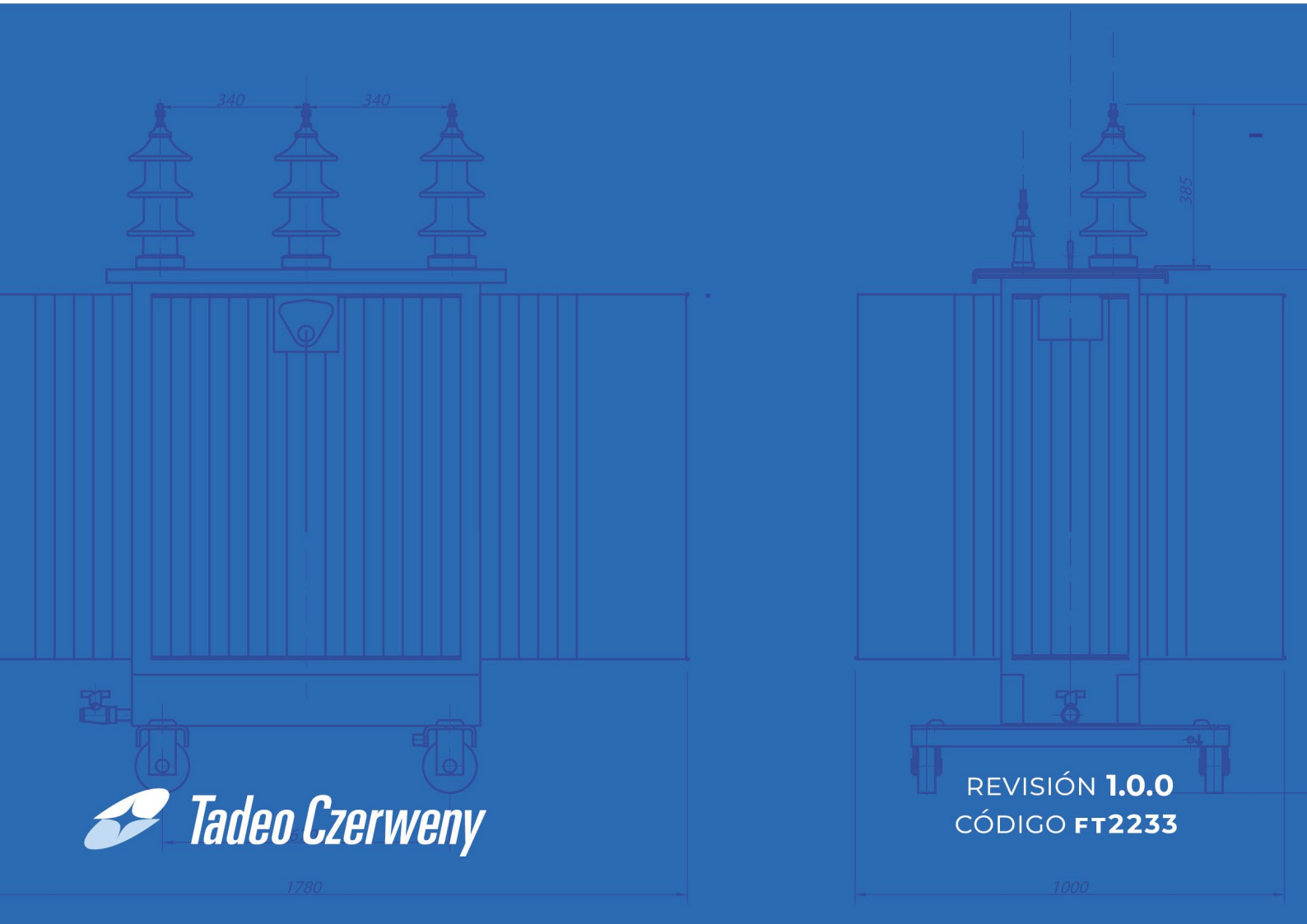
LIDERANDO CON ENERGÍA

Manual de montaje y mantenimiento de de **Transformadores de distribución, subtransmisión y reactores de neutro**



Tadeo Czerweny

REVISIÓN **1.0.0**
CÓDIGO **FT2233**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN . . . 3
2. ALCANCE . . . 3
3. POLÍTICA DE CALIDAD . . . 4
4. SEGURIDAD . . . 4
5. TRANSFORMADOR TIPO LLENADO INTEGRAL: PARTES PRINCIPALES Y ACCESORIOS OPCIONALES . . . 5
6. TRANSFORMADOR CON TANQUE DE EXPANSIÓN: PARTES PRINCIPALES Y ACCESORIOS OPCIONALES . . . 7
7. RECEPCIÓN DEL TRANSFORMADOR . . . 8
7.1. Inspección visual . . . 8
7.2. Manipulación . . . 8
8. PUNTOS A VERIFICAR PREVIA PUESTA EN SERVICIO . . . 10
8.1. Explosores a cuerno . . . 10
8.1.1 Transformador de 13.2 kV . . . 10
8.1.2 Transformador de 33 kV . . . 11
9. BORNE PARA BAJA TENSIÓN . . . 12
9.1. Detalles constructivos . . . 12
10. BORNE PASANTE PARA 15 kV . . . 14
10.1. Detalles constructivos . . . 14
11. BORNE PASANTE PARA 35 kV . . . 15
11.1. Detalles constructivos . . . 15
12. TORQUES PARA EL AJUSTE DE BORNES . . . 16
13. MANTENIMIENTO . . . 16
13.1. Inspección de cuba . . . 16
13.2. Inspección del volumen de aceite . . . 17
13.3. Fugas de aceite . . . 17
13.4. Inspección de los aisladores . . . 17
13.5. Inspección de las juntas . . . 18
13.6. Programa de mantenimiento . . . 18
14. ACEITE AISLANTE . . . 20
14.1. Deterioro del aceite . . . 21
14.2. Inspección periódica del aceite mineral . . . 21
15. INFORMACIÓN DE ACCESORIOS OPCIONALES . . . 22
15.1. Termómetro a cuadrante tipo vaina . . . 22
15.1.1 Generalidades . . . 22
15.1.2 Descripción . . . 22
15.1.3 Precauciones . . . 22
15.2. Termómetro a cuadrante convencional . . . 23
15.2.1 Generalidades . . . 23
15.2.2 Descripción . . . 23
15.2.3 Precauciones . . . 24
15.3. Válvula de sobrepresión de 2” sin contactos . . . 25
15.3.1 Características y funcionamiento . . . 25
15.3.2 Montaje . . . 25
15.4. Válvula de sobrepresión con contactos . . . 26
15.4.1 Características y funcionamiento . . . 26
15.4.2 Montaje . . . 26
15.5. Relé Buchholz . . . 27
15.5.1 Generalidades . . . 27
15.5.2 Descripción . . . 27
15.5.3 Funcionamiento . . . 28
15.5.4 Análisis de gases acumulados . . . 28
15.5.5 Puesta en servicio . . . 29
15.5.6 Montaje . . . 29
15.6. Relé de protección integral . . . 29
15.6.1 Características principales . . . 29
15.6.2 Funciones . . . 30
15.6.3 Mantenimiento y puesta en servicio . . . 30
15.7. Secador de aire . . . 30
15.7.1 Generalidades . . . 30
15.7.2 Detalle constructivo . . . 31
15.7.3 Funcionamiento . . . 31
15.8. Nivel prismático . . . 32
15.8.1 Generalidades . . . 32
15.9. Nivel magnético . . . 32
15.9.1 Generalidades . . . 32
15.9.2 Descripción . . . 32

¡IMPORTANTE!

El producto entregado por la empresa **TADEO CZERWENY S.A.,** debe ser instalado, operado y mantenido, exclusivamente por personal especializado y calificado.

1. INTRODUCCIÓN

La lectura del presente manual es de gran importacia para llevar a cabo de forma adecuada las labores de recepción, inspección, manipulación, puesta en servicio y mantenimiento de los transformadores tipo distribución. Mantener el equipo en condiciones óptimas y seguras disminuirá los riesgos de errores que puedan ocasionar daños al equipo y/o al personal.

Al realizar los trabajos se deben respetar las advertencias e instrucciones particulares, como así también los procedimientos, normas y disposiciones locales o regionales de seguridad que sean de aplicación.

En caso de necesitar información adicional referida a la instalación, operación y/o mantenimiento de su transformador, contactar al sector SERVICIOS de TADEO CZERWENY S.A.

2. ALCANCE

El alcance del presente manual se extiende a los transformadores de distribución, subtransmisión y reactores de neutro de uso general, fabricados por Tadeo Czerweny de acuerdo con los requerimientos indicados en las Normas IRAM 2250, 2476 y 2079 según corresponda, donde se establecen los lineamientos básicos para la realización de las operaciones de transporte, descarga, manipulación, puesta en servicio y mantenimiento.

Todo requerimiento especial, relativo a transformadores con alguna particularidad constructiva, se indica en la documentación particular de operación.

La lista de documentación de operación suministrada con cada transformador está determinada a partir de los requerimientos del cliente y puede ser modificada según lo establecido en el contrato de suministro.

SERVICIO TÉCNICO
Llame al teléfono o envíe un mail
+ 54 3404 487200 - Int. 113
servicios1@tadeoczerweny.com.ar

3. POLÍTICA DE CALIDAD

El objetivo principal, en términos de calidad, de Tadeo Czerweny S.A. es alcanzar la satisfacción total del cliente, para lo cual se compromete a proveer en todos los casos una solución conforme a sus necesidades por sobre el producto-servicio y de acuerdo con los términos acordados.

El sistema de gestión de calidad de la empresa se encuentra certificado conforme a la Norma ISO 9001, que perfila las exigencias para el aseguramiento de la calidad en el negocio, reforzando el cumplimiento de los requisitos propios del cliente, como así también legales, normativos y reglamentarios.

4. SEGURIDAD

Durante cualquier tarea a realizar (inspección, instalación, mantenimiento, etc.) sobre los transformadores, se deben seguir las buenas prácticas de seguridad. Además, existen procedimientos inherentes a cada transformador que se deben respetar para la seguridad del personal y protección del equipo.

La instalación, la manipulación, el montaje, el funcionamiento y el mantenimiento del transformador presenta riesgos potenciales entre los que se encuentran:

- Tensiones y corrientes letales.
- Elementos pesados y suspendidos.
- Resbalones, tropezones y caídas.

La seguridad, como se define en estas instrucciones, comprende dos conceptos:

- Lesiones personales o muerte.
- Averias de productos o equipos (daños en la estructura o reducción de la vida útil del transformador o equipamientos adyacentes).

TADEO CZERWENY S.A. recomienda a los operarios que deban realizar cualquiera de los trabajos mencionados anteriormente, la utilización de todos los elementos de protección personal correspondientes (cascos, guantes, gafas, arneses, protectores auditivos, zapatos de seguridad, etc.). La correcta utilización de los mismos aseguran la integridad del operario.

TADEO CZERWENY, recomienda la utilización de productos, como así también de procesos que no alteren o dañen al medio ambiente.

¡PRECAUCIÓN!

NUNCA operar el transformador mientras esté energizado. Puede sufrir descargas eléctricas y ocasionar lesiones graves o incluso la muerte.

5. TRANSFORMADOR TIPO LLENADO INTEGRAL: PARTES PRINCIPALES Y ACCESORIOS OPCIONALES

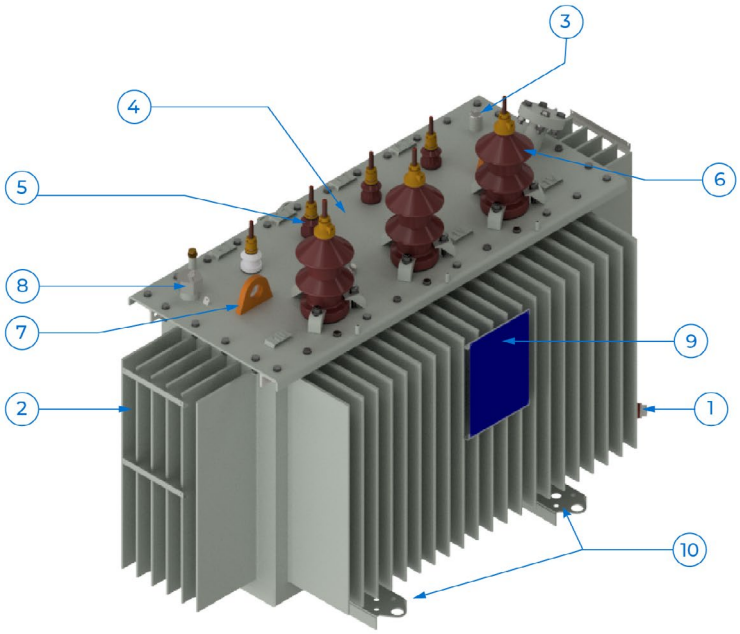


Fig. N°1: vista anterior del transformador de llenado integral (variante monoposte)

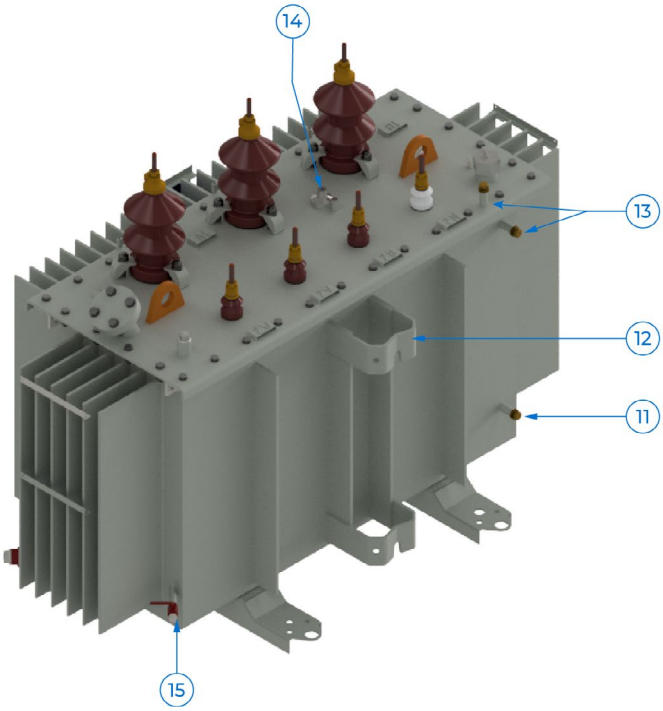


Fig. N°2: vista posterior del transformador de llenado integral (variante monoposte)

Referencias (Fig. 1 y 2) :

1. Válvula de desagote
2. Cuba
3. Vaina para termómetro
4. Tapa
5. Aislador baja tensión
6. Aislador alta tensión
7. Cáncamo para elevación
8. Boca de carga
9. Placa de características
10. Base de apoyo o carro porta ruedas
11. Borne puesta a tierra
12. Grampa para amarre en poste
13. Borne vinculación tapa-cuba
14. Conmutador sin tensión
15. Válvula para toma de muestra

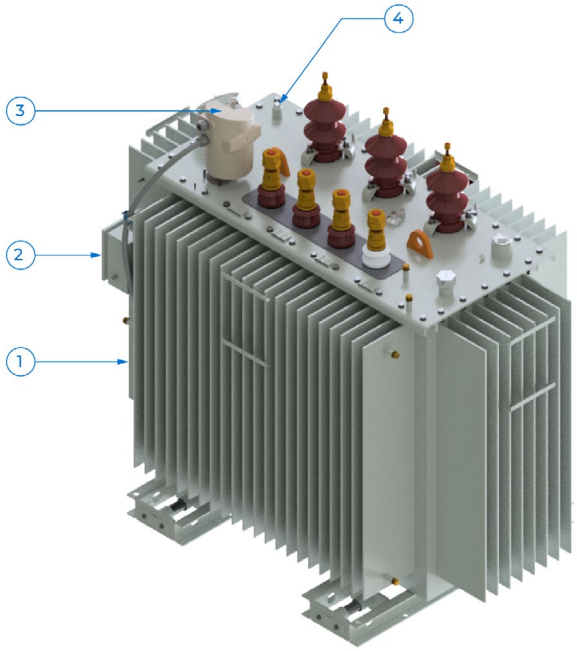


Fig. N°3: transformador de llenado integral con accesorios

Referencias (Fig. 3) :

1. Transformador
2. Gabinete de interconexiones
3. Relé de protección integral
4. Válvula sobrepresión s/contacto

6. TRANSFORMADOR CON TANQUE DE EXPANSIÓN: PARTES PRINCIPALES Y ACCESORIOS OPCIONALES

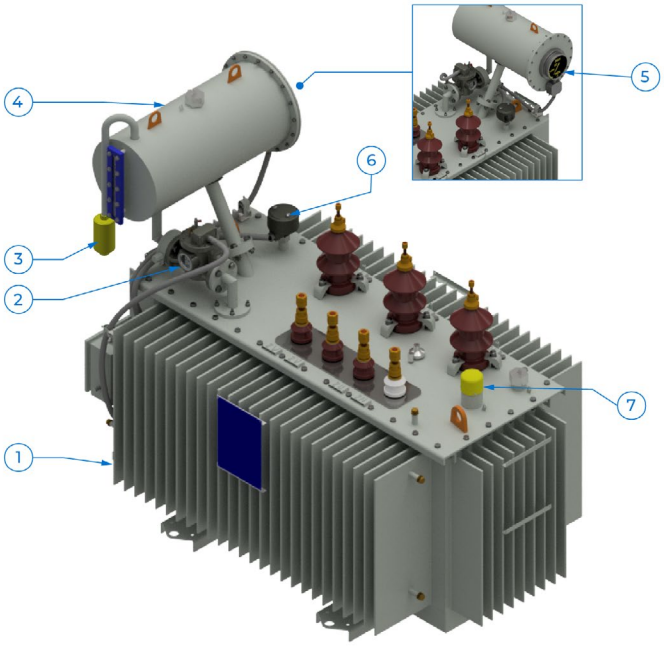


Fig. N°4: transformador con tanque y accesorios

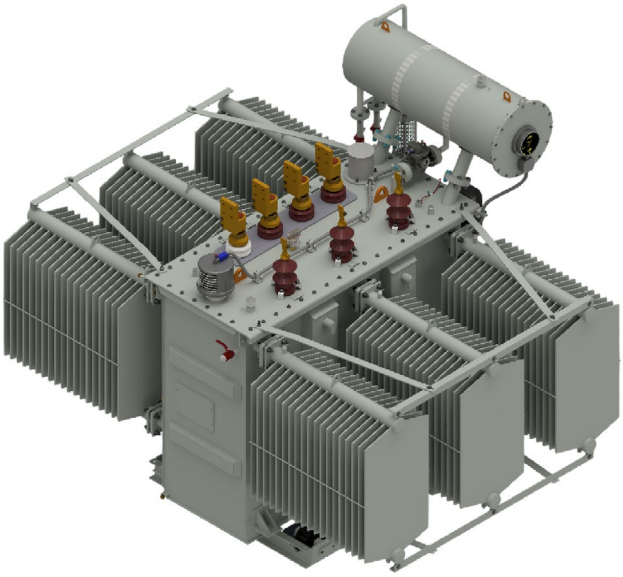


Fig. N°5: transformador con tanque y accesorios

Referencias (Fig. 4) :

1. Transformador
2. Relé Buchholz con válvula mariposa
3. Deshidratador de aire con silicagel
4. Tanque con nivel prismático
5. Nivel magnético
6. Termómetro tipo hongo
7. Válvula sobrepresión c/contacto

7. RECEPCIÓN DEL TRANSFORMADOR

7.1. Inspección visual

Realizar una inspección minuciosa antes de descargar el transformador del medio de transporte verificando:

- Ausencia de golpes, daños en la pintura, perdida de aceite, precintado de válvula de desagote y boca de carga, bulonería tapa-cuba, etc. La rotura o daño de cualquier precinto de seguridad hará caducar la garantía de su producto.
- Que todos los accesorios y componentes del equipo se encuentren en perfecto estado (libre de golpes, roturas, etc.).
- Si se encuentra evidencia de daños y/o huellas de manejo inadecuado en el transporte, se deberá informar al transportista e inmediatamente notificarlo a TADEO CZERWENY S.A.
- Para el transporte del transformador se deberán tener presente las indicaciones realizadas oportunamente para cada equipo. El no cumplimiento de éstas hará caducar la garantía.

7.2. Manipulación

- Para el izaje del transformador se deberá elevar utilizando **EXCLUSIVAMENTE** los cáncamos previstos para tal fin, como se puede observar en las figuras N° 5 y N°6.
- Observar el peso del equipo indicado en su placa característica, para seleccionar los elementos adecuados de elevación.
- Utilizar gatos en máquinas que cuenten con los apoyos destinados a ese uso.

En la siguiente imagen se indica la forma correcta de realizar el izaje del transformador:

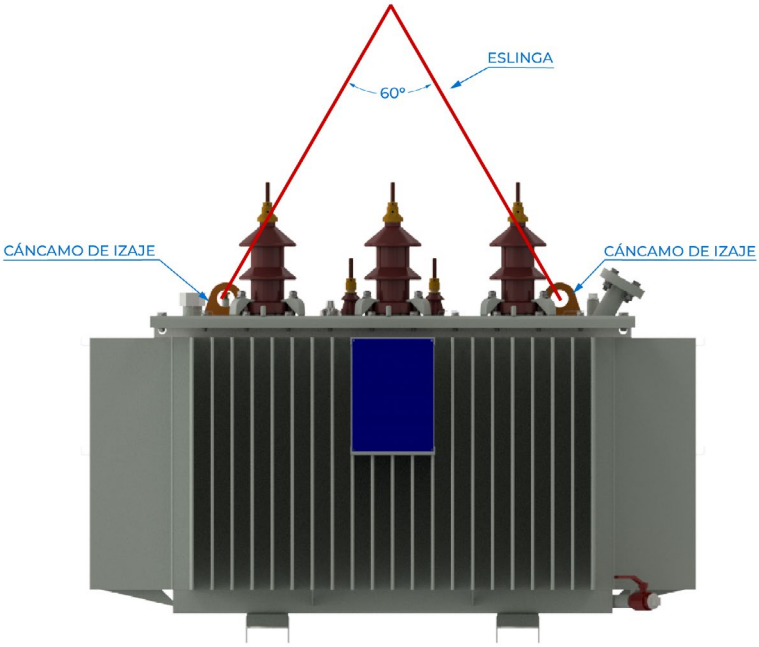


Fig. N°6: izaje transformador de panel aletado

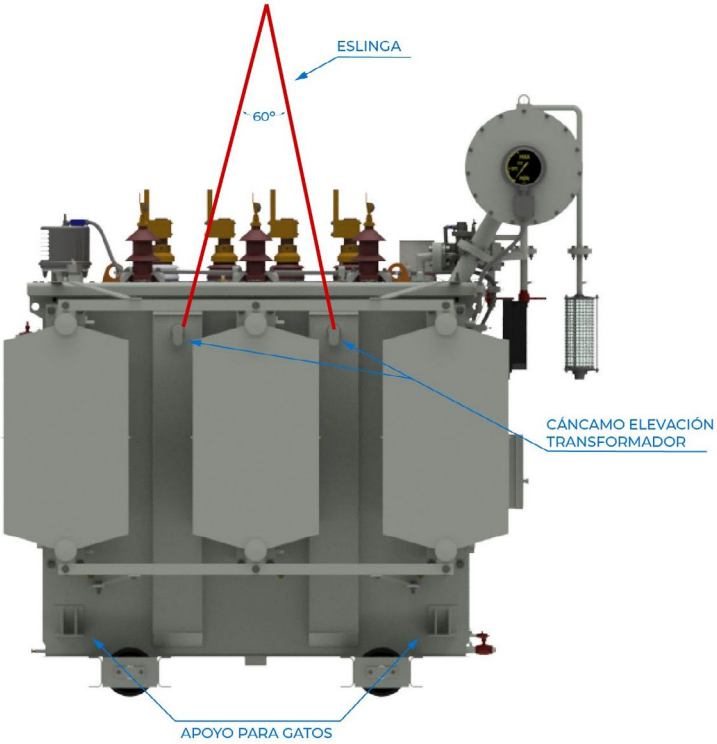


Fig. N°7: izaje transformador con radiadores

8. PUNTOS A VERIFICAR PREVIA PUESTA EN SERVICIO

- Ensayo de relación satisfactorio.
- Ensayo de resistencia de bobinados satisfactorio.
- Ensayo de aislación con una tensión máxima de 2,5 kV durante 60 segundos entre:
  - AT / BT
  - BT / Masa
- No deben existir fugas de aceite.
- El cambiador de derivaciones debe de estar en la posición requerida de acuerdo con las tensiones correspondientes a los puntos de la conmutación.
- Una vez realizadas las acometidas, verificar que todas las conexiones se encuentren ajustadas firmemente.
- Calibrar explosores a cuernos según apartado 8.1.

> ***Nota:*** *los valores medidos de resistencia de bobinados y resistencia de aislación deben ser de la misma magnitud que los indicados en el protocolo de ensayo de la máquina.*

8.1. Explosores a cuerno

Para un correcto funcionamiento ante sobre tensiones de origen atmosférico o maniobras, es necesario calibrar los explosores a cuerno de su transformador con las distancias indicadas en los puntos siguientes:

8.1.1. Transformador de 13.2 kV

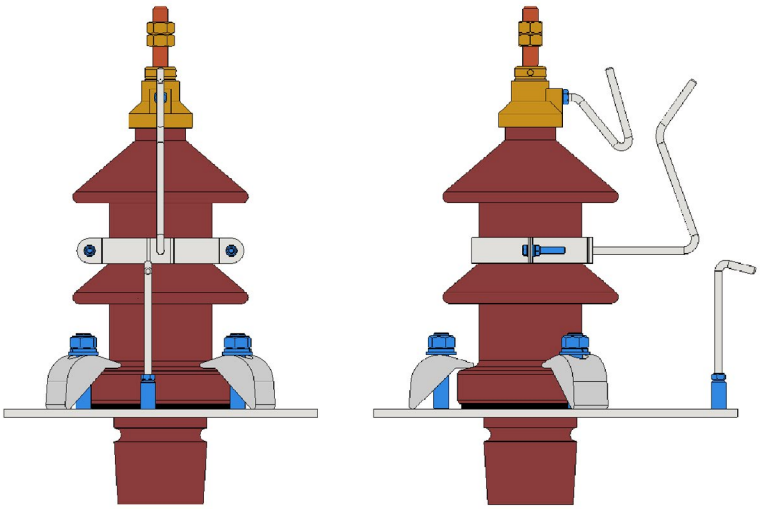


Fig. N°8: vista frontal y lateral de un aislador de 13.2 kV

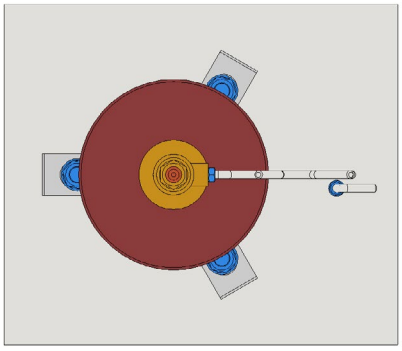


Fig. N°9: vista superior

Nivel	DISTANCIAS [mm]				
	d_s	S_1	a	d_1	d
1°	14	14	10	10	6
2°	20	20	10	17	6

1° Con descargador externo
2° Sin descargador externo

Tabla N°1: distancias de calibración para equipo de 13.2 kV

8.1.2. Transformador de 33 kV

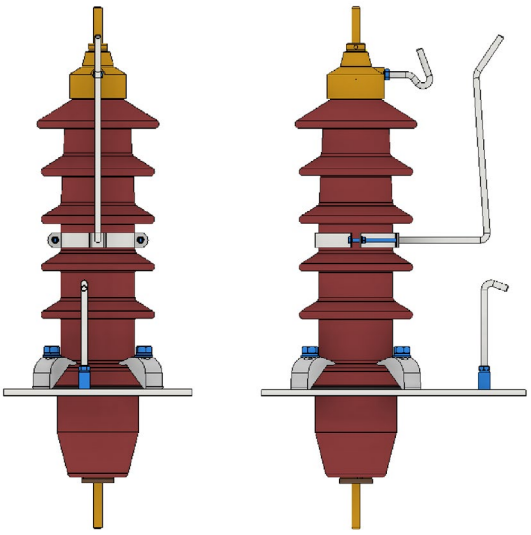


Fig. N°10: vista frontal y lateral de un aislador de 33 kV

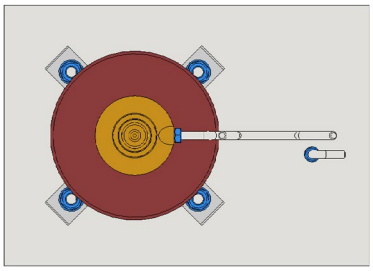


Fig. N°11: vista superior

Nivel	DISTANCIAS [mm]				
	d_s	S_1	a	d_1	d
1°	34	34	18	29	8
2°	55	55	18	52	8

1° Con descargador externo
2° Sin descargador externo

Tabla N°2: distancias de calibración para equipo de 33 kV

9. BORNE PARA BAJA TENSIÓN

9.1. Detalles constructivos

Los bornes utilizados para baja tensión responden a la Norma IRAM de aplicación, en la figura N° 11 se pueden observar los detalles del montaje del mismo.

El aislador se conforma de dos partes de porcelana, una exterior y otra interior ubicada por debajo de la tapa del transformador. El correspondiente a las distintas fases, es de porcelana marrón y para el neutro se utiliza una porcelana color blanco.

El borne (2) es de cobre puro y su superficie puede entregarse estañada a pedido del cliente, al igual que la de todos los elementos metálicos interiores y exteriores que conforman el conjunto.

Entre el aislador superior (7) y la tapa del transformador (9) se coloca una junta plana de caucho sintético (8), cuya función es asegurar la estanqueidad.

Sobre esta porcelana se ubica una segunda junta de caucho sintético (6), la cual mantiene la estanqueidad entre la porcelana y el prensaestopa inferior (5), sobre este se encuentra el pren-

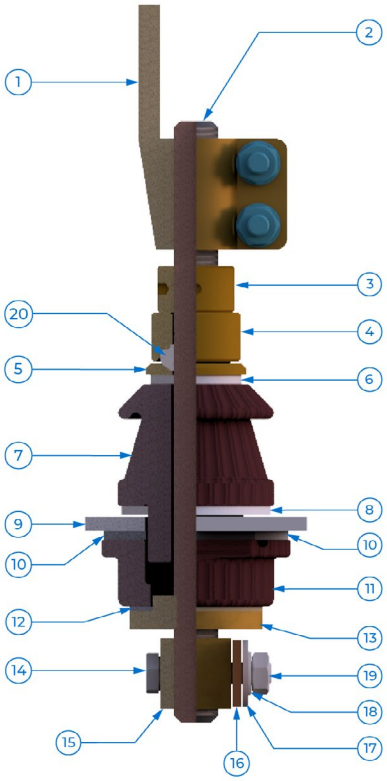
saestopa superior (4) y alojado entre estos hay un medio aro sello (20) cuya función es sellar el paso del aceite por el borne del aislador.

Para mantener fijos a la tapa todos estos elementos se dispone, sobre el prensaestopa superior, de una tuerca redonda (3). Sobre esta, para efectuar el prensado de los cables o planchuelas de acometida, se dispone de 2 tuercas hexagonales o bien, a pedido, de un terminal tipo bandera (1).

Sobre la cara interior de la tapa (9) se ubican 2 juntas de cartón (10) cuya finalidad es proteger la porcelana inferior (11) de la tuerca traba inferior (13) , que es la encargada de fijar el conjunto inferior.

La junta de cartón (10) presenta un corte para permitir el ingreso de aceite al interior del aislador.

Las planchuelas de cobre (16) provenientes del arrollamiento de baja tensión, son prensadas entre la prensa planchuelas (17) y el conector inferior (15) que se halla roscado a la parte inferior del borne (2). El conjunto se fija por medio de bulones de acero (14).



Referencias

1. Terminal tipo bandera (opcional)
2. Borne de cobre
3. Tuerca redonda de latón
4. Prensa estopas sup. latón
5. Prensa estopas inf. latón
6. Junta de goma sintética
7. Porcelana (superior)
8. Junta de goma sintética
9. Tapa
10. Arandela de cartón
11. Porcelana (inferior)
12. Junta de cartón
13. Tuerca latón
14. Tornillo
15. Conector inferior
16. Terminal de baja tensión
17. Arandela vuelo grande
18. Arandela platillo
19. Tuerca hexagonal
20. Medio aro sello

Fig. N°12: borne para baja tensión

10. BORNE PASANTE PARA 15 kV

10.1. Detalles constructivos

Los bornes utilizados para 15 kV responden a la Norma IRAM de aplicación, en la figura N° 12 se pueden observar los detalles del montaje del mismo.

El perno (1) puede ser cobre o latón, su superficie puede ser estañada a pedido del cliente, de igual manera que el resto de las piezas metálicas.

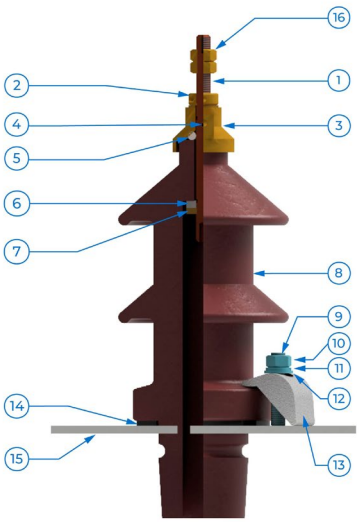
Sobre la porcelana del aislador se ubica un medio aro sello (5) de goma sintética, el cual es prensado contra la porcelana y el perno, sellando los mismos, por la acción de la cúpula de bronce (3) y la tuerca de latón (7). Para evitar que el perno gire al ajustar la tuerca, existe una espina elástica (4) de acero, alojada en una cavidad interna de la cúpula (3).

El extremo interior del perno (1) presenta una arandela plana soldada, la cual provee el punto de apoyo necesario contra la porcelana, a través de la arandela de cartón (6).

El aislador es fijado a la tapa mediante tres espárragos (9) soldados a la misma. Entre la tapa y la porcelana del aislador, se coloca una junta de goma sintética (14), siendo la estanqueidad es asegurada por la presión que proveen los tres espárragos roscados, a través de las uñas de anclaje de aluminio (13) y las tuercas (10).

Para conectar el transformador a los terminales de acometida se suministran (de forma predeterminada) tuercas de latón, las cuales pueden ser estañadas a pedido del cliente. Opcionalmente, los bornes pueden proveerse con terminal del tipo bandera.

> *NOTA: Las tuercas (16) suministradas para la conexión del transformador a la acometida deben montarse siempre separadas de la tuerca redonda (2).*



Referencias

1. Perno
2. Tuerca redonda
3. Cúpula
4. Espina elástica
5. Medio aro sello
6. Junta de cartón
7. Tuerca fijación
8. Porcelana
9. Espárrago de sujecion
10. Tuerca hexagonal
11. Arandela Grower
12. Arandela plana
13. Uña de anclaje
14. Junta de goma
15. Tapa
16. Tuerca hexagonal latón

Fig. N°13: borne pasante para 15 kV

11. BORNE PASANTE PARA 35 kV

11.1. Detalles constructivos

Los bornes utilizados para 35 kV, responden a la Norma IRAM de aplicación, en la figura N° 13 se pueden observar los detalles del montaje de este.

La cúpula (19) de latón se encuentra montada en el extremo superior del aislador (8) por medio de la tuerca (2) y entre la cúpula y la porcelana se ubica una junta de goma sintética (5). En estas condiciones, se ensaya el conjunto con una presión de 1 kg/cm² con el fin de asegurar la estanqueidad entre cúpula y aislador.

El perno (1) puede ser cobre o latón y su superficie puede ser estañada a pedido del cliente, de igual manera que con el resto de las piezas metálicas. Para evitar que el perno gire al ajustar la tuerca, se dispone de una espina elástica (6) de acero, alojada en una cavidad interna de la cúpula (19).

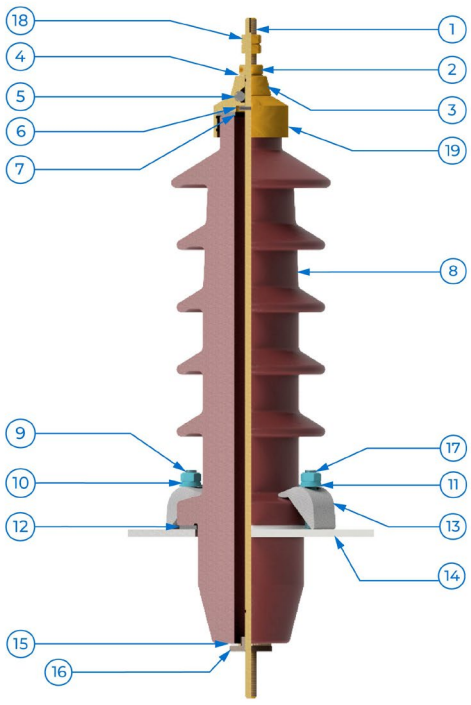
El anillo tórico de caucho sintético (5) junto con el prensaestopa (3) y la tuerca redonda (2) aseguran la estanqueidad entre el perno y la cúpula. Nótese en el plano que el medio aro sello ajusta sobre la superficie sin roscar del borne.

El extremo interior del terminal (1) se vincula por medio de cables flexibles a los terminales de las bobinas.

El aislador es fijado a la tapa mediante cuatro espárragos (17) soldados a la misma. Entre la tapa y la porcelana del aislador, se coloca una junta de goma sintética (12), siendo la estanqueidad asegurada por la presión que proveen las uñas de anclaje de aluminio (13) y las tuercas (9).

Para conectar el transformador a los terminales de acometida, se suministran (de forma predeterminada) tuercas de latón, las cuales pueden ser estañadas a pedido del cliente. Opcionalmente, los bornes pueden proveerse con terminal del tipo bandera.

NOTA: Las tuercas (18) suministradas para la conexión del transformador a la acometida, deben estar siempre separadas de la tuerca redonda (2).



Referencias

1. Borne de cobre
2. Tuerca redonda latón
3. Prensa estopa superior
4. Arandela latón
5. Medio aro sello
6. Espina elástica
7. Junta de goma sintética
8. Porcelana
9. Tuerca hexagonal
10. Arandela Grower
11. Arandela plana
12. Junta de goma porcelana
13. Escuadra de aluminio
14. Tapa
15. Arandela de cartón hembra
16. Tuerca de latón hembra
17. Espárrago de sujeción
18. Tuerca hexagonal latón
19. Cúpula latón

Fig. N°14: borne pasante para 35 kV

12. TORQUES PARA EL AJUSTE DE BORNES

El ajuste de las tuercas hexagonales de cobre/latón sobre bornes del mismo material, se debe efectuar respetando los torques indicados en la siguiente tabla.

Medida del borne	Valor máximo de torque aplicable [kgm/Nm]
M12	1.0 / 10
M20	2.5 / 25
M30	10.0 / 100
M42	15.0 / 150
M48	20.0 / 200
M55	30.0 / 300

Tabla N°3: valores de torque

13. MANTENIMIENTO

El transformador es una máquina estática (no posee partes móviles ni rotantes) la cual, basada en el principio de inducción electromagnética, transfiere energía eléctrica desde un circuito "primario", a tensión y frecuencia determinada, a otro u otros circuitos "secundarios" a la misma frecuencia y en general, a diferente tensión.

Generalmente la máquina está ubicada en lugares poco transitados o de difícil visibilidad, siendo recomendable por ello realizar un mantenimiento periódico (preventivo) para mantener su performance y prolongar su vida útil, asegurando su buen desempeño.

La vida del transformador depende especialmente de la calidad del aceite que contiene, sin embargo, también se debe tener en cuenta el estado de los aisladores de porcelana, terminales, puestas a tierra, descargadores, protecciones y una correcta coordinación de la aislación.

Dentro de la filosofía de calidad, la empresa sugiere realizar los controles de mantenimiento, detallados a continuación.

Recuerde, su transformador Tadeo Czerweny S.A. es un elemento sumamente confiable, siempre y cuando se realicen los controles mínimos sugeridos.

13.1. Inspección de cuba

Estando el transformador desinstalado, si la cuba muestra evidencias de corrosión o deterioro de la pintura, el área afectada debe limpiarse completamente y aplicarse una capa de pintura, para evitar la propagación de la corrosión.

13.2. Inspección del volumen de aceite

Debido a la criticidad del aislamiento y la refrigeración del transformador, el nivel de aceite debe ser verificado.

Si la máquina posee medidor de nivel con indicación a distancia, se recomienda verificar esta medición realizando una inspección visual.

Si la máquina es del tipo llenado integral, verificar que no existan derrames o manchas de aceite en la superficie del transformador, para asegurar que el nivel de aceite dentro de la cuba es el correcto para su debido funcionamiento.

13.3. Fugas de aceite

Esta situación indeseable puede ser causada por el deterioro de alguna junta u elemento que compone el transformador. Algunas fugas son difíciles de detectar a simple vista.

Si el transformador se encuentra energizado se recomienda solamente hacer una inspección visual y así poder determinar si existe alguna fuga de aceite.

Otra alternativa es realizar la inspección de manera más exhaustiva, con el transformador desenergizado, corroborando la ausencia de aceite en los diferentes accesorios, para así poder descartar la presencia de fugas no perceptibles a la vista.

En caso de que el transformador posea radiadores, verificar si existen fugas en válvulas y entre aletas. Para máquinas con paneles aletados, se deben revisar las uniones de soldaduras de las aletas con la cuba.

Se recomienda no realizar reparaciones de soldadura sobre los equipos, debido al alto riesgo de accidente.

13.4. Inspección de los aisladores

Se detallan a continuación los posibles problemas a manifestarse en bornes y aisladores:

- Excesivo calentamiento local:

Con el equipo desenergizado, verificar que los bornes estén bien apretados, según el torque indicado en la sección 12 y corroborar que no existan partículas contaminantes en la superficie de contacto de estos.

- Contaminación:

En ambientes con elevada contaminación ambiental, se debe efectuar una limpieza de la superficie. Con el transformador fuera de servicio, limpiar los aisladores usando un paño seco o húmedo según sea el grado de contaminación.

- Daños mecánicos:

Verificar si existen daños o roturas en la estructura propia del aislador.

- Fugas de aceite:

Revisar todas las partes piezas de los aisladores para verificar la existencia de fugas de aceite. Si se detecta aceite en alguna junta, se debe realizar el cambio de la misma.

13.5. Inspección de las juntas

La inspección se realiza de manera visual, si las juntas se encuentran dañadas y/o con presencia de aceite, se recomienda su reemplazo.

13.6. Programa de mantenimiento

En la siguiente tabla se indican las recomendaciones de mantenimiento del transformador, con la respectiva periodicidad de verificación.

RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN								
Ítem	**Verificación**	**Puesta en marcha**	**1° Año**	**2° Año**	**3° Año**	**4° Año**	**5° Año**	**Valores límites**
ACEITE	Rigidez dieléctrica según: IRAM 2340		1					> 30 kV / 2.5 mm
	Número de neutralización			1				< 0.15 KOHmg / g
	Contenido de inhibidor(*)			1				> 0.05 %
	Tangente delta a 90°C						1	< 0.2
	Pérdidas de aceite por juntas y/o soldaduras							No poseerá
	Tensión superficial						1	> 15 mN/m
	Lodos						1	Negativo
	Cromatografía gaseosa						1	Ver tabla Nro. 3

(*) En caso de ser aceite inhibido

Ítem	Verificación	Puesta en marcha	1° Año	2° Año	3° Año	4° Año	5° Año	Valores límites
PROTECCIONES	Termómetro: verificar la correcta indicación y el correcto funcionamiento de las alarmas.	X	1					Ajustar la primera aguja indicadora (alarma) a 85°C. Ajustar la segunda aguja indicadora (disparo) a 95°C.
	Relé de cuba / de máxima: verificar el correcto funcionamiento de las alarmas.	X	1					
	Relé Buchholz: verificar el correcto funcionamiento de señales alarmas y desenganche. Purgar el relé abriendo el grifo para purga dejando salir todo el aire, cerrarlo cuando comience a salir el aceite.	X	1					
	Chimenea de alivio: verificar que no esté dañada la membrana.	X	1				1	
	Descargadores	X	1					Ajustar, según el nivel de tensión de acuerdo con: Figura 7 y 8 (transf. de 13.2 kV) Figura 9 y 10 (transf. de 33 kV)

	Ítem	Verificación	Puesta en marcha	1° Año	2° Año	3° Año	4° Año	5° Año	Valores límites
ACCESORIOS		Aisladores: verificar si existen porcelanas rotas, acumulación de pérdidas de aceite por la base del aislador y / o por la cúpula.	X	1					
		Bornes / conexionado: verificar que las conexiones estén firmes y libres de óxidos.	X	1					
		Puestas a tierra	X	1					< 2 ohm
		Nivel de aceite	X	6				1	Indicados en el instrumento.
		Secador de aire: verificar el color de silicagel. Obs: se provee de fábrica silicagel naranja puro, tornándose más oscuro hasta alcanzar un color verdoso en la medida que se humedece.	X	6					Marrón: silicagel desactivado. Se puede reactivar en horno.Marrón / negro: silicagel con aceite. En este caso cambiar el silicagel.
		Conmutador sin tensión: medir los valores de resistencia entre las tres fases del arrollamiento primario y compararlos entre sí, previo haber efectuado 10 maniobras en vacío en ambos sentidos, desde la primera a la última posición.	X	Antes de la puesta en marcha y en cada conmutación.					No deben registrarse diferencias superiores al ±5 % entre las mediciones.
		Válvulas: Verificar el estado de las válvulas de drenaje, muestra, filtrado, etc.	X					1	
		Tanque de expansión: Verificar el nivel de aceite, el medidor respectivo y las alarmas.	X	2					

Tabla N°4: mantenimiento

14. ACEITE AISLANTE

El aceite además de funcionar como medio aislante, transfiere el calor generado en las bobinas y el núcleo hacia las paredes de la cuba y los radiadores. Por esto se requiere que cumpla con las siguientes características:

- Elevada rigidez dieléctrica.
- Baja viscosidad.
- Adecuado refinado y libre de materiales que puedan corroer las partes metálicas.
- Ausencia de humedad y componentes que se polaricen.
- Bajo punto de fluidez.
- Bajo grado de evaporación.

14.1. Deterioro del aceite

El aceite aislante se deteriora por la presencia de humedad, oxígeno, catalizadores (cobre) y por exceso de temperatura. La combinación de estos elementos produce una reacción química en el aceite, la cual resulta en la generación de ácidos que atacan los aislamientos y a las partes metálicas del transformador. Como producto de estas reacciones, resultan componentes que se precipitan en el transformador e impiden la correcta disipación del calor, acelerando, por lo tanto, el envejecimiento de los aislamientos y por ende del transformador mismo.

La humedad presente en el aceite puede originarse debido al aire ambiente que ingresa a la máquina en operación, a través de sus juntas y eventuales fisuras de la cuba. Por otra parte, un fenómeno que contribuye a la presencia de humedad es la migración desde los aislamientos al aceite al aumentar la temperatura. Otro factor que deteriora el aceite es la presencia de gases, los cuales son liberados por descomposición de este y de los aislamientos, debido a altas temperaturas.

Además de lo mencionado anteriormente, el aceite sufre de una serie de reacciones químicas tales como descomposición y polimerización, las que producen partículas no solubles que se precipitan en el núcleo y bobinados. Estas partículas o sedimentos no afectan directamente la rigidez dieléctrica, sin embargo, los depósitos formados sobre los devanados pueden impedir la correcta refrigeración de la máquina.

Los parámetros mínimos a cumplir, para que el aceite pueda considerarse apto para su utilización se indican en la tabla N° 5.

14.2. Inspección periódica del aceite

GUÍA DE VALORES PARA TRANSFORMADORES EN SERVICIO CONTINUO. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO		
Denominación	**Valores Límites**	**Valores de Nuevo**
Índice de neutralización [mg KOH / g]	0.15 / 0.2	0.03
Contenido de humedad [ppm]	30	< 10
Rigidez (valor promedio) [kV]	30	> 60
Contenido de inhibidor [% p / v]	>0.05 <0.4	0.3
Tangente delta [%]	< 20	0.3

NOTA: Para aceites sin inhibidor de oxidación, los valores son iguales

CROMATOGRAFÍA *CONCENTRACIONES LÍMITES DE GASES DISUELTOS SUGERIDAS POR DORNENBURG Y HUTZEL PARA TRANSFORMADORES LIBRES DE FALLAS*		
Gases (ppm)	**3 años**	**5 años**
Hidrógeno H2	200	250
Monóxido de Carbono CO	500	1000
Dióxido de Carbono CO2	6000	11000

Metano CH4	100	200
Etano C2H6	100	200
Etileno C2H4	150	300
Acetileno C2H2	15	35

Tabla N°5: especificaciones de mantenimiento para el aceite

15. INFORMACIÓN DE ACCESORIOS OPCIONALES

En caso de que el trasformador provisto cuente con accesorios (opcionales), se brinda a continuación un breve desarrollo de las características principales de los mismos, disponibles para trasformadores de distribución marca Tadeo Czerweny.

La compatibilidad de estos accesorios no es aplicable a toda la gama de potencias y tensiones de distribución, en caso de requerir un accesorio en particular, recomendamos consultar a los representantes comerciales.

15.1. Termómetro a cuadrante tipo vaina

15.1.1. Generalidades

Este accesorio cumple las funciones de medición y protección:

- Medición:

Permite medir la temperatura de la capa superior de aceite del transformador e Indicar la temperatura máxima alcanzada por el transformador.

- Protección:

Al incrementarse la temperatura hasta alcanzar valores previamente establecidos se cierran, en principio, los contactos de alarma y, en caso de continuar el incremento de temperatura, se cierran los de desconexión.

15.1.2. Descripción

Se compone de una caja estanca que contiene el indicador de temperatura, los contactos eléctricos para alarma y desenganche y una sonda.

La tapa de la caja está compuesta de un marco metálico y la parte frontal, cubierta por policarbonato de alta resistencia, que permite observar la aguja en el interior del termómetro. En el fondo de la caja se encuentra una escala graduada en grados centígrados.

Para la regulación de las temperaturas de alarma y desenganche se deberá desmontar la tapa superior y desplazar los indicadores (azul para alarma y amarillo para desenganche) a las temperaturas deseadas.

15.1.3. Precauciones

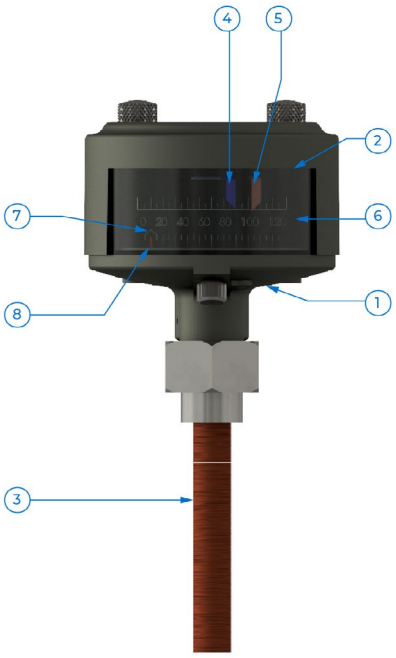
Para que la indicación del termómetro sea correcta, es necesario que la sonda se encuentre sumergida en aceite, por lo que la vaina soldada a la tapa debe estar llena de aceite.

Se recomienda efectuar un contraste periódico para asegurar el correcto funcionamiento de dicho accesorio.

- Escala 10 a 120 °C
- Error de apreciación 2 °C
- Diferencial (MARCACIÓN) 5 °C

Temperaturas recomendadas:

- Alarma 85 °C
- Disparo 95 °C



Referencias

1. Cuerpo principal
2. Visor de policarbonato
3. Sensor de temperatura
4. Puntero de alarma (azul)
5. Puntero de disparo (amarillo)
6. Escala de temperatura
7. Puntero de temperatura actual (blanco)
8. Puntero de temperatura máxima alcanzada (rojo)

Fig. N°15: termómetro a cuadrante tipo vaina

15.2. Termómetro a cuadrante convencional

15.2.1. Generalidades

Este instrumento cumple las mismas funciones de medición y protección del transformador que el descripto en el apartado anterior.

15.2.2. Descripción

Está compuesto por una caja estanca de aluminio con un visor de vidrio, tras el cual, se aprecian el indicador de temperatura y las escalas. Por la parte inferior del cuerpo principal se encuentra la caja de conexiones. Por debajo de esta última se conecta un tubo capilar flexible con su correspondiente sonda.

El sistema detector de la temperatura es del tipo de expansión (sin mercurio). El tubo capilar de cromoniquel con acabado galvanoplástico de estaño, está protegido por una cubierta de PVC.

Los punteros mediante los cuales se regula la actuación del instrumento, se encuentran vinculados a contactos del tipo normal abierto.

La aguja indicadora de máxima temperatura registrada se puede restablecer mediante el tornillo indicado en la imagen, previo la apertura de la puerta del instrumento.

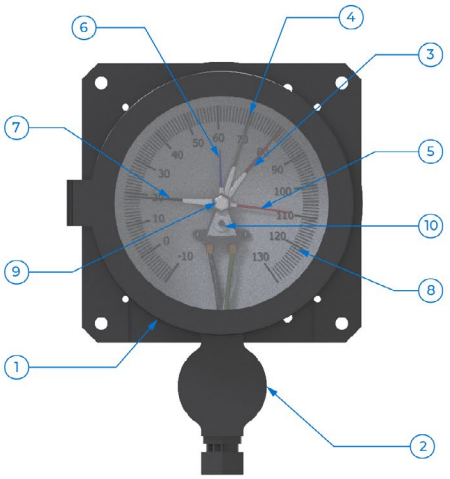
El ajuste de los punteros de alarma y disparo se debe realizar mediante el tornillo indicado en la imagen, el cual cuenta con un puntero de color azul para arrastre, auxiliar para el desplazamiento de los restantes.

- Escala 10 a 120 °C
- Error de apreciación 2 °C
- Diferencial (MARCACIÓN) 5 °C
- Temperaturas recomendadas:
  - Alarma: 85 °C
  - Disparo: 95 °C

15.2.3. Precauciones

Para que la indicación del termómetro sea la correcta, es necesario que la sonda se encuentre sumergida en aceite, dentro de la vaina ubicada en la tapa del transformador, permitiendo la transmisión de calor a través de un medio líquido.

Se debe prestar atención al momento de manipular el tubo capilar, evitando efectuar curvas cuyo radio sea menor a 50 mm.



Referencias

1. Cuerpo principal
2. Caja de conexiones
3. Puntero de disparo (rojo)
4. Puntero de alarma (verde)
5. Puntero de máxima regulación (rojo)
6. Puntero auxiliar p/ajuste cursor (azul)
7. Puntero indicador de aceite (negro)
8. Escala de temperatura
9. Tornillo p/ajuste
10. Tornillo reset máxima temperatura

Fig. N°16: termómetro a cuadrante 160 mm

15.3. Válvula de sobrepresión de 2” sin contactos

15.3.1. Características y funcionamiento

La válvula de sobrepresión se instala en transformadores con líquido aislante con la finalidad de proteger la máquina de posibles roturas debido a elevadas presiones generadas por fallas en el interior.

Dicha válvula es extremadamente sensible y rápida, poniéndose automáticamente en operación e impidiendo la entrada de cualquier agente externo en el interior de la cuba del transformador.

La misma está provista de un sistema de ampliación instantáneo de la fuerza de actuación.

La tapa (2) de la válvula es oprimida por un resorte alojado en el interior, manteniéndola cerrada contra el cuerpo, siendo el sellado asegurado por un medio aro sello.

La operación de la válvula se produce cuando la presión, que incide sobre la superficie interior de la tapa (2), excede la contrapresión de abertura del resorte.

Una vez que la válvula actúa, la presión interna del transformador es rápidamente reducida a valores normales, como consecuencia del escape de fluido a través de la misma. En dicha condición, el resorte retorna la tapa (2) a su posición, cerrando nuevamente la válvula.

Para el purgado de aire que pudiera quedar en el recinto de la válvula, se debe retirar el prisionero de purgado (5) y, luego de verificar la salida de aceite, se debe colocar nuevamente.

15.3.2. Montaje

La válvula puede ser montada en posición horizontal, pudiendo también ser montada en posición vertical o inclinada.

La presión normal de operación es 0,55 kg/cm2, la cual es calibrada en fábrica.

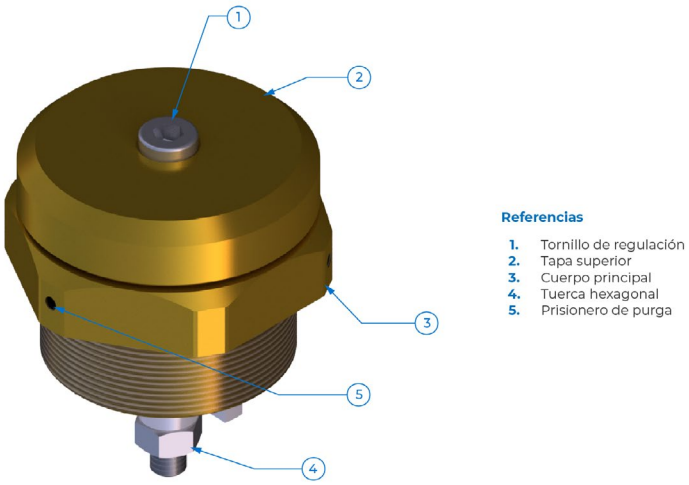


Fig. N°17: válvula de sobrepresión de 2” sin contactos

15.4. Válvula de sobrepresión con contactos

15.4.1. Características y funcionamiento

El objetivo y principio de funcionamiento de este tipo de válvula es el mismo que la descripta anteriormente. En este caso se tiene un disco alojado en el interior de la válvula, oprimido por dos resortes, lograndose el sellado mediante dos guarniciones.

La operación de la válvula se produce cuando la sobrepresión interna incide, en primera instancia, sobre la superficie de una de las dos guarniciones, excediendo la contrapresión de apertura ejercida por los resortes.

En segunda instancia y a medida que la presión aumenta, el disco es separado ligeramente de la guarnición, siendo ahora la presión interna del transformador ejercida sobre el la superficie del disco mayor, resultando en una apertura inmediata y total de la válvula. La presión interna del transformador es rápidamente reducida a valores normales a consecuencia del escape de fluido por la válvula, a partir de lo cual los resortes devuelven el disco a su posición, cerrando nuevamente el dispositivo.

Por otra parte, esta válvula es provista sobre la tapa de un perno rojo (3) como testigo de actuación, que indica (por acción mecánica) la actuación del dispositivo. Este perno (claramente visible a la distancia) está directamente en contacto con el disco de apertura, siendo desplazado durante la misma. Para su restablecimiento, debe ser introducido manualmente hasta que haga contacto con el disco.

La válvula es también provista de una caja de estanca (4) montada sobre la carcasa (1), y cuenta con dos contactos eléctricos internos, accionados por el movimiento del disco.

15.4.2. Montaje

La válvula puede ser montada en posición horizontal, pudiendo también ser montada en posición vertical o inclinada.

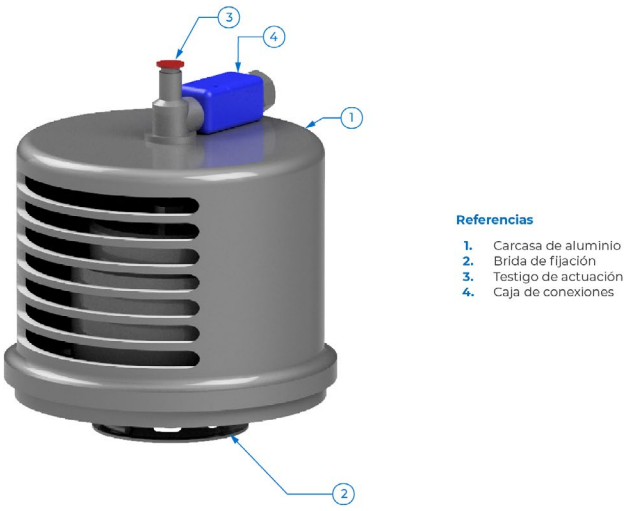


Fig. N°18: válvula de sobrepresión con contactos

15.5. Relé Buchholz

15.5.1. Generalidades

El Relé Buchholz es un accesorio de protección para máquinas refrigeradas por aceite aislante que cuenten con tanque de expansión.

Las irregularidades en el funcionamiento de los transformadores dan origen a calentamientos locales en los arrollamientos y, por consiguiente, a la aparición de gases o vapores de aceite, cuyo desarrollo crece sensiblemente en la medida que crece la magnitud de la avería.

Las averías que se presentan con mayor frecuencia en la práctica son:

1. Rotura de alguna conexión.
2. Falta de aislación en la masa.
3. Cortocircuito interno.
4. Sobrecarga brusca.
5. Degradación de propiedades químicas o dieléctricas del aceite.
6. Fallas en la aislación entre chapas o del aislamiento de los bulones que comprimen los paquetes del núcleo.
7. Perdida de aceite.

En los casos 1 al 6, se producirá una formación de gases, y estos son los responsables del accionamiento del Relé Buchholz. En cambio, en el caso 7, al escapar el aceite de la máquina, ingresará aire a la misma, a partir de lo cual se accionará el Relé.

El diseño convencional del Relé Buchholz consta de dos circuitos independientes de alarma y desenganche.

15.5.2. Descripción

Está compuesto por un cuerpo principal (1) con bridas agujereadas que permite conectarlo a la cuba del transformador y al tanque de expansión.

La caja también cuenta con dos mirillas de vidrio (3), una de las cuales lleva adosada una regla graduada, que permite observar la cantidad y color de los gases.

Sobre la tapa del relé se encuentran fijados los bornes de contacto, que están protegidos de la intemperie por medio de una caja de conexiones (5).

En la tapa también se encuentra una válvula (2) que permite extraer muestras de los gases acumulados para analizarlos, además de un pulsador (4) para corroborar el correcto funcionamiento de los sistemas de alarma y desenganche.

Por otra parte, este dispositivo cuenta con un tapón (6) ubicado en la parte inferior de la caja, permite desagotar el relé en caso de tener que retirarlo.

En el interior del relé se encuentran dos flotantes móviles alrededor de sendos ejes fijos. Cada flotante lleva adosado un interruptor magnético.

15.5.3. Funcionamiento

Cuando por causa de un defecto poco importante se producen pequeñas burbujas de gas, éstas se elevan de la cuba hacia el tanque de expansión y son captadas por el relé y almacenadas en la caja la cual normalmente se encuentra llena de aceite, cuyo nivel baja progresivamente a medida que se acumula gas.

El flotante superior se inclina siguiendo el nivel de aceite hasta que la cantidad de gas es suficiente para cerrar los contactos, accionando el circuito de alarma. Si el desprendimiento de gases continua, el flotante inferior también es accionado dando la señal de desconexión.

Otra forma de actuación del relé se presenta al producirse una falla considerable, en la que se produce una generación violenta de gases, de modo que el aceite es enviado bruscamente por onda de choque hacia el tanque de expansión. Dicha corriente de fluido arrastra al flotante inferior, provocando el cierre de sus contactos y accionando la señal de desconexión del transformador, dejando al mismo fuera de servicio.

El aire que se encontrase en el transformador será igualmente captado por el relé y accionará la señal de alarma.

15.5.4. Análisis de gases acumulados

La observación a través de las ventanillas de los gases acumulados permite establecer la cantidad y color de estos. De la primera se obtiene la indicación de la importancia del defecto, mientras que el color de los gases brinda información sobre el lugar en que se produce la falla.

- Gases blancos: destrucción de papel
- Gases amarillos: deterioro de piezas de madera
- Gases rojos: deterioro de las bobinas
- Gases negros: descomposición del aceite

Los gases acumulados en la caja pueden ser analizados por medio de un analizador de gases.

15.5.5. Puesta en servicio

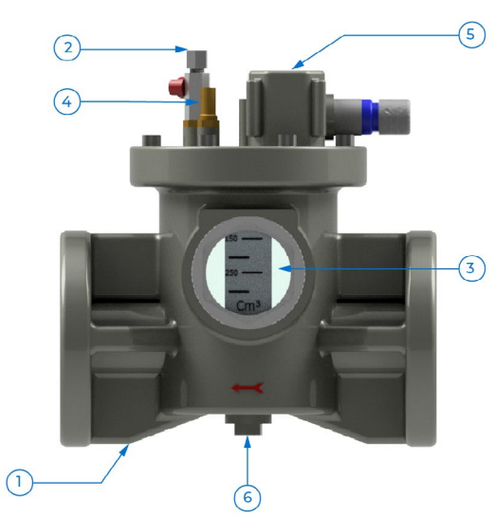
Una vez que el transformador se ha llenado de aceite, se debe abrir la válvula (2), con el fin de purgar todo el aire que quedase acumulado en la parte superior del relé. Se deberá apretar repetidas veces el pulsador de prueba (4) para llenar de aceite los recipientes cilíndricos de las balanzas. Esta operación finalizará cuando no salga más aire a través de la válvula de extracción de gases.

Un procedimiento similar deberá realizarse al reponer el nivel de aceite cada vez que éste haya disminuido por debajo de la posición del Relé Buchholz.

Antes de la puesta en servicio del transformador deberá verificarse el correcto funcionamiento del relé, para lo cual se utiliza el pulsador (4) que, al presionarlo, acciona sucesivamente los contactos de alarma y desconexión.

15.5.6. Montaje

Al montar el relé, se debe prestar especial cuidado en disponer la caja con la flecha dibujada en su lateral, indicando el sentido desde la cuba del transformador hacia el tanque de expansión.



Referencias

1. Cuerpo principal
2. Válvula de purga
3. Visor de vidrio
4. Botón de prueba
5. Caja de conexiones
6. Tapón drenaje

Fig. N°19: relé Buchholz

15.6. Relé de protección integral

15.6.1. Características principales

- Grado de estanqueidad / Choque: IP567
- Temperatura de uso: -40 °C a +120 °C
- Montaje exterior, resistente a los rayos U.V.
- Caja metálica anticorrosión
- Aislamiento: 500 Vcc, 20 MΩ entre bornes y tierra
- Rigidez dieléctrica: 2000 Vac, 1 mm entre bornes y tierra

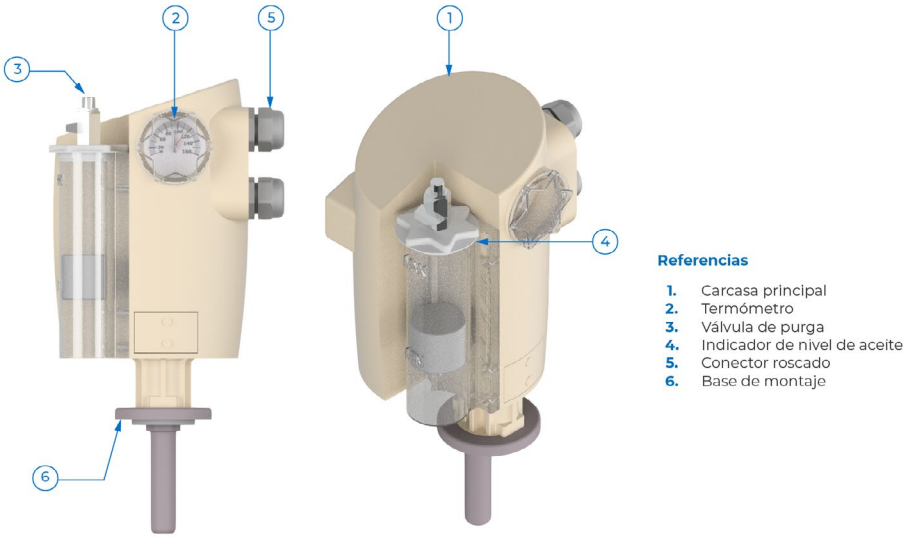


Fig. N°20: relé de protección integral. Imagen ilustrativa, puede sufrir modificaciones en función del diseño de cada fabricante

15.6.2. Funciones

El relé de protección integral es un elemento del transformador tipo llenado integral que permite detectar gases generados en el interior por fallas incipientes, presiones por fallas violentas o temperaturas por sobrecargas excesivas.

15.6.3. Mantenimiento y puesta en servicio

El transformador es llenado en fábrica a una temperatura ambiente de aproximadamente 20 °C y luego sellado herméticamente, no siendo necesario ningún tipo de ajuste durante el transporte.

Sin embargo, si posterior al transporte se verificara un descenso en el nivel de aceite será necesario, antes de la puesta en servicio, comunicarse con Tadeo Czerweny para notificar el problema.

15.7. Secador de aire

15.7.1. Generalidades

Durante el funcionamiento del transformador, el aceite aislante sufre variaciones en su volumen debido al cambio de temperatura. Esto produce la aspiración o expulsión de aire por el tanque de expansión, con la consecuente humidificación del aceite.

El aceite en contacto con el aire húmedo disminuye su rigidez dieléctrica y se acidifica, ocasionando el envejecimiento de la aislación. Asimismo, el ingreso de humedad dentro del transformador favorece la formación de lodos y óxido en el tanque de expansión y la cuba.

Para evitar estos inconvenientes, se hace circular el aire que ingresa en el tanque de expansión a través de una sustancia higroscópica, que disminuye su contenido de humedad, evitando la contaminación del transformador. El deshidratante a utilizar es un compuesto con cristales de silica gel.

Este compuesto es químicamente neutro, se encuentra en forma de granos duros, como de vidrio, y posee gran poder de absorción de agua (hasta 40% de su peso).

Su coloración indica el grado de humidificación, siendo naranja en su estado activo, exento de humedad y cambiando a verde con presencia de humedad. En algunos casos, esta coloración se verifica solamente en cristales aislados colocados como testigos, ya que el material puede tener color blanco neutro en estado seco.

15.7.2. Detalle constructivo

El secador de aire se compone de un cuerpo (3) de material transparente, que contiene el silicagel. Este recipiente está cubierto por una tapa (1) que a su vez permite conectar conectar el dispositivo con el caño de bajada del tanque de expansión. En la parte inferior del cuerpo, se encuentra un vaso de material transparente para el contener el aceite de la trampa para partículas. Dicho recipiente cuenta con un conjunto de orificios que permite el pasaje de aire pero no así de partículas y agentes externos.

15.7.3. Funcionamiento

La disminución del nivel de aceite en el tanque de expansión produce una depresión en la cámara de aire de este. El aire húmedo externo penetra por los orificios del vaso, burbujea a través del aceite en el contenido, ingresa al recipiente y entra en contacto con el silicagel, el que retiene la humedad, permitiendo que ingrese aire seco al tanque de expansión. El paso del aire a través del aceite impide, además, la absorción indeseable de humedad por parte del silicagel, ya que impide que éste esté en contacto permanente con el medio exterior, evitando que los cristales se saturen en poco tiempo.

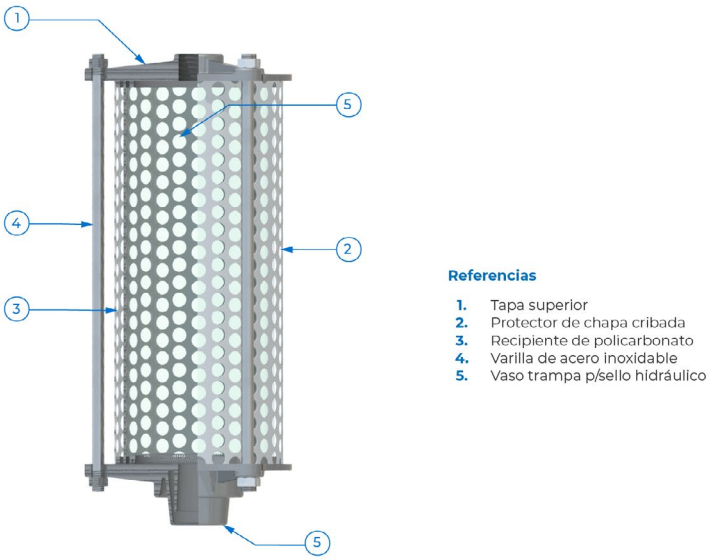


Fig. N°21: secador de aire

15.8. Nivel prismático

15.8.1. Generalidades

Este instrumento es apto para uso en intemperie y su función es la de indicar el nivel de líquido aislante dentro del tanque de expansión del transformador.

El indicador de nivel se fija a la tapa del tanque de expansión, soldando la base del nivel. Posee una junta de goma sintética, un visor de policarbonato y el marco de nivel, que sujeto por bulones, asegura la estanqueidad del sistema, como se indica en la siguiente figura.

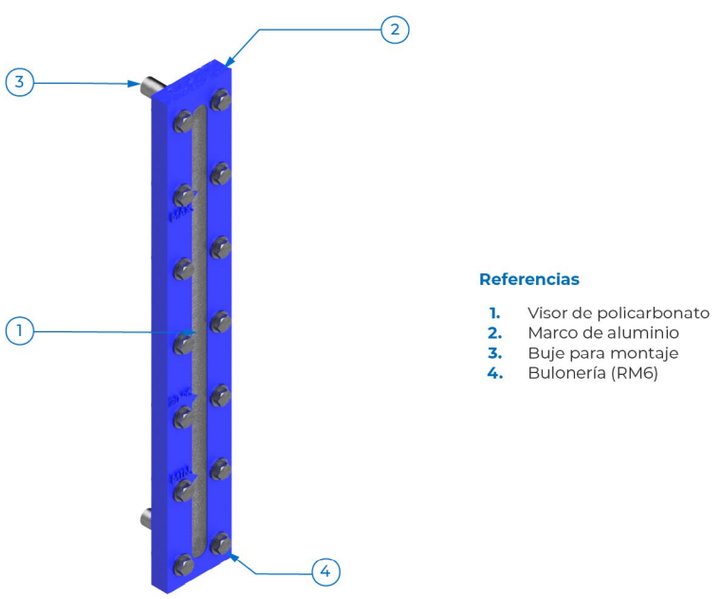


Fig. N°22: nivel prismático

15.9. Nivel magnético

15.9.1. Generalidades

Este instrumento es apto para uso en intemperie, su función es la de indicar y controlar el nivel de líquido aislante dentro del tanque de expansión del transformador. Este nivel cuenta, además, con contactos eléctricos para señales de alarma y disparo.

15.9.2. Descripción

El nivel está instalado sobre la pared lateral desmontable del tanque de expansión y fijado en su posición por medio de pernos roscados y soldados a la tapa del mismo, siendo una junta de goma sintética la que asegura la estanqueidad del sistema.

El cuerpo principal (4) posee un frente de policarbonato (2) a través del cual se puede observar un cuadrante escalado (1) y un puntero indicador (3) que señala el nivel de aceite dentro del tanque. Este dipositivo cuenta con dos sectores, uno anterior hermético al aceite y a la humedad y otro posterior que se introduce en el tanque y en el cual está montado un imán permanente vincula-

do al flotante (5). Dentro del cuerpo del indicador y sobre un eje coaxial al pivote del flotante, giran de forma solidaria un imán permanente, dos contactos y la aguja indicadora. De esta manera la variación del nivel de aceite, captada por el flotante y transmitida en un desplazamiento angular, se refleja en los contactos restantes por acoplamiento magnético, los que al alcanzar cierto ángulo se cierran.

Este dispositivo cuenta, además, con una caja de conexiones (6) ubicada debajo del cuerpo principal, la cual contiene una bornera que recibe los conductores que acometen desde los contactos magnéticos y provee la conexión de los cables del circuito exterior. Los contactos al cerrarse accionan independientemente y en forma secuencial los circuitos de alarma y desconexión.

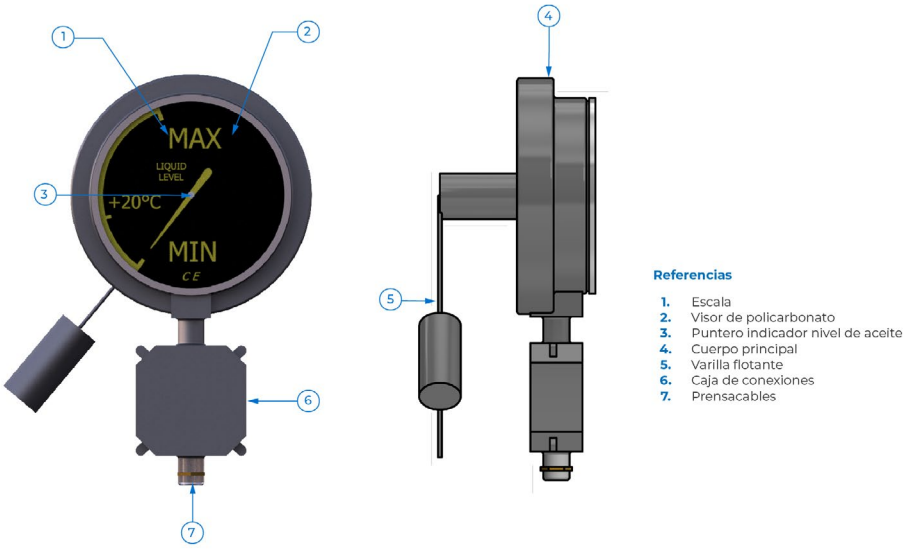


Fig. N°23: nivel magnético

ADMINISTRACIÓN Y PLANTA

Av. República 328. S2252BQQ - Gálvez, Santa Fe, Argentina

+ 54 3404 **487200**

administracion@tadeoczerweny.com.ar

ventas@tadeoytesar.com.ar

PLANTA INDUSTRIAL Y VENTAS

Bv. Argentino 160. S2252CMP - Gálvez, Santa Fe, Argentina

+ 54 3404 **487200** (rotativa) **| 483330** (fax)

tczsa@tadeoczerweny.com.ar

ventas_galvez@tadeoczerweny.com.ar

OFICINA COMERCIAL BUENOS AIRES

Bernardo de Irigoyen 330, Piso 5, Of. 121. C1072AAH - CABA, Argentina

+ 54 11 **5272 8001**/02/03/04/05

tczbsas@tadeoczerweny.com.ar

REPRESENTACIÓN CÓRDOBA

27 de Abril 4243 Torre 11 - Dpto. 12 - 1° Piso. 5003 - Córdoba, Argentina

+54 351 **4890070** **|** +54 351 **3252298**

segurae@tadeoczerweny.com.ar

TADEOCZERWENY.COM.AR

0810-888-82336

Tadeo Czerweny