

Tema III:

Equipos Eléctricos de Potencia en Subestaciones de Alta y Media Tensión

1. Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en *transformadores de potencia*.

Objeto De La Especificación

El propósito de las especificaciones para un transformador de potencia es establecer las condiciones técnicas generales que deberá cumplir este equipo de acuerdo a los requerimientos del sistema de eléctrico de potencia donde será instalado, y cuya construcción deberá realizarse según las normas locales del cliente y las normas internacionales que se tienen establecidas para los transformadores de potencia.

Normas Aplicables

- ANSI (American National Standards Institute) / IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers):
- ANSI/IEEE C57-12-00: "General Requirements for Liquid Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers".
- ANSI/IEEE C57.12.80. "IEEE Standard Terminology for Power and Distribution Transformers"
- ANSI/IEEE C57-12-90: "Test Code for Distribution, Power and Regulating Transformers".
- ANSI/IEEE C57.13 "Requirements, Terminology and Test Code for Instrument Transformers".

- **IEEE C57.19.00 “IEEE Standard General Requirements and Test Procedures for Bushing”.**
- **-IEEE C57.19.01 “IEEE Standard Performance Characteristics and Dimensions for Outdoor Apparatus Bushings”.**
- **ANSI C63-2 “Specification for Radio Noise and Field Strength Meters”**
- **ANSI C80-1: "Specifications for Rigid Steel Conduit, Zinc Coated".**
- **ANSI / IEEE Std.4: “IEEE Standard Techniques for High Voltage Testing”.**
- **ANSI / IEEE Std.100: “Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms”.**
- **IEEE Std.756: “Trial-Use Guide for Loading Mineral-Oil Immersed Transformers”.**
- **-ANSI/IEEE Std. 57-104 “Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers”**

NEMA (National Electrical Manufacturers Association):

- **NEMA 107: "Method of Measurement of Radio Influence Voltage (RIV) of High Voltage Apparatus".**
- **NEMA MG1: "Motors and Generators"**

ASTM (American Society for Testing and Materials) :

- **ASTM D1816: "Test for Dielectric Strength of Insulating Oil of Petroleum Origin using VDE Electrodes".**

CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) :

- **CEI 76: "Power Transformers".**
- **CEI 599: "Interpretation of the Analysis of Gases in Transformers and Other Oil-Filled Electrical Equipment in Service".**
- **CEI 214 "On load Tap-Changers"**

CIGRE (Conferencia Internacional de Grandes Redes Eléctricas):

- **ELECTRA/Mayo /82: "Final Report of Working Group 06 of Study Committee 12 (Transformers). Art. 2: Temperature Rise Test on Oil Immersed Transformers with Analysis of Gases Dissolved in Oil".**

3. Características técnicas

Condiciones Normales de Servicio

-Condiciones Ambientales

- Temperatura
- Radiación solar
- Velocidad de viento para calcular la disipación térmica.
- Altura sobre el nivel del mar.
- Precipitación en el área de instalación.
- Nivel isoceraulico
- Humedad relativa

-Frecuencia y tensiones nominales de servicio

-Tensión de alimentación de los circuitos de control, iluminación, calefacción y tomas de potencia, circuitos de motor para el sistema de enfriamiento, donde aplique.

Características Eléctricas Generales

Los transformadores deberán cumplir con las características eléctricas generales indicadas en las Tablas 1, 2 y 3 de esta Especificación a menos que se indique lo contrario en las Especificaciones Particulares.

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES
DE LOS TRANSFORMADORES

NIVEL DE TENSION (kv rms) Características	115	34,5	13,8
1) Tipo	Transformador	Transformador	Transformador
2) Fase	Trifásico	Trifásico	Trifásico
3) Frecuencia (hz)	60	60	60
4) Enfriamiento	ONAN/ONAF/OFAF	ONAN/ONAF	ONAN/ONAF
5) Capacidad continua, Cualquier posición del Cambiador de tomas Temperatura máxima 65 °c	Según especificaciones particulares		
6) Tensiones nominales (kv rms)			
A) Primario B) Secundario	115 34,5 ó 13,8	34,5 13,8	13,8 -
7) Tensiones máximas (kv rms) A) Primario B) Secundario C) Neutro	123 37 ó 15 15	37 15 15	15 - 15
8) Conexión y Desplazamiento angular A) AT-BT	Según especificaciones particulares		
9) Polaridad	Sustractiva		
10) Impedancia basada en Los mva nominales y Tensión nominal: A) AT-BT	Según especificaciones particulares		
11) Ruido Audible Máximo (DB) A tensión, frecuencia y Potencia nominales	85	85	85

NIVEL DE TENSION (kV rms) CARACTERÍSTICAS	115	34,5	13,8
12) Voltaje de radio INFLUENCIA MÁXIMA a) EXTERNA (μV):	200	100	100
13) ELEVACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA	La elevación de temperatura de los arrollados determinada por medida de la resistencia de éstos, no deberá exceder los 65 °C. La elevación de temperatura del punto más caliente de los arrollados, no deberá exceder los 80 °C. La elevación máxima de la temperatura del aceite en la parte superior no deberá exceder los 65 °C.		

TABLA 2
 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES
 DE LOS ARROLLADOS

TENSIÓN NOMINAL (kV rms)	115	34,5	20	13,8
CARACTERÍSTICAS				
1) Tensión Máxima (kV rms)	123	37	22	15
2) Nivel Básico de Aislamiento (kV pico)	550	200	150	110
3) Sobretensión de maniobra (kV pico)	460	NA	NA	NA
4) Tensión Resistente a la frecuencia industrial (kV rms)	NA	70	50	34

TABLA 3
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES
DE LOS AISLADORES PASATAPAS

TENSIÓN NOMINAL(kV rms)				
CARACTERÍSTICAS	115	34,5	20	13,8
1) Tensión Máxima (kV rms)	123	37	22	15
2) Frecuencia (Hz)	60	60	60	60
3) Nivel Básico de Aislamiento (kV pico)	550	200	150	110
Sobretensión de Maniobra (húmedo) 4) (kV pico)	NA	NA	NA	NA
Tensión Resistente a la Frecuencia 5) Industrial (kV rms). a) Húmedo 10 seg. b) Seco 1 min	230 260	75 80	50 60	45 50
6) Máximo voltaje RIV externo a 1,1 p.u. (micro voltios)	200	100	100	100
7) Máximo Valor de las Descarga Parciales				
Internas a 1,5 p.u. (pC).	10	10	10	10
8) Distancia Externa de Fuga Mínima (mm)	2.010	660	660	660

NA: NO APLICA.

4. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Arrollamientos

- ✓ Todos los materiales de aislamiento deberán ser los correspondientes ó apropiados para **aumentos de temperatura de 65°C.**

Tanques

- ✓ deberán construirse de **acero sólido, herméticos al aceite, provisto de una tapa también hermética al aceite.**
- ✓ deberán ser capaces de **soportar sin filtraciones ni distorsión, un vacío de 0,3 mbar y una presión interna 50% mayor que la presión máxima de operación ocasionada por el sistema usado para la conservación del aceite,** y deberán estar proyectados y contruidos para ser llenados al vacío en el sitio.

Núcleo

- ✓ deberán poseer **asas de izado u otro medio para levantar convenientemente el núcleo** sin que dicha operación ejecute esfuerzos inadmisibles en las láminas de acero o a su aislamiento.
- ✓ **El circuito magnético deberá ser puesto a tierra en un punto solamente,** el cual será conectado exteriormente al tanque, por lo que se deberá proveer, un aislador pasatapas ó dispositivo similar adecuado a través del tanque del transformador.

Sistema de Enfriamiento

- ✓ deberá consistir de intercambiadores de calor provistos de ventiladores con o sin bombas en las combinaciones indicadas en las especificaciones del cliente. El equipo de enfriamiento deberá estar montado en el tanque principal.
- ✓ deberá ser suministrado completo, con dispositivos de control, conduits, cableado, terminales, soportes y elementos de montaje.
- ✓ Debido a la presencia de ventiladores o bombas en el sistema de enfriamiento del aceite del transformador, se deberá considerar la utilización de un gabinete de control para la operación de los mencionados equipos, y en el cual deberá incluirse los medios de control para el accionamiento de tales equipos.

1.4.5.Sistema de Preservación de Aceite

- ☐ **deberán ser suministrados con un sistema conservador o sistema de preservación de aceite.**
- ☐ **El sistema conservador deberá ser suministrado con un tanque exterior de expansión de aceite.**
- ☐ **La conexión entre el tanque de expansión y el tanque de la unidad será suministrada con una válvula automática especial, y un relé Buchholz.**
- ☐ **Otra válvula especial de “ by pass “ deberá ser instalada en la tubería de conexión para permitir el desmontaje y montaje del relé Buchholz y válvula automática especial sin tener que vaciar y/o drenar el aceite del tanque de expansión a través del tanque del transformador**

1.4.6. Aisladores Pasatapas

- ❑ Los aisladores pasatapas para un mismo voltaje y diseño, deberán ser intercambiables entre sí. Las dimensiones de los aisladores pasatapas deberán cumplir con las normas IEEE C57.19.01.**
- ❑ Los aisladores pasatapas deberán ser del tipo de condensador sellado, provistos con papel impregnado de aceite ó de resina sintética para obtener máxima resistencia de aislamiento. Cada aislador pasatapas de 115 kV deberá equiparse con una toma capacitiva y una toma de prueba.**
- ❑ La toma Capacitiva deberá usarse con un dispositivo de potencial tipo aislador pasatapas.**

7. Transformadores de corriente tipo aislador pasatapas

- ❑ Los transformadores de corriente del tipo aislador pasatapas deberán estar provistos de un sistema que permita realizar pruebas de relación de transformación y polaridad.**
- ❑ Este constará de un cable espira que servirá como circuito primario, con una sección que permita circular como mínimo un 20% de la corriente secundaria nominal.**
- ❑ El acceso a este cable deberá ser a través de bornes ubicados en la caja terminal.**

8. Transformadores de Potencial Tipo Aislador Pasatapas (Bushing Potential Device)

- **Cuando se indique en las Especificaciones Técnicas del cliente, los aisladores pasatapas deberán suministrarse con transformadores de potencial tipo aislador pasatapas (Bushing Potential Device) con dos arrollados secundarios cada uno con salida a 110 y 63,5 V, con clase A, de acuerdo a Norma IEEE N° 31.**
- **Deberán suministrarse con protección de sobrecorriente en el secundario (Mini Circuit Breaker con contactos de posición) y con alarma para pérdida de tensión, ubicadas en el gabinete terminal. Igualmente, deberá proveer contactos eléctricos para el arranque del grupo de enfriamiento que sea seleccionado como grupo de avance al energizarse el transformador.**
- **La ubicación física y la distancia respecto del suelo con la caja del transformador de potencial (Bushing Potential Device), será tal que permita el fácil acceso al mismo, a fin de realizar los ajustes y calibraciones necesarias sin tener que utilizar un dispositivo adicional (escalera) para lograr su fácil acceso.**

1.4.9. Distancias Eléctricas de Separación mínimas

- ❑ En la **tabla se especifica las distancias externas mínimas fase-tierra y fase-fase para los diferentes niveles de tensión**. Las distancias mínimas fase-tierra, deberán cumplirse también entre terminales de diferentes niveles de tensión, y entre las partes energizadas de los aisladores pasatapas de alta y baja tensión.

TABLA 102/4

DISTANCIA EXTERNA MÍNIMA FASE – TIERRA Y FASE - FASE

Tensión Máxima kVef	BIL kVp	Distancia Fase – Tierra (mm)	Distancia Fase – Fase (mm)
15	110	180	305
24	150	255	380
36	200	330	460
123	450	900	1.350
	550	1.100	1.350

10. Accesorios

1. Válvulas

- Deberán especificarse las **válvulas requeridas para realizar el mantenimiento del aceite**, tanto para su llenado, drenaje o vacío del tanque principal, así como las válvulas para la purga de aire y drenaje del tanque de expansión de aceite o conservador.
- También deberán especificarse la presencia de válvulas para la remoción y el drenaje de los intercambiadores de **calor**, así como las válvulas para la remoción de las bombas.
- Válvulas para la **toma de muestra de aceite**, para el **aislamiento del relé Buchholz**.

1.4.10.2. Dispositivos de alivio de presión

- Deberá suministrarse **uno ó más dispositivos de alivio de presión de tipo válvula**, de tamaño (diámetro) adecuado para permitir el desalojo del aceite y proteger el tanque de una deformación frente a una explosión interna.
- Deberán **ser automáticos**, del tipo autorresellado, diseñados para minimizar la presión interna, la descarga de aceite, y la entrada de aire y agua después de su apertura, y deberán mantener un sello perfecto cuando exista vacío en el tanque.
- Los dispositivos **deberán estar equipados con circuitos de contactos de alarma y disparo y contactos para la activación del sistema de prevención y extinción de incendios**. Igualmente, deberán ser instalados en la parte superior de la tapa del tanque.
- **El número de válvulas de alivio de presión deberá conformar con los requerimientos del fabricante de dichas válvulas**. Cuando las válvulas operen no deben descargar aceite sobre el tanque.

3. Accesorios para Desplazamiento o Izado

- Deberán proveerse argollas y/o talones para levantar las partes esenciales y para levantar la unidad completa llena de aceite. Se deberán realizar pruebas no destructivas sobre todos los elementos utilizados para levantar el equipo.

4. Anclaje Antisísmico

5. Conexiones a Tierra del Equipo

- Se deberá proveer una (1) toma para la puesta a tierra. La toma deberá suministrarse con conectores de tipo apernado, para acoplar cables de tierra de cobre.
- Se deberán suministrar transformadores de corriente para la protección masa-cuba en los lugares y de las características señaladas en las Especificaciones Particulares del cliente.

6. Ruedas

7. Escalera

1.4.11. Instrumentos de Medición y Relés

Cada transformador **deberá equiparse, por lo menos, con los accesorios especificados a continuación:**

- Termómetro indicador para temperatura del aceite
- Termómetro indicador para temperatura de los arrollados
- Flujómetros
- Indicador de nivel de aceite
- Relés de Alarma, Disparo y Señalización.
- Relés de Alarma y de Señalización
- Relés de Disparo y de Señalización
- Relé Buchholz:** Deberá suministrarse un relé Buchholz **para detectar formaciones lentas de gas y aumentos repentinos de presión.** Deberán suministrarse contactos, separados, para la condición de alarma y de disparo. Los relés no deberán operar erróneamente bajo las condiciones sísmicas especificadas. Deberán tomarse las medidas para cerrar uno de estos contactos al efectuarse el drenaje completo del tanque de expansión. Los circuitos de contactos del relé deberán proveerse completos, con dispositivos de sellado y reposición.
- Relés para protección masa-cuba:** Cuando se indique en las Especificaciones Particulares del cliente se deberá suministrar un relé de sobrecorriente de tiempo inverso con unidad instantánea, instalado en el gabinete terminal que pueda ser activado por la señal de corriente proveniente del transformador de corriente ubicado en la puesta a tierra.

12. Cambiadores de Tomas

1. Cambiador de tomas desenergizado.

- Cuando se requiera en las Especificaciones Particulares un **cambiador de tomas desenergizado**, éste deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma IEC
- El cambiador de tomas desenergizado **deberá estar diseñado para operación manual desde el exterior del tanque, con el transformador desenergizado** por medio de una rueda, llave o palanca montada en un sitio conveniente y a una altura de 1,00 m sobre el nivel de los rieles y deberá estar provista de un medio de bloqueo efectivo.
- Deberá **tener índice con un dial para la indicación de posición y un dispositivo de cerradura para cualquiera de las posiciones**. Se deberán suministrar contactos auxiliares, que impidan la energización del Banco de Transformación si la posición del cambiador de tomas no es la misma en las tres fases.
- El cambiador de tomas **deberá estar diseñado con altos factores de seguridad térmica, mecánica, eléctrica**, y sus contactos deberán ser capaces de resistir las corrientes de cortocircuito del transformador sin dañarse.
- Deberá **ser imposible dejar un arrollamiento abierto ó cortocircuitado** cuando la rueda de operación esté en una posición con la cerradura puesta.
- El **Contratista deberá suministrar los repuestos especificados por el cliente** y presentar una lista de repuestos adicionales recomendados por el fabricante.

1.4.12.2. Cambiador de tomas bajo carga

- **Cuando se requiera en las Especificaciones Particulares del cliente, el Transformador deberá estar equipado con un cambiador de tomas, operado manual o eléctricamente para cambiar su relación de tensión bajo carga**
- **establecidos en las normas IEC 76-4 e IEC 214, y con lo siguiente:**
- **Deberá estar diseñado para operación local ó remota, ésta última en forma manual ó automática..**
- **Deberá funcionar con cualquier corriente de carga inferior al 120% de la corriente nominal del transformador.**
- **Los contactos del cambiador deberán estar localizados en un compartimiento individual, con una tapa apernada removible y con empacadura,**

13. Regulador de Voltaje.

- ❑ Cuando sea requerido en las Especificaciones Particulares, se deberá suministrar e **instalar con cada transformador que esté provisto de un cambiador de tomas bajo carga**, un relé regulador de voltaje el cual vendrá en un gabinete independiente adosado al transformador, y el cual deberá venir provisto de sus correspondientes borneras.

14. ACEITE

1. Tipo

- ❑ Deberá ser un **aceite mineral inhibido, refinado de alta calidad, mediante un proceso probado para uso especialmente en transformadores.**
- ❑ Todo el aceite de aislamiento necesario para el funcionamiento normal de los transformadores deberá ser suministrado en recipientes o a granel.

1.4.14.2. Características

Se deberá realizar con sus propios medios, a la **recepción del aceite en sitio, como mínimo las siguientes pruebas del aceite, antes de su aceptación.**

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| - Rigidez Dieléctrica | - Acidez |
| - Contenido de humedad | - Azufre Corrosivo |
| - Factor de potencia | - Tensión Interfacial |

1.4.15. **PLACAS DE CARACTERISTICAS**

Cada parte principal y auxiliar del equipo deberá tener una placa de características en forma legible y duradera de acuerdo a lo indicado en las Especificaciones del cliente.

Las placas contendrán como mínimo la siguiente información:

- La palabra "Transformador", "Autotransformador", según aplique.
 - El número de serie del fabricante.
 - El tipo de enfriamiento (OA, OA/FA, OD, etc.)
 - El número de fases.
 - La frecuencia nominal.
 - La capacidad nominal para cada arrollado, si hay más de dos.
 - Las tensiones nominales.
 - Las tensiones nominales en cada posición del cambiador de tomas.
 - Elevación de temperatura nominal.
 - La polaridad para transformadores monofásicos, y la representación vectorial para los transformadores trifásicos.
 - La impedancia en % referido a la potencia nominal y a la tensión nominal de la toma correspondiente entre cada arrollado.
 - La tensión de aislamiento a las ondas de impulso atmosférico, maniobra y frecuencia industrial para cada arrollado, neutro y aisladores pasatapas.
 - Las corrientes nominales para cada una de las tomas.
 - El nivel de ruido máximo.
 - La precisión, relación de transformación y la polaridad de cada transformador de corriente.
 - La identificación y volumen del líquido aislante para el conservador y para el tanque principal.
- El peso aproximado de:
 - Circuito magnético.
 - Estructura de fijación (Clamping system)
 - Arrollados (cobre)
 - Aislamiento sólido
 - Líquido aislante
 - Tanque y accesorios
 - Total
 - Partes para el desencubado
 - Diagrama de conexión.
 - El nivel del vacío y la presión positiva que pueden soportar el tanque y los radiadores.
 - El nombre del fabricante.
 - Tipo de material de los arrollados.
 - Año de fabricación.
 - Número de contrato definido por el cliente.
 - Altura libre requerida para el desencubado (desde el riel hasta el gancho de la grúa).
 - Diagrama de ubicación e identificación de las válvulas.
 - Relación de vueltas para cada posición del cambiador de tomas.
 - Ubicación de toma capacitiva, con los valores C1 y C2 de los pasatapas.

5. REPUESTOS

- Se deberá suministrar una lista de partes de repuestos, iguales a las partes originales correspondientes, del mismo tipo y modelo, y fabricados con los mismos materiales utilizados en cada transformador. Esta lista deberá estar conforme a lo indicado en las Especificaciones Técnicas del cliente.

➤ PRUEBAS

1. **Pruebas Dieléctricas.**

- Durante las pruebas dieléctricas, los transformadores deberán estar completamente ensamblados. Las pruebas dieléctricas a realizarse y su secuencia serán como se indica a continuación:

Descripción de la Prueba	Secuencia para unidad sometida a Prueba Tipo	Secuencia para Prueba de Rutina
Impulso de Maniobra	1	-
Impulso Atmosférico	2	1
Potencial Aplicado	3	2
Potencial Inducido	4	3
Factor de Potencia del Aislamiento	5	4

1.6.2. Análisis de gases disueltos en aceite

- **Antes y después de las pruebas dieléctricas deberá realizarse un análisis de gases disueltos en el aceite.** Se tomarán muestras en tres oportunidades: antes del comienzo de las pruebas dieléctricas, antes de la prueba de tensión inducida, y al final de ésta.
- **Igualmente se deberá realizar un análisis de gases disueltos en el aceite antes y después de la prueba de aumento de temperatura.**
- **El criterio de aceptación de esta prueba será el siguiente:**

Para la Prueba de Aumento de Temperatura		Para las Pruebas Dieléctricas	
Gas	Rango Aceptable ppm	Gas	Rango Aceptable ppm
H ₂	10-15	H ₂	10-15
CH ₄	< 5	CH ₄	< 5

Para la Prueba de Aumento de Temperatura		Para las Pruebas Dieléctricas	
C ₂ H ₄	= 3	C ₂ H ₄	= 3
C ₂ H ₆	= 3	C ₂ H ₆	= 3
C ₂ H ₂	= 0	C ₂ H ₂	= 0

Para la Prueba de Aumento de Temperatura		Para las Pruebas Dieléctricas	
CO	< 20	CO	< 20
CO ₂	< 200	CO ₂	< 200

7. Pruebas Tipo para Transformadores

Las pruebas tipo deberán ser hechas a un transformador de cada tipo con sus accesorios como se indica a continuación:

Prueba de sobretensión de maniobra

- **Será aplicada solo a los arrollamientos de 115 kV de acuerdo a ANSI/IEEE C57.12.90 aplicando ó induciendo una (1) onda reducida y tres (3) ondas completas de polaridad negativa.**

Prueba de elevación de temperatura

- **La prueba deberá ser hecha de acuerdo a ANSI/IEEE C57.12.90 a un transformador equipado con todos sus dispositivos del sistema de enfriamiento. Se deberá realizar pruebas de calor (heat run test) y determinar los puntos más calientes (hottest spot), los cuales no deben exceder las elevaciones de temperaturas indicadas en las Especificaciones Técnicas Particulares del cliente.**
- **La prueba se deberá realizar en la posición del cambiador de tomas que de la mayor elevación de temperatura de los arrollados.**
- **Durante la ejecución de la prueba de elevación de temperatura se realizará el análisis de los gases disueltos en el aceite, la duración mínima de la realización de las pruebas combinadas será de doce (12) horas.**

3. Pruebas de Tensión de Radio Influencia Externa (RIV)

- La prueba deberá realizarse con los conectores y todos los accesorios del transformador en su lugar.
- La prueba deberá ser realizada de acuerdo a NEMA 107 y ANSI C63.2., usando el tap capacitivo de los aisladores pasatapas de alta tensión.
- El valor de RIV no deberá exceder lo indicado en la tabla 1 antes señalada.

4. Ruido Audible

- La prueba deberá ser hecha de acuerdo a la norma NEMA TR-1. Los valores obtenidos no deberán exceder lo indicado en la Tabla 1 antes señalada.

8. Pruebas de Rutina para Transformadores.

- Las pruebas de rutina deberán ser hechas a todas las unidades, tal como se indica a continuación.

Prueba de impulso atmosférico.

- La prueba de impulso deberá ser realizada de acuerdo con ANSI/IEEE C57.12.90, sobre todos los terminales incluyendo los terminales del neutro, y en posiciones del cambiador de tomas de los transformadores a ser definidos por el cliente.
- El terminal del neutro deberá ser probado aplicando directamente una (1) onda reducida, dos (2) ondas completas y una (1) onda reducida de 10/40 microsegundos.
- La tolerancia en la forma de ondas deberá ser como las indicadas en la Norma ANSI/IEEE C57.12.90. Para el tiempo al pico deberán ser 1,2 mseg $\pm$ 30%.

- En caso de que El CONTRATISTA no pueda cumplir con la forma de onda, el valor pico de la tensión será aumentado proporcionalmente para compensar el tiempo al valor pico y el tiempo de cola y de este modo mantener el nivel de kV/mseg requerido.
- En la prueba de onda cortada, el tiempo entre el instante de corte y el primer paso por cero de la onda deberá ser inferior a 1mseg, y la Antes y después de esta prueba deberá realizarse un análisis de los gases disueltos en el aceite.
- Antes de la ejecución de estas pruebas EL FABRICANTE deberá presentar al cliente los resultados de estudios analíticos que permitan definir la posición del cambiador de tomas.
- magnitud de la oscilación no deberá ser limitada artificialmente durante el corte de la onda a menos del 40% del valor pico de la tensión.
- El valor pico de la onda cortada será un 10% superior al BIL correspondiente al terminal en consideración.

2. Pruebas a baja frecuencia (Potencial aplicado y Potencial Inducido).

- Se realizarán estas pruebas de acuerdo a lo indicado en ANSI C57.12.90 y se aplicarán los niveles de tensión indicados en ANSI C57.12.00 correspondientes al BIL especificado. El valor de las descargas en la prueba de potencial inducido, deberá ser inferior a 200 pC a 1,5 veces la tensión máxima de operación.

3. Medida de resistencia.

- La prueba deberá ser realizada de acuerdo a ANSI/IEEE C57.12.90 sobre todos los arrollados y en todas las posiciones del cambiador de tomas.

4. Pruebas de relación de transformación y cálculos de regulación.

- La prueba deberá ser realizada de acuerdo a ANSI/IEEE C57.12.90 sobre todos los arrollados a tensión nominal y en todas las posiciones del cambiador de tomas.

5. Polaridad y Grupo Vectorial.

- Las pruebas deberán ser realizadas de acuerdo a ANSI C57.12.90 a tensión nominal.

6. Medidas de pérdidas en vacío.

- La prueba deberá ser realizada de acuerdo a ANSI C57.12.90 a 90%, 95% y 110% de la tensión nominal, a 60 Hz, antes de las pruebas dieléctricas.

7. Corriente de Excitación y Excitación a baja tensión.

- La prueba de corriente de excitación deberá ser realizada de acuerdo a ANSI C57.12.90 a 90%, 95%, 100%, 105%, y 110% de la tensión nominal a 60 Hz. La prueba de excitación a baja tensión se realizará de acuerdo a ANSI C57.12.90 y una tensión mucho menor que la tensión nominal i.e 10 kV.

8. Impedancias y pérdidas bajo carga.

- La prueba deberá ser realizada de acuerdo a ANSI/IEEE C57.12.90 a tensión nominal en toma nominal, las posiciones extremas del cambiador de tomas y en la toma que produce las máximas pérdidas, la medición deberá hacerse utilizando el método de los tres vatímetros. Deberá igualmente efectuarse las mediciones de impedancia de secuencia cero.

9. Pruebas de factor de potencia del aislamiento.

- La prueba deberá ser hecha de acuerdo a ANSI/IEEE C57.12.90 a 10 kV, 60 Hz. sobre cada arrollado. Se dará preferencia al método II indicado en la tabla 1 de la norma antes citada. El factor de potencia deberá ser menor a 0.5% referido a 20°C antes del embarque de las unidades.

10. Prueba de fuga.

- El tanque del transformador y el sistema de enfriamiento deberán ser probados para detectar fugas de aceite, o deformaciones cuando se llene el transformador con aceite a la temperatura normal de funcionamiento.
- La prueba deberá realizarse mediante la aplicación de una presión igual a 1,25 veces la máxima presión normal de operación por un periodo de seis (6) horas continuas, luego se quitará la presión y se mantendrá a presión nominal por otras seis (6) horas, posteriormente se vuelve aplicar la presión de prueba otras seis (6) horas, este ciclo se repite por un período de 24 horas continuas.
- Durante la prueba deberá verificarse si hay fugas de aceite y deberá medirse la deflexión en diferentes partes del transformador. Si ocurren fugas, o si hay una deformación permanente la prueba deberá ser repetida hasta que los defectos hayan sido corregidos.

11. Prueba de vacío.

- Deberán efectuarse pruebas de vacío completas en cada transformador con el sistema de enfriamiento instalado. Durante la prueba deberá medirse la deflexión en diferentes partes del transformador.
- Si ocurren fugas o si hay una deformación permanente, la prueba deberá ser repetida hasta que los defectos hayan sido corregidos.

12. Accesorios.

Las pruebas deberán ser realizadas para asegurar que todos los accesorios (cambiador de tomas, relés, indicadores de temperatura, ventiladores, etc.) estén en buenas condiciones de servicio.

13. Materiales.

Los materiales, piezas y conjuntos relacionados que se usen en la obra, deberán ser probados, a menos que se ordene lo contrario, de acuerdo con los mejores métodos comerciales aplicables al tipo y clase particular de trabajo.

14. Prueba Tipo en Aisladores Pasatapas.

Las siguientes pruebas deberán ser hechas a un aislador pasatapas de cada tipo que tenga una tensión nominal de 13,8 kV y superior.

A menos que otra cosa sea acordada las pruebas deberán ser efectuadas según la norma ANSI IEEE C57.19.00.

1. Prueba de Impulso.

Esta prueba deberá realizarse según IEEE C57.19.00.

2. Prueba a frecuencia Industrial (húmeda).

3. Medida del Factor de Potencia.

Deberá efectuarse medidas del factor de potencia antes y después de cada una de las pruebas anteriores.

4. Tensión de Radio Influencia (RIV).

Esta prueba deberá efectuarse según NEMA 107 para aisladores pasatapas de 115 kV.

5. Pruebas Mecánicas.

- Prueba de presión del terminal del Bushing (prueba de fuga).
- Esfuerzo para cargas en Cantiléver.

6. Prueba Térmica.**15. Prueba de Rutina Aisladores Pasatapas**

Las siguientes pruebas deberán hacerse en todos los aisladores pasatapas que tengan una tensión nominal de 13,8 kV ó superior de acuerdo a IEEE C57.19.00, a menos que se especifique lo contrario.

- 1. Prueba a frecuencia industrial, seca.**
- 2. Medida de capacitancia.**
- 3. Medida del factor de potencia.**
- 4. Voltaje resistente del tap de potencial.**
- 5. Prueba mecánica (fuga).**

1.8.16. Pruebas Tipo en Transformadores de Corriente Tipo Aislador Pasatapas

Para demostrar que las características de los equipos corresponden con los requisitos de las Especificaciones del Cliente, se deberán haber

efectuado pruebas tipos en equipos del mismo diseño y capacidad del equipo a ser suministrado bajo el correspondiente Contrato. EL FABRICANTE deberá efectuar estas pruebas de acuerdo a ANSI C57.13.

17. Pruebas de rutina en Transformadores de Corriente tipo Aislador Pasatapas.

Deberán realizarse las pruebas de acuerdo a ANSI C57.13. Cada secundario de los transformadores de corriente deberá someterse a una prueba dieléctrica de baja frecuencia de 2.500 V a tierra durante un minuto y deberá comprobarse si tiene la placa de características y las marcas de polaridad apropiadas. Los transformadores de corriente deberán someterse a una comprobación de polaridad y a una comprobación de la relación mediante amperímetros con el objeto de asegurar su correcta instalación después del montaje en el transformador.

18. Pruebas Tipo para cambiador de tomas bajo carga.

Las siguientes pruebas deberán hacerse de acuerdo a la cláusula 8 de la norma IEC 214.

- 1. Incremento de temperatura de los contactos.**
- 2. Prueba de impulso.**
- 3. Impedancia de transición.**
- 4. Prueba mecánica.**
- 5. Pruebas dieléctricas.**

El cliente podrá aceptar protocolos de pruebas tipo de cambiadores de tomas bajo carga de diseño igual al que se suministrará, siempre que

dichas pruebas tenga menos de diez años de haber sido realizadas para la fecha de presentación de la oferta.

19. Pruebas de Rutina para cambiador de tomas bajo carga.

Las siguientes pruebas deberán hacerse de acuerdo a la cláusula 9 de la norma IEC 214.

- 1. Pruebas de secuencia.**
- 2. Prueba de aislamiento de los circuitos auxiliares.**
- 3. Pruebas de presión y vacío.**
- 4. Prueba del relé de presión.**

9. Pruebas en Sitio.

1. Generalidades

Antes del ensamblaje de las unidades, se deberá realizar una inspección interna de las mismas por parte de EL FABRICANTE en presencia de los inspectores de EL CLIENTE, a fin de verificar que las diferentes partes internas del equipo no han sufrido daños, desajustes o alteraciones durante el transporte.

Después que se haya completado la instalación y antes de la Aceptación Provisional, EL FABRICANTE deberá realizar sobre todas

las unidades las pruebas en el sitio indicadas en el punto 8.11.2 para determinar si se ha cumplido con los requisitos que garantizan una puesta en servicio exitosa.

El suministro de todos los equipos, herramientas, materiales y personal para realizar las referidas pruebas en sitio será responsabilidad de EL FABRICANTE.

1.9.2. Pruebas a ser realizadas.

-Resistencia de aislamiento entre arrollados, entre arrollados y tierra, y entre núcleo y tierra. Resistencia de aislamiento entre cuba y tierra, entre cuba y gabinetes, entre gabinetes y tierra y entre cuba y ruedas (en caso de existir protección masa - cuba).

-Rigidez dieléctrica, contenido de humedad y factor de potencia del aceite, número de neutralización, gravedad específica, color, azufre corrosivo, tensión Interfacial, conteo de partículas, análisis cromatográfico y estabilidad a la oxidación.

- Relación de transformación, grupo vectorial y polaridad.

-Pruebas de factor de potencia y capacitancia del aislamiento de acuerdo a ANSI C57.12.90. Las pruebas se realizarán individualmente entre cada terminal y tierra y entre terminales. Así como para los aisladores pasatapas.

- Resistencia de los arrollados.

- Impedancia de cortocircuito a 440 Vca.

- Pruebas de aislamiento del cableado y pruebas de operación de cada dispositivo de indicación y protección, incluyendo los relés diferenciales y de respaldo del transformador.
- Pruebas de aislamiento del cableado y operación de los motores, controles y equipos de alarma e indicación del sistema de enfriamiento.
- Corriente de excitación a baja tensión a 10 kV.
- Pruebas para medir la resistencia de aislamiento, resistencia de los arrollados, polaridad y relación de transformación en los TC's tipo aislador pasatapas.
- Prueba de aislamiento y relación de transformación de transformadores de corriente para la protección masa - cuba.
- Pruebas para verificar los circuitos de calefacción y tomacorrientes de los gabinetes.
- Pruebas para verificar el aislamiento del cableado de suministro de 440 Vca y 125 Vcc.
- Pruebas para verificar que el ajuste realizado en la fábrica de los medidores de temperatura del aceite y de los arrollados de los potenciómetros para medición remota de la temperatura, no han sufrido alteración durante el transporte de las unidades.
- Prueba de resistencia de aislamiento, relación de transformación, funcionamiento del circuito de calefacción y verificación de la regulación del Bushing Potencial Device. Pruebas para verificar el aislamiento del cable de alta tensión del Bushing Potencial Device.



Ficha Técnica: K-001

Rev. A

Jul-2018

- Otras pruebas según se especifique en las instrucciones de instalación de EL FABRICANTE. EL CLIENTE se reserva el derecho de ejecutar cualquier prueba adicional de acuerdo a lo indicado en la norma ANSI/IEEE C57.12.11 punto 8.

2. Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en transformadores de medición de corriente

1. Objeto y campo de aplicación

El propósito de estas especificaciones es establecer las condiciones técnicas generales que deberán cumplir las transformaciones de corriente a ser instalados en las subestaciones cuya tensión sea igual o superior a 34.5 Kv.

2. Normas Internacionales

1. Normas ANSI

-ANSI C12.11

-ANSI C37- 34

-ANSI C37.54

-ANSI C57.19.00

-ANSI C57.19.01

2. Normas IEEE

-IEEE Std.4

-IEEE Std.C57.13 – 1993

3. Normas NEMA

-NEMA 107

2.2.4. Normas CEI

-CEI 60044-1

-CEI 60044-4

-CEI 60044-6

-CEI 60376

-CEI 60947-1

3. Características eléctricas generales

1. Tensión nominal

2. Tensión máxima

3. Frecuencia

4. Características dieléctricas: tensión de resistencia al choque de rayo, tensión de resistencia al choque de maniobra, tensión de resistencia a la frecuencia industrial, seco 1 min y bajo lluvia 1 min.

5. Tensión de radio-influencia

6. Distancia externa de fuga mínima

7. Clase y potencia de precisión

8. Aislamiento

9. Comportamiento en régimen transitorio

2.4. Pruebas Tipo

2.4.1. Pruebas dieléctricas

- Prueba de impulso atmosférico
- Prueba de sobretensiones de maniobra
- Prueba de sobretensiones a frecuencia industrial

2. Pruebas de radio- influencia

3. Pruebas de aumento de temperatura

4. Medidas de pérdidas

5. Medición de error en cada relación de transformación

6. Prueba de circuito abierto

7. Pruebas de corto circuito

8. Verificación en régimen transitorio

5. Prueba de rutina especificada

1. Pruebas de potencial a frecuencia industrial

2. Prueba de precisión

3. Prueba de descargas parciales

4. Medidas de resistencia del secundario

5. Verificación de polaridad

6. Pruebas de fugas

7. Curva de magnetización y límites de erros

8. Medición de factor de disipación (Tangente de delta)

6. Prueba de Aceptación en sitio

1. Verificaciones generales

- Ajustes de las conexiones
- Condición física de la porcelana
- Nivel de aceite
- Estanqueidad
- Placa de características
- Orientación de los terminales de A.T.
- Puestas a tierra
- Caja de bornes

2.6.2. Comprobaciones eléctricas

- Medición de la resistencia de los arrollados secundarios
- Verificación de todas las relaciones de transformación y de cada polaridad.
- Medición de la resistencia de aislamiento
- Medición de la capacitancia y tangente de delta

3.Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en transformadores de potenciales inductivos y capacitivos

1. Objeto y campo de aplicación

El propósito de estas especificaciones es indicar las normas y todas las exigencias que deberán cumplir los transformadores de potenciales inductivos y capacitivos a ser instalados en las subestaciones cuya tensión sea igual o superior a 34.5 Kv.

Los transformadores y dispositivos de potencial incluyen:

- Transformadores de tensión magnéticos
- Transformadores de tensión capacitivos

2. Normas Internacionales

1. Normas ANSI

- ANSI C37 – 24
- ANSI C93.1

2. Normas NEMA

- NEMA 107

3. Normas IEEE

-IEEE Std N°4

-IEE Std C57.1

3.2.4. Normas CEI

-CEI 644- 2

-CEI 644 – 4

-CEI 60947 – 1

-CEI 60386

-CEI 60376

3. Características eléctricas generales

Los arrollados secundarios de los transformadores de potencial serán usados indistintamente para proveer una fuente de tensión para propósito de protección y medición.

1. Tensión nominal

2. Tensión máxima

3. Frecuencia

4. Características Dieléctrica

-Tensión de resistencia al choque de rayo

-Tensión de resistencia al choque al choque de maniobra

- Tensión de resistencia a la frecuencia industrial: seco, 1 min
y bajo lluvia, 1 min.

**5. Capacidad nominal mínima transformador capacitivo
(pF)**

6. Tensión de radio-influencia a $1.05 U_m$ raíz de 3

7. Distancia externa de fuga mínima

8. Tensiones secundarias a U_n

9. Error máximo a 5% de U_n (%)

10. Números de arrollados

11. Números de relaciones por cada arrollado

4. Pruebas Tipo

1. Pruebas tipo especificadas

- Transformadores de potencial capacitivos
 - Pruebas dieléctricas: pruebas de impulso, pruebas de sobretensión de maniobra (bajo lluvia), prueba de sobretensiones a frecuencia industrial (seco y bajo lluvia).
 - Prueba de radio influencia (RIV)

- Prueba de precisión
- Prueba de sobretensión de corta duración
- Prueba de aumento de temperatura
- Pruebas de cortocircuitos
- Pruebas de respuestas transitorias
- Ferrorresonancia
- Pérdida de inserción a frecuencia de banda portadora
- Prueba de caída de tensión a frecuencia nominal y de aislamiento de la bobina de drenaje de la onda portadora.
- Pruebas de capacitancia y conductancia de figa de baja tensión.
- Pruebas de capacitancia y factor de disipación de la onda portadora.
- Transformadores de potencial magnéticos
 - Pruebas dieléctricas: pruebas de impulso, pruebas de sobretensiones de maniobra (bajo lluvia) y prueba de sobretensiones a frecuencia industrial
 - Pruebas de radio-influencia
 - Prueba de aumento de temperatura
 - Pruebas de cortocircuitos
 - Prueba de precisión

3.4.2. Pruebas de rutinas especificadas

- Prueba de potencial a frecuencia industrial (seco):

Voltaje aplicado y voltaje inducido.

- Prueba de sobre tensión

- Medida de resistencia

- Verificación de polaridad

- Prueba de precisión

- Prueba de descargas internas

- Medida de capacitancia y del factor de disipación
antes y después de la prueba de sobretensión

- Pruebas de fuga

3.4.3. Prueba de aceptación en sitio

- Ajustes de las conexiones
- Condición física de las porcelanas
- Nivel de aceite
- Estanqueidad
- Placa de características
- Puestas a tierra
- Caja de bornes
- Descargadores de tensión

4.Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en interruptores

1. Objeto y campo de aplicaciones

El propósito de estas especificaciones es establecer las condiciones técnicas y generales que deberán cumplir los interruptores de potencia, cuya tensión sea igual o superior a 115Kv.

2. Normas Internacionales

1. Normas ANSI

- ANSI C37.04
- ANSI C37.06
- ANSI C37.079
- ANSI C37.09
- ANSI C76.1
- ANSI C37.082

4.2.2. Normas CEI

- CEI 50 (131)
- CEI 50 (131 A)



Ficha Técnica: K-001
Rev. A
Jul-2018

- CEI 50 (151)
- CEI 50 (441)
- CEI 50 (446)
- CEI 56
- CEI 60– 1/2/3
- CEI 376
- CEI 17 A
- CEI 36
- CEI 517
- CEI 696
- CEI 168
- CEI 270

4.2.3. Normas NEMA

- NEMA 107
- NEMA SG-4
- NEMA WD- 1
- NEMA WD-1

4.2.4. Normas IEEE

-IEEE Std N°4

3. Características eléctricas generales

1. Frecuencia (Hz)

2. Tensión Máxima (UM, Kv ms)

3. Características Dieléctricas:

- Tensión en Resistencia al choque de rayos (kV pico): a tierra y a través de los contactos:
 - Ondas cortadas
- Tensión resistencia al choque de maniobra (kV pico): a tierra y a través de los contactos
- Tensión a resistencia a la frecuencia industrial (kV rms):
 - a tierra
 - a través de los contactos

4. Sobretensión máxima generada en el interruptor (kV pico)

5. Tiempo de operación

- Tiempo máximo de interrupción (ms)

- Tiempo máxima de discordancia
 - Entre contacto de una fase en apertura
 - Entre contacto de una fase al cierre
 - Entre la primera y la última fase al cierre: tiempo galvánico y tiempo eléctrico
 - Entre la primera y la última fase a la apertura: tiempo galvánico

6. Tensión de radio influencia

7. Distancia externa de fuga mínima

4. Características de capacidad de maniobra de corriente capacitiva

1. Corriente capacitiva (A rms)

2. Tensión de restablecimiento (entre los bornes del interruptor)

- Tensión máxima
- Tiempo a la tensión máxima

5. Tensiones transitorias de restablecimiento

Los interruptores deberán ser capaces de interrumpir la corriente de cortocircuito nominal.

1. Interrupción en Oposición de Fases**2. Recierre****4.5.3 Ciclo de servicio****6. Pruebas tipos****1. Pruebas Dieléctricas****2. Pruebas de aperturas y cierre de líneas en vacío****3. Pruebas de interrupción de pequeñas corrientes inductivas****4. Pruebas de fallas en terminales****5. Pruebas de fallas kilométricas****6. Pruebas de oposición de fase****7. Pruebas de corriente pico de corta duración****8. Pruebas con corriente nominal continua****7. Pruebas de rutinas especificadas****1. Soporte de Porcelana**

- 2. Prueba de presión en cámaras**
- 3. Prueba de presión**
- 4. Prueba de estanqueidad**
- 5. Prueba resistencia de calentadores y bobinas**
- 6. Pruebas del cableado de control**
- 7. Verificación de los ajustes del mecanismo**
- 8. Pruebas de operación mecánicas**
- 9. Pruebas de tiempo de operación**
- 10. Pruebas de tiempo de inserción de la resistencia**
- 11. Pruebas de energía acumulada**
- 12. Pruebas de resistencia de los contactos**
- 13. Pruebas dieléctricas a 60 HZ**
- 14. Pruebas de los condensadores**

4.7.15 .Medición de resistencia de inserción al cierre y a la apertura

8. Pruebas de aceptación en Sitio

- 1. Pruebas de operación**

2. Mención de resistencia de contactos principales**3. Otras verificaciones**

-Operación del interruptor

-Posición local y remoto

-Prueba de disparo por bobina 1 y bobina 2

-Medición de tensión y corriente del motor

-Verificación de cableado y prueba de resistencia en el mismo.

-Medición de la resistencia óhmica de las bobinas de cierre y apertura.

-Verificación de alarmas y señalizaciones

-Verificación de circuitos de calefacción e iluminación

5. Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en seccionadores

1. Objeto y campo de aplicación

El propósito de estas especificaciones es establecer las condiciones técnicas generales que deberán cumplir los seccionadores cuya tensión sea igual o superior a 115 Kv.

2. Normas Internacionales

1. Normas ANSI

-ANSI C29.1

-ANSI C29.9

-ANSI C37.30

-ANSI C37.32

-ANSI C37.33

-ANSI C37.34

-ANSI C37.34 E

5.2.2. Normas NEMA

-NEMA 107



Ficha Técnica: K-001
Rev. A
Jul-2018

-NEMA SG-6

-NEMA WD-1

-NEMA MG - 1

5.2.3. Normas CEI

-CEI 129

-CEI 60- 1/2/3

-CEI 376

-CEI 50 (131)

-CEI 50 (131 A)

-CEI 50 (151)

-CEI 50 (441)

-CEI 50 (446)

-CEI 168

-CEI 270

-CEI 517

-CEI 694

5.2.4. Normas IEEE

-IEEE Std N°4

3. Características eléctricas generales

1. Frecuencia

2. Tensión máxima

3. Características dieléctricas

-Tensión de resistencia al choque de rayos

-Tensión de resistencia al choque de maniobra

-Tensión de resistencia a la frecuencia industrial posición
cerrado y abierto

4. Tensión de radio influencia

5. Distancia externa de fuga mínima

6. Tiempo máximo de apertura y de cierre

3. Pruebas tipo

1. Certificado de pruebas tipo

2. Reporte de prueba tipo

4. Pruebas tipo especificadas

1. Pruebas dieléctricas

- Prueba de tensión de resistencia al choque de rayo
- Prueba de tensión de resistencia al choque de maniobra
- Prueba de tensión de resistencia la frecuencia industrial con el seccionador cerrado y el seccionador abierto.

2. Pruebas de Tensión de Radio Influencia (RIV)

3. Medición de la resistencia de los contactos

5.5.4 Prueba de corriente instantánea y de corta duración

6. Pruebas de rutinas especificadas

1. Verificación de operación

2. Pruebas sobre los circuitos auxiliares y de control

3. Pruebas de resistencia a frecuencia industrial del circuito principal

4. Medición de la resistencia principal

7. Prueba de aceptación en sitios especificados

1. Verificación de operación del seccionador

- Verificar el movimiento de acoplamiento entre los contactos principales al final de la operación de cierre.

- Verificar el movimiento de la apertura y la posición del seccionador después de la apertura.

- Funcionamiento de los contactos de fin de carrera.

- Operación de cierre y apertura de seccionador comando local y remoto.

- Verificación de los enclavamientos eléctricos y mecánicos.

- Funcionamiento de las cuchillas de puesta a tierra

5.7.2. Verificaciones eléctricas

- Pruebas de aislamiento sobre los circuitos de mando y control

- Funcionamiento de los sistemas de calentamiento e iluminación.

- Medición de la resistencia de contacto de la cuchilla principal.

- Medición de la resistencia de contacto de la cuchilla de puesta a tierra

- Verificación del ajuste de la protección del motor

5.7.3. Medición de tiempos de operación

- Tiempo de operación al cierre
- Tiempo de operación a la apertura
- Verificación de la simultaneidad en la operación trifásica

6. Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en aisladores de suspensión y de soporte.

1. Objeto y campo de aplicaciones

El propósito de estas especificaciones es establecer las condiciones técnicas y generales que deberán cumplir los aisladores de suspensión y de soporte.

2. Normas Internacionales

1. Normas ANSI

- ANSI C29.1
- ANSI C68.1
- ANSI C76.1

2. Normas CEI

- CEI 60
- CEI 120
- CEI 383
- CEI 575
- CEI SPR publicación 1

3. Norma IEEE

-IEEE Std 539

4. Norma NEMA

-NEMA HV1

-NEMA HV2

-NEMA 107

3. Características eléctricas generales aisladores soporte

- 1. Tensión nominal**
- 2. Tensión máxima de servicio**
- 3. Altura mínima de la columna**
- 4. Distancia de fuga mínima**
- 5. Carga de rotura a flexión**
- 6. Carga de rotura a tracción**
- 7. Momento de ruptura a torsión**
- 8. Tensión de resistencia al choque de rayo**

9. Tensión de resistencia al choque de maniobra y resistencia a frecuencia industrial

10. Tensión de radio-influencia

11. Tensión máxima a la cual no se produce corona visible

3. Características eléctricas generales aisladores de suspensión

1. Acoplamiento

2. Diámetro máximo del disco

3. Espacio entre unidades

4. Distancia mínima de fuga

5. Resistencia electromecánica combinada

6. Nivel básico de impulso (BIL)

7. Tensión de resistencia a frecuencia industrial seco y bajo lluvia

4. Pruebas de calificación o diseño aisladores soporte

1. Prueba de corona visual

2. Prueba de radio interferencia

3. **Prueba de impulso**
 4. **Pruebas a frecuencias de régimen**
 5. **Pruebas mecánicas y termo mecánicas**
 6. **Pruebas sísmicas**
5. **Pruebas de calificación o diseño aisladores suspensión**
1. **Prueba de corona visual**
 2. **Prueba de radio interferencia**
 3. **Prueba de impulso**
 4. **Pruebas a frecuencias de régimen**
 5. **Pruebas de distribución de potencial**
 6. **Pruebas de arco de potencia**
6. **Prueba de rutina**
1. **Inspección visual**
 2. **Prueba de descarga disruptiva**
 3. **Prueba de tracción mecánica**

7.Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en descargadores de sobretensiones

1. Objeto y campo de aplicaciones

El propósito de esta especificación es establecer las condiciones técnicas generales que deberán cumplir los pararrayos a ser instalados en las subestaciones que tengan una tensión nominal superior a 13.8 Kv.

2. Normas Internacionales

1. Norma ANSI

- ANSI C72.11
- ANSI C68.1, IEEE Std / 4
- ANSI C68.2

2. Norma NEMA

- NEMA 107
- NEMA LA1

3. Norma CEI

- CEI 99-4

-CEI 50-65

3. Características eléctricas generales

- 1. Tensión máxima de sistema**
- 2. Tensión nominal del sistema**
- 3. Frecuencia**
- 4. Tipo de pararrayos**
- 5. Tensión máxima de operación continua de pararrayos**
- 6. Máximo nivel de protección al frente de onda**
- 7. Máximo nivel de protección al impulso de maniobra**
- 8. Máxima tensión de descarga para onda de corriente**
- 9. Alta corriente de alivio de presión**

4. Características eléctricas generales de aislamiento externo

- 1. Tensión máxima del sistema**
- 2. Tensión nominal del sistema**
- 3. Tensión máxima de operación continua de pararrayos**
- 4. Distancia de fuga mínima**

5. Tensión de resistencia del choque del rayo

6. Tensión de resistencia a la frecuencia industrial

5. Prueba Tipo

1. Resistencia del aislamiento a las sobretensiones

2. Tensión de descarga

3. Procedimiento de envejecimiento acelerado

4. Descarga de corriente de alta energía

5. Prueba de círculos de servicio

6. Prueba de tensión de radio

7. Dispositivo de alivio de presión

8. Prueba de contaminación

9. Prueba sísmica

6. Pruebas de rutinas especificadas

1. Prueba de tensión de radio influencia externa

2. Prueba de descargas parciales internas

3. Prueba de hermeticidad

4. Prueba de tensión de descarga



Ficha Técnica: K-001

Rev. A

Jul-2018

5. Prueba de la tensión de referencia de frecuencia industrial

6. Prueba a los contadores de descarga

7. Pruebas de aceptación en sitios

- 1. Medición de corriente de fuga**
- 2. Medición de armónicos en la corriente de fuga**
- 3. Operación de contadores de descarga**

8. Especificaciones y pruebas eléctricas de mantenimiento en cables de media tensión

1. Objeto y campo de aplicaciones

El propósito de esta especificación es establecer las condiciones requeridas y los métodos de ensayo que deberán cumplir los cables de media tensión a ser instalados en las subestaciones.

2. Normas Internacionales

1. Norma IEC

- IEC 60502
- IEC 60-1
- IEC 60228
- IEC 229
- IEC 332-1
- IEC 60811-1-1
- IEC 60811-1-2.
- IEC 60811-1-3
- IEC 60811-1-4

8.2.2 Norma IEEE

-IEEE Std 48 IEEE Standard test:

-IEEE Std 404

3. Condiciones generales

Las condiciones de servicio para los Cables utilizados para redes de distribución, a los efectos de la determinación de las capacidades de corriente en servicio continuo son las siguientes:

1. Ambiente

Las condiciones ambientales son las siguientes: Temperatura ambiente máxima 45 °C, Temperatura ambiente mínima 5 °C, Temperatura anual promedio 25 °C, Temperatura diaria promedio 35 °C, Altitud sobre el nivel del mar ≤ 1000 m Humedad relativa máxima 95%, Contaminación ambiental por depósito de sal 0.05 mg/cm², Radiación solar máxima 1100 W/m², Velocidad máxima del viento 120 km/h.

2. Servicio

Los cables deben ser diseñados y construidos para las siguientes condiciones de servicio del sistema:

Redes de distribución en Media tensión:

Tensión nominal 13,8 Kv, Tensión máxima de diseño 15 Kv, Frecuencia nominal 60 Hz.

4. Condiciones Específicas

1. Materiales, diseño, fabricación

El material conductor debe ser cobre compactado de acuerdo a las dimensiones y características específicas. El material será cobre de tal calidad y pureza que el producto acabado tendrá las prescritas en esta especificación, no debe haber ningún empalme en los alambres de cobre terminados. Para el caso conductores trenzados estarán formados por hilos de alambres agrupados concéntricamente. Las dimensiones, los tamaños permitidos del alambre y las Variaciones serán expresados como el diámetro del alambre en fracciones decimales de una pulgada al 0.0001 pulgada más cercano (o a 0.001 milímetro). El alambre no variará del diámetro por más que más y menos 1 %, expresado al 0.0001 pulgada más cercano (o a 0.001 milímetro). El material conductor debe ser cobre compactado de acuerdo a las dimensiones.

8.4.2. Aislamiento

El aislamiento debe ser 100 % de polietileno reticulado (XLPE) para una temperatura máxima de operación en condiciones normales de 90 °C. La aplicación del compuesto aislante será por medio de un proceso de

triple extrusión en conjunto con las capas semiconductoras por sobre el conductor y aislación. El aislamiento deberá admitir las siguientes temperaturas máximas del conductor:

Operación normal 90 °C, cortocircuito 250 °C, sobrecarga 130 °C.

8.4.3. Cubierta Externa

La cubierta exterior será de PVC, según la Norma 541:2002 de color negro. El compuesto deberá tener aditivos para cumplir con el ensayo de propagación a la llama de la citada norma.

El espesor mínimo de la cubierta en un punto cualquiera de una sección transversal puede ser inferior al valor nominal especificado siempre que la diferencia no sea mayor que 0,1 mm + 10% de dicho valor nominal. El espesor de la cubierta debe ser de PVC de color negro resistente a la luz solar y resistente a la llama y a los aceites con excelentes propiedades mecánicas.

8.4.4. Pantalla Metálica

La pantalla metálica estará formada por una cinta plana continua a todo lo largo del cable, con un espesor mínimo de 0,127 mm y con un ancho mínimo de 25 mm. La cinta debe estar aplicada helicoidalmente con un solape mínimo de 20%. Para el calibre 500 MCM y superiores la pantalla

metálica debe estar diseñada para soportar una corriente de falla de 15 KA en 8 Ciclos. A tales efectos las cintas se combinarán con hilos a fin de tener la sección requerida. Sobre la pantalla metálica se debe aplicar capas de compuesto extruido o encintado de material absorbente de humedad.

8.4.5 Semiconductor externo

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherente al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,8 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Deberá soportar las temperaturas admisibles del conductor. Deberá ser fácilmente separable del aislamiento, que debe quedar, después de la separación, sin trazas de mezcla semiconductor apreciables a simple vista.

8.4.6. Semiconductor Interno

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherente al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Deberá soportar las temperaturas admisibles del conductor.

8.4.7. Bloqueador de humedad

Cada capa de hilos del conductor principal, excepto la exterior, estará recubierta con un compuesto bloqueador para evitar la migración de agua a través de los espacios entre éstos. El compuesto bloqueador debe cumplir con los requerimientos de la norma ICEA T-31-610 y debe ser compatible con el conductor, la pantalla extruida sobre éste, el aislamiento y los accesorios para las conexiones y empalmes del conductor (codos de EPDM).

5. Pruebas Tipo

- 1. Resistencia eléctrica de los conductores**
- 2. Tensión aplicada a frecuencia industrial**
- 3. Tensión aplicada a impulsos**
- 4. Descargas Parciales**
- 5. Envejecimiento Eléctrico**
- 6. Ensayos sobre componentes del cable**
- 7. Resistividad de las pantallas semiconductoras**
- 8. Ensayo de resistencia a la propagación de la llama de la cubierta**

8.6. Ensayos de recepción

Se clasifican en ensayos individuales y de muestreo. Los ensayos individuales se efectuarán sobre todos los largos de expedición. Los ensayos de muestreo se efectuarán sobre muestras de cable terminado o sobre componentes del mismo.

8.7. Ensayos individuales

Como ensayo individual se realizarán los siguientes ensayos:

- Resistencia eléctrica de los conductores
- Tensión aplicada a frecuencia industrial
- Medida de descargas parciales

8.8. Ensayos de muestreo

Además de los ensayos individuales, sobre cada bobina y como complemento para la recepción del lote, se efectuarán los ensayos de muestreo. Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se someterán a ensayo dos nuevas muestras del mismo lote de cables. Si los dos contra ensayos resultan satisfactorios, se considerará aprobado el lote, en caso contrario será rechazado.

9. Especificaciones y pruebas eléctricas en mantenimiento del sistema de puesta a tierra

1. Alcance

Comprende la instalación de un sistema completo de red de puesta a tierra, incluyendo parrillas enterradas, barras de tierras clavadas o introducidas en huecos taladrados especialmente. Este sistema deberá proveer una puesta a tierra permanente y efectiva para las conexiones del neutro de los transformadores, autotransformadores, reactancias, estructuras de los equipos eléctricos, conduits, pararrayos y todas las partes metálicas que no conduzcan corriente, incluyendo las piezas de acero estructural y las cercas metálicas.

2. Normas Internacionales

- 1. Normas ANSI / IEE N°80**
- 2. COVENIN 200**

3. Materiales

1. Conductores

Los conductores de tierra deberán consistir de cobres desnudos, trenzados clase A, estirados en blando.

2. Barras

Las barras de tierras cavadas deberán ser barras de acero con camisa integral de cobre fundido al acero, del tipo seccional (Copperweld).

3. Conexiones soldadas

Las conexiones en la malla de puesta a tierra serán por soldadura de alto fusión, con un área mínima de contacto de 300 mm².

4. Instalación

1. Barras: Las barras de tierra deberán clavarse en la tierra o colocarse en huecos taladrados especialmente a este efecto, dependiendo del tipo de terreno, según se indique en los planos.

9.4.2. Conductores de la Malla Principal

Los conductores de la malla principal de tierra deberán enterrarse a la profundidad indicada en los Planos mediante la apertura de zanjas o el uso de equipos especializados, según el tipo de terreno.

En el proceso de instalación debe cuidarse la integridad del cable así como su continuidad para asegurar la eficacia de la malla.

A fin de reducir los gradientes en la periferia de la Subestación, el conductor perimetral se enterrará a una profundidad de dos (2) metros y a una distancia de seis (6) metros de la cerca metálica y deberá redondearse en las esquinas con una curvatura adecuada.

Con el propósito de obtener una mejor equipotencialización del terreno deberá procurarse que durante el tendido del conductor de la malla de tierra, el mismo se coloque a una distancia de aproximadamente un (1) metro de cualquier estructura metálica y las puestas a tierra de esta última se realicen en lados diferentes de la retícula de la malla de tierra.

9.4.3. Conexiones

Tanto las conexiones entre los cables de la malla como las conexiones de las derivaciones a los equipos deberá hacerse por soldadura de fusión, por el procedimiento aprobado, y en los puntos indicados en los Planos. Las conexiones a partes metálicas como estructuras, equipos, tableros o cualquier pieza no empotrada deberán hacerse mediante conectores fijados con pernos, asegurando una superficie de contacto mayor de 300 mm².

Las conexiones a piezas metálicas empotrados, barras de acero de refuerzo, rieles etc, deberán ser soldadas con bronce o mediante soldadura de fusión, exceptuando las conexiones a piezas galvanizadas, las cuales deberán hacerse con pernos.

9.4.4 - Inserciones

En los sitios donde emerjan derivaciones de puesta a tierra del concreto, deberán suministrarse inserciones metálicas de Puesta a tierra, instalaciones a ras con la superficie acabada del concreto. Así mismo, deben suministrarse inserciones para derivaciones futuras o extensiones de la malla según se indique en los Planos.

9.5 Pruebas y mediciones

Una vez se encuentre tendido el cable, se deben realizar las siguientes pruebas: verificación mecánica de conexiones y continuidad del conductor.