



“Conexiones, recepción y puesta en servicio de transformadores y autotransformadores ”

El circuito eléctrico (Devanados)

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Los devanados o bobinados son **la parte que compone los circuitos eléctricos** (devanados primarios, secundarios y/o terciarios). Estos devanados son fabricados de cobre electrolítico de gran pureza, normalmente de sección transversal en forma rectangular, y aislados con varias capas de papel aislante especial. Los conductores tienen un perfecto acabado; libre de asperezas y cuyos cantos están redondeados para evitar concentración de campos eléctricos.

Son diseñados y fabricados en forma cilíndrica para proporcionar una adecuada coordinación de los aislamientos y una óptima resistencia dieléctrica a sobretensiones debidas a maniobras, descargas atmosféricas y las pruebas dieléctricas a que son sometidos los transformadores.





El sistema aislante

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Este sistema aísla los devanados del transformador, entre ellos y a tierra, así como salidas de fase y terminales de derivaciones contra contactos o arcos a partes conectadas a tierra como tanque, herrajes del núcleo y otras estructuras metálicas.



En este tipo de transformadores, el sistema aislante se clasifica en dos grupos: **Sistema aislante sólido y sistema aislante líquido.**

El sistema aislante sólido lo forman: El cartón prensado (PRESSBOARD) en sus diferentes espesores, papel crepé, papel KRAFT, madera de maple, boquillas, cintas de lino, etc.

El aislamiento líquido lo forma en este caso el aceite dieléctrico, que es el que baña el conjunto interno formado las bobinas, el núcleo, los materiales aislantes sólidos así como las estructuras metálicas. Este fluido tiene tres funciones primordiales:

- Proporciona una rigidez dieléctrica confiable.
- Proporciona un enfriamiento eficiente.
- Protege al demás sistema aislante.

Tanque y accesorios

El tanque es la parte del transformador que contiene el conjunto núcleo bobinas en su interior así como el líquido dieléctrico refrigerante (en este caso el aceite), además sirve como disipador del calor (conjunto de radiadores y ventiladores) generado por las pérdidas del transformador

Los accesorios son dispositivos que el transformador necesita para su correcta operación y poder monitorear el comportamiento del mismo.



Cambiador de derivaciones **ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Medio que permite adaptar el transformador a los cambios de tensión de la línea de alimentación.

Este aumenta o suprime espiras (normalmente en el lado de alta tensión) para bajar o subir la tensión de salida del transformador dependiendo de los requerimientos de la carga. Siempre y cuando el cambiador se encuentre dentro del rango de voltaje de la alimentación.

Estos pueden ser de dos tipos:

- Cambiador de derivaciones sin carga.
- Cambiador de derivaciones bajo carga.

El primero se usa cuando la variación de la tensión es poco frecuente y se ajusta únicamente cuando el transformador se encuentra desconectado de la red de alimentación. Este ajuste se lleva a cabo por medio de un dispositivo exterior operado manualmente (volante) o por medio de un dispositivo motorizado.

El segundo tipo de cambiadores se usa cuando la variación de tensión (regulación) debe hacerse sin interrupción del servicio (sin desconectar el equipo de la red de alimentación). Su operación puede ser manual o automática.



Radiadores

Los radiadores son una parte fundamental del transformador dado que por medio de estos y con ayuda del aceite, se disipa el calor generado por las pérdidas en el transformador. El número y dimensiones de estos se calcula de acuerdo con las pérdidas a disipar.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Radiador de tipo olea



Radiador de tipo tubular



Boquillas de alta y baja tensión

Las boquillas o bushings son dispositivos que se utilizan para sacar las terminales del primario y del secundario del interior del transformador hacia el exterior. De acuerdo a la clase de aislamiento y potencia del transformador se utilizan boquillas del tipo sólido con o sin condensador (en aceite o en resina).



Indicador de temperatura con contactos de alarma

Este accesorio se utiliza para indicar la temperatura del nivel superior del líquido aislante del transformador y tienen microswitchs internos que pueden ser utilizados para el control de ventiladores, y/o iniciar o energizar una alarma.



Indicador del punto más caliente de los devanados

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Este aparato indica la temperatura de los devanados utilizando una resistencia calefactora colocada alrededor de un bulbo sensor de temperatura colocados dentro de un termopozo sumergido en el aceite.

La resistencia calefactora está diseñada para elevar la temperatura de la sonda sensora a un valor cercano al alcanzado por el punto caliente del devanado, cuando la resistencia calefactora es conectada al secundario, un transformador de corriente cuyo primario se encuentra normalmente colocado en una de las salidas de la baja tensión.

Cuenta con una serie de microswitchs montados y con la facilidad de calibrarse a diferentes temperaturas para poder ser utilizados en circuitos de arranque de sistemas de enfriamiento, alarma o disparo.



Indicador de nivel

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Este accesorio se utiliza para indicar el nivel del líquido dieléctrico, en el tanque principal del transformador y en los compartimentos asociados. Consiste de un brazo flotante y magnético por el lado donde se encuentra el líquido y un segundo magneto en la carátula indicadora (en la parte exterior). La aguja indicadora se moverá cada vez que el líquido este en o abajo del nivel a 25 °C.



Relevador Buchholz

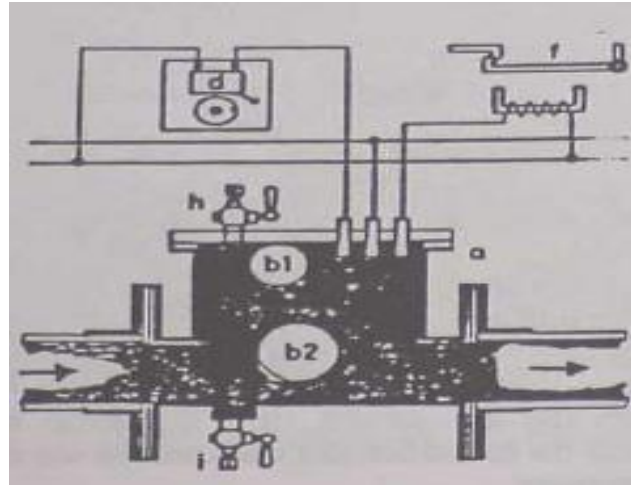
La acción del Buchholz esta basada en el hecho de que cualquier accidente que sobrevenga a un transformador, esta precedido de una serie de fenómenos, sin gravedad, a veces imperceptibles pero que, a la larga conducen al deterioro del equipo. Por lo tanto, bastará con detectar los primeros síntomas de la perturbación y avisar al hecho mediante una señal acústica u óptica; no es necesario en este caso, poner el transformador inmediatamente fuera de servicio, sino tener en cuenta la circunstancia y desacoplar el transformador cuando lo permitan las condiciones del uso del equipo.



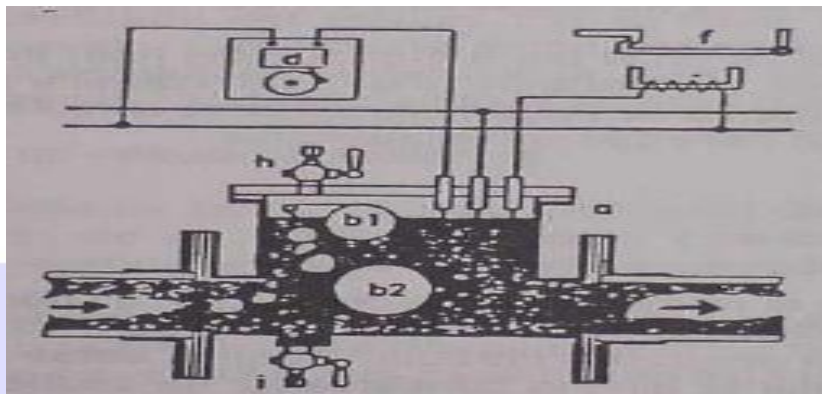


Funcionamiento

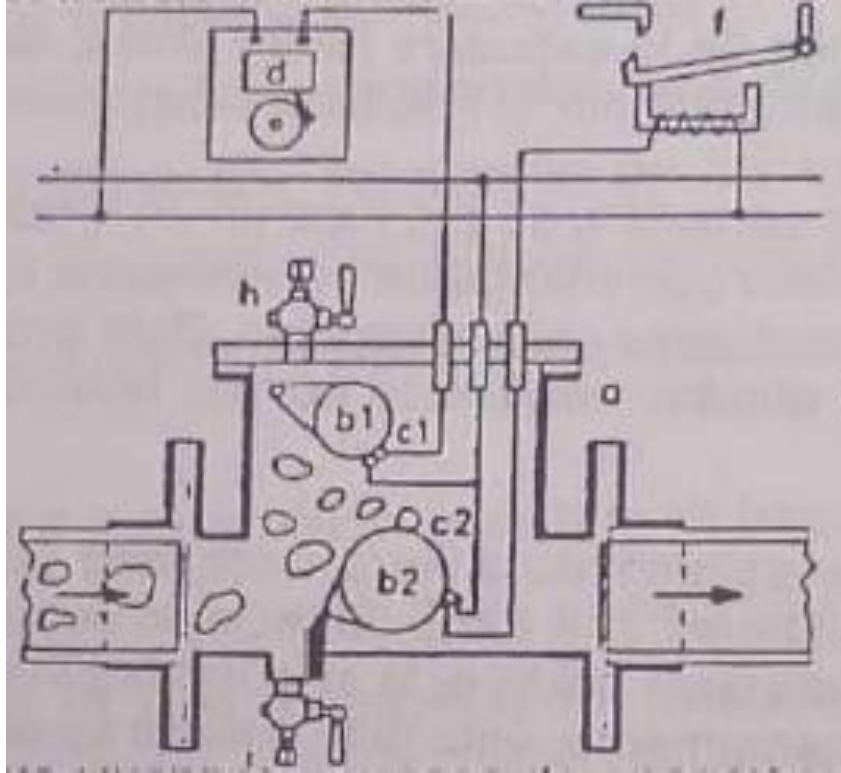
Ahora veamos como funciona el relevador. El receptáculo "a" normalmente lleno de aceite, contiene dos flotadores móviles (b1 y b2) alrededor de ejes fijos. Si, a consecuencia de un defecto poco importante, se introducen pequeñas burbujas de gas, estas se elevan en el tanque principal del transformador y se dirigen hacia al tanque conservador de aceite. Siendo captadas por el aparato y almacenadas en el receptáculo, donde el nivel de aceite baja progresivamente a medida que las burbujas llenan el espacio superior del receptáculo.



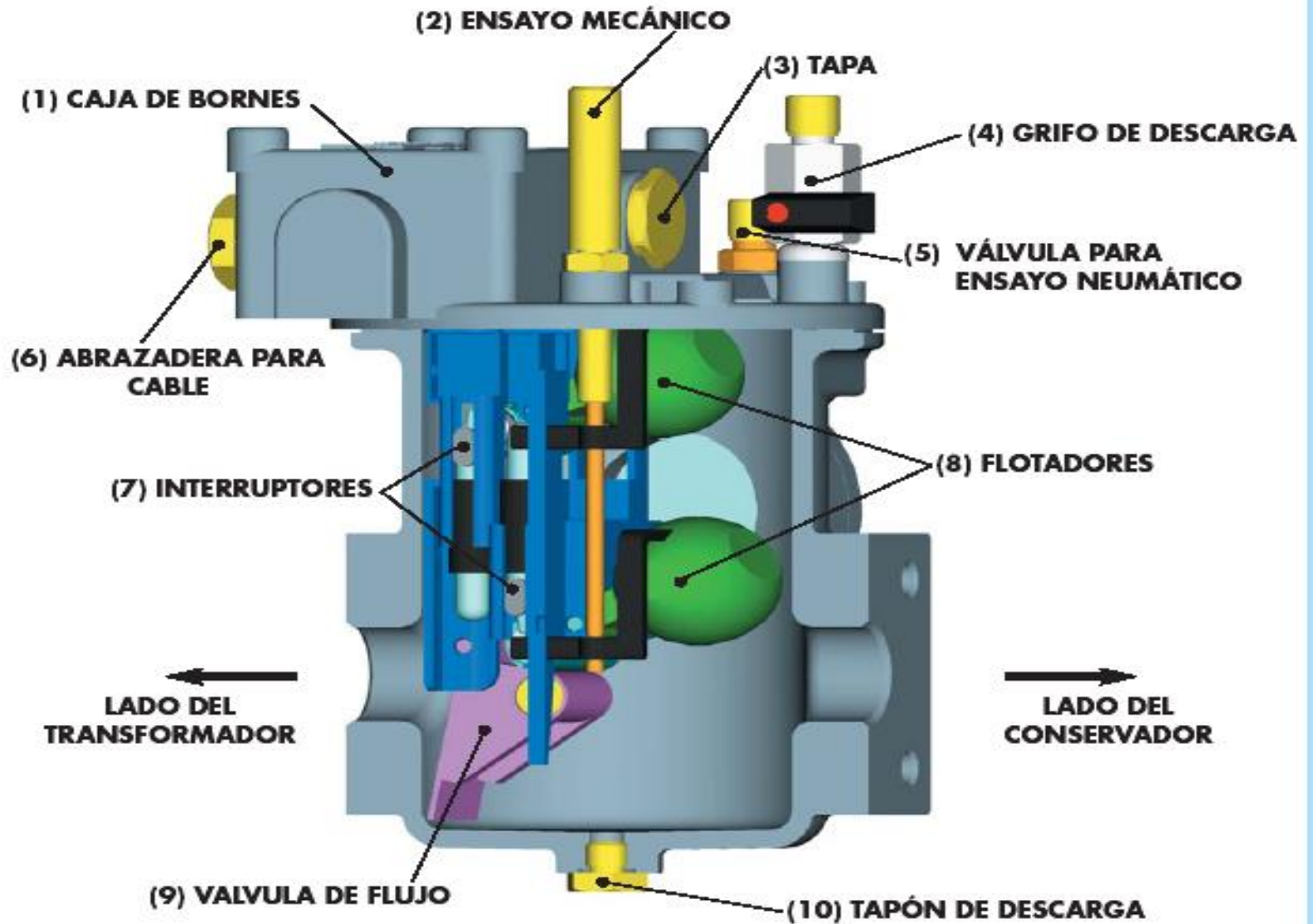
Como consecuencia, el flotador superior "b1" se inclina y cuando la cantidad de gas es suficiente cierra sus contactos c1, que alimenta el circuito de alarma. Si continua el desprendimiento de gas, el nivel de aceite en el receptáculo baja hasta que los gases alcanzan la tubería que lo lleva hasta el tanque conservador.



Si el defecto se acentúa, el desprendimiento se hace violento y se producen grandes burbujas, de tal manera que a consecuencia del choque el aceite refluye bruscamente a través de la tubería, hacia el tanque conservador. Este flujo de aceite encuentra al flotador b2 y lo acciona, lo que provoca el cierre de los contactos c2, estos accionan a su vez el mecanismo de desconexión f de los interruptores de los lados de alta y baja tensión del transformador, poniendo a éste fuera de servicio.



**Funcionamiento del relé
Buchholz en caso de aparición
de un grave defecto en el
transformador.**



Ventiladores

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Para atender a potencias superiores durante horas de carga pico y periodos de emergencia, sin rebasar los límites de elevación de temperatura en el aceite y en los devanados, el transformador se equipa con ventiladores. Por la acción del flujo de aire forzado, se obtiene una mejoría en el enfriamiento del aceite

Con los ventiladores actuando sobre los radiadores, son posibles los siguientes métodos de Refrigeración

ONAN - Autoenfriado, y enfriado por aire forzado.

ONAN/ONAF - Autoenfriado, enfriado por aire forzado y por aceite forzado.

OFAF - Enfriado con aceite forzado y enfriadores con aire forzado.



Designación Antigua	Designación Nueva	Descripción
OA	ONAN	Aceite-Aire Convección Natural
OA/FA	ONAN/ONAF	Aceite-Aire, Convección Natural y Convección forzada de aire
OA/FOA	ONAN/OFAF	Aceite-Aire, Convección Natural, Aceite-Aire, Convección Forzada
FOW	OFWF	Aceite-Agua, Convección Forzada

Ventilador normalmente utilizado para transformadores enfriados por aire forzado, colocado en la parte lateral superior de un radiador.

Válvulas de bloqueo para radiadores

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Se colocan entre la pared del tanque principal en la parte superior e inferior (normalmente soldadas) y el cabezal superior e inferior del radiador, con la finalidad de que sea embarcada sin radiadores, solo baste con cerrar las válvulas de bloqueo y sellar tanto los radiadores como las válvulas. Además, cuando se requiera realizar un mantenimiento en los radiadores en el cual sea necesario retirar el radiador del tanque, solo se bloquean las válvulas, se retira el aceite del radiador y se separa del tanque principal.



Válvula de bloqueo utilizada en transformadores de potencia.

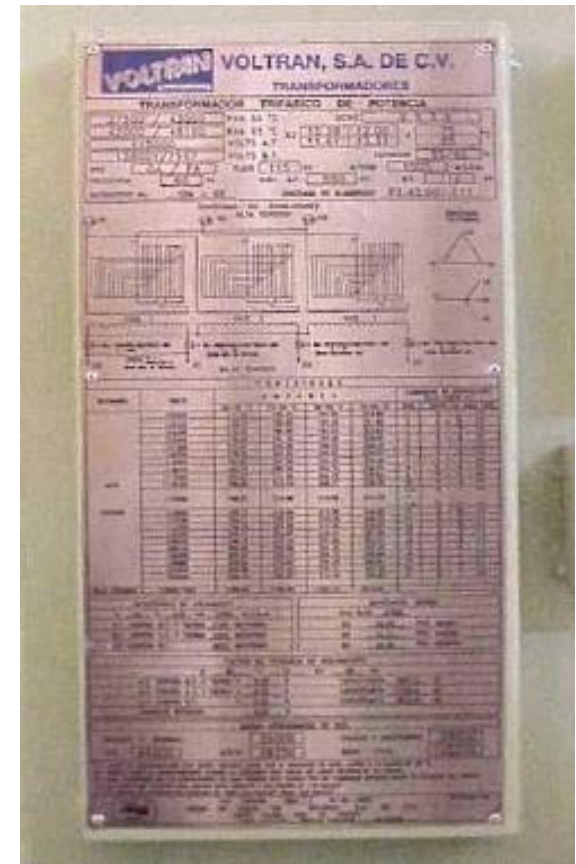
Placa de datos

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

La placa de datos consiste de una lámina de acero inoxidable en la cual se encuentran registrados todos los datos del transformador



CAPACIDAD	:	12 / 16 / 20 MVA
VOLTAJE A. T.	:	115 000 V.
VOLTAJE B. T.	:	13 800Y / 7 967 V.
CONEXIÓN	:	DELTA – ESTRELLA
DERIVACIONES	:	A.T.: +1-3 DE 2.5% C/U
ELEV. DE TEMPERATURA	:	55/65 °C
FRECUENCIA	:	60 Hz
ALTITUD DE OPERACIÓN	:	1 000 M S. N. M.
LIQUIDO AISLANTE	:	ACEITE MINERAL



Válvula mecánica de sobrepresión

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Este accesorio se monta en la cubierta del transformador, y está diseñado para liberar presiones peligrosas las cuales se pueden generar dentro del tanque del transformador. Cuando una presión determinada es excedida, una reacción de presión levanta el diafragma y desahoga el tanque del transformador.

La presión anormal seguida de un arco, es a menudo suficiente para romper el tanque, si no se instala una válvula de sobrepresión. Se suministran con contactos y sin contactos para mandar normalmente señales de disparo.



Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente se utilizan para reducir los valores de corriente de utilización (normalmente 5 amperes) y como dispositivo de aislamiento. Los secundarios de estos dispositivos se conectan a: Amperímetros, relevadores de sobrecorriente, de protección contra fallas a tierra, elementos de corriente de wattmetros y otros medidores, relevadores direccionales, diferenciales, de distancia y otros aparatos más.



Apartarrayos

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Los apartarrayos son los dispositivos empleados para la protección de un transformador conectados en las salidas del secundario o del primario, previniendo al equipo de transitorios originados por descargas atmosféricas (rayos directos o indirectos) o perturbaciones en la red originadas por ondas viajeras que emiten las maniobras de conexión y desconexión de equipos.

Son elementos que drenan las sobre tensiones por descargas atmosféricas o maniobras en la red. A tierra



Apartarrayos para protección de transformadores de potencia.

Deshidratador de Silica – Ge

El deshidratador de Silica – Gel esta diseñado para eliminar la humedad e impurezas del aire introducido al transformador. Este consiste de un contenedor de Silica – Gel, un filtro con un pequeño depósito de aceite y un tubo para conectar al deshidratador al tanque conservador

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Pasamuros

Los pasamuros son un dispositivo de un material a base de una resina epóxica especial y sirven para pasar las terminales de los secundarios de los transformadores de corriente colocados en el interior del tanque del transformador principal hacia el exterior del mismo



Válvula de drene de aceite

Esta sirve para efectuar el drenado del aceite del transformador en su parte inferior.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS.



Válvula de muestreo

Esta válvula se utiliza para sacar muestras de aceite y ser estudiadas para hacer un dictamen del estado del aceite Así como del transformador y se coloca en la parte inferior al igual que la válvula de drene



Caja de conexiones

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

La caja de conexiones es la parte en donde llegan las terminales de los microswitchs de los accesorios como: indicadores de temperatura, indicadores de nivel, indicadores de punto caliente de los devanados, relevador de Buchholz, secundarios de los transformadores de corriente, etc. Una resistencia calefactora asegura el calentamiento de la caja para evitar condensaciones de humedad dentro de la misma.





EMBARQUE DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Una vez que el transformador ha sido sometido y aprobado sus ensayos finales en laboratorio, este se encuentra ensamblado en su totalidad conteniendo por lo regular los siguientes accesorios:

1. Tanque conservador con tubería, soportes y demás accesorios.
2. Boquilla de alta tensión.
3. Boquillas de baja tensión.
4. Accesorios de control (termómetros, indicadores de nivel de aceite, de flujo, relevador Buchholz, Válvula de sobrepresión mecánica, equipo Iner-Tram, etc.) .
5. Bancos de radiadores con sus grupos de bombas y ventiladores.
6. Bases para apartarrayos.
7. Tubo cuello de ganso.
8. Cambiador de derivaciones, con mandos mecánicos y eléctricos.

El transformador para fines de inspección interna y verificar que todos sus elementos se encuentren en buen estado se lleva a cabo el retiro total sul aceite.

Los trabajos más relevantes en la revisión interna son:

1. Operación correcta de válvulas de bloqueo en radiadores.
2. Apriete en gatos de bobinas.
3. Apriete en sujeción, parte viva tanque.
4. Operación correcta del cambiador de derivaciones y apriete en sus contactos fijos y movibles.
5. Sujeción correcta en transformadores de corriente.
6. Limpieza del conjunto núcleo-bobinas y paredes del tanque.
7. Apriete correcto de toda la tornillería del conjunto núcleo-bobinas.
8. Resistencias de aislamiento al núcleo.
9. Fondo del tanque libre de aceite. Etc.



Los transformadores que se embarcan sin aceite, deben cumplir con un porcentaje de humedad , como se muestra en la tabla siguiente:

% HR CLASE DE AISLAMIENTOS MÍNIMO MAXIMO

69 a 85 KV 0.30 0.40

115 a 151 KV 0.25 0.30

230 a 400 KV 0.20 0.15

Orejas de izaje

Estos aditamentos son utilizados para levantar al transformador mediante una grúa, están ubicados en las paredes largas del tanque y próximas a la tapa del transformador.

Estas orejas son de capacidad suficiente para soportar el peso del transformador totalmente armado. Para su fácil identificación se coloca cerca de éstas un dibujo de un gancho.

Orejas para embarque

Estos aditamentos son utilizados para sujetar el transformador a la plataforma del transporte al momento de su embarque, para su fácil identificación se coloca cerca de éstas un dibujo de una cadena.

Soportes para gatos

Este accesorio es colocado en cuatro extremos inferiores al tanque, con la finalidad de realizar maniobras de carga y descarga a través de gatos hidráulicos, al lado de éste aparece una figura que lo identifica.

NOTA: Cuando sea necesario el uso de cualquiera de estos accesorios es necesario colocar protecciones, con el fin de no dañar la pintura que los protege, estas protecciones pueden ser hules o cartones.

En el embarque de un transformador se toman en cuenta las limitaciones físicas, tales como: puentes, líneas de transmisión, capacidad de carga del transporte, etc.

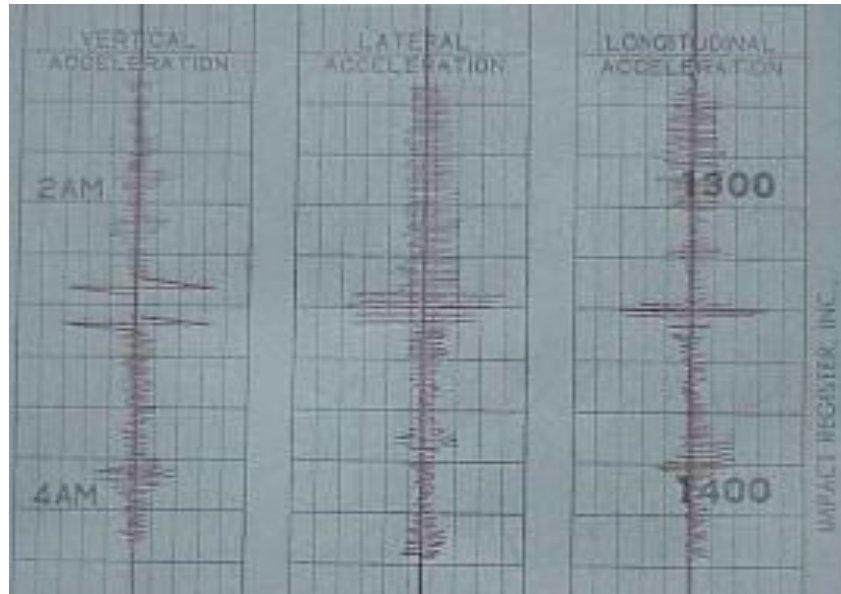
ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



El método de embarque más aconsejable es generalmente aquel en el cual el movimiento es paralelo al núcleo, debido a que la dimensión perpendicular a este es la menor, requiriéndose claros menores en el transporte y además el conjunto núcleo-bobinas está mecánicamente soportado en los extremos del tanque y por lo tanto el esfuerzo a que es sometido es menor, como lo muestra la figura siguiente.



Dependiendo de las condiciones y del camino por recorrer de la fábrica al lugar de instalación del transformador es suministrado un detector de impactos con el fin de registrar movimientos bruscos en direcciones horizontales, verticales y longitudinales. Este dispositivo consta de resortes calibrados y un mecanismo de reloj que controla los avances de una carta registradora, de esta forma puede detectar la intensidad de los impactos.



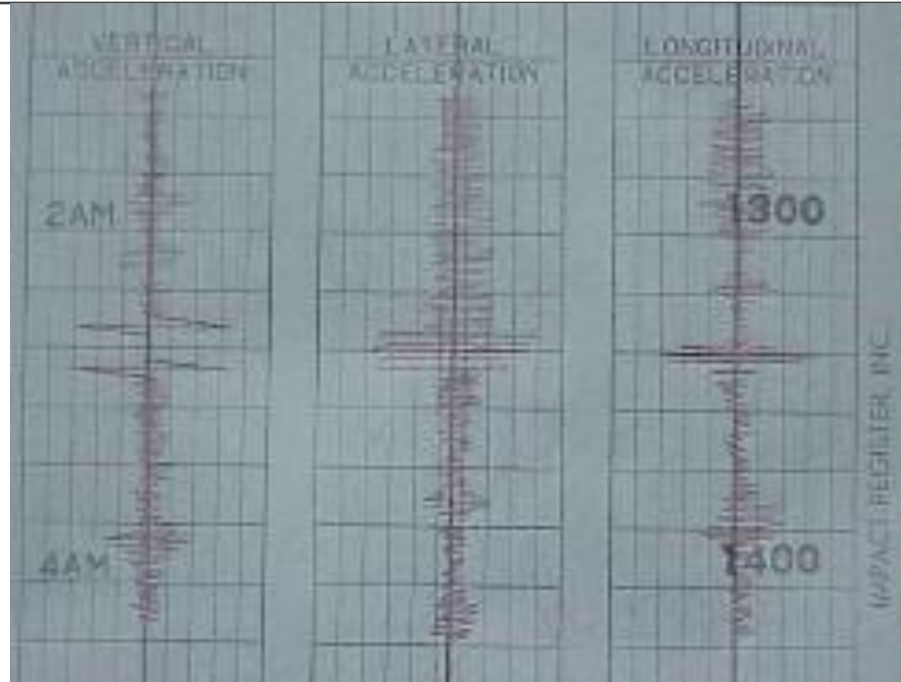
Se consideran movimientos fuertes aquellos que registran en cualquiera de sus tres ejes una lectura superior a los tres "G" de aceleración,

Se debe llevar a cabo una inspección interna a conjunto núcleo bobinas para verificar sus condiciones. Así mismo, registros de magnitud de dos "G" durante periodos largos de dos horas son motivo para realizar de igual forma durante una inspección interna al transformador.



En la figura siguiente se muestra registros en la zona 3, considerándose como una zona riesgosa.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Una vez que son analizadas las gráficas por el cliente, el transportista y cuando sea necesaria la intervención, por el fabricante, el registro de impactos será devuelto junto con la gráfica original para su expediente; conservando una copia si lo requiere

EMBARQUE DE ACCESORIOS EMPAQUE

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Definición: Equipo o parte del equipo reunido y protegido por una cubierta capaz de soportar daños durante su transporte de su lugar de origen, hasta su almacenamiento en destino final.

De acuerdo al tipo de accesorio que se embarca por separado debe cumplir con los siguientes requisitos:

Empaque de madera tipo sellado.

Este empaque es utilizado cuando el producto requiere de protección contra la intemperie, para evitar la entrada de humedad y polvo. Ejemplo de accesorios que se embarcan en esta forma:

Equipos de control y medición:

- Indicadores de temperatura
- Carátulas de nivel de aceite
- Diafragmas de sobrepresión mecánica y súbita
- Relevadores Buchholz
- Materiales con aislamientos
- Arrancadores, elementos térmicos, tablillas de conexiones y demás
- equipo de control componente de la caja de conexiones
- Aisladores
- Apartarrayos
- Boquillas de alta y baja tensión





Empaque de madera tipo jaula.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Este empaque es utilizado cuando se requiere proteger al producto contra golpes durante su manejo, transportación y almacenamiento.

Cuando el producto sea de una construcción robusta y de gran peso, la jaula llevará bases resistentes para soportar el peso total y con la finalidad de facilitar su manejo.

Ejemplo de accesorios que se embarcan de esta forma:

- Banco de radiadores
- Bases de apartarrayos
- Cuello de ganso
- Tirantes para radiadores
- Herrajes para tanque conservador
- Mecanismos de cambiadores de taps
- Motobombas
- Motoventiladores
- Tuberías, etc.

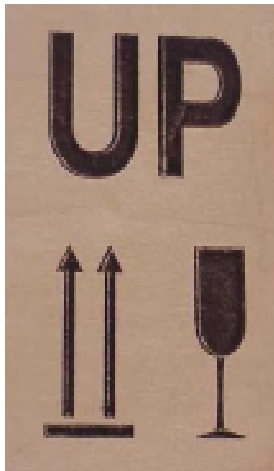


Los accesorios que se embarquen en este tipo de empaque deberán sellarse con tapas ciegas o con cualquier medio que impida la entrada de humedad. Las bridas ciegas o los dispositivos empleados no deben soldarse a los accesorios, adicionalmente se protegerá con madera para evitar daños entre sí.



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Para embalajes que requieran precauciones especiales en su manejo y/o en su almacenamiento en el sitio de la obra, las marcas deben ser de un tamaño mínimo de 180 mm. Los símbolos de advertencia deben imprimirse en color rojo y sobre ambos lados del embalaje



Las identificaciones y su contenido deben gravarse en la parte central del paquete, la letra debe ser de 50 cm como mínimo en caso de que el embalaje no permita ser marcado, este debe hacerse directamente sobre el equipo.



~~Esta información es solo con fines educativos~~

Hacerse directamente sobre todos los paquetes, etiquetas y lista de embarque, estas identificaciones deben incluir lo siguiente:

- Cliente
- Destino
- No. de almacén
- No. de pedido
- No. de requisición
- No. de caja contenido

Todas las cajas o rejillas deben ir acompañadas de 1 copia de la lista de embalaje, además de la nota de remisión respectiva.





RECEPCION E INSPECCION

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Dibujos y documentos

Los documentos de embarque, dibujos de montaje, diagramas de alambrado, manuales de instrucciones, y otros documentos relacionados con el transformador suministrado, deberán de estar disponibles para su uso durante la inspección.

Registrador de impactos

Se deberá de notificar la cliente cuando los embarques sean realizados con registradores de impactos. En este caso se hace responsable al cliente del buen manejo en la descarga o de algún daño que pudiera ocurrirle al equipo.

El registrador es parte del empaque, si este es perdido, dañado, o si se rompe el candado o el sello, o si este ha sido desajustado en cualquier forma, se debe de presentar un reporte de inspección específico del transporte realizado por el transportista para relevar al cliente de la responsabilidad del registrador.

LISTA DE PUNTOS A VERIFICAR CUANDO SE RECIBE EL TRANSFORMADOR

Dispositivos de sujeción para el transporte.

1. ¿Se encuentran los dispositivos de amarre en perfectas condiciones y apretados correctamente?
2. ¿Existe alguna evidencia de deslizamiento de la carga en el transito?

Registrador de impactos

3. ¿El papel del registrador de impactos indica impactos en la ZONA 3 o más arriba de esta zona?



Tanque principal de accesorios

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

4. ¿Existe alguna indicación de daño externo?
5. ¿Se encuentra dañada la pintura?
6. ¿Se encuentran todos los accesorios de acuerdo a la lista de envío y en perfectas condiciones?
7. ¿Existe alguna evidencia de fugas de aceite? (en unidades embarcadas con aceite)
8. ¿Llegó el tanque con presión positiva o con vacío? (en un clima frío, puede darse el caso de que el manovacuómetro marque vacío)

Boquillas (Cuando se embarquen en el transformador)

9. ¿Existe alguna porcelana con despostilladuras o dañada?
10. ¿Se encuentra el nivel de aceite en su marca normal?

ANOTE POR ESCRITO CUALQUIER PERDIDA APARENTE Y DAÑOS EN EL TALON DE EMBARQUE. REPORTE INMEDIATAMENTE AL TRANSPORTE QUE ENTREGA LA CARGA, CUALQUIER DAÑO OCULTO Y AVISE AL REPRESENTANTE



La inspección externa previa a la descarga del equipo debe de incluir la lista de verificación que se proporciona más adelante.

Cualquier evidencia de daño externo, o una señal que indique la posibilidad de un daño oculto, debe de ser reportada al representante de la línea de transporte junto con una solicitud de inspección del equipo (enviada con el transportista).

Tome en cuenta todas las precauciones de seguridad recomendadas para este fin.

Recuerde que la seguridad es lo primero.



Almacenaje temporal.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Si el transformador no va a ser instalado inmediatamente después de su inspección externa e interna en el lugar de su destino, y su llenado con aceite no es posible en ese momento, almacene el transformador presurizado con aire seco o nitrógeno de ultra alta pureza después del arribo al sitio donde será instalado.

El almacenaje de los transformadores presurizados con gas, requiere de una total seguridad de que se mantenga continuamente la presión del gas. El mejor método para llevar a cabo esta actividad es usando equipo Inert-Air.

Realice las operaciones de llenado de acuerdo a la instrucción correspondiente antes de su almacenaje.

Revise los registros de las lecturas de presión a final del periodo de almacenaje para asegurarse de que la presión positiva siempre estuvo presente. Saque muestras del aceite de la parte inferior del transformador y de los compartimentos del cambiador de derivaciones bajo carga (cuando sea suministrado) y realice pruebas de:

- Rigidez dieléctrica
- Factor de potencia, y
- Contenido de agua

Almacenaje de accesorios y otras partes embarcadas por separado.

ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Cuando los accesorios no son montados inmediatamente, después de que el transformador es recibido estas partes deberán de ser protegidas contra daños o pérdida durante su almacenaje.



Siga las siguientes instrucciones generales y las instrucciones a detalle de cada uno de los accesorios suministrados. Si existe deferencia entre este instructivo y el instructivo del accesorio en particular, este último deberá tener la preferencia.

Se requiere un almacenaje en lugares cubiertos para todas las cajas marcadas con FRAGIL y para las boquillas almacenadas por más de un mes.

Almacenaje de accesorios y otras partes embarcadas por separado.

Cuando los accesorios no son montados inmediatamente, después de que el transformador es recibido estas partes deberán de ser protegidas contra daños o pérdida durante su almacenaje.

Siga las siguientes instrucciones generales y las instrucciones a detalle de cada uno de los accesorios suministrados. Si existe deferencia entre este instructivo y el instructivo del accesorio en particular, este último deberá tener la preferencia.

Se requiere un almacenaje en lugares cubiertos para todas las cajas marcadas con FRAGIL y para las boquillas almacenadas por más de un mes.

Boquillas



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Las boquillas son embarcadas en cajas de madera y dependiendo de la clase de aislamiento se embarcan en forma individual o en varios juegos por caja.

La parte inferior (cola) de las boquillas así como la parte superior están protegidas con una cubierta de plástico para conservarlas limpias y secas.

Almacénelas en lugares cubiertos, limpios y secos y empacadas en sus cajas de embarque. Verifique los instructivos de cada una de las boquillas para su correcto almacenaje.

Cambiador de derivaciones

Generalmente los cambiadores de derivaciones son embarcados colocados en el transformador. Si el cambiador es embarcado por separado, este deberá de ser almacenado en un lugar limpio y seco. En cualquiera de los casos todos los compartimentos del aceite de los cambiadores de derivaciones bajo carga deberán de ser llenados con aceite o gas seco a una presión positiva durante su almacenaje.

Las resistencias de calefacción de las cajas de control deberán de ser energizadas para conservar el equipo de control libre la humedad originada por la condensación.

Ventiladores

Aún cuando los ventiladores son para trabajar a la intemperie, se recomienda que de ser posible se almacenen en lugares cubiertos y secos.



ENSAMBLE DE PARTES

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Para poder efectuar el ensamble de las partes del transformador que se embarcan por separado y cuando se va a preparar para su proceso de llenado de aceite se deberá de contar con el dibujo de dimensiones generales del transformador con todas sus partes así como de los dibujos a detalle del montaje de partes que requieran de esta información.

El ensamble del transformador incluye:

- Radiadores
- Motoventiladores
- Boquillas
- Tanque conservador (con o sin bolsa de neopreno)
- Accesorios (indicadores de nivel de aceite, termómetros del aceite y los devanados, relevador buchholz, válvula de sobrepresión del tipo mecánico, deshidratador de sílica – gel. etc.)

MONTAJE DE RADIADORES.

Los radiadores son embarcados por separado con sus bridas ciegas y perfectamente sellados. Las válvulas de bloqueo montadas en el tanque principal se colocan en la posición "CERRADO" para el embarque y al igual que los radiadores, tapadas con bridas ciegas perfectamente selladas.

Las bridas ciegas y los empaques colocados, son únicamente para el embarque y deberán de ser reemplazados por empaques nuevos suministrados para la operación permanente del transformador. Se suministran suficientes empaques, tuercas, tornillos, roldanas planas y de presión, etc., para la realización de un adecuado sellado.



Para la realización de esta maniobra, se recomienda utilizar una grúa o equipo similar de la capacidad adecuada para levantar el peso de los radiadores.



El radiador posee unas orejas (con ojillo) para su levantamiento en forma vertical. Levántelo colocando una cuerda o un gancho en la oreja o en la brida y usando cualquiera de los métodos mencionados anteriormente.

Una vez llevado el radiador a su posición de ensamble, fije las bridas superior e inferior uniforme y simultáneamente, apretando los tornillos equilibradamente en una secuencia diagonalmente opuesta

MONTAJE DE VENTILADORES

Para el montaje de los ventiladores, proceda como sigue:

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Retire los ventiladores del embalaje y verifique que no se encuentren daños mecánicos o penetración de agua.

Verifique que el aspa rote libremente, girando esta con la mano.

Monte los ventiladores de acuerdo al dibujo de dimensiones generales así como al dibujo de montaje a detalle.

Después del montaje mecánico, proceda a la conexión eléctrica y verifique el sentido de giro correcto (marcado en el ventilador).

Si el sentido de giro no es el correcto, cambie cualquiera de las terminales de la alimentación para cambiar el sentido de giro.

Con el grupo total de los ventiladores funcionando correctamente; verifique que no existan vibraciones o ruidos anormales.





MONTAJE DE BOQUILLAS. ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Cuando se tienen boquillas tipo condensador con aceite recuerde que:

Sólo se recomienda almacenar las boquillas en posición horizontal cuando van a ser almacenadas durante SEIS MESES como máximo.

Si estas se van a almacenar por más de 6 meses, se recomienda tenerlas almacenadas en posición vertical con la campana hacia abajo.

Cuando las boquillas han estado almacenadas horizontalmente se deberán colocar en posición vertical con la campana superior hacia arriba durante 12 horas como mínimo antes de que sean energizadas a su tensión nominal y 24 horas como mínimo antes de aplicarles cualquier voltaje de pruebas.

Si por error las boquillas han estado en posición horizontal por más de un año, estas deberán ser colocadas en posición vertical por al menos 1 semana.

Para el izaje de las boquillas que no puedan ser montadas manualmente, utilice cordones o eslingas de material textil de la suficiente capacidad para soportar el peso de la boquilla, así como una grúa o equipo similar de la capacidad suficiente.





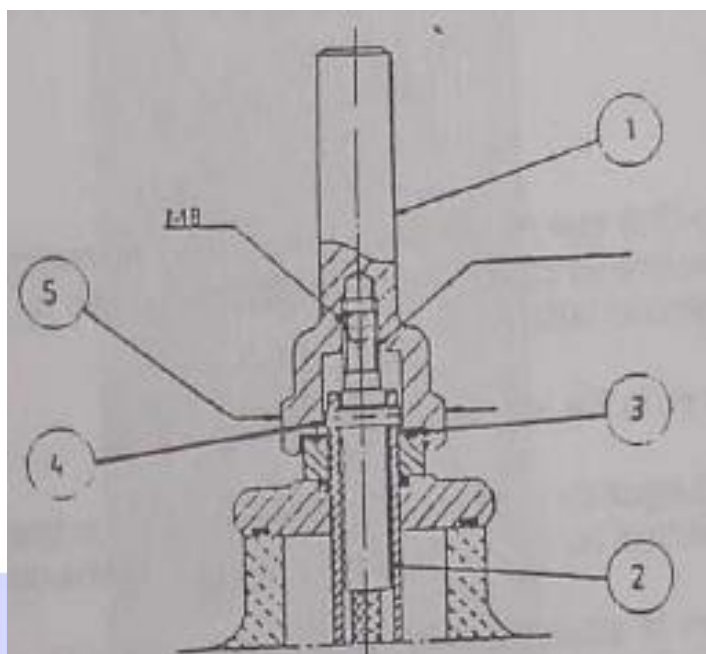
ESTAN UNIFORMIDAD DEL GAS DE OJO CON UN PAZADO DE TRAPPO

Una vez colocada en la posición vertical, examine y limpie cuidadosamente la parte que contiene el aceite así como el tubo central, utilizando un paño limpio con un paño de trapos.

Retire la brida ciega donde irá montada la boquilla, colocando un empaque nuevo y proceda como se indica a continuación:

Estas boquillas son utilizadas con transformadores que utilizan como guías de salida (trencillas) que normalmente van colocadas en la parte inferior de la brida ciega. Ahora, levante la boquilla sobre la parte superior de la abertura, amarre el final de la boquilla con un cordón o un alambre que resistan el peso y el jalón, introduzca este dispositivo por la parte inferior de la boquilla.

Conforme la boquilla se vaya bajando y colocando en su posición, jale el cordón o el cable hasta que la boquilla sea colocada en su posición adecuada y el birlo de la terminal de salida se encuentre en la parte superior de la boquilla.





Boquillas tipo sólido.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Para boquillas tipo sólido que normalmente pueden ser montadas manualmente proceda como sigue: Lleve la boquilla hasta su lugar de ensamble (para esto ya la brida ciega deberá de estar retirada así como realizado el cambio de empaque retirando el que traía para embarque sustituyéndolo por uno nuevo

Coloque la boquilla en su lugar y proceda a realizar la colocación y apriete de esta de acuerdo al dibujo a detalle del ensamble

Ahora conecte el birlo de la boquilla a la terminal de salida del transformador (por la parte interna) realizando el apriete de las tuercas con una llave de la medida adecuada, procediendo de igual manera con las otras boquillas.



Boquilla de B. T.



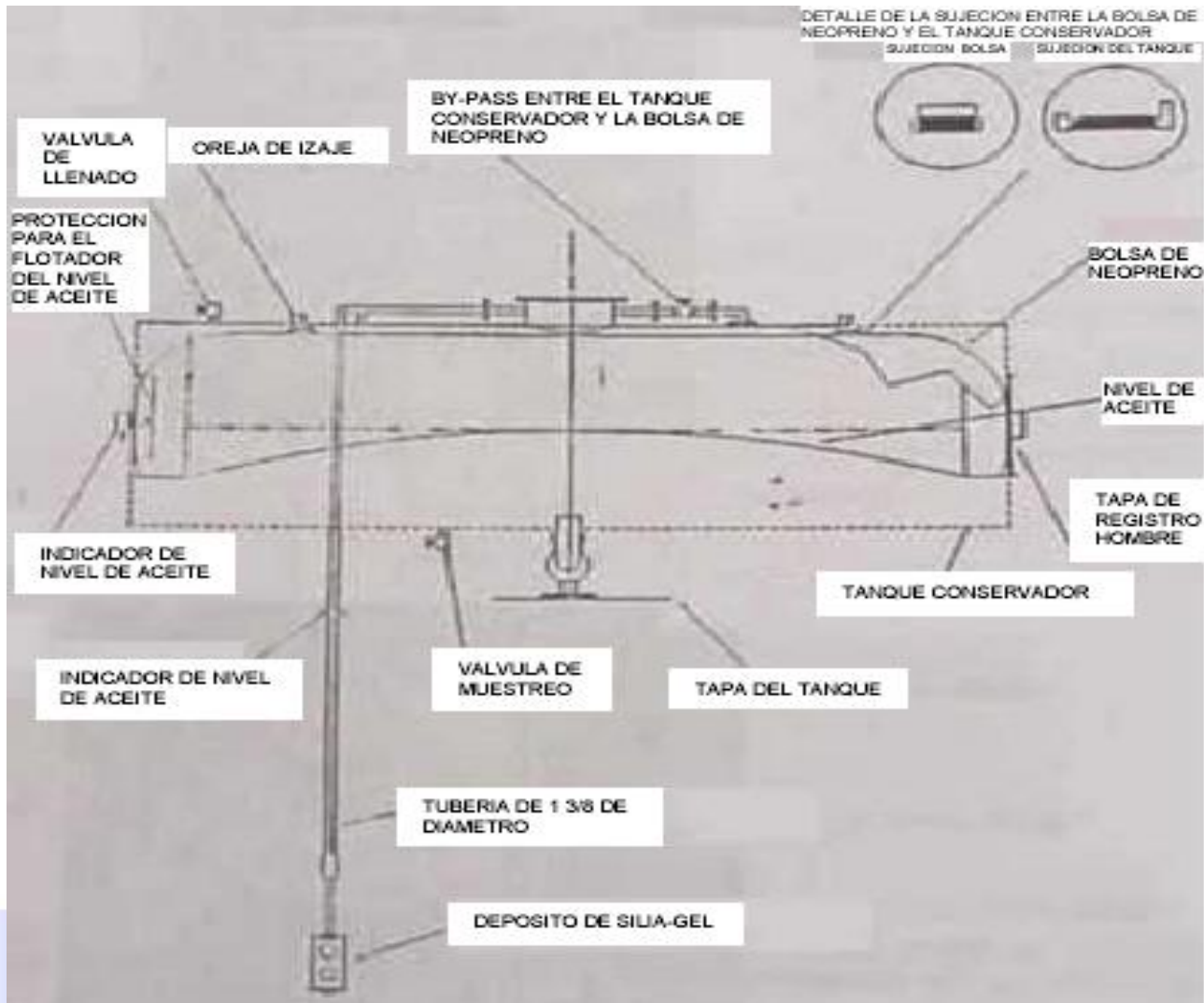
Brida de acoplamiento



Abrazadera de boquilla B. T.

MONTAJE DEL TANQUE CONSERVADOR Y LA BOLSA DE NEOPRENO.

La bolsa de neopreno se embarca ya ensamblada al tanque conservador



Para el montaje del tanque conservador se requiere de una grúa o equipo similar de la capacidad suficiente para soportar el peso del tanque y adecuada para la realización de las maniobras de montaje.

Monte en el tanque principal la estructura de apoyo para montar el tanque conservador de acuerdo al dibujo de ensamble.

Levante el tanque por las orejas de izaje que posee para tal fin y sujételo a la estructura con la tornillería suministrada y ensamble las tuberías entre este y el tanque principal (con su relevador de Buchholz) así como las tuberías adicionales (como la tubería del depósito de Silica- Gel).



**Generalidades y Definiciones.**

Debido a que en su mayoría los transformadores se tienen que desplazar distancias grandes por carretera, a fin de llegar a su destino de operación puede sufrir daños en su interior ya sea por el mal transporte, carreteras en malas condiciones o maniobras de carga y descarga sin tomar las debidas precauciones, es por esto que se recomienda realizar una inspección interna al transformador una vez que a llegado a su destino de operación.

Las actividades más relevantes que se realizaran en la inspección interna serán las que se indican a continuación:

APRIETE DE SUJECIÓN PARTE VIVA TANQUE.

Verificar el apriete de la tornilleria que sujeta núcleo bobina contra tanque.

APRIETE DE SUJECIÓN HERRAJE A HERRAJE.

Verificar el apriete de la tornilleria que interviene entre herraje y herraje en parte inferior y superior comprobando que exista contratuerca en ellos.

APRIETE DE GATOS A BOBINAS.

Verificar el apriete de los gatos que existen en el bobinado parte inferior y superior comprobando que exista contratuerca en ellos.

APRIETE DE TORNILLERIA DE BAQUELITA EN GENERAL.**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Esta tornilleria normalmente se utiliza para el armado y soporte de la delta y estrella, por lo que tiene que ser de un material aislante, es recomendable se utilice la llave adecuada para no dañar el material, verificar que exista contratuerca en ambos lados e iniciar la comprobación de abajo hacia arriba.

APRIETE DE TORNILLERIA PASAMUROS.

Verificación con un desarmador plano el total de la tornilleria que aprieta a las derivaciones de los transformadores de corriente.

GUÍAS EN FONDO DEL TANQUE.

Para fines de transportación estas guías de acero que van en el fondo del tanque son de gran ayuda para evitar desplazamientos del conjunto núcleo bobinas por lo que en campo se tendrá que verificar si las bases del conjunto se encuentran dentro de las guías de acero.

TORNILLERIA DE FIERRO NEGRO EN GENERAL.

Se refiere al total de la tornilleria que existe en el conjunto núcleo bobinas el cual tendrá que ser necesariamente de fierro negro en transformadores nuevos y se tendrá que verificar su apriete así como la existencia de tuercas de seguridad.



APRIETE DE CONTACTOS DE DERIVACIONES EN CAMBIADOR.

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



A fin de evitar problemas de presencia de puntos calientes durante la operación del transformador, es necesario verificar el apriete total de las derivaciones del cambiador reduciendo al máximo este problema con tuercas de seguridad, Verificar el apriete de contactos en el total de las posiciones accionando el mando del cambiador.

OPERACIÓN CORRECTA DEL CAMBIADOR DE DERIVACIONES.

Durante la transportación del equipo puede desacoplarse el sistema mecánico del cambiador debido a una fuerte maniobra o un frenado brusco. Por lo que se tiene que verificar el acoplamiento que existe entre el mando externo y los engranes de los cambiadores. Es necesario realizar cambios en el total de las posiciones, para asegurar que el mecanismo se encuentra en buen estado, y el ajuste de los contactos móviles es el adecuado.

SUJECIÓN CORRECTA DEL CAMBIADOR DE DERIVACIONES.

Verificar el apriete de la tornillería que soporta el cambiador o cambiador de derivaciones.

SUJECIÓN CORRECTA DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

Verificar que la tornillería que soporta a los transformadores de corriente, se encuentre apretado, con tuercas de seguridad y observando que no exista desplazamiento en los transformadores de corriente.

CONEXIÓN SIN UNIONES EN TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

Se tendrá que comprobar que presente soldadura de estaño entre cable y la zapata, para evitar problemas de desconexión interna. Si estas se encuentran degolladas se solicita se sustituyan colocando otras y aplicando soldadura de estaño, tomando todas las precauciones necesarias para evitar contaminación en el interior del transformador. Los conectores zapatas tienen que ser necesariamente tipo ojillo.



CABLES PARA 105 GRADOS EN TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Se tendrá que comprobar la presencia de dicho cable debido a las temperaturas extremas que tiene que soportar

IDENTIFICACIÓN DE DERIVACIONES EN TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

Todas las derivaciones de los transformadores de corriente tendrán que estar identificadas de acuerdo al diagrama de alambrado así como su colocación en el pasamuros.

IDENTIFICACIÓN EN DERIVACIONES DEL BOBINADO.

Verificar que todas las derivaciones de las fases del bobinado se encuentren identificadas, de acuerdo al diagrama de conexiones que indica la placa de datos.

IDENTIFICACIÓN EN SALIDAS DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Verificar que todas las salidas que conectan a boquillas de alta y baja tensión estén claramente identificadas.

PINTURA INTERIOR.

Verificación visual, buena apariencia.

LIMPIEZA INTERIOR.

Verificar que paredes del tanque, conjunto núcleos bobinas y base del tanque se encuentren libres de lodos, de no ser así se tendrá que realizar un lavado con aceite de transformador el cual tendrá que ser extraído al termino del lavado.



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



CORRECTA CONEXIÓN DE ATERRIZAJE AL NÚCLEO.

Verificar que exista un solo punto de aterrizaje del núcleo al cuerpo del tanque, el cual debe salir del lado de baja tensión y cercano al terminal de Xo.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO NÚCLEO CONTRA HERRAJES.

Se tendrá que verificar la resistencia de aislamientos del núcleo, por medio de un MEGGER. Liberada la salida del núcleo del punto tierra y conectando una terminal del MEGGER en dicha salida y el otro en el punto de tierra del tanque, la tensión aplicada será de 1000 Volts, y el valor mínimo aceptable 200 megahoms.

OPERACIÓN CORRECTA DE VÁLVULAS DE RADIADORES.

Comprobar la buena operación de válvulas de bloqueo que contengan los radiadores realizando maniobras de cierre y apertura verificando el buen sellado de estas.

EMPAQUES NUEVOS EN GENERAL.

Verificar que los empaques de los registro hombre, tapa principal y tapas ciegas se encuentren en perfecto estado si alguno se encuentra dañado se fabricaran nuevos, para asegurar el buen sellado del transformador.

FONDO DEL TANQUE LIBRE DE LODOS Y ACEITE.

Verificar que el fondo del tanque se encuentre libre de aceites y lodos, pasando sobre el una franela limpia. Existen partes que por problemas de diseño son imposibles de supervisar en estas condiciones únicamente se verificara apariencia visual.



PROCESO DE SECADO

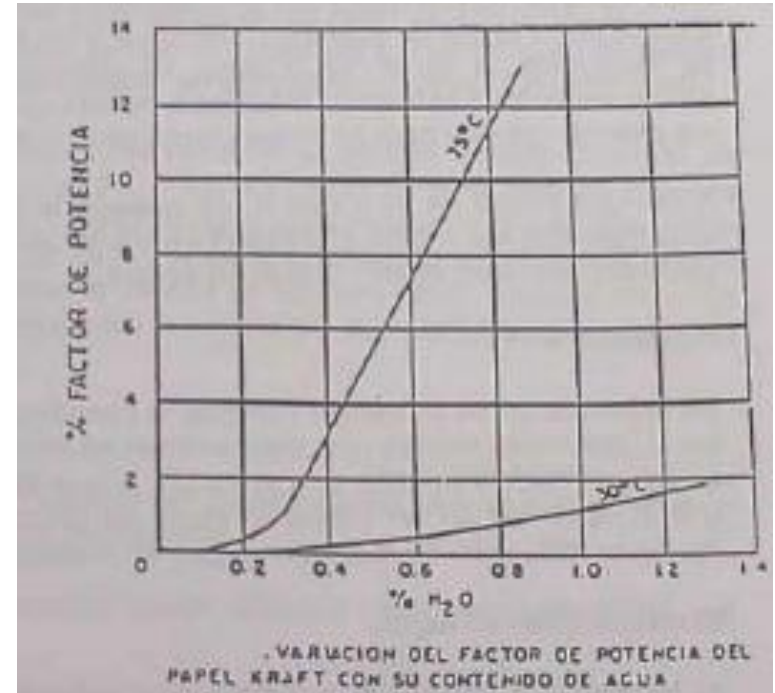
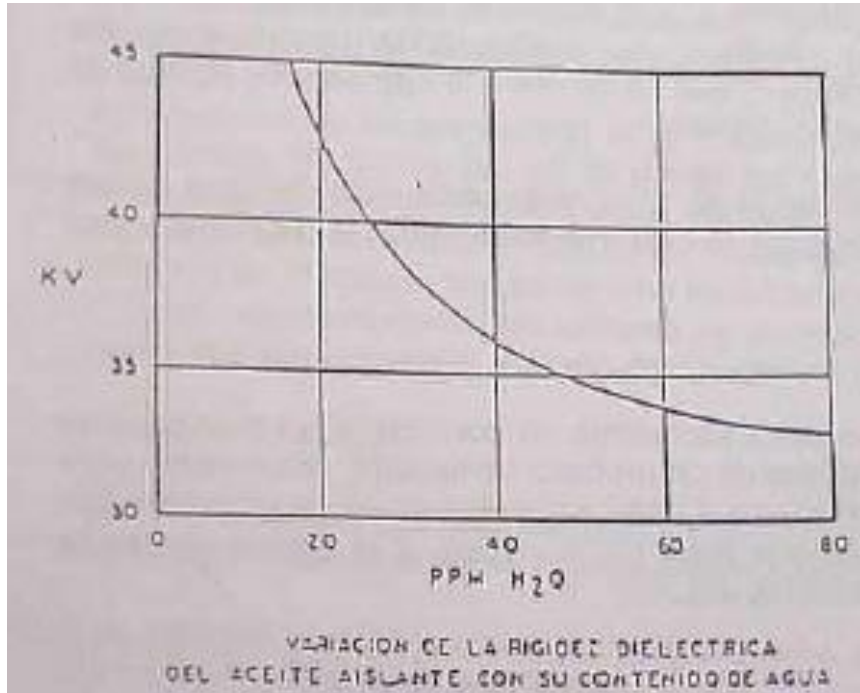
Generalidades y definiciones.

Con los voltajes de transmisión cada vez más elevados, el secado adecuado de los transformadores ha tomado una importancia vital para la instalación y operación de los mismos. El factor importante en el proceso de secado de transformadores es eliminar el agua residual en los aislamientos hasta obtener valores permisibles.

El método de secado varía según el constructor, siendo los más comunes, aire caliente y vacío, vapores calientes y vacío, y aceite caliente y vacío.

Todos los métodos tienden a reducir la humedad a 0.2% en peso de los aislamientos; en fabrica la temperatura del transformador se mantiene entre 85°C y 95°C no excediendo los 100°C y se aplica un alto vacío de fracciones de mm. de Hg., hasta que la humedad extraída diariamente (colectada en una trampa de hielo seco) es insignificante.

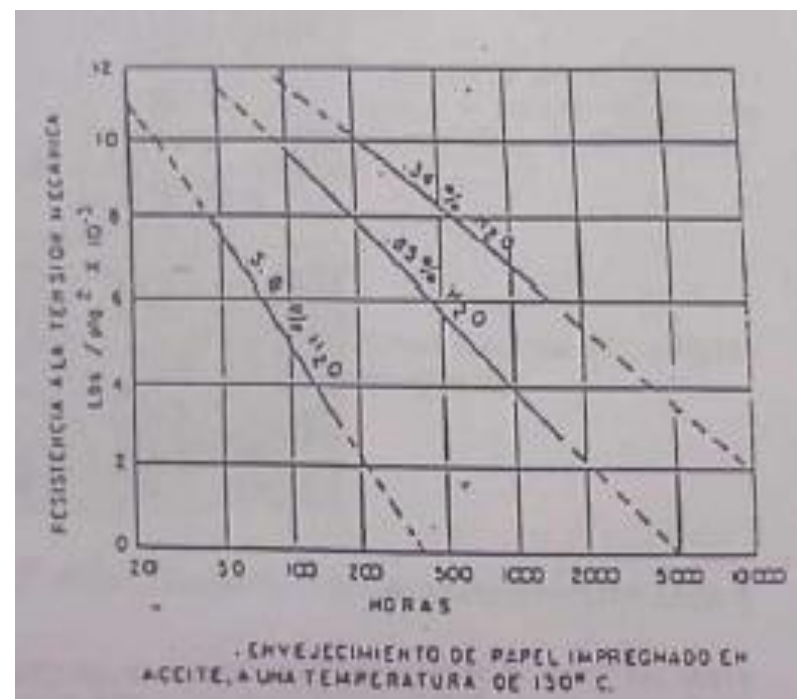
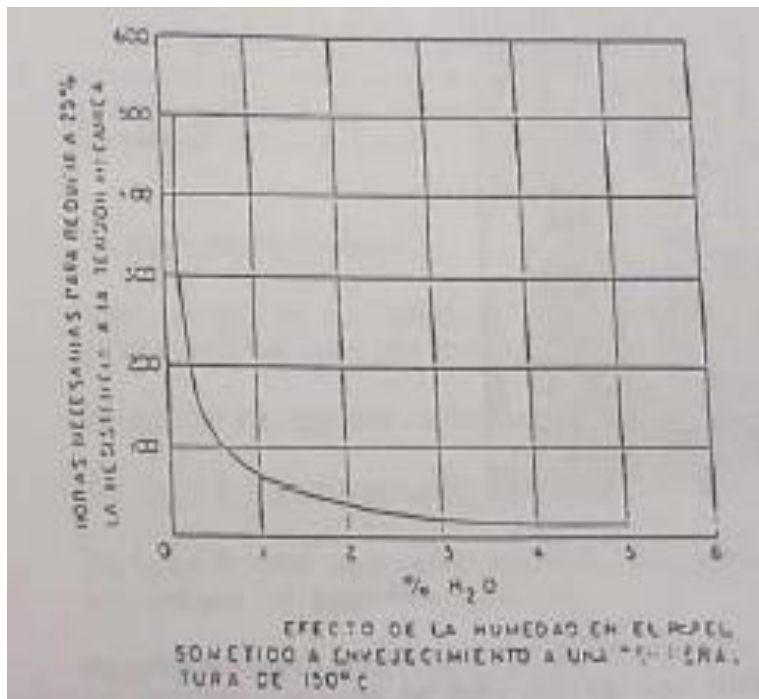
Los efectos sobre las características del papel y del aceite se muestran en las figuras. En la gráfica se muestra la afectación de potencial del papel kraft de acuerdo a su contenido de humedad y variaciones de la temperatura, en la gráfica se ve como varía la rigidez dieléctrica del aceite según el contenido de agua.





El calor provoca degradación tanto en el papel como en el aceite y es originada por cambios químicos que afectan la estabilidad de sus propiedades mecánicas y eléctricas, y esta degradación depende de muchos factores: la habilidad del papel para resistir es disminuida por la presencia de contaminantes orgánicos, la retención de productos orgánicos originados por su propia degradación, por la naturaleza del medio y por la presencia de humedad.

Los efectos de la degradación conocida como envejecimiento sobre las propiedades mecánicas del papel según su contenido de humedad, se pueden ver claramente



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Se entiende como humedad residual la cantidad de agua expresada en porcentaje del peso total de los aislamientos sólidos que permanecen en ellos al final de un proceso de secado; actualmente para su determinación se usan dos métodos: el que la determina a partir de la presión de vapor producidas por la humedad en un medio al vacío (el propio tanque del transformador), y el que se usa en la medición del punto de rocío de un gas en contacto con los aislamientos.

Comprobación de fugas.

Al término del armado el transformador sellado y en comunicación con radiadores y sin aceite, se aplica nitrógeno alta pureza (99.98% puro) al interior del transformador a una presión de 10 a 14 lb/plg² durante 24 horas, tiempo en el cual se buscan mediante la aplicación de jabonadura posibles fugas en todas las uniones con soldadura, juntas y empaques; si existen se corregirán antes de proceder a su secado, debido a que del buen sellado dependerá en gran parte un rápido y eficiente secado a los aislamientos.

Ensayos de comprobación.

Se conecta el equipo bombas de alto vacío y el vacuómetro de mercurio como se indica es recomendable colocar válvulas de bloqueo a la salida del vacío y a la entrada del transformador por si se requiere sellar cualquiera de los equipos.





ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Antes de iniciar el secado del transformador, es necesario operar las bombas de vacío por un periodo de 30 minutos teniendo la válvula de salida totalmente sellada, en este se registran lecturas de presión absoluta cada 10 minutos, por medio de un vacuómetro de mercurio de preferencia en escalas de 0 a 500 micrones.

El promedio de las lecturas obtenidas no será mayor a 30 micrones, en caso de salirse de este valor será necesario revisar la limpieza de aceite y sellado de las bombas, de lo contrario no se logrará alcanzar los valores necesarios para adquirir un buen secado en los aislamientos del transformador.

Una vez que es comprobado el buen funcionamiento de las bombas; se abre la válvula de salida de las bombas, no siendo así con la válvula del transformador. Esta operación dura 10 minutos y tendrá como finalidad el buen sellado de la manguera, para certificar esto será necesario tomar una última lectura en el vacuómetro colocado en las bombas de vacío, el valor tendrá que ser el mismo que el obtenido en la tercera lectura, si esto no sucede cerrar la válvula de bloqueo de las bombas de vacío y revisar detalladamente, las uniones de la manguera para asegurar su buen sellado, repitiendo las veces que sea necesario el punto de comprobación.



Proceso de Secado.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Es recomendable que una vez que se comprobó el sellado del transformador liberar toda la presión de nitrógeno existente en su interior dejando a presión atmosférica.

Las válvulas que comunican bombas de vacío y transformador deberán permanecer cerradas, así como bombas fuera de operación.

Iniciar encendido de la bomba de vacío, abrir lentamente la válvula de bloqueo que se encuentra en las bombas.

Posteriormente y por seguridad una segunda persona abrirá la válvula de bloqueo que se encuentra en el transformador, inmediatamente cambiara el sonido de la bomba de vacío, por su escape liberara gran cantidad de humo; esto no deberá alarmar debido a que es normal por encontrarse con una diferencia de presión inmediata en el interior de la bomba de vacío, a medida que va adquiriendo presión absoluta el transformador, el sonido y el humo de la bomba irá disminuyendo.

En caso de que el transformador no se encuentre sellado el problema seguirá presente por lo que será necesario sacar de operación las bombas e iniciar hasta que el transformador haya sido sellado.

Posteriormente se presionara el botón de la segunda bomba de refuerzo (booster) la cual entrará al adquirir el transformador una presión absoluta de entre 400 a 500 micrones.



Pruebas de Abatimiento. ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Una vez que se han obtenido mínimo 10 lecturas de presión absoluta con un valor de 50 micrones (como mínimo), se inicia con la prueba de abatimiento la cual consiste en lo siguiente:

- Se cierran las válvulas de bloqueo, de bombas y transformador.
- Se dejan fuera de operación las bombas de vacío.
- Se toma lectura de presión absoluta, temperatura de transformador y temperatura ambiente cada 5 minutos por un lapso de media hora.

Estos resultados serán registrados.

En el caso de que las lecturas de vacío no se estabilizen y presenten una diferencia mayor a 30 micrones entre la lectura final y la inicial, tendremos el transformador húmedo o en su defecto con fugas. Por lo que será necesario continuar con el proceso de secado y realizar un reapriete a toda la tornillería que interviene en el sellado del transformador y repetir la prueba de abatimiento hasta cumplir las 24 horas de haber realizado lo anterior.



Comprobación de % de humedad residual (HR) por el método del punto de rocío del gas de (Nitrógeno).

El punto de rocío de un gas es por definición, la temperatura a la cual la humedad (vapor de agua contenido en un gas) comienza a condensarse en la superficie al contacto con el gas; en base a este valor se puede determinar sobre un volumen conocido la cantidad total de agua contenida en él, así como su humedad relativa.

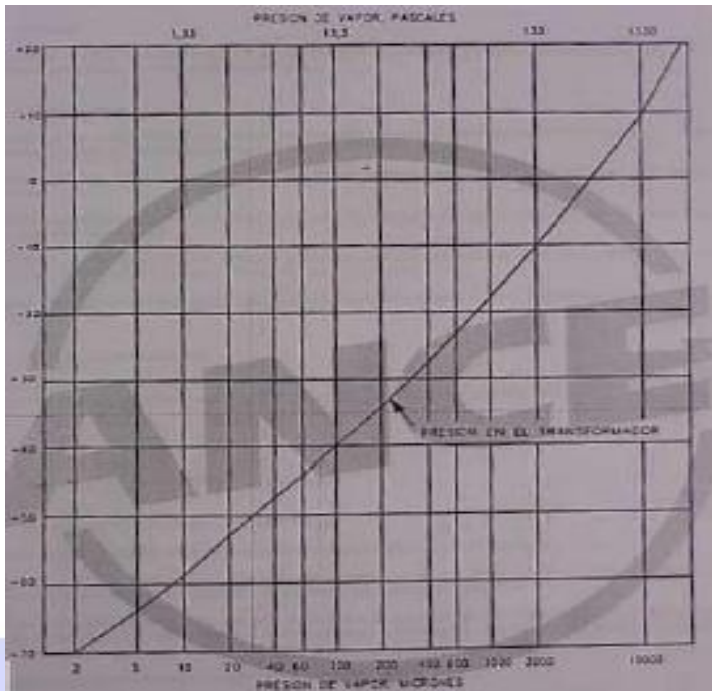
La cantidad de agua en el papel se determina como una función en la humedad del gas con la cual esta en contacto cuando esta expuesto, hasta alcanzar condiciones de equilibrio entre sus respectivas humedades.

En la actualidad existe la suficiente experiencia para decidir que la técnica de determinación de humedad por este método es adecuado y con suficiente precisión.

El procedimiento general consiste en llenar el transformador con un gas seco (Nitrógeno de alta pureza) de tal manera que al cabo de ~~esta información es solo con fines educativos~~ equilibrio de humedad, se mida el punto de rocío del gas y con este valor se determinara la humedad residual en los aislamientos. Para la determinación de la humedad residual se realizan los siguientes pasos:



- Se rompe el vacío con nitrógeno alta pureza, con un punto de rocío de -45°C o menor, se presuriza el transformador a 5 lbs/plg² y se mantiene en estas condiciones por 24 horas, tiempo suficiente para alcanzar el punto e rocío.
- Transcurrido dicho tiempo se efectúa la medición del punto de rocío del gas.
- Se determinara la temperatura de los devanados.
- Con el valor de punto de rocío obtenido y la presión del gas dentro del transformador, se determinará la presión de vapor.
- Con la presión de vapor y la temperatura de los devanados se determinará la humedad residual



Conversión del punto de rocío a presión de vapor
ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA
JEFE DE ACADEMIA DE ILUMINACION Y ALTA TENSION

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Para la determinación del punto de rocío se puede utilizar cualquier higrómetro de los existentes en el mercado, los más usados son el de hielo seco y la marca Alnor.

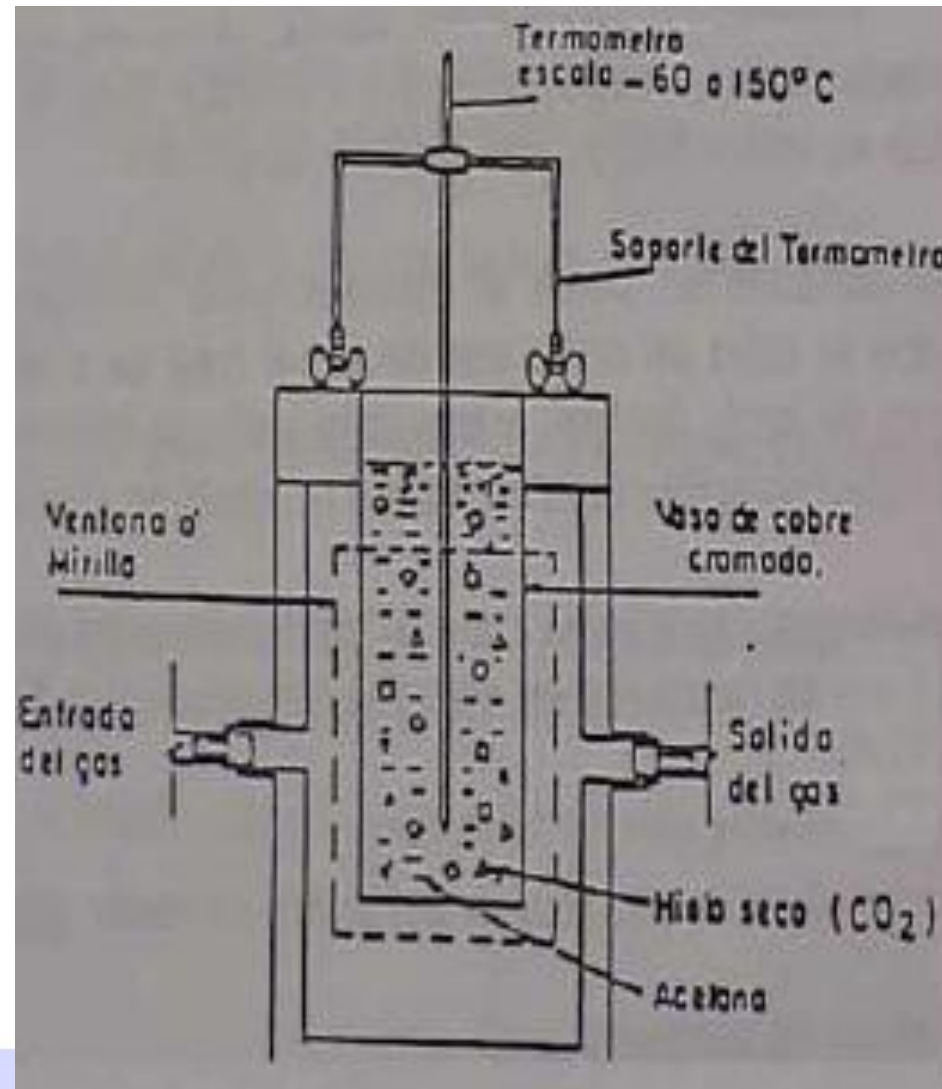


- a) Teniendo el transformador presurizado se desconecta la manguera del tanque de nitrógeno y se conecta a la entrada del higrómetro, verificando que estén cerradas las válvulas de entrada y salida del medidor.
- b) Se determinará la temperatura de los devanados.
- c) Se debe desarmar el higrómetro y limpiar perfectamente la superficie exterior cromada del vaso.
- d) Se registra la presión del tanque del transformador y se abren las válvulas del higrómetro y del tanque del transformador, con lo que se produce un flujo de gas a través del higrómetro hacia la atmósfera.
- e) Dentro del vaso del higrómetro se coloca un termómetro de laboratorio con escala de -50°C a 100°C , el bulbo del termómetro se coloca a la altura donde el gas choca con la superficie externa de vacío; se vierte acetona pura hasta la mitad del vaso aproximadamente y se van agregando pequeños trozos de hielo seco (CO_2) teniendo cuidado de no poner muchos trozos a la vez debido a que produce efervescencia en la acetona y se puede derramar .
- f) Al inicio de la prueba, el vaso del higrómetro se nota completamente brillante, esto se puede comprobar mirando a través del cristal transparente o mirilla.
- g) Se agrega continuamente hielo seco, observando la temperatura de la acetona ya que llegará un momento en el cual el vaso del higrómetro se pondrá opaco, se toma la temperatura en ese momento y esta será la temperatura del punto de rocío del gas, a la presión del tanque del transformador.
- h) Con un valor de punto de rocío obtenido y presión dentro del tanque del transformador se determina la presión de vapor



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Higrómetro de hielo seco





Con la presión de vapor y la temperatura de los devanados se determina la humedad residual.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



El higrómetro de la marca Alnor se usará para determinar el punto de rocío de algunos gases, 115 v.c.a. 50/60 Hz. y 7 .5 v.c.d. para las pruebas de campo.

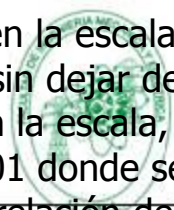
Los incisos a y b del procedimiento del higrómetro de hielo seco también se sigue para éste.

- a) Conecte el medidor a la fuente de 115 V.C.A. o bien use la batería.
- b) Antes de la prueba el medidor deberá ser ajustado como sigue:

- 1.- Coloque la válvula de operación de posición fuera.
- 2.- Abra la válvula de purga para asegurar que no exista presión en el medidor.
- 3.- Oprima la válvula del medidor y gire el tornillo del menisco de la columna de aceite, que coincida con la escala.
- 4.- Libere la válvula del medidor.
- 5.- Cierre la válvula de purga y bombee hasta que el medidor alcance una lectura de 0.5 , abra la válvula de purga y el menisco deberá regresar en unos cuantos segundos a el 1 de la escala, en caso que no regrese repita los pasos anteriores.

c) La conexión entre el tanque del transformador y el medidor se recomienda sea de tubo flexible, lo más corta posible y verificando la limpieza de esta, sus conexiones deberán estar bien apretadas con un filtro externo entre el medidor y el tanque del transformador.

d) Abra la válvula de purga, coloque la válvula de operación en la posición fuera y abra la válvula del transformador deje fluir el gas a través del medidor, operando la válvula de embolo repetidas veces, con objeto de efectuar un barrido que desaloje el aire que contenía el medidor.



e) Cierre la válvula de purga, bombee la muestra de gas del medidor hasta obtener un valor de 0.5 en la escala observe dentro de la ventana de la cámara de nubes y presión con la mano abajo la válvula de operación sin dejar de ver por la ventana; si se forma niebla en el cono de luz, será necesario probar a un valor mas alto en la escala, repita la prueba asta encontrar dos valores en la escala continuos, con una diferencia no mayor a 0.01 donde se presente y no la niebla de la cámara. El valor intermedio entre estos dos será el valor correcto de la relación de presión.

f) Con este valor de relación de presión y la temperatura del gas (leído en el termómetro del medidor) entramos al calculador de punto e rocío (suministrado junto con el medidor) y obtenemos el valor de la temperatura de punto de rocío. Es necesario ubicar en el valor de la constante "Q" del gas utilizado (nitrógeno)

Recomendaciones para aplicar el método descrito.

Nunca oprima la válvula del medidor a menos que la válvula de operación este fuera, la válvula de purga abierta y la válvula de corte cerrada.

La conexión del higrómetro debe hacerse sobre el tanque principal del transformador de tal manera que quede completamente expuesta al gas.

Para transformadores nuevos o reparados, se debe determinar el punto de rocío de nitrógeno que trae el transformador desde la fabrica y que debe mantenerse durante su transporte, esta medición se hará antes de cualquier maniobra de inspección interna y armado.

El valor de humedad determinada será de utilidad para una apreciación preliminar del tiempo necesariopara la puesta en servicio del transformador.**Valores aceptables de humedad residual.**



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



El contenido de humedad de 0.2 a 0.4% es un buen valor de trabajo; humedad residual debajo de 0.1%, además de ser una condición difícil de obtener no es recomendable por la posible pérdida de vida del aislamiento.

Se ha demostrado por varios investigadores, que el contenido de agua de aislamiento fibroso se equilibra a un nivel, gobernado por la presión del vapor y la temperatura del medio aislante, la carta de equilibrio de la gráfica 6 muestra esta relación.

Como conclusión se recomiendan los siguientes valores de porcentaje de Humedad Residual para

CLASE %	HR
13.8 a 33 Kv	0.40 0.50
69.0 a 86 kV	0.30 0.40
115 a 151 kV	0.25 0.30
230 a 400 kV	0.20 0.30

LLENADO DE ACEITE BAJO VACIO

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Generalidades y definiciones.

Con el fin de evitar fallas incidentes en la operación de transformadores, como pueden ser disparo de relevador Buchholz, nivel bajo de aceite, acumulación de aire en la tapa principal, acumulación de lodos y humedad en el interior del transformador lo cual ocasionaría la oxidación del aceite teniendo como consecuencia una considerable reducción en la vida útil del aceite y aislamientos del transformador, es necesario llevar un estricto control sobre el proceso de llenado de aceite del transformador.

Antes de iniciar un llenado definitivo del transformador con su aceite aislante se someterá a un tratamiento preliminar de secado al alto vacío, a fin de obtener una presión absoluta en el interior del transformador de 1 mm de Hg, el equivalente a 1000 micrones.

El aceite aislante a utilizar deberá ser un aceite deshidratado y desgasificado, esto se consigue a través de un autoclave con que cuentan los equipos de filtrado el cual consta de:

a) **Sistema de Calentamiento.**

Para poder lograr la evaporación de humedad y los gases concentrados en el aceite es necesario calentarlo a una temperatura de entre 50°C y 70°C, esto se consigue por medio de un banco de resistencias, las cuales deberán tener una capacidad de 16KW y contar con dispositivos de seguridad tales como termostato y relevadores de protección por alta temperatura, nivel bajo o por falta de circulación del aceite.



**b) Sistema de Filtración.****ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

El equipo de desgasificado debe contar con dos bombas para realizar la circulación del aceite.

1. Bomba de entrada, esta bomba extrae el aceite del depósito donde se encuentra ya sea una pipa o tambores, el motor debe tener una capacidad mínima de 1 HP. y la bomba debe ser especial para la circulación de aceite mineral para transformador. Debe contener una tubería. y como medio de protección un filtro de metal de 500 micras para impedir la entrada de partículas grandes que puedan dañar los engranes de la bomba así como los manómetros que nos indican la presión que se está generando en la tubería.
 2. Bomba de descarga, es la que desaloja el aceite que ha sido tratado en la cámara desgasificadora y lo deposita en el transformador. La capacidad de la bomba deberá de ser de 2 HP como mínimo y la bomba especial para la circulación del aceite, al igual que la bomba de entrada, debe contar con sus elementos de medición en la tubería.
- c) Adicional al filtro de 500 micras el equipo debe contar con filtros de cartón o cera con una finura de 5 a 15 micras y, de ser posible con separador de humedad, con esto es fácil de retirar las partículas que se encuentren suspendidas en el aceite y que son elementos que alteran el factor de potencia y aceleran la acidez.
- d) El sistema de filtración debe tener un contador que nos de las lecturas en litros o galones para conocer la cantidad de aceite y el tiempo promedio a procesar de una cantidad determinada de aceite.

ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA

e) Durante la circulación del aceite a través del equipo de tratamiento se pueden producir voltajes debido a cargas electrostáticas, por lo que como medida de seguridad con el personal todas las terminales externas del transformador, tuberías y equipo de tratamiento deberán ser colocadas firmemente a tierra durante el proceso.

f) El proceso de desgasificado del aceite debe ser en una sola operación continua hasta alcanzar su purificación, para esto el promedio de durLLENADO.

Durante todo el proceso de llenado, se debe mantener en el interior del transformador una presión absoluta de 1 mm de Hg, 1000 micrones como mínimo.

ación del proceso es equivalente a tratar cuatro veces el volumen total de aceite, con esto se garantiza la eliminación de humedad, gases y partículas.

LLENADO.

Durante todo el proceso de llenado, se debe mantener en el interior del transformador una presión absoluta de 1 mm de Hg, 1000 micrones como mínimo.

La velocidad con que es introducido el aceite debe ser controlada para evitar la formación de burbujas de aire que puedan quedar atrapadas entre los aislamientos.

Se recomienda una velocidad de 2000 a 3000 litros por hora, en una sola operación del llenado se deberá alcanzar a cubrir el núcleo y los devanados.

El aceite aislante se introducirá en el tanque a una altura inferior al núcleo y bobinas, de tal manera que el chorro de aceite no pegue directamente sobre aislamientos de papel, la admisión del aceite será controlado por válvulas de paso.

Es recomendable que cada dos horas se tomen muestras de aceite tanto a la entrada del autoclave como a la salida, a fin de realizarle pruebas dieléctricas los valores aceptables de salida deberán ser los siguientes:

- Rigidez dieléctrica mayor o igual a 40 KV a 20°C.
- Porcentaje de factor de potencia a 25°C menor o igual a 0.05%.

Para sistemas con preservación de aceite a través de nitrógeno el llenado se continuará hasta el nivel indicado como norma, para sistema de tanque conservador tan arriba como sea posible.

Una vez terminado el llenado del transformador sobre el espacio libre, se romperá el vacío con aire seco o nitrógeno alta pureza hasta tener una presión de entre 1 y 3 lb/pulg².

Al término de esta operación se dejará el transformador en reposo por un mínimo de 24 horas para efectuar las pruebas de campo finales, y verificación de instrumentos de control.

PRUEBAS DE PUESTA A PUNTO.

Las pruebas eléctricas de campo son la base para verificar y apoyar los criterios de aceptación o para analizar los efectos cuando suceden cambios con respecto a los valores iniciales de fábrica. Se efectúan a los equipos que se encuentran en operación o en proceso de puesta en servicio y se considera de la siguiente manera:

1. Recepción y/o verificación.
2. Puesta en servicio.
3. Mantenimiento.



Recepción y/o verificación.

Se realizan a todo el equipo nuevo o reparado, considerando las condiciones de traslado efectuando primeramente una inspección detallada de cada una de sus partes.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Puesta en servicio.

Se realizan a cada uno de los equipos en campo después de haber sido instalado, ajustado, secado, etc., con la finalidad de verificar sus condiciones para decidir su entrada en operación.

Mantenimiento.

Se efectúan periódicamente conforme a un programa y criterios de mantenimiento elegidos y condiciones operativas del equipo.

Precauciones generales para realizar pruebas.

- I.** Para equipos en operación y programas de mantenimiento, se tramitan las libranzas respectivas.
- II.** Verificar la apertura física de las cuchillas seleccionadoras o interruptores para comprobar que el equipo no se encuentre energizado.
- III.** Las terminales externas del equipo a probar deben estar firmemente aterrizadas por un lapso de 10 minutos, con la finalidad de eliminar cargas capacitivas que puedan afectar la prueba y por seguridad del personal.
- IV.** En todos los casos ya sea equipo nuevo, reparado o en operación las pruebas que se realicen siempre deberán estar precedidas de actividades de inspección.

V. Preparar los recursos de prueba indispensables como son instrumentos, herramientas, mesas de prueba, etc.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

VI. Preparar el área de trabajo a lo estrictamente necesario, delimitar la zona para evitar el paso a personas ajenas a la prueba procurando se tengan fuentes accesibles y apropiadas de energía.

VII. Colocar los instrumentos de prueba sobre bases firmes y niveladas.

VIII. No aplicar voltajes de prueba superiores al voltaje nominal del equipo a probar.

IX. Anote las lecturas de la prueba con sus multiplicadores en la hoja de reporte correspondiente y registre también las condiciones climatológicas.

Prueba de resistencia de aislamiento a devanados.

La resistencia de aislamiento se define como la resistencia en megaohms que ofrece un aislamiento al aplicarle un voltaje de corriente directa durante un tiempo determinado, medido a partir de la aplicación del mismo.

La corriente resultante de la aplicación de voltaje de corriente directa se le denomina corriente de aislamiento y consta de dos componentes principales:

- Corriente que fluye dentro del volumen de aislamiento.
- Corriente de fuga.

La corriente que fluye dentro del volumen de aislamiento está compuesta por:

- Corriente capacitiva.
- Corriente de absorción dieléctrica.
- Corriente de conducción irreversible.

Corriente Capacitiva.



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Es una corriente de magnitud comparativamente alta y de corta duración que decrece rápidamente a un valor despreciable (generalmente en un tiempo máximo de 15 segundos) conforme se carga el aislamiento, y es la responsable del bajo valor inicial de la resistencia de aislamiento; su efecto es notorio en aquellos equipos que tienen capacitancia alta como transformadores de potencia, maquinas generadoras y cables de potencia de grandes longitudes.

Corriente de Absorción Dieléctrica.

Esta corriente decrece gradualmente con el tiempo desde un valor relativamente alto a un valor cercano a cero siguiendo una función exponencial. Generalmente los valores de resistencia obtenidos en los primeros minutos de una prueba quedan en gran parte determinados por la corriente de absorción. Dependiendo del tiempo y volumen del aislamiento, esta corriente tarda desde unos cuantos minutos a varias horas en alcanzar un valor despreciable; sin embargo para efectos de prueba puede despreciarse el cambio que ocurre después de 10 minutos.

Corriente de Conducción Irreversible.

Esta corriente fluye a través del aislamiento y es prácticamente constante, predomina después que la corriente de absorción se hace insignificante.

Corriente de Fuga. Es la que fluye sobre la superficie del aislamiento. Esta corriente al igual que la corriente de conducción irreversible permanece constante y ambas constituyen el factor primario para juzgar las condiciones del aislamiento.

Absorción Dieléctrica.

La resistencia de aislamiento varía directamente proporcional con el espesor del aislamiento e inversamente al área del mismo, cuando repentinamente 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.



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 en transformadores de potencia.

Entre los factores que afectan la prueba y que tienden a reducir la resistencia de aislamiento de una manera notable son: la humedad relativa, suciedad y la inducción electromagnética.

Antes de realizar la prueba se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

- a) La base de temperatura recomendada es de 20°C para transformadores, para otros equipos como: interruptores, apartarrayos, boquillas, pasamuros, etc. No existe temperatura base ya que la variación de la resistencia con respecto a la temperatura no es estable.
- b) Es necesario eliminar toda suciedad o materia extraña (polvo, carbón, aceite, etc.) que se encuentre en la superficie del aislamiento.
- c) Para la humedad, efectúe la prueba a una temperatura superior a la del rocío. La resistencia de aislamiento varía inversamente con la temperatura en la mayor parte de los materiales para comparar adecuadamente las mediciones periódicas de resistencia de aislamiento, es necesario efectuar las mediciones a la misma temperatura o convertir cada medición a una misma base.
- d) Para equipos a probar que se encuentren bajo el efecto de inducción electromagnética, será necesario acondicionar un blindaje para drenar a tierra las corrientes inducidas que afecten las pruebas.



Métodos de medición.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

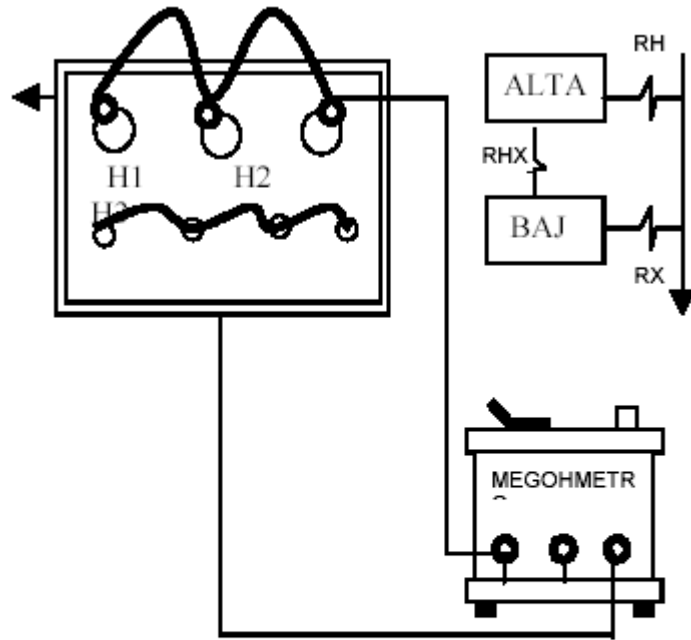
La resistencia de aislamiento en si es una prueba de potencial, por lo tanto debe restringirse a valores apropiados que dependan de la tensión nominal de operación del equipo que se va a probar y de las condiciones en que se encuentre su aislamiento, si la tensión de prueba es alta puede provocar fatiga en el aislamiento.

Los potenciales de prueba mas convenientemente utilizados son tensiones que van de 500 a 5000 volts, siendo el mas utilizado el de 5000 para transformadores

Método de prueba.

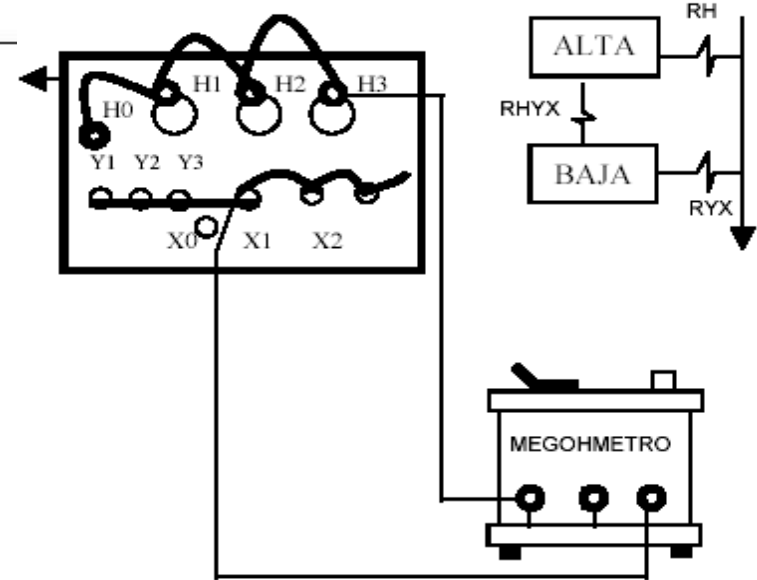
El Megger ha sido el instrumento estándar para la verificación de resistencia de aislamiento, nos sirve para aplicar el método de tiempo – resistencia o absorción dieléctrica el cual consiste en lo siguiente:

- a) Tomar como referencia lo mencionado en el punto 2 de precauciones generales para realizar pruebas.
- b) Verificar que el equipo a probar, se encuentre desenergizado.
- c) Limpiar la porcelana de las boquillas quitando el polvo o suciedad.
- d) Desconectar los neutros de los devanados.
- e) Colocar puentes entre las terminales de las boquillas de cada devanado, primario, secundario o terciario si este es el caso.
- f) Conectar adecuadamente la terminales de prueba al equipo que se va a probar.
- g) Para cada prueba anotar las lecturas de 15, 30, 45, 60 segundos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, y 10 minutos.
- h) Al terminar la prueba desconecte el instrumento de prueba utilizado y aterrice la parte del equipo probado.



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

Prueba de resistencia de aislamiento a transformador de dos devanados.

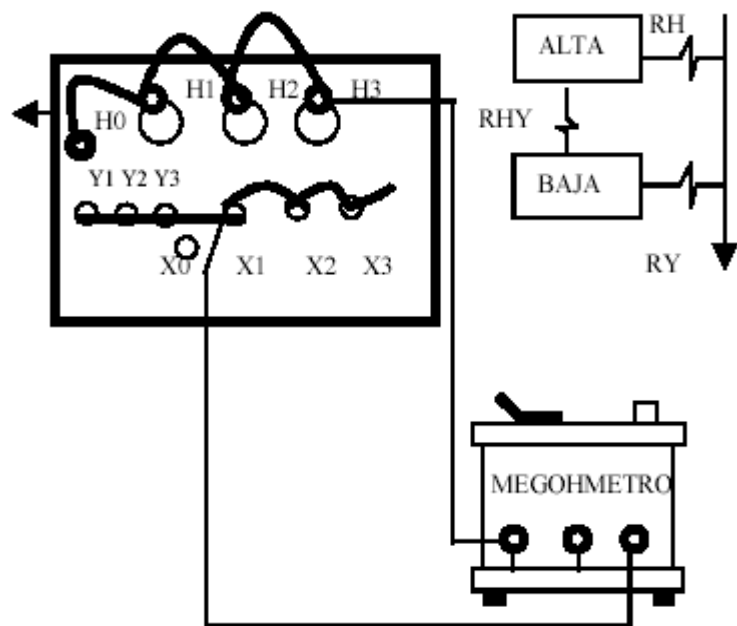


PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	H	---	X + T + Tq	RH
2	H	---	X	RHX
3	H	---	Y	RHY
4	X	---	H + Y + Tq	RX
5	X	---	Y	RXY
6	Y	---	H + X + Tq	RY

Prueba de resistencia de aislamiento a Transformador de tres devanados

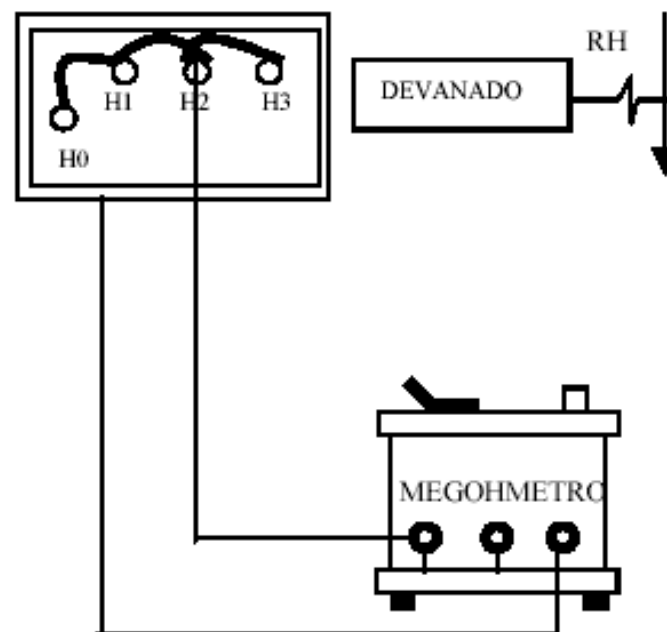


ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			MIDE
	L	G	T	
1	HX	---	Tq + Y	RH
2	HX	---	Y	RHY
3	Y	---	HX + Tq	RY

Prueba de resistencia de aislamiento en autotransformadores.



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

Prueba de resistencia de aislamiento de reactores.



Prueba de relación de transformación.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

La relación de transformación se define como la relación de vueltas o de voltaje del primario al secundario o la relación de corriente del secundario al primario en los transformadores.

Mediante la aplicación de esta prueba es posible detectar corto circuito entre espiras, falso contacto, circuitos abiertos, etc.

Los pasos a seguir para la relación de esta prueba son los siguientes:

- Tomar en cuenta lo establecido en el punto 2, sobre recomendaciones generales de pruebas.
- Librar el equipo completamente verificando que se encuentre abiertas las cuchillas seccionadoras y desconectando las terminales de las boquillas de la línea.
- Colocar el medidor sobre una superficie firme y nivelada, de tal forma que la manivela pueda ser operada sin interrupciones.

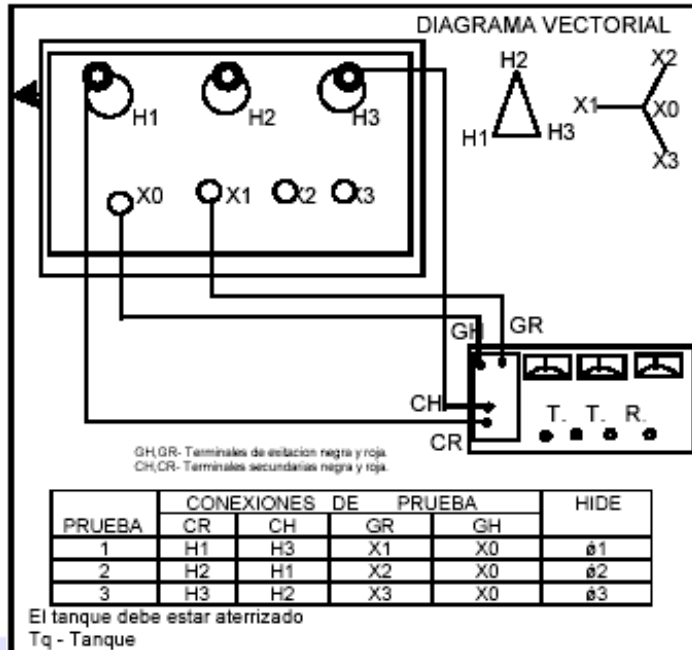


Fig.59 Prueba de relacion de transformacion a transformadores de tres devanados.

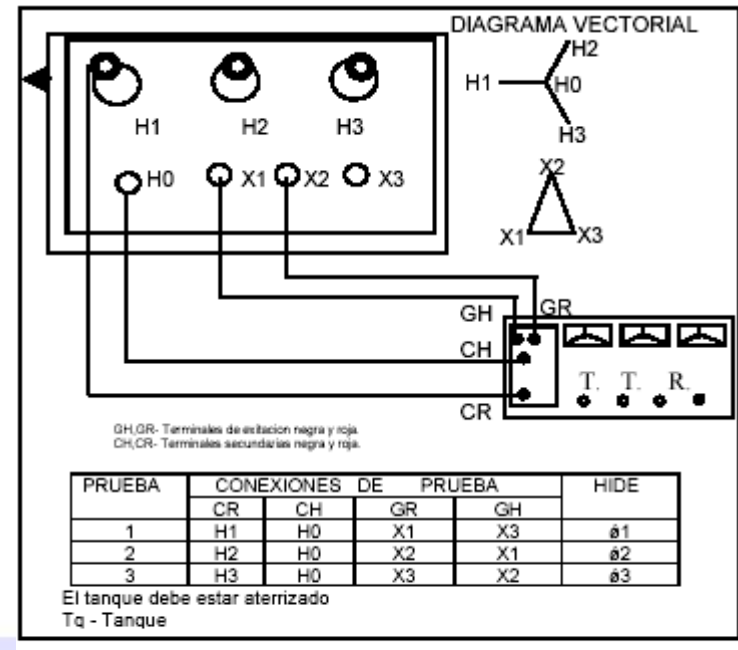


Fig.60 Prueba de relacion de transformacion a transformadores de dos devanados

- d) Anote los datos de placa y diagrama vectorial del equipo a probar. El diagrama vectorial es la referencia para conectar el medidor correctamente.
- e) Calcule la relación teórica, tomando en cuenta que la relación a medir es por fase correspondiente de alta y baja tensión de los transformadores trifásicos.
- f) Conecte las terminales del equipo de acuerdo como lo indican las figuras No. 59, 60, 61 y 62 según sea el caso.
- g) Los valores de relación teóricos calculados servirán de base para colocar los sectores en el valor esperado en el medidor.
- h) Accione la manivela manteniendo una excitación de 8 volts y opere los selectores de menor rango hasta lograr la deflexión nula en el galvanómetro.
- i) Haga las mediciones y registre las lecturas.
- j) Al terminar la prueba desconecte el instrumento de medición y aterrice el equipo probado. de tres devanados.

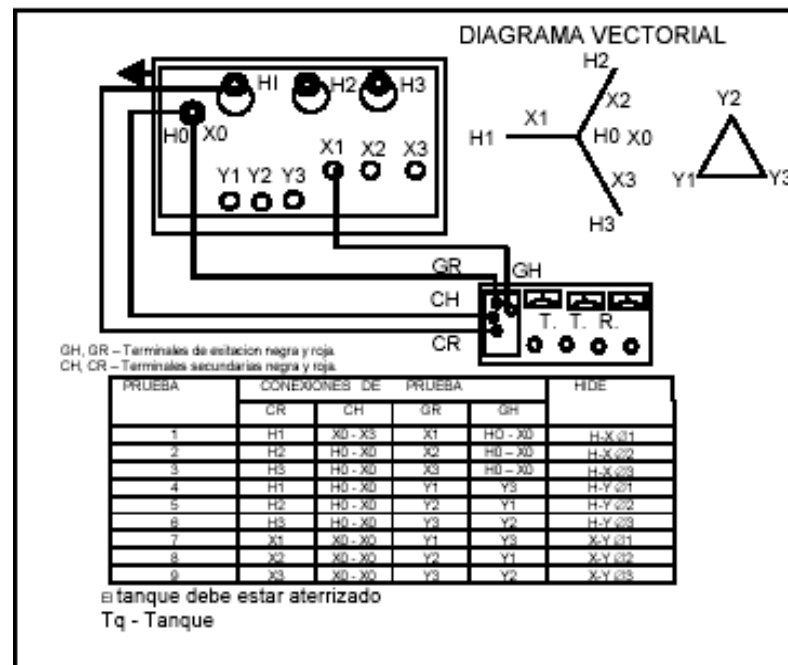
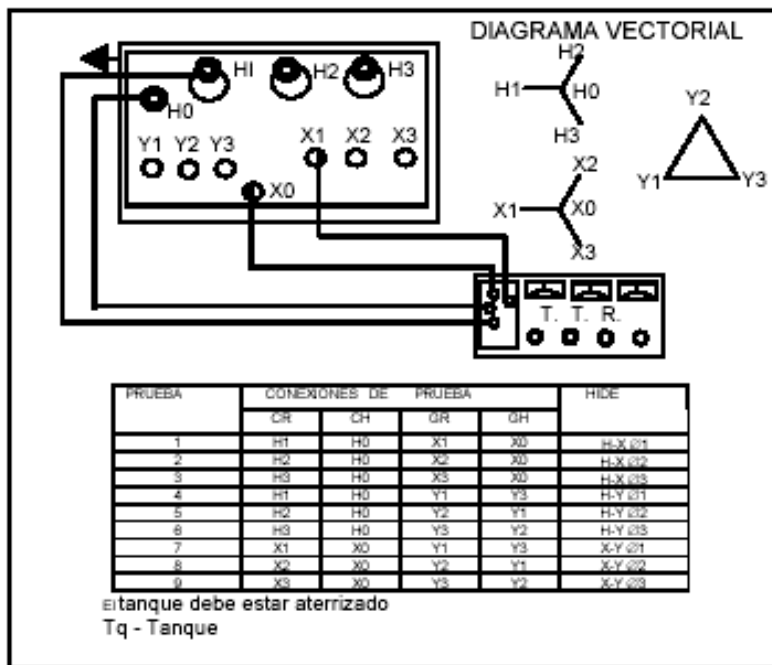


Fig.61 prueba de relación de transformación a transformadores de tres devanados

Fig.62 Prueba de relación de transformación en autotransformadores

Prueba de rigidez dieléctrica al aceite.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Por definición la rigidez dieléctrica (tensión de ruptura) de un aceite aislante, es una medida de su habilidad para soportar un esfuerzo eléctrico. Esta prueba es la que mas frecuente se realiza y es capaz de revelar dos cosas: la resistencia momentánea al paso de la corriente y la cantidad relativa de agua libre, polvo, lodos o cualquier partícula conductora presente en la muestra.

Método de prueba.

El aparato que se utiliza para este método consta de un transformador, un regulador de voltaje, un interruptor, un voltmetro y una copa de prueba la cual tiene dos electrodos en forma de disco separados 1/10" (2.54 mm) con las caras permanentemente paralelas.

El método D-1816 es similar al D-877 y solo difiere en que los electrodos son semiesféricos en lugar de planos, separados 0.04" y cuenta con un medio de agitación para proporcionar una circulación lenta de aceite. Este método es mas representativo de las condiciones en que trabaja el aceite, aún cuando no es mucha utilización.

Para obtener una muestra representativa del aceite deben tomarse las siguientes precauciones:

- a) Limpiar y drenar previamente la válvula de muestreo.
- b) Enjuagar el recipiente de prueba cuando menos una vez con el aceite que se va a probar.
- c) Nunca tomar una muestra si la humedad relativa es mayor al 50%.
- d) Evitar el contacto del recipiente de prueba con la válvula de muestreo, los dedos y otros cuerpos extraños.
- e) Por ningún motivo la temperatura al realizar la prueba deberá ser menor a 20°C.



Pasos a seguir para realizar la prueba aplicando el método D-877.

- a) Al iniciar la prueba tanto los electrodos como la copa debe lavarse con aceite aislante en buenas condiciones, o con el aceite que se va a probar.
- b) Deberán examinarse los electrodos, asegurándose que no existan excoriaciones causadas por el arco o acumulación de contaminantes.
- c) Si las excoriaciones son profundas se deben pulir, el carbón y la suciedad deberán eliminarse; calibrando posteriormente la distancia entre los electrodos.
- d) La copa se debe llenar hasta un nivel no menor de 20mm sobre la parte superior de los electrodos, con el objeto de permitir que escape el aire.
- e) Deberá dejarse reposar aproximadamente 3 minutos antes de aplicarle el voltaje.
- f) Se aplica gradualmente el voltaje a una velocidad de 3 kv por segundo hasta que se produzca el arco entre los dos electrodos, el operador lee el voltmetro y registra la lectura (deben tomarse 5 lecturas).

Se efectuará la prueba a dos muestras diferentes, si ninguno de los dos valores es menor del valor mínimo aceptable, fijado en 30 kv. No se requerirán pruebas posteriores y el promedio de las lecturas se reportara como la rigidez dieléctrica.

Medición de factor de potencia de los devanados

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

El factor de potencia de un aislamiento es una cantidad adimensional, normalmente expresada en porcentaje, que se obtiene de la resultante formada por la corriente de carga y la corriente de pérdida que toma el aislamiento al aplicarle un voltaje dado, es en si una característica propia del aislamiento al ser sometido a campos eléctricos.

Debido a la situación de no ser aislantes perfectos, además de una corriente de carga puramente capacitiva, siempre los atravesara una corriente que está en fase con el voltaje aplicado, a esta corriente se le denomina de perdidas dieléctricas, en estas condiciones el comportamiento de los dieléctricos queda representado por el siguiente diagrama:

- I_r Corriente de pérdida.
- I_c Corriente de carga.
- I Corriente resultante.
- V Voltaje aplicado.

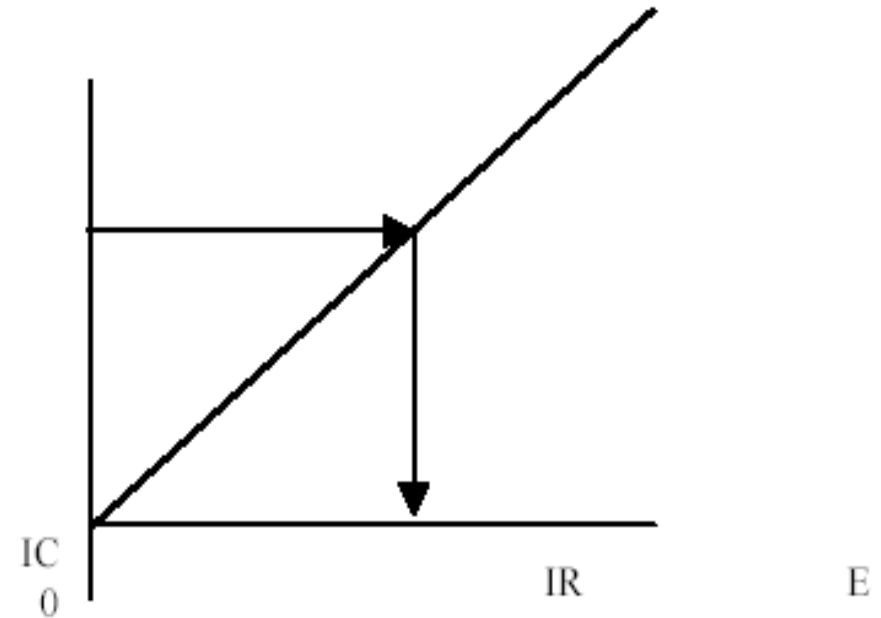


Diagrama vectorial, que muestra el comportamiento de un aislamiento al aplicarle un voltaje determinado.

Factores que afectan la prueba

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Entre los factores que afectan la prueba y tienden a aumentar el valor del factor de potencia de los aislamientos de una manera notable son: la suciedad, la humedad relativa, la temperatura y la inducción electromagnética.

La prueba consiste en aplicar un potencial determinando al aislamiento que se desea probar y medir la potencia en watts que se disipa a través de él y la carga del mismo en volts amperes.

El factor de potencia se calcula dividiendo los miliwatts entre los milivoltamperes, y el resultado se multiplica por 100 para el caso del equipo MEU de 2.5 kv.

Para el equipo de 10 kv. M2H-D se tendrá que multiplicar por 10, los watts y dividirse entre los amperes.

Para la interpretación de resultados es necesario el conocimiento de valores básicos de factor de potencia de materiales aislantes. Como referencia se presentan valores y constantes dieléctricas de algunos materiales.

Material	% F.P. a 20 °C	Constante Dieléctrica
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



Valores de factor de potencia de algunos equipos que se han obtenido en diversas pruebas realizadas.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Equipo	% F.P. 20 °C
Boquillas tipo condensador	0.5
Boquillas de compound	2.0
Transformadores de aceite	1.0
Transformadores nuevos	0.3
Cables con aislamientos de papel	4.0 – 5.0
Cables con aislamientos de barniz cambray	4.0 – 5.0
Cables con aislamientos de hule	0.5

El objetivo principal de la prueba de factor de potencia es, la detección de algunos cambios de las características del aislamiento producidos por envejecimiento y contaminación del mismo como resultado del tiempo y condiciones de operación del equipo y los producidos por el efecto corona.

Los equipos de prueba que se utilizan para prueba de factor de potencia, pueden ser de la marca: James G. Biddle, Nasen y Doble Engineering., de esta ultima sus modelos MEU-2.5 KV y M2H – 10 KV son los utilizados



MEDIDOR MODELO M2H-D 10 KV MARCA DOBLE ENGINEERING

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

- a) Coloque el medidor de factor de potencia sobre una mesa firme y nivelada, enseguida conecte al medidor sus cables: HV, LV, tierra, alimentación de corriente alterna y cable de extensión con interruptor de seguridad manual.
- b) Conecte el cable de alto voltaje (HV) a la terminal del equipo bajo prueba.
- c) Conecte las terminales de bajo voltaje (LV). El switch selector (LV) se selecciona según la posición deseada (Ground, Guard o Ust).
- d) Si la terminal de bajo voltaje no se va a usar, el switch (LV) se posiciona en Ground.
- e) Ajuste el control de voltaje en cero y posiciones el interruptor (REV. SWITCH) en cualquiera de sus posiciones, izquierda o derecha. La posición central es apagado (OFF).
- f) Coloque el selector de WATTS y MILIAMPERES en su posición central (CHECK).
- g) Seleccione los multiplicadores máximos de MA y WATTS.
- h) El interruptor ICC debe ser colgado en OFF.
- i) Accione el interruptor principal a la posición OFF.
- j) Energice el medidor cerrando el interruptor local del operador (enciende lámpara ámbar) y el interruptor de seguridad del cable de extensión (enciende lámpara roja). Si esto no sucede invierta el enchufe de la alimentación de 127 V o bien, verifique el adecuado aterrizamiento del equipo de prueba.
- k) Observe el indicador de KV y gire lentamente el control de voltaje hasta obtener 10 KV, este es el valor aplicado al equipo bajo prueba. Si durante la aplicación del voltaje, el indicador del medidor tiende a sobrepasar su escala, ajústelo girando hacia la izquierda la perilla
METER ADJ de modo que la aguja se mantenga dentro del rango.
- l) Si el interruptor se dispara antes de 2 KV, probablemente la capacitancia del equipo bajo prueba es mayor al rango del medidor. Si el disparo ocurre entre 2 y 10 KV, la prueba deberá hacerse a un voltaje menor a 10 KV.
- m) Con el selector en la posición CHECK, ajuste a su máxima escala el medidor con la perilla
METER ADJ.
- n) Posicione el selector hacia el lado izquierdo para la medición de MA.
- o) Seleccione el multiplicador de MA que produzca la mayor deflexión del medidor y anote la lectura.
- p) Tome la lectura de la otra posición de REVERSING con el mismo multiplicador. Registre el promedio de las lecturas, el multiplicador y el producto.

**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Ambos valores de corriente deben ser aproximados usando el mismo multiplicador, si no es así, existe una excesiva interferencia electrostática. Para que no intervenga en la prueba, siga las instrucciones correspondientes en el instructivo del medidor.

- q) Para la medición de WATTS debe mantenerse el mismo multiplicador que se usó para la medición de MA.
- r) Coloque el selector en la posición derecha para la medición de WATTS.
- s) Gire la perilla WATTS ADJUST hacia la izquierda hasta obtener la misma deflexión de la aguja en la escala.
- t) Seleccione el multiplicador de WATTS que produzca la máxima deflexión medible en la escala. Cada vez que el multiplicador sea reducido, los WATTS deberán ser ajustados a la mínima deflexión de la aguja con la perilla de WATTS ADJUST.
- u) Gire lentamente hacia la derecha el control POLARITY mientras se observa la aguja del medidor. Si la aguja tiende a desviarse hacia la derecha, indica watts negativos, si lo hace hacia la izquierda se trata de watts positivos.
- v) Cambie el switch REVERSING a la posición opuesta y reajuste el control WATTS ADJUST para obtener la lectura mínima. Determine la polaridad según el punto u
- w) Cuando el signo de las dos lecturas sea diferente, réstelas y el resultado divídalo entre dos.

Registre este promedio como el multiplicador. Cuando las lecturas sean del mismo signo, deberán sumarse y dividirse entre dos para obtener el promedio.



Las dos lecturas de watts deben ser tomadas con el mismo multiplicador y su promedio algebraico normalmente será positivo. Si esto no se cumple, significa que existe una excesiva interferencia electrostática.

ESTA INFORMACION ES SOLO CONTINUES EDUCATIVOS

- x) Coloque el selector en CHECK y el control de voltaje en cero. Coloque los multiplicadores en su posición máxima. Si se va a probar algún equipo similar, deje los multiplicadores como están.
- y) Los interruptores del operador local y remoto con extensión deberán abrirse, lo mismo que el interruptor principal.
- z) Conecte las terminales del equipo como se indica en las figuras 64, 65, 66 y 67 según sea el caso:

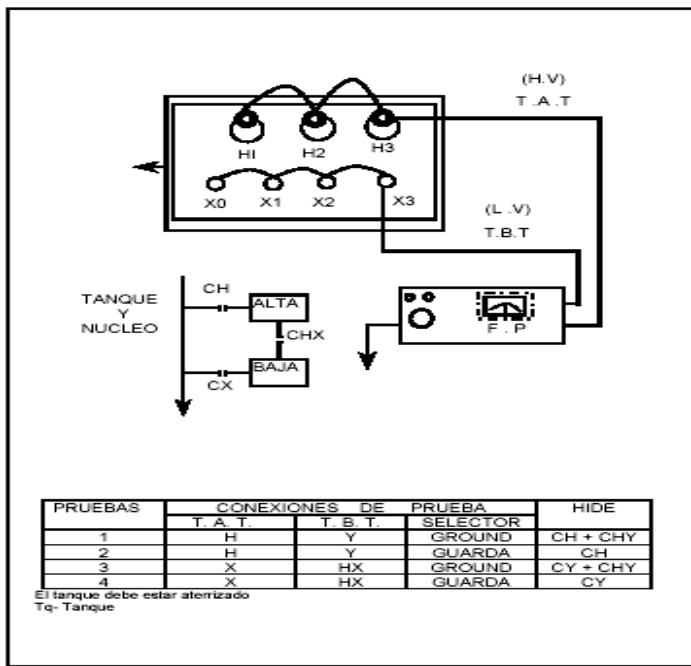


FIG.63 Prueba de factor de potencia del aislamiento a transformadores de dos devanados.

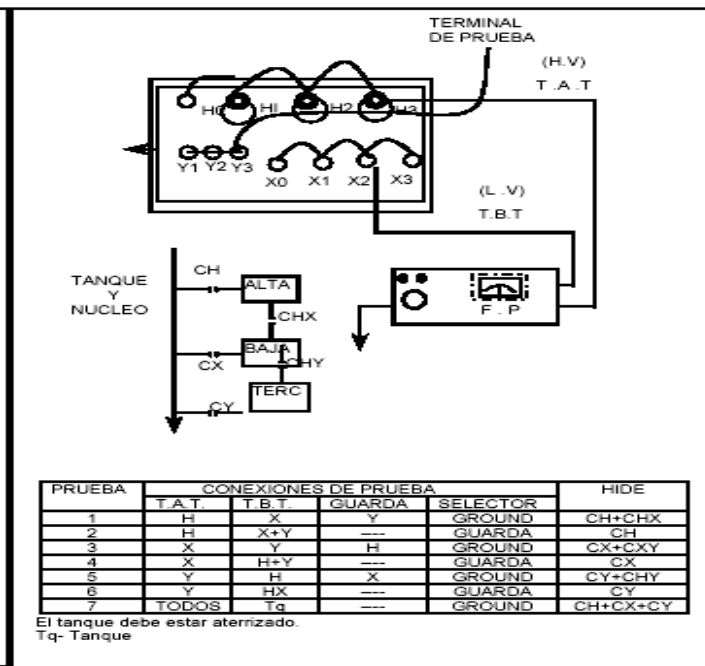
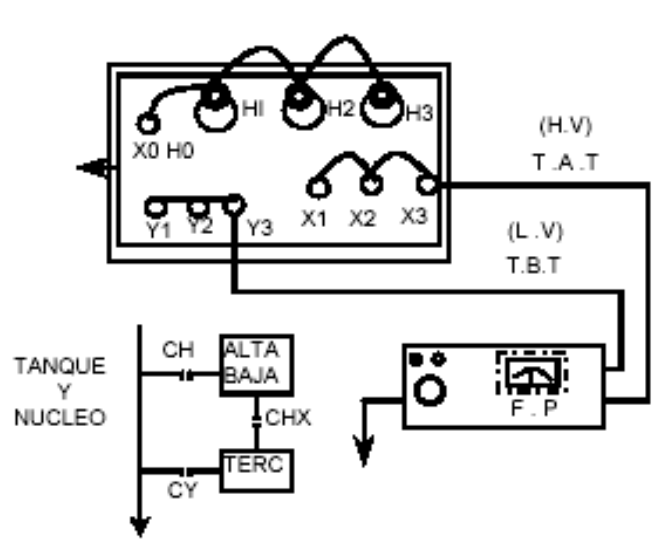


Fig. 64 Prueba de factor de potencia del aislamiento a transformadores de tres devanados

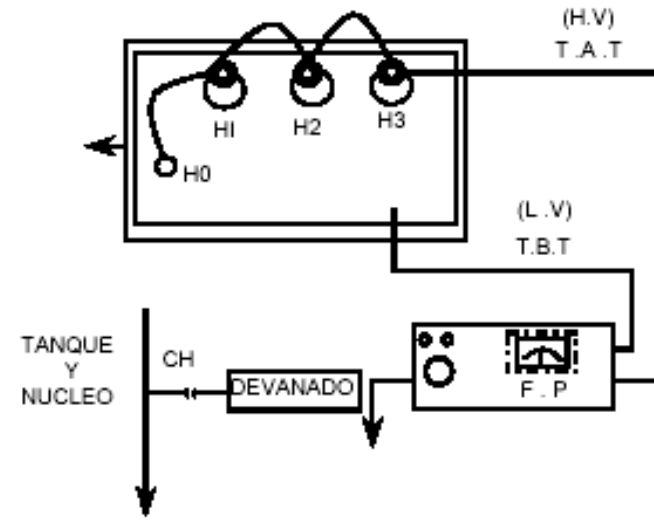
ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			HIDE
	T.A.T	T.B.T.	SELECTOR	
1	HX	Y	GROUND	CH+CHY
2	HX	Y	GUARDA	CHX
3	Y	HX	GROUND	CY+CHY
4	Y	HX	GUARDA	CY

El tanque debe estar aterrizado.
Tq- Tanque.

CUANDO EL TANQUE NO DISPONGA DE BOQUILLAS PARA EL DEVANADO TERCIARIO SOLAMENTE SE REALIZARA LA PRUEBA No 1 (CH) CONECTANDO LA T.B.T. AL TANQUE



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			HIDE
	T.A.T.	T.B.T.	SELECTOR	
1	H	Tq	GROUND	CH

El tanque debe estar aterrizado.
Tq-Tanque

Fig. 65 Prueba de factor de potencia del aislamiento en autotransformadores

Fig. 66 prueba de factor de potencia del aislamiento a reactores

**MEDIDOR MODELO MEU 2.5 KV MARCA DOBLE ENGINEERING.**

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



- a) Coloque el medidor de factor de potencia sobre una base firme y nivelada, enseguida conecte al medidor sus cables HV, LV, tierra, alimentación de corriente alterna y cables de extensión con interruptor de seguridad manual.
- b) Conecte el cable de alto voltaje (HV) a la terminal del equipo de prueba.
- c) Conecte la terminal de bajo voltaje (LV), el switch selector (LV) se selecciona según la posición deseada (GROUND, GUARDA o UST), si la terminal de bajo voltaje no se va a utilizar, el switch (LV) se posiciona en GROUND.
- d) Coloque el selector de MVA (milivolts amperes) y MW (milliwatts) en su posición central (CHECK) y el selector de rango en la posición superior (HIGH).
- e) Seleccione el máximo multiplicador de MVA y MW (2000).
- f) Accione el interruptor de encendido (posición ON).
- g) El interruptor inversor (REV. SWITCH) se coloca en cualquiera de las dos posiciones (izquierda o derecha). La posición central es desconectado (OFF).
- h) Cierre el interruptor de seguridad del operador y el interruptor de extensión, con esto se cierra un relevador del equipo, la lámpara indicadora verde se apaga y enciende la lámpara roja, si esto no sucede, invierta el enchufe de la alimentación de 127 V, o bien, verifique el adecuado aterrizamiento del equipo de prueba.
- i) Incremente lentamente el voltaje, girando hacia la derecha la perilla de control de voltaje, hasta que el voltmetro indique 2.5 KV. Si durante el ajuste del voltaje el indicador del medido tiende a sobrepasar su escala, ajústelo girando hacia la izquierda la perilla METER ADJ de modo que la aguja se mantenga dentro del rango.

Si el interruptor de encendido se abre antes de 1.25 KV, es posible que el cable de prueba (HV) esté defectuoso. Revise y pruebe el cable (ver instrucciones en manual del fabricante)

**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

- j) Cuando se alcance el voltaje de prueba de 2.5 KV, ajuste el medidor de MVA y MW en 100 girando la perilla METER ADJ.
- k) Cambie el selector de la posición CHECK a la posición MVA y seleccione el multiplicador de rango (RANGE) a la posición en la cual se produce la mayor deflexión sobre la escala.
- l) Seleccione el multiplicador de MVA que produzca la mayor deflexión sobre la escala y registre la lectura así como el multiplicador, la lectura debe ser verificada para ambas posiciones de REV. SWITCH. Si existe alguna diferencia entre las dos lecturas consulte las instrucciones sobre interferencias electrostáticas en el manual del fabricante.
- m) Cambie el interruptor selector a la posición derecha para la medición de MW, gire la perilla de ajuste MW ADJ hasta que la lectura mínima sea obtenida, seleccione el multiplicador más pequeño de MW que produzca la mayor deflexión medible en la escala. Cada vez que el multiplicador sea reducido, los MW deberán ser ajustados a la mínima deflexión de la aguja con la perilla MW ADJ.
- n) Registre la lectura de MW y su multiplicador.
- o) Coloque los controles en su posición inicial: el interruptor selector en CHECK, el control de voltaje en cero, los interruptores de seguridad y de encendido abiertos, antes de dar la señal de que los cables de conexión pueden ser retirados.
- p) Los interruptores de MVA, MW y RANGE pueden ser colocados en la posición superior o bien pueden dejarse en la posición actual si es que va a efectuarse otra prueba similar.



e) Prueba de corriente de excitación.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



La prueba de corriente de excitación en los transformadores de potencia nos sirve para detectar daños que se presentan en los devanados y núcleos, debidos a esfuerzos electrodinámicos que genera el corto circuito o por un manejo inadecuado durante su transportación.

Las pruebas de corriente de excitación se efectúan con el medidor de factor de potencia con que se cuente.

Recomendaciones para efectuar la prueba de corriente de excitación.

- a) Tomar en cuenta lo referente a recomendaciones generales de prueba.
- b) Desenergice y desconecte de sus terminales externas todas las boquillas del transformador.
- c) Todas las pruebas de corriente de excitación deberán efectuarse en el devanado de mayor voltaje.
- d) En conexiones estrella, desconecte el neutro del devanado que se encuentra bajo prueba debiendo permanecer aterrizado el neutro de baja tensión.
- e) Cerciórese de que los devanados no energizados en la prueba, están libres de cables, proximidad de personal, etc., en virtud de que al energizar el devanado bajo prueba, se induce un potencial en el resto de los devanados.
- f) El voltaje de prueba de los transformadores, no debe exceder el valor del voltaje nominal del devanado bajo prueba.
- g) El voltaje de prueba en los devanados conectados en estrella no deberá exceder el voltaje de línea a neutro.
- h) El voltaje de prueba no deberá exceder el voltaje de línea a línea en los devanados conectados en delta.
- i) Antes de efectuar cualquier medición, al ajustar el voltaje de prueba con el selector en posición CHECK, verifique que se estabilice la aguja del medidor.

j) Si el punto anterior no se cumple, puede deberse a que existe un fuerte magnetismo remanente, recomendándose desmagnetizar el núcleo de acuerdo con el tipo de conexión que se tenga en el devanado primario. Otra causa de inestabilidad de la aguja pueden ser interferencias electromagnéticas.

k) Se recomienda que para equipo nuevo o reparado que se prepara para puesta en servicio, deberán efectuarse las pruebas en todas las posiciones (tap´s) del cambiador de derivaciones. Para equipos en operación que sean librados para efectuarles pruebas eléctricas, se recomienda efectuar la prueba de corriente de excitación únicamente en la posición de operación del cambiador, la razón de esto es que en caso de un desajuste en el cambiador originado por el accionamiento del mismo, el transformador no podría volver a energizarse.

l) Debido al comportamiento no lineal de la corriente de excitación a bajos voltajes, es importante que las pruebas se realicen a valores lo más exactos posibles en cuanto a voltaje y lectura de corriente, para poder comparar los resultados con pruebas anteriores.

Factores que afectan la prueba

De acuerdo con experiencias en las pruebas de corriente de excitación, el factor que afecta a las pruebas en forma relevante es el magnetismo remanente del núcleo del transformador bajo prueba. Este magnetismo es indeseable por dos razones:

1. Al volver a conectar un transformador con magnetismo remanente, la corriente INRUSH aumenta considerablemente.
2. Puede generar valores anormales de corriente de excitación durante las pruebas al analizar las condiciones de los devanados o de alguno en particular.



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Desafortunadamente no existe un método simple para medir el magnetismo remanente, ya que el valor y la polaridad cambian en virtud de que dependen del punto de la curva de histéresis en el cual la corriente se interrumpió.

El método más empleado para eliminar el magnetismo remanente, es la aplicación de una corriente directa inversa al sentido del devanado. Este método se basa en utilizar corrientes altas, las cuales pueden ser obtenidas con acumuladores, aprovechando la baja resistencia óhmica del transformador.

Para llevar a cabo la desmagnetización de un núcleo es necesario contar con un interruptor doble polo doble tiro, un reóstato, un acumulador, un amperímetro y conductores de calibre apropiado. La corriente a aplicar a los devanados no deberá ser mayor al 15% de la corriente nominal del transformador que se vaya a desmagnetizar. Esta actividad consiste en simular un ciclo magnético mediante la aplicación de potencial en un sentido y después invertir la polaridad del acumulador por medio del switch de doble tiro, esto deberá ser en forma momentánea, incrementando el potencial lentamente con el reóstato y enseguida, regresarlo a cero.

Después de haber realizado lo anterior, vuelva a efectuar la prueba de corriente de excitación con la finalidad de verificar si el magnetismo remanente fue eliminado, si esto fue así, la prueba de corriente de excitación será satisfactoria, de lo contrario existirá otro tipo de problema en el transformador.

Las pruebas se realizan con el selector (LV) en la posición UST. El medidor MEU 2.5 dará el resultado en MVA que dividido entre el voltaje de prueba de 2500 volts, se obtendrá la corriente de excitación. El medidor M2H-10 dará la lectura en MA directamente.

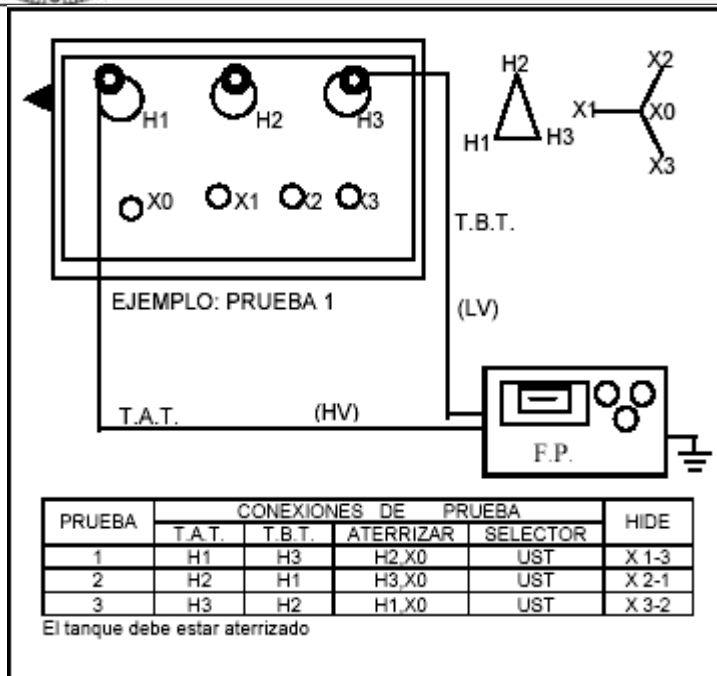


Fig. No. 67. Prueba de corriente de excitación a transformadores de dos devanados.

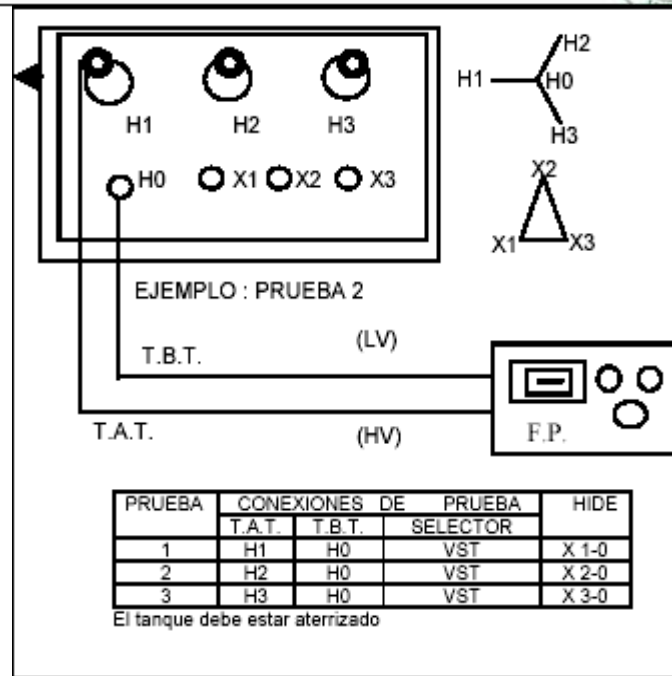


Fig. No. 68. Prueba de corriente de excitación a transformadores de dos devanados.

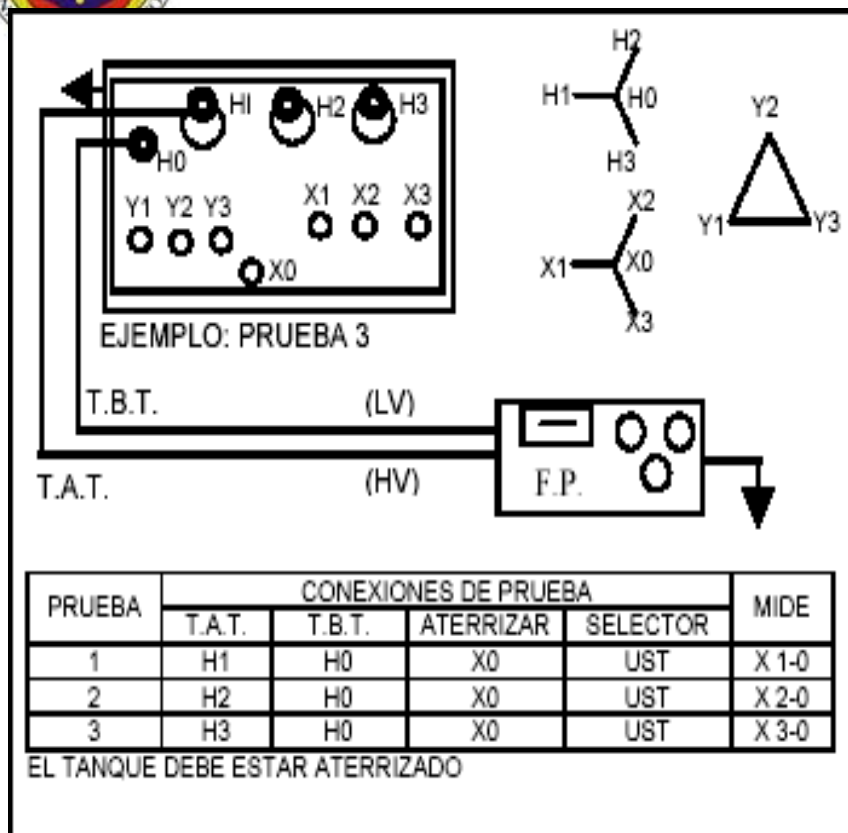


Fig. No. 69. Prueba de corriente de excitación a transformadores de tres devanados.

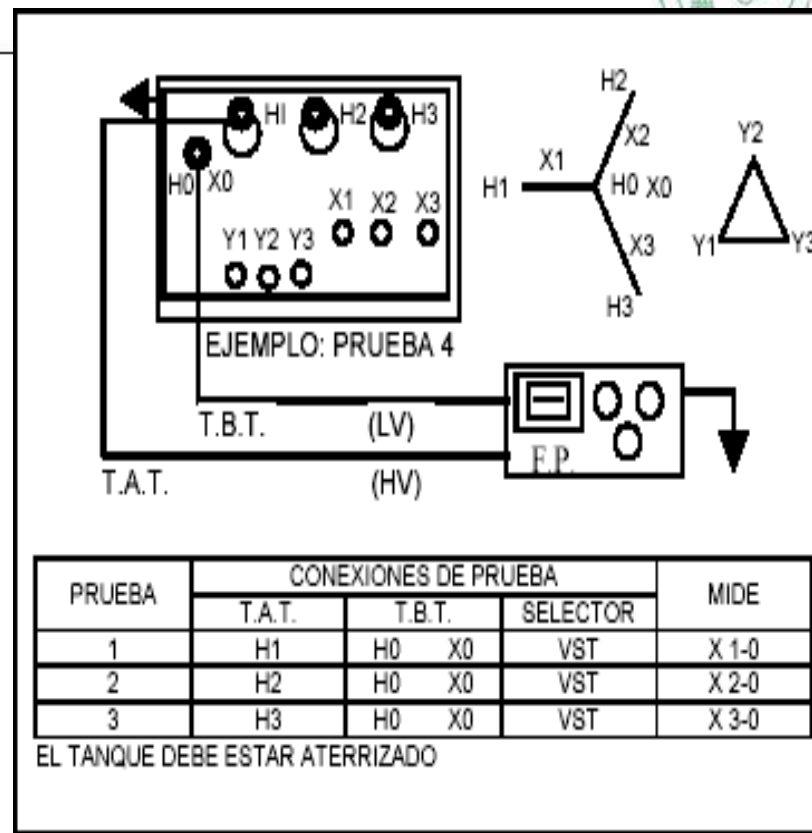


Fig. No. 70. Prueba de corriente de excitación a autotransformadores.

f) Prueba de factor de potencia a boquillas.**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Las boquillas de cualquier equipo pueden probarse por alguno de los siguientes métodos:

- a) Prueba de especimen aterrizado (GROUND). Esta es una medición de las cualidades aislantes del aislamiento entre el conductor central de la boquilla y la brida de sujeción. La prueba se realiza energizando la terminal de la boquilla por medio de la terminal de alta tensión del medidor y la terminal de baja tensión del medidor a la brida de sujeción, la brida debe estar aterrizada.
- b) Prueba de especimen no aterrizado (UST). Esta es una medición del aislamiento entre el conductor central y el tap capacitivo. Esta prueba se aplica a boquillas que cuentan con un condensador devanado a lo largo de la boquilla. El objeto principal del capacitor es controlar la distribución del campo eléctrico, tanto interno como externo de la boquilla.

Capacitancias de una boquilla.

La capacitancia C_1 de una boquilla, es el valor expresado en picofaradios entre el conductor principal y el tap.

La capacitancia C_2 , es el valor expresado en picofaradios entre el tap y la brida.

La capacitancia C , es el valor expresado en picofaradios entre el conductor principal y la brida.

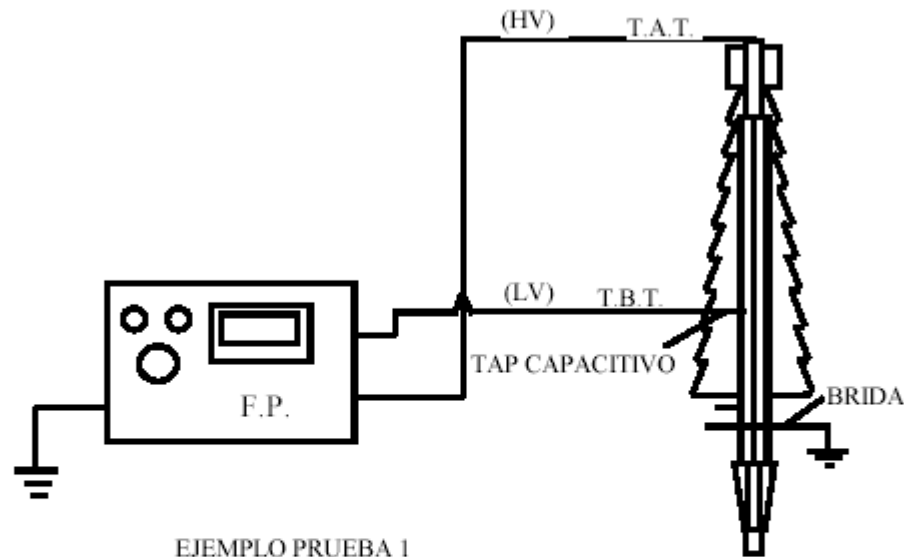
Para voltajes de 69 KV en adelante se utilizan boquillas tipo capacitor llenas o impregnadas de aceite.



Preparación de la boquilla para la prueba.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Limpie perfectamente la boquilla y colóquela sobre una base firme en posición vertical y apoyada en su brida.



PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA		
	T.A.T.	T.B.T	SELECTOR
1	TEAM BOQUILLA	TAP CAPACITIVO	VBT
2	TEAM BOQUILLA	BRIDA	
3	COLLAR BOQUILLA	TEAM BOQUILLA	

Prueba de factor de potencia a boquillas.



Interpretación de resultados.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Los siguientes valores de pérdidas en MW se dan como referencia general para boquillas nuevas y en operación.

VALOR	KV DE PRUEBA	CONDICION
0.05 a 9 MW	2.5	Excelente
9 a 19 MW	2.5	Buena
Mayor de 19 MW	2.5	Investigar
0.01 A 0.15 MW	10	Excelente
0.15 a 0.30 MW	10	Buena
Mayor de 0.30 MW	10	Investigar

En las pruebas de tap capacitivo, a partir de los miliamperes se determina la capacitancia y este valor no deberá de ser mayor de 2% con respecto al valor de placa. La capacitancia se obtiene multiplicando los MVA por 0.425 para voltaje de prueba de 2.5 KV y por 0.265 para voltajes de prueba de 10 KV.

g) Pruebas de collar caliente a boquillas

Es una medición de la condición de una sección del aislamiento de la boquilla entre la superficie de los faldones y el conductor. Se lleva a cabo energizando uno o más collares situados alrededor de la porcelana de la boquilla y aterrizando el conductor central (terminal) de la misma. Esta prueba es de gran utilidad para detectar fisuras en la porcelana o bajo nivel del líquido aislante.



Prueba de collar sencillo.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

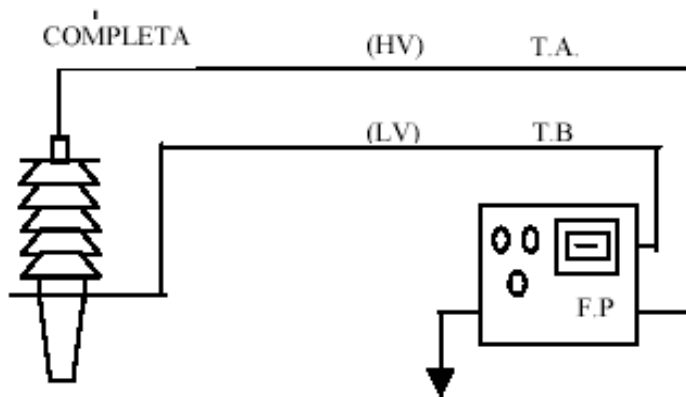
Refleja información relacionada con la condición del aislamiento de la parte superior de la boquilla. Si se obtienen valores elevados de pérdidas, se recomienda hacer la prueba en cada faldón para analizar la magnitud de la falla.

Prueba de collar múltiple.

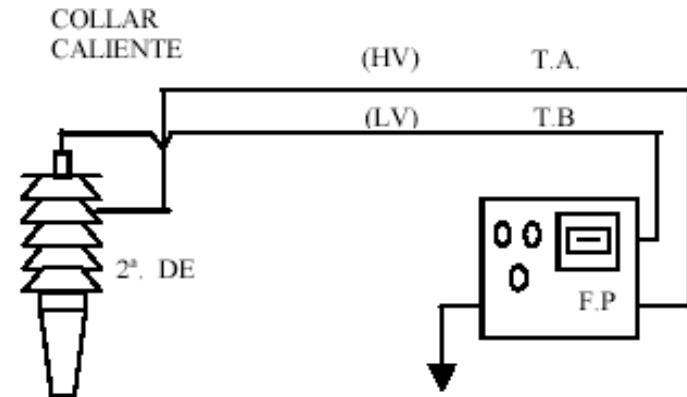
Proporciona información de la condición del aislamiento en general entre la brida y el conductor central.

Interpretación de resultados.

Una guía general para pruebas de collar caliente, es considerar como máximo 6.0 miliwatts de pérdidas a 2.5 KV y 0.1 watts de pérdidas a 10 KV.



PRUEBAS	CONEXIONES DE PRUEBA		
	T.A.T.	T.B.T.	SELECTOR
1	PRUEBA COLLAR	BRIDA	GROUND



PRUEBAS	CONEXIONES DE PRUEBA		
	T.A.T.	T.B.T.	SELECTOR
1	COLLAR	COLLAR CALIENTE	GROUND



h) Pruebas a los accesorios de medición y control.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Una vez que el transformador ha sido ensamblado en su totalidad en el sitio de operación de este, se procede a colocar los accesorios de control (no importa el orden en que estos sean colocados). Los accesorios a probar son los siguientes:

1. Termómetro de punto caliente (TPC).
2. Termómetro de temperatura del aceite (TCA).
3. Indicador de nivel de aceite.
4. Válvula de sobrepresión.
5. Válvula de sobrepresión súbita.
6. Relevador Buchholz.
7. Ventiladores.
8. Transformadores de corriente.

Termómetro de punto caliente (TPC).

1. Verifique que las terminales del plug no presenten suciedad o se encuentren fuera de la distancia de contacto con las terminales del termómetro.
2. Conecte el plug a las terminales del termómetro, tanto el plug como el accesorio cuentan con una guía que nos indica la posición correcta de contacto.
3. Identifique con la ayuda del diagrama de alambrado las terminales de apertura y cierre así como las temperaturas y presiones a que deben operar.
4. Una vez identificadas las terminales introduzca el termopar en un recipiente con aceite al cual se le aplicará calor utilizando una lámpara de alcohol o mechero (procurando tener una elevación de temperatura lenta que nos permita verificar la correcta operación de los micros).
5. La adecuada operación de los micros, la comprobaremos utilizando un multímetro, el cual debe colocarse en posición de continuidad y las puntas colocadas en las terminales correspondientes según su diagrama de alambrado.

Termómetro de temperatura del aceite.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

La comprobación de operación de los micros es muy semejante a la del termómetro de punto caliente, con la excepción de que el TAC no tiene la bobina calefactora.

Indicador de nivel de aceite.

- a) Dado que este accesorio consta de un magneto con aguja indicadora del lado de la carátula del indicador, para verificar su operación ponga en la parte posterior de la carátula un metal de forma paralela a la aguja indicadora esto es con la finalidad de poder desplazar la aguja al nivel alto y bajo y así comprobar la operación del micro de alarma.
- b) La apertura y cierre del micro se verifica colocando las puntas del multímetro en las terminales de conexión del termómetro de temperatura del aceite según se indique en el diagrama de alambrado.

Válvula de sobrepresión.

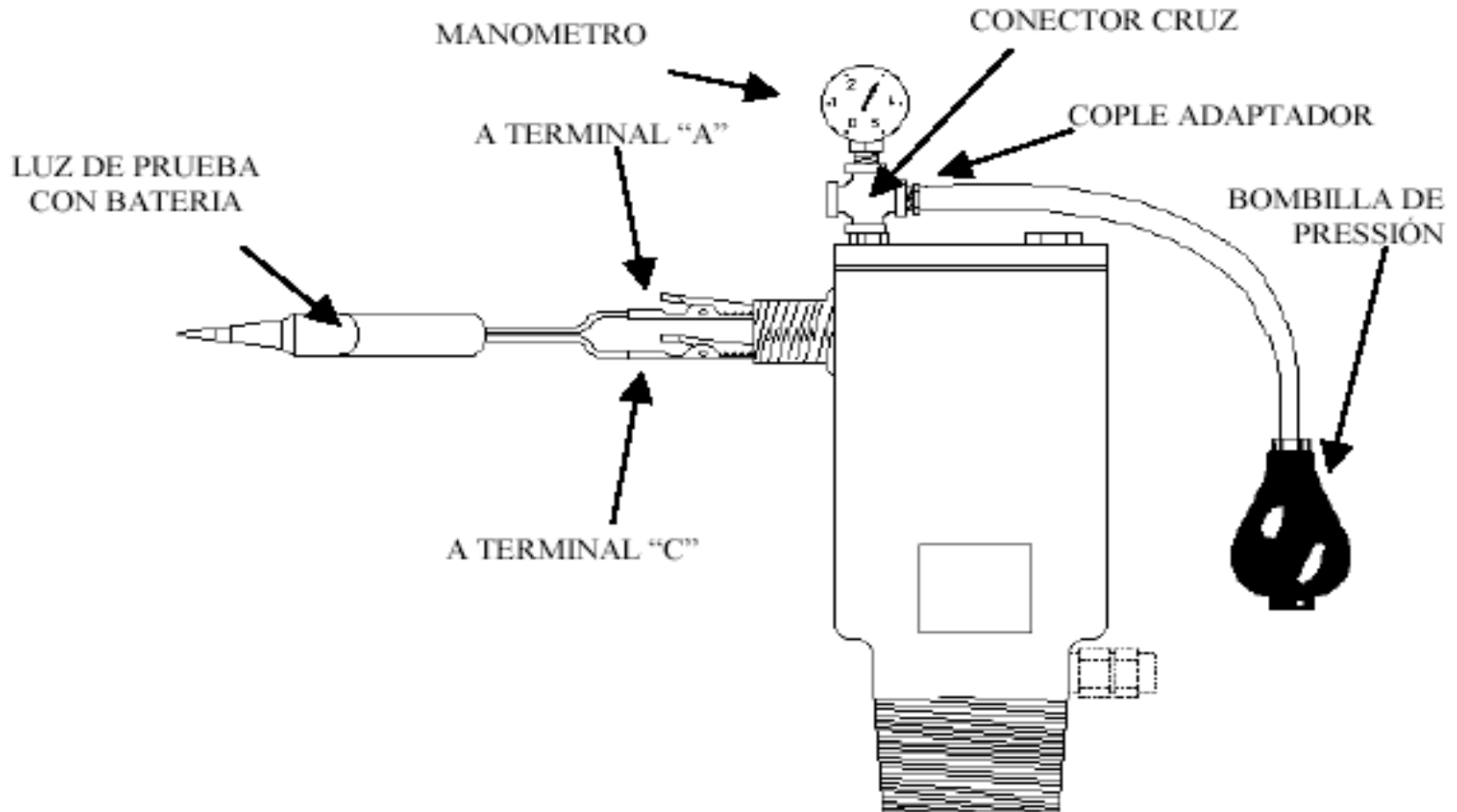
- a) Verifique que el plug y la terminal de conexión de la válvula se encuentren libres de suciedad y además que estos presenten un buen contacto.
- b) Accione la válvula de forma manual a la vez que verifica en sus terminales de conexión la apertura y cierre del micro de alarma.

Válvula de sobrepresión súbita.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



- a) Instale la válvula a través de una brida o conexión roscada.
- b) Todas las unidades deben ser instaladas con un conector eléctrico recto.
- c) Desenergice el circuito de control del relevador de presión súbita y remueva el cableado de la unidad.
- d) Conecte la lampara de prueba a las terminales A y C del conector eléctrico (según figura 74).
- e) Quite el tornillo de 1/16" de la cubierta del relevador e instale un conector cruz en el orificio.
- f) Conecte un medidor de presión de 0 – 5 lb/plg², en la parte superior de la cruz y un bulbo de compresión en el otro lado usando un tubo de hule si es necesario.
- g) Si existe un tapón de alivio de 1/8" NPT en la cubierta del relevador, remuévalo y reemplácelo con un tapón del tipo sólido de la misma medida.
- h) Si hay un orificio de drene situado cerca de la base de la cubierta, tape este orificio con un pequeño tapón de hule.
- i) Coloque el dedo sobre la parte abierta del conector cruz y opere el bulbo de compresión hasta obtener una presión de prueba.
- j) Identifique con ayuda del diagrama de alambrado las terminales de apertura y cierre a sí como las presiones a las que debe operar.
- k) Mantenga esta presión durante mínimo 30 segundos accionando el bulbo cuantas veces sea necesario.
- l) Después de los 30 segundos, quite el dedo rápidamente de la parte abierta, permitiendo que el aire escape rápidamente de la cubierta del relevador.
- m) Si la lampara de prueba enciende, el relevador de presión súbita esta dentro de especificaciones.



Relevador Buchholz.

- Verifique el buen contacto del plug y la salida del compartimento del relevador.
- Realice la operaciones de apertura y cierre a través de la palanca de accionamiento de prueba que se encuentra en la parte superior del accesorio verificado con un multímetro los micro interruptores.



OPERACIÓN

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Este transformador se encuentra diseñado de acuerdo con las normas y especificaciones requeridas por la COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD y puede ser operado en ciertas circunstancias a capacidades por encima de la nominal.

Recomendamos usar la norma NMX J-409 (Guía de Carga para Transformadores de Distribución y Potencia Sumergidos en Aceite) equivalente a la norma IEEE C57.92-1981 (Guide for Loading Mineral-Oil Immersed Power Transformers up to and Including 100 MVAs with 55°C and 65°C Average Winding Rise) ANSI (Reaff 1991) para cuando se presenten casos de sobrecarga en el transformador.

Se deben usar indicadores de temperatura tanto del aceite como de los devanados. Como parte de la rutina de operación, se deberán de tomar y registrar los valores de temperatura máximos tanto en el aceite como en los devanados, tan a menudo como sea imposible, ya que esta información es de gran valor en el momento en que sea requerido para evaluar la vida probable del transformador.

FRECUENCIA DE OPERACION

La frecuencia de operación para la cual el transformador fue diseñado es de 60 Hz.

TEMPERATURA AMBIENTE

El transformador será capaz de operar a su capacidad nominal siempre que:

La temperatura ambiente no exceda de 40°C y la temperatura promedio del ambiente durante cualquier periodo de 24 horas no exceda de 30°C (se recomienda que la temperatura promedio del aire refrigerante se calcule promediando las lecturas obtenidas durante 24 horas, haciendo estas lecturas a intervalos de 1 hora. Cuando el medio refrigerante sea el ambiente se puede usar el promedio de la temperatura máxima durante el día; por lo general el valor obtenido en esta forma es ligeramente mayor que el promedio real diario pero no en más de 25°C.

ALTITUD DE OPERACION

El equipo esta diseñado para operar a capacidad plena de acuerdo a la altitud marcada en la placa de datos.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

**Efecto de altitud en la elevación de temperatura.**

El aumento de la altitud produce disminución en la densidad del aire, lo cual a su vez incrementa la elevación de temperatura en los transformadores que dependen del aire para disipar el calor, por lo tanto, se deberá tomar en cuenta lo anterior para operación de los transformadores en las formas que a continuación se indica:

**TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO MAXIMA PERMISIBLE DEL AIRE REFRIGERANTE
PARA OPERAR A CAPACIDAD NOMINAL**

Tipo de enfriamiento	Altitud en m. s. n. m.			
	1000	2000	3000	4000
Sumergidos en líquidos aislantes auto-enfriados (clase OA)	30°C	28°C	25°C	23°C
Sumergidos en líquidos aislantes y aire forzado (clase OA/FA)	30°C	26°C	23°C	20°C

b) Operación a capacidad reducida**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Si la temperatura ambiente promedio máxima excede de los valores indicados en la tabla anterior pero sin exceder la temperatura promedio de 30°C, se puede operar el equipo a capacidad reducida en el porcentaje que se indica en la siguiente tabla por cada 100 m:

FACTOR DE CORRECCION DE LA CAPACIDAD NOMINAL PARA ALTITUDES MAYORES DE 100 METROS

Tipo de enfriamiento	Factor de corrección por cada 100 metros
Autoenfriados sumergidos en líquidos aislantes (clase OA)	0.40%
Sumergidos en líquidos aislantes enfriados por aire forzado (clase FA)	0.50%

Efecto de altitud en la rigidez dieléctrica del aire.

El aumento en la altitud produce una disminución en la densidad del aire, lo cual a su vez disminuye la tensión de flameo.

La rigidez dieléctrica de algunas partes del transformador que depende total o parcialmente del aire para su aislamiento, disminuye conforme la altitud aumenta. Para una clase de aislamiento dada, la rigidez dieléctrica a 1000 m. s. n. m. debe multiplicarse por el factor de corrección apropiado a la nueva altitud a fin de obtener la nueva rigidez dieléctrica a la altitud especificada de acuerdo a la siguiente tabla:

FACTORES DE CORRECCION DE RIGIDEZ DIELECTRICA PARA ALTITUDES MAYORES DE 1000 m

Altitud en metros	Factor de corrección
1000	1.00
1200	0.98
1500	0.95
1800	0.92
2100	0.89
2400	0.96
2700	0.83
3000	0.80

Variación del voltaje de alimentación

El transformador puede ser operado de manera continua a la capacidad nominal o menor, con el voltaje de alimentación en el primario de un 5% mayor que el nominal sin exceder del límite de elevación de temperatura marcado en la placa de datos.

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

Nunca realice conexiones que no sean las mostradas en la placa de datos. Cuando realice un cambio de posición en un cambiador sin carga, desconecte el transformador de la línea de alimentación. Tampoco ponga el cambiador en otra posición que no este especificada, ya que puede causar daños serios en el transformador tales como un corto circuito en los devanados.

MANTENIMIENTO

En vista de que los transformadores son eslabones vitales para la operación de las grandes empresas industriales, es necesario que para su funcionamiento continuo y confiable debe de proporcionárseles una atención adecuada.

Esto se logra solamente a través de un programa regular de inspecciones, pruebas y mantenimiento.

El programa dependerá de factores tales como: el tipo y clase de aislamientos del equipo, su importancia, tiempo de servicio, carga e historial de su operación. Las pruebas específicas requeridas pueden variar a juicio de la persona responsable del equipo y de la experiencia obtenida con pruebas anteriores y en otros de características similares.

PRESERVACIÓN DE ACEITE MEDIANTE BOLSA DE NEOPRENO**General**

La preservación del aceite del transformador es lograda evitando el contacto entre el aceite y el aire atmosférico tanto como es posible, esto se logra por medio de una bolsa de neopreno.

El interior del globo se da salida al aire vía respirador deshidratado, y la bolsa esta sumergida en el aceite contenido en el tanque conservador.



Montaje de bolsa de neopreno y accesorios en el tanque conservador.

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

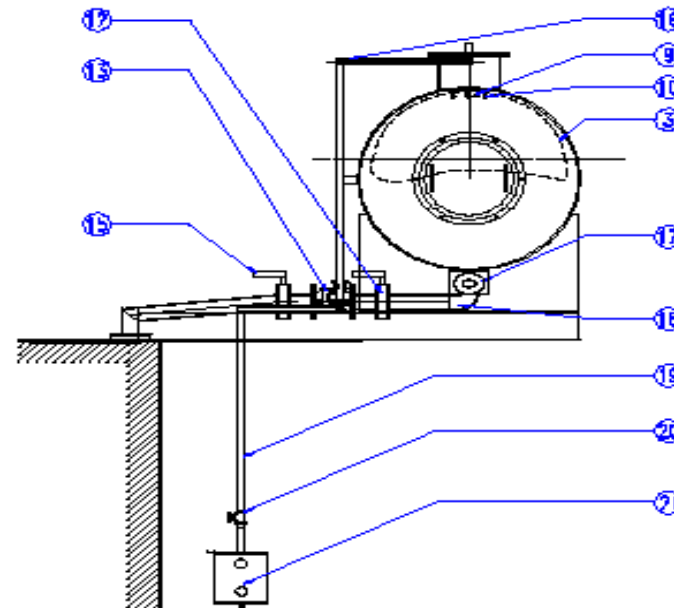
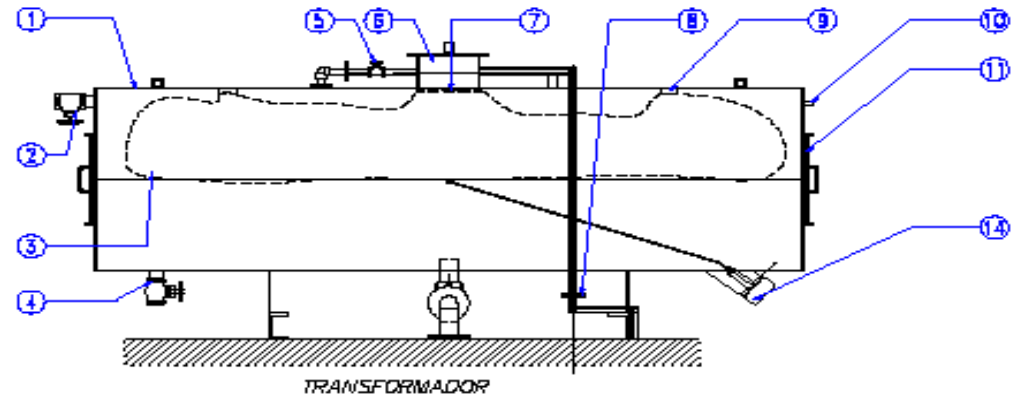
En la parte inferior existe una tubería de comunicación entre tanque principal y el cuerpo del tanque conservador (1). La unión de la tubería (18) se hace mediante bridas de tubo de 3", un dispositivo buchholz (13), una válvula de mantenimiento hacia el tanque principal tipo mariposa (15), y otra válvula tipo mariposa (12) hacia el tanque conservador.

Para vaciar el aceite del tanque conservador se utiliza la válvula de 2" de llenado / drenado (4) ubicada en la parte inferior a un extremo del tanque conservador.

Se provee un nivel de aceite con contactos de alarma, montado en la parte inferior en su respectiva brida (14).

La conexión de vacío esta instalada en la parte superior con una válvula tipo globo de 2" (2).

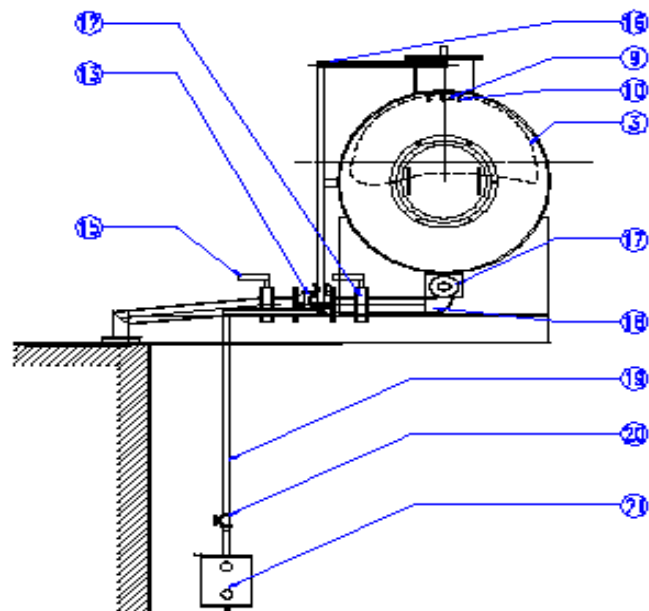
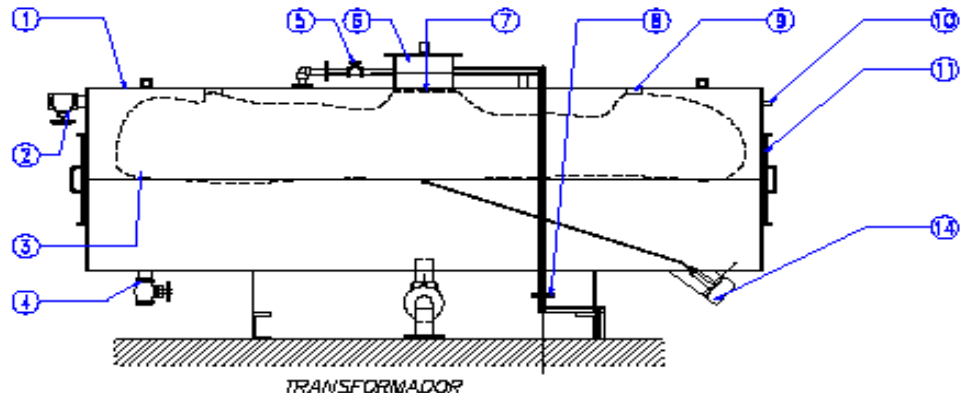
Para la instalación de la bolsa de neopreno (3) existen registros hombre (11) en la parte lateral del transformador, de los cuales son retiradas las tapas para realizar el correcto montaje de la bolsa.





ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

La brida de la bolsa se sujeta (con 4 tornillos de 12 milímetros de diámetro por 25 milímetros de largo con su torque correspondiente de 35 lb-ft) a la brida de conexión del tanque conservador (7) ubicado en la parte superior y a sus respectivos soportes (9) ubicados dentro del tanque conservador. (En la mayoría de los transformadores la bolsa ya va montada dentro del tanque conservador.) El elemento de conexión se encuentra en una cámara (6) la cual tiene dos comunicaciones más, una que va en la parte exterior y separa al interior del tanque conservador mediante una válvula tipo globo de 1" (5), y la segunda que comunica al deshidratador silica-gel (21) mediante tubería fija (16), bridas (8), tubería desmontable (19) y 1 válvula tipo globo de 1"(20). Esto le permite a la bolsa expandirse y contraerse cuando cambia de volumen el aceite. Una vez montada la bolsa se colocan las tapas de registros hombre, cuidando el adecuado montaje de sus empaques. En la parte superior existen coples de 1/4" (10) que sirven para purgar y/o medir presión.



RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ**con arreglo a la norma CENELEC EN 50216 - 2****ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

La presencia de gas al interior de un transformador sumergido en aceite es siempre señal de una anomalía de funcionamiento. La misma puede ocurrir procediendo:

- de la descomposición de aislantes sólidos o líquidos al interior del transformador, causada por unos sobrecalentamientos o por arcos eléctricos;
- desde el medio ambiente exterior, a través de las bombas de circulación;
- desde el interior del transformador, en caso de que no se someta el dieléctrico a una degasificación esmerada antes de la puesta en marcha del aparato.

Las corrientes excesivas de aceite, especialmente en las tuberías que van dirigidas hacia el conservador, se forman como consecuencia de unos cortocircuitos o de fuertes arcos eléctricos interiores, que pueden dañar o perjudicar el funcionamiento del transformador. El goteo de aceite desde la caja del transformador podría causar graves daños por la contaminación del medio ambiente y, en la peor hipótesis, hasta determinar el comienzo de un incendio.

Durante su funcionamiento normal el relé tiene que estar siempre lleno de aceite. Cuando hay formación de gas en el transformador, las burbujas tienen que encauzarse, como consecuencia del correcto planteamiento del transformador por la empresa constructora, en la tubería que lleva al conservador. Las mismas se "acumulan" al interior del relé BUCHHOLZ, en su parte superior, haciendo bajar el nivel del aceite y consiguientemente del primer flotador (o flotador superior), con el consiguiente accionamiento del interruptor de alarma.

En caso de que se forme gas de continuo, el mismo pasa sin obstáculos en la tubería colocada inmediatamente aguas abajo del relé hacia el conservador. En caso de un ulterior aumento del volumen de gas y/o haya goteo de aceite, baja el flotador inferior (o segundo flotador), y antes de que el relé se vacíe por completo se acciona el interruptor de desenganche. Este fenómeno ocurrirá sólo cuando habrá salido todo el aceite que se encontraba al interior del conservador. En caso de que se quisiese conservar el aceite aislante que está contenido en el mismo.

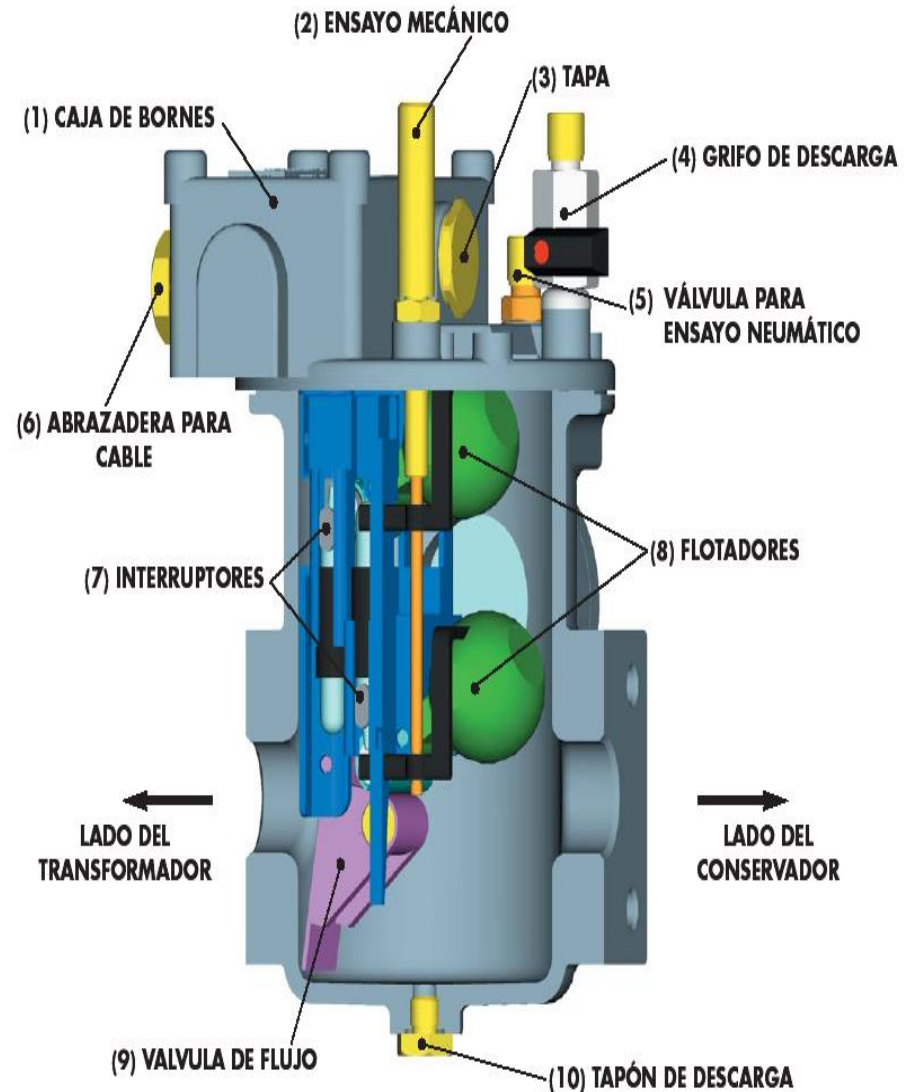
ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA**JEFE DE ACADEMIA DE ILUMINACION Y ALTA TENSION**

El relé BUCHHOLZ está constituido por dos piezas fundidas en aleación de aluminio, que resisten la corrosión, están libres de impurezas y son totalmente herméticas:

1- El cuerpo, en el cual hay unas ventanas de inspección de vidrio templado que llevan una escala graduada, cuyo calibrado en cm³ se refiere al volumen interior del relé; en la parte interior está colocado el tapón de descarga aceite.

2- La tapa, en cuya parte interior de abajo está sujetado un bastidor que sustenta las piezas móviles que constituyen la parte activa del dispositivo. Estas piezas son las siguientes: 2 flotadores, 2 o más interruptores eléctricos encerrados en bulbo de vidrio, 1 válvula de flujo calibrada, 2 imanes permanentes. En la parte exterior de la tapa están colocados además:

(4) 1 grifo de descarga de los gases con salida enroscada G 1/8" macho con tapón de cierre,
 (5) 1 válvula para el ensayo neumático de los circuitos de alarma y de desenganche con tapón de cierre,
 (2) 1 dispositivo para el ensayo mecánico de los circuitos de alarma y de desenganche con tapón de cierre,
 1 caja de bornes al interior de la cual hay normalmente 4 o más aisladores, con conexión enroscada M6, numerados, y una toma de puesta a tierra.





Las piezas exteriores en aluminio están barnizadas con una capa de esmalte de vinilo de color RAL 7001, después de un tratamiento preliminar de fosfatación. Dicho estándar cualitativo nuestro es apto para todas las aplicaciones continentales y/o tropicales (500 h de niebla salina).

Tratándose de unas aplicaciones en condiciones especialmente difíciles (>500 h de niebla salina, por ejemplo en sitios ubicados a la orilla del mar y/o en sitios corrosivos ácidos), aconsejamos que pidan el barnizado para sitios corrosivos, en el cual se aplica una capa adecuada de barniz epoxídico como capa (primer) antes del barnizado final.

Todas las piezas exteriores en latón están protegidas por cincado o niquelado. La tornillería es de acero inox.

LA ELECCIÓN DEL RELÉ

En relación con la potencia nominal del transformador se puede sugerir la elección del relé. Las normas DIN señalan la tabla que se reproduce a continuación, sin embargo los criterios de elección dependen, como es lógico, del proyectista y del usuario final al cual está destinado el transformador mismo.

POTENCIA TRANSFORMADOR MVA	DIAMETRO NOMINAL
Hasta 5	25
de 5 a 20	50
de 20 a 50	80
más allá de 50	100

DATOS TECNICOS Y RENDIMIENTOS**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Inclinación por $1,5^\circ \div 2,5^\circ$ del eje horizontal de la tubería del transformador que va dirigida hacia el conservador; se puede instalar con un ángulo máximo de 9° . En este caso, a petición, se realiza un calibrado específico.

- Presión de trabajo = 1 bar, pero el aparato puede resistir una sobrepresión de 2,5 bar durante dos minutos a 100°C .
- Volumen de gas que hace falta para que intervenga la alarma:

RELÉ BUCHHOLZ TIPO	VOLUMEN DE GAS QUE HACE FALTA PARA QUE INTERVENGA LA ALARMA
BG 25, BR 25, NF 25, C 01, C 1	125 cm ³
NF 50, NF 80	125 cm ³
BR 50, BR 80, C 4	235 cm ³
BS 25	230 cm ³
BS 50, BS 80	300 cm ³

- Velocidad de flujo del aceite, expresada en m/s, con una tolerancia de $\pm 15\%$ a $+20^\circ\text{C}$, que hace falta para la intervención de desenganche con todas las magnitudes, con una viscosidad del aceite con arreglo a las normas IEC 296.

En la tabla que se reproduce a continuación se señalan los valores disponibles, pero aquéllos estándar están marcados con la siguiente

forma: "0" = estándar; "X" = a petición; "//" = no disponible.

DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA	1,0 m/s	1,5 m/s	2,0 m/s
25	○	X	//
50	○	X	//
80	○	X	X
100	//	○	X

**DATOS ELECTRICOS DE LOS INTERRUPTORES****ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

La corriente nominal de los interruptores es igual a 2 A r.m.s. con un valor máximo de 10 A r.m.s. como valor de corriente de corta duración, durante 30 ms. El poder disyuntor se indica en la tabla siguiente:

VOLTAJE	CORRIENTE	PODER DISYUNTOR	
127 V d.c. (min. 12 V)	2 A para 10000 operaciones	250 W	L/R < 40 ms
230 V a.c. (min. 12 V)	6 A para 1000 operaciones	400 VA	cos φ > 0,5

Tensión dieléctrica de los contactos según se indica en la tabla siguiente:

	ENSAYO DE RESISTENCIA A FRECUENCIA INDUSTRIAL DE CORTA DURACION kV/1 min. (r.m.s.)	TENSION DE RESISTENCIA AL IMPULSO kV (pico)
Entre los circuitos y la tierra	2,5	5
Entre los contactos en posición abierta	1	3



PRUEBAS DE TIPO

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Además de las pruebas rutinarias reseñadas a continuación, se han realizado las siguientes pruebas en una muestra estándar:

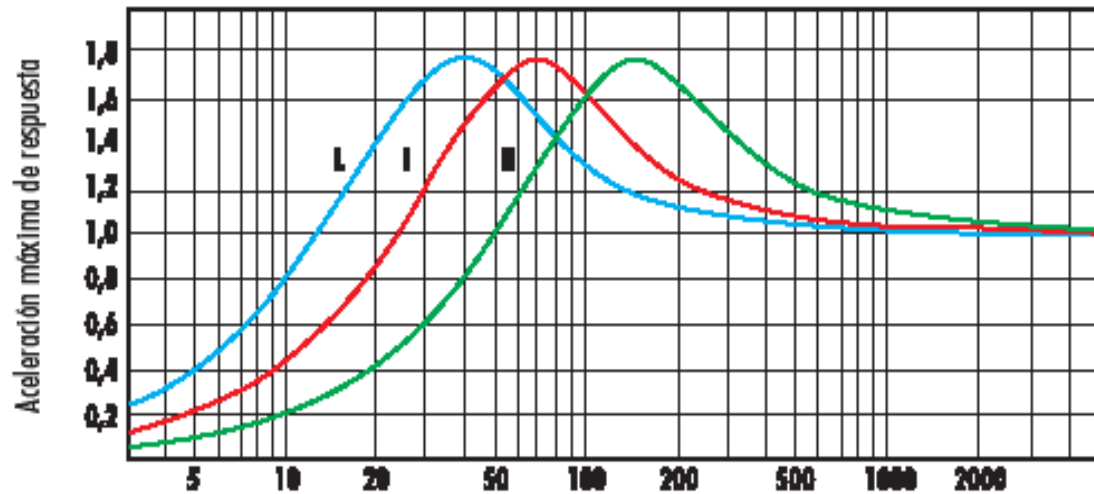
Medición de la cantidad de gas que hace falta para accionar el contacto de alarma.

Estanqueidad a la niebla salina durante 500 horas. Con arreglo a la norma EN 60721/3-4.

Valor máximo del campo magnético admitido 25 mT (sin intervención alguna del relé). Con arreglo a la norma EN 50216-2.

Vibraciones mecánicas estacionarias sinusoidales. Se han realizado unos ensayos con arreglo a la norma EN 60721-3-. ensayo de vibración de clase 4M4, que se aplica para los sitios donde hay vibraciones causadas por maquinaria y por el paso de vehículos. No adecuada para maquinaria que esté sometida a un nivel elevado de vibraciones y choques. Por medio de un equipo especial se ha aplicado al relé un movimiento en dirección de los tres ejes con vibración estacionaria sinusoidal desde 2 hasta 200 Hz. En el ámbito entre 2 y 9 Hz. El desplazamiento tenía una amplitud constante de 3 mm (6 mm pico-pico), al contrario por encima de los 9 Hz ha aplicado la aceleración constante de 10 m/s² sin que interviniesen los interruptores de alarma y desenganche.

Ensayos de vibración no estacionaria (por choque vertical con una aceleración igual a 250 m/s² y un espectro del tipo 1 (de 11 ms. de duración), cuyo diagrama se reproduce a continuación. No han intervenido los contactos de alarma y desenganche.

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS


Ejemplo de duración de un impulso semisinusoidal:

Espectro del tipo L: duración 22 ms

Espectro del tipo I: duración 11 ms

Espectro del tipo II: duración 6 ms

Se ha realizado además un ensayo con arreglo a la norma EN 502156-1, que hace referencia a la norma EN 60068, clase 0, nivel 2.

El test consiste en la aplicación de una aceleración en sentido horizontal igual a 9m/s y 4,5 m/s con movimiento vertical y aumento en la frecuencia igual a una octava por minuto. No se ha detectado intervención alguna de los interruptores de alarma y desenganche.

- Prueba de estanqueidad a la presión máxima de 2.5 bar aplicada durante 2 minutos con una temperatura del aceite igual a 100°C
- Prueba de estanqueidad al vacío con una presión absoluta de 2500 Pa aplicada durante 24 horas.
- Prueba de la velocidad de flujo que hace falta desde el conservador hacia el transformador.
- Prueba de resistencia al impulso.

PRUEBAS RUTINARIAS**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Todos los relé Buchholz antes de su envío son sometidos a las siguientes pruebas y ensayos; en caso de que las pasen con éxito, se expide acta de ensayo original la cual se suministrará junto con el dispositivo.

- Prueba de sellado hidráulico en aceite mineral con una temperatura de 90 °C y una presión de 100 kPa durante 30 minutos. Al final de la misma se comprueba el funcionamiento de los contactos eléctricos de alarma y de desenganche, ya sea accionando el pulsador de ensayo mecánico como fingiendo que haya goteo de aceite.
- Comprobación de la velocidad de flujo que hace falta para el desenganche del circuito
- Prueba de resistencia a la frecuencia industrial de corta duración entre circuitos y tierra
- Prueba de resistencia a la frecuencia industrial de corta duración entre los contactos en posición abierta

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL RELÉ

Puede realizarse esta comprobación cuando el relé ya está montado en el transformador. Puede modificarse la posición de los flotadores o actuando manualmente en el pulsador (2) (ensayo mecánico) o bien introduciendo aire solo para el flotador superior del contacto de alarma al interior del relé a través de la válvula (5), por medio de una bomba para bicicleta (ensayo neumático); el set está disponible con clave Comem 5400806002. En ambos casos hay que comprobar la bajada de los flotadores y por consiguiente primero el funcionamiento del circuito de alarma y después de aquél de desconexión (solo con la prueba mecánica). A petición podrían realizarse, para el circuito de desenganche, también unos ensayos hidráulicos de funcionamiento de la válvula de flujo, pero siendo las mismas muy complejas, se aconseja ponerse al habla con nuestro departamento técnico.

Nota: Antes de realizar cualquier operación en el relé, hace falta que el transformador no esté funcionando.



Para conseguir el funcionamiento correcto del aparato hay que cumplir las instrucciones siguientes:

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

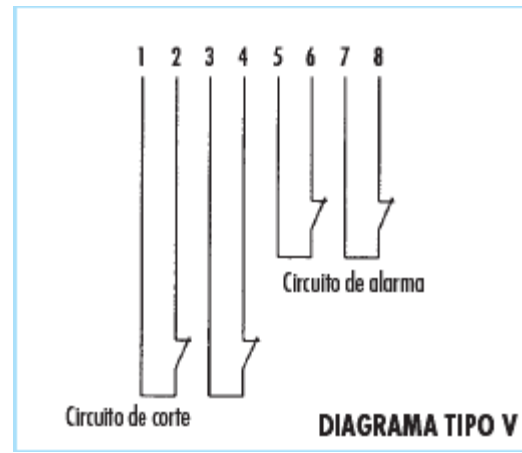
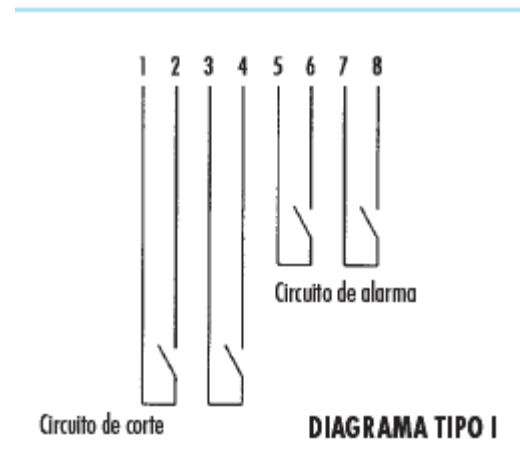
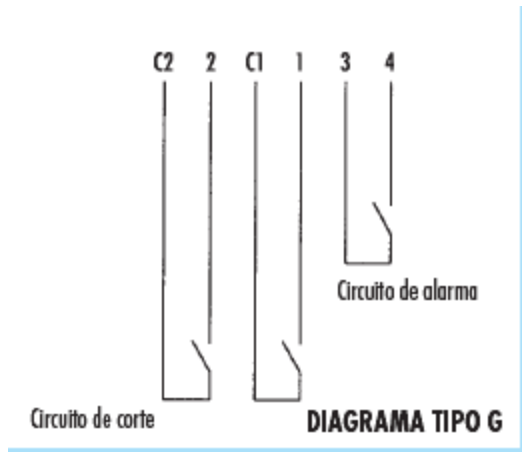
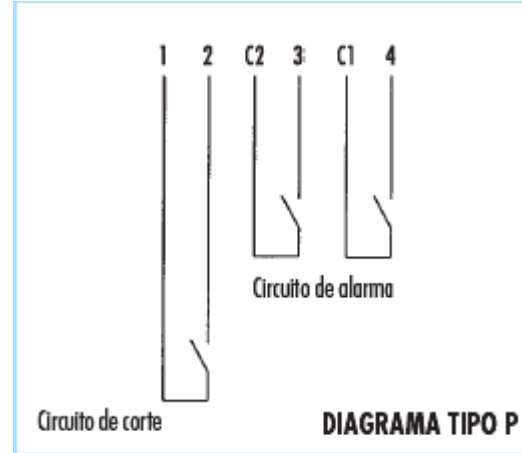
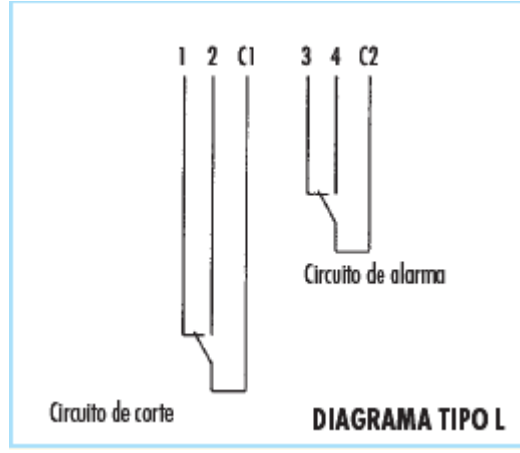
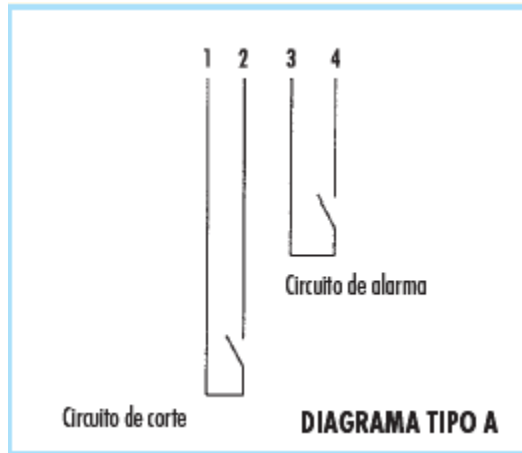
- En el relé hay una flecha roja que señala el sentido de montaje correcto desde el transformador hacia el conservador;
- El relé tiene que estar siempre lleno de aceite, por consiguiente el nivel mínimo de aceite en el conservador tiene que encontrarse siempre por encima del grifo de purga del relé;
- El relé tiene que estar siempre montado horizontalmente, para garantizar el funcionamiento correcto de los flotadores; se aconseja una inclinación de $1,5^\circ \div 2,5^\circ$ (9° como máximo) en relación con el eje horizontal hacia el conservador;
- El tubo que conecta el transformador con el relé tiene que salir desde el sitio más alto de la tapa del transformador.
- La tubería tiene que ser de preferencia rectilínea por una longitud de $5 \div 10$ veces por lo menos aguas arriba del relé, 3 veces aguas abajo, en relación con el diámetro nominal de la tubería misma, y en sentido ascendente hacia el conservador.

FICHA DE PEDIDO DEL RELÉ

BG 25	BR 25	BR 50	BR 80	BR 80 8 agujeros	BS 25	BS 50	BS 80	NF 25	NF 50	NF 80	C 01	C 1	C 4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Diagrama de los contactos eléctricos (estando el relé lleno de aceite y en funcionamiento normal). ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



A L P G I V Otro _____

**ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS**

Empaques elegidos:

A

B

C

Otro

	TIPO DE DIELECTRICO		MINERAL	DE SILICONA	ESTERIFICADO
	TEMPERATURA AMBIENTE/ACEITE				
A	Sitio -25 ÷ 60 °C Aceite -25 ÷ 115 °C	Versión estándar	NBR	VITON/NBR	//
B	Sitio -10 ÷ 60 °C Aceite -10 ÷ 115 °C	Ejecución especial	//	VITON	VITON
C	Sitio -40 ÷ 60 °C Aceite -40 ÷ 115 °C	Ejecución especial	NBR/VITON	NBR/VITON	NBR/VITON

(NBR/VITON = se entiende de la siguiente forma: piezas que llegan a contacto con aceite en VITON, piezas que no llegan a contacto con aceite en NBR)

tab. 6

Barnizado:

Estándar

Para medios ambientes corrosivos

Otro barnizado especial



DISPOSITIVO DE TOMA DE GAS CON APLICACION DE GRIFO DE DESCARGA ACEITE DEL RELÉ BUCHHOLZ

Como es bien conocido, la presencia de gas en un transformador sumergido en aceite es siempre una señal de funcionamiento anormal y el relé Buchholz tiene la tarea de señalar su existencia. Por consiguiente, puede ser que haga falta analizar químicamente los eventuales gases, ya sea para averiguar su peligrosidad como para intentar localizar su origen sin tener que desconectar el transformador.

Desgraciadamente, el relé Buchholz está colocado cerca de piezas bajo tensión del transformador y por consiguiente resulta imposible tomar el gas directamente del relé sin desconectar el transformador mismo.

Además, su colocación hace imposible acceder al mismo desde el suelo

El dispositivo de toma gas que se reproduce aquí tiene la tarea de remediar este inconveniente. En efecto, se conecta la parte de arriba del relé con el dispositivo, que puede colocarse en posición accesible y no peligrosa para el operador.



ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



DESCRIPCION CONSTRUCTIVA

Desde el punto de vista constructivo el dispositivo de toma de gas está constituido por una pieza en fundición de aluminio, resistente a la corrosión y perfectamente hermética, en la cual están colocados:

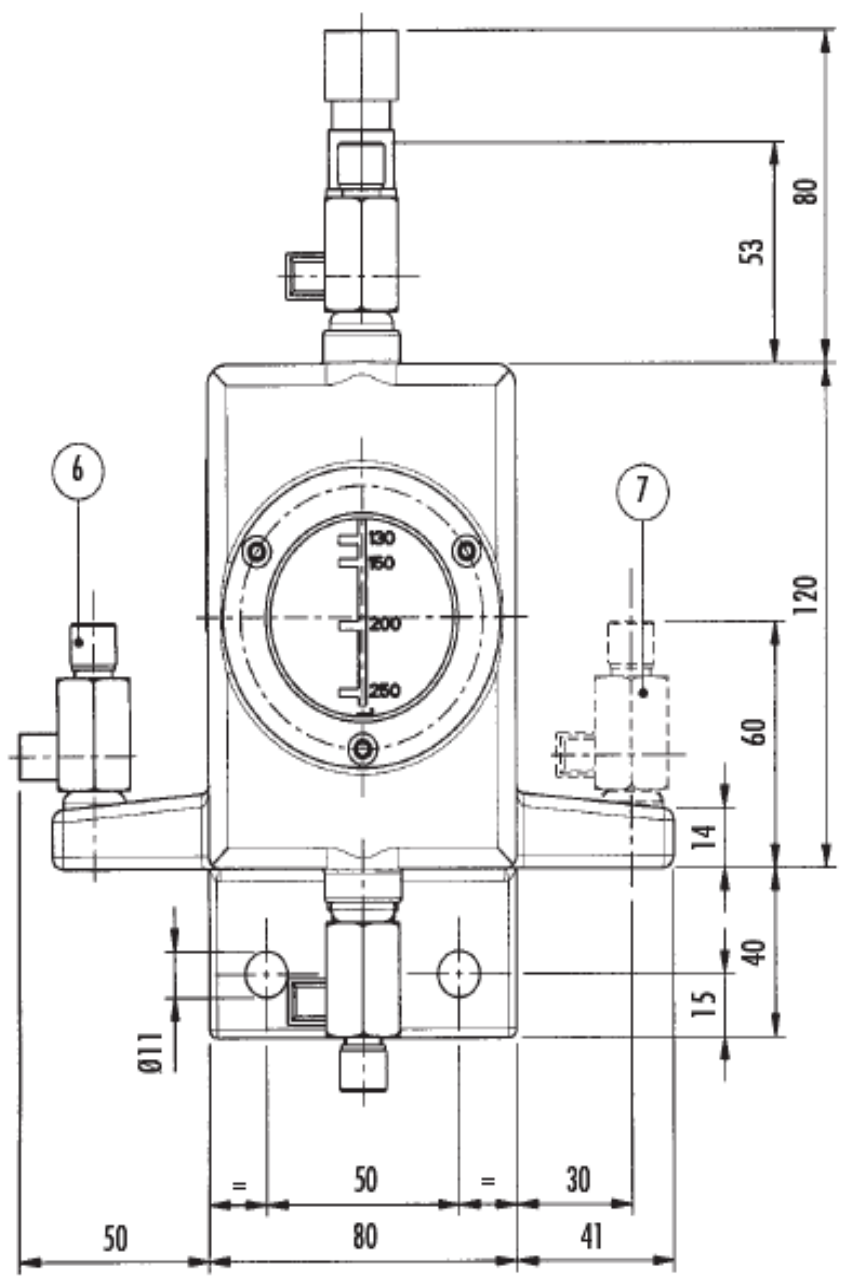
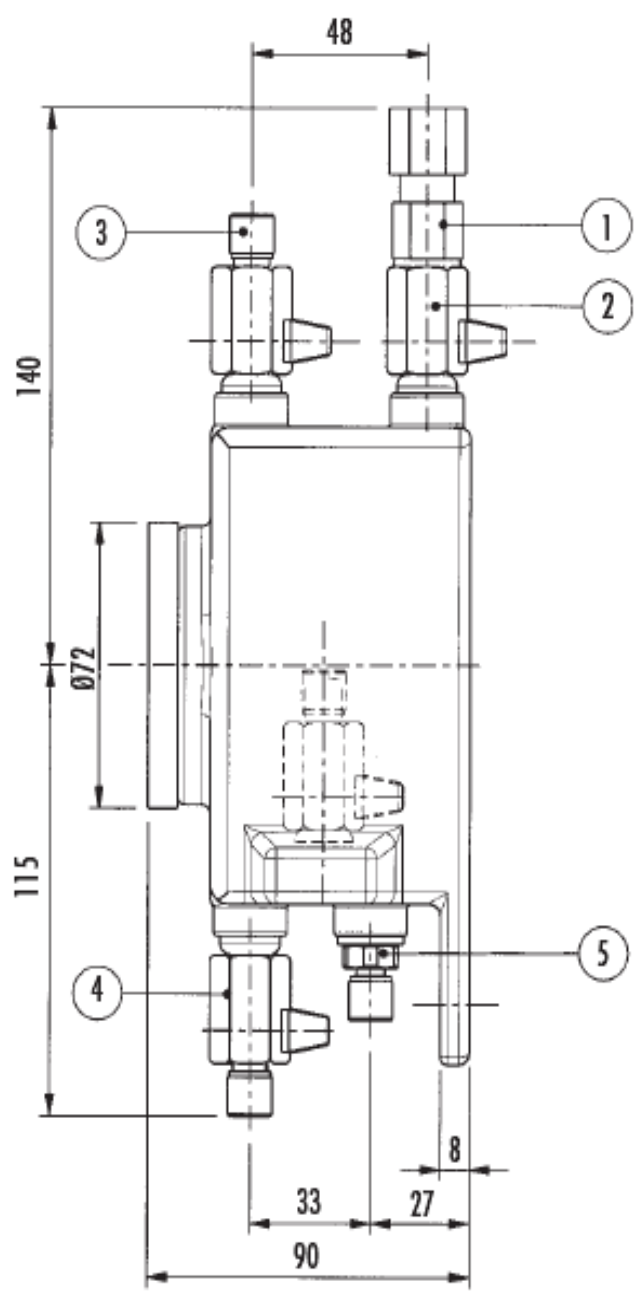
- una portilla de inspección interior graduada;
- un grifo de conexión con el relé para la toma del gas (2);
- un grifo de purga del gas desde el dispositivo (3);
- un grifo de descarga aceite desde el dispositivo (4);
- una válvula de introducción del gas para el ensayo neumático de los circuitos del relé (5);
- un grifo lateral para descargar el aceite del relé. Puede colocarse este grifo indiferentemente en el lado izquierdo o derecho del cuerpo (6) o (7).

Antes de su envío se someten todas las cajas de los dispositivos de toma de gas a un ensayo de sellado hidráulico, inyectando aire a la temperatura ambiente con una presión de 2,5 bar durante 2 minutos; en caso de que pasen el ensayo con éxito, se expide acta de ensayo original la cual se enviará junto con el dispositivo. Para estandarizar lo más posible el producto, se suministra el mismo provisto de ambos soportes, izquierdo y derecho, y un grifo. En el acto del empleo, el usuario aplicará el grifo en la posición deseada.

Los dispositivos estándar están equipados de uniones para tubo \varnothing 10 mm exterior, código para el pedido 1RDPG00005.

A petición pueden suministrarse los dispositivos siguientes:

- con uniones para tubo \varnothing 6 mm externo, código 1RDPG00006;
- con uniones para tubo \varnothing 8 mm externo, código 1RDPG00007. \varnothing 11 \varnothing 72





DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



Durante su funcionamiento normal el relé Buchholz está lleno de aceite y está conectado con el dispositivo de toma de gas por las tuberías 10 y 11.

Están abiertos: los grifos (8) (2) (9)

Están cerrados: los grifos (3) (4) (6) o (7)

Por consiguiente, el dispositivo de toma de gas está totalmente lleno de aceite:

Las operaciones que pueden realizarse son las siguientes:

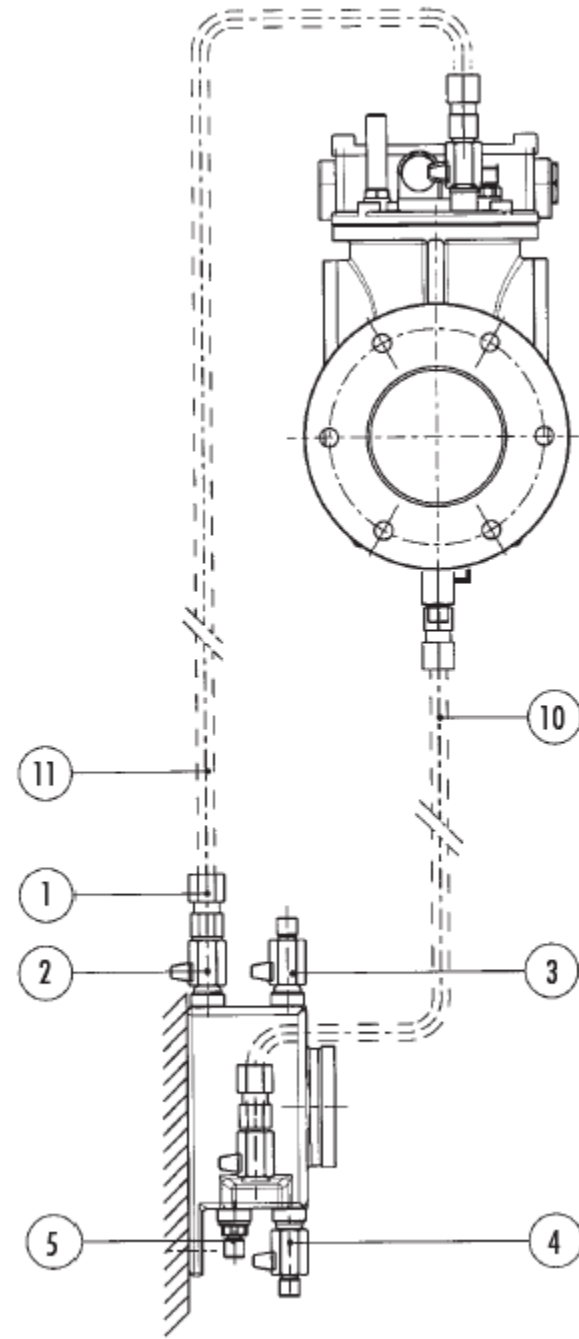
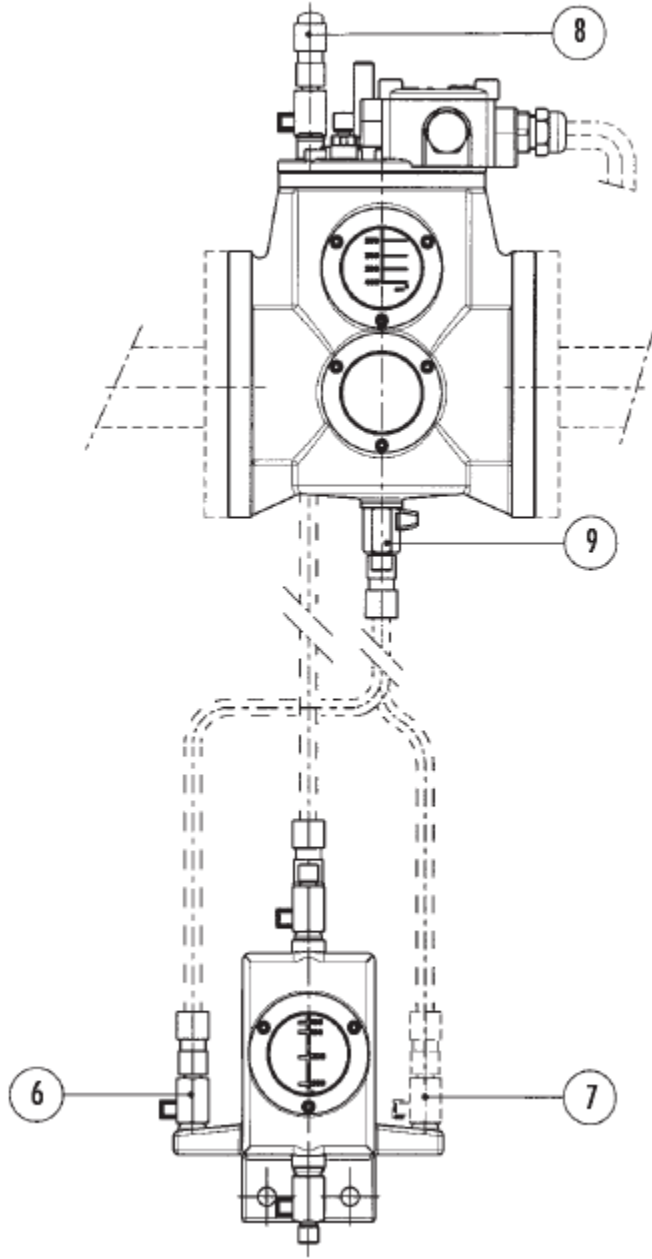
A- Tomar aceite: se abren los grifos (6) o (4)

B- Tomar aceite si el relé ha dado la señal de alarma o de desconexión.

Abrir el grifo (4) y dejar salir el aceite desde el dispositivo. De esta forma el gas que hay en el relé, a través del grifo (8), del tubo (11) y del grifo (2) va a rellenar el cuerpo del dispositivo. Podrá comprobarse este proceso desde la portilla de inspección. Cuando en el dispositivo se ha acumulado la cantidad de gas deseada, cerrar los grifos (2) y (4) y abrir el grifo (3) para la toma.

C- Comprobar el funcionamiento de los circuitos de alarma y desconexión:

Abrir el grifo (2) y descargar todo el aceite que hay en el dispositivo, abriendo los grifos (3) y (4); aplicar una bomba de aire (set disponible con código Comem 5400806002) a la válvula (5), cerrar los grifos (3) y (4) y bombear rápidamente abriendo al mismo tiempo el grifo (2). De esta forma el aire será empujado a través de la tubería (11) y la parte de arriba del relé se llenará, haciendo bajar los flotadores con el consiguiente cierre de los contactos. En caso de que se quiera ensayar también la señal de desconexión hay que cuidar de cerrar la válvula de cierre entre el relé y el conservador, para evitar que el aire afluya al conservador.



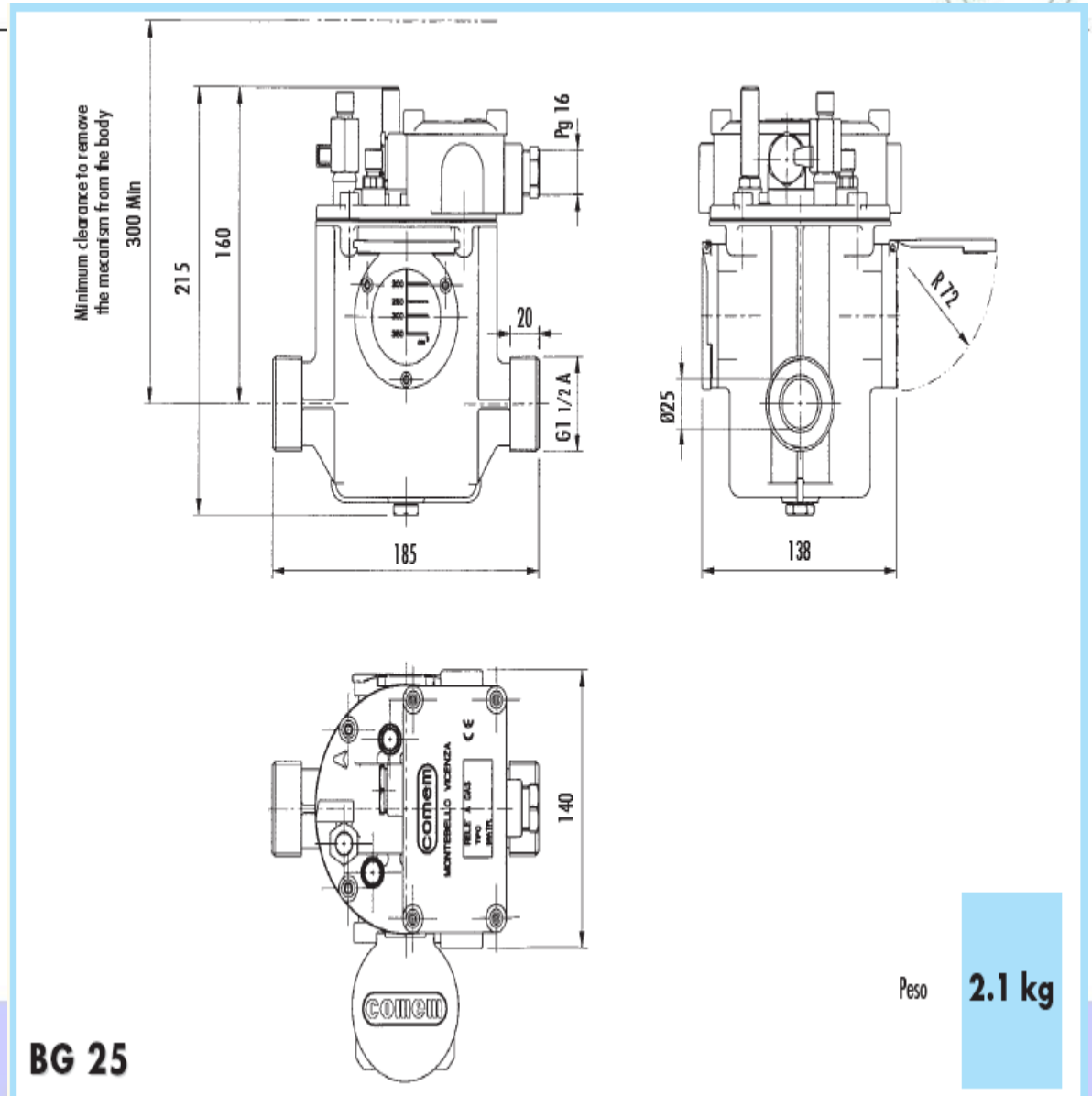


RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



BG 25



BG 25

Peso

2.1 kg



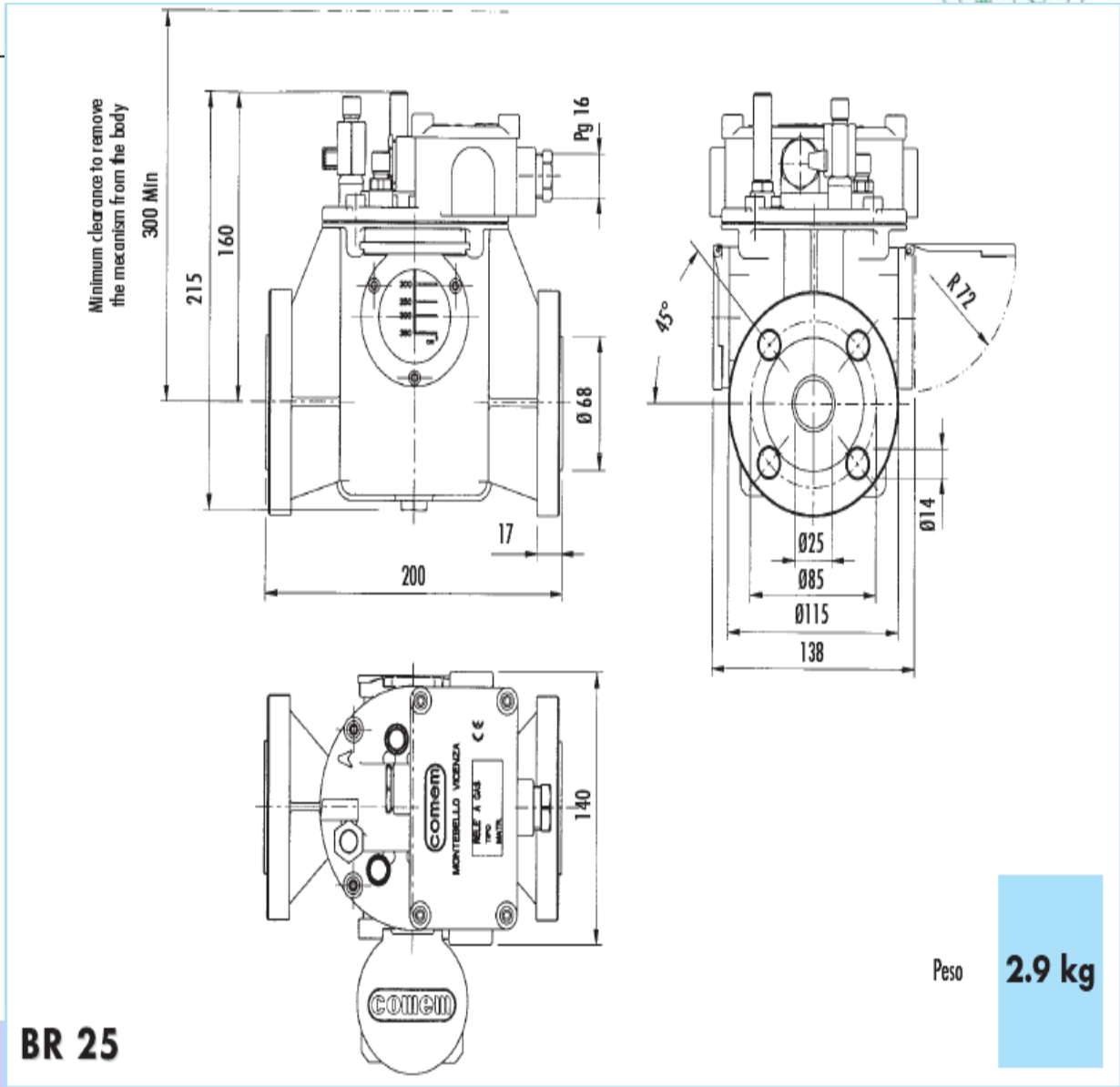
RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA



BR 25



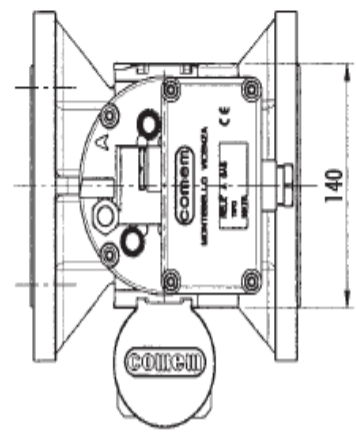
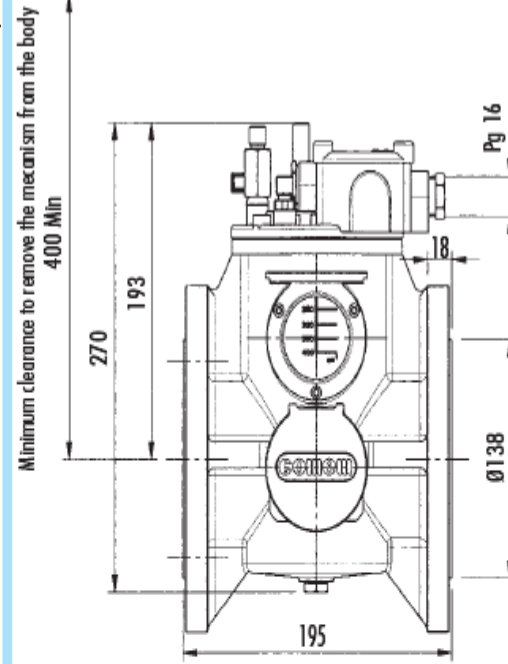
BR 25

Peso

2.9 kg

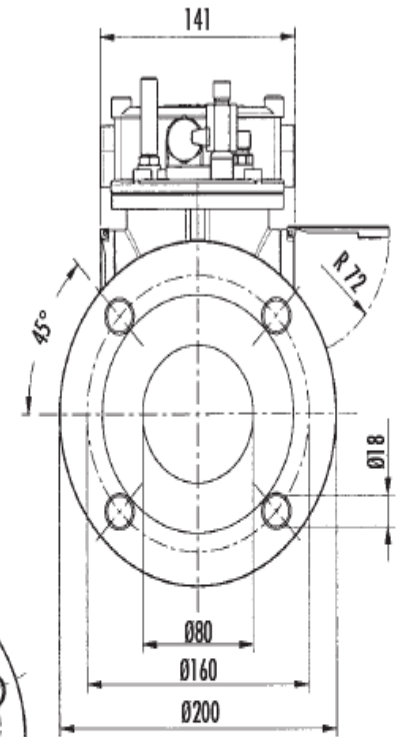
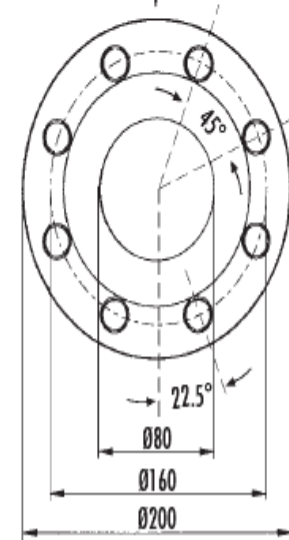


BR 80



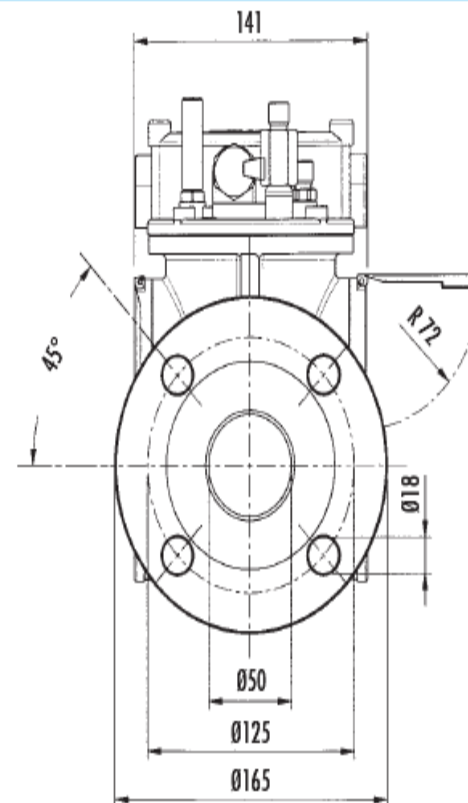
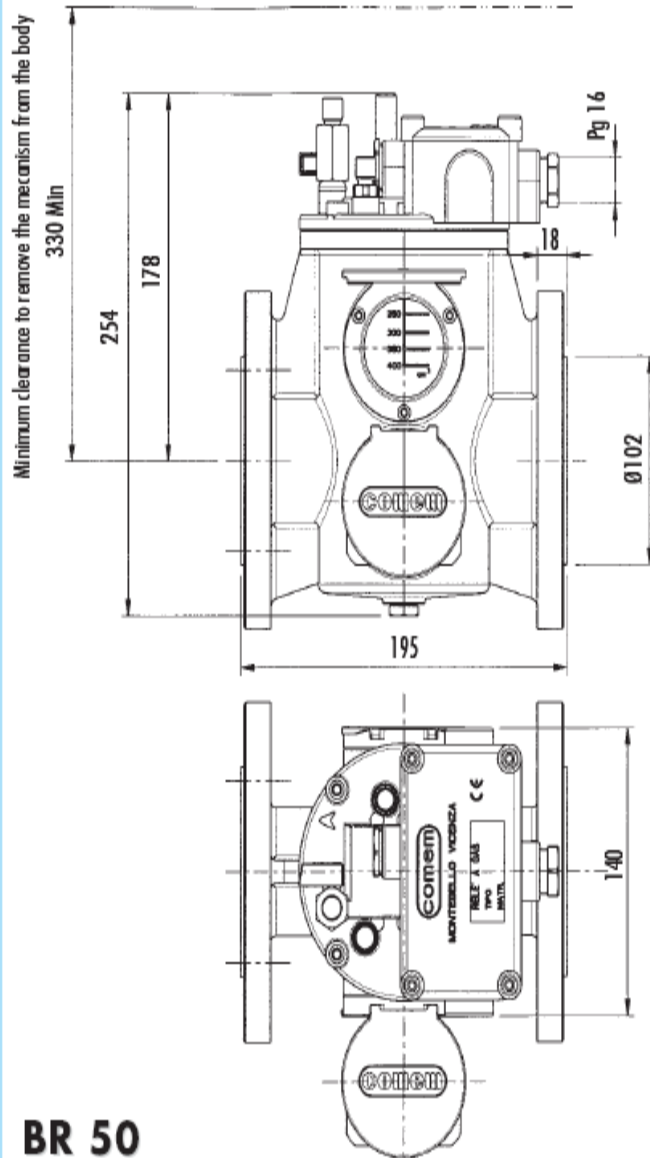
BR 80

DISPONIBLE CON N° 8 AGUJEROS



Peso **5.8 kg**

RELE DE ACUMULACIÓN DE GAS DENTRO BUSHHOLD FINES EDUCTIVOS



Peso

4.9 kg

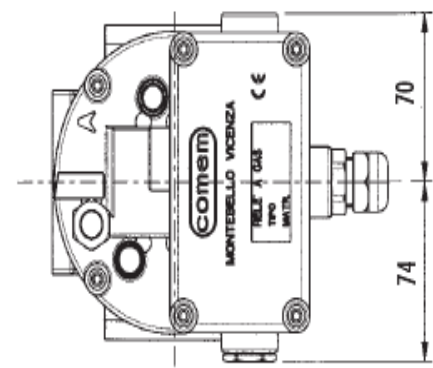
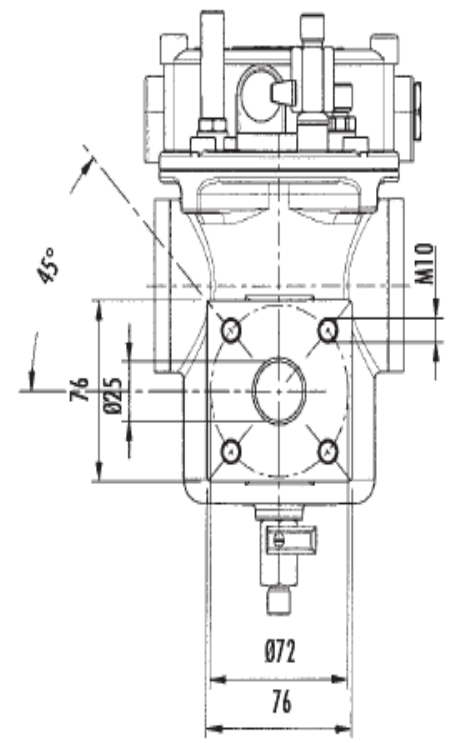
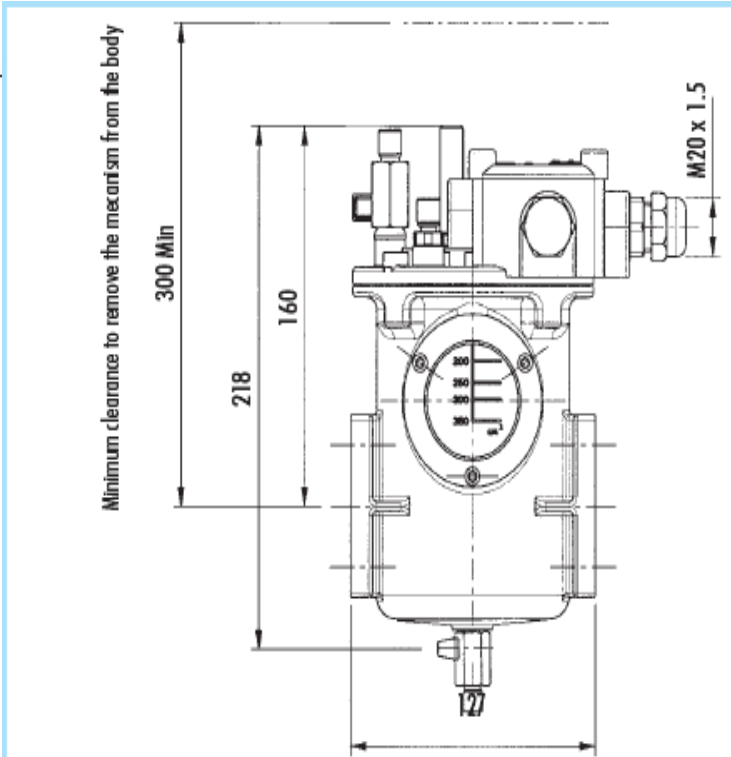


RELE DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



BS 25



BS 25

Peso **2.2 kg**

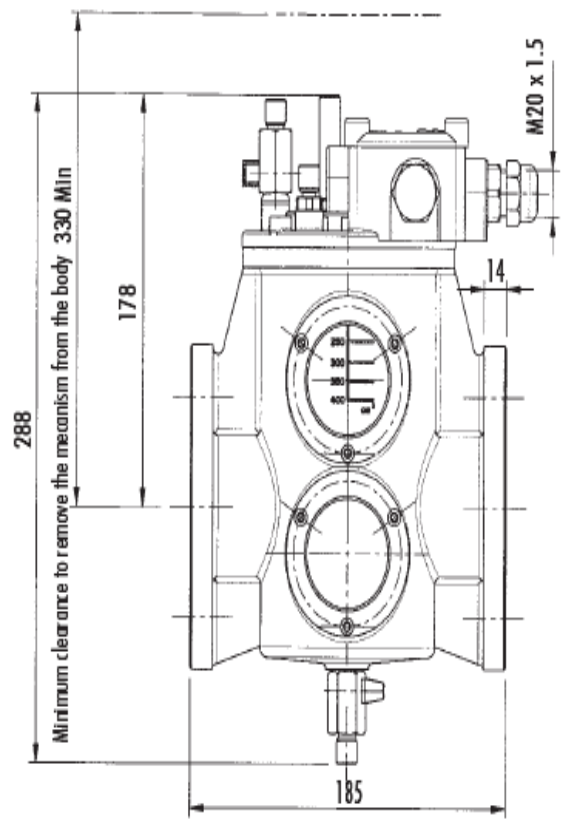


RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

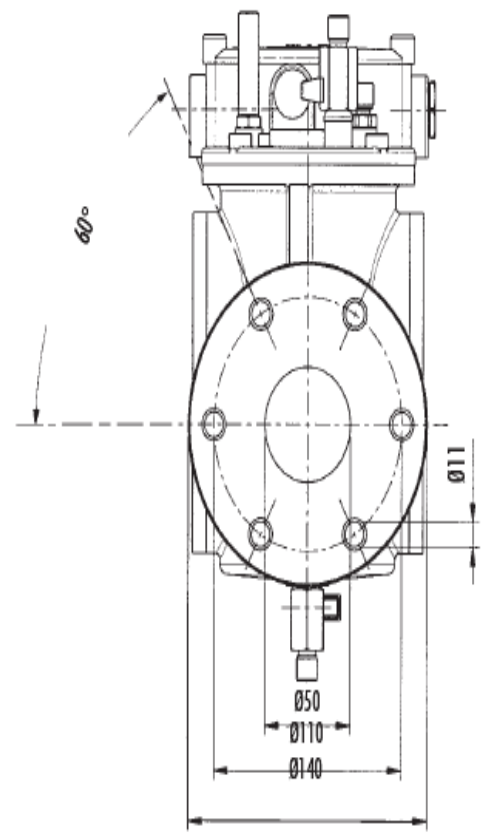
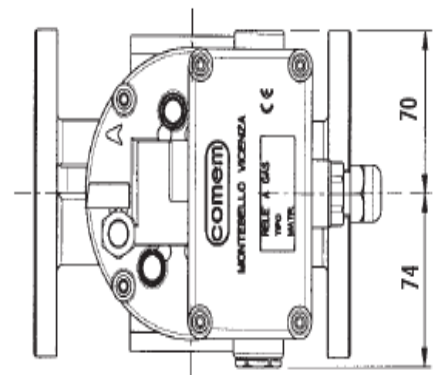
ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



BS 50



BS 50



Peso **4.1 kg**

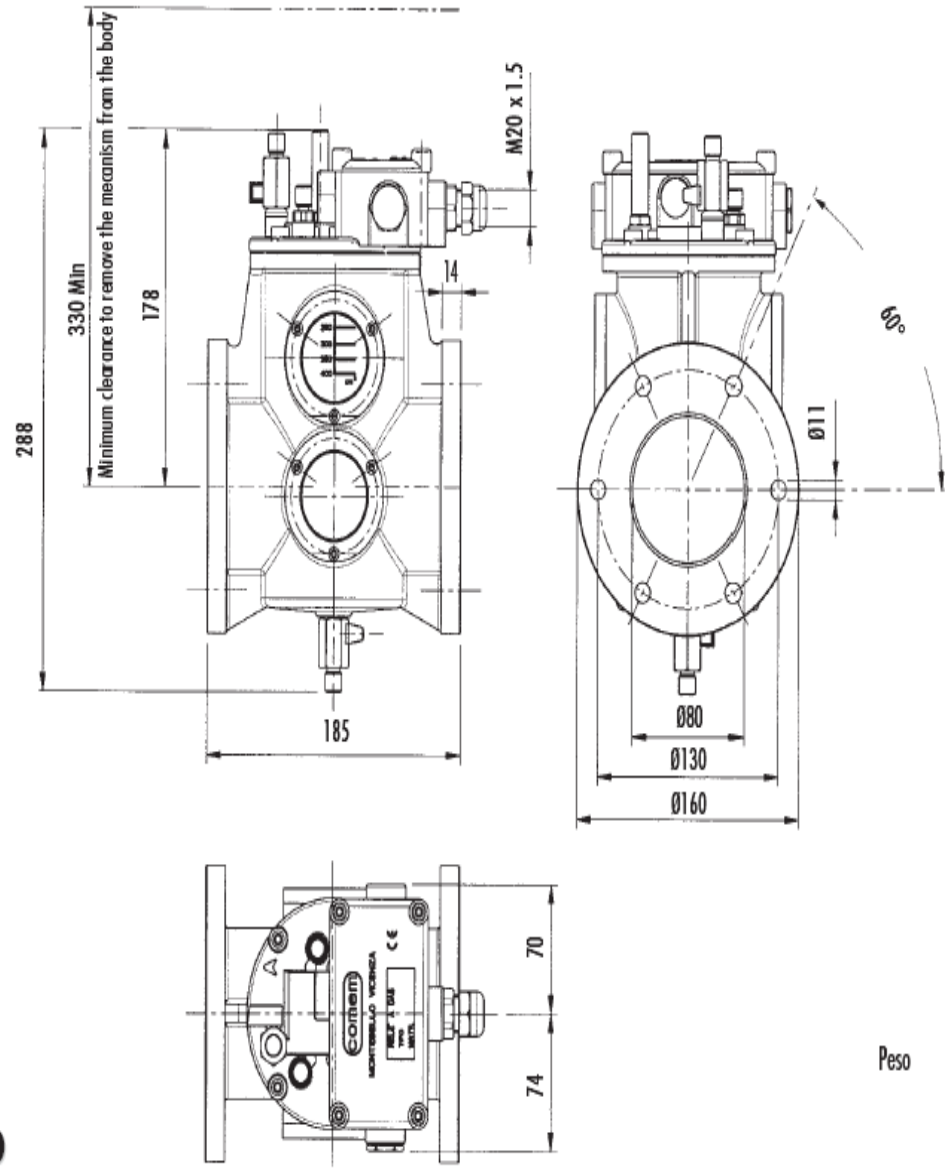


RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



BS 80



BS 80

Peso

4.3 kg

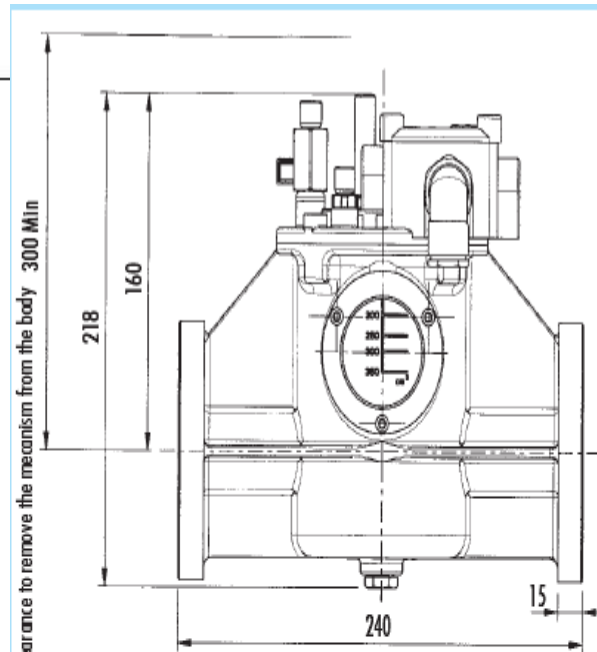


RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

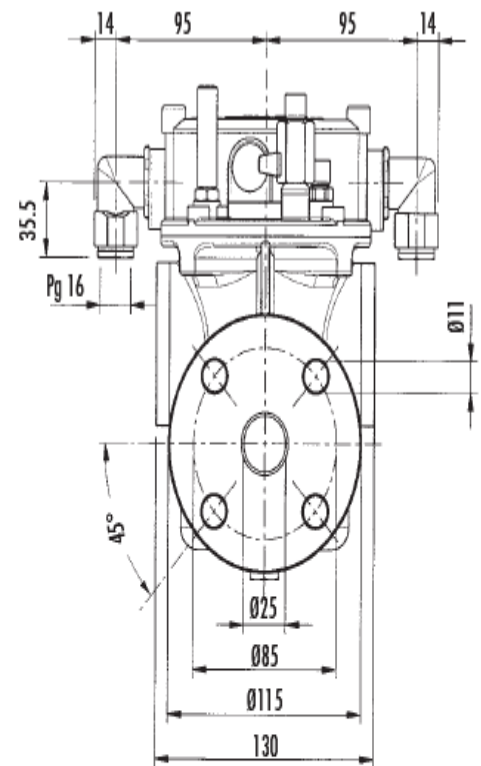
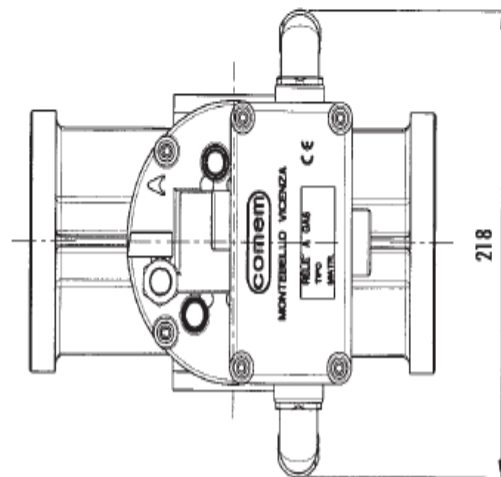
ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



NF 25



NF 25



Peso

3.0 kg

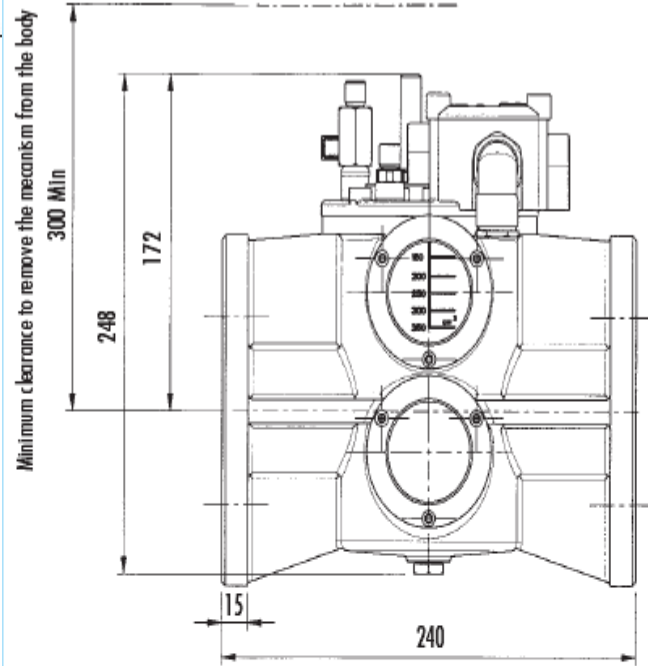


RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

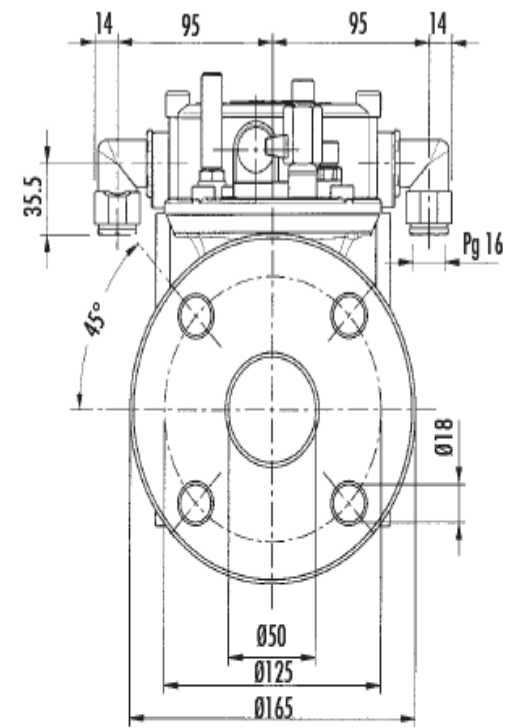
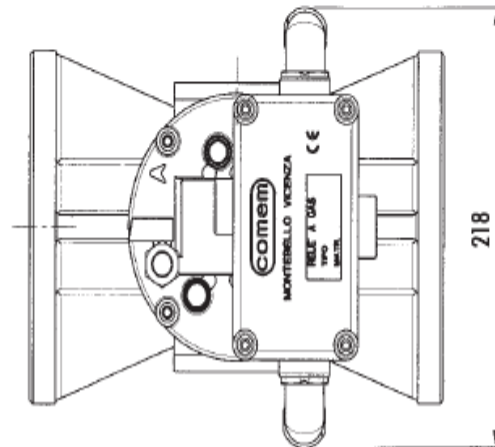
ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



NF 50



NF 50



Peso

4.8 kg



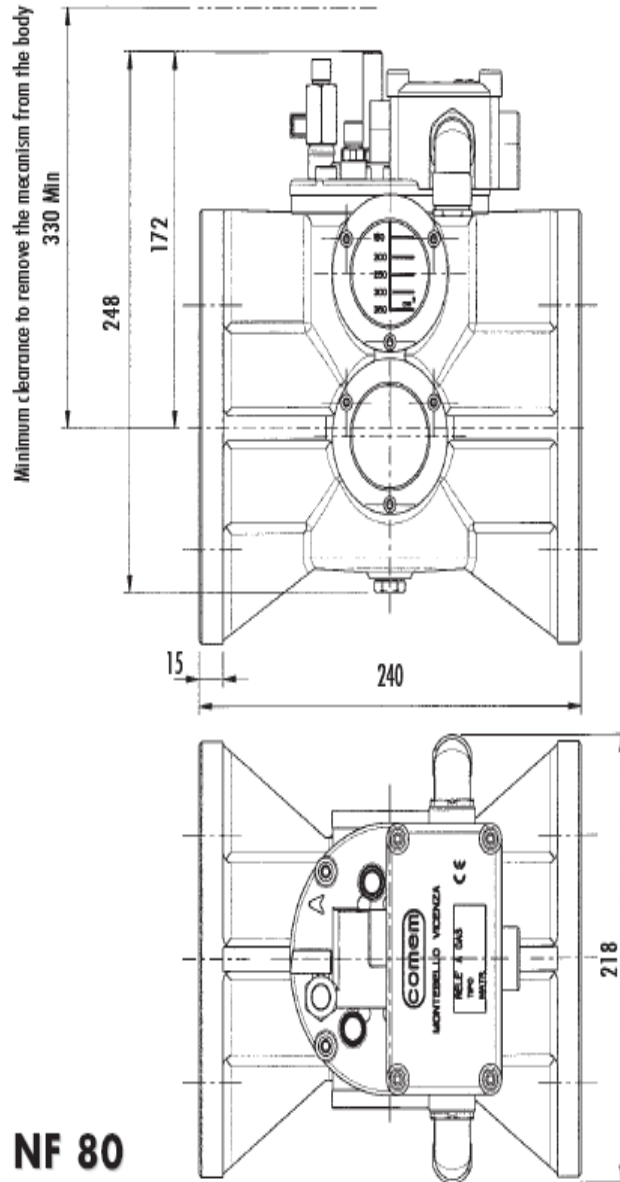
RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

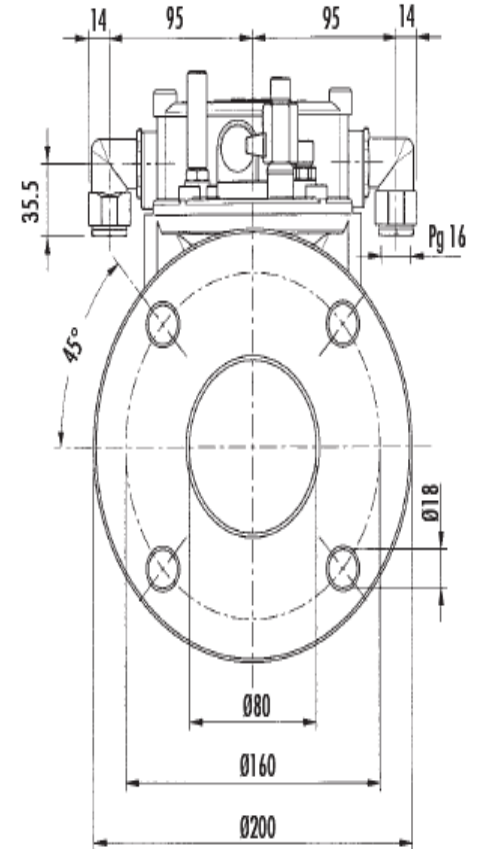
ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA



NF 80



NF 80



Peso

5.5 kg

ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA

JEFE DE ACADEMIA DE ILUMINACION Y ALTA TENSION



RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

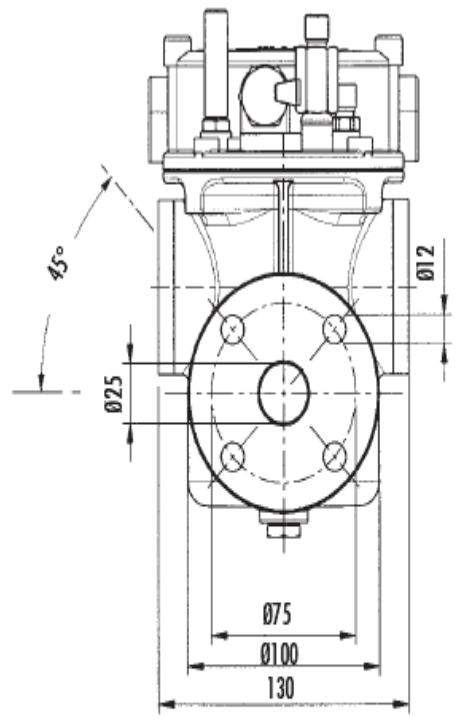
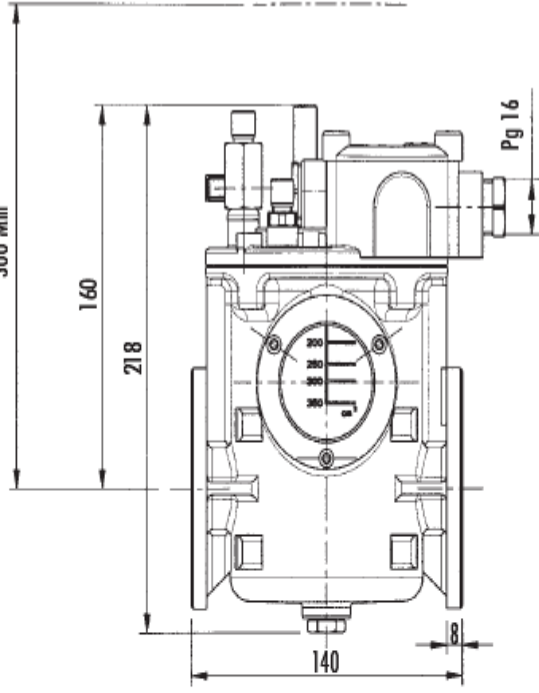
ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA

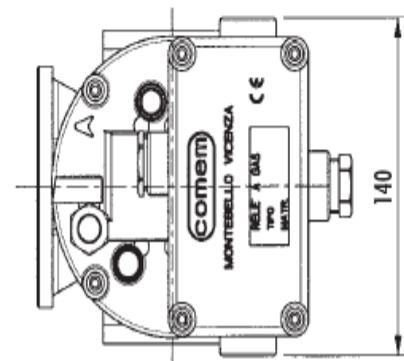


C 01

Minimum clearance to remove the mechanism from the body
300 Min



C 01



Peso

2.2 kg

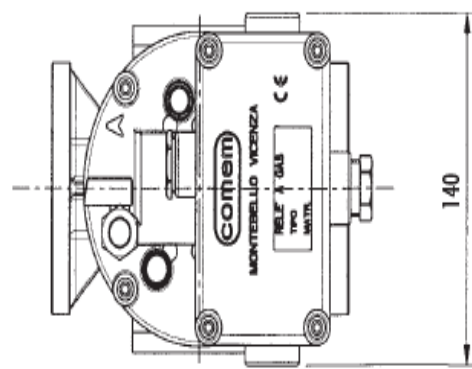
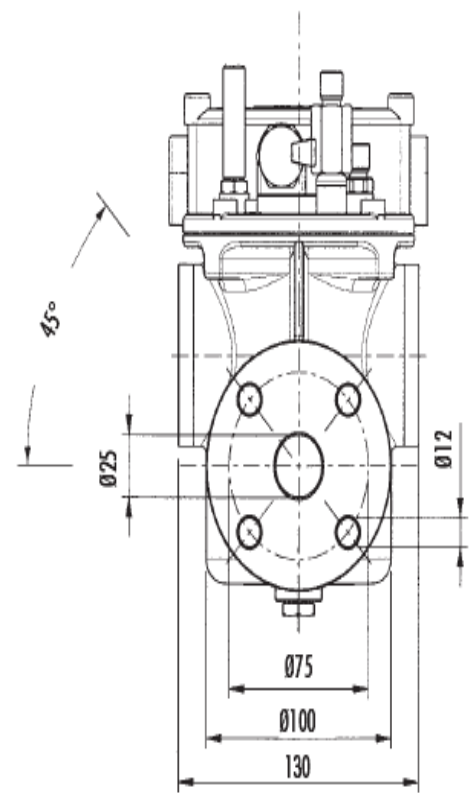
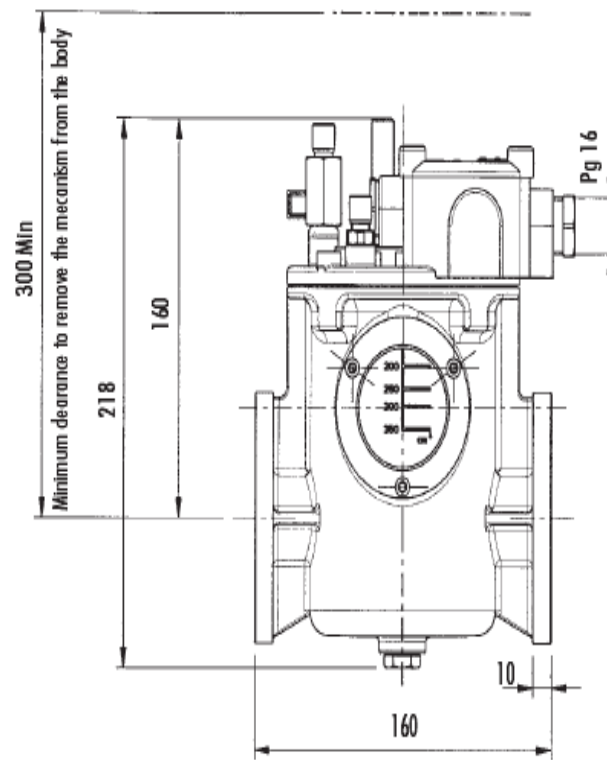


RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



C1



C1

Peso

2.3 kg

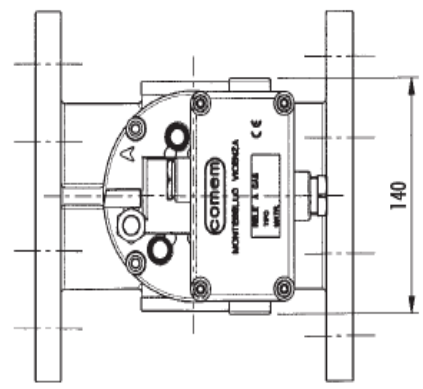
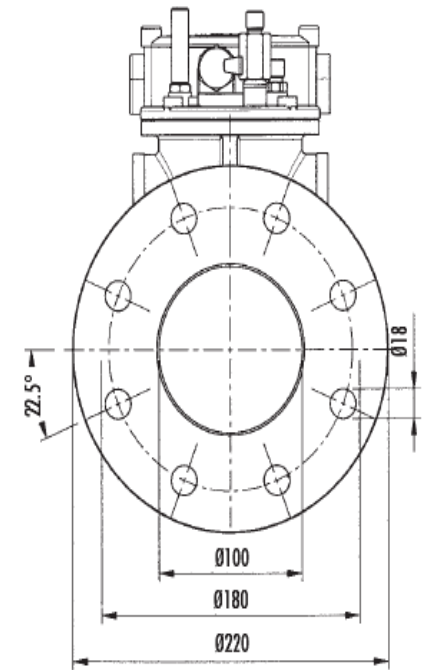
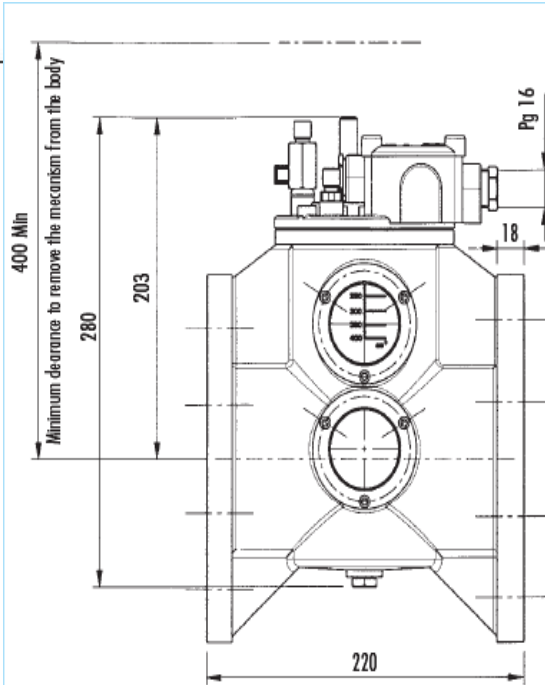


RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ

ESTA INFORMACIÓN ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS



C 4



C 4

Peso **5.9 kg**