

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EN ACEITE

MANUAL DEL USUARIO

1. OBJETIVO

El objetivo de este manual es el de darle al usuario una explicación amplia y sencilla del manejo de un transformador de distribución refrigerado en aceite.

2. ALCANCE

Este manual aplica para todos los usuarios de los transformadores marca MAXWELL.

3. IMPORTANTE

Verificar los siguientes puntos antes de energizar.

3.1 Construcción

Asegúrese de que todas las piezas se encuentren en perfectas condiciones, completas y que estén en sus respectivos lugares.

3.2 Conexión

Verificar todas las conexiones eléctricas.

3.3 Cambiador de tomas

Compruebe si el cambiador de tomas funciona correctamente, y si está en la posición deseada para la tensión que se requiere.

3.4 Indicadores

Compruebe si los indicadores de nivel de aceite no están deteriorados.

3.5 Válvulas

Compruebe si las válvulas funcionan correctamente.

3.6 Sistema de conexión a tierra

Asegúrese de que sea perfecto el sistema de conexión a tierra del transformador.

4. TRANSPORTE AL SITIO DE INSTALACIÓN

Para evitar cualquier incidente o accidente durante el transporte del transformador se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. El medio de transporte que sea preferiblemente un camión como mínimo con el doble de capacidad de la carga a transportar.
2. El transformador debe ir lo más centrado como sea posible, para evitar roces con las paredes del camión.
3. Que el guacal este bien firme y alineado.
4. Revisar sujeciones del guacal y del transformador.

5. MANEJO

1. Antes de descargar el transformador del vehículo revise si falta alguna pieza, si existen deformaciones, daños en la pintura o partes metálicas oxidadas. De ser así, informe al fabricante sobre estas irregularidades antes de iniciar cualquier reparación.
2. Cuando un transformador no pueda ser manejado por medio de grúa, podrá moverse deslizándolo sobre canes de madera, pero teniendo cuidado de no volcarlo.

6. ALMACENAMIENTO

En caso de que el transformador no sea instalado inmediatamente este se debe colocar en un sitio con una temperatura ambiente uniforme y siguiendo las siguientes recomendaciones:

1. En lo posible almacenarlos bajo techo.
2. La base para el almacenamiento del transformador deberá tener suficiente resistencia como para soportar su peso y tener además un nivel horizontal.
3. Las pérdidas eventuales de aceite no deberán dañar el medio ambiente.
4. Evitar la entrada de humedad al tanque mediante chequeo previo.
5. Deberá preverse protección contra corrosión y daños mecánicos en el tanque.

7. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

7.1 Fugas de aceite

a. Por empaquetaduras

Ajustar los dispositivos de amarre (tornillos, herrajes, etc.)

b. Por poros o accesorios flojos o fisurados

Haga los ajustes necesarios para evitar que continúen las fugas y penetre más humedad al transformador.

Cuando hay fugas de aceite de gran consideración, se hacen los ajustes para evitar que continúen, se llena el interior del transformador con gas nitrógeno hasta obtener una presión de 2 Psi y se le comunica de inmediato a la empresa.

7.2 Golpes y abolladuras

Cuando el transformador o alguno de sus elementos presentan indicios de haber sido golpeados, lo más indicado es comunicarse con la fábrica para indicar el punto del golpe y recibir las instrucciones pertinentes.

7.3 La pintura

Cuando se presenta deterioro de la pintura, limpie la superficie, luego seque la superficie, lije el punto deteriorado, limpie de nuevo el polvo y aplique una capa de pintura epóxica; deje secar esta y con intervalos de tiempo de secado, aplique tantas capas de pintura como sea necesario, para dar el espesor requerido.

7.4 Accesorios flojos

Cuando se presentan accesorios flojos, ajústelos nuevamente hasta dejarlos en su posición correcta, verifique que no estén fisurados y que no haya penetrado humedad al interior del transformador.

Cuando alguno de estos casos se presente, es recomendable después de haber tomado las medidas correctivas indicadas, realizar las siguientes pruebas:

- Medida de la resistencia de aislamiento (Megger)
- Medida de la relación de transformación (TTR)
- Prueba de hermeticidad con aplicación de gas nitrógeno a una presión de 6 Psi.

Si alguna de estas pruebas no da los resultados esperados, comuníquese con la fábrica.

8. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Normas prácticas y rigurosas las cuales deben ser seguidas durante la inspección, montaje, energización y mantenimiento de transformadores. Estas deben ser estrictamente cumplidas con el fin de garantizar la protección y seguridad de los trabajadores y del transformador.

El tanque del transformador debe ser conectado a tierra en todo momento. Todos los devanados y bujes deben ser conectados a tierra a menos que se estén haciendo pruebas eléctricas. Esto reduce la posibilidad de descargas estáticas, que pueden resultar peligrosas para el personal, llegando incluso a producir fuego y explosiones.

Mediciones eléctricas directas no deben ser realizadas cuando el transformador se encuentre en condiciones de vacío. Un arco puede ocurrir debido a las operaciones de vacío, causando graves problemas en el transformador.

Los devanados secundarios de los transformadores de corriente pueden tener peligro de inducir alta tensión a través de ellos a menos que sean cortocircuitados o conectados a amperímetros.

Hay ejemplos de fenómenos eléctricos que pueden suceder sobre o alrededor de transformadores, lo cual lleva a la absoluta necesidad de trabajar con personal calificado bajo una buena supervisión en cualquier operación de montaje, mantenimiento o maniobras.

Antes de usarse una fuente de energía eléctrica externa para pruebas de motores o control, asegúrese de que ha desconectado todas las fuentes de potencia auxiliares.

Los extintores de incendio deben ser suministrados para usarlos en caso de emergencia. No se debe fumar en lugares próximos a la máquina de tratamiento de aceite.

Antes de quitar cualquier tapa es necesario estar seguro de que no existe presión en el tanque, lo cual se hace abriendo lentamente la válvula de alivio.

Una vez finalizadas todas las inspecciones y pruebas preliminares el transformador se encuentra listo para entrar en servicio. Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Coloque la posición de tomas del conmutador conforme a la tensión de línea.
2. Aplique tensión al transformador sin carga.
3. Manténgalo bajo observación durante un cierto tiempo (1 hora) y asegúrese de que esté en condiciones normales.
4. También hay necesidad de observar el transformador durante una hora después de que ha sido cargado.
5. El transformador una vez instalado y energizado debe ser periódicamente inspeccionado.

9. HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL MONTAJE

A continuación, se listan los artículos, especificaciones y precauciones referentes a todas las herramientas requeridos para el montaje del transformador.

9.1 Grúa

Es conveniente usar una grúa para levantar el transformador hasta la altura requerida en el poste o subestación.

9.2 Herramientas en general

- * Destapador del tambor
- * Tijeras
- * Pinza para pelar cable
- * Llave inglesa
- * Llave de regulación
- * Barreta con pinzas.
- * Llaves boca fija de varias dimensiones

9.3 Equipos de medida

Voltímetro

Se requiere un medidor de voltaje AC para las siguientes pruebas:

- * Prueba de la polaridad
- * Verificación del diagrama vectorial
- * Prueba de la secuencia del circuito de control.

Pinza amperimétrica de precisión

Para medir la corriente de excitación cuando se aplica en voltaje bajo a el transformador.

Puente medidor de resistencias.

Este es necesario para probar la resistencia de bobinado del transformador. Se necesita un rango de medición de 0.001 - 10 ohmios
El puente Kelvin es adecuado. Deben tenerse a mano algunas baterías.

Aparato medidor de las resistencias de aislamiento (megger).

Un aparato manual con un rango de aproximadamente 2500 A 5000V y 2500 Megohmios es adecuado.

10. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Se debe inspeccionar continuamente la subestación para verificar que no haya nada anormal como ruido, cambio de color en el aceite u olores anormales.

10.1 Temperatura del transformador

La temperatura del transformador está directamente relacionada con la duración de los materiales de aislamiento, por lo que es necesario prestarle atención.

10.2 Inspección del volumen de aceite

El volumen del aceite debe ser verificado con el fin de que este no tenga fugas.

10.3 Ruido

En algunos casos se puede percibir algún ruido anormal, cuando se está familiarizado con el sonido que el transformador produce durante la operación normal, lo cual puede ayudar a descubrir alguna falla.

Las siguientes son las causas posibles de ruido anormal:

- a) Resonancia del tanque debida a cambios anormales en la frecuencia de la fuente de corriente.
- b) Defecto en el mecanismo de ajuste del núcleo,
- c) Defecto en la estructura central, (como desajuste en el núcleo) es posible que se encuentren flojos los tornillos de sujeción de las bridas.
- d) Aflojamiento de los anclajes
- e) Ruido anormal por descarga estática, debido a partes metálicas carentes de tierra.

10.4 Desajuste de las piezas de fijación y de las válvulas

Si se encuentran terminales de tierra flojos, desenergice el transformador y requíntelos. Los tornillos de los cimientos que estén sujetos a grandes cargas, deben ser apretados firmemente para evitar el desplazamiento del transformador.

10.5 Fugas de aceite

Las fugas de aceite pueden ser causadas por el deterioro de algún empaque o por mal posicionamiento; algunas tardan en descubrirse, verifique cuidadosamente las válvulas y los empaques. Si hay algún defecto que pudiera causar una fuga, informe a la Empresa.

11. RECOMENDACIONES

11.1 Resistencia de aislamiento de los devanados

Una vez al año, cuando se note un cambio brusco después de años de uso o cuando se note un cambio en comparación con datos registrados en pruebas anteriores realice mantenimiento preventivo.

11.2 Pruebas físico químicas del aceite

Tome muestras anuales del aceite y mándelas a un laboratorio certificado y de confianza.

11.3 Mantenimiento general

Realice limpieza general y requinte de terminales anualmente.

El aceite además de servir como medio aislante sirve para transferir el calor generado en las bobinas y el núcleo hacia las paredes del Tanque debe cumplir con las siguientes características:

- Elevada rigidez dieléctrica
- Baja viscosidad
- Estar bien refinado y libre de materiales que puedan corroer las partes metálicas.
- Estar libre de humedad y componentes que se polaricen
- Tener un bajo punto de fluidez
- Que tenga poca evaporación.

11.4 Deterioro y prevención del aceite del aislamiento

El aceite de aislamiento se deteriora gradualmente por el uso. Las causas son la absorción de la humedad del aire y de partículas extrañas que entran en el aceite y el principal efecto es la oxidación. El aceite se oxida por el contacto con el aire y éste proceso se acelera por el aumento de la temperatura del transformador y por el contacto con metales tales como el cobre, el hierro, etc.

Además de lo anterior, el aceite sufre una serie de reacciones químicas tales como la descomposición y la polimerización, que producen partículas que no se disuelven en el aceite y que se precipitan en el núcleo y bobinados. Estas partículas son llamadas sedimentos. Los sedimentos no afectan directamente la rigidez dieléctrica, pero los depósitos que se forman sobre los devanados impiden su normal refrigeración.

Debido a que el deterioro del aceite es causado generalmente por la oxidación, el método para prevenirlo consiste en reducir al mínimo posible su contacto con el aire. Con este propósito se usa un tanque que no permita la entrada de aire. Además, se deben tomar muestras anuales de aceite para ser analizadas en un laboratorio especializado.

11.5 Mantenimiento e inspección de los bujes

Verificar que no halla fugas por los bujes, esta puede ser causada por deterioro del empaque, rompimiento de la porcelana debido a una descarga o por golpe.

Si la fuga es debido al empaque, este se debe evaluar para verificar si merece ser cambiado o ajustado.

Si es por fisura en el buje este debe ser reemplazado inmediatamente

11.6 Inspección por excesivos calentamientos parciales

El calentamiento excesivo de los terminales se debe en la mayoría de los casos a aflojamiento; si llegara a observarse, elimine el polvo de las partes de contacto y apriete firmemente.

11.7 Mantenimiento e inspección de empaquetaduras

Revise la empaquetadura con frecuencia aproximadamente de un año, inspeccionar que este no se encuentre cristalizado, en caso afirmativo cambiar inmediatamente.

11.8 Como detectar una fuga

Cuando la fuga sea abajo del nivel del aceite lave primero con thinner o alcohol la parte afectada, y al eliminarse el polvo en el lugar de la fuga se vera claramente una mancha.

Cuando la fuga sea arriba del nivel del aceite. Cargue el gas de nitrógeno a una presión apropiada (aproximadamente 3 psi), ponga una solución de jabón líquida en la parte sospechosa del empaque; si hay alguna fuga se formarán burbujas.

En estos casos consulte con la empresa y solicite mantenimiento correctivo.

12. FALLAS

El origen de las fallas no es simple, generalmente es la combinación de muchos factores que pueden clasificarse de la siguiente manera:

12.1 Imperfección en las especificaciones

- Error en la selección del tipo de aislamiento.
- Capacidad no apropiada.
- Condiciones del lugar de instalación (humedad, temperatura, gases perjudiciales, etc.)

12.2 Imperfecciones en las instalaciones

- Instalación incorrecta.
- Capacidad y rango de protección del pararrayos incorrecto.
- Interruptor de protección incorrecto

12.3 Imperfecciones en la operación y mantenimiento del equipo

- Partes conductoras externas flojas y calentamiento de las mismas.
- Deterioro del aceite de aislamiento
- Carga excesiva o error en la conexión de los cables.
- Inspección insuficiente de los empaques
- Mantenimiento insuficiente de los accesorios.

12.4 Voltaje anormal

Motivo de la falla del transformador

12.5 Deterioro normal

Motivo de la falla del transformador

12.6 Desastres naturales

Motivo de la falla del transformador

13. TIPOS DE FALLAS

Las fallas de un transformador se pueden clasificar de la siguiente manera:

13.1 Fallas internas del transformador:

En devanados y núcleo

- Interrupción dieléctrica
- Rotura y torsión de los devanados
- Error en el contacto a tierra
- Conmutador de derivaciones abierto
- Aceite de aislamiento

13.2 Fallas externas del transformador:

En el tanque

- Por fugas de aceite en un empaque, válvula, cordón de soldadura

14. DESCUBRIMIENTO DE LAS FALLAS

14.1 Fallas repentinas

La mayoría de las interrupciones dieléctricas ocurren repentinamente, especialmente la debida a un rayo o a una tensión anormal, causando una falla directa. La corriente excesiva por un cortocircuito externo o por un golpe mecánico, también sucede repentinamente, y disturbios por sismos e incendios, pueden dañar accidentalmente el transformador.

14.2 Fallas que se desarrollan lentamente

Este tipo de fallas se relacionan generalmente, con factores totalmente externos o ajenos al transformador, de tal forma que está fuera de nuestro alcance el poder preverlos y prepararnos para enfrentarlos.

El objetivo de nuestro mantenimiento e inspección es descubrir las fallas que ocurren y que se desarrollan lentamente. Estas fallas son las siguientes:

- Deformación de los materiales de aislamiento y del bobinado, debido a golpes mecánicos causados por un cortocircuito externo. El transformador generalmente se diseña y se fabrica para resistir el calor y los golpes mecánicos. Sin embargo, si se expone a golpes mecánicos intensos y frecuentes, aún una pequeña deformación puede convertirse en una falla interna seria.
- Aislamiento del núcleo. Puede existir aislamiento deficiente entre las láminas del núcleo, entre el tornillo de sujeción del núcleo, etc. El aislamiento deficiente causa un cortocircuito en el flujo magnético, produce constantemente una corriente de corto circuito en este lugar y provoca un calentamiento excesivo pudiendo desarrollar fallas serias.
- Aislamiento deficiente debido a una condición operacional dura, como carga excesiva. El aislamiento del transformador se deteriora por el aumento de la temperatura y este deterioro a través de los años empeora y se convierte en una falla seria cuando el transformador sufre una carga excesiva.
- Deterioro de los materiales de aislamiento, del aceite, de los bujes, etc. debido a absorción de humedad, a oxidación y a formación de una corona, etc.
- Deterioro del aislamiento de la parte externa del transformador debido al viento, la nieve, la sal y el polvo. Esto puede prevenirse con una inspección y un mantenimiento correcto.

15. FALLAS INTERNAS DEL TRANSFORMADOR

15.1 Fallas en los devanados

Cortocircuitos

Hay cortocircuitos entre las espiras, entre las fases y entre las bobinas. La mayoría de las fallas de los cortocircuitos se deben a tensión anormal en los pararrayos, y algunas se deben al deterioro del aceite de aislamiento y a la penetración de la lluvia. También algunos cortocircuitos se deben al deterioro por calor, causado por una fuerza mecánica electromagnética o por una carga excesiva anormal.

En general, los cortocircuitos internos causan deformaciones graves en las bobinas, como efecto secundario.

Rompimiento de los terminales de los devanados

Los terminales de los devanados sufren daños por un exceso de corriente (cortocircuito externo, etc.) o por un rayo. También los accidentes de cortocircuito del sistema que se acumulan, causan daños en el soporte del bobinado, por su fuerza destructora mecánica repetida, que finalmente rompe los terminales.

Cortocircuito a tierra.

El voltaje de impulso o el deterioro del aislamiento pueden causar un cortocircuito a tierra del bobinado o de sus terminales al núcleo o al tanque.

15.2 Fallas en el núcleo

Las fallas del núcleo se desarrollan lentamente. El aislamiento y el contacto a tierra deficientes ya mencionados, causan una corriente de cortocircuito parcial, un deterioro del aceite, lo cual gradualmente se convierte en una falla seria.

Una sujeción deficiente del núcleo puede causar una vibración perjudicial.

En resumen, las fallas repentinas no se pueden prever ya que son por causas en las cuales no podemos ejercer control, pero el resto de las fallas las podemos evitar o minimizar realizando un debido mantenimiento al transformador.