7.2 ENSAYOS DE RUTINA

Se llevarán a cabo los siguientes ensayos de rutina, de acuerdo con la publicación CEI-185, a la cual se refieren las cláusulas mencionadas:

- 1) Verificación de las marcas de los terminales (cláusula 16)
- 2) Ensayo a frecuencia industrial de los arrollados primarios y medida de las descargas parciales (cláusula 17)
- 3) Ensayo a frecuencia industrial entre las secciones de los arrollados primarios y secundarios y de los arrollados secundarios (cláusula 18)
- 4) Ensayo de la aislación entre espiras (cláusula 19)

- 5) Ensayo de precisión de acuerdo con la cláusula 30 o la 38, según se trate del núcleo de medida o de protección.
- 6) Ensayos de medidas de descargas parciales. Los equipos de medida deben cumplir con CEI-270 y CEI-44-4.
- 7) Medida del factor de disipación dieléctrica (cláusula 21)
- 8) Medida de hermeticidad

7.3 ENSAYOS ESPECIALES

- 1) Ensayo de impulso con onda cortada en el arrollado primario (cláusula 20)
- 2) Medida de la tensión de circuito abierto (ANSI IEEE C 57, 13-1978, sub-cláusula 8.9)
- 3) Ensayo de medida de $\tan \delta$. La variación de $\tan \delta$ medida a $1,1 U_m$ debe ser menor de 0,2 % entre 20 °C y 75 °C.
- 4) Ensayo de resistencia mecánica de los transformadores de corriente de tipo barra primaria. El ensayo debe incluir todos los requisitos especificados.

7.4 ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO

Durante la puesta en servicio se realizarán los ensayos siguientes:

7.4.1 Diversos controles

- 1) Examen visual del equipo luego del transporte
- 2) Conexiones de potencial
- 3) Estado del fuelle
- 4) Estado de los accesorios.

7.4.2 Controles eléctricos

- 1) Medida de resistencia de aislación
- 2) Polaridad de los arrollados con una batería eléctrica cuando se establece un paso de corriente
- 3) Medida de resistencia de los arrollados secundarios
- 4) Ensayo de inyección de corriente primaria
- 5) Ensayo de inyección con el circuito secundario abierto Inmediatamente después de energizar:
- 6) Ruido acústico
- 7) Control de los valores de corriente

7.5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Cualquier resultado negativo de un ensayo de tipo implicará el rechazo de todo el equipo del lote. El Comprador aceptará la repetición del ensayo si el suministrador propone modificar el diseño del transformador en un plazo razonable y repetir, a su costo, todos los ensayos de tipo especificados en la cláusula 7.1 sobre dos unidades seleccionadas por el comprador en el nuevo lote.

Todos los ensayos de rutina deberán producir resultados positivos, dentro de las tolerancias permitidas, cuando sea aplicable. En caso de resultado negativo de un ensayo de rutina, el equipo será rechazado o reparado por el suministrador, a su costo.

8. PIEZAS DE REPUESTO

8.1 LISTA DE REPUESTOS

La lista de repuestos necesarios figura en la cláusula 8.2, Los repuestos serán entregados con el primer lote de transformadores suministrados.

Todas las piezas de repuesto serán nuevas, sin uso, estrictamente intercambiables con las piezas que van a sustituir y totalmente de acuerdo con las especificaciones pertinentes.

Junto con la oferta se suministrará:

- a) Una lista de repuestos, con sus precios respectivos, que el suministrador considera necesario mantener a disposición. Esta lista incluirá las piezas indicadas en la cláusula 8.2. Los precios serán contractuales, de acuerdo con una fórmula de ajuste propuesta por el suministrador.
- b) Una lista de repuestos, con sus precios respectivos, para el caso en que se ofrezcan alternativas a la oferta principal. Al preparar dicha lista, el suministrador tendrá en cuenta el contenido de la cláusula 8.2

8.2 ESTIMACIÓN DE NECESIDADES

La lista de piezas de repuesto ha sido preparada teniendo en cuenta los conceptos siguientes:

- a) Reemplazo de piezas necesario a su debido tiempo, debido a uso y desgaste del equipo en condiciones normales de operación.
- b) Reemplazo debido a accidentes, mal funcionamiento del equipo u otras condiciones de emergencia.
- c) Reemplazo de piezas sensibles al calor, tales como juntas, debido a condiciones de servicio severas.

Las piezas de repuesto siguientes serán suministradas para cada grupo de 20 (veinte) transformadores de corriente de iguales características y valores nominales:

N°	Descripción	Cantidad
1	Transformador de corriente monofásico completo	1 unidad
2	Juego de juntas utilizadas	2 juegos
3	Indicador del estado del fuelle	1 unidad

8.3 EMBALAJE DE LAS PIEZAS DE REPUESTO

Las piezas de repuesto serán tratadas y embaladas para largo almacenamiento en las condiciones de servicio especificadas en la cláusula 3. Cada pieza estará claramente identificada y marcada en el exterior del embalaje, con la debida descripción y finalidad. Cuando más de una pieza de repuesto esté contenida en una caja o contenedor, en el exterior figurará una descripción general del contenido y una lista detallada de las piezas. Todas las cajas, cajones o contenedores estarán identificados y marcados.

Todos los cajones, cajas o contenedores podrán ser abiertos para su examen, y el diseño del embalaje facilitará dicha apertura y el embalaje subsiguiente.

9. DOCUMENTOS

9.1 DOCUMENTOS DE LA OFERTA

La siguiente información debe ser entregada con la oferta:

- 1) La lista de datos técnicos de la subcláusula 9.3 debe ser llenada y completada con los dibujos y documentos necesarios.
- 2) Dibujos detallados de las dimensiones del transformador que muestren también la ubicación de accesorios, junto con una lista de componentes debidamente identificados en los dibujos.
- 3) Cortes del transformador mostrando los detalles interiores
- 4) Dibujo de la disposición de las conexiones primarias, si es aplicable
- 5) Dibujo de la caja de terminales del secundario y dibujo de la caja de distribución.
- 6) Dibujo que muestre el sistema de fijación del fuelle.
- 7) Dibujos que muestren el método de sellado y en el caso del fuelle incluyendo la indicación del material y un informe sobre el ensayo de ciclo de vida.
- 8) Curvas típicas de error de corriente y desplazamiento de fase para las cargas normalizadas y, en el caso de los núcleos de medida para la corriente secundaria variando de 0 a 1,2 del valor nominal.
- 9) Curvas típicas de error compuesto para 0 a 20 veces el valor nominal de corriente secundaria, para los núcleos de protección.
- 10) Curvas típicas de excitación mostrando el punto de inflexión para los núcleos de protección y medida.
- 11) Curvas de respuesta a transitorios
- 12) Resistencia del arrollado secundario para los núcleos de protección
- 13) Cargas mecánicas máximas permitidas para:
 - a) Cualquier terminal primario en cualquier dirección

- b) Carga total resultante aplicable al cabezal en cualquier dirección
 - c) Par/par resultante (torque) en dirección horizontal sobre los terminales primarios
- 14) Catálogo técnico de los aisladores de porcelana
 - 15) Manuales de instalación, montaje, mantenimiento y operación.
 - 16) Información y datos técnicos certificados del aceite.
 - 17) Informe sobre el ensayo del ciclo de vida del fuelle de acero inoxidable utilizado.

9.2 DOCUMENTOS PARA APROBACION

Una vez que haya sido aprobada la orden y antes de comenzar la fabricación deberán someterse a aprobación los documentos siguientes:

- 1) Todos los datos y dibujos indicados en la cláusula 9.1
- 2) Dibujos y detalles dimensionales de la caja de terminales
- 3) Dibujo de la placa de identificación
- 4) Dibujo de la placa con el diagrama de conexiones
- 5) Dibujo a gran escala del contorno del transformador mostrando los detalles de la base y su sistema de fijación a la estructura de soporte de acero u hormigón.
- 6) Dos copias impresas y una copia reproducible de los libros de instrucciones de instalación, montaje, mantenimiento y operación en idioma español.
- 7) Diagrama de las líneas de fuerza y distribución del campo eléctrico en el aire
- 8) Cálculos de corto circuito.

9.3 HOJAS DE DATOS DE PUNTOS TECNICOS PARTICULARES

La información siguiente será suministrada con la oferta para cada tipo de transformador de corriente:

		<u>72,5 kV</u>	<u>245 kV</u>
0)	Normas aplicables (con las reservas mencionadas en las especificaciones técnicas)	-----	-----
1)	Fabricante	-----	-----
2)	Tipo	-----	-----
3)	Designación	-----	-----
4)	Certificados de ensayos de tipo		
	a) Instituto emisor	-----	-----
	b) Número y fecha	-----	-----
5)	Tensión máxima del equipo (U_m)	kV	-----
6)	Frecuencia nominal	Hz	-----
7)	Corriente nominal del primario	A	-----
8)	Corriente nominal del secundario	A	-----
9)	Carga nominal del secundario		
	a) medida	VA	-----
	b) protección	VA	-----
10)	Clase de precisión		
	a) medida	-----	-----
	b) protección	-----	-----
11)	Relación de transformación nominal	-----	-----
12)	Factor límite de precisión	-----	-----
13	Valor nominal extendido de corriente	%	

			-----	-----
14	Corrientes nominales de corta duración			
	a) Térmica I_t	kArms	-----	-----
	b) Dinámica I_{din}	kApico	-----	-----
15	Carga nominal del secundario (cos ϕ =0,8)	VA	-----	-----
16	Factor de seguridad de instrumentos (valor máximo garantizado)		-----	-----
17	Tensión soportada a frecuencia industrial por el primario	kVrms	-----	-----
18	Tensión de impulso nominal, onda de forma 1,2/50	kVpico	-----	-----
19	Tensión máxima soportada, onda cortada de forma 1,2/3	kVpico	-----	-----
20	Tensión soportada a frecuencia industrial por el secundario			
	a) Arrollado a tierra	kVrms	-----	-----
	b) Entre arrollados	kVrms	-----	-----
21	Máximo RIV a 1 Hz y tensión de ensayo		-----	-----
22	Esfuerzos mecánicos sobre los terminales primarios			
	a) Carga dinámica	N	-----	-----
	b) Carga estática	N	-----	-----
23	Material del fuelle, indicador de estado del fuelle		-----	-----
24	Altura mínima	mm	-----	-----
25	Distancia mínima entre fases	mm	-----	-----
26	Distancia mínima a otras instalaciones	mm	-----	-----

27	Distancia mínima de descarga superficial	mm	-----	-----
28	Dimensiones totales (l x a x a)	mm		
29	Tamaño y sección del tornillo terminal (agregar dibujo)	mm	-----	-----
30	Peso por polo	kg	-----	-----
31	Peso de aceite por polo	kg	-----	-----
32	Peso de la estructura de soporte, si es aplicable	kg	-----	-----
33	Tipo de aceite y especificaciones de referencia		-----	-----
34	Densidad del aceite a 25 °C	gr/ml	-----	-----
35	Viscosidad del aceite a 25°C	cs	-----	-----
36	Esfuerzos máximos permitidos, estáticos y dinámicos, en el punto extremo del aislador de porcelana		-----	-----
	a) Horizontal	N	-----	-----
	b) Vertical	N	-----	-----
37	Descargas parciales internas a tensión de ensayo, según CEI 44-4 (ensayos extendidos)	pC	-----	-----

9.4 MANUALES DE INSTRUCCION

Una copia, en inglés, de los manuales de instalación, montaje, operación y mantenimiento, dentro de una bolsa de polietileno grueso se colocará en el bulto principal de cada envío, con una etiqueta de identificación en el exterior.

9.5 LIBROS DE PIEZAS DE REPUESTO

Para cada equipo el fabricante proveerá un libro de piezas de repuesto. Este libro contendrá dibujos del equipo que permitan identificar todas las piezas que lo componen, cada una con su referencia y número de identificación. También contendrá dibujos de las piezas individuales, debidamente identificadas, y con indicación del material. Se indicarán las referencias cruzadas necesarias entre estos dibujos, la lista de repuestos y los dibujos principales. El libro de piezas de repuesto presentará la información en forma clara y sencilla, para que personal no técnico pueda identificar y marcar las piezas. La lista de repuestos se referirá al libro de repuestos.