



MANUAL PARA LA RECEPCIÓN, INSTALACIÓN, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO.



TRANSFORMADORES TIPO SECO ENCAPSULADO

CONTENIDO

Haga click en la opción sobre la que desea obtener más información.



1. OBJETIVO / 03

2. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN / 03

3. ELEVACIÓN DEL TRANSFORMADOR / 04

4. MOVIMIENTO DEL TRANSFORMADOR / 05

5. ALMACENAMIENTO DEL TRANSFORMADOR / 06

6. INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES / 06

6.1. Ubicación del transformador / 06 - 07- 08

6.2. Realización de pruebas eléctricas antes de la energización / 08

6.3. Conexión de puesta a tierra / 09

6.4. Conexiones de los terminales de los devanados / 09



6.5. Cambiador de Taps / 10

6.6. Sistemas de protección / 11

7. ENERGIZACIÓN / 11

8. MANTENIMIENTO / 12 - 13

1. OBJETIVO

Este manual tiene por objetivo dar las instrucciones mínimas necesarias para la recepción, instalación, puesta en servicio y el mantenimiento, de los transformadores secos encapsulados de media tensión marca Rymel.

Adicionalmente a lo dispuesto en este documento, se deben tener en cuenta las normas de la empresa de energía local, como también las normas y regulaciones vigentes del país.

Lea cuidadosamente este manual antes de poner en funcionamiento el sistema. Para información adicional o casos específicos, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

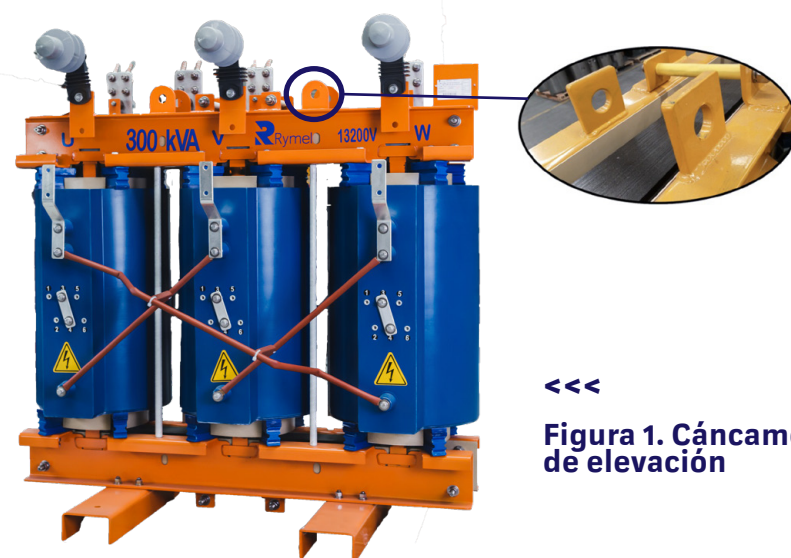
2. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN

- El transformador debe ser transportado en posición vertical y debe estar protegido contra golpes y agentes externos que puedan afectar su funcionamiento. Seleccione adecuadamente el esquema de transporte y su respectivo embalaje.

- El equipo se debe transportar dentro de un embalaje adecuado, que garantice la integridad del transformador y asegurado de tal manera que no se pueda desplazar durante el transporte.
- Durante el transporte, el equipo debe estar puesto de manera vertical y debe protegerse contra la entrada de humedad, contra la radiación del sol y contra sustancias químicas. Además, debe estar sostenido firmemente, para evitar caídas o movimientos que produzcan impactos sobre algún elemento del equipo.
- El transformador debe fijarse correctamente a su embalaje, el cual debe poseer una base que permita el uso de un montacarga. El sistema de fijación no debe comprimir, ni producir un esfuerzo mecánico sobre los terminales, conexiones accesorios y devanados del transformador.
- Durante la recepción del equipo se debe realizar una inspección visual, para verificar que el transformador no se encuentre en mal estado. Verifique que las conexiones, terminales y accesorios se encuentren en buenas condiciones, verifique que no se encuentran grietas en el cuerpo de los devanados, además verifique que estos estén centrados con respecto al núcleo. No debe haber presencia de humedad, impurezas o cuerpos extraños. No deben extraviarse los tornillos y partes metálicas de los terminales del transformador
- Verifique que los datos contenidos en la placa de características, correspondan con el pedido y con la información de transporte. También verifique que el transformador haya sido suministrado con sus respectivos accesorios indicados en el contrato. Cualquier desviación encontrada debe ser documentada con una descripción clara, adicionando un registro fotográfico y debe ser notificada al transportista y al fabricante.

3. ELEVACIÓN DEL TRANSFORMADOR

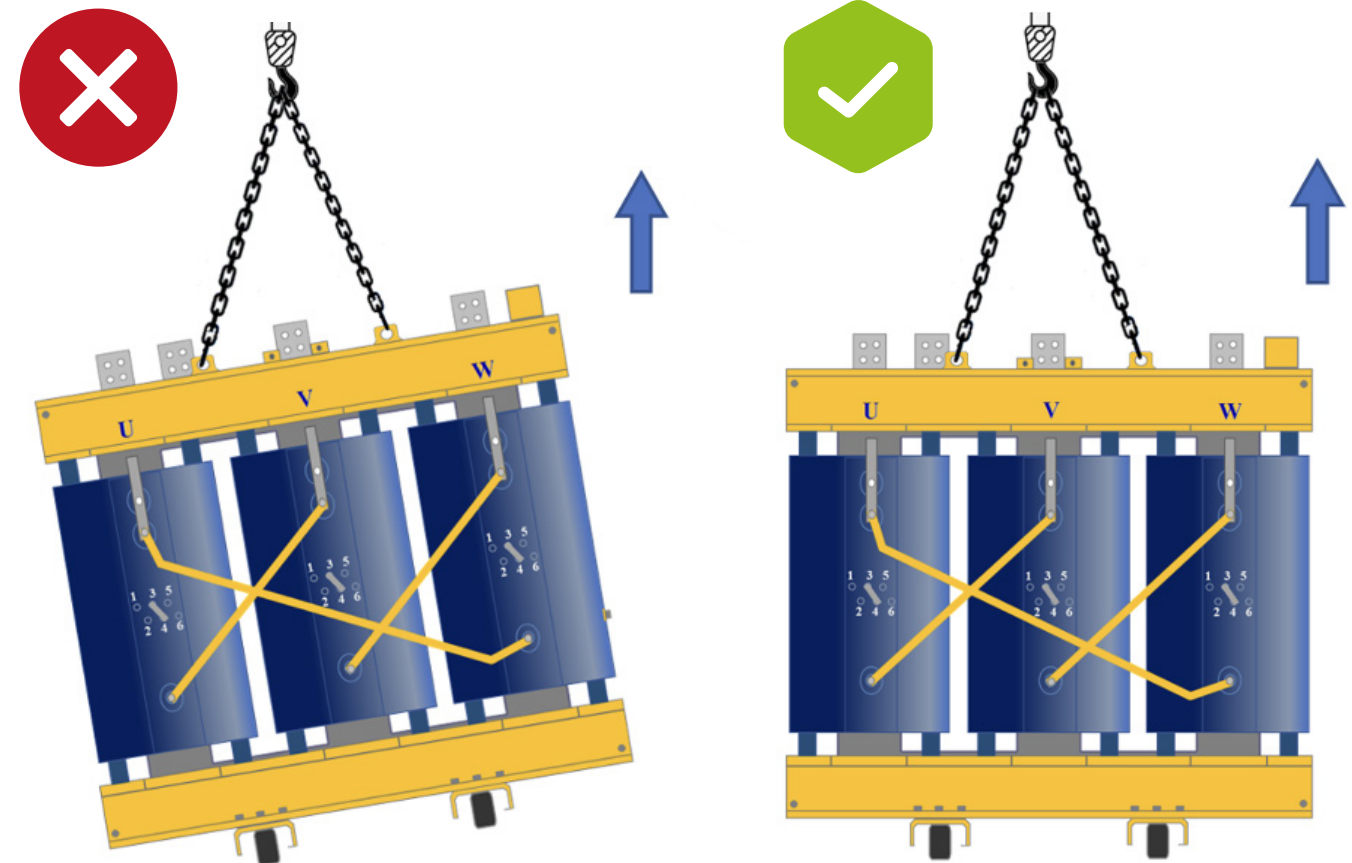
- El transformador esta provisto de un herraje de sujeción, que da soporte tanto al núcleo magnético como a los devanados. Dicho herraje está provisto de 4 cáncamos de elevación (Figura 1), los cuales deben utilizarse todos al mismo tiempo, durante el levantamiento del equipo.
- No se debe elevar el transformador apoyándose en el núcleo magnético, ni tampoco utilizando los devanados, terminales y accesorios.
- Durante la elevación del transformador, utilice los dispositivos de izaje adecuados, los cuales deben tener un factor de seguridad de 5 (5 veces el peso del equipo). Utilice las mejores prácticas de izaje, para evitar caídas, inclinaciones o movimientos bruscos, que puedan producir daños en el equipo (Figura 2).
- El transformador debe ser elevado de manera vertical, no se deben producir inclinaciones en el equipo.



<<<

Figura 1. Cáncamos de elevación

- La tensión de los cables de elevación debe aumentarse de manera gradual, para evitar golpes repentinos. Se debe proteger las partes en contacto, para evitar desprendimiento de pintura.
- No se debe dejar el transformador elevado durante largos periodos de tiempo.



No se debe elevar el transformador con inclinaciones

^^^

Figura 2. Elevación del transformador

4. MOVIMIENTO DEL TRANSFORMADOR

- El herraje del transformador, en su parte inferior, posee unos soportes que facilitan el desplazamiento del equipo utilizando un montacargas.
- El desplazamiento debe realizarse estando el transformador en posición vertical, sin ningún tipo de inclinación. Durante el desplazamiento no se deben realizar movimientos rápidos y bruscos.
- No se debe desplazar el transformador ejerciendo fuerza directamente sobre el núcleo magnético, ni sobre los devanados, terminales o accesorios.
- Al utilizar las ruedas del equipo, se debe tener en cuenta que el desplazamiento del transformador solo se puede realizar en dos direcciones. No se recomienda desplazar el equipo más de 10 m utilizando las ruedas



Advertencia de seguridad: No se debe ejercer fuerza directamente sobre el devanado, ni directamente sobre el núcleo magnético.

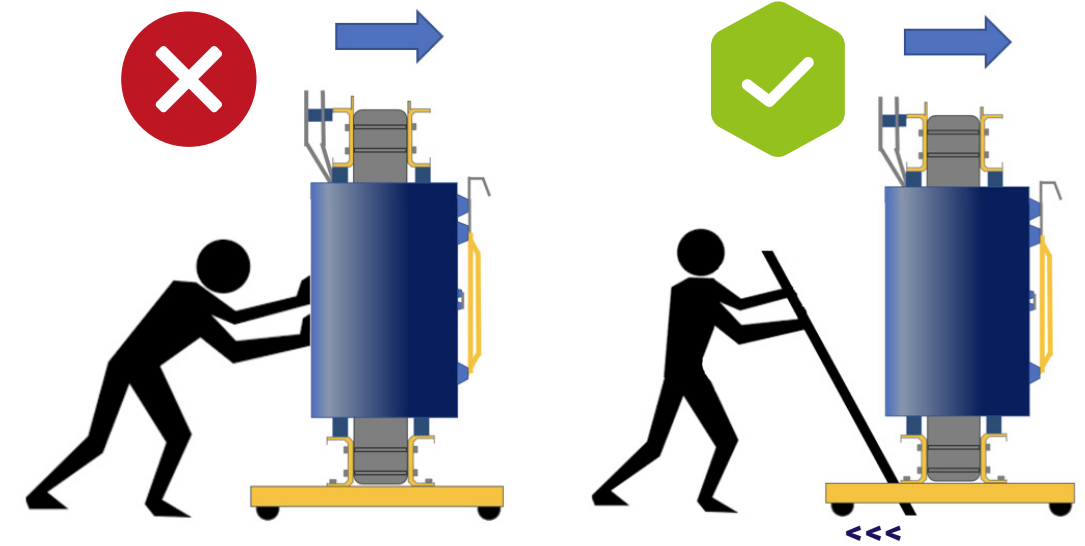


Figura 3. Correcto desplazamiento del transformador.

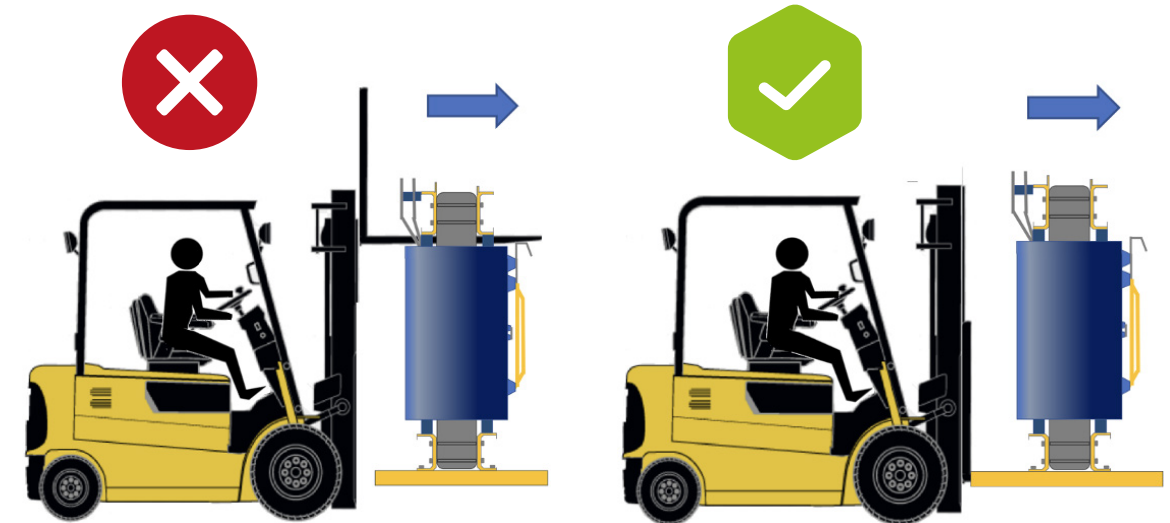


Figura 4. Correcto desplazamiento del transformador.

5. ALMACENAMIENTO DEL TRANSFORMADOR

- El transformador debe ser almacenado en posición vertical sin inclinaciones, en una ubicación limpia y seca.
- Se debe proteger contra el agua, el polvo, la radiación del sol y contra factores externos contaminantes, que puedan deteriorar los elementos del transformador y debe estar protegido contra golpes, incluso si se suministra con un encerramiento.
- Al recibir el equipo y si no se va a realizar una instalación inmediata, no retire el embalaje suministrado con el equipo y no retire su base de madera.
- Si el equipo ha estado almacenado durante un periodo largo de tiempo, en un ambiente con alto contenido de humedad, se debe realizar un proceso de secado del transformador.

6. INSTALACIÓN

- El transformador debe ser manipulado e instalado solo por personal competente especializado, el cual debe utilizar todos los equipos de protección apropiados y debe seguir las prácticas de seguridad eléctrica establecidas por la empresa de energía local, además debe seguir los reglamentos y las normas vigentes; y debe seguir las instrucciones dadas en este documento.

- Todos los aparatos deben estar desenergizados durante la instalación o desinstalación del equipo. No se debe manipular los cables energizados directamente con las manos.
- Se debe desenergizar el equipo antes de realizar cualquier trabajo en él. Además, se debe utilizar un dispositivo detector de tensión adecuado, para confirmar la desenergización.

6.1. Ubicación del transformador

El transformador seco encapsulado está diseñado para instalación en interior, en un sitio protegido de la radiación solar directa, en ambientes limpios y secos sin riesgo de penetración de agua. En el lugar de ubicación debe haber una adecuada ventilación, con un aire limpio, seco y libre de partículas abrasivas.

El lugar de instalación debe ser diseñado teniendo en cuenta los reglamentos y normas vigentes en el país; y teniendo en cuenta todas las consideraciones de seguridad. Los elementos de seguridad contra incendios y primeros auxilios deben estar ubicados en un lugar visible. Durante la ubicación del transformador se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Antes de la instalación se debe realizar una inspección visual, para verificar que el transformador no se encuentre en mal estado. Verifique que las conexiones, terminales y accesorios se encuentren en buenas condiciones, verifique además que no existan grietas en el cuerpo de los devanados y que estos estén centrados con respecto al núcleo. No debe haber presencia de humedad, impurezas o cuerpos extraños en la superficie del transformador. Además, no deben haberse extraviado los tornillos y partes metálicas de los terminales del transformador.
- Limpie con cuidado los devanados, para quitarles el polvo, la suciedad y la posible condensación. Utilice una aspiradora para evitar dispersar la suciedad y el polvo sobre el transformador.
- Verifique que los valores nominales de voltajes o corrientes indicados en la placa de características, correspondan con el sistema al cual va ser instalado el transformador.
- Verifique que los datos contenidos en la placa de características, correspondan con el pedido.
- Verifique la existencia de continuidad en los devanados.
- Ubique el transformador en posición vertical en su respectivo soporte y asegúrelo firmemente a la base de instalación.
- La base de instalación debe estar nivelada y debe poder soportar el peso del equipo.

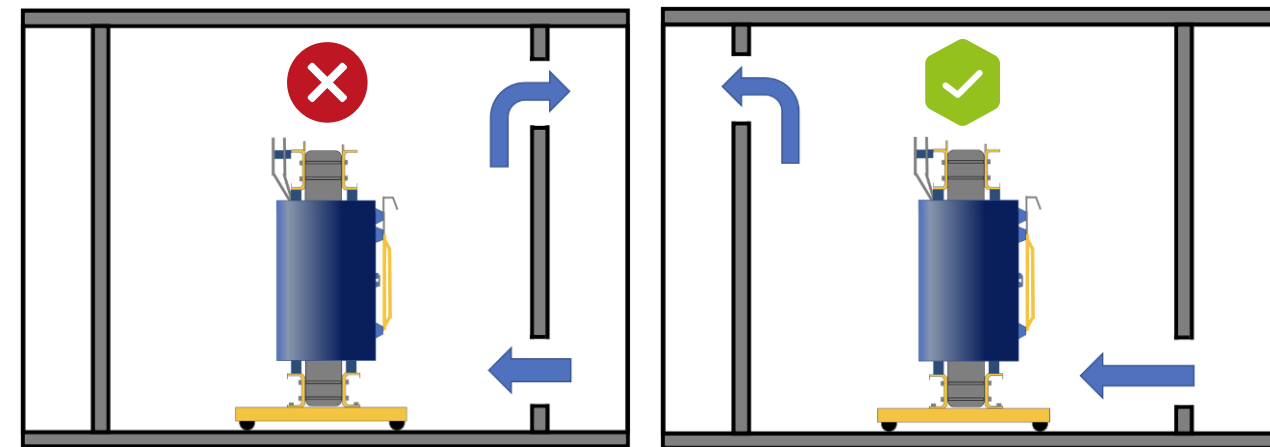


Figura 5. Sistema de ventilación

- Se deben garantizar las distancias de seguridad, entre las partes energizadas y cualquier elemento dentro del recinto, de tal manera que se mantenga la distancia de aislamiento de acuerdo al nivel de tensión. Se debe tener en cuenta que las paredes del encapsulado de los devanados, no garantizan aislamiento al contacto, por lo cual la superficie del devanado debe considerarse un elemento energizado y expuesto. Por lo tanto, debe mantenerse una distancia dieléctrica de acuerdo al nivel de tensión, entre cualquier elemento y la superficie del devanado.
- El transformador debe instalarse dentro de un encerramiento, celda o en una sala con puertas que solo permitan el acceso cuando el transformador no está energizado. Se recomienda que el transformador este ubicado de tal forma, que la puerta de acceso se encuentre al frente de los terminales del devanado de baja tensión.
- No se debe operar el transformador en niveles de voltajes o corrientes, más altos que el nivel nominal especificado en la placa de características, debido a que se puede producir sobrecalentamiento y se puede ocasionar la falla del equipo.

- Si se van a utilizar las ruedas como apoyo, verifique que el transformador este nivelado y proceda a bloquear el giro de las ruedas, para evitar un accidental desplazamiento. No se acepta como bloqueo el giro de las ruedas.
- Se recomienda utilizar en la base dispositivos de amortiguamiento, de tal forma que estos absorban las vibraciones mecánicas, mitigando la transferencia de vibración a la estructura de la edificación.
- Se debe garantizar una adecuada separación entre el equipo y las paredes u otros obstáculos, para permitir la libre circulación de aire.
- Si se utiliza un cerramiento metálico o celda, esta debe ser diseñada por personal competente y especializado, el cual tendrá en cuenta las dimensiones del equipo, la adecuada ventilación, las distancias dieléctricas, la entrada y salida de los conductores y su radio de curvatura, además tendrá en cuenta las normas y regulaciones vigentes en el país.



Nota 1. Operar el transformador en niveles de voltajes o corrientes más altos que el nivel nominal especificado en la placa de características, puede producir sobrecalentamiento y puede ocasionar la falla del equipo.

Nota 2. Las paredes del encapsulado de los devanados, no garantizan aislamiento al contacto, por lo cual la superficie del devanado debe considerarse un elemento energizado y expuesto. Por lo tanto, se debe mantener una distancia dieléctrica de acuerdo al nivel de tensión, entre cualquier elemento y la superficie del devanado.

6.2. Realización de pruebas eléctricas antes de la energización

Se recomienda realizar pruebas eléctricas con equipos portátiles antes de la energización, para garantizar el buen estado del equipo. Las siguientes pruebas mínimas son recomendadas en este documento:

Medición de la resistencia de aislamiento.
Medición de la resistencia de los devanados.
Medición de la relación de transformación.

Los resultados de las pruebas deben compararse, con los reportados en el protocolo de pruebas en fábrica. Al momento de comparar resultados, tenga en cuenta las variaciones que se pueden producir, debido a la existencia de diferentes temperaturas de prueba.

Disminuciones considerables en los valores de la resistencia de aislamiento, podrían indicar un alto contenido de humedad, en dicho caso se debe aplicar un proceso de secado al transformador. Por otro lado, variaciones considerables en los resultados deben ser analizados cuidadosamente y en caso de ser necesario comuníquese con el fabricante al servicio al cliente.

6.3. Conexión de puesta a tierra

Conecte el cable de tierra al tornillo del equipo previsto para este propósito, verifique que la conexión es segura garantizando un buen contacto y verifique la conexión a tierra de la instalación, la cual debe tener una baja impedancia. El área del conductor de tierra se debe seleccionar de acuerdo a la corriente de falla. La conexión de la puesta a tierra del equipo, debe estar conforme a las normas y reglamentos vigentes. Se debe mantener la distancia dieléctrica adecuada entre el conductor de tierra y las partes energizadas, las cuales incluyen la superficie del devanado. Conecte a tierra todas las partes metálicas de la instalación, que no transporten corriente y estén descubiertas.

6.4. Conexiones de los terminales de los devanados

- Los terminales de los devanados están ubicados en la parte superior del equipo. Limpie las terminales de los cables (de ser necesario) y conéctelos de manera segura a los terminales del transformador, ajustando muy bien las conexiones. Tenga en cuenta la compatibilidad de materiales, para que no se produzca corrosión galvánica, utilice materiales con recubrimientos de estaño o conductores bimetálicos, en el caso de la conexión aluminio-cobre.

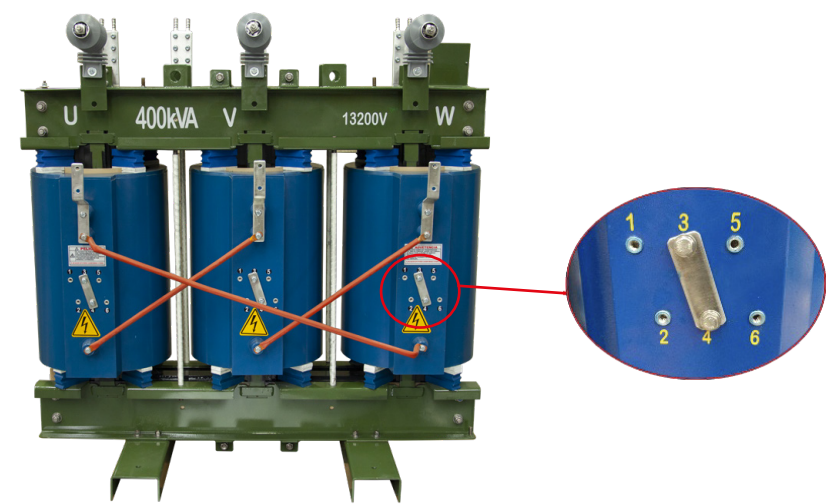
- Durante los trabajos de conexión se deben proteger los devanados, para evitar que pequeñas piezas metálicas, caigan en el interior de los devanados y comprometan el sistema dieléctrico.
- Utilice el cable conductor y el terminal adecuado de acuerdo a la corriente y al nivel de tensión. En el caso de la conexión de los terminales de alta tensión, utilice cables especiales para media tensión, con terminales que incluyan control del esfuerzo dieléctrico.
- Los cables conductores no deben ejercer presión sobre los terminales del transformador.
- Se recomienda conectar rígidamente a tierra, el neutro del transformador y el neutro del sistema.
- Se recomienda recubrir los terminales de baja tensión, con cinta aislante autofundente
- Verifique antes de energizar el transformador, que ninguna de las fases esté conectada a tierra y que no exista corto circuito entre ellas.
- Se debe garantizar las distancias de seguridad, entre las partes energizadas y los cables conductores, de tal manera que se mantenga la distancia de aislamiento de acuerdo al nivel de tensión. Se debe tener en cuenta que las paredes del encapsulado de los devanados de alta tensión, no garantizan aislamiento al contacto, por lo cual la superficie del devanado debe considerarse un elemento energizado y expuesto. Por lo tanto, debe mantenerse una distancia dieléctrica de acuerdo al nivel de tensión, entre los cables conductores y la superficie del devanado. En la Figura 6 se muestran configuraciones de conexión correctas.



Nota 3: Conexiones flojas pueden producir puntos calientes y graves daños a la operación del transformador.

6.5. Cambiador de Taps

El transformador viene equipado con un cambiador de Taps, ubicado en la parte frontal delantera del devanado, tal como se muestra en la Figura 7. Dicho cambiador está compuesto por una pletina conductora, que une eléctricamente un terminal ubicado en la parte superior, con su correspondiente terminal ubicado en la parte inferior. El cambio de posición del cambiador de tomas debe realizarse estando el transformador desenergizado. La posición del cambiador de Taps debe ser la misma en los tres devanados.



Voltaje AT [kV]	Posición	Unión de terminales
13.860	1	1-2
13.530	2	2-3
13.200	3	3-4
12.870	4	4-5
12.540	5	5-6

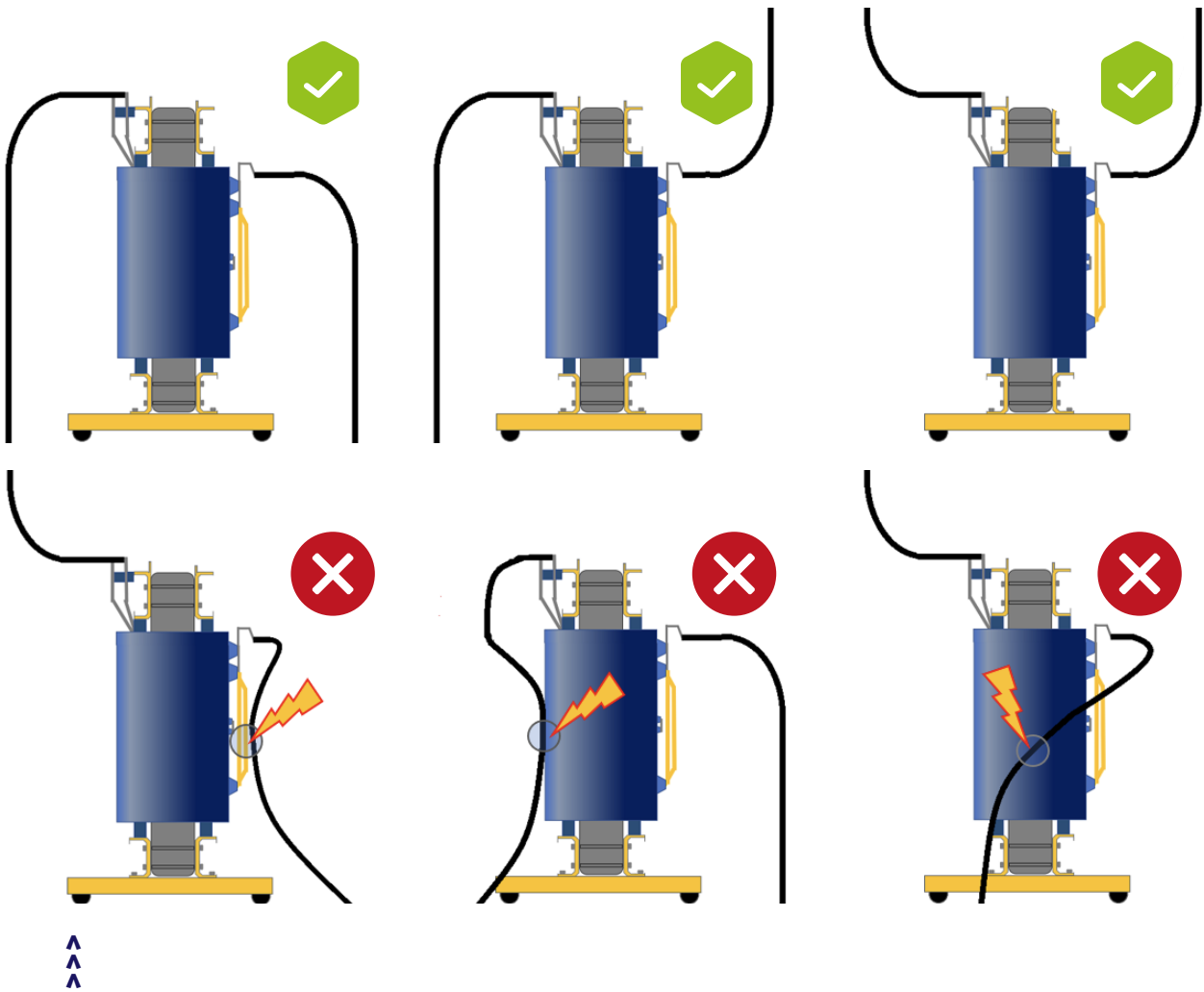


Figura 6. Configuraciones de conexión.
En las tres últimas figuras no se garantiza la distancia dieléctrica entre la superficie del devanado y los cables

6.6. Sistemas de protección

- El transformador debe ser dotado de todos los equipos de protección, establecidos por la Empresa de Energía local y establecidos en las normas y regulaciones vigentes del país.
- Los transformadores deben tener dispositivos de protección contra sobrecorrientes producidas por un cortocircuito o por una sobrecarga, tanto en el lado de alta como de baja tensión. Dichas protecciones deben ser ajustadas de acuerdo a las características técnicas, que se encuentran en el protocolo de pruebas en fábrica del transformador y deben tener en cuenta la corriente de Inrush o de arranque del equipo.
- Los transformadores deben tener instalados descargadores de sobretensión adecuados, cuyas características deben ser seleccionadas de acuerdo al nivel de tensión y a las características del sistema de distribución.
- Si existen bancos de capacitores conectados cerca del transformador y que se encuentren en continua conmutación, estos deben ser equipados con limitadores de sobrecorriente de conexión, para evitar que se generen sobretensiones transitorias.
- Se debe instalar un dispositivo para el control de temperatura del transformador, con sensores instalados en los devanados; para este propósito los devanados de baja tensión cuentan con un compartimiento especial, ubicado en el lado de baja tensión para la instalación de

sensores de temperatura. El sistema de control de temperatura protege al equipo contra una mala ventilación o una sobrecarga y debe poseer un relé asociado para alarma y uno para disparo, los cuales deben ser utilizados para activar un sistema de alarma, para activar un sistema de ventilación forzada o para sacar la subestación de servicio. A continuación, se muestra los ajustes recomendados para un transformador de clase térmica F.

AJUSTES RECOMENDADOS PARA TRANSFORMADORES CLASE F	
Alarma	Disparo
130 °C	140 °C

7. ENERGIZACIÓN

Una vez el transformador esté instalado correctamente, se debe proceder a la energización. Para esto siga los siguientes pasos.

- Inspeccione visualmente la instalación y asegúrese de que se mantienen las distancias dieléctricas, recuerde que ningún elemento debe tocar la superficie del devanado de alta tensión del transformador.
- Observe que la posición del cambiador de taps sea la misma en los tres devanados.
- Observe que no se haya dejado algún objeto o herramienta en el transformador.

- Desconecte la carga del lado de baja tensión y proceda a energizar el lado de alta tensión. Al cerrarse el interruptor se produce un transitorio de alta intensidad, debido a la corriente de Inrush o de arranque del transformador.
- Verifique que no haya ruidos u olores extraños y que los voltajes de salida estén equilibrados, y que se encuentren dentro del rango normal de operación.
- Cierre el interruptor del lado de baja tensión, para introducir la carga.
- Se debe tener en cuenta que las paredes del encapsulado de los devanados de alta tensión, no garantizan aislamiento al contacto, por lo cual la superficie del devanado debe considerarse un elemento energizado y expuesto. Por lo tanto, está prohibido tocar la superficie del devanado, estando el transformador energizado.

8. MANTENIMIENTO

Los transformadores secos encapsulados son muy confiables y seguros, debido a que sus partes internas están encapsuladas en resina y por lo tanto no están en contacto con el medio ambiente. Sin embargo, se deben realizar algunas actividades de control y limpieza por lo menos cada año.

El objetivo de las actividades de mantenimiento es prever anticipadamente el deterioro de algún tipo de accesorio o elemento importante en el transformador. El polvo que se deposita en las paredes externas de los devanados, se comporta como un aislante térmico aumentando la temperatura del equipo, además la capa de polvo reduce la distancia de fuga del equipo. Por lo tanto, se debe realizar una limpieza de los devanados a través del aspirado del polvo o

utilizando solventes dieléctricos. Recomendamos también realizar periódicamente una inspección termográfica, con el fin de detectar puntos calientes anormales debido a un mal contacto eléctrico.

Las actividades de mantenimiento deben realizarse con el transformador completamente desenergizado y deben ser realizadas por un personal capacitado y entrenado en este tipo de labores, los cuales debe seguir las prácticas de seguridad eléctrica establecidas por la Empresa de Energía local y deberán aplicar los procedimientos de las normas y reglamentos vigentes en el país. Rymel recomienda realizar el mantenimiento por lo menos una vez al año, en el cual se realicen las siguientes actividades:

- Documentar los trabajos realizados, incluyendo un registro fotográfico.
- Verificar que no exista humedad en los devanados o cualquier otro químico o agente.
- Verificar el sistema de sujeción de los devanados, observando que los devanados se encuentren centrados con respecto al núcleo y que las cuñas no presenten deterioro o fisuras.
- Verificar que no se haya perdido el recubrimiento del núcleo magnético.
- Verificar que no existe óxido o corrosión galvánica, en terminales sujeciones y demás tornillos.
- Realizar una limpieza de los devanados a través del aspirado del polvo o utilizando solventes dieléctricos.
- Verificar todas las conexiones de los terminales y asegurarse de que estén bien ajustadas para garantizar un buen contacto eléctrico.
- Inspeccionar el estado y apariencia de la superficie del transformador y sus terminales, verificando que no presenten roturas o fisuras.

- Si el transformador tiene instalado un sistema de ventilación forzada, debe verificar su funcionamiento y asegurarse de que el flujo de aire está en la dirección correcta.
- Verificar que el dispositivo de control y los sensores, midan la temperatura correctamente en los tres devanados. Haga una inspección visual, observando de que estos elementos no presenten deterioro o roturas.
- Verificar que funcionan las señales de alarma y disparo.
- Verificar la existencia y el estado de la placa de características



Advertencia: Este documento no aborda todos los detalles, ni todos los eventos que pudieran suceder durante la recepción, instalación, puesta en servicio y mantenimiento del transformador tipo seco encapsulado. Se deben revisar los requisitos y procedimientos de las normas y reglamentos vigentes. Para obtener más información sobre aspectos no incluidos en esta guía, póngase en contacto con Rymel.



MANUAL PARA LA RECEPCIÓN, INSTALACIÓN, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO.



TRANSFORMADORES TIPO SECO ENCAPSULADO