

D.III: Sistemas de Protección de Transformadores

Curso: Introducción a los Sistemas de Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia
IIE - Facultad de Ingeniería - UDELAR

1. Protecciones de respaldo:

La protección del transformador frente a faltas externas que no son correctamente despejada, debe ser cuidadosamente considerada. Este daño generalmente se manifiesta como daño interno térmico o mecánico y son causada por corriente de falta que fluye a través del transformador.

Varios factores influyen en la decisión de que tipo de proteccion de respaldo se instala para el transformador en cuestión. Los factores significativos son la experiencia con respecto al despejar faltas externas, la relación costo-eficacia para proporcionar esta cobertura teniendo en cuenta el tamaño y la ubicación del transformador, y las filosofías de protección generales utilizados por la empresa eléctrica.

Entre las protecciones de respaldo de los transformadores se pueden encontrar:

- Relés de sobrecorriente
- Relés de secuencia negativa
- Relés de distancia

1.1. Relés de sobrecorriente

Cuando se utilizan relés de sobrecorriente como protección de respaldo, su ajuste está limitado ya que debe ajustarse por encima del valor de corriente de carga. Para faltas a tierra, en general se utilizan funciones de sobrecorriente de tierra separadas de las funciones de sobrecorriente de fase.

Cuando dos o más transformadores operan en paralelo, compartiendo la carga, los ajustes de las funciones de sobrecorriente deben considerar las sobrecargas de corta duración en un transformador en caso de pérdida del otro transformador. Las funciones de sobrecorriente en transformadores individuales pueden requerir niveles de ajustes dos veces mayores que la corriente

nominal del transformador, para evitar disparo erróneos.

La función de sobrecorriente de tierra puede ser conectada a través de un transformador de corriente conectado en el neutro del transformador de potencia, de esta manera se puede ajustar más sensible para faltas a tierra.

1.2. Relés de secuencia negativa

Dado que estos relés no responden a faltas trifásicas o corriente de carga balanceada, las funciones de sobrecorriente de secuencia negativa proporcionan un buen respaldo frente a faltas asimétricas. Esto es particularmente aplicable en transformadores con un devanado en triángulo, ya que las faltas a tierra en este devanado se traducen como desequilibrios en los demás devanados.

1.3. Relés de distancia

En este método, se ajusta de manera que se proteja todo el transformador. En general, se instalan en el lado primario del transformador de potencia y tienen ajustadas dos zonas:

- Zona 1: La impedancia de ajuste corresponde a un valor menor a la impedancia del transformador, por lo cual solo detecta faltas internas. El tiempo de actuación de esta zona es instantáneo.
- Zona 2: La impedancia de ajuste es mayor a la impedancia del transformador por lo cual esta zona actúa como respaldo de la zona 1 y de la protección diferencial. Por lo cual, su tiempo de operación debe coordinarse con otras protecciones del sistema.

2. Aplicaciones:

Los siguientes ejemplos muestran aplicaciones de sistemas de protección para diversos tipos de transformadores.

2.1. Transformadores de 2 devanados:

El sistema de protección está integrado, además de las protecciones mecánicas, de una protección diferencial como protección principal. La protección de sobrecorriente instalada en el lado de baja tensión proporciona respaldo para faltas en la red de baja.

La protección de sobrecorriente del lado de alta tensión actúa como respaldo de la protección diferencial, y también actúa como respaldo para faltas entre

fase o trifásicas en la red de baja tensión.

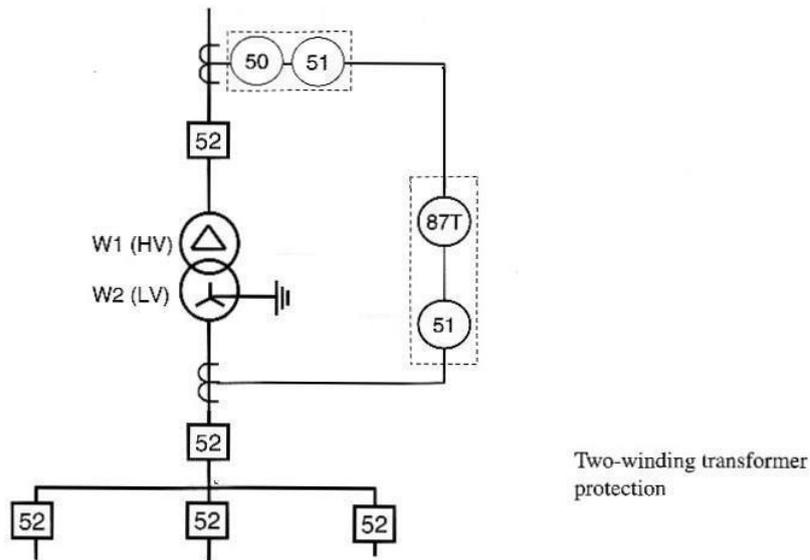


Figura 1: SdP: Transformador de 2 devanados

2.2. Transformadores de 2 devanados con protección de tierra restringida:

La protección diferencial restringida de alta impedancia se instala cuando el devanado está puesto a tierra mediante una impedancia alta, cuando las corrientes para faltas a tierra están limitadas.

Esta protección proporciona un disparo rápido y selectivo en el caso de una falta a tierra en el devanado de baja tensión.

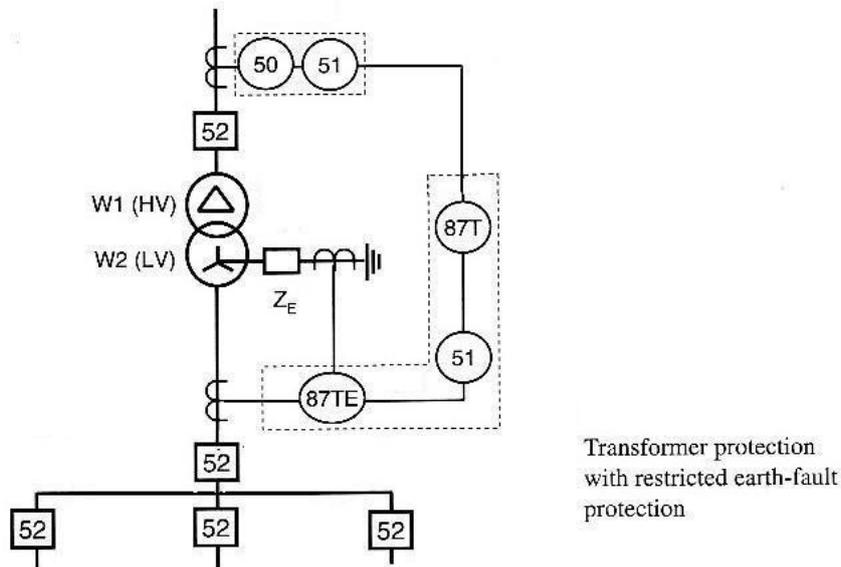
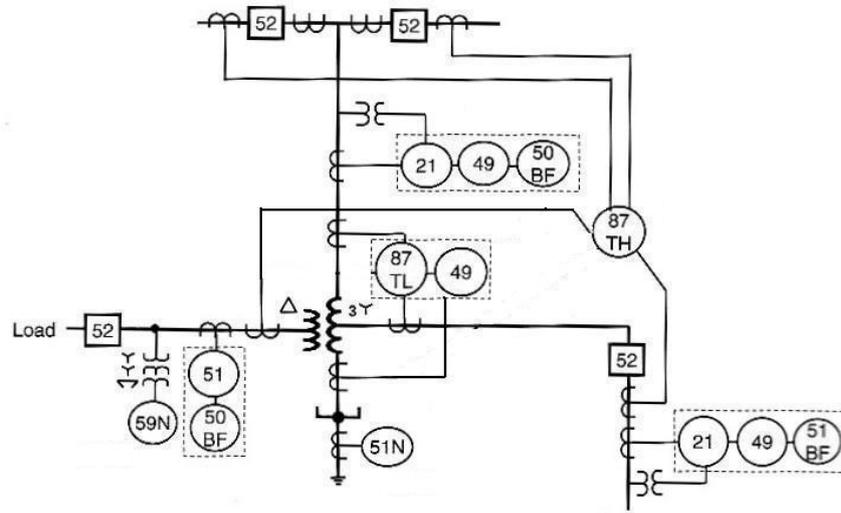


Figura 2: SdP: Transformador de 2 devanados

2.3. Banco de transformadores:

Para bancos de transformadores grandes se utilizan sistemas de protección redundante que proporciona un disparo rápido para faltas en el transformador. Generalmente se instala una protección diferencial del transformador (87TH) y una protección diferencial de alta impedancia por fase. La protección diferencial se conecta de los transformadores de corriente ubicados en la subestación. Mientras que la protección diferencial de alta impedancia se conecta de los transformadores de corriente ubicados en los bushings del transformador de potencia.

La protección de distancia se instala en el lado de alta tensión. La zona instantánea se ajusta para que alcance el 80% de la impedancia del transformador. También se puede ajustar una zona que sobrealcance el transformador, actuando como respaldo.



Protection of a large transformer bank

Figura 3: SdP: Banco de transformadores

2.4. Transformadores conectados a una red de distribución con generación:

La protección direccional instalada en el lado de alta tensión proporciona respaldo para faltas en el transformador y en la red de baja tensión.

La protección direccional instalada en el lado de baja tensión proporciona respaldo para faltas en el transformador y para faltas en la red de alta tensión. En caso que esta protección lo permita se habilita además una función direccional que proporciona respaldo a la red de baja tensión y en caso que lo permitan los ajustes esta función puede ser no direccional.

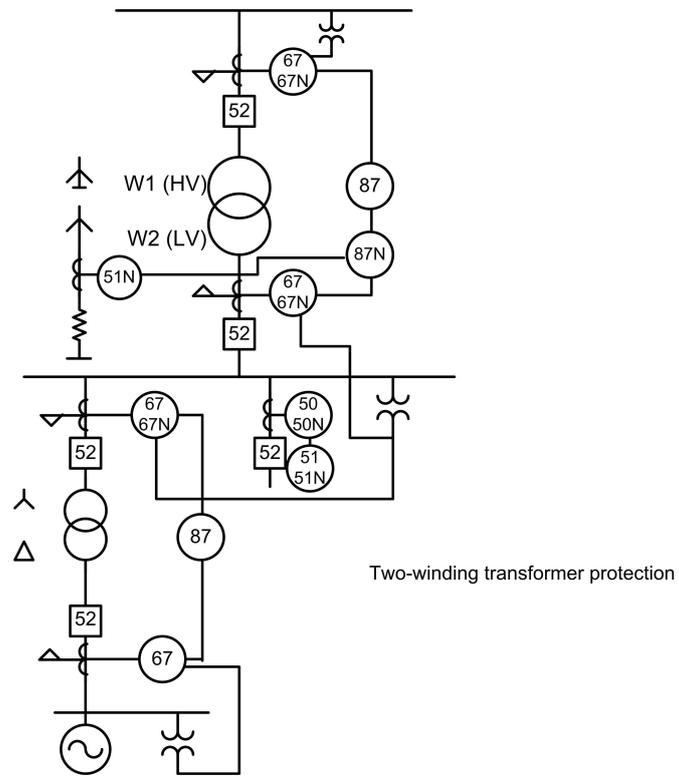


Figura 4: SdP: GD en red de distribución

3. Disparos:

Los objetivos generales de diseño de los sistemas de protección y sus esquemas de disparo asociados son:

- remover el equipo dañado del sistema de potencia, para prevenir o minimizar el efecto de la perturbación sobre las partes sanas del sistema de potencia.
- minimizar o prevenir el daño al equipo.
- proporcionar los medios que permitan que el equipo afectado, retorne rápidamente a servicio.

Las protecciones de transformador, se agrupan para activar los relés auxiliares de disparo. A continuación se describen los modos de disparo se encuentran en el sistema de protección del transformadores.

Disparo con bloqueo (enclavamiento):

Las funciones que disparan todos los interruptores del transformador, bloqueando el cierre de los mismos, son:

- Sobreintensidad instantánea de fase del lado de AT
- Sobreintensidad instantánea de tierra del lado de AT
- Diferencial de transformador
- Diferencial restringido del lado de BT (siempre que sea posible instalar)
- Buchholtz transformador
- Buchholtz (Jansen) cambiador bajo carga (CBC)
- Sobrepresión transformador
- Sobrepresión cambiador bajo carga (CBC)

Disparo sin bloqueo:

Las funciones que disparan todos los interruptores del transformador, sin bloquear el cierre de los mismos, son:

- Sobreintensidad temporizada de fase del lado de AT
- Sobreintensidad temporizada de tierra del lado de AT

- Sobreflujo
- Imagen térmica devanado AT
- Imagen térmica devanado BT
- Temperatura de aceite

Disparo del interruptor de BT y/o MT:

Las funciones que dispara el interruptor de BT, sin bloquear el cierre del mismo, son:

- Sobreintensidad temporizada de fase del lado de BT
- Sobreintensidad temporizada de tierra del lado de BT

4. Bibliografía

- Network Protection and Automation Guide, Alstom
- Protective Relaying Theory and Applications, Walter A. Elmore, Marcel Dekker Inc. 2nd ed. 2004
- Protective Relaying: Principles and Applications, J. Lewis Blackburn, Marcel Dekker Inc. 2nd ed. 1997
- Power System Relaying, S. Horowitz, A. Phadke 3rd ed. 2008
- Curso Medidas y Protección en Sistemas Eléctricos de Potencia (IIE-FING-UdelaR). Jorge L. Alonso, 1988
- High-Impedance Differential Relaying, GER3184
- Transformer Overfluxing Protection, J. Gantner, F.H. Birch, Report by Working Group 01 of Study Committe 34, Cigre