



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
CHIAPAS**

ING. ELECTRICA

MONTAJE DE EQUIPOS Y PRUEBAS PREOPERATIVAS
A TABLEROS Y METAL – CLAD, EN UNA SUBESTACIÓN
DE DISTRIBUCIÓN CON VOLTAJE DE 115 Y 13,8 KV

ASESOR INTERNO

ING. ARIOSTO MANDUJANO CABRERA

ASESOR EXTERNO

ING. VICTOR EMILIO SALAS HID.

ALUMNO

ALEJANDRO GÓMEZ CRUZ

10° SEMESTRE

TUXTLA GURIERREZ CHIAPAS

18/01/2017

Contenido	pagina
1. Introducción.....	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Estado del Arte.....	6
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivo.....	7
1.5 Método teórico.....	7
2 Fundamento teórico.....	8
2.1 Transformador de potencia.....	8
2.1.1 Partes constitutivas de un transformador.....	9
2.1.2 Origen de fallas en los T.C.	11
2.1.3 Mecanismo de degeneración del aceite dieléctrico	13
2.1.4 Mantenimiento preventivo del aceite.....	13
2.1.5 Cambio de aceite.....	14
2.1.6 Secado de aceite.....	15
2.1.7 Filtrado de aceite.....	15
2.1.8 Evaluación de la calidad de sistema aislante del TC.....	15
2.1.9 Recomendación general para realizar pruebas eléctricas Para equipos primarios.....	16
2.1.10 Prueba de resistencia de aislamiento.....	17
2.1.11 Conexiones para realizar la prueba.....	19
2.1.12 Prueba del factor de potencia del aislante.....	19
2.2 Alimentadores (interruptores).....	20
2.2.1 Resistencia del aislamiento.....	22
2.2.2 Factor de potencia del aislamiento.....	23

2.3 Apartarrayos.....	24
2.3.1 Mantenimiento y pruebas al apartarrayos.....	2
2.3.2 Limpieza a los apartarrayos.....	26
2.3.3 Prueba de resistencia de aislamiento.....	26
2.3.4 Prueba de factor de potencia del aislamiento.....	28
2.3.5 Medición de la resistencia del electrodo de puesta a tierra.....	29
2.4 Tableros y comando, protecciones	30
2.4.1 interruptores.....	31
2.4.1.1 Pruebas de resistencia de aisladores.....	31
2.4.1.1.1 Recomendaciones para hacer la prueba.....	31
2.4.1.1.2 Conexiones para hacer la prueba.....	32
2.4.1.1.3 Interpretación del resultado.....	33
2.4.2 Prueba de factor de potencia.....	33
2.4.2.1 Recomendación para realizar la prueba.....	33
2.4.2.2.1 interpretación del resultado.....	34
2.4.3 Pruebas de resistencia entre contactos.....	34
2.4.3.1 Recomendación para realizar la prueba.....	34
2.4.3.2 Interpretación del resultado.....	34
2.4.4 Tiempo de operación y simultaneidad de cierre y apertura.....	35
2.4.4.1 Recomendación para realizar prueba.....	35
2.4.4.2 interpretación de resultados.....	35
2.4.5 Buses y barras.....	35
2.4.5.1 Resistencia de aislamiento.....	36
2.4.5.2 Preparación para realizar la prueba.....	36

3 Desarrollo.....	36
3.1 Métodos de prueba con el equipo para medición	
De factor de potencia.....	36
3.1.1 Consideraciones.....	39
3.2 prueba de resistencia de aislamiento a	
Transformador de 2 devanados.....	39
3.3 Interpretación de resultados de prueba para la evaluación	
De las condiciones de resultado.....	43
3.4 Conexiones de interruptores.....	46
3.5 Transformador TC`s y TP`s.....	54
3.6 Apartarrayos.....	58
3.7 Cuchillas.....	60
3.8 Red de tierra.....	61
3.9 Metal-clad.....	62
4. Resultado	66
5. Conclusión.....	82
6. Bibliografía.....	82

1. Introducción

1.1 Antecedentes

El equipo primario de las Subestaciones debe mantenerse en las mejores condiciones operativas, para reducir las probabilidades de falla; mejorando así, la continuidad del servicio. Cada uno de ellos elabora un papel muy importante en el sistema eléctrico nacional, desde los transformadores, capaces de transformar diferentes valores de voltaje-corriente, hasta los interruptores, que son muy utilizados para proteger y realizar maniobras para mantener los demás equipos en buen estado.

Se les conoce al grupo de pruebas preoperativas y pruebas operativas que se llevan a cabo en campo a los diferentes componentes de la instalación, ya sea individualmente o en conjunto, para energizar y poner en operación las subestaciones. Las pruebas, inspecciones y verificaciones que se deben efectuar a los equipos e instalaciones es para asegurar su correcto montaje, estado físico, funcionalidad y disponibilidad.

En los sistemas eléctricos de potencia, las subestaciones son las que distribuyen a través de sus circuitos la energía eléctrica a los centros de consumo. Es necesario que los trabajos de prueba del equipo primario para su puesta en servicio y las actividades de mantenimiento sean de calidad, para evitar la salida prematura del equipo en operación.

Con el fin de verificar la condición general del transformador y programar las medidas preventivas o correctivas, se realiza el mantenimiento preventivo, así como pruebas eléctricas y dieléctricas. El servicio consiste en la inspección física al transformador, así como pruebas de resistencia de aislamiento, relación de transformación, resistencia óhmica, factor de potencia y resistencia a tierra.

Con el fin de conservar en buen estado funcional todos los elementos que integran una subestación eléctrica, se realiza el servicio de mantenimiento preventivo; el cual consiste en la revisión física, limpieza, lubricación, apriete de conexiones, así como pruebas mecánicas, eléctricas y dieléctricas.

Lo anterior se realiza utilizando el equipo de protección personal, equipo contra arco eléctrico y herramienta adecuada, así como equipos de medición calibrados. Cabe mencionar que durante la ejecución del servicio, se cumplen las condiciones de seguridad establecidas en la norma NOM-029-STPS inherente al mantenimiento de instalaciones eléctricas en los centros de trabajo.

1.2 Estado de arte

1. Ekkachai Chaidee, Wiwat Tippachon, Fac. of Eng., Univ. of Technol. Lanna Chiang Rai, Chiang Rai, Thailand El transformador de potencia se ha degradado en sus condiciones de funcionamiento normal y anormal, las actividades de mantenimiento son vitales para restaurar la condición de nuevo a la condición normal. A pesar de que el mantenimiento preventivo tradicional es bien conocido y realizado con éxito, pero el método tuvo un alto costo.

2. Satish M. Mahajan, Miembro, Profesor, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computacional de la Universidad Tecnológica de Tennessee. La gestión de activos y las tendencias de mantenimiento preventivo en la industria de la energía eléctrica conducen a las crecientes exigencias de la evaluación de la condición del equipo operativo. Existe un gran interés en confirmar las limitaciones de carga de diferentes componentes del sistema eléctrico, ya sea relacionado con la generación, transmisión o distribución de energía eléctrica.

3.- *José Luis Bernal Agustín. Su libro es: trabajos y maniobras en alta tensión*, Esta obra tiene como objetivo principal mostrar las técnicas y los medios que deben emplearse, con el fin de realizar trabajos en instalaciones eléctricas de forma segura para evitar cualquier posible causa de accidente. Se ha elaborado para que resulte adecuado tanto para trabajadores que no poseen grandes conocimientos sobre temas eléctricos como para estudiantes o titulados técnicos.

4. Enriquez Harper. Autor del libro : Pruebas y mantenimientos a equipos eléctricos. El mantenimiento preventivo del equipo eléctrico se apoya en mucho en métodos lógicos, mediante los cuales se pueden identificar y localizar los problemas, y en base a esto, dar recomendaciones para reparaciones de emergencia, que permitan mantener el equipo en operación hasta que se puedan programar para salir de servicio; sugerir modificaciones a los procedimientos de operación y dar indicaciones para programas de inspección que aseguren una operación segura, eficiente y económica

5. Integración de Sistemas Eléctricos de Potencia, pruebas operativas que se llevan acabó en campo a los diferentes componentes de la instalación, ya sea individualmente o en conjunto, para energizar y poner en operación las subestaciones. Las pruebas, inspecciones y verificaciones que se deben efectuar a los equipos e instalaciones es para asegurar su correcto montaje, estado físico, funcionalidad y disponibilidad.

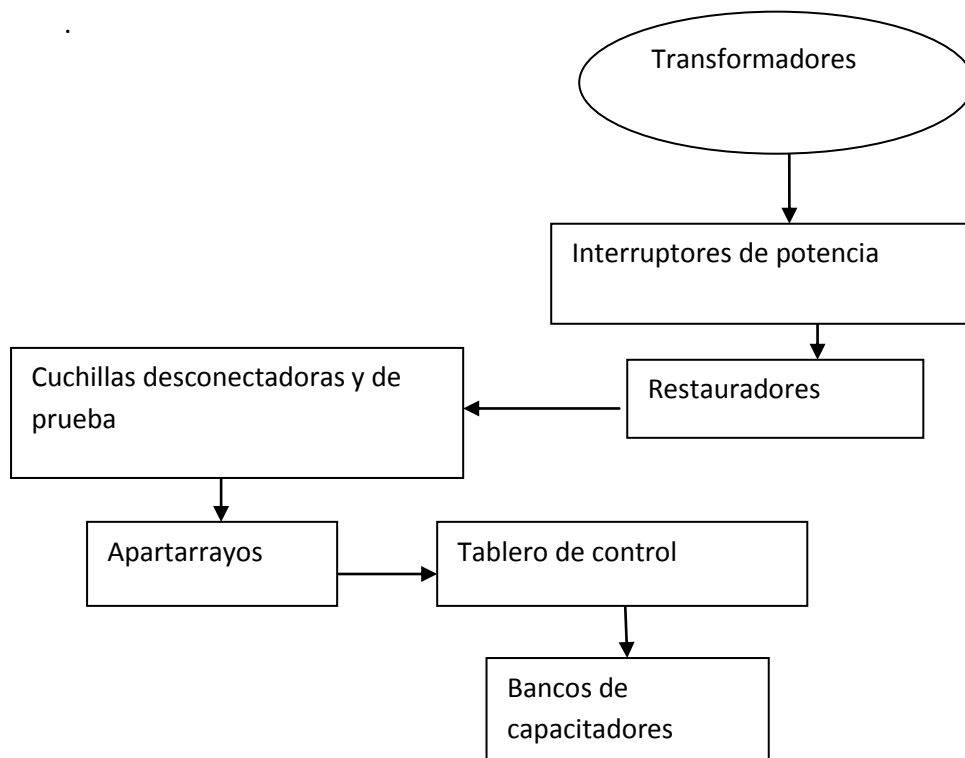
1.3 Justificación

En este proyecto realizado, uno como estudiante me sirvió para tener experiencia en el área del campo ya que aprende como hacer pruebas de calidad a los equipos primarios de las subestaciones ya que es importante para que los equipos estén en las mejores condiciones operativas, por lo mismo se reduce en un futuro las probabilidades de fallas que afectando lo económico a la empresa.

1.4 Objetivo

Establecer las pruebas preparativas que deberán realizar los Contratistas que ejecuten para la Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación obra en subestaciones de transmisión y/o distribución bajo la modalidad de Obra Pública Financiada, y en cuyo alcance están incluidos estos trabajos como parte de la puesta en servicio de la instalación.

1.5 Metodología



2. Fundamento Teórico

2.1 Transformador de potencia

Los transformadores de potencia son elementos esenciales en la transmisión de energía, son máquinas eléctricas estáticas con dos o más devanados, los cuales a través de inducción electromagnética, transforman un sistema de voltaje y corrientes alterna en otro sistema de voltajes y corrientes alternas usualmente de diferentes valores y con la misma frecuencia. Se le consideran “transformadores de potencia” cuando operan a potencias superiores a los 2 MVA.

La invención del transformador y el desarrollo simultáneo de las fuentes de potencia alterna eliminaron para siempre las restricciones referentes al alcance y al nivel de los sistemas de potencia. Un transformador cambia, idealmente, un nivel de voltaje alterno a otro nivel de voltaje sin afectar la potencia que se le suministra. Si un transformador eleva el nivel de voltaje en un circuito, debe disminuir la corriente para mantener la potencia que entra en el dispositivo igual a la potencia que sale de él.

De esta manera, a la potencia eléctrica alterna que se genera en un sitio determinado, se le eleva el voltaje para transmitirla a largas distancias con pocas pérdidas y luego se le reduce para dejarla nuevamente en el nivel de utilización final. Puesto que las pérdidas de transmisión en las líneas de un sistema de potencia son proporcionales al cuadrado de la corriente, al elevar con transformadores 10 veces el voltaje de transmisión se reduce la corriente en el mismo número de veces.

Y las pérdidas de transmisión se reducen 100 veces. Sin el transformador simplemente no sería posible utilizar la potencia eléctrica en muchas de las formas en que se utilizan hoy en día. El aislamiento eléctrico es el que evita la circulación de la corriente entre dos puntos que tienen diferente potencial eléctrico. Éste es parte constitutiva de todos los equipos e instrumentos eléctricos.

Además se puede decir, que es la base de la vida del equipo y se pueden encontrar en generadores, pararrayos, pasa tapas, disyuntores, transformadores, conductores, etc. La vida útil de los transformadores de potencia depende de la temperatura de los devanados, porque esta influye directamente en el deterioro del aislamiento del transformador.

2.1.1 Partes Constitutivas de un transformador

- **Parte Activa**

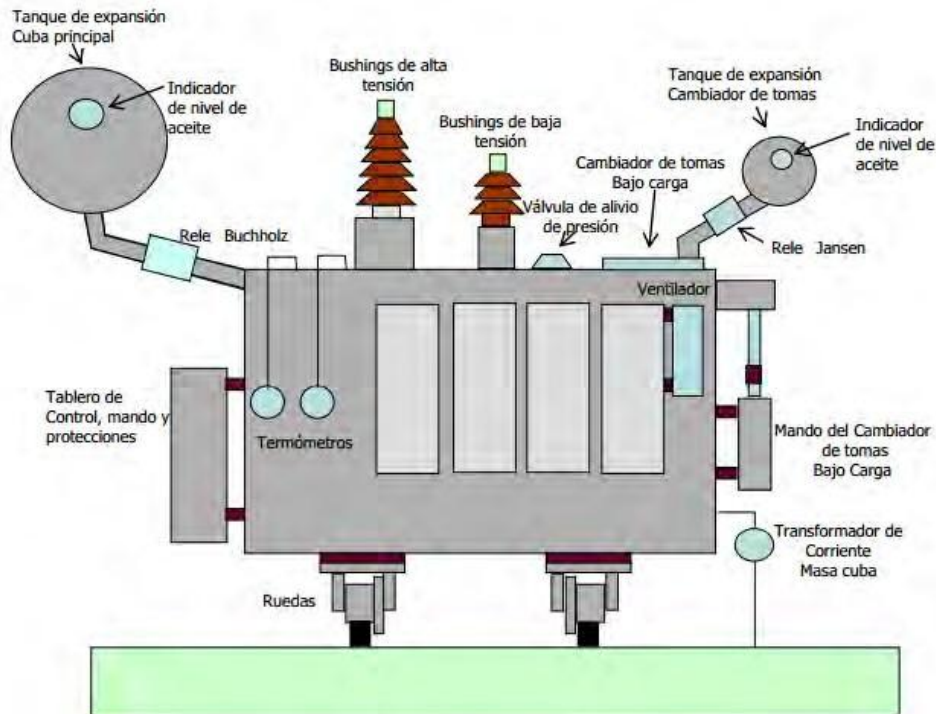
- Núcleo
- Devanados
 - Baja Tensión -BT
 - Alta Tensión-AT
- Estructura mecánica de prensado
- Conmutador
- Conexiones de AT y BT

- Tanque y tapa (proteger la parte activa, disipar el calor)

- **Accesorios**

- Cambiadores de derivaciones
- Termómetros
- Indicadores de nivel de Aceite
- Sistemas de preservación de aceite con compensador elástico
- Relé Buchholz
- Válvulas de sobrepresión
- Pasatapas
- Transformador de corriente tipo boquilla
- Otros

En la figura 2.1 se muestran los principales componentes externos de un transformador de potencia



2.1 Principales componentes externos de un transformador de potencia

El mantenimiento preventivo de los transformadores ha estado basado en la determinación de la resistencia de su aislamiento junto con la medición de la rigidez dieléctrica de su aceite. Sin embargo, se sabe ahora que pruebas como el factor de potencia del aislamiento, contenido de humedad, tensión interfacial, acidez, entre otras, son muy importantes para obtener un diagnóstico más acertado del estado del transformador.

Recientemente, el análisis de gases generados en el interior del transformador mediante cromatografía de gases se ha constituido en una herramienta poderosa a la hora de monitorear el estado en que se encuentra el transformador, sin necesidad de sacarlo de operación. El conjunto de pruebas eléctricas, físicas y químicas que se realizan tradicionalmente tanto al aceite como al aislamiento sólido son:

- **Pruebas realizadas al aceite dieléctrico**

Rigidez dieléctrica (D877-D1816)

Número de neutralización (D974)

Tensión interfacial (D971-D2285)

Color (D1500)

Contenido de agua (D1533)

Densidad relativa (D1298)

Factor de potencia (D924)

Inspección visual (D1524)

- **Pruebas realizadas al aislamiento sólido**

Prueba de resistencia de aislamiento

Prueba de factor de potencia del aislamiento

- **Pruebas adicionales**

Prueba de resistencia DC de devanados

Prueba de relación de transformación

Prueba de corriente de excitación

Prueba de núcleo a tierra

Prueba de termografía infrarroja

2.1.2 Origen de las fallas en los transformadores de potencia

Los transformadores de potencia son equipos integrados por componentes fijos, algunos de los cuales están solamente sometidos a las presiones derivadas de su propio peso y por lo tanto, no es posible concebir desgastes o rupturas de esos componentes por efectos de roce o torsión durante el funcionamiento normal de tales equipos.

En consecuencia, la gran mayoría de las fallas que ocurren en los transformadores tienen su origen en el sobrecalentamiento de sus partes energizadas. Este sobrecalentamiento, a su vez se debe a una de las causas siguientes: sobrecargas prolongadas a las cuales son sometidas dichos equipos, o deficiencias en el sistema de refrigeración del transformador.

Las deficiencias del sistema de refrigeración son generalmente ocasionadas por defecto o deterioro del aceite dieléctrico. Debido al envejecimiento natural del aceite, se forman dentro de éste compuestos orgánicos semisólidos los cuales, a partir de cierta concentración tienden a depositarse en las paredes de los elementos energizados del equipo.

Cuando estos compuestos se recalientan, se vuelven sólidos y resinosos, pudiendo llegar a obstruir completamente los conductos a través de los cuales circula el aceite impidiendo la refrigeración del transformador. La eliminación de esos compuestos semisólidos o lodos permite que el transformador de potencia continúe operando en forma adecuada y eficiente.

En la figura 2.2 se muestra el ciclo de vida de un transformador de potencia desde su fabricación a través de la especificación, hasta el fin de su vida útil.



Figura 2.2 Ciclo de vida de un transformador de potencia

2.1.3 Mecanismo de Degeneración del aceite Dieléctrico

Los aceites dieléctricos están formados por hidrocarburos que poseen una aceptable estabilidad a la oxidación. No obstante, esos hidrocarburos son constantemente activados por efecto de:

- Radiaciones solares
- Altas temperaturas a las cuales pueden ser sometidos
- Descargas eléctricas que pueden sucederse en el seno del aceite

Una vez que la molécula del hidrocarburo ha sido activada mediante los mecanismos anteriores, puede ser fácilmente afectada por los átomos o moléculas de oxígeno presente en el aceite y así se inician las reacciones de oxidación. Posteriormente esas reacciones de oxidación, ayudadas por la acción catalizadora del agua, los metales y las altas temperaturas presentes en el transformador, se hacen más complejas y dan como resultado la formación de compuestos de alto peso molecular.

2.1.4 Mantenimiento preventivo del aceite

Según el fabricante de aceites Puramín [5], el mantenimiento preventivo de los transformadores de potencia debe orientarse hacia el logro de los siguientes objetivos:

- Mantener la operación eficiente del equipo por el mayor tiempo posible y sin interrupciones imprevistas.
- Prevenir las fallas prematuras del equipo.
- Conservar las inversiones representadas por el transformador y el sistema eléctrico asociado a sus operaciones.

El tratamiento puede consistir, de acuerdo con la naturaleza de la deficiencia que se quiere corregir, en una o varias de las siguientes operaciones:

- Cambio del aceite.
- Secado del aceite.
- Secado del sistema dieléctrico.

2.1.5 Cambio de aceite

El cambio de aceite sólo se justifica cuando dicha operación va acompañada de una recirculación o lavado previo con aceite nuevo a alta temperatura, con lo cual se eliminaría parte del agua y del lodo contenido en el equipo. No ayuda mucho en el mantenimiento preventivo del transformador, ya que no disminuye considerablemente las cantidades de agua y lodo que pudieran existir en el transformador.

Cuando el grado de deterioro de aceite se encuentra bastante avanzado, es decir, cuando ya el lodo ha comenzado a precipitarse en el interior del equipo y la celulosa de papel dieléctrico ha logrado acumular una considerable cantidad de agua (mayor a 4.5% de humedad), solo cambio de aceite no modifica mucho la condición del transformador, si se toma en cuenta que el 99,75% del agua contenida en el equipo se encuentra diluida en la celulosa presente en el transformador.

No obstante, durante la operación de cambio de aceite de un transformador de potencia es conveniente tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Dejar drenar completamente todo el aceite contenido en el equipo.
- Procurar que el cambio de aceite se lleve a efecto en un ambiente seco o de baja humedad relativa. La temperatura del aceite debe ser lo más cercana posible a la del ambiente, pues de ser menor, el aceite condensará en su interior la humedad ambiental y si es mayor, tenderá a saturarse con ella.

Evitar la exposición prolongada del núcleo del transformador al aire húmedo o a cualquier otro gas con humedad relativa igual o mayor que 85%, con el fin de evitar que el papel dieléctrico y la madera que conforman la parte activa del transformador fijen la humedad contenida en el aire.

2.1.6 Secado del Aceite

Puede efectuarse mediante las operaciones convencionales siguientes:

- Filtrando el aceite húmedo a través de un medio secante o hidrófilo.
- La evaporación al vacío del agua contenida en el aceite.
- La combinación de una filtración a través de un medio hidrófilo mas la evaporación al vacío del aceite filtrado.

2.1.7 Filtrado del Aceite

Se realiza a través de un medio hidrófilo (papel seco o arcilla activada), esto disminuye la cantidad de humedad contenida en el aceite (disuelta o suspendida) y además elimina las partículas sólidas de lodo suspendidas en su interior, con lo cual disminuye considerablemente el grado de acidez del aceite. No obstante, el grado de secado obtenido de estos procesos es bastante deficiente en gran medida de la humedad relativa originalmente contenida en el aceite usado.

La filtración del aceite a través del papel secante se realiza en equipos cuya utilización ha sido bastante relegada actualmente por otros materiales. Para la filtración con arcilla se utilizan tanques cilíndricos en cuyo interior se encuentra dicho material finamente granulado. En la actualidad, también se consiguen en el mercado filtros de cerámica de porosidad micrométrica que eliminan casi totalmente la humedad y el lodo suspendidos en el aceite.

2.1.8 Evaluación de la Calidad del Sistema Aislante del Transformador

Cuando se realiza la inspección de un transformador, bien sea por rutina o por mantenimiento, se aplican en primera instancia una serie de pruebas preliminares que indican el estado en que se encuentra la unidad. En base a los resultados de estas pruebas, se tienen que tomar decisiones respecto al transformador, la de dejarlo fuera de servicio.

Debido a que las condiciones en que se encuentra no es prudente que continúe en operación y por lo tanto debe someterse a un mantenimiento o la de dejarlo en operación y programar un mantenimiento preventivo. Las decisiones sobre las condiciones del transformador, las acciones a seguir y el envío de una subestación móvil como relevo se realizará de acuerdo al análisis de los resultados de las pruebas eléctricas.

A continuación, a través de la guía de la Comisión Federal de Electricidad “Procedimientos de Prueba de campo para Mantenimiento Eléctrico en Subestaciones de Distribución” se realizará una descripción de las principales pruebas eléctricas a los transformadores de potencia.

2.1.9 Recomendaciones generales para realizar pruebas eléctricas al equipo primario

- a) Para equipos en operación, con base en los programas de mantenimiento, tramitar los registros y permisos correspondientes.
- b) Tener la seguridad de que el equipo a probar no esté energizado. Verificando la apertura física de interruptores y/o cuchillas seccionadoras.
- c) El tanque o estructura a probar debe estar puesto a tierra.
- d) Desconectar de la línea o de la barra los terminales del equipo a probar.
- e) En todos los casos, ya sea equipo nuevo, reparado o en operación, las pruebas que se realicen siempre deben estar precedidas de actividades de inspección o diagnóstico visual.
- f) Preparar los recursos de prueba indispensables como son: Instrumentos, Herramientas, Mesas de Prueba, etc.
- g) Preparar el área de trabajo a lo estrictamente necesario, delimitar el área de trabajo para evitar el paso de personas ajenas a la prueba, procurando se tengan fuentes accesibles y apropiadas de energía.

- h) Colocar los instrumentos de prueba sobre bases firmes y niveladas, verificando además la posición de trabajo de los equipos.
- i) Comprobar que los terminales de prueba estén en buenas condiciones y que sean las apropiadas.
- j) No aplicar voltajes de prueba superiores al voltaje nominal del equipo a probar.
- k) Durante las pruebas deben tomarse todas las medidas de seguridad personal y para el equipo.
- l) Anotar o capturar las lecturas de la prueba con todos aquellos datos que requiere el formato correspondiente (multiplicadores, condiciones climatológicas, etc.).
- m) Al terminar la prueba poner fuera de servicio el instrumento de prueba y poner a tierra nuevamente el equipo probado.

2.1.10 Prueba de Resistencia de Aislamiento

Un material aislante cuando se le aplica un campo eléctrico está compuesto por una resistencia en paralelo con un capacitor, como podemos apreciar en la figura 1. Cuando se le somete a un campo eléctrico, aparecen dos corrientes: una corriente capacitiva proveniente de la polarización de las cargas eléctricas y otra corriente resistiva producto del movimiento de los electrones por conducción de un lado del material al otro.

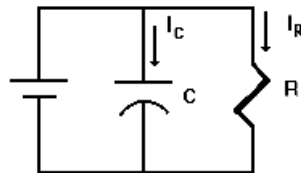


Figura 1 Circuito equivalente de un aislamiento en DC

La resistencia de aislamiento varía directamente con el espesor del aislamiento e inversamente con el área del mismo; cuando se aplica un voltaje de corriente directa a un aislamiento, la resistencia se inicia con un valor bajo y gradualmente va aumentando con el tiempo hasta estabilizarse. En la tabla 3.1 se muestran unos

voltajes de pruebas recomendados por la MEGGER en función de la tensión nominal del transformador o autotransformador.

Tabla 3.1 Voltajes recomendados por la MEGGER para medir la resistencia de aislamiento

Voltaje AC línea – línea nominal (V)	Voltaje de prueba DC (V)
< 1000	500
1000 – 2500	500 – 1000
2501 – 5000	1000 – 2500
5001 – 12000	2500 – 5000
> 12000	5000 – 10000

Graficando los valores de resistencia de aislamiento contra el tiempo, se obtiene una curva denominada absorción dieléctrica; indicando su pendiente el grado relativo de secado y limpieza o suciedad del aislamiento. Si el aislamiento está sucio o húmedo, se alcanzara un valor estable en uno o dos minutos después de haber iniciado la prueba y como resultado se obtendrá una curva con baja pendiente.

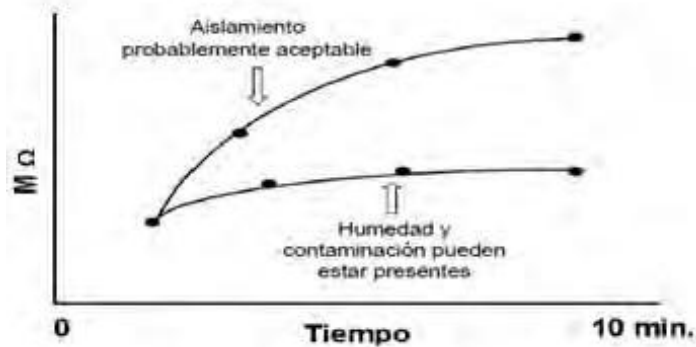


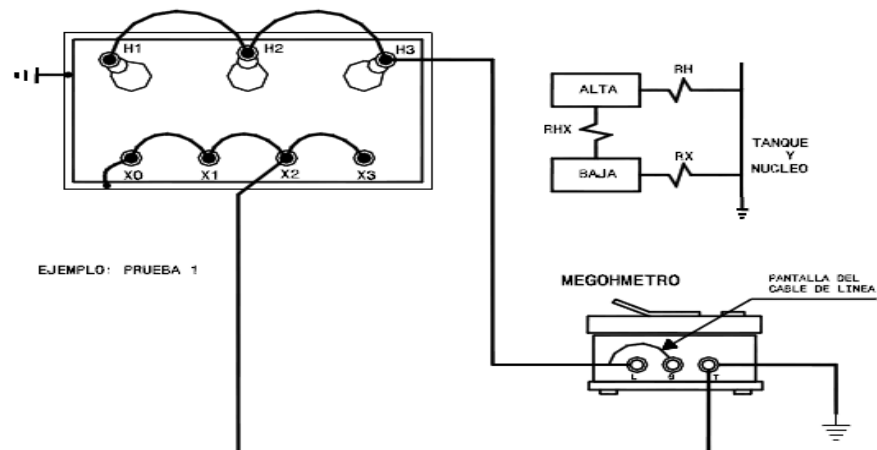
Figura 2 Resistencia de aislamiento con respecto al tiempo

La pendiente de la curva puede expresarse mediante la relación de dos lecturas de resistencia de aislamiento, tomadas a diferentes intervalos de tiempo durante la misma prueba. A la relación de 60 a 30 segundos se le conoce como “Índice de Absorción”, y a la relación de 10 a 1 minuto como “Índice de Polarización”. Los índices mencionados, son útiles para la evaluación del estado del aislamiento de devanados de transformadores de potencia y generadores

2.1.11 Conexiones para realizar la prueba

Al efectuar las pruebas de resistencia de aislamiento a los transformadores, hay diferentes criterios en cuanto al uso de la terminal de guarda del medidor. El propósito de este terminal es efectuar mediciones en mallas con tres elementos, (devanado de AT,yBtTanque). Para fines prácticos, en este procedimiento se considera la utilización del terminal de guarda del medidor.

Lo anterior permite discriminar aquellos elementos y partes que se desea no intervengan en las mediciones, resultando estas más exactas, precisas y confiables. En las figuras 2.1 y 2.2 se pueden observar las conexiones para realizar la prueba en transformadores de 2 y 3 devanados y autotransformadores.



EJEMPLO: PRUEBA 1

PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	H	—	X+Tq	RH+RHX
2	H	Tq	X	RHX
3	X	—	H+Tq	RX+RHX

EL TANQUE DEBE ESTAR ATERRIZADO
Tq= TANQUE

Figura 2.1 Transformadores de dos devanados

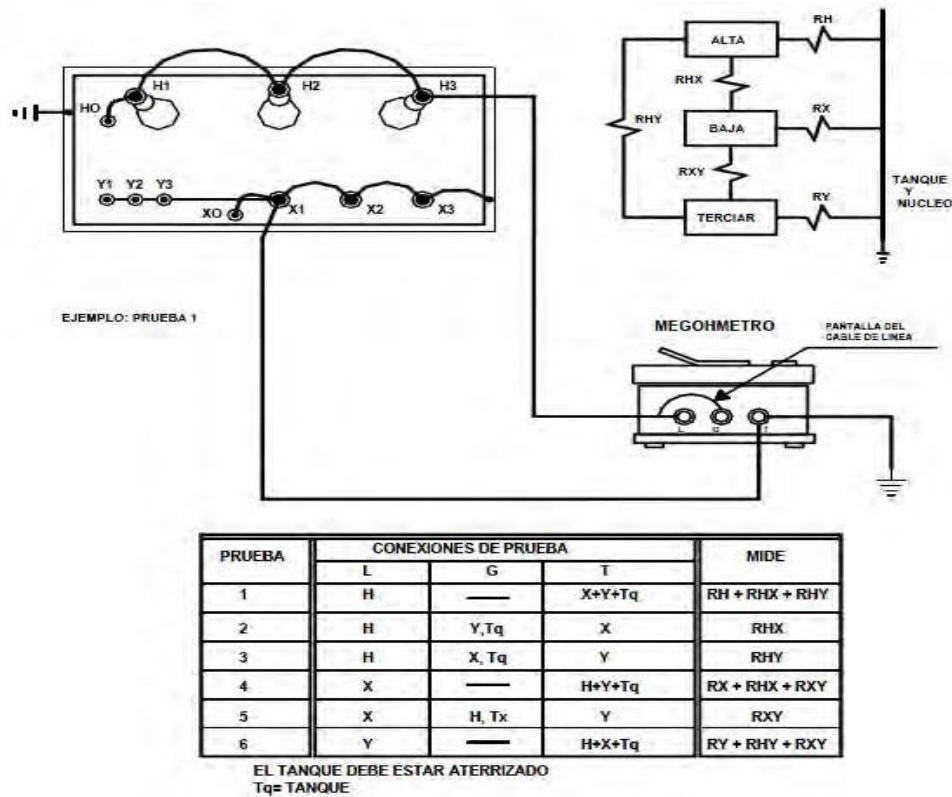


Figura 2.1 Transformadores de tres devanados

2.2 Alimentadores (interruptores)

Un interruptor de potencia debe ser sometido a pruebas de diferente naturaleza, con el objeto de verificar el correcto estado de sus componentes. Así entonces, es necesario probar sus aislamientos, su mecanismo de operación, sus cámaras interruptivas, sus contactos y algunos accesorios como las resistencias de pre-inserción en los interruptores de GVA y los capacitores en los del tipo multi-cámara de PVA.

Antes de describir las pruebas correspondientes a los aislamientos, y con el objeto de poder tener una mejor comprensión sobre las capacitancias y resistencias que influyen o intervienen en las diferentes pruebas mencionadas en este capítulo; se muestran a continuación dos diagramas con circuitos dieléctricos simplificados. El primero de ellos, corresponde al circuito establecido entre una boquilla energizada y tierra, con el interruptor en posición de ABIERTO, tal como se muestra en la figura 2.2

En el segundo, puede identificarse el circuito equivalente entre las distintas partes Energizadas (boquillas, conductores internos, contactos) y tierra, cuando el interruptor se encuentra en posición de CERRADO, como puede observarse en la figura 2.2

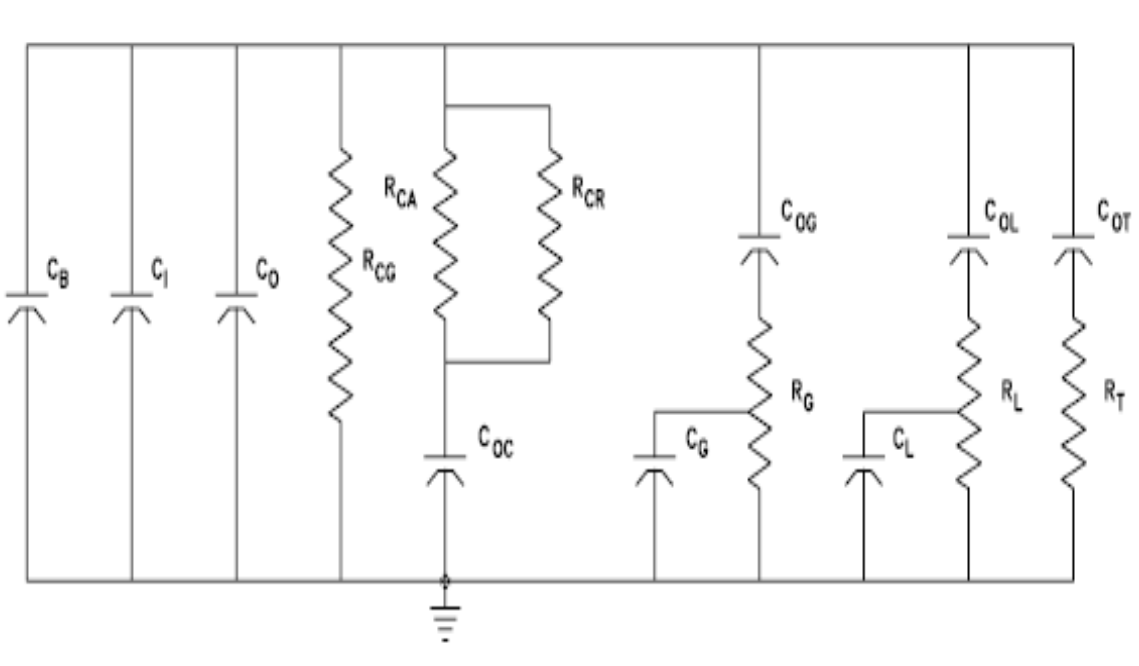


Fig. 2.2 diagrama simplificado del circuito dieléctrico entre una boquilla energizada y tierra, con el interruptor abierto

BOQUILLA ENERGIZADA

C_B = AISLAMIENTO DE BOQUILLAS

C_I = AISLADORES DEL BUS EXTERNO (DEBE DESCONECTARSE)

C_O = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y TIERRA

R_{CG} = MONTAJE DE LA GUIA CRUZADA (COMO OPUESTA A “V” O CAJA GUIA-VER R_G)

R_{CA} = MONTAJE DE CONTACTOS

R_{CR} = GRADIENTE DE LA RESISTENCIA DEL MONTAJE DE CONTACTOS O RESISTENCIA DE LA

PINTURA

COC = ACEITE ENTRE EL MONTAJE DE CONTACTOS Y TIERRA

COG = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y LA GUIA DE LA BARRA DE ELEVACION

(EXCEPTO PARA GUIA DE CRUZADAS, RCG)

RG = GUIA DE LA BARRA DE ELEVACION (EXCEPTO PARA GUIAS CRUZADAS, RCG)

CG = CAPACITANCIA DISTRIBUIDA ENTRE LA GUIA DE A BARRA DE ELEVACION Y TIERRA

COL = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y LA BARRA DE ELEVACION

RL = BARRA DE ELEVACION

CL = CAPACITANCIA DISTRIBUIDA ENTRE LA BARRA DE ELEVACION Y TIERRA

COT = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y LA CUBIERTA DEL TANQUE

RT = CUBIERTA (O FORRO) DEL TANQUE.

C´G = CAPACITANCIA DISTRIBUIDA ENTRE LA GUÍA DE A BARRA DE ELEVACIÓN Y TIERRA

R´L = BARRA DE ELEVACIÓN

C´OT = ACEITE ENTRE CONDUCTORES ENERGIZADOS Y LA CUBIERTA (O FORRO) DEL TANQUE

R´T = CUBIERTA (O FORRO) DEL TANQUE

C´A = AISLADORES SOPORTE DE LOS CONTACTOS AUXILIARES

2.2.1 Resistencia de aislamiento.

Las pruebas de resistencia de aislamiento en interruptores de potencia son importantes, para conocer las condiciones de sus aislamientos. En los interruptores de gran volumen de aceite se tienen elementos aislantes de materiales higroscópicos, como son el aceite, la barra de operación y algunos otros que intervienen en el soporte de las cámaras de

arqueo; también la carbonización del aceite causada por las operaciones del interruptor y la extinción del arco eléctrico.

Estos ocasionan contaminación de estos elementos, y por consiguiente una reducción en la resistencia del aislamiento. La prueba de resistencia de aislamiento se aplica a otros tipos de interruptores, como los de pequeño volumen de aceite, de vacío y SF₆ en los que normalmente se usa porcelana como aislamiento.

2.2.2 Factor de potencia del aislamiento.

Al efectuar las pruebas de Factor de Potencia, intervienen las boquillas, y los otros Materiales que forman parte del aislamiento (aceite aislante, gas SF₆, vacío, etc.).

Al efectuar la prueba de Factor de Potencia el método consiste en aplicar el potencial de prueba a cada una de las terminales del interruptor.

Las pérdidas dieléctricas de los aislamientos no son las mismas estando el interruptor abierto que cerrado, porque intervienen diferentes aislamientos.

Con el interruptor cerrado intervienen dependiendo del tipo de interruptor, las pérdidas en boquillas y de otros aislamientos auxiliares. Con el interruptor abierto intervienen también dependiendo del tipo de interruptor, las pérdidas en boquillas y del aceite aislante.

Interpretación de resultados para la evaluación del aislamiento.

Para la interpretación de resultados de factor de potencia en los interruptores de gran volumen de aceite, se recomienda analizar y comparar las pérdidas dieléctricas que resulten de las pruebas con interruptor en posición de abierto y cerrado. La diferencia de las pérdidas obtenidas en la prueba con el interruptor cerrado menos la suma de las pérdidas de la misma fase con interruptor abierto, se utilizan para analizar las condiciones del aislamiento (se le denomina índices de pérdidas del tanque).

I.P.T. = (pérdidas con interruptor cerrado)-(suma de pérdidas con interruptor abierto).

I.P.T. = Índice de Pérdidas de Tanque.

guía para el análisis del valor obtenido en el índice de pérdidas del tanque:

Condición normal

-10 mw a + 7.5 mw 2500 volts

-0.10 w a + 0.05 w 10000 volts

Condición anormal no peligrosa

entre -10 mw y -15 mw 2500 volts

entre -0.10 w y -0.20 w 10000 volts

Se recomienda realizar pruebas con mayor frecuencia al conjunto de la barra guía de elevación, contactos y parte superior de la barra de elevación.

Condición anormal peligrosa

mayor a -15 mw 2500 volts

mayor a -0.20 w 10000 volts

Se recomienda investigar el conjunto de la barra guía de elevación, contactos y parte superior de la barra de elevación.

Condición anormal no peligrosa

entre +7.5 mw y +15 mw 2500 volts

entre +0.05 W y +0.10 W 10000 Volts

Se recomienda realizar pruebas con mayor frecuencia a la barra de elevación, al aceite, al aislamiento del tanque y al brazo aislado de soporte de contactos.

2.3.- APARTARRAYOS

El apartarrayo es un dispositivo que su principal elemento activo son los varistores de óxido metálico cuya característica principal es su no linealidad. El apartarrayo es un dispositivo que sirve para eliminar sobretensiones transitorias de las líneas de distribución eléctrica. Estas sobretensiones se producen por descargas atmosféricas sobre las líneas o por cambios repentinos en las condiciones del sistema (como operaciones de apertura/cierre, fallas, cierre de cargas, etc.) mostrado en la figura 1.7.1.

Clases o categorías

*Baja tensión.

*Clase distribución.

*Clase intermedia.

*Clase estación.



Figura 2.3 Apartarrayos.

Las ondas que se presentan durante una descarga atmosférica viajan a la velocidad de la luz y dañan al equipo si no se tiene protegido correctamente. El apartarrayo, dispositivo que se encuentra conectado permanentemente en el sistema, opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra.

2.3.1 MANTENIMIENTO Y PRUEBAS A APARTARRAYOS

El programa de actividades que se sugiere para desarrollar y llevar a cabo un adecuado mantenimiento preventivo a los apartarrayos se muestra en la figura 2.3.1.

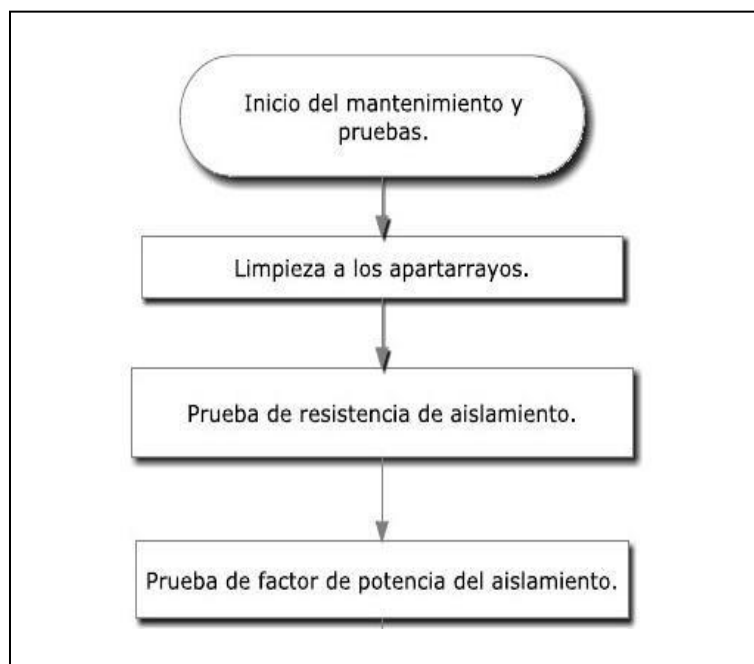


Figura2.3.1 Programa para el Mantenimiento preventivo y pruebas a los apartarrayos.

2.3.2 LIMPIEZA A LOS APARTARRAYOS

Para limpiar los apartarrayos se debe de emplear un disolvente llamado dieléctrico. La forma de limpiar los apartarrayos por completo es frotarlos con un paño limpio y utilizar el disolvente antes mencionado esto con el fin de retirar las acumulaciones de polvo como se muestra en al fig 2.3.2

Se debe tener cuidado de no golpear la superficie de los apartarrayos para no dañar o provocar una fisura o porosidad en la porcelana de los equipos.

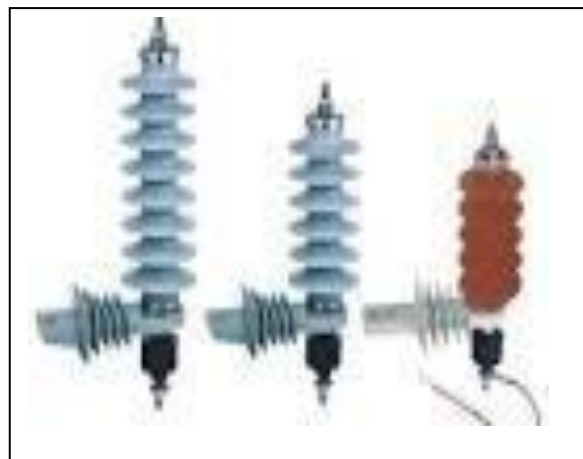


Figura4.8.1 Limpieza general a los apartarrayos.

2.3.3 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Con el objeto de determinar mediante pruebas dieléctricas el posible deterioro o contaminación en apartarrayos de una sección, o en unidades de varias secciones, se efectúan las pruebas de resistencia de aislamiento. Con la prueba de resistencia de aislamiento se detecta.

- a) Contaminación por humedad y/o suciedad en las superficies internas de porcelana.
- b) Entre-hierros corroídos.
- c) Porcelana fisurada, porosa o rota.

Algunas recomendaciones que se deben seguir cuando se realiza la prueba de aislamiento son.

- a) Drenar cargas estáticas, a través de un conductor conectado sólidamente a tierra.
- b) Limpiar perfectamente la porcelana o el envoltente polimérico y puntos de conexión para pruebas, quitando el polvo
- c) Preparar el equipo de prueba.
- d) Utilizar la mayor tensión de prueba del equipo (2.5 o 5 kV).
- e) Tomar la lectura al minuto y anotarla en el formato de prueba.

Interpretación de resultados

Los valores de resistencia de aislamiento en apartarrayos son variables; dependiendo de la marca y tipo, estos oscilan desde 500 hasta 50,000 megaohms, Conexión para realizar la prueba de resistencia de aislamiento. En la figura 2.3.3 se ilustran el diagrama de conexión de circuitos de prueba para determinar la resistencia de aislamiento de los apartarrayos de una o varias secciones respectivamente.

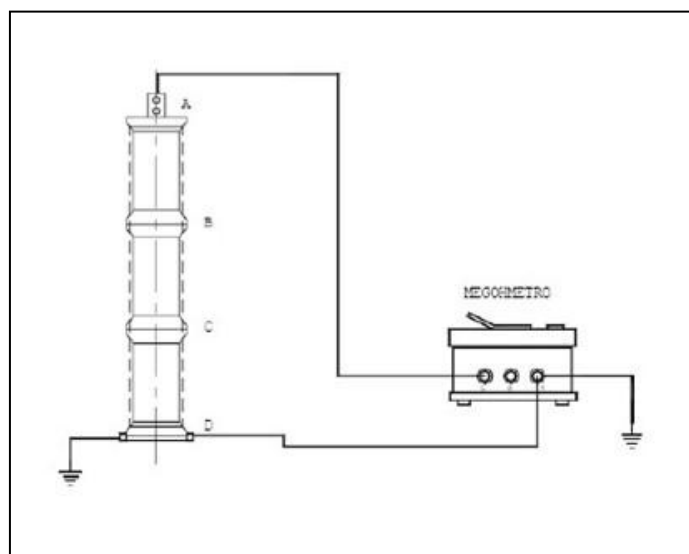


Figura 2.3.3 Prueba de resistencia de aislamiento a los apartarrayos.

2.3.4 PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO

El objeto de efectuar la prueba de factor de potencia en apartarrayos nos sirve para detectarlas pérdidas dieléctricas, producidas por contaminación o suciedad en los elementos porcelanas despostilladas, porosas, envolventes poliméricos degradados, etc. Algunas recomendaciones que se deben efectuar antes de la prueba son las siguientes.

- a) Drenar cargas estáticas, a través de un conductor conectado sólidamente a tierra.
- b) Limpiar perfectamente la porcelana o la envolvente polimerico, quitando polvo, humedad o agentes contaminantes.
- c) Preparar el equipo de prueba.

Interpretación de resultados

Con las pruebas de factor de potencia se obtienen las pérdidas dieléctricas de los apartarrayos en mW o W dependiendo del equipo de prueba que se utilice.

Conexión para realizar la prueba de factor de potencia del aislamiento

En la figura 2.3.4 y 2.3.4.1 se ilustran el diagrama de conexión de circuitos de prueba para determinar el factor de potencia del aislamiento de los apartarrayos de una o varias secciones respectivamente.

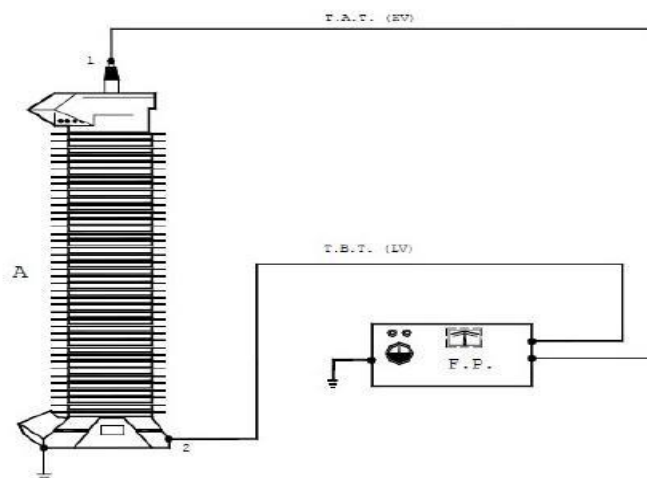


Figura 2.3.4 Prueba de potencia del aislamiento a los apartarrayos de una sección.

de factor

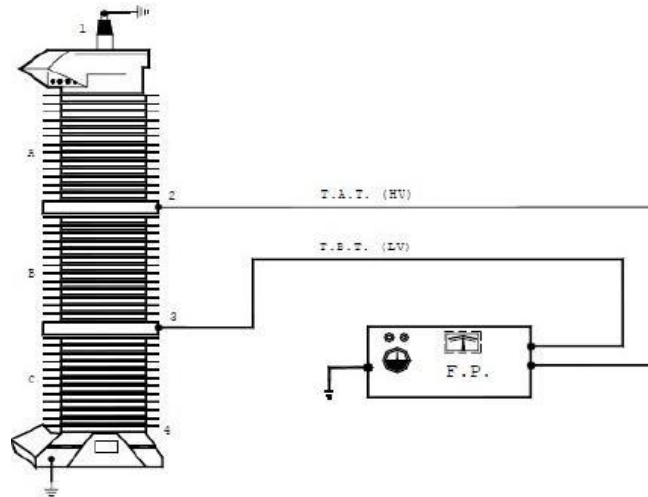


Figura 2.3.4.1 Prueba de factor de potencia del aislamiento a los apartarrays de varias secciones .

2.3.5 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

Para medir la resistencia se utiliza un instrumento denominado telurómetro. Este aparato se basa en el método de compensación y funciona con un generador magneto de c.a., que lleva un transformador en serie de relación exacta, es decir que la intensidad por el primario es siempre igual a la del secundario. La medición del valor óhmico de un electrodo de puesta a tierra se realiza por dos razones:

- * Revisar su valor, posterior a la instalación y previo a la conexión del equipo, contra las especificaciones de diseño.

- *Como parte del mantenimiento preventivo, para confirmar que su valor no ha aumentado sustancialmente respecto del valor medido originalmente o de su valor de diseño.

El telurómetro requiere tres conexiones para realizar la medida de la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Las conexiones que se deben realizar se presentan en la figura 2.3.5

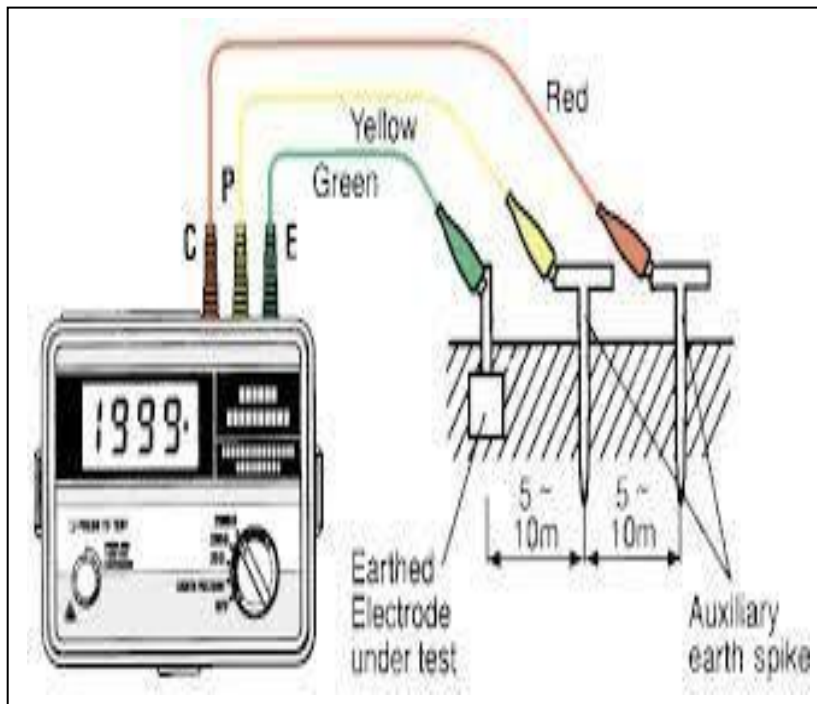


Figura 2.3.5 Medición de la Resistencia del Electrodo de Puesta Tierra

2.4 TABLEROS DE CONTROL Y COMANDO, PROTECCIONES Y MEDICIONES

Un tablero Metal Clad está conformado por varios gabinetes metálicos o secciones firmemente ensambladas y autosoportadas con divisiones metálicas aterrizadas, conteniendo en su interior el equipamiento requerido para cumplir su función operativa. Estos tableros cuentan con el equipo para poder operar en condiciones de servicio normal, instalación interior y servicio continuo; son utilizados predominantemente en subestaciones de distribución.

Que por su ubicación geográfica requieren de espacios reducidos para su operación, enclavados principalmente en zonas densamente pobladas. Este diseño es de una alta confiabilidad y seguridad en su operación además de ofrecer un mejor aspecto visual al medio. Esto no limita que los tableros Metal Clad se utilicen en otras áreas, donde la influencia de agentes externos (animales, vandalismo, etc) pueda ocasionar daños irreversibles al equipo que convencionalmente es instalado a la intemperie.

El equipo primario que conforma este tipo de tableros es el mismo que el de una subestación convencional; solo que este es diseñado (interruptores, aisladores soporte, etc) con un nivel básico de aislamiento menor debido al servicio de tipo interior al que opera.

2.4.1 Interruptores

Los interruptores utilizados en tableros Metal Clad son de tipo removible, intercambiables, con un mecanismo para introducirlo y extraerlo manualmente, en tres posiciones definidas desconectado, conectado y prueba. El desplazamiento hacia cualquiera de estas posiciones se realiza con la puerta cerrada. En posición de prueba los interruptores tienen los contactos principales desconectados de la línea y de la carga y debido a los bloqueos mecánicos con que cuenta éste, no puede ser insertado al tablero cuando esta en la posición de cerrado.

Los interruptores instalados en un tablero Metal Clad no cuentan con boquillas y se encuentran alojados dentro de celdas independientes aisladas entre sí, según las características particulares de cada equipo pueden operar por diferentes medios de extinción (vacío, gas SF₆, soplo magnético y pequeño volumen de aceite). Por las ventajas que ofrecen y las necesidades operativas actuales los interruptores con medio de extinción en vacío son los de uso más generalizado.

2.4.1.1 Pruebas de resistencia de aislamiento

Las pruebas de resistencia de aislamiento en estos interruptores son importantes para conocer las condiciones de los aislamientos que los conforman. Los aislamientos soportes del interruptor tienen la función mecánica de fijar y asegurar las cámaras de extinción del interruptor que a su vez se interconectan con las barras de enganche del tablero, además que eléctricamente aíslan estos elementos de tierra (gabinete del interruptor).

El aislamiento adicional varía dependiendo de la marca y tipo de cada interruptor siendo los más comunes los elementos separadores entre fases y los aislamientos de las barras de accionamiento cuya finalidad es la de asegurar el aislamiento entre fases y a tierra, en la parte interna del interruptor.

2.4.1.1.1 Recomendaciones para hacer la prueba

- a) Extraer el interruptor del interior del tablero Metal Clad
- b) Retirar polvo o agentes contaminantes de los elementos aislantes
- c) Conectar la estructura del gabinete del interruptor a la tierra física y a la terminal de tierra del medidor
- d) Efectuar la prueba cuando la humedad relativa sea menor del 75%
- e) Para efectuar la prueba se aplican 2500 o 5000 volts

2.4.1.1.2 CONEXIONES PARA HACER LA PRUEBA

En la figura 2.4 se ilustran las conexiones de los circuitos de prueba para la medición de resistencia de aislamiento para interruptores en tableros Metal Clad

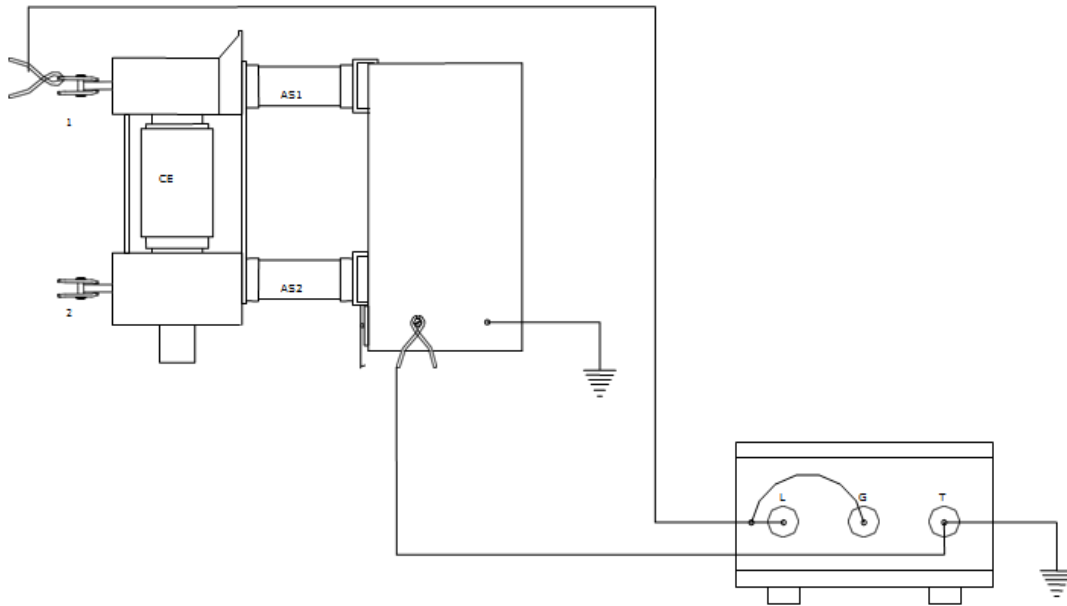


FIG. 2.4 INTERRUPTORES DE VACIO, GAS SF6, ACEITE Y SOPLO MAGNETICO

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EJEMPLO PRUEBA 1

PRUEBA	POSICION DEL INTERRUPTOR	CONEXIONES			MIDE
		L	G	T	
1	ABIERTO	1	-	E	AS1, ES
2	ABIERTO	2	-	E	AS2,ES,BA
3	ABIERTO	3	-	E	AS3,ES
4	ABIERTO	4	-	E	AS4,ES,BA
5	ABIERTO	5	-	E	AS5, ES
6	ABIERTO	6	-	E	AS6,ES,BA
7	CERRADO	1-2	-	E	AS1,ES,AS2,BA
8	CERRADO	3-4	-	E	AS3,ES,AS4,BA
9	CERRADO	5-6	-	E	AS5,ES,AS6,BA

AS.- AISLAMIENTO SOPORTE
ES.- ELEMENTO SEPARADOR

BA.- BARRA DE ACCIONAMIENTO
E.- ESTRUCTURA

2.4.1.1.3 Interpretación de resultados

Las lecturas en los valores de resistencia de aislamiento en esta clase de interruptores por lo general son altas, así que una lectura baja es indicativo de un deterioro de alguno de sus aislamientos o presencia de humedad. En los interruptores de vacío, gas SF₆, aceite y soplo magnético los valores de resistencia de aislamiento deben de ser superiores a los 100,000 mega ohms.

Para bajos valores obtenidos en la medición de resistencia de aislamiento se requiere complementar con pruebas segmentadas a cada uno de los elementos que componen el interruptor para determinar exactamente cuál es el aislamiento que origina la reducción en la medición y complementar con los resultados de las pruebas de factor de potencia al interruptor.

En los interruptores de pequeño volumen de aceite los bajos valores en la medición de resistencia de aislamiento pueden ser originados por contaminación del aceite aislante derivado por la presencia de productos generados en la extinción del arco o deterioro en algún elemento soporte o barras de accionamiento verificar siempre que las resistencias calefactoras en cada una de las celdas del tablero estén funcionando correctamente, dado que esto puede ser una causa que origine un bajo valor de la resistencia de aislamiento.

2.4.2 Prueba de factor de potencia

Con esta prueba se analiza la condición dieléctrica de los aislamientos que conforman al Interruptor como son: los elementos de soporte y los aislamientos internos, según el diseño de cada fabricante. El método para realizar la prueba de factor de potencia consiste en aplicar potencial a cada uno de los brazos o terminales del interruptor refiriendo las mediciones a tierra en el método gst-ground. En este tipo de interruptores las pérdidas registradas por el equipo de medición de factor de potencia tienden a ser relativamente bajas debido al poco aislamiento que conforma al interruptor.

2.4.2.1 Recomendaciones para realizar la prueba

- a) Extraer el interruptor del interior del tablero Metal Clad
- b) Retirar polvo o agentes contaminantes de los elementos aislantes
- c) Conectar la estructura del gabinete del interruptor a la tierra física y a la terminal de tierra del medidor
- d) Efectuar la prueba cuando la humedad relativa sea menor del 75%
- e) Esta prueba se puede realizar aplicando 2.5 ó 10 KV

2.4.2.2.1 Interpretación de resultados

Para la interpretación de resultados de factor de potencia en interruptores de vacío, gas SF₆ y soplo magnético se recomienda analizar y comparar las pérdidas dieléctricas con las pruebas anteriores o bien contra las realizadas a interruptores del mismo tipo o marca. Para interruptores de bajo volumen de aceite, un aumento en las pérdidas dieléctricas puede ser originado por un deterioro del aceite aislante en la cámara interruptiva a causa de los productos generados en el proceso de extinción de arco eléctrico.

2.4.3 Prueba de resistencia entre contactos

Los puntos con alta resistencia en partes de conducción, originan caídas de voltaje, generación de calor, pérdidas de potencia y por tanto puntos calientes. Esta prueba se realiza con el interruptor cerrado inyectando una corriente (que varía de acuerdo al equipo que se esté utilizando) y la oposición que esta encuentra a su paso se considera como la resistencia entre contactos.

En los interruptores de vacío, gas SF₆, soplo magnético y aceite se utiliza el mismo procedimiento para realizar la prueba, la cual consiste en efectuar la medición entre los dedos de contacto por fase, considerando que si se obtiene algún valor fuera de rango se deben efectuar pruebas segmentadas para determinar la sección del polo en donde se encuentra la alta resistencia.

2.4.3.1 Recomendaciones para realizar la prueba

- a) Extraer el interruptor del interior del tablero Metal Clad
- b) Retirar polvo o agentes contaminantes
- c) Conectar la estructura del gabinete del interruptor a la tierra física y a la terminal de tierra del medidor
- d) Al realizar esta prueba deben conectarse las terminales del medidor al punto más cercano a los dedos de contacto.

2.4.3.2 Interpretación de resultados

Esta prueba permite detectar problemas por alta resistencia entre contactos, que puede ser ocasionada por uno o varios elementos que conforman al interruptor que van desde las barras de ensamble hasta los contactos fijos y móviles de la cámara interruptiva. Los valores de las mediciones obtenidas pueden variar de acuerdo al tipo y diseño del Equipo, debiendo cumplir la norma correspondiente o en su caso los instructivos de los Fabricantes.

Para interruptores de vacío, gas SF₆ y soplo magnético los valores de resistencia entre contactos por fase no deberá exceder de 120 microhms y en los casos de bajo volumen de aceite no se deberán exceder valores de 150 microhms considerando siempre las características particulares de cada equipo.

2.4.4 Tiempo de operación y simultaneidad de cierre y apertura

El objetivo de la prueba es determinar los tiempos de operación de los interruptores instalados en Tableros Metal Clad en sus diferentes formas de maniobra, así como verificar la simultaneidad de los polos o fases. Existen varios tipos y marcas de equipos de prueba que pueden ir desde los de operación motorizada hasta automáticos y digitales.

2.4.4.1 Recomendaciones para realizar la prueba

- a) Extraer el interruptor del interior del tablero Metal – Clad
- b) Retirar polvo o agentes contaminantes
- c) Conecte a la estructura del gabinete la terminal de tierra del medidor

2.4.4.2 Interpretación de resultados

Tiempo de apertura: Es el intervalo de tiempo que tarda el interruptor en abrir, desde que recibe la señal de apertura estando el interruptor cerrado hasta que hay la separación de contactos de cada una de las fases. Este no debe exceder de 50 milisegundos

Tiempo de cierre : Es el intervalo de tiempo que tarda el interruptor en cerrar, desde que recibe la señal de cierre estando el interruptor abierto hasta que cierra, midiendo éste en cada una de las fases. Este no debe exceder de 80 milisegundos Para evaluar la simultaneidad entre fases, es necesario considerar la máxima diferencia entre los instantes que se tocan los contactos durante el cierre o cuando se separan durante la apertura y no debe exceder de ½ milisegundo.

2.4.5 Buses y barras

Los buses o barras de un tablero Metal Clad están soportados por aisladores a base de Resina epóxica moldeada, otros materiales aislantes moldeados o mangas termocontráctiles que son materiales que evitan la propagación de incendios, resistentes a la erosión por esfuerzos dieléctricos y libres de mantenimiento para toda la vida útil del tablero, las partes del circuito primario, tales como interruptores, transformadores de potencial, acometidas, cubículo de control, etc, están confinadas completamente por medio de barreras metálicas conectadas a tierra.

La celda o sección del interruptor, está dotada de una cortina metálica para prevenir la Exposición de las partes vivas del circuito cuando el interruptor removible está en la posición de prueba o fuera del tablero. Cabe señalar que existen tableros que por su año De fabricación no cumplen con estos requerimientos y deben tomarse las consideraciones especiales para su revisión y mantenimiento.

2.4.5.1 Resistencia de aislamiento

La prueba de resistencia de aislamiento a las barras de un tablero Metal Clad se efectúa durante la puesta en servicio así como también en forma rutinaria para detectar fallas incipientes en los aisladores que lo soportan. Cabe mencionar que ya estando en servicio los tableros, deben de extremarse las medidas de seguridad antes de efectuar este tipo de pruebas, considerando siempre que el tablero debe de estar desenergizado por completo.

El equipo para realizar estas pruebas es el medidor de resistencia de aislamiento, el método utilizado es el de tiempo corto aplicando 5,000 volts durante un minuto.

2.4.5.2 Preparación para realizar la prueba

Antes de realizar la prueba de resistencia de aislamiento es necesario limpiar la superficie de los aisladores, con la finalidad que la contaminación o suciedad no influya en los resultados de la prueba. Es necesario desconectar, hasta donde sea posible, los cortacircuitos, apartarrayos y extraer de sus celdas los carros de los gabinetes de los interruptores, transformadores de servicios propios y transformadores de potencial para que no influyan en la medición tomada durante la prueba.

3 Desarrollo

3.1 Métodos de prueba con el equipo para medición de factor de potencia.

a) ESPECIMEN ATERRIZADO.- Se prueba en GST (Ground Specimen Test- Especimen bajo prueba aterrizado). Cuando el selector de LV se coloca en posición GROUND, el cable LV es conectado a potencial de tierra. De esta forma el cable de bajo voltaje (LV) puede ser utilizado para aterrizar el espécimen bajo prueba. Es también posible aterrizar el espécimen, utilizando la terminal de tierra del cable de alto voltaje (HV). Otra forma es aterrizar directamente a tierra.

b) ESPECIMEN GUARDADO.-

Se prueba en GST-GUARD. Cuando el selector del LV se coloca en posición GUARD, el cable LV es conectado a guarda del equipo de prueba, La simple diferencia entre las dos figuras es la posición de la conexión del cable LV con respecto al medidor de mVA (milivoltamperes) y mW (miliwatts). La conexión a guarda también puede ser posible si se utiliza la terminal de guarda del cable HV.

c) ESPECIMEN NO ATERRIZADO.-

Se prueba en UST (Ungrounded Specimen Test). Cuando el control de LV se coloca en posición UST (Figura 2.9c), solamente la medición de MVA y MW se efectúa a través del cable LV. Se puede observar como el punto de conexión de guarda y tierra son comunes, de este modo la medición de mVA y mW no es realizada a través de tierra.

CONCLUSIONES:

Primera: Si se utiliza el método GST, lo que no se quiera medir se conecta a guarda.

Segunda: Si se utiliza el método UST, lo que no se quiera medir se conecta a tierra.

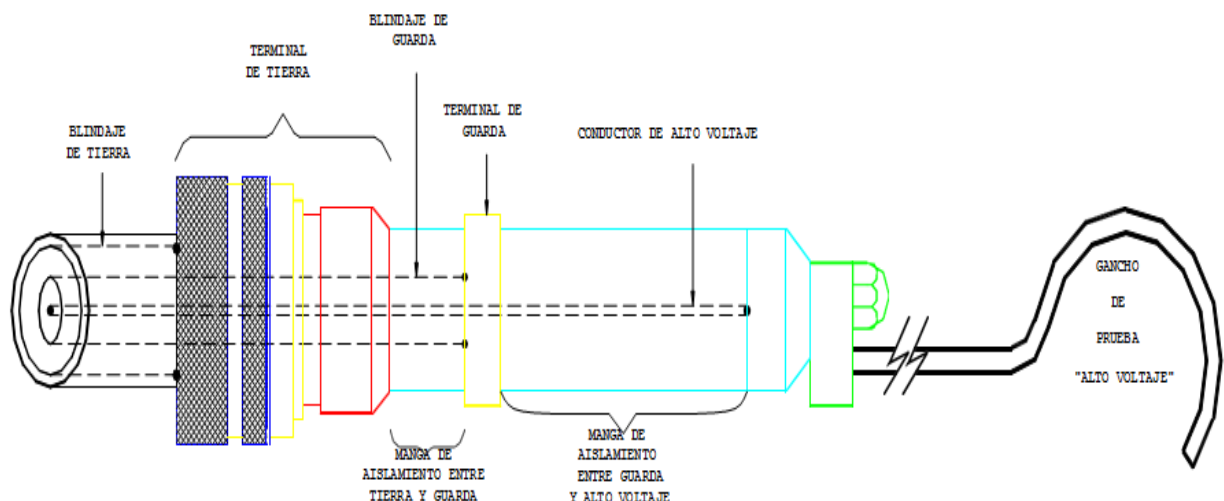


Fig.1 Terminal de alto voltaje.

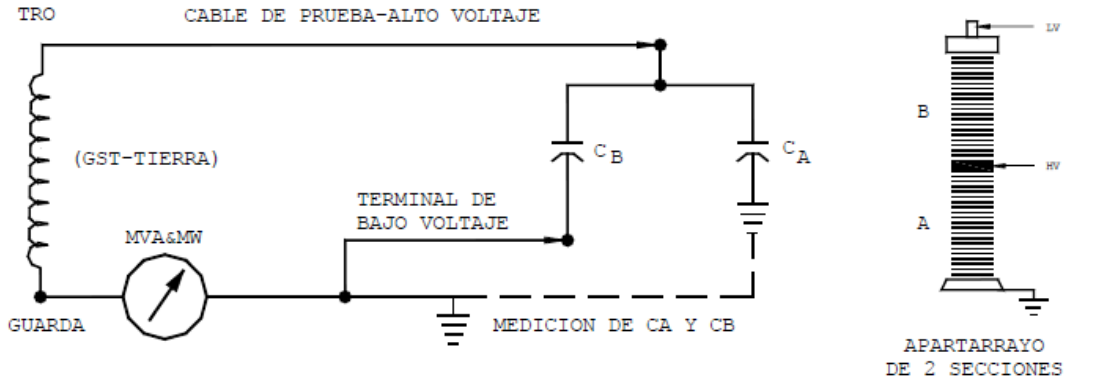


Fig. 1.2 posición del cable de bajo voltaje-tierra

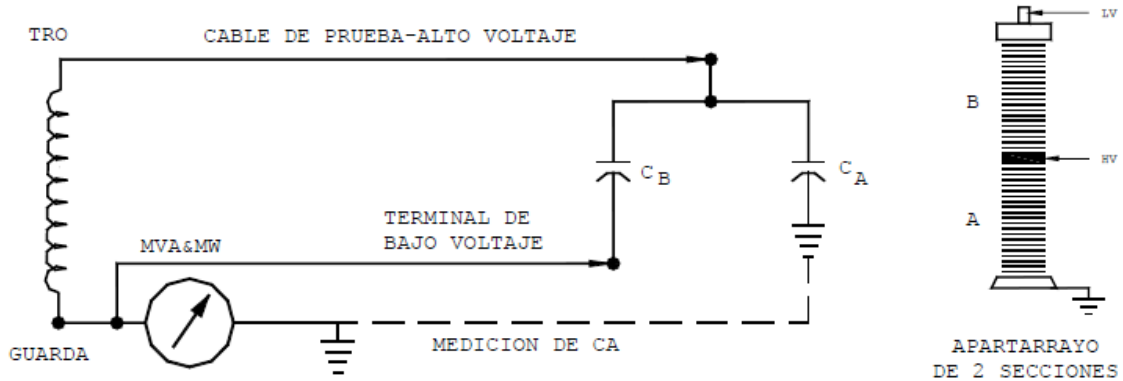


Fig. 1.3 Posición del cable de bajo voltaje-guarda

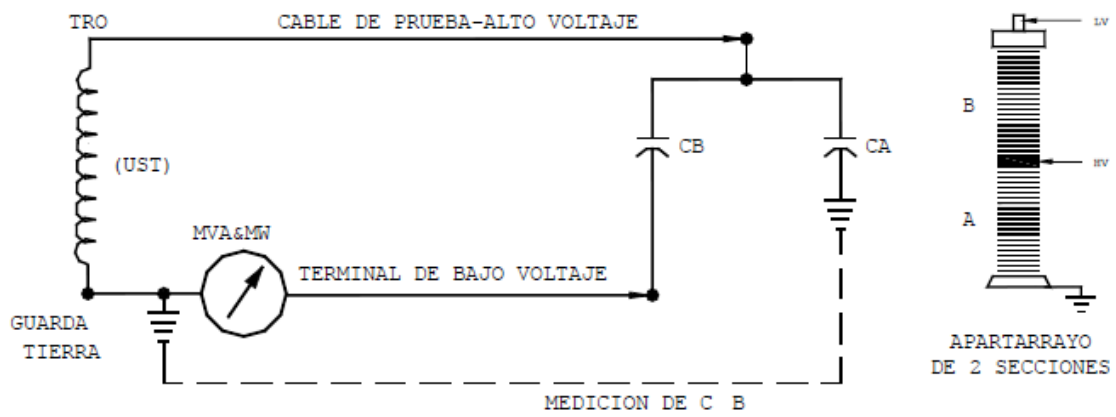


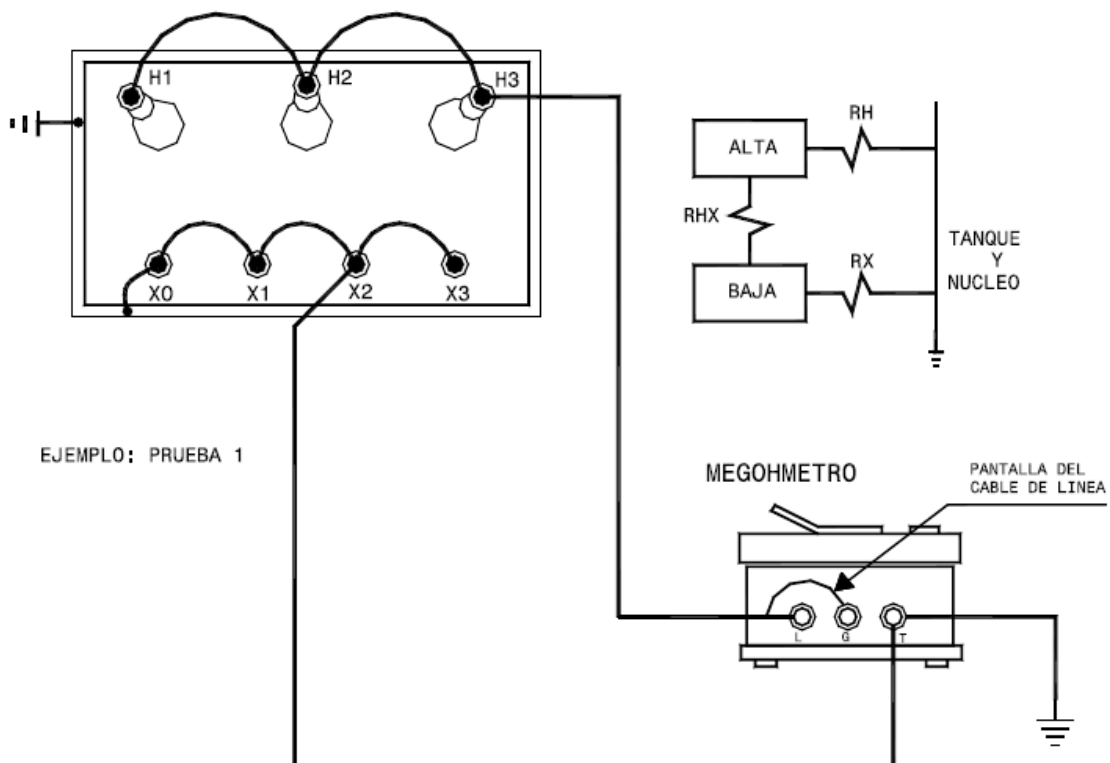
Fig. 1.4 Posición del cable de bajo voltaje-ust

3.1.1 Consideraciones

Para la interpretación de resultados de prueba, es necesario el conocimiento de valores típicos de Factor de Potencia de materiales aislantes. Como referencia, se presentan valores de Factor de Potencia y constantes dieléctricas de algunos materiales.

MATERIAL	% FP @ 20°C	CONSTANTE DIELECTIRICA
Aire	0.0	1.0
Aceite	0.1	2.1
Papel	0.5	2.0
Porcelana	2.0	7.0
Hule	4.0	3.6
Barniz Cambray	4.0 – 8.0	4.5
Agua	100.0	81.0

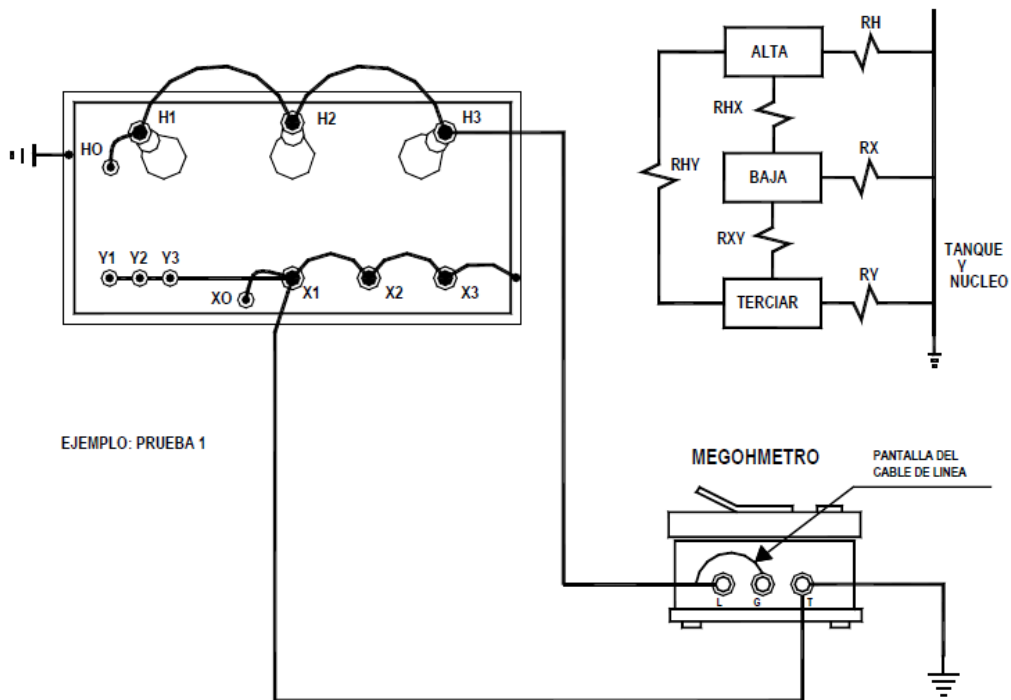
3.2 Prueba de resistencia de aislamiento a transformadores de 2 devanados



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	H	—	X+Tq	RH+RHX
2	H	Tq	X	RHX
3	X	—	H+Tq	RX+RHX

EL TANQUE DEBE ESTAR ATERORIZADO
Tq= TANQUE

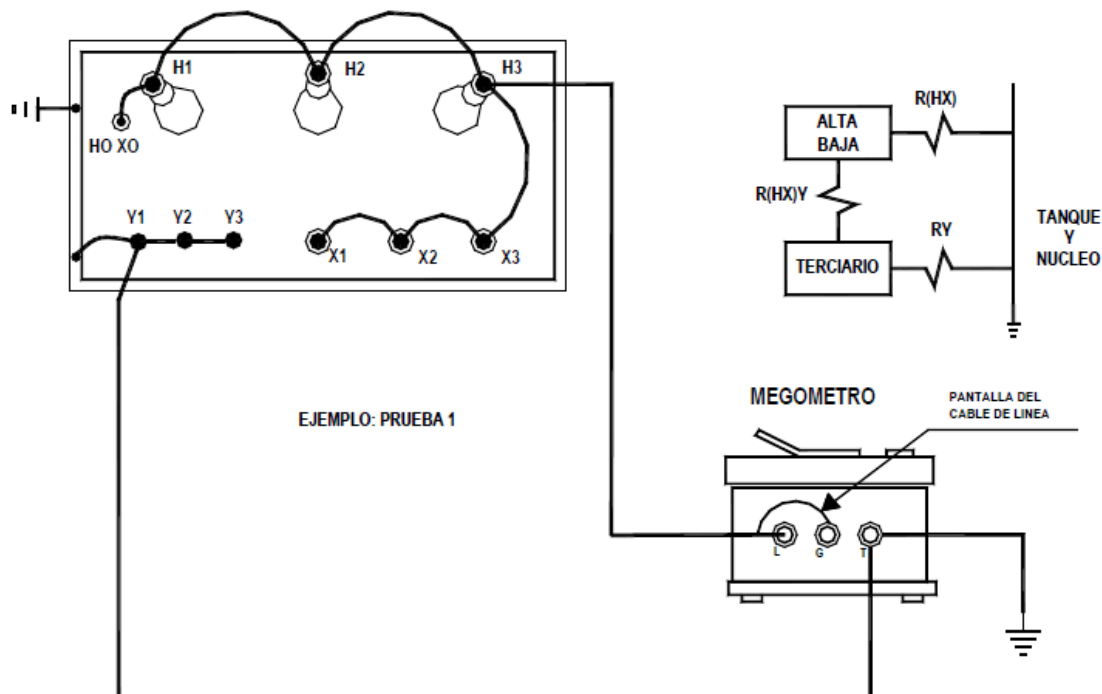
Transformadores de dos devanados prueba de resistencia de aislamiento



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	H	—	X+Y+Tq	RH + RHX + RHY
2	H	Y, Tq	X	RHX
3	H	X, Tq	Y	RHY
4	X	—	H+Y+Tq	RX + RHX + RXY
5	X	H, Tx	Y	RXY
6	Y	—	H+X+Tq	RY + RHY + RXY

EL TANQUE DEBE ESTAR ATERORIZADO
Tq= TANQUE

TRANSFORMADORES DE TRES DEVANADOS PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

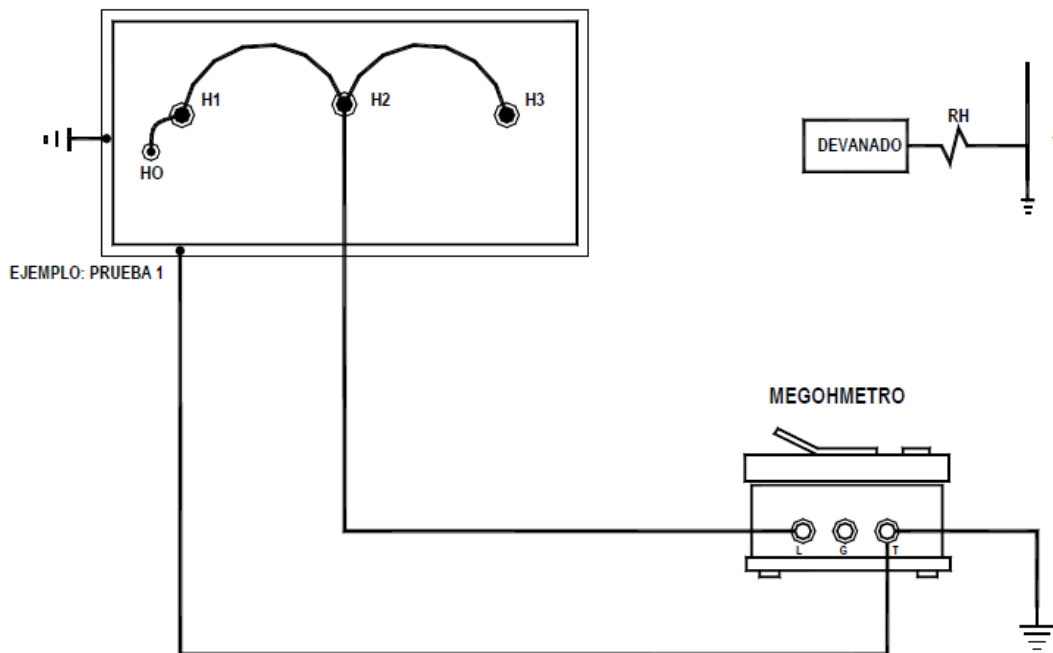


NOTA: cuando el transf. no disponga de boquillas para el devanado terciario, solamente se realiza la prueba n° 1 (rh) conectando la terminal “t” al tanque.

PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	H X	—	Tq + Y	R(HX) + (HX)Y
2	H X	Tq	Y	R(HX)Y
3	Y	—	HX+Tq	RY + R(HX)Y

El tanque debe estar aterrizado
Tq= tanque

Tabla. 3.2.1 Autotransformadores prueba de resistencia de aislamiento



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	H	—	Tq	RH

EL TANQUE DEBE ESTAR ATERRIZADO
Tq= TANQUE

Tabla 3.2.2 Reactores prueba de resistencia de aislamiento

3.3 Interpretación de resultados de prueba para la evaluación de las condiciones del aislamiento.

A continuación se dan algunas recomendaciones para auxiliar al personal de campo en la evaluación de los resultados obtenidos en la prueba de resistencia de aislamiento. De ninguna manera se pretende sustituir el criterio y experiencia del personal técnico que tiene bajo su responsabilidad el mantenimiento del equipo. Para evaluar las condiciones del aislamiento de los transformadores de potencia, es conveniente analizar la tendencia de los valores que se obtengan en las pruebas periódicas.

Para facilitar este análisis se recomienda graficar las lecturas, para obtener las curvas de absorción dieléctrica; las pendientes de las curvas indican las condiciones del aislamiento, una pendiente baja indica que el aislamiento está húmedo o sucio. Para un mejor análisis de los aislamientos, las pruebas deben hacerse al mismo potencial, las lecturas corregidas a una misma base (200 C) y en lo posible, efectuar las pruebas bajo las mismas condiciones ambientales.

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, deben calcularse los índices de absorción y polarización, ya que tienen relación con la curva de absorción. El índice de absorción se obtiene de la división del valor de la resistencia a 1 minuto entre el valor de ½ minuto y el índice de polarización se obtiene dividiendo el valor de la resistencia a 10 minutos entre el valor de 1 minuto.

Los valores mínimos de los índices deben ser de 1.2 para el índice de absorción y 1.5 para el índice de polarización, para considerar el transformador aceptable. El envejecimiento de los aislamientos o el requerimiento de mantenimiento, provocan un aumento en la corriente de absorción que toma el aislamiento y se detecta con un decremento gradual de la resistencia de aislamiento.

Para obtener el valor de una sola resistencia (RH, RX, RY, etc.) es necesario guardar uno o más devanados, considerando esto como pruebas complementarias. En la tabla No. 3.3, se proporcionan los valores mínimos de resistencia de aislamiento a 20 °C de los transformadores según su voltaje de operación. La tabla No. 3.3.1, proporciona los factores de corrección por temperatura.

Tabla 3.3

RESISTENCIA MINIMA DE AISLAMIENTO EN ACEITE A 20°C

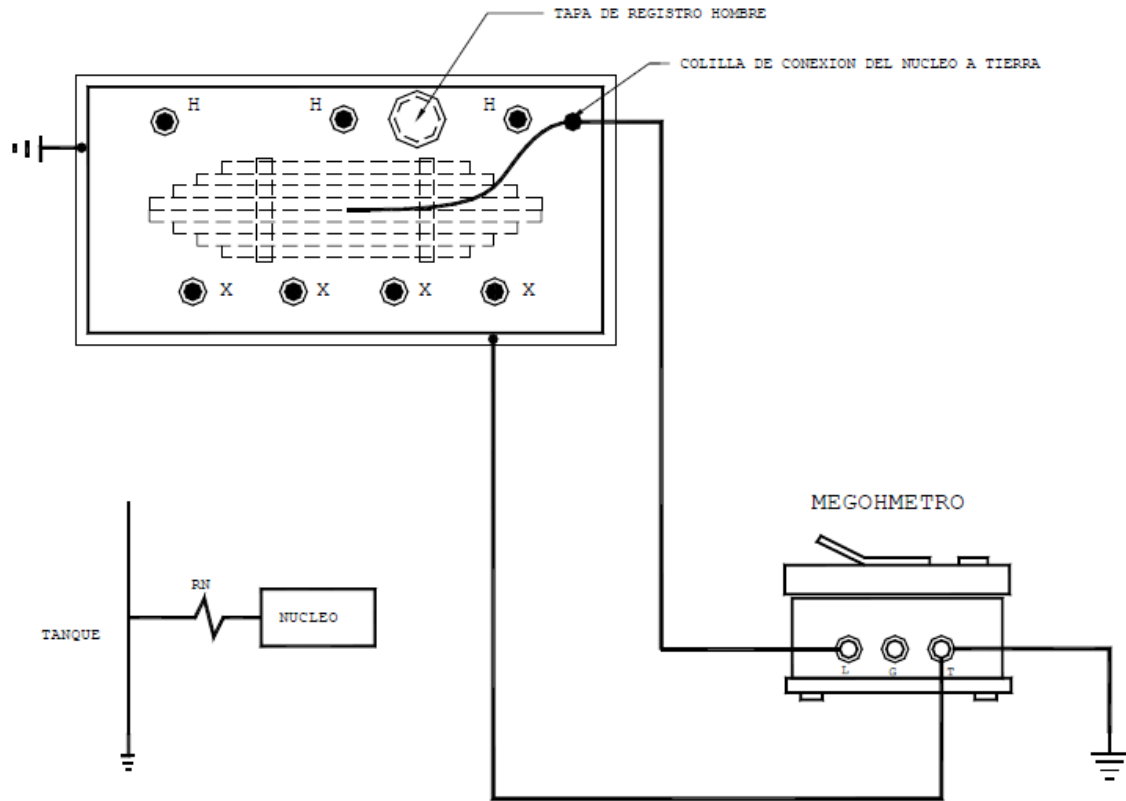
<u>VOLTAJE ENTRE FASES KV.</u>	<u>MEGAOHMS</u>	<u>VOLTAJE ENTRE FASES KV.</u>	<u>MEGAOHMS</u>
1.2	32	92	2480
2.5	68	115	3100
5.0	135	138	3720
8.66	230	161	4350
15.0	410	196	5300
25.0	670	230	6200
34.5	930	287	7750
69.0	1860	400	

CORRECCION POR TEMPERATURA PARA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

<u>*TEMP.°C DEL TRANSFORMADOR</u>	<u>FACTOR DE CORRECCION</u>	<u>*TEMP.°C DEL TRANSFORMADOR</u>	<u>FACTOR DE CORRECCION</u>
95	89	35	2.5
90	66	30	1.8
85	49	25	1.3
80	36.2	20	1.0
75	26.8	15	0.73
70	20	10	0.54
65	14.8	5	0.40
60	11	0	0.30
55	8.1	-5	0.22
50	6	-10	0.16
45	4.5	-15	0.12
40	3.3		

* Temperatura del aceite.

Tabla no. 3.3.1



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	NUCLEO *	—	Tq	RN

* Para la prueba, la colilla que aterriza el núcleo debe de desconectarse de la tapa del transformador

El tanque debe estar aterrizado
Tq= tanque

3.4 Interruptores conexiones

El primero de ellos, corresponde al circuito establecido entre una boquilla energizada y tierra, con el interruptor en posición de ABIERTO, tal como se muestra en la figura 3.4.1.

En el segundo, puede identificarse el circuito equivalente entre las distintas partes energizadas (boquillas, conductores internos, contactos) y tierra, cuando el interruptor se encuentra en posición de CERRADO, como puede observarse en la figura 3.4.2.

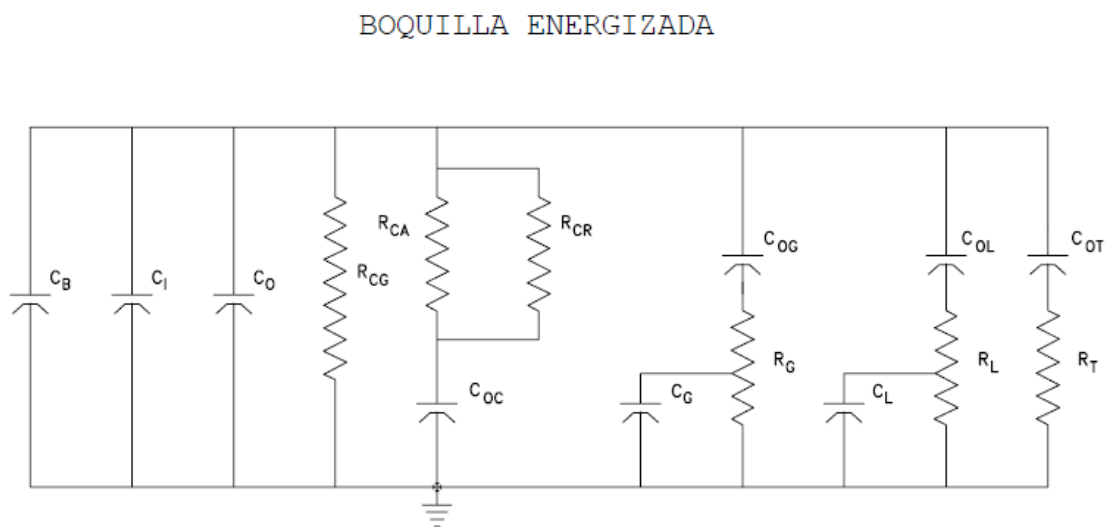


Fig. 3.4.1 Diagrama simplificado del circuito dieléctrico entre una boquilla energizada y tierra, con el interruptor abierto

CB = AISLAMIENTO DE BOQUILLAS

CI = AISLADORES DEL BUS EXTERNO (DEBE DESCONECTARSE)

CO = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y TIERRA

R_{CG} = MONTAJE DE LA GUIA CRUZADA (COMO OPUESTA A "V" O CAJA GUIA-VER R_G)

R_{CA} = MONTAJE DE CONTACTOS

R_{CR} = GRADIENTE DE LA RESISTENCIA DEL MONTAJE DE CONTACTOS O RESISTENCIA DE LA

PINTURA

C_{OC} = ACEITE ENTRE EL MONTAJE DE CONTACTOS Y TIERRA

C_{OG} = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y LA GUIA DE LA BARRA DE ELEVACION

(EXCEPTO PARA GUIA DE CRUZADAS, R_{CG})

R_G = GUIA DE LA BARRA DE ELEVACION (EXCEPTO PARA GUIAS CRUZADAS, R_{CG})

C_G = CAPACITANCIA DISTRIBUIDA ENTRE LA GUIA DE A BARRA DE ELEVACION Y TIERRA

COL = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y LA BARRA DE ELEVACION
 RL = BARRA DE ELEVACION
 CL = CAPACITANCIA DISTRIBUIDA ENTRE LA BARRA DE ELEVACION Y TIERRA
 COT = ACEITE ENTRE LA BOQUILLA CONDUCTORA Y LA CUBIERTA DEL TANQUE
 RT = CUBIERTA (O FORRO) DEL TANQUE.

CONDUCTORES ENERGIZADOS

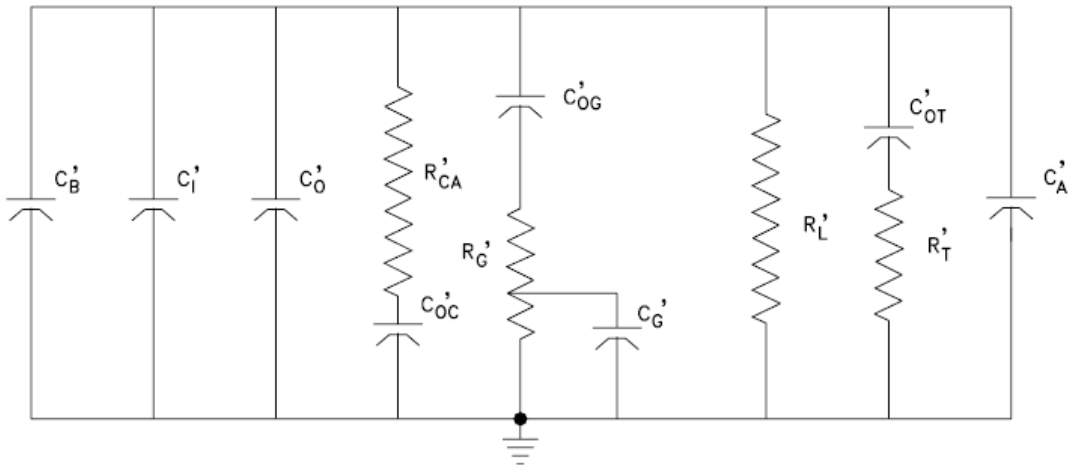
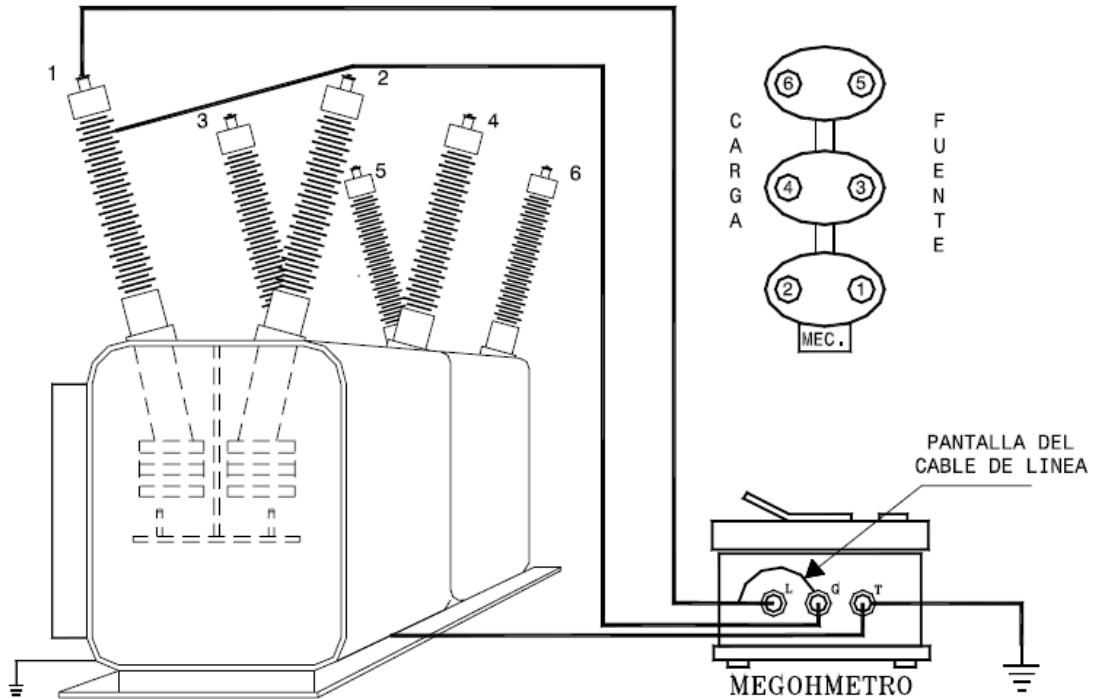


Fig. 3.4.2 diagrama simplificado del circuito dielectrico entre las boquillas energizadas, los conductores internos, contactos y tierra con el interruptor cerrado

C'B = LAS DOS BOQUILLAS
 C'I = AISLAMIENTO DEL BUS EXTERNO (DEBE DESCONECTARSE)
 C'O = ACEITE ENTRE CONDUCTORES ENERGIZADOS Y TIERRA
 R'CA = MONTAJES DE LOS CONTACTOS CONECTADOS A LAS DOS BOQUILLAS
 C'OC = ACEITE ENTRE LOS DOS MONTAJES DE CONTACTOS Y TIERRA
 C'OG = ACEITE ENTRE CONDUCTORES ENERGIZADOS Y LA GUIA DE LA BARRA DE ELEVACION
 R'G = GUIA DE LA BARRA DE ELEVACION
 C'G = CAPACITANCIA DISTRIBUIDA ENTRE LA GUIA DE A BARRA DE ELEVACION Y TIERRA
 R'L = BARRA DE ELEVACION
 C'OT = ACEITE ENTRE CONDUCTORES ENERGIZADOS Y LA CUBIERTA (O FORRO) DEL TANQUE
 R'T = CUBIERTA (O FORRO) DEL TANQUE

C´A = AISLADORES SOPORTE DE LOS CONTACTOS AUXILIARES



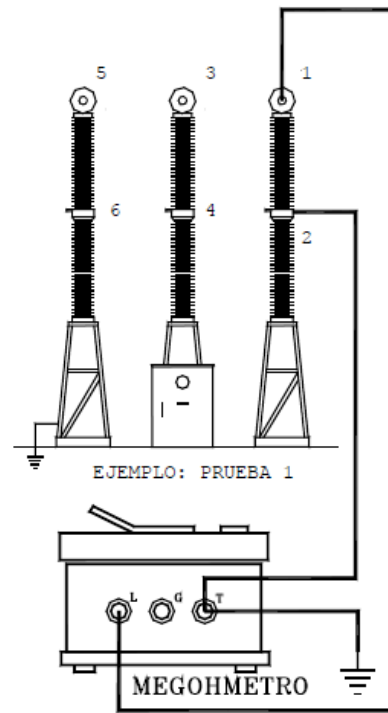
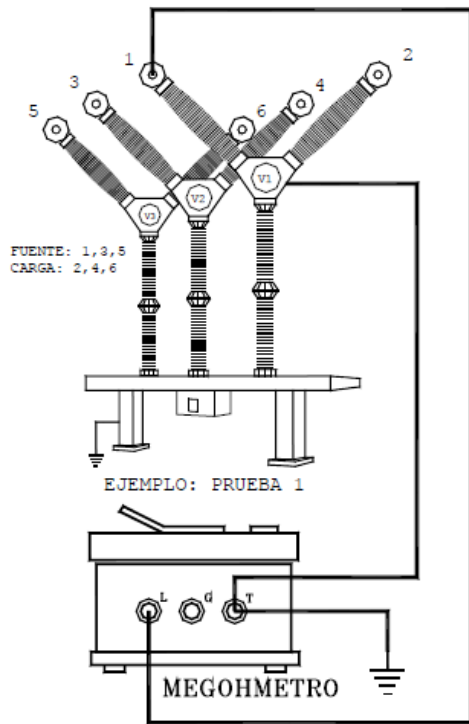
EJEMPLO: PRUEBA 1

PRUEBA	POSICION INTERRUPTOR	CONEXIONES			MIDE
		L	G	T	
1	ABIERTO	1	P1-2	Tq	B1
2	ABIERTO	1	P1	Tq-2	B1-G
3	CERRADO	1	P1-P2	Tq	B1-B2-Be-G-A-At
4	ABIERTO	2	P2-1	Tq	B2

LAS PRUEBAS INDICADAS DEBEN EFECTUARSE PARA CADA UNO DE LOS POLOS

B=BOQUILLA Be=BARRA ELEVADORA A=ACEITE At=AISLAMIENTO TANQUE Tq=TANQUE
P=PORCELANA G=GUIA DE BARRA DE LEVANTAMIENTO

FIG. 3.4.3 Interruptores de gran volumen de aceite prueba de resistencia de aislamiento



E=ESTRUCTURA S=SECCION

PRUEBA	CONEXION			MIDE
	L	G	T	
1	1	-	V1	S. SUPERIOR 1
	2	-	V1	S SUPERIOR 2
	3	1-2	E	POLO COMPLETO
	4	V1	E	S INFERIOR
2	5	-	V2	S SUPERIOR 3
	6	-	V2	S SUPERIOR 4
	7	3-4	E	POLO COMPLETO
	8	V2	E	S INFERIOR
3	9	-	V3	S SUPERIOR 5
	10	-	V3	S SUPERIOR 6
	11	5-6	E	POLO COMPLETO
	12	V3	E	S INFERIOR

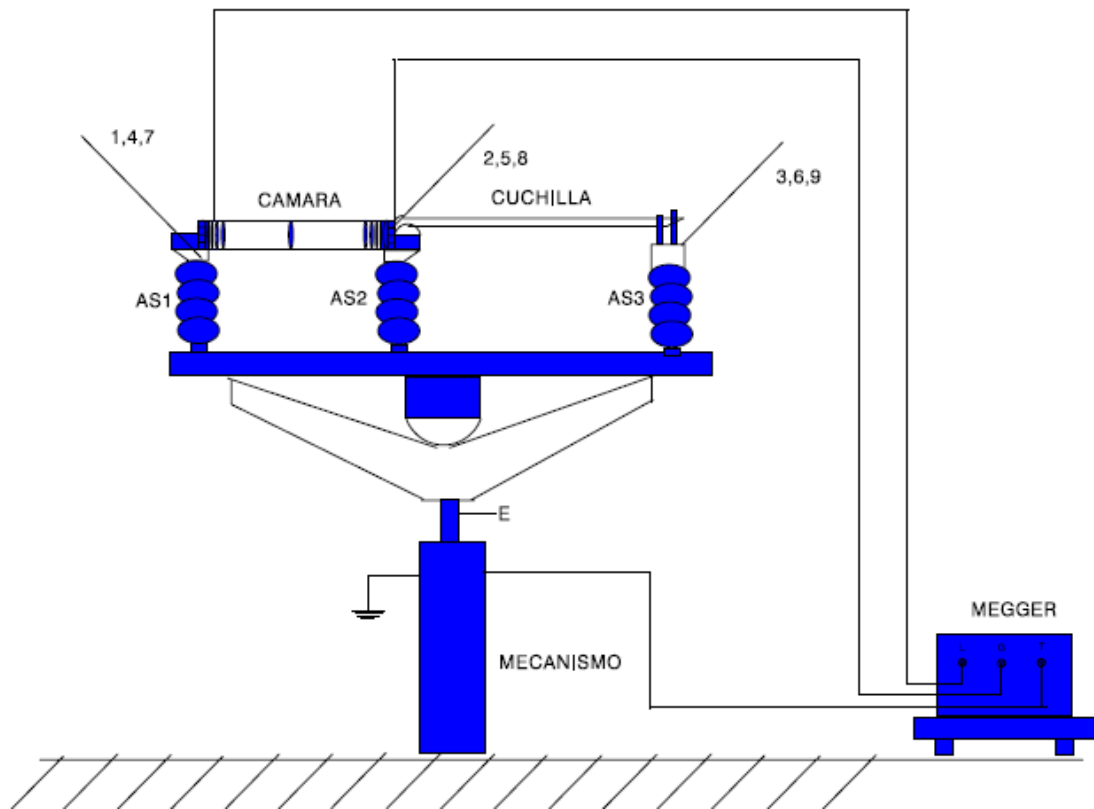
UTILIZAR FORMATO DE PRUEBA SE-04-02

PRUEBA	CONEXIONES			MIDE
	L	G	T	
1	1	-	2	S. SUPERIOR
	2	-	E	POLO COMPLETO
	3	2	-	E
2	4	-	4	S. SUPERIOR
	5	-	E	POLO COMPLETO
	6	-	E	S. INFERIOR
3	7	-	6	S. SUPERIOR
	8	-	E	POLO COMPLETO
	9	-	E	S. INFERIOR

NOTA:
LAS PRUEBAS SE REALIZAN CON INTERRUPTOR EN POSICION DE ABIERTO.

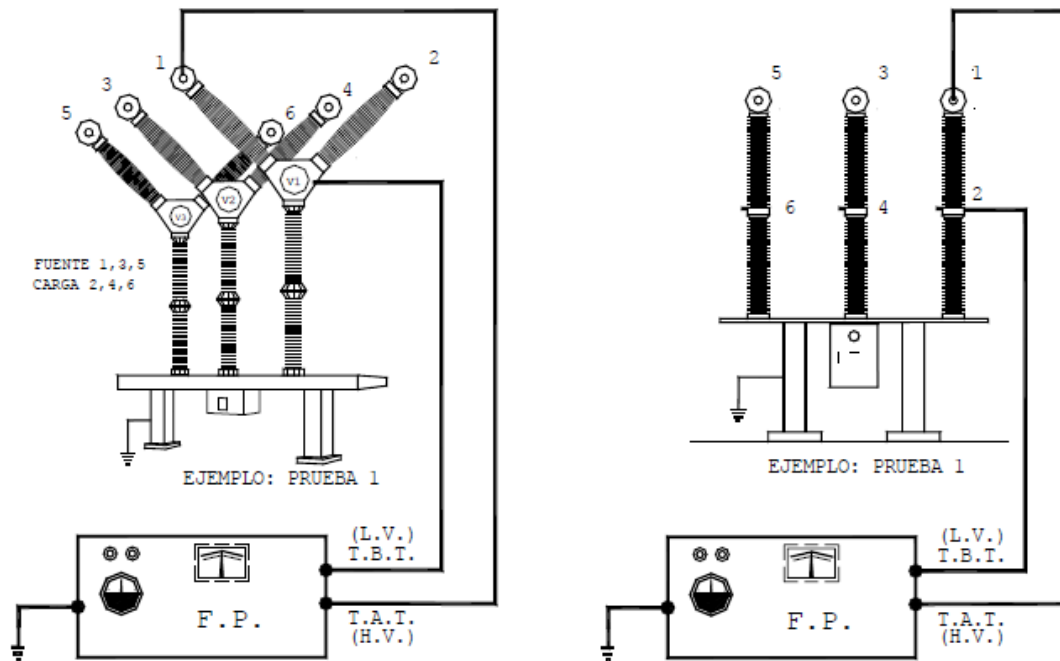
UTILIZARE FORMATO DE PRUEBA SE-04-03

fig.3.4.4 Interruptores de bajo volumen de aceite, sf6 y circuit switcher prueba de resistencia de aislamiento



POLO	PRUEBA	POSICION DEL INTERRUPTOR	CONEXIONES			MIDE
			L	G	T	
1	1	ABIERTO	1	2	E	SOPORTE A
	2	ABIERTO	2	1	E	SOPORTE B
	3	ABIERTO	3		E	SOPORTE C
	4	ABIERTO	1	P1-P2	2	AISLAMIENTO DE LA CAMARA 3
2	5	ABIERTO	4	5	E	SOPORTE A
	6	ABIERTO	5	4	E	SOPORTE B
	7	ABIERTO	6		E	SOPORTE C
	8	ABIERTO	4	P4-P5	5	AISLAMIENTO DE LA CAMARA 3
3	9	ABIERTO	7	8	E	SOPORTE A
	10	ABIERTO	8	7	E	SOPORTE B
	11	ABIERTO	9		E	SOPORTE C
	12	ABIERTO	7	P7-P8	8	AISLAMIENTO DE LA CAMARA 3

Fig. 3.4.5 INTERRUPTORES CIRCUIT SWITCHER MARC V PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

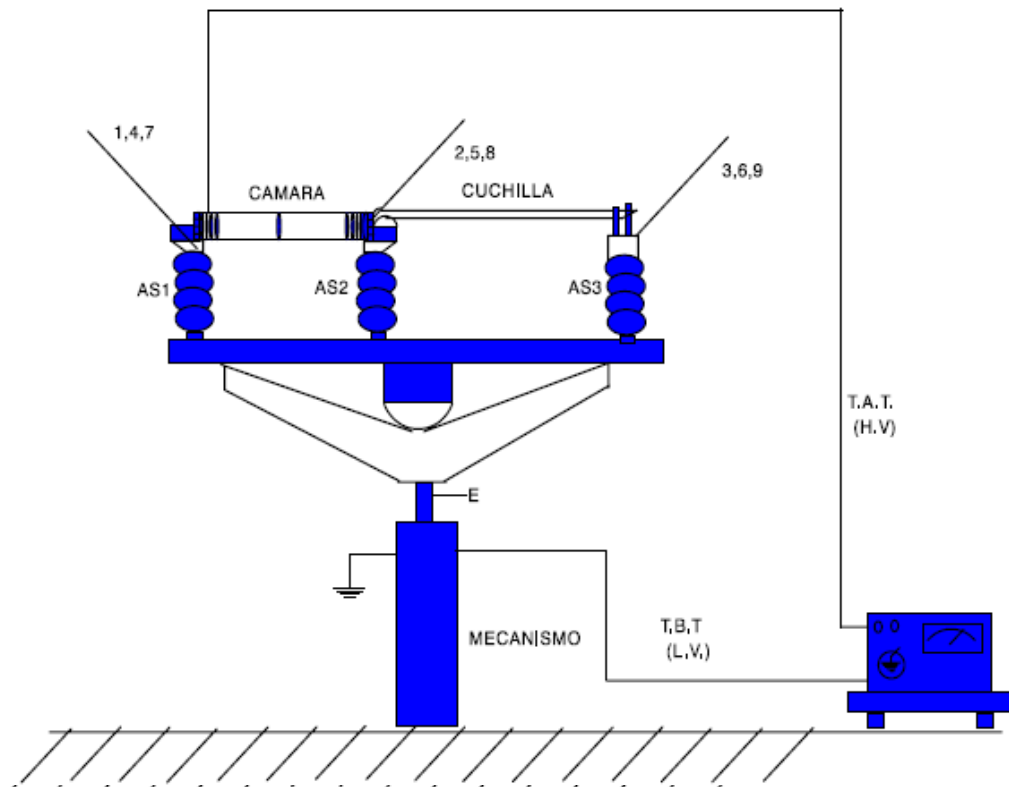


PRUEBA	CONEXION			MIDE
	T.A.T.	T.B.T.	SELECT	
1	1	V1	GROUND	S. SUPERIOR 1
	2	V1	"	S SUPERIOR 2
	3	1-2	E	POLO COMPLETO
	4	V1	E	S INFERIOR
2	5	V2	"	S SUPERIOR 3
	6	V2	"	S SUPERIOR 4
	7	3-4	E	POLO COMPLETO
	8	V2	E	S INFERIOR
3	9	V3	"	S SUPERIOR 5
	10	V3	"	S SUPERIOR 6
	11	5-6	E	POLO COMPLETO
	12	V3	E	S INFERIOR

PRUEBA	CONEXIONES			MIDE
	T.A.T.	T.B.T.	SELECT	
1	1	2	GROUND	S. SUPERIOR
	2	1	E	POLO COMPLETO
	3	2	E	S. INFERIOR+Ba
	4	3	4	"
2	5	3	E	POLO COMPLETO
	6	4	E	S. INFERIOR+Ba
	7	5	6	"
3	8	5	E	POLO COMPLETO
	9	6	E	S. INFERIOR+Ba

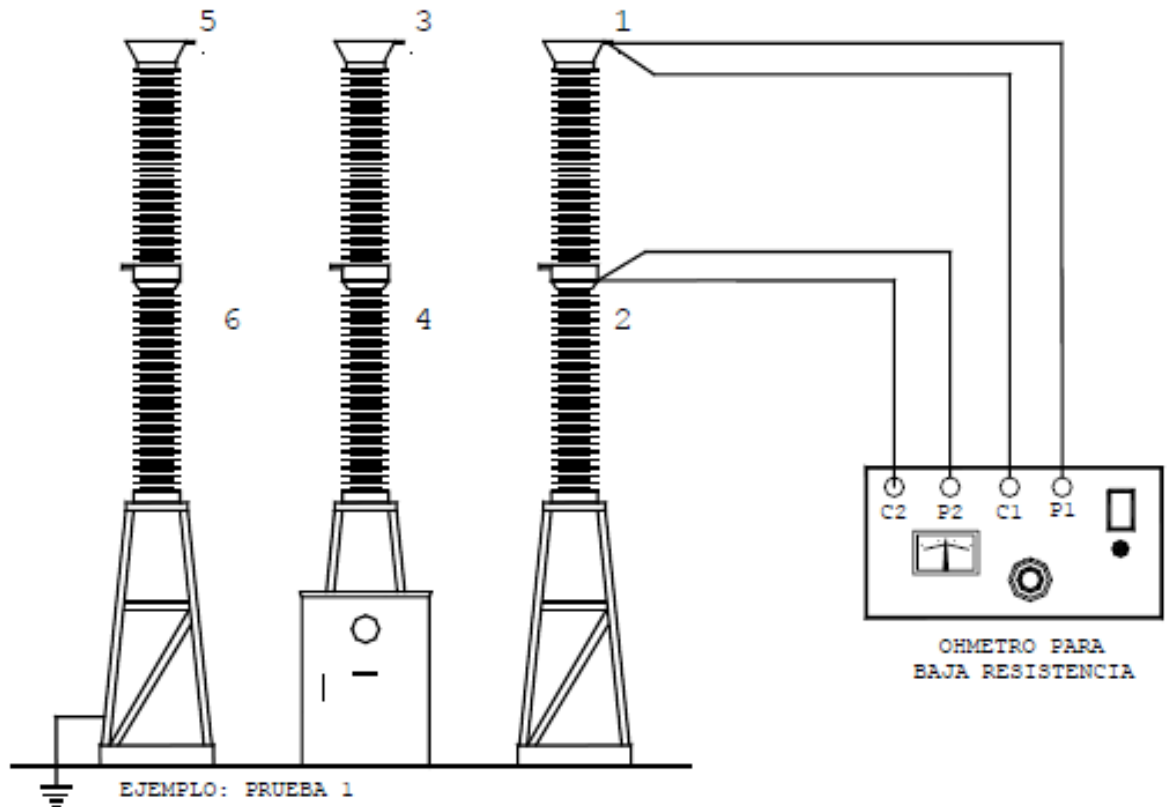
NOTA:
LAS PRUEBAS SE REALIZAN CON INTERRUPTOR EN
POSICION DE ABIERTO.

Fig. 3.4.6 INTERRUPTORES DE PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE, GAS SF6 Y
CIRCUIT SWITCHER PRUEBA FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO



POLO	PRUEBA	POSICION DEL INTERRUPTOR	CONEXIONES			MIDE
			T.A.T.	T.B.T.	SELECTOR	
1	1	ABIERTO	1	E	GROUND	SCORTE A
	2	ABIERTO	2	E	GROUND	SCORTE B
	3	ABIERTO	3	E	GROUND	SCORTE C
	4	ABIERTO	1	2	UST	AISLAMIENTO DE LA CAMARA 1
2	5	ABIERTO	4	E	GROUND	SCORTE A
	6	ABIERTO	5	E	GROUND	SCORTE B
	7	ABIERTO	6	E	GROUND	SCORTE C
	8	ABIERTO	4	5	UST	AISLAMIENTO DE LA CAMARA 2
3	9	ABIERTO	7	E	GROUND	SCORTE A
	10	ABIERTO	8	E	GROUND	SCORTE B
	11	ABIERTO	9	E	GROUND	SCORTE C
	12	ABIERTO	7	8	UST	AISLAMIENTO DE LA CAMARA 3

Fig. 3.4.7 INTERRUPTORES CIRCUIT SWITCHER MARC V PRUEBA FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO

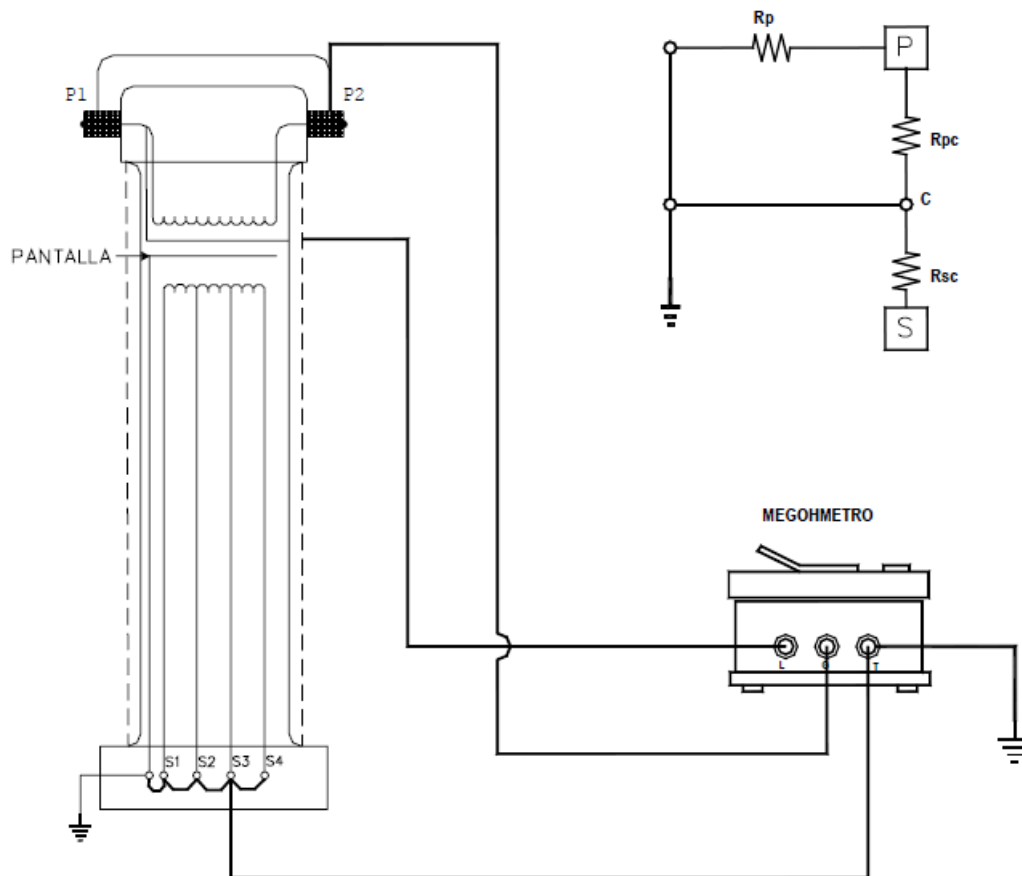


PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA				M I D E
	C1	P1	C2	P2	
1	1	1	2	2	RESIST. CONTACTO POLO 1
2	3	3	4	4	RESIST. CONTACTO POLO 2
3	5	5	6	6	RESIST. CONTACTO POLO 3

NOTA: LAS PRUEBAS SE REALIZAN CON EL INTERRUPTOR CERRADO

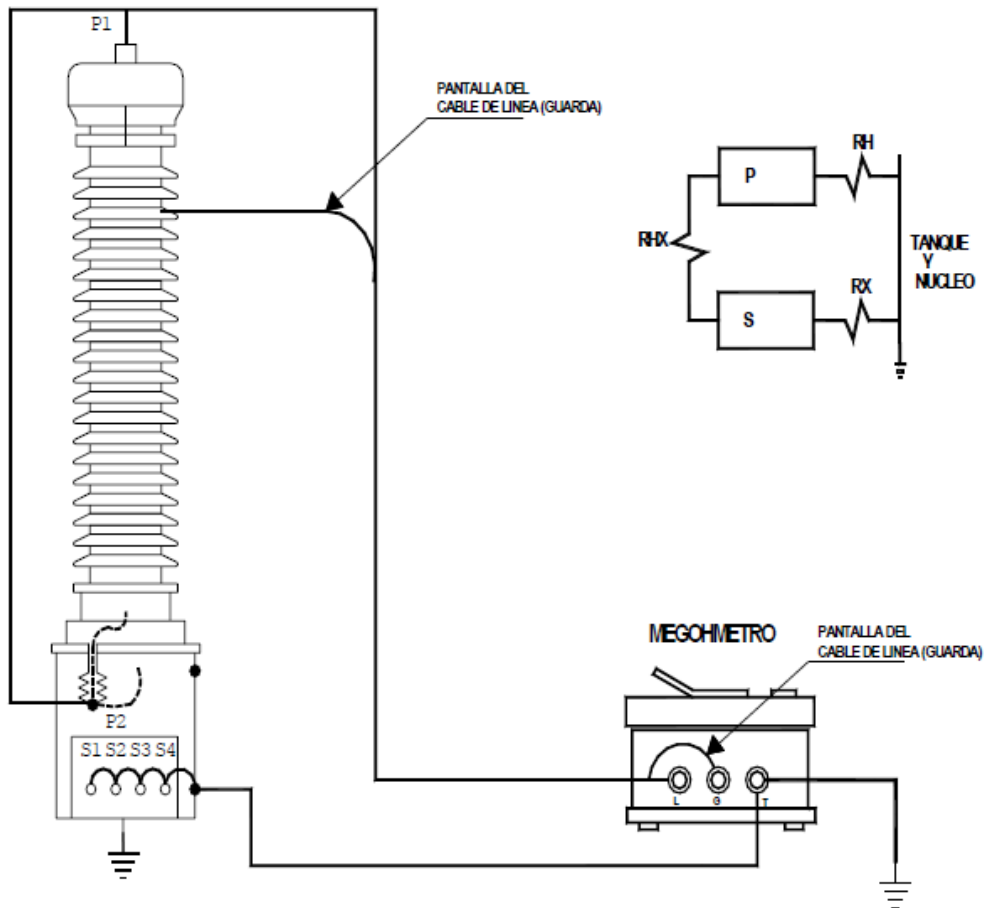
FIG. 3.4.8 INTERRUPTORES DE BAJO VOLUMEN DE ACEITE, GAS SF6 Y CIRCUIT SWITCHERS. PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS

3.5 Transformadores TC's y TP's



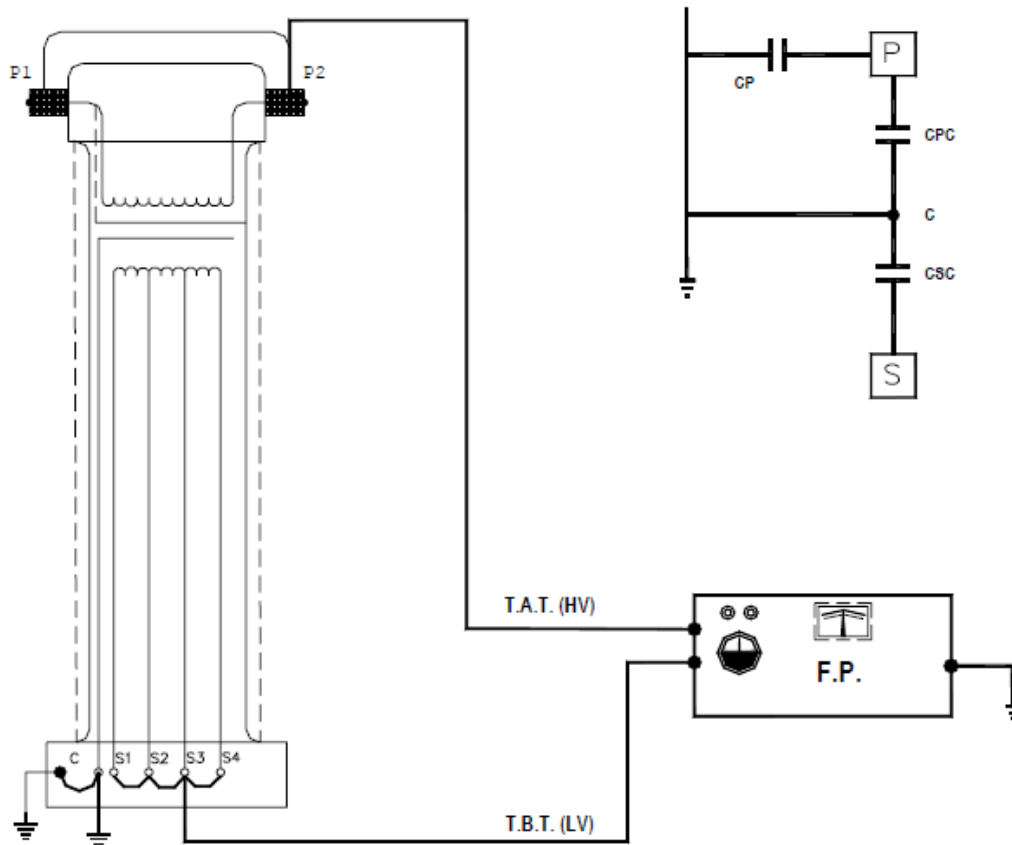
PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE	VOLTS PRUEBA
	L	G	T		
1	P1, P2	PORCELANA	S1, S2, S3, S4	RP-RPC	5000
2	S1, S2, S3, S4	—	P1, P2	RSC	500

Fig. 3.5.1 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE	VOLTS PRUEBA
	L	G	T		
1	P1, P2	PORCELANA	S1, S2, S3, S4	RP-RPS	5000
2	S1, S2, S3, S4	—	P1, P2	RP-RPS	500

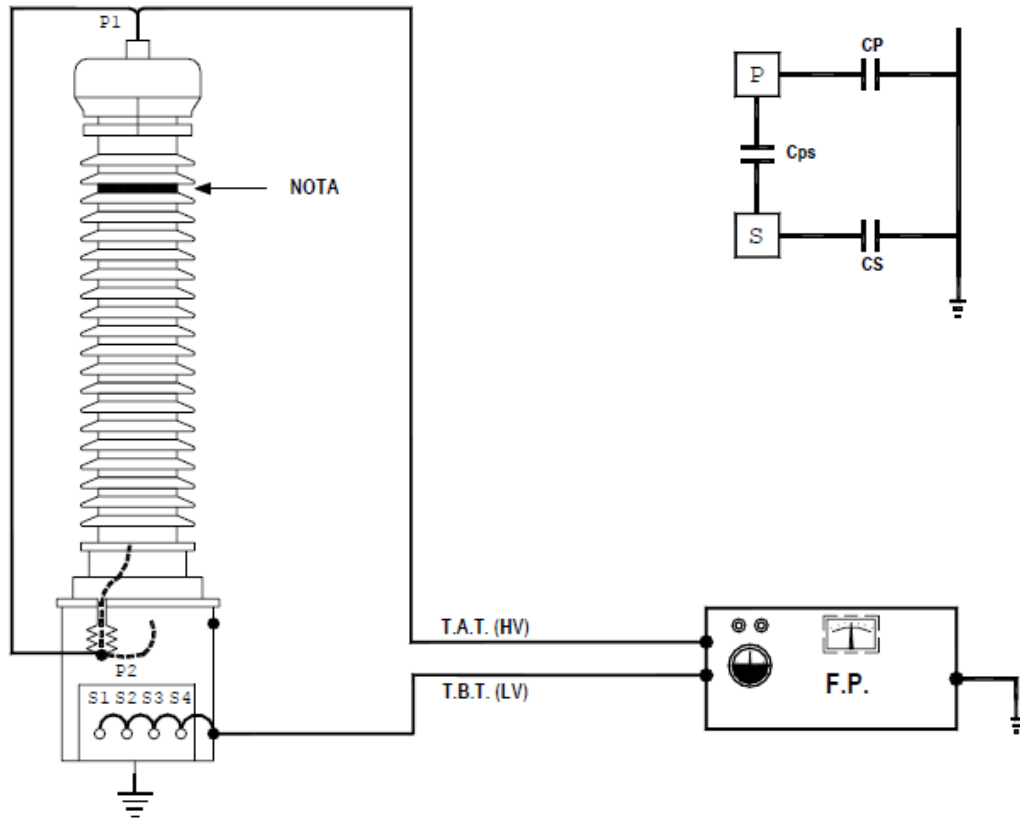
FIG. 3.5.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO



NOTA: TAMBIEN REALIZAR LA PRUEBA DE COLLAR CALIENTE

PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE	VOLTS PRUEBA
	T. A. T.	T. B. T.	SELECTOR		
1	P1- P2	S1, S2, S3, S4	GROUND	CP - CPC	2500
2	S1, S2, S3, S4	P1- P2	GROUND	CSC	500

Fig. 3.5.3 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO

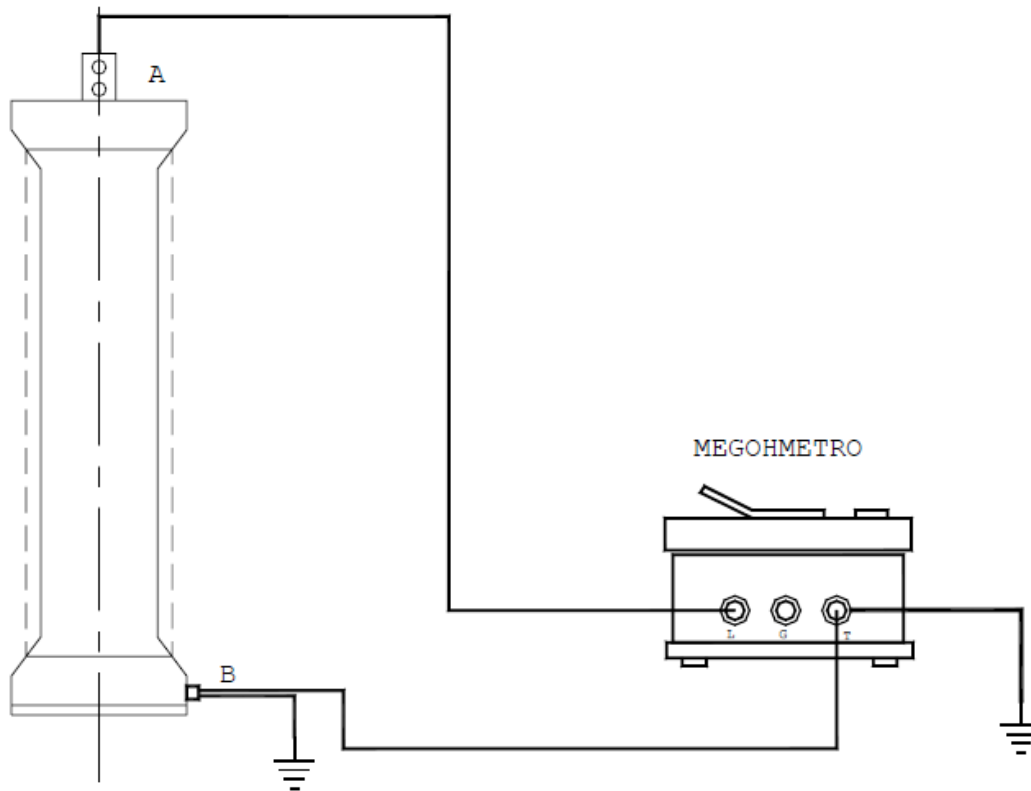


NOTA: TAMBIEN REALIZAR LA PRUEBA DE COLLAR CALIENTE CONECTANDO T.A.T. AL SEGUNDO FALDON Y T.B.T. A P1

PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE	kV PRUEBA
	T. A. T.	T. B. T.	SELECTOR		
1	P1 - P2	S1, S2, S3, S4	GROUND	CP - CPS	10 o 2.5
2	S1, S2, S3, S4	P1 - P2	GROUND	CS - CPS	0.5

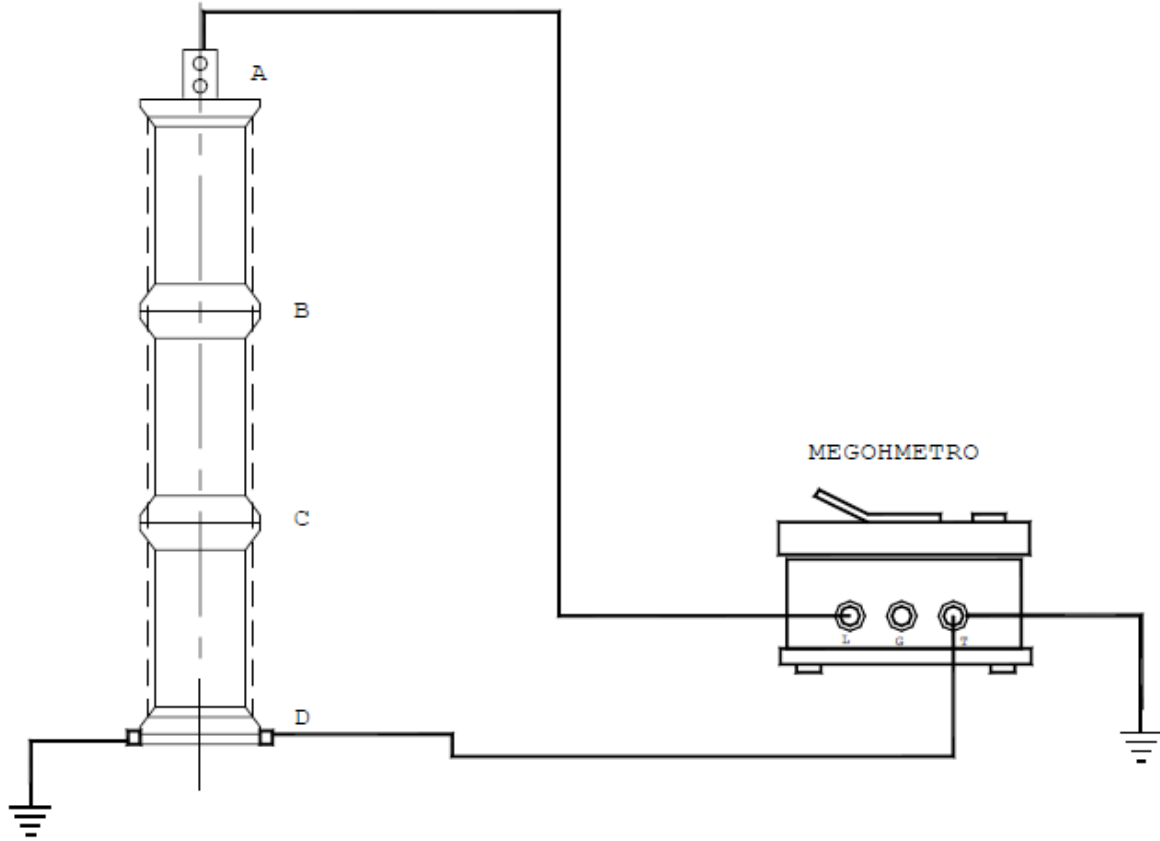
FIG 3.5.4 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO.

3.6 Apartarrayos



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	LINEA	GUARDA	TIERRA	
1	A	—	B	R. A. B.

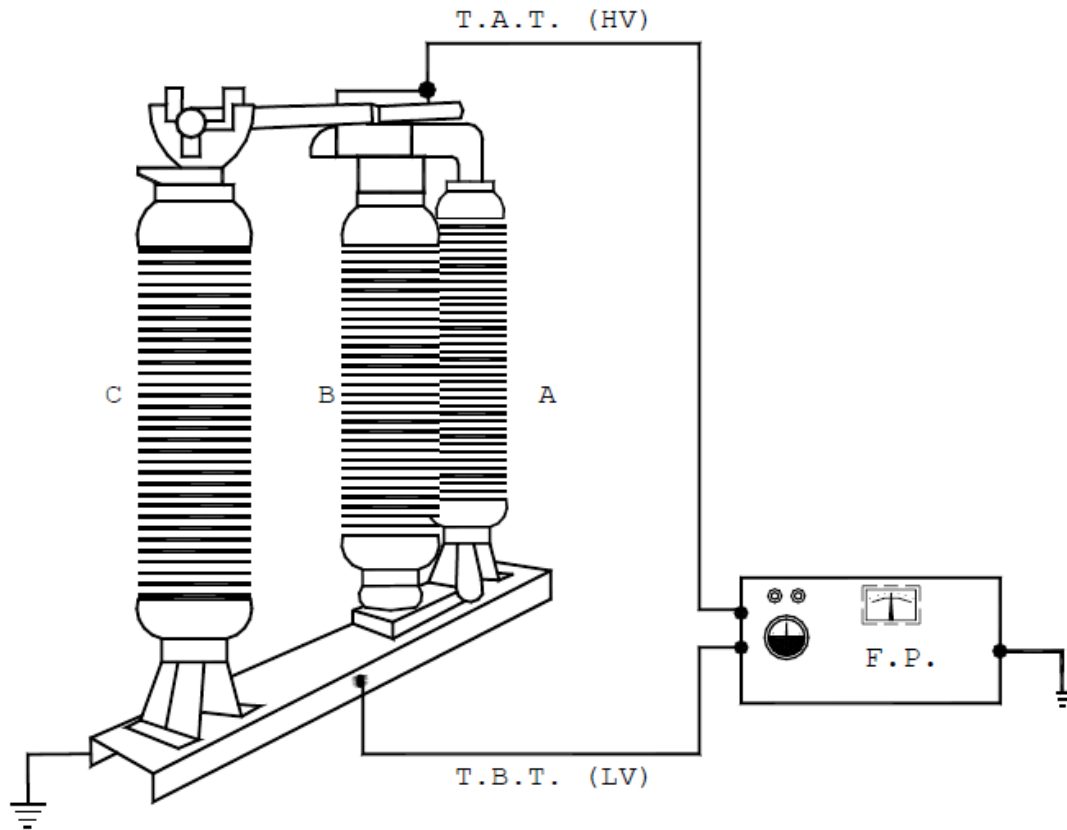
FIG. 3.6.1 APARTARRAYOS PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO APARTARRAYO EN UNA SECCION



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE	V _{PRUEBA}
	LINEA	GUARDA	TIERRA		
1	A	-	D	RAD	5000 V
2	A	-	B	RAB	
3	B	A	C	RBC	
4	C	B	D	RCD	

Fig. 3.6.2 APARTARRAYOS PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO
APARTARRAYOS VARIAS SECCIONES

3.7 Cuchillas

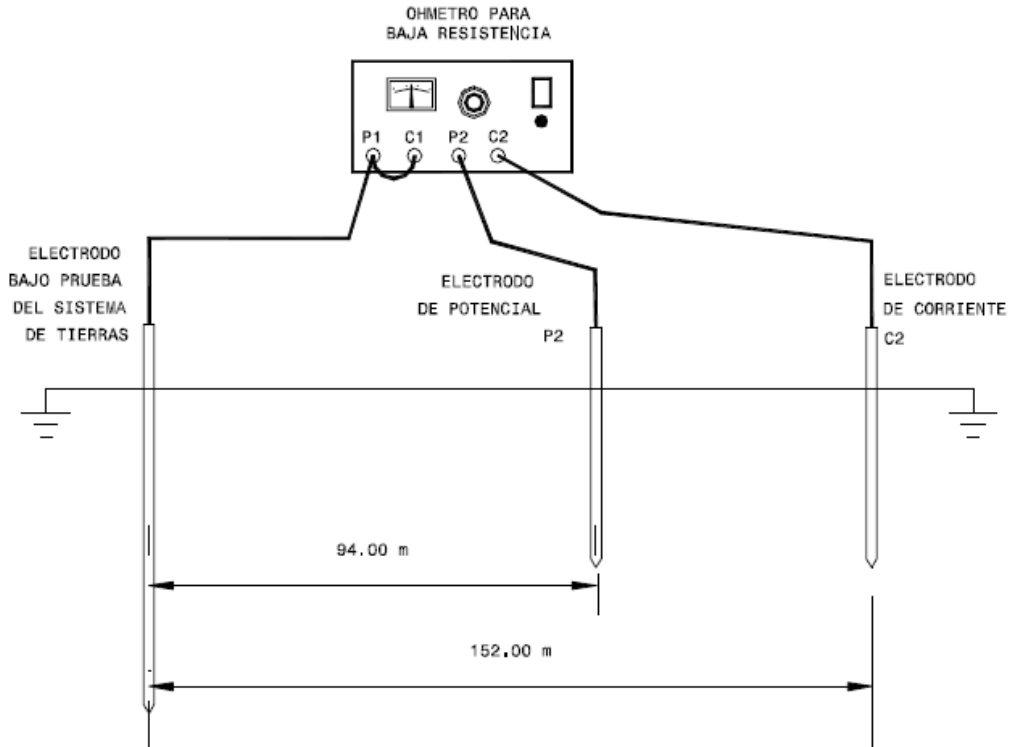


PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			CUCHILLA
	T.A.T.	T.B.T.	SELECTOR	
1	A+B	BASE	GROUND	ABIERTA
2	C	BASE	GROUND	ABIERTA
3	A+B+C	BASE	GROUND	CERRADA

NOTA: SI EN LA PRUEBA 1 EL RESULTADO ES BAJO
PROBAR EN FORMA IDEPENDIENTE CADA AISLADOR PARA
DETERMINAR CUAL DE ELLOS ES EL DE BAJO VALOR

Fig. 3.7.1 CUCHILLAS DESCONECTADORAS PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

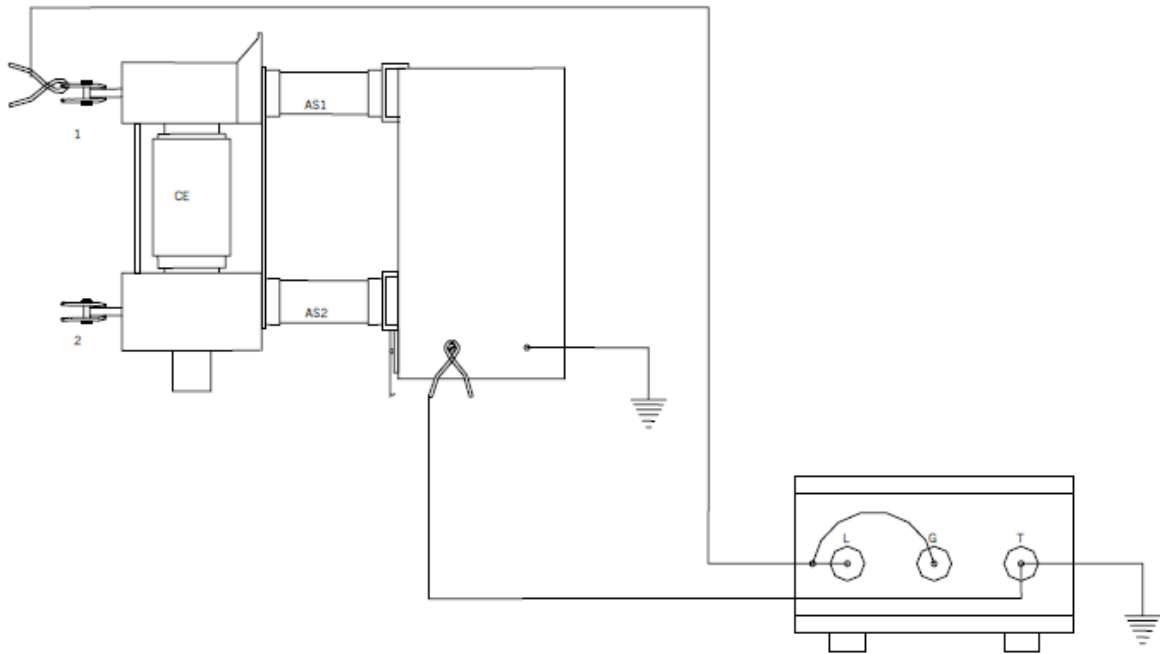
3.8 Red de tierra



LONGITUD DE LA DIAGONAL DE LA MALLA DE TIERRAS (m)	DISTANCIA AL ELECTRODO DE POTENCIAL P2 (m)	DISTANCIA AL ELECTRODO DE CORRIENTE P2 (m)
30	94	152
42	113	180
55	132	213

FIG. 3.8.1 MEDICION DE RESISTENCIA DE TIERRA CON ELECTRODOS MULTIPLES (MALLA).

3.9 METAL CLAD

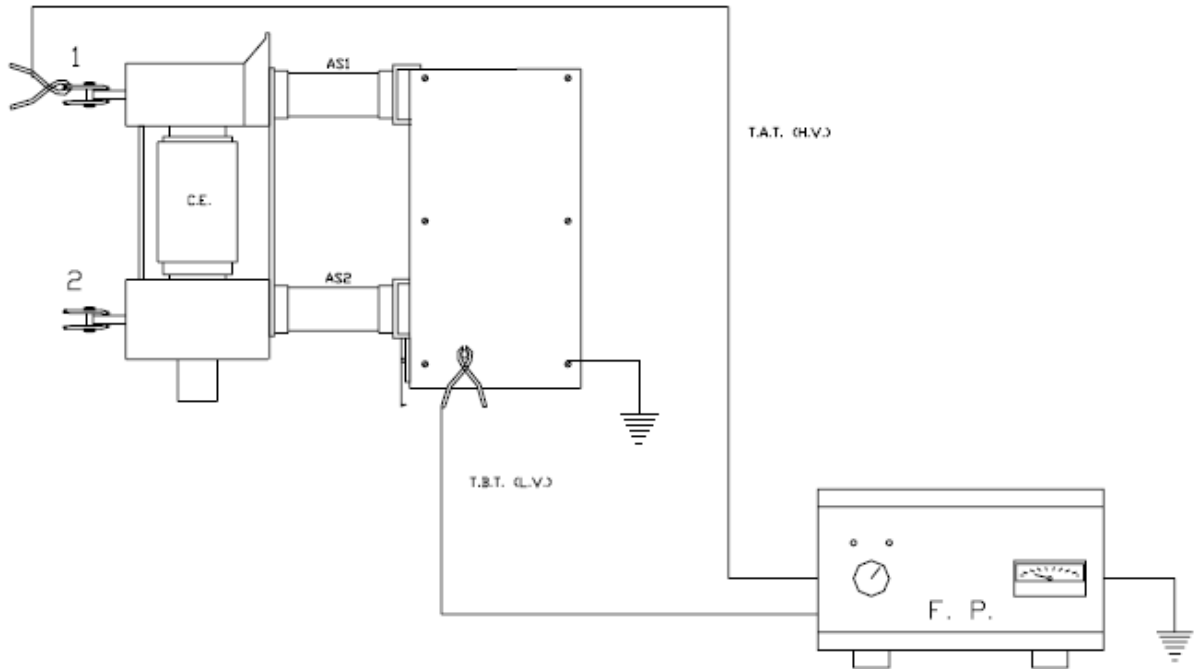


PRUEBA	POSICION DEL INTERRUPTOR	CONEXIONES			MIDE
		L	G	T	
1	ABIERTO	1	-	E	AS1, ES
2	ABIERTO	2	-	E	AS2, ES, BA
3	ABIERTO	3	-	E	AS3, ES
4	ABIERTO	4	-	E	AS4, ES, BA
5	ABIERTO	5	-	E	AS5, ES
6	ABIERTO	6	-	E	AS6, ES, BA
7	CERRADO	1-2	-	E	AS1, ES, AS2, BA
8	CERRADO	3-4	-	E	AS3, ES, AS4, BA
9	CERRADO	5-6	-	E	AS5, ES, AS6, BA

AS.- AISLAMIENTO SOPORTE
ES.- ELEMENTO SEPARADOR

BA.- BARRA DE ACCIONAMIENTO
E.- ESTRUCTURA

FIG. 3.9.1 INTERRUPTORES DE VACIO, GAS SF6, ACEITE Y SOPLO MAGNETICO PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO



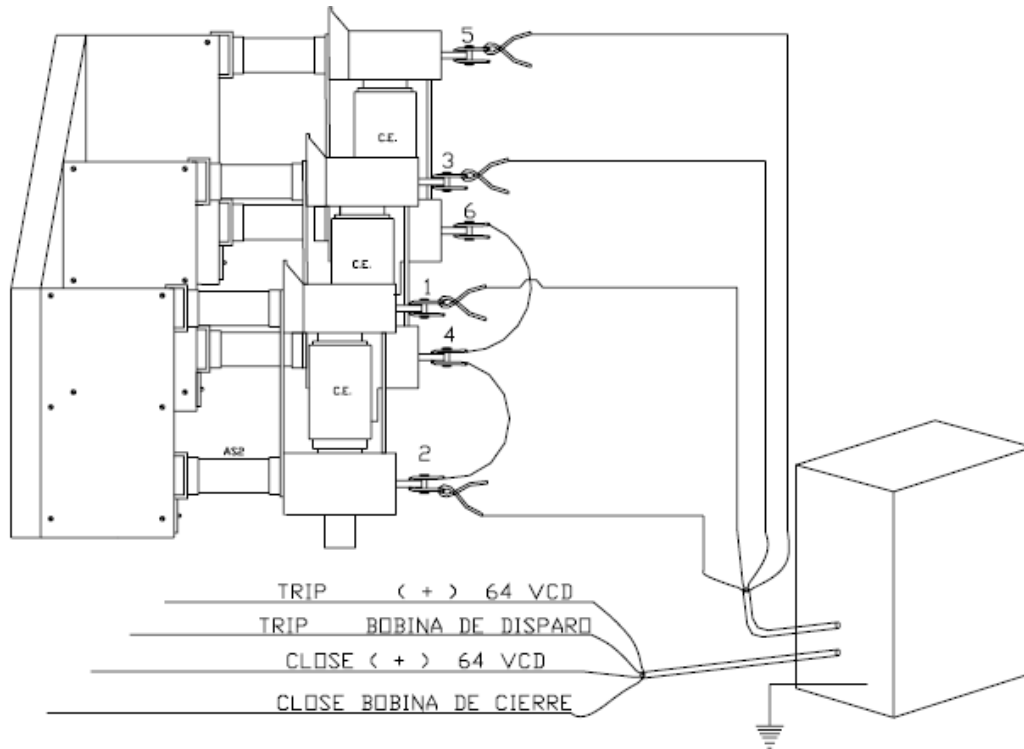
PRUEBA	POSICION DEL INTERRUPTOR	CONEXIONES			MIDE
		T.A.T.	T.B.T.	SELECTOR	
1	ABIERTO	1	E	GROUND	AS1, ES
2	ABIERTO	2	E	GROUND	AS2,ES,BA
3	ABIERTO	3	E	GROUND	AS3,ES
4	ABIERTO	4	E	GROUND	AS4,ES,BA
5	ABIERTO	5	E	GROUND	AS5, ES
6	ABIERTO	6	E	GROUND	AS6,ES,BA
7	ABIERTO	1	2	UST	CE
8	ABIERTO	3	4	UST	CE
9	ABIERTO	5	6	UST	CE

AS.- AISLAMIENTO SOPORTE
ES.- ELEMENTO SEPARADOR
E.- ESTRUCTURA

BA.- BARRA DE ACCIONAMIENTO
CE.- CAMARA DE EXTINSION

Fig. 3.9.2 INTERRUPTORES DE VACIO, GAS SF6, ACEITE Y SOPLO MAGNETICO PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA

En la figura 3.9.3 se ilustran las conexiones de los circuitos de prueba para la medición de la velocidad de operación y simultaneidad de contactos utilizando un medidor microprocesador.



PRUEBA	TIPO DE PRUEBA	CONEXIONES				MIDE
		A	B	C	N	
1	DISPARO	1	3	5	2, 4, 6	VELOCIDAD APERTURA, DISPARIDAD POLOS
2	CIERRE	1	3	5	2, 4, 6	VELOCIDAD CIERRE, DISPARIDAD POLOS
3	RECIERRE	1	3	5	2, 4, 6	VELOCIDAD RECIERRE, DISPARIDAD POLOS
4	DISPARO LIBRE	1	3	5	2, 4, 6	VELOCIDAD DISPARO LIBRE, DISPARIDAD POLOS

FIG. 3.9.3 INTERRUPTORES DE VACIO, GAS SF₆, SOPLO MAGNETICO Y ACEITE PRUEBA DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD CONTACTOS

4. RESULTADOS

	Factor de potencia Interruptor	SMEX-F-608-GC		
		Rev. 0	Julio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	20/Junio/2016
Interruptor:	Celda K01	Temp. Ambiente:	27.6°C
Voltaje nominal:	13.8kV	Humedad Rel.:	59%
Corriente nominal:	2000AMP	Condiciones del tiempo:	Soleado
Corriente interruptiva:	31.5kA	Bajo volumen aceite:	SF ₆ X
Marca:	SIEMENS	No. de serie de equipo de prueba:	1233 0512
No. De serie	BI-16/13007816-20		

Polo	Prueba	Conexiones de prueba			LECTURAS EQUIVALENTES 2.5 Kv						Factor de potencia (%)		Condiciones Aislamiento
		H.V.	L.V.	Selector	Mili volt-ampere			Mili watts			Medido	Corr. 20°C ²	
					Lectura medición	Multi.	MVA	Lectura medición	Multi.	MW			
1	1	A	T	Ground	0.896	1	0.896	0.028	1	0.028	0.315	0.281	BUENO
	2	A	T	Ground	21.62	1	21.62	0.653	1	0.653	0.303	0.270	BUENO
	3	A	A	UST	0.062	1	0.062	0.000	1	0.000	0.054	0.048	BUENO
2	1	B	T	Ground	0.950	1	0.950	0.030	1	0.030	0.322	0.287	BUENO
	2	B	T	Ground	21.60	1	21.60	0.701	1	0.701	0.325	0.290	BUENO
	3	B	B	UST	0.062	1	0.062	0.000	1	0.000	0.068	0.060	BUENO
3	1	C	T	Ground	1.003	1	1.003	0.028	1	0.028	0.283	0.252	BUENO
	2	C	T	Ground	21.46	1	21.46	0.646	1	0.646	0.302	0.269	BUENO
	3	C	C	UST	0.060	1	0.060	0.000	1	0.000	0.071	0.063	BUENO
PRUEBA DE COLLAR CALIENTE													
1	1	II FCI	1	Ground									
	2	II FAS	2	Ground									
2	1	II FCI	3	Ground									
	2	II FAS	4	Ground									
3	1	II FCI	5	Ground									
	2	II FAS	6	Ground									

Observaciones

K01

ELABORO
Adán Melo Flores Nombre y Firma

REVISO
Ing. Cesar Pelonzo Nombre y Firma

	Factor de potencia Interruptor	SMEX-f-608-GC	
		Rev. 0	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	21/Julio/2016
Interruptor:	Celda K03	Temp. Ambiente:	30°C
Voltaje nominal:	13.8kV	Humedad Rel.:	57%
Corriente nominal:	2000AMP	Condiciones del tiempo:	Soleado
Corriente interruptiva:	31.5kA	Bajo volumen aceite:	SF ₆ X
Marca:	SIEMENS	No. de serie de equipo de prueba:	1233 0512
No. De serie	BI-16/13007816-20		

Polo	Prueba	Conexiones de prueba			LECTURAS EQUIVALENTES 2.5 Kv						Factor de potencia (%)		Condiciones Aislamiento
		H.V.	L.V.	Selector	Mili volt-ampere			Mili watts			Medido	Corr. 20°C ²	
					Lectura medición	Multi.	MVA	Lectura medición	Multi.	MW			
1	1	A	T	Ground	0.293	1	0.293	0.018	1	0.018	0.308	0.246	BUENO
	2	A	T	Ground	22.56	1	22.56	0.676	1	0.676	0.301	0.240	BUENO
	3	A	A	UST	0.046	1	0.046	0.000	1	0.000	0.055	0.044	BUENO
2	1	B	T	Ground	0.289	1	0.289	0.012	1	0.012	0.407	0.325	BUENO
	2	B	T	Ground	22.74	1	22.74	0.684	1	0.684	0.301	0.240	BUENO
	3	B	B	UST	0.047	1	0.047	0.000	1	0.000	0.058	0.046	BUENO
3	1	C	T	Ground	0.292	1	0.292	0.015	1	0.015	0.427	0.341	BUENO
	2	C	T	Ground	22.76	1	22.76	0.666	1	0.666	0.339	0.271	BUENO
	3	C	C	UST	0.047	1	0.047	0.000	1	0.000	0.050	0.040	BUENO

PRUEBA DE COLLAR CALIENTE													
1	1	II FCI	1	Ground									
	2	II FAS	2	Ground									
2	1	II FCI	3	Ground									
	2	II FAS	4	Ground									
3	1	II FCI	5	Ground									
	2	II FAS	6	Ground									

Observaciones

Primer Prueba: K03 contra tierra
 Segunda Prueba: K04 contra tierra
 Tercera Prueba: K03 contra k04

ELABORO

Adán Melo Flores
Nombre y Firma

REVISO

Tlg. Cesar Polanco
Nombre y Firma

	Factor de potencia Interruptor	SMEX-f-608-GC	
		Rev. 0	

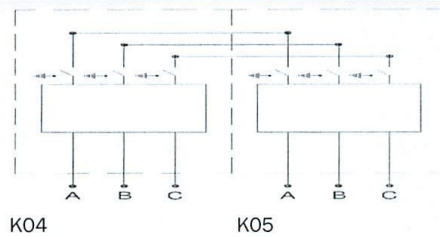
Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	21/Julio/2016
Interruptor:	Celda K04	Temp. Ambiente:	30 °C
Voltaje nominal:	13.8kV	Humedad Rel.:	57%
Corriente nominal:	2000AMP	Condiciones del tiempo:	Soleado
Corriente interruptiva:	31.5kA	Bajo volumen aceite:	SF ₆ X
Marca:	SIEMENS	No. de serie de equipo de prueba:	1233 0512
No. De serie	BI-16/13007816-20		

Polo	Prueba	Conexiones de prueba			LECTURAS EQUIVALENTES 2.5 Kv						Factor de potencia (%)		Condiciones Aislamiento
		H.V.	L.V.	Selector	Mili volt-ampere			Mili watts			Medido	Corr. 20 °C ²	
					Lectura medición	Multi.	MVA	Lectura medición	Multi.	MW			
1	1	A	T	Ground	0.289	1	0.289	0.008	1	0.008	0.267	0.213	BUENO
	2	A	T	Ground	22.60	1	22.60	0.673	1	0.673	0.298	0.238	BUENO
	3	A	A	UST	0.046	1	0.046	0.000	1	0.000	0.053	0.042	BUENO
2	1	B	T	Ground	0.291	1	0.291	0.011	1	0.011	0.376	0.300	BUENO
	2	B	T	Ground	22.73	1	22.73	0.679	1	0.679	0.299	0.239	BUENO
	3	B	B	UST	0.047	1	0.047	0.000	1	0.000	0.054	0.043	BUENO
3	1	C	T	Ground	0.290	1	0.290	0.008	1	0.008	0.282	0.225	BUENO
	2	C	T	Ground	22.67	1	22.67	0.658	1	0.658	0.291	0.232	BUENO
	3	C	C	UST	0.047	1	0.047	0.000	1	0.000	0.056	0.044	BUENO

PRUEBA DE COLLAR CALIENTE

Polo	Prueba	H.V.	L.V.	Selector	Lectura medición	Multi.	MVA	Lectura medición	Multi.	MW	Medido	Corr. 20 °C ²	Condiciones Aislamiento
1	1	II FCI	1	Ground									
	2	II FAS	2	Ground									
2	1	II FCI	3	Ground									
	2	II FAS	4	Ground									
3	1	II FCI	5	Ground									
	2	II FAS	6	Ground									

Observaciones



Primer Prueba: K04 contra tierra
 Segunda Prueba: K05 contra tierra
 Tercera Prueba: K04 contra K05

ELABORO

Adán Melo Flores
Nombre y Firma

REVISO

J. Casar Salazar
Nombre y Firma

	Factor de potencia Interruptor	SMEX-f-608-GC	
		Rev. 0	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte	Cliete:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	21/Julio/2016
Interruptor:	Celda K05	Temp. Ambiente:	31 °C
Voltaje nominal:	13.8kV	Humedad Rel.:	59%
Corriente nominal:	2000AMP	Condiciones del tiempo:	Soleado
Corriente interruptiva:	31.5kA	Bajo volumen aceite:	SF ₆ X
Marca:	SIEMENS	No. de serie de equipo de prueba:	1233 0512
No. De serie	BI-16/13007816-20		

Polo	Prueba	Conexiones de prueba			LECTURAS EQUIVALENTES 2.5 Kv						Factor de potencia (%)		Condiciones Aislamiento
		H.V.	L.V.	Selector	Mili volt-ampere			Mili watts			Medido	Corr. 20 °C ²	
					Lectura medición	Multi.	MVA	Lectura medición	Multi.	MW			
1	1	A	T	Ground	0.295	1	0.295	0.022	1	0.022	0.351	0.280	BUENO
	2	A	T	Ground	22.92	1	22.92	0.677	1	0.677	0.296	0.236	BUENO
	3	A	A	UST	0.045	1	0.045	0.000	1	0.000	0.054	0.043	BUENO
2	1	B	T	Ground	0.294	1	0.294	0.025	1	0.025	0.367	0.293	BUENO
	2	B	T	Ground	23.02	1	23.02	0.677	1	0.677	0.295	0.236	BUENO
	3	B	B	UST	0.047	1	0.047	0.000	1	0.000	0.051	0.040	BUENO
3	1	C	T	Ground	0.292	1	0.292	0.013	1	0.013	0.435	0.348	BUENO
	2	C	T	Ground	23.09	1	23.09	0.662	1	0.662	0.287	0.229	BUENO
	3	C	C	UST	0.046	1	0.046	0.000	1	0.000	0.055	0.044	BUENO

PRUEBA DE COLLAR CALIENTE													
1	1	II FCI	1	Ground									
	2	II FAS	2	Ground									
2	1	II FCI	3	Ground									
	2	II FAS	4	Ground									
3	1	II FCI	5	Ground									
	2	II FAS	6	Ground									

Observaciones

Primer Prueba: K05 contra tierra
 Segunda Prueba: K06 contra tierra
 Tercera Prueba: K05 contra K06

ELABORO

Adán Melo Flores
Nombre y Firma

REVISO

Ing. Cesar Palomino
Nombre y Firma

	Factor de potencia Interruptor	SMEX-f-608-GC		
		Rev. 0	Julio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	21/Julio/2016
Interruptor:	Celda K06	Temp. Ambiente:	30°C
Voltaje nominal:	13.8kV	Humedad Rel.:	57%
Corriente nominal:	2000AMP	Condiciones del tiempo:	Soleado
Corriente interruptiva:	31.5kA	Bajo volumen aceite:	SF ₆ X
Marca:	SIEMENS	No. de serie de equipo de prueba:	1233 0512
No. De serie	BI-16/13007816-20		

Polo	Prueba	Conexiones de prueba			LECTURAS EQUIVALENTES 2.5 Kv						Factor de potencia (%)		Condiciones Aislamiento
		H.V.	L.V.	Selector	Mili volt-ampere			Mili watts			Medido	Corr. 20°C ²	
					Lectura medición	Multi.	MVA	Lectura medición	Multi.	MW			
1	1	A	T	Ground	0.488	1	0.488	0.011	1	0.011	0.230	0.184	BUENO
	2	A	T	Ground	22.81	1	22.81	0.688	1	0.688	0.302	0.241	BUENO
	3	A	A	UST	0.060	1	0.060	0.000	1	0.000	0.072	0.057	BUENO
2	1	B	T	Ground	0.473	1	0.473	0.016	1	0.016	0.334	0.267	BUENO
	2	B	T	Ground	22.95	1	22.95	0.698	1	0.698	0.304	0.243	BUENO
	3	B	B	UST	0.062	1	0.062	0.000	1	0.000	0.062	0.049	BUENO
3	1	C	T	Ground	0.487	1	0.487	0.012	1	0.012	0.247	0.197	BUENO
	2	C	T	Ground	22.89	1	22.89	0.662	1	0.662	0.290	0.232	BUENO
	3	C	C	UST	0.065	1	0.065	0.000	1	0.000	0.055	0.044	BUENO

PRUEBA DE COLLAR CALIENTE													
Polo	Prueba	II FCI	II FAS	Conexiones de prueba	Lectura medición	Multi.	MVA	Lectura medición	Multi.	MW	Factor de potencia (%)	Condiciones Aislamiento	
1	1	II FCI	1	Ground									
	2	II FAS	2	Ground									
2	1	II FCI	3	Ground									
	2	II FAS	4	Ground									
3	1	II FCI	5	Ground									
	2	II FAS	6	Ground									

Observaciones

Primer Prueba: K06 contra tierra
 Segunda Prueba: K07 contra tierra
 Tercera Prueba: K06 contra K07

ELABORO

Adán Melo Flores
Nombre y Firma

REVISO

Ing. Cesar Palomino
Nombre y Firma



COORDINACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO
PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

FECHA ULTIMA PRUEBA _____
REPORTE No. _____
DIVISION _____
ZONA _____

SUBESTACION SE ITZIMNÁ FECHA 09/08/16
EQUIPO PROBADO Metal Clad MARCA Siemens TIPO NXPWS G
VOLTAJE NOMINAL 13.8 KV

TEMP. AMBIENTE 31.4 °C EQUIPO DE PRUEBA: MARCA Metrel
HUMEDAD RELATIVA 51.7 % SERIE No. 13420060 TIPO M1 3200
CONDICIONES DEL TIEMPO _____

EQUIPO		VOLTAJE DE PRUEBA	No. DE PRUEBA	CONEXIONES			LECTURAS 60 SEG.	VALOR MEGAOHMS (MΩ) *
TIPO	No. SERIE			LINEA	GUARDA	TIERRA		
FA	16/31045317	5000	H		L	8.73 G-2		
		500	L		H	285.0 G-2		
FB	16/31045318	5000	H		L	19.6 G-2		
		500	L		H	208.1 G-2		
FC	16/31045319	5000	H		L	25.9 G-2		
		500	L		H	301 G-2		

FORMA DE CONEXIÓN
(DIBUJAR)

* CONSIDERADOS
MULTIPLICADOR MEGGER: _____
FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEM: _____

OBSERVACIONES: _____

PROBO: Adrián Melo Flores

REVISO: _____

FORMATO SE-05-01

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f-601-GC		
		Rev. 0	Junio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6ª Fase	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	25/07/2016
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	31.6°C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	62.2%

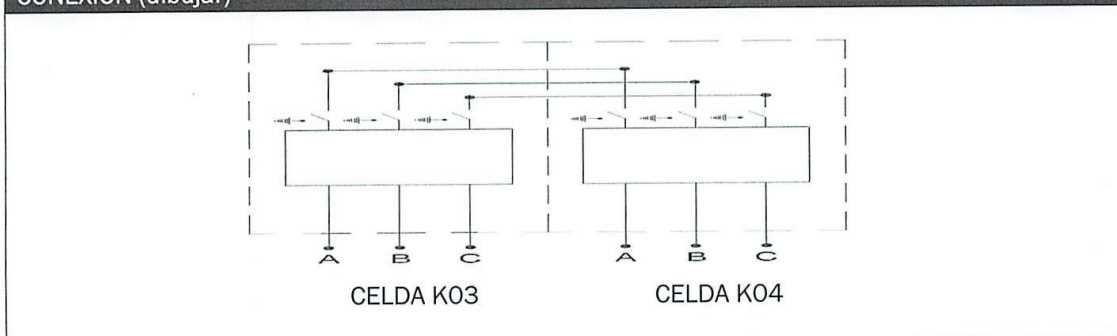
Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K03 FA	5,000 V	A		A	125	131	142	149	125	131	142	149
Siemens	NxPlus	K03 FA	5,000 V	A		T	73.0	74.7	74.7	77.0	73.0	74.7	77.0	77.0
Siemens	NxPlus	K03 FA	5,000 V	T		A	29.4	35.0	37.3	39.3	29.4	35.0	37.3	39.3
Siemens	NxPlus	K03 FB	5,000 V	B		B	41.9	43.4	48.8	51.3	41.9	43.4	48.8	51.3
Siemens	NxPlus	K03 FB	5,000 V	B		T	39.9	42.5	43.0	42.8	39.9	42.5	43.0	42.8
Siemens	NxPlus	K03 FB	5,000 V	T		B	46.1	55.1	60.2	61.7	46.1	55.1	60.2	61.7
Siemens	NxPlus	K03 FC	5,000 V	C		C	76.3	95.3	107	113	76.3	95.3	107	113
Siemens	NxPlus	K03 FC	5,000 V	C		T	61.0	67.5	77.3	79.6	61.0	67.5	77.3	79.6
Siemens	NxPlus	K03 FC	5,000 V	T		C	61.1	84.4	87.7	91.7	61.1	84.4	87.7	91.7

Multiplicador megger: N/A


No. de serie equipo de prueba: 13420060

Observaciones: Para probar la celda K03, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K03, interruptor K04, cuchillas de línea K04 estarán cerradas.

CONEXION (dibujar)

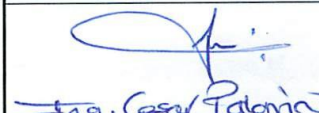


ELABORO



Adán Melo Flores
Nombre y Firma

REVISO



Ing. Cesar Palencia
Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-F601-GC	
		Rev. 0	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6ª Fase	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	25/07/2016
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	32.2°C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	57..2%

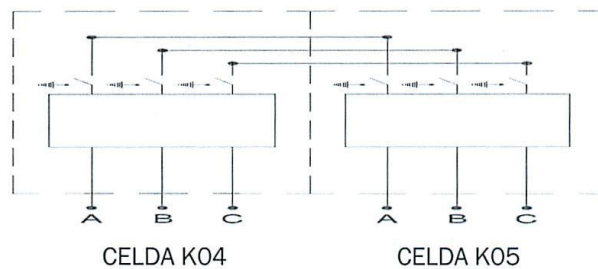
Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K04 FA	5,000 V	A		A	71.3	85.7	93.8	92.1	71.3	85.7	93.8	92.1
Siemens	NxPlus	K04 FA	5,000 V	A		T	71.4	88.4	83.0	96.7	71.4	88.4	83.0	96.7
Siemens	NxPlus	K04 FA	5,000 V	T		A	62.5	74.3	84.4	91.7	62.5	74.3	84.4	91.7
Siemens	NxPlus	K04 FB	5,000 V	B		B	170	190	195	199	170	190	195	199
Siemens	NxPlus	K04 FB	5,000 V	B		T	180	205	205	213	180	205	205	213
Siemens	NxPlus	K04 FB	5,000 V	T		B	51.3	75.2	90.3	98.5	51.3	75.2	90.3	98.5
Siemens	NxPlus	K04 FC	5,000 V	C		C	125	153	169	178	125	153	169	178
Siemens	NxPlus	K04 FC	5,000 V	C		T	98.0	148	172	186	98.0	148	172	186
Siemens	NxPlus	K04 FC	5,000 V	T		C	60.0	86.9	98.3	106	60.0	86.9	98.3	106

Multiplicador megger: N/A

No. de serie equipo de prueba: 13420060

Observaciones: Para probar la celda K04, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K04, interruptor K05, cuchillas de línea K05 estarán cerradas.

CONEXION (dibujar)



ELABORO

Adán Melo Flores
Nombre y Firma

REVISO

Ing. Cesar Palomino
Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f-601-GC		
		Rev. 0	Junio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6ª Fase	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	25/07/2016
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	32.2 °C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	57..2%

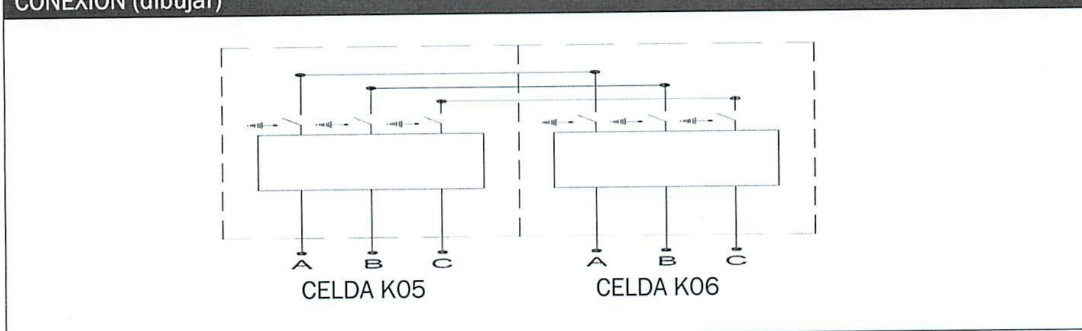
Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K05 FA	5,000 V	A		A	45.7	169	157	181	45.7	169	157	181
Siemens	NxPlus	K05 FA	5,000 V	A		T	87.3	122	127	128	87.3	122	127	128
Siemens	NxPlus	K05 FA	5,000 V	T		A	99.1	114	209	226	99.1	114	209	226
Siemens	NxPlus	K05 FB	5,000 V	B		B	132	174	188	199	132	174	188	199
Siemens	NxPlus	K05 FB	5,000 V	B		T	133	179	182	192	133	179	182	192
Siemens	NxPlus	K05 FB	5,000 V	T		B	79.1	100	97.3	98.5	79.1	100	97.3	98.5
Siemens	NxPlus	K05 FC	5,000 V	C		C	119	150	174	179	119	150	174	179
Siemens	NxPlus	K05 FC	5,000 V	C		T	98.8	125	210	254	98.8	125	210	254
Siemens	NxPlus	K05 FC	5,000 V	T		C	114	169	204	242	114	169	204	242

Multiplicador megger: N/A


No. de serie equipo de prueba: 13420060

Observaciones: Para probar la celda K05, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K05, interruptor K06, cuchillas de línea K06 estarán cerradas.

CONEXION (dibujar)



ELABORO
 Adán Melo Flores Nombre y Firma

REVISO
 Ing. Cesar Palomino Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f-601-GC		
		Rev. 0	Junio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6ª Fase	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	25/07/2016
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	33.6°C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	52.7%

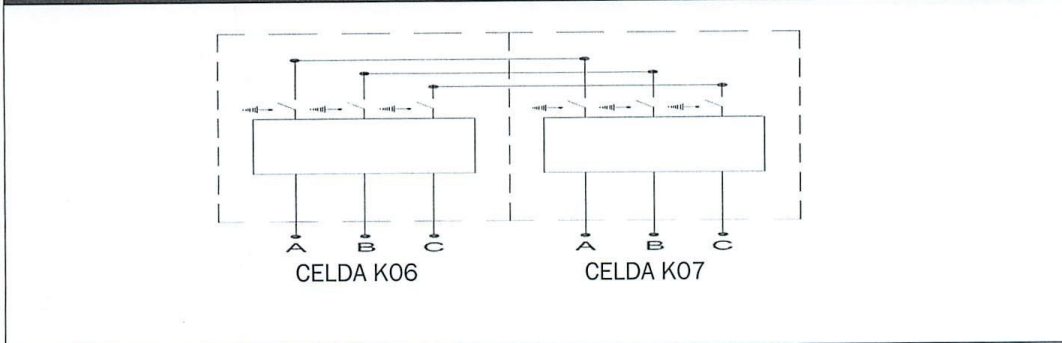
Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K06 FA	5,000 V	A		A	221	387	488	504	221	387	488	504
Siemens	NxPlus	K06 FA	5,000 V	A		T	198	396	527	596	198	396	527	596
Siemens	NxPlus	K06 FA	5,000 V	T		A	257	402	415	559	257	402	415	559
Siemens	NxPlus	K06 FB	5,000 V			B	338	466	669	756	338	466	669	756
Siemens	NxPlus	K06 FB	5,000 V	B		T	250	471	679	778	250	471	679	778
Siemens	NxPlus	K06 FB	5,000 V	T		B	239	453	553	560	239	453	553	560
Siemens	NxPlus	K06 FC	5,000 V			C	294	463	527	956	294	463	527	956
Siemens	NxPlus	K06 FC	5,000 V	C		T	289	520	700	878	289	520	700	878
Siemens	NxPlus	K06 FC	5,000 V	T		C	426	777	936	989	426	777	936	989

Multiplicador megger: N/A

No. de serie equipo de prueba: 13420060

Observaciones: Para probar la celda K06, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K06, interruptor K07, cuchillas de línea K07 estarán cerradas.

CONEXION (dibujar)



ELABORO
Adán Melo Flores Nombre y Firma

REVISO
Ing. Cesar Palomino Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f-601-GC		
		Rev. 0	Junio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6ª	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	25/07/2016
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	33.6°C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	52.7%

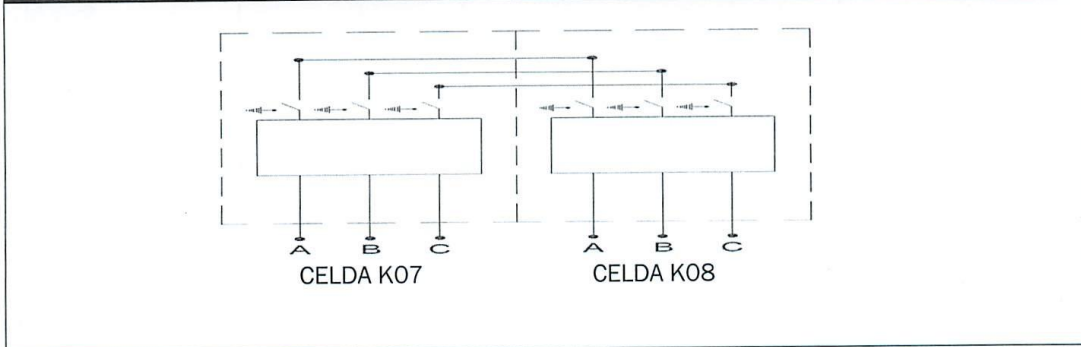
Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K07 FA	5,000 V	A		A	243	447	700	892	243	447	700	892
Siemens	NxPlus	K07 FA	5,000 V	A		T	360	639	770	800	360	639	770	800
Siemens	NxPlus	K07 FA	5,000 V	T		A	107	197	226	380	107	197	226	380
Siemens	NxPlus	K07 FB	5,000 V	B		B	244	360	553	613	244	360	553	613
Siemens	NxPlus	K07 FB	5,000 V	B		T	155	295	404	477	155	295	404	477
Siemens	NxPlus	K07 FB	5,000 V	T		B	107	122	137	159	107	122	137	159
Siemens	NxPlus	K07 FC	5,000 V	C		C	199	426	543	638	199	426	543	638
Siemens	NxPlus	K07 FC	5,000 V	C		T	140	352	505	542	140	352	505	542
Siemens	NxPlus	K07 FC	5,000 V	T		C	170	254	318	328	170	254	318	328

Multiplicador megger: N/A

No. de serie equipo de prueba: 13420060

Observaciones: Para probar la celda K07, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K07, interruptor K08, cuchillas de línea K08 estarán cerradas.

CONEXION (dibujar)



ELABORO

Adán Melo Flores
Nombre y Firma

REVISO

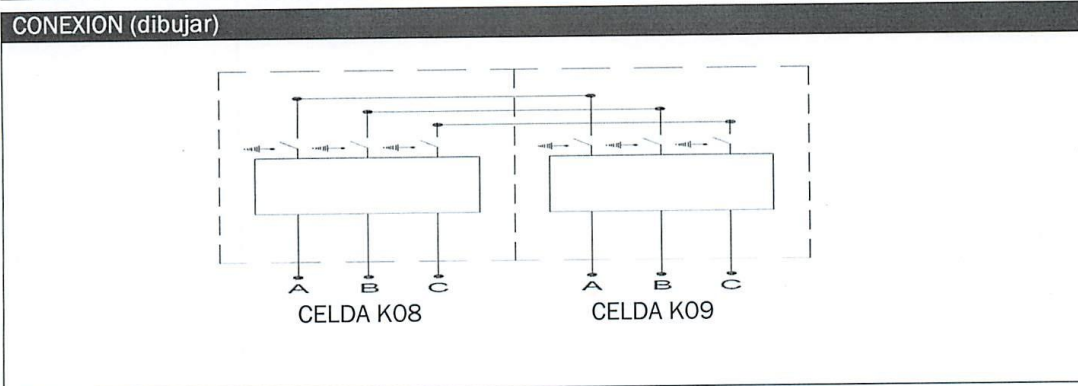
Cesar Palomino
Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f-601-GC		
		Rev. 0	Junio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6ª	Cliente:	CFE
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	33.6 °C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	52.7%

Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K08 FA	5,000 V	A		A	419	554	863	994	419	554	863	994
Siemens	NxPlus	K08 FA	5,000 V	A		T	315	460	798	965	315	460	798	965
Siemens	NxPlus	K08 FA	5,000 V			A	117	166	199	209	117	166	199	209
Siemens	NxPlus	K08 FB	5,000 V			B	525	781	894	991	525	781	894	991
Siemens	NxPlus	K08 FB	5,000 V			T	579	653	853	942	579	653	853	942
Siemens	NxPlus	K08 FB	5,000 V			B	149	192	216	225	149	192	216	225
Siemens	NxPlus	K08 FC	5,000 V			C	432	650	832	993	432	650	832	993
Siemens	NxPlus	K08 FC	5,000 V			T	296	614	937	939	296	614	937	939
Siemens	NxPlus	K08 FC	5,000 V			C	178	219	266	274	178	219	266	274

Multiplicador megger: N/A	Observaciones: Para probar la celda K08, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K08, interruptor K09, cuchillas de línea K09 estarán cerradas.
No. de serie equipo de prueba: 13420060	



ELABORO
Adán Melo Flores Nombre y Firma

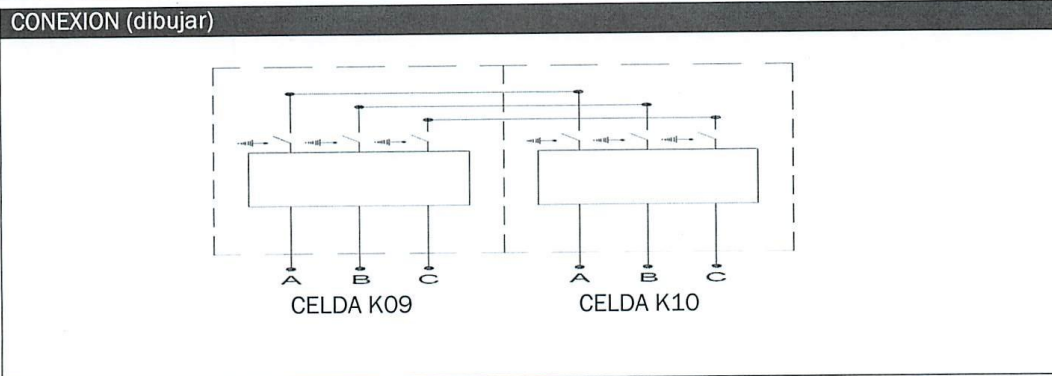
REVISO
Ing. Cesar Palomino Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f601-GC	
		Rev. 0	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6 ^º	Cliente:	CFE
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	33.6 °C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	52.7%

Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K09 FA	5,000 V	A		A	422	699	894	975	422	699	894	975
Siemens	NxPlus	K09 FA	5,000 V	A		T	452	653	852	991	452	653	852	991
Siemens	NxPlus	K09 FA	5,000 V	T		A	246	251	281	287	246	251	281	287
Siemens	NxPlus	K09 FB	5,000 V	B		B	567	742	921	969	567	742	921	969
Siemens	NxPlus	K09 FB	5,000 V	B		T	732	891	931	945	732	891	931	945
Siemens	NxPlus	K09 FB	5,000 V	T		B	251	291	321	323	251	291	321	323
Siemens	NxPlus	K09 FC	5,000 V	C		C	763	879	896	971	763	879	896	971
Siemens	NxPlus	K09 FC	5,000 V	C		T	731	758	861	997	731	758	861	997
Siemens	NxPlus	K09 FC	5,000 V	T		C	356	427	444	490	356	427	444	490

Multiplicador megger: N/A	Observaciones: Para probar la celda K09, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K09, interruptor K10, cuchillas de línea K10 estarán cerradas.
No. de serie equipo de prueba: 13420060	



ELABORO
Adán Melo Flores Nombre y Firma

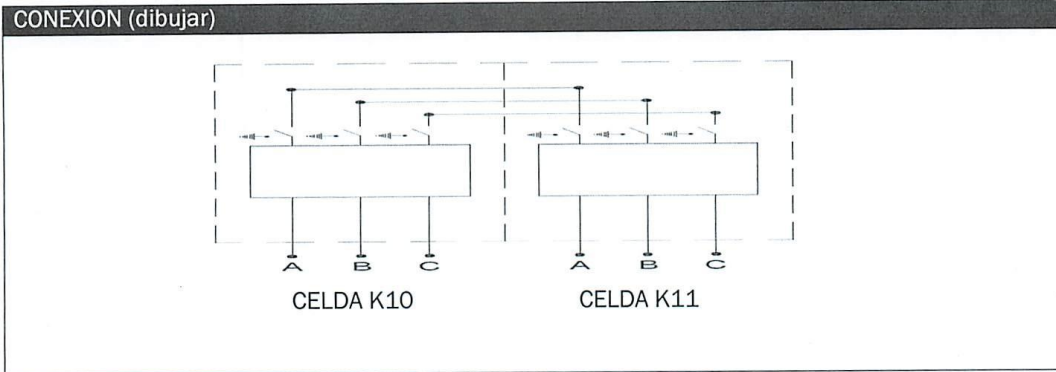
REVISO
Carlos Palomino Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f-601-GC		
		Rev. 0	Junio 2015	

Proyecto:	273 SE 1621 Distribución Norte - Sur 6ª Fase	Cliente:	CFE
SE:	Itzimná Bco. 1	Fecha:	25/07/2016
Nombre equipo:	Metal Clad	Cap. Interruptiva:	MVA
Marca:	Siemens	Voltaje nominal:	13.8 Kv
No. de serie:	BI-16/13007816-20	Corriente nominal:	2000 AMP
Tipo:	NxPlus C	Corriente Interruptiva:	31.5 KA
No. de serie equipo de prueba:	13420060	Temp. Ambiente:	31.6 °C
Condiciones del tiempo:	Optimo	Humedad Rel.:	62.2%

Equipo			Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (GigaOhms)			
Marca	Tipo	No. de celda		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NxPlus	K10 FA	5,000 V	A		A	97.1	174	223	256	97.1	174	223	256
Siemens	NxPlus	K10 FA	5,000 V	A		T	102	132	140	130	102	132	140	130
Siemens	NxPlus	K10 FA	5,000 V	T		A	160	201	314	335	160	201	314	335
Siemens	NxPlus	K10 FB	5,000 V	B		B	233	327	373	415	233	327	373	415
Siemens	NxPlus	K10 FB	5,000 V	B		T	231	321	383	419	231	321	383	419
Siemens	NxPlus	K10 FB	5,000 V	T		B	94.3	176	183	231	94.3	176	183	231
Siemens	NxPlus	K10 FC	5,000 V	C		C	154	246	306	333	154	246	306	333
Siemens	NxPlus	K10 FC	5,000 V	C		T	125	263	291	319	125	263	291	319
Siemens	NxPlus	K10 FC	5,000 V	T		C	713	128	175	202	713	128	175	202

Multiplicador megger: <u>N/A</u>	Observaciones: Para probar la celda K10, en las nueve pruebas el interruptor estará abierto, y las cuchillas de línea K10, interruptor K11, cuchillas de línea k11 estarán cerradas.
No. de serie equipo de prueba: 13420060	



ELABORO
Adán Melo Flores Nombre y Firma

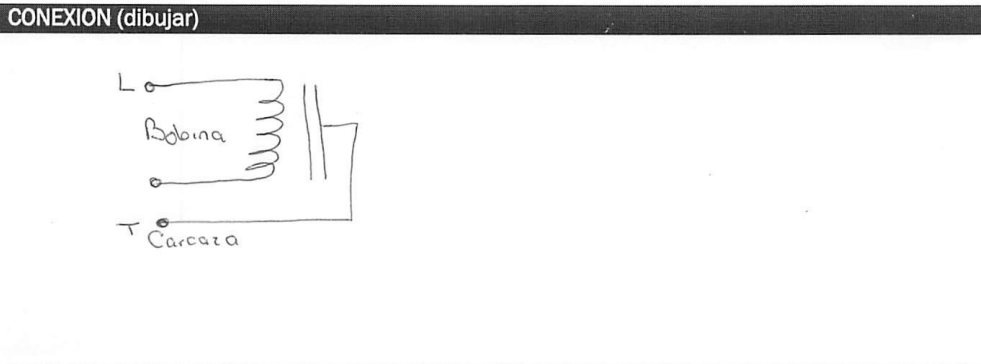
REVISO
Ing. Cesar Palencia Nombre y Firma

	Resistencia de Aislamiento	SMEX-f-601-GC		
		Rev. 0	Junio 2015	

Proyecto: 273 SE 1621 Distribución Norte-Sur Cliente: CFE
 SE: Itzimud Bco. 1 Fecha: 29/08/16
 Nombre equipo: Tablero Metal-Clad Cap. Interruptiva: MVA
 Marca: Siemens Voltaje nominal: 13.8 Kv
 No. de serie: B1-16/13007816-20 Corriente nominal: 2000 AMP
 Tipo: Nx Plus C Corriente Interruptiva: 31.5 KA
 No. de serie equipo de prueba: 13420060 Temp. Ambiente: 29 °C
 Condiciones del tiempo: Soleado Humedad Rel.: 57.2 %

Marca	Equipo		Voltaje prueba	Conexión			Lecturas				Valores (Megaohms)			
	Tipo	No. de serie		L	G	T	15	30	45	60	15	30	45	60
Siemens	NXPLUS	K01	500 V	L1		T								13.8 GΩ
Siemens	NXPLUS	K03	500 V	L1		T								32.1 GΩ
Siemens	NXPLUS	K04	500 V	L1		T								47.8 GΩ
Siemens	NXPLUS	K05	500 V	L1		T								23.3 GΩ
Siemens	NXPLUS	K06	500 V	L1		T								26 GΩ
Siemens	NXPLUS	K07	500 V	L1		T								13.6 GΩ
Siemens	NXPLUS	K08	500 V	L1		T								15.6 GΩ
Siemens	NXPLUS	K09	500 V	L1		T								5.70 GΩ
Siemens	NXPLUS	K10	500 V	L1		T								11.3 GΩ

Multiplicador megger: N/A Observaciones: Resistencia de aislamiento a motores.
 No. de serie equipo de prueba: 13420060



ELABORO

 Ing. Patricia Lucero Nájera G.
 Nombre y Firma

REVISÓ

 Ing. Wis Jiménez Sotelo
 Nombre y Firma

5. Conclusión

El objetivo más importante de este trabajo profesional es señalar que el mantenimiento a las subestaciones eléctricas en general constituye un costo adicional para las empresas o fábricas; pero un buen mantenimiento preventivo bien planificado y ejecutado trae consigo grandes beneficios directos e indirectos, tales como disminución del tiempo de interrupciones de las máquinas, incremento en la productividad, menor costo de las posibles reparaciones, mayor seguridad y disminución de los accidentes, permitiéndonos detectar anomalías dentro de la subestación y así prevenir los paros inoportunos de la subestación.

6. bibliografías

- [1] SOM3531 Manual de procedimientos de prueba de campo de equipo primario de subestaciones de distribución
- [2] NMX-J-169-ANCE-2004 métodos de prueba. Transformadores y autotransformadores de distribución y potencia.
- [3] NMX-J-169-ANCE-2004 métodos de prueba. Transformadores y autotransformadores de distribución y potencia
- [4] Gonzales F. Francisco. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Segunda edición. FC Editorial