

GUÍA PARA TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS





1. INTRODUCCION

Un transformador autoprotegido es aquel que tiene incorporados desde su etapa de diseño y fabricación elementos de protección contra sobretensiones y sobrecargas para protegerlo y/o aislarlo de la red en caso de falla.

Son usados principalmente en cargas de servicios residenciales y donde las compañías de electricidad requieren un control de la carga.

2. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

La carga máxima de un transformador está condicionada por dos tipos de limitaciones:

2.1 Limitación térmica: Es aquella carga que produce una elevación de la temperatura del transformador por encima de un valor crítico y trae como consecuencia el envejecimiento prematuro de los aislamientos y la reducción de la vida útil del transformador.

Debido a que los efectos de deterioro producidos por la temperatura son acumulativos, es posible obtener una vida satisfactoria del aislamiento del transformador con picos de temperatura que excedan a los valores permitidos bajo carga continua, siempre y cuando la duración de estas temperaturas sea suficientemente restringida.

Los elementos de protección deben controlar fundamentalmente que la temperatura no supere el valor crítico,

interrumpiendo el servicio cuando las sobrecargas alcancen dicha temperatura.

2.2 Limitación económica: Es la carga a partir de la cual el costo de las pérdidas por efecto Joule aconseja la sustitución del transformador por otro de mayor potencia.

En el mercado se ofrecen normalmente tres tipos básicos de transformadores de distribución autoprotegidos (tipo poste). Los esquemas de protección son los siguientes:

Autoprotegido SP (Surge Protecting)

El esquema de protección SP incluye el montaje en el transformador de DPS y fusibles de expulsión. No incluye un interruptor ni por baja ni por alta tensión.

Autoprotegido CP (Current Protecting)

El esquema de protección CP está equipado con fusibles de protección de alta tensión internos y un interruptor interno que puede estar instalado tanto en el circuito de alta tensión (Magnex) como en el de baja tensión (Breaker), dependiendo del requerimiento del cliente. No incluye montaje de los DPS.

Autoprotegido CSP (Complete Self Protected)

El esquema de protección CSP, el pararrayo protege el transformador de sobretensiones causadas por descargas atmosféricas y/o maniobras de switcheo; el fusible de protección opera para

desconectar el transformador de servicio en caso que una falla interna ocurra; el interruptor provee al transformador un grado de protección de sobrecargas y corto circuito ya sea en el lado primario o secundario, dependiendo de la protección seleccionada.

3. GENERALIDADES DE LA AUTOPROTECCION

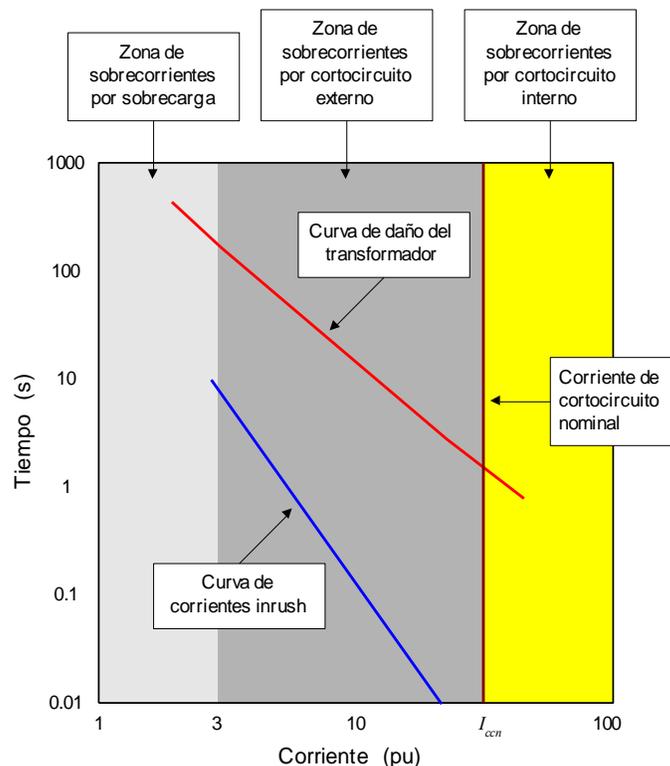
3.1 Protección contra sobretensión:

Las sobretensiones son subidas de tensión que pueden causar graves problemas a los equipos conectados a la línea, desde su envejecimiento precoz a incendios o destrucción del equipo.

El transformador tiene incorporados elementos que brindan protección contra sobretensiones externas e internas que pueden presentarse durante su funcionamiento.

NOTA: La figura 1 ilustra las zonas de protección en los diferentes esquemas de autoprotección de los transformadores.

Figura 1. Zonas de protección de las autoprotecciones.



3.2 Protección contra sobrecorriente:

Un transformador CSP incorpora elementos que brindan protección ante los diferentes tipos de sobrecorriente a los que puede estar expuesto durante su funcionamiento. Adicionalmente las protecciones de sobrecorriente no deben operar cuando se produzcan corrientes de energización (Inrush), ya que estas corresponden a condiciones operativas normales, propias del transformador o del circuito que alimentan.

3.3 Protección contra sobrecarga:

La finalidad de la protección contra sobrecarga es evitar un deterioro



acelerado del aislamiento del transformador y por tanto de su vida útil.

El elemento encargado de la protección desconecta la carga que alimenta el transformador antes que la pérdida de vida útil supere la deseada por el operador de red. A menos que se especifique lo contrario, la máxima pérdida de vida permitida será de 0.0137 % por día.

Las causas de la sobrecarga suelen ser de tipo temporal, por lo tanto, el elemento de protección debe permitir la reconexión de la carga una vez estas desaparezcan y la temperatura al interior del transformador se reduzca.

3.4 Protección contra cortocircuito externo: Los transformadores de distribución CSP cuentan con una protección que desconecta la alimentación del circuito de baja tensión, cuando se presentan corrientes de cortocircuito debidas a fallas en la red secundaria. Es decir, para todas aquellas corrientes de cortocircuito cuya magnitud sea igual o inferior a la corriente de cortocircuito nominal, determinada por la ecuación 1.

Ecuación 1. Corriente de corto circuito en *p.u.*

$$I_{ccn}(p.u) = \frac{100}{Z_{cc}(\%)}$$

El elemento de protección permite reconectar la carga, cuando la condición que originó la falla en la red secundaria se elimina.

3.5 Protección contra cortocircuitos internos: Los transformadores de distribución CSP cuentan con una protección que los desconecta de la red, en caso de presentarse una falla interna en el mismo; es decir, opera la protección para todas aquellas corrientes de cortocircuito cuya magnitud sea superior a la calculada mediante la ecuación 1 y menor que la capacidad de corto circuito de la red.

Una vez el elemento de protección actúe, no debe permitir re-energizar el transformador, para evitar las repercusiones en red ocasionadas por la conexión de un transformador en condiciones de falla.

4. ACCESORIOS EMPLEADOS

4.1 Dispositivo de Protección contra Sobretensiones Transitorias (DPS): Protege el transformador de sobretensiones transitorias causadas por descargas atmosféricas y/o maniobras de switcheo, desviándolas a tierra.

El transformador se suministra con descargador de sobretensión externo por fase, en alta tensión y baja tensión, con su correspondiente dispositivo de fijación localizado de tal manera que se suplan las distancias fase – tierra predeterminadas para la tensión de aislamiento según su sistema de montaje.

Figura 2. DPS AT

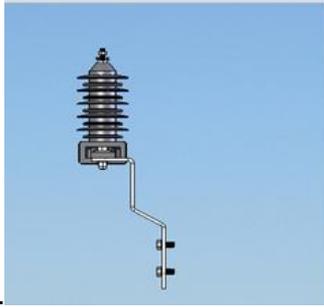
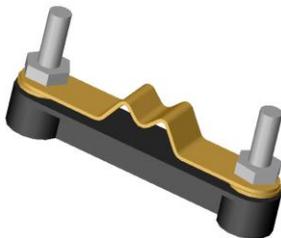


Figura 3. DPS BT.



4.2 Isolation Link: Opera para desconectar el transformador de servicio en caso que una falla interna ocurra.

Figura 4. Eslabón de aislamiento.



Este elemento no es un fusible ya que no tiene capacidad de interrupción. Su función es fundirse ante fallas internas para evitar futuras re-energizaciones del transformador fallado.

El isolation link va conectado en serie con cada una de las fases a la salida del interruptor de alta tensión (Magnex).

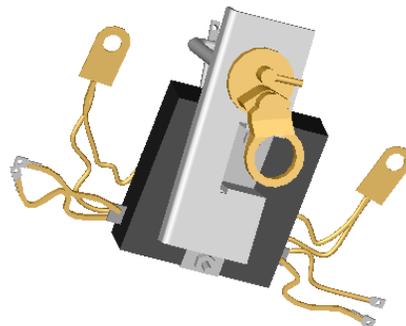
4.3 Interruptor: Se encuentra conectado eléctricamente entre la bobina y su respectivo terminal, se ubica en la parte superior del tanque sumergido totalmente en aceite, de tal manera que su elemento sensor haga el monitoreo de temperatura en la parte superior del aceite.

Es un accesorio compacto, con la manija externa de operación y mecanismo de acople, para ser montado en la parte lateral del tanque y no sobre la parte activa del transformador.

4.3.1 Breaker: Este accesorio protege el equipo contra sobrecargas y fallas en el circuito secundario (cortocircuitos), que pongan en peligro la vida útil del transformador.

La función del breaker es emitir señales de alarma y/o disparo cuando la temperatura interna del transformador alcanza niveles peligrosos predeterminados y/o cuando el aceite alcanza niveles bajos en los cuales el bimetálico no queda inmerso en aceite.

Figura 5. Breaker.



El breaker realiza la misma función que un fusible, con la ventaja que puede ser restaurado manualmente en lugar de tener que ser reemplazado (para esto se utiliza una pértiga, la manija está ubicada al exterior del transformador).

Al existir un corto en lado de la carga, el interruptor (breaker) operará en un lapso de algunos ciclos, disparándose el interruptor termomagnético⁽¹⁾, el cual se desconectará de la red. Una vez que se haya verificado que se eliminó la condición de falla, podrá ser reconectado restableciendo manualmente el mecanismo del interruptor.

(1) Los interruptores monofásicos para potencias hasta de 25 kVA son térmicos para las potencias de 37.5 a 167 kVA son termomagnéticos.

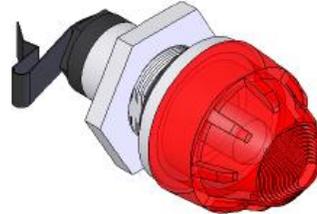
Adicionalmente se provee una luz piloto (luz color rojo) que indica la existencia de una sobrecarga. Al encenderse esta señal, y si es ignorada, puede llegar a incrementarse el nivel de carga hasta llegar a rangos peligrosos de sobrecarga, es entonces cuando las protecciones hacen efectiva su función y el interruptor desconectará la carga para evitar un deterioro de la vida útil del transformador.

4.3.1.1 Luz piloto para breaker: Opera como una alarma preventiva sin necesidad de desconectar al usuario. Indica a manera de alarma cuando el transformador se esté aproximando a la temperatura de disparo del interruptor (breaker).

Este sistema de autoprotección es una forma fácil y económica de detectar cualquier condición térmica anormal de

operación sin necesidad de costosos métodos de medición y monitoreo.

Figura 6. Luz Piloto del Breaker

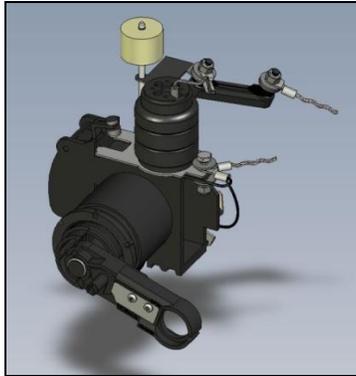


Cuando la luz piloto se encuentra apagada la situación es normal en la red y en la carga. Por el contrario, si encuentra encendida indica una situación anormal de la red o de carga, el transformador esta sobrecargado térmicamente.

El mecanismo de la luz de señal no se reengancha por sí mismo cuando la carga disminuye, la luz de señal permanece encendida una vez los contactos se cierran, solamente pueden ser desconectados operando manualmente la manija exterior del interruptor.

4.3.2 Magnex: Este esquema de autoprotección emplea un mecanismo de señalización visual de apertura tipo bandera de un color que sea fácilmente observable y que indique que el interruptor ha operado y debe ser restablecido, luego de verificar la causa de la falla y el lado del transformador en el cual se presentó la falla. Este mecanismo es de tipo mecánico y es parte integral de la manija del interruptor.

Figura 7. Magnex.



4.4 Fusible de expulsión: Actúa como una protección de sobrecorriente aislando el transformador fallado de la red. Su función secundaria es actuar como una protección de respaldo.

Figura 8. Fusible de expulsión.



El fusible se instala inmerso en aceite dieléctrico, bien sea dentro del aislador de alta tensión o montado sobre un soporte aislante convenientemente fijado a la estructura metálica del transformador.

Su conexión se hace internamente entre el devanado de AT y el buje del primario el cual tiene como función específica respaldar la operación del interruptor (Breaker) y actuar únicamente en caso de falla interna del transformador con el

objetivo de separar el equipo fallado de la red.

4.5 Transformador de corriente: Transmite una señal de información a instrumentos de medición, medidores y dispositivos de protección o control.

Su función es reducir a valores normales y no peligrosos, las características de corriente en un sistema eléctrico, con el fin de permitir el empleo de instrumentos de medición.

Este accesorio se instala en el transformador autoprotegido por solicitud del cliente.

Figura 9. Transformador de corriente.



5. DIFERENCIAS EN LOS ESQUEMAS DE PROTECCION

Existen dos tipos de configuración para los transformadores CSP (Complete Protected):

Configuración CSP con Breaker: el transformador lleva instalados los siguientes accesorios:

- DPS AT
- Breaker
- Luz piloto para breaker
- Fusible de expulsión
- DPS BT (opcional)

Configuración CSP con Magnex: el transformador lleva instalados los siguientes accesorios:

- DPS
- Magnex
- Isolation link
- DPS BT (opcional)

5.1 Interruptor en baja tensión:

Durante la selección y coordinación de la curva de operación del breaker y del fusible de expulsión, se garantiza que el breaker siempre opere cuando se detecte una condición de cortocircuito externo dentro del rango limitado por la impedancia del transformador o una sobrecarga que ponga en riesgo la vida útil, y el fusible opere para todos los casos de falla interna en el equipo separándolo de la red.

Figura 10. Transformador CSP con Breaker, devanado de AT en conexión fase - fase.

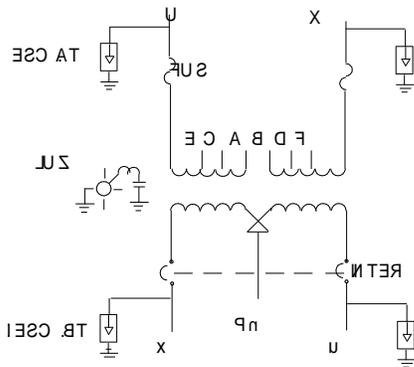
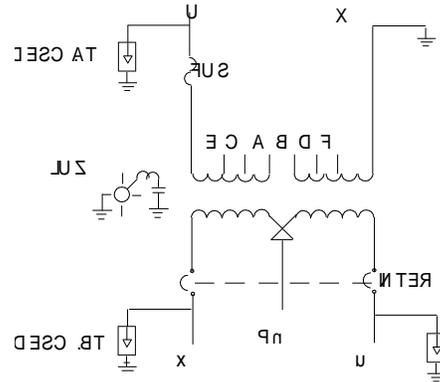


Figura 11. Transformador CSP con Breaker, devanado de AT en conexión fase - tierra.



5.2 Interruptor en alta tensión: En la selección y coordinación de la curva de operación Magnex y del isolation link, se garantiza que el Magnex siempre opere cuando se detecte una condición de cortocircuito externo, interno o una sobrecarga que ponga en riesgo la vida útil, y el isolation link opere simultáneamente con el interruptor ante falla interna en el transformador evitando futuras re-energizaciones.

Figura 12. Transformador CSP con Magnex, devanado de AT en conexión fase - fase.

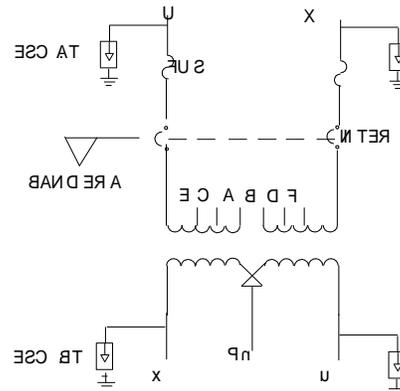
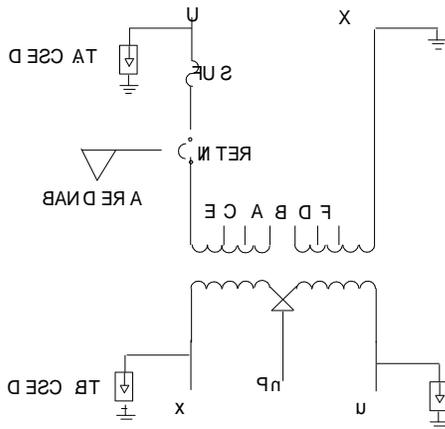


Figura 13. Transformador CSP con Magnex, devanado de AT en conexión fase - tierra.



6. TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS ANTIFRAUDE O BLINDADOS

Los transformadores autoprotegidos pueden suministrarse con un gabinete en baja tensión, bajo requisito del cliente. Este gabinete es conocido como antifraude o blindado.

Los soportes para colgar al poste, en el transformador autoprotegido antifraude, pueden ubicarse en el mismo lado de los bujes (aislador + terminal) de baja tensión u opuestos a ellos.

Figura 14. Transformador autoprotegido antifraude. Soportes para colgar al poste ubicados en baja tensión.

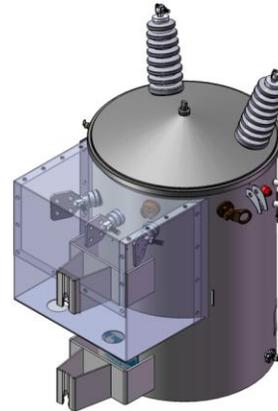
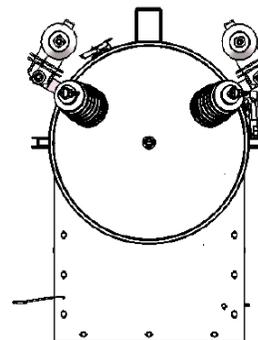
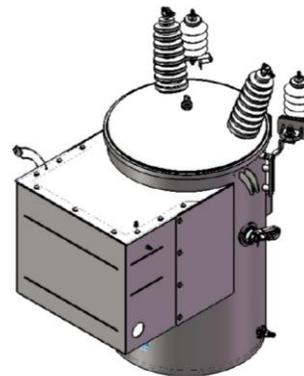


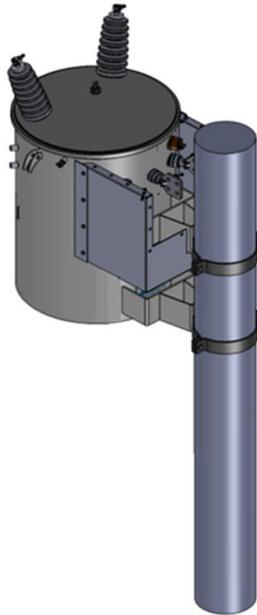
Figura 15. Transformador autoprotegido antifraude. Soportes para colgar al poste ubicados en lado opuesto a la baja tensión.



Para la instalación de los transformadores autoprotegidos antifraude o blindados se recomienda tener presente las siguientes instrucciones:

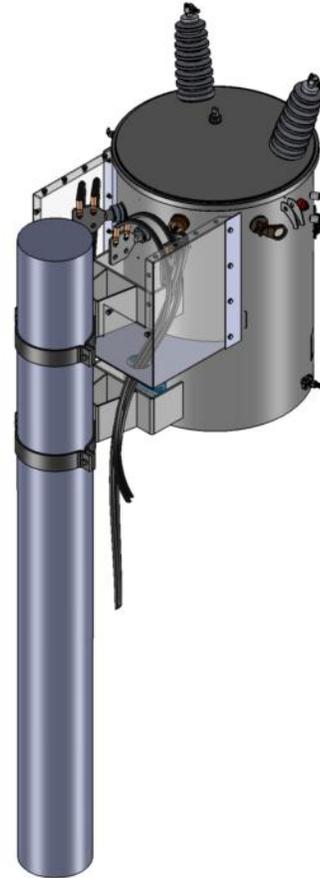
- Para ubicar el transformador en el poste, se recomienda retirar, parcialmente, la tapa del gabinete antes de subirlo al poste.

Figura 16. Pasos para instalación en el poste.



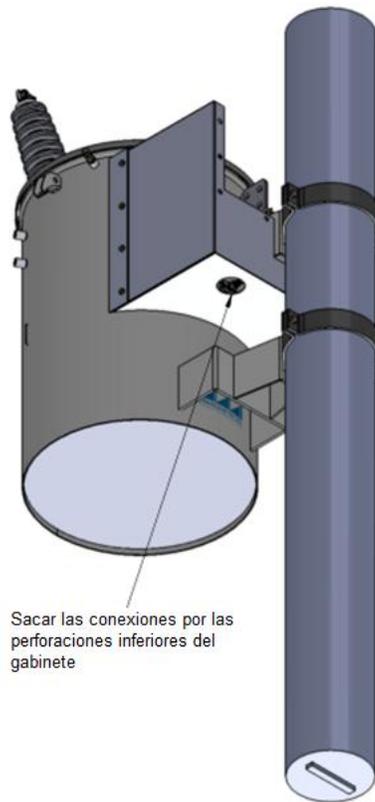
- Cuando los soportes para colgar al poste se encuentran en baja tensión es muy importante que los cables de las conexiones de la carga no pasen en medio de los soportes para colgar al poste, ya que se podrían inducir corrientes, la acometida deberá quedar por fuera del soporte.

Figura 17. Acometida de la carga.



- Las conexiones, cables, deben salir por las perforaciones inferiores del gabinete antifraude.

Figura 18. Salida de la acometida.



- Finalmente se deberá atornillar la tapa del gabinete.