

PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES



PROTECCIONES DE TRANSFORMADORES

AJUSTE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES

PROTECCIÓN
DIFERENCIAL

Ajuste
Pendiente Idiff

Angulo de
compensación

SOBRECORRIENTE
51/51N

Devanados
principales y
terciario

Trafo de
puesta a tierra

$I>$, $Io>$,
Curva, Dial

$I>$, $Io>$,
Curva, Dial

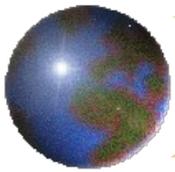
PROTECCIONES ADICIONALES

SOBRETENSIÓN

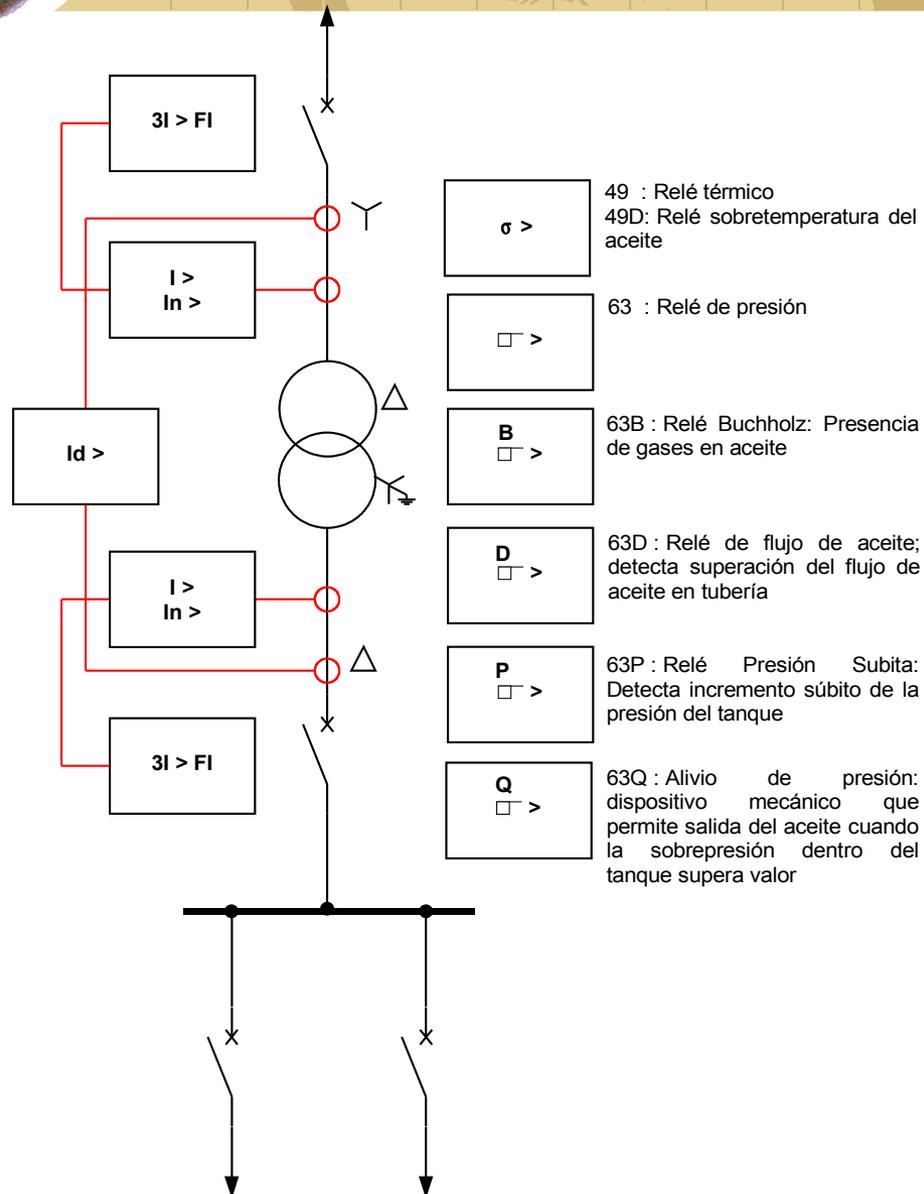
SOBREFLUJO

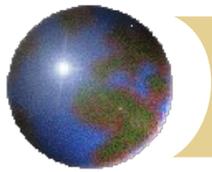
MECÁNICAS:
BUCHHOLZ,
SOBREPRESIÓN,
TEMPERATURA



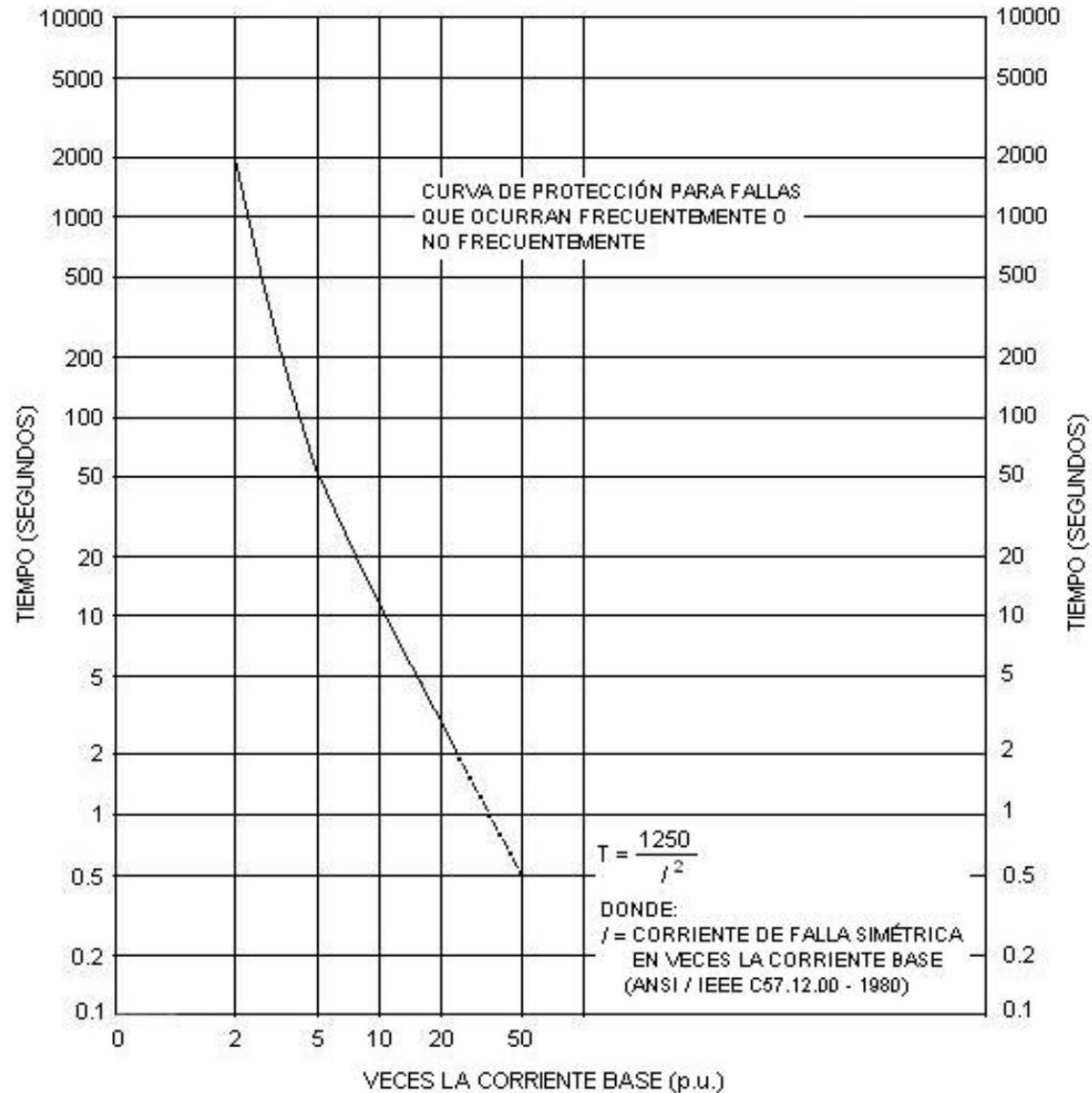


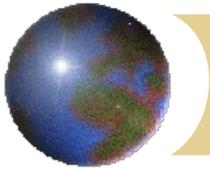
PROTECCIONES DE TRANSFORMADORES





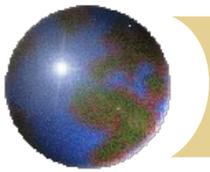
CURVA DE DAÑO





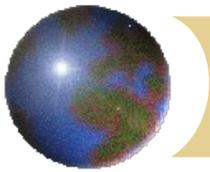
PROTECCIÓN DIFERENCIAL - 87T: USOS

- ⊕ El relé diferencial de corriente es el tipo de protección usada más comúnmente para transformadores de 10 MVA en adelante.
- ⊕ Apropiaada para detectar las fallas que se producen tanto en el interior del transformador como en sus conexiones externas hasta los transformadores de corriente asociados con esta protección.
- ⊕ Conexión corta (CT's de bujes) y larga (CT's de campo)



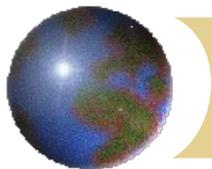
Diferenciales porcentuales: RESTRICCIÓN

- ✦ Ésta es una protección que dispone de una **restricción** para **evitar disparos indeseados ante fallas externas** debido a la disparidad en los transformadores de corriente.
- ✦ La restricción permite incrementar la velocidad y seguridad de la protección con *una sensibilidad razonable para corrientes de falla bajas* y al mismo tiempo, se pueden obtener beneficios en caso de *errores de saturación*.
- ✦ Estos relés son aplicables particularmente a transformadores de tamaño moderado localizados a alguna distancia de la fuente de generación mayor.



Diferenciales porcentuales

- ❖ La cantidad de restricción es establecida como un porcentaje entre la corriente de operación ($I_{diferencial}$) y la corriente de restricción (I_{bias}). Cada fabricante usa una definición ligeramente diferente para la pendiente y la cantidad de restricción puede ser fija, ajustable o variable dependiendo del fabricante.
- ❖ Es de anotar que un relé diferencial porcentual simple puede operar incorrectamente con corrientes “inrush”.
- ❖ En estos relés la característica porcentual puede variar del 5% al 50% o más de valores de corriente. Esta característica es muy sensible a fallas internas e insensible corriente erróneas durante fallas externas.
- ❖ Se utilizan transformadores de corriente con características idénticas y es preferible no conectar otros relés u otros aparatos en estos circuitos de corriente.

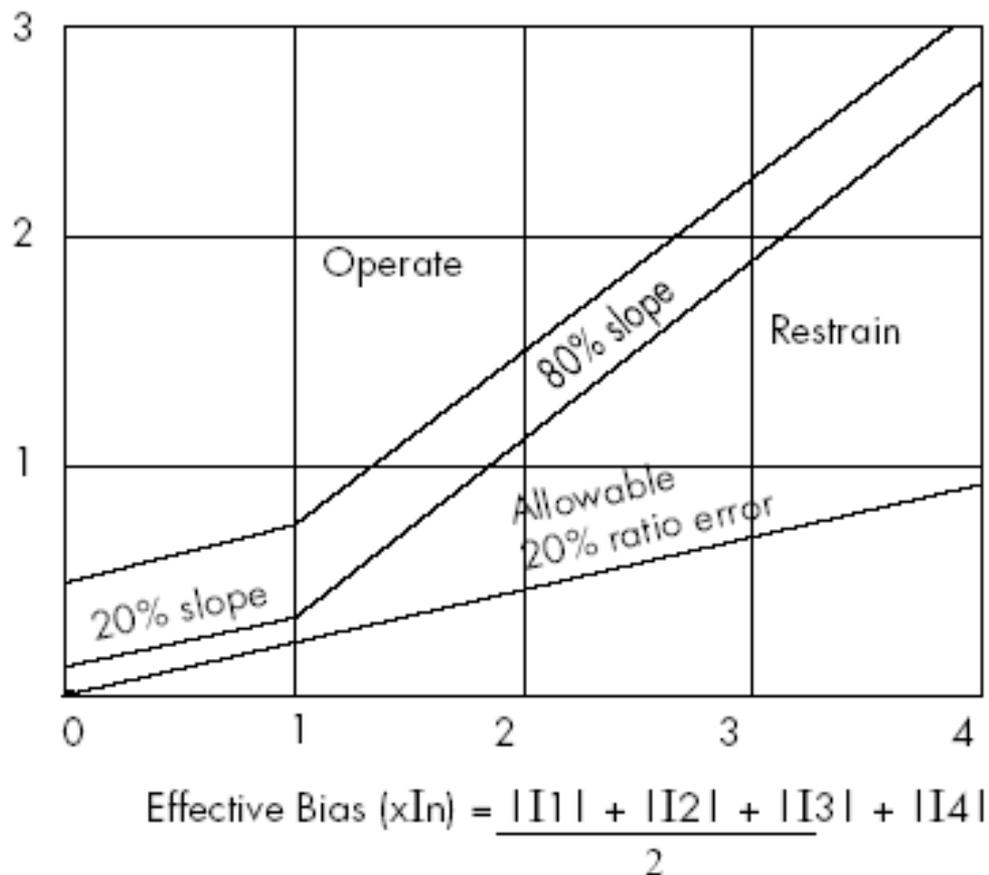


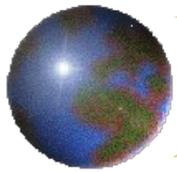
PROTECCIÓN DIFERENCIAL 87T

Característica de operación porcentual

$$\frac{\text{Differential current (xI}_n\text{)}}{\text{I}_1 + \text{I}_2 + \text{I}_3 + \text{I}_4}$$

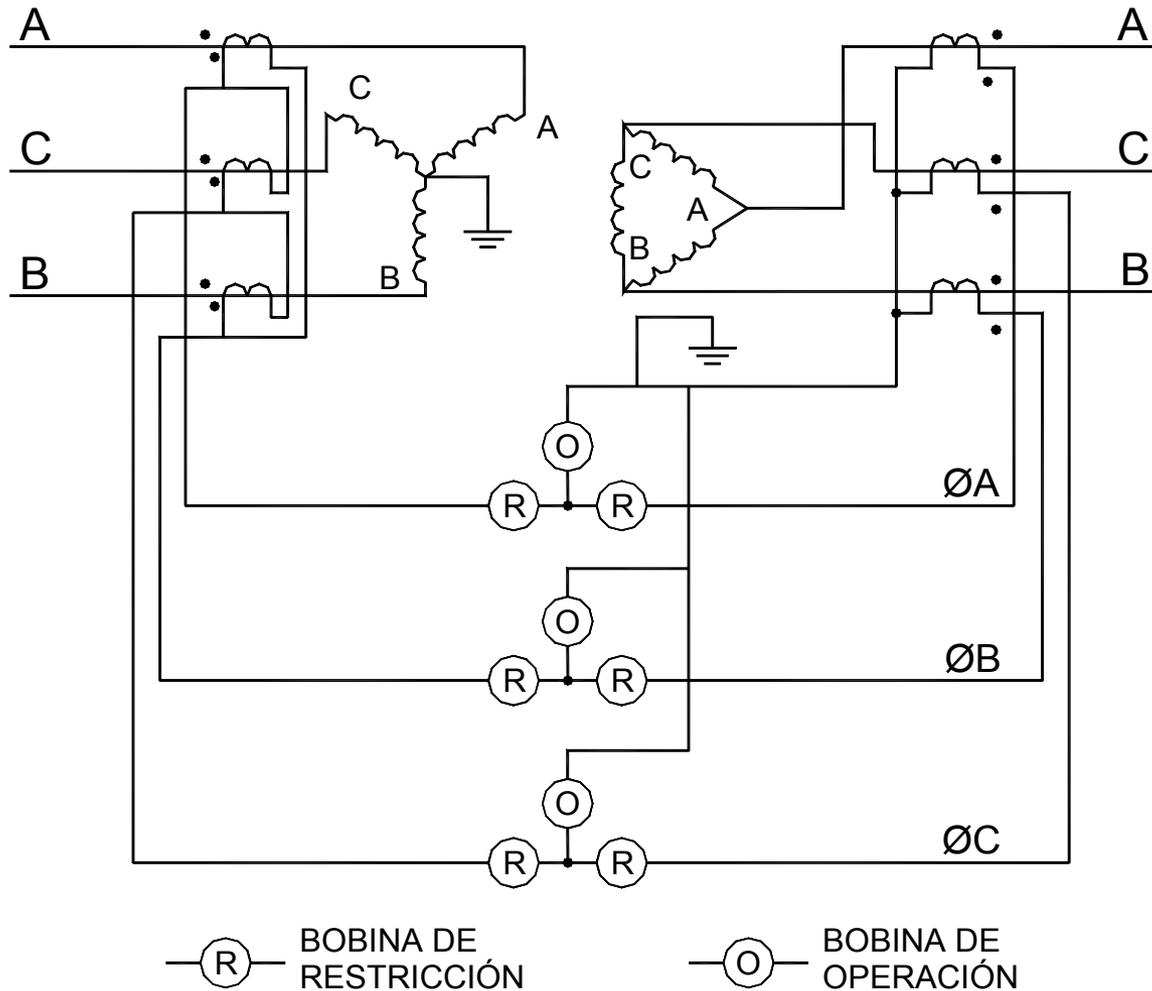
Setting range
0.1 - 0.5I_n

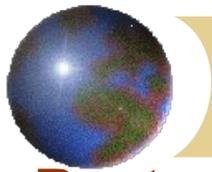




PROTECCIÓN DIFERENCIAL 87T

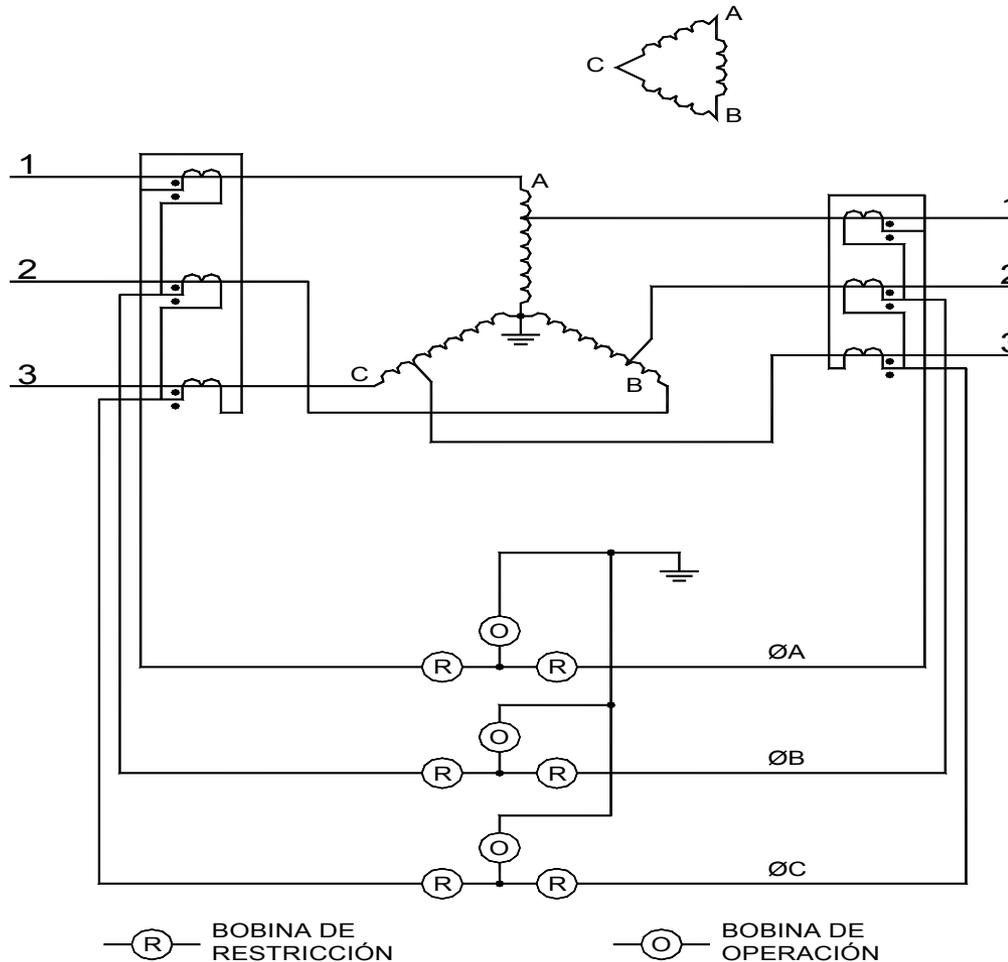
Conexión protección diferencial porcentual transformador Y- Δ

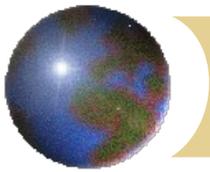




PROTECCIÓN DIFERENCIAL 87T

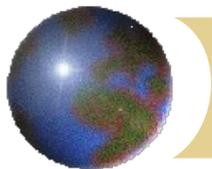
Protección diferencial porcentual autotransformador sin carga en la delta del terciario





Diferenciales de alta impedancia

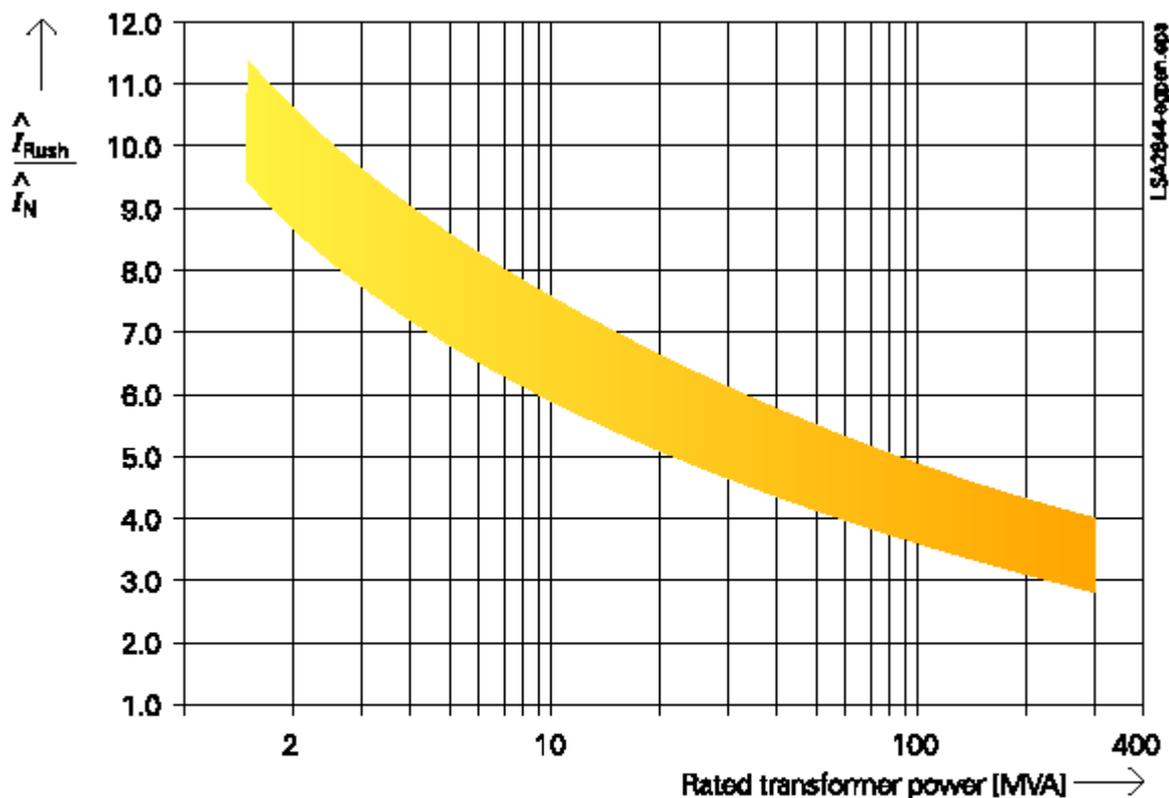
- ⊕ En algunos países (Europa) es una práctica común proteger los autotransformadores utilizando relés diferenciales de alta impedancia tipo barra, operados por voltaje.
- ⊕ En este esquema se requiere que todos los transformadores de corriente tengan igual relación de transformación e iguales características de precisión.
- ⊕ Este arreglo provee protección contra todo tipo de fallas fase-fase y fallas a tierra, pero no provee protección para fallas entre espiras.
- ⊕ En el caso de que el devanado terciario en delta no tenga conectada carga, se puede conectar una esquina de la delta para que la protección diferencial pueda detectar las fallas a tierra en este devanado.
 - ❖ De todas maneras, este esquema de conexión de la protección no detectará fallas entre fases o entre espiras del devanado terciario.



PROTECCIÓN DIFERENCIAL 87T

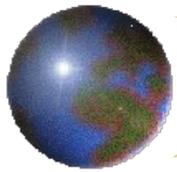
DATOS TÍPICOS DE CORRIENTES INRUSH

Peak value of inrush current

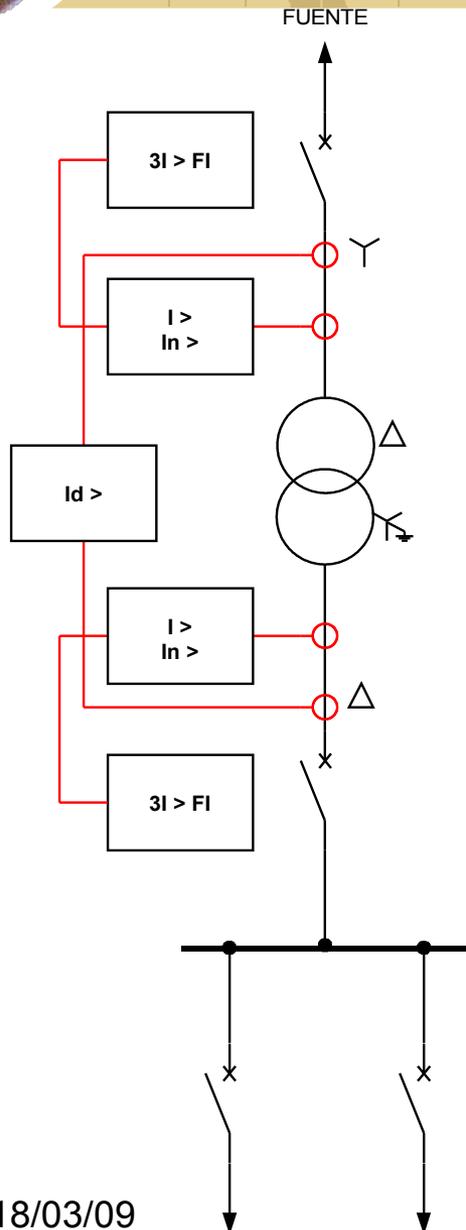


Time constant of inrush current

Nominal power (MVA)	0.5 ... 1.0	1.0 ... 10	> 10
Time constant (s)	0.16 ... 0.2	0.2 ... 1.2	1.2 ... 720



PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE



AJUSTE RELÉ DE SOBRECORRIENTE

O/C DE FASES

$$I_R = 125-130 \% I_{\text{Nom Trafo}}$$

O/C DE TIERRA

$$I_R = 20-40 \% I_{\text{Nom Trafo}}$$

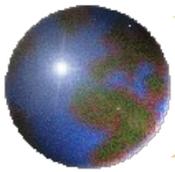
DEMANDA MÁXIMA

Fallas 2ϕ , en todos los niveles de tensión

Fallas 1ϕ francas y de alta impedancia ($30\ \Omega$ ó $50\ \Omega$) en todos los niveles de tensión

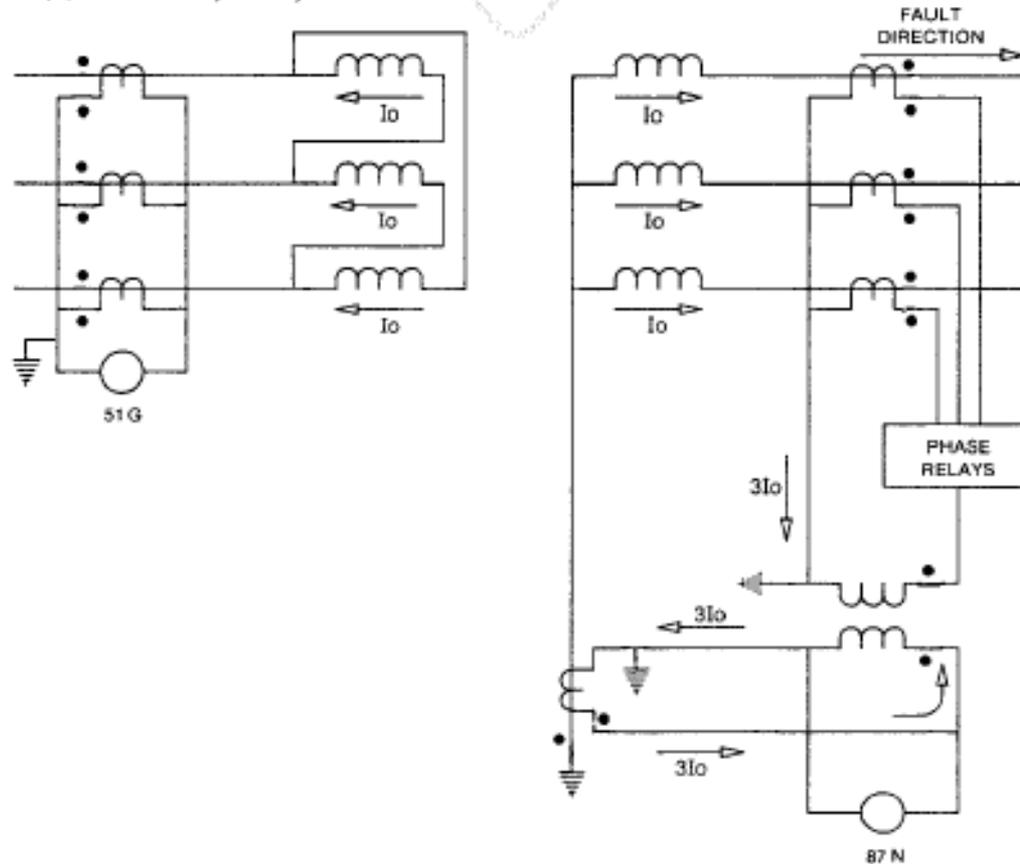
Con base en las magnitudes obtenidas, se elige el arranque y el dial, de manera que las protecciones actúen de forma selectiva y mantengan sensibilidad

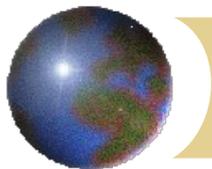
No es recomendable el uso de sobrecorriente instantáneas!!!



Protección completa de transformador Y- Δ : 50N ó 67N

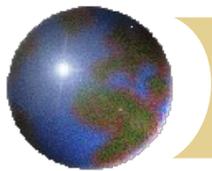
NOTES: (1) Zero sequence current arrows are for an external ground fault for which the relays will not operate.
(2) See: 5.4.1, 5.4.2, 5.4.5





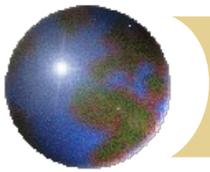
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

Sobrecorriente de fases lado de baja	Criterio
Corriente de arranque	125 % de la corriente nominal del transformador
Tipo de curva	IEC normalmente inversa
Valor de la curva	Se selecciona para que opere a 4 veces la corriente de arranque de la protección del mayor alimentador con un tiempo de 1 s más que dicha protección (típicamente 1,9 s).
Tiempo definido	Corriente de arranque: 50 % de la corriente de falla trifásica Tiempo de operación: 500 ms
Sobrecorriente de tierra lado de baja	Criterio
Corriente de arranque	20 % de la corriente nominal del transformador
Tipo de curva	IEC normalmente inversa
Valor de la curva	Se selecciona para que opere a 4 veces la corriente de arranque de tierra de la protección del mayor alimentador con un tiempo de 1 s más dicha protección (típicamente 2,2 s).
Tiempo definido	Corriente de arranque: 50 % de la corriente de falla monofásica Tiempo de operación: 500 ms
Sobrecorriente de fases lado de alta	Criterio
Corriente de arranque	125 % de la corriente nominal del transformador
Tipo de curva	IEC normalmente inversa
Valor de la curva	Se selecciona para que opere al aporte de cortocircuito monofásico o trifásico (el mayor de los dos, teniendo en cuenta el grupo de conexión para la falla monofásica) en el secundario, con un tiempo de 0,3 s más que la protección del lado de baja.
Instantáneo	Corriente de arranque: 125 % del aporte subtransitorio asimétrico al cortocircuito monofásico o trifásico (el mayor de los dos) en el lado de baja.
Sobrecorriente de tierra lado de alta	Criterio
Corriente de arranque	20 % de la corriente nominal del transformador
Tipo de curva	IEC normalmente inversa
Valor de la curva	Se selecciona para que opere al aporte de cortocircuito monofásico en el secundario, teniendo en cuenta el grupo de conexión, con un tiempo de 0,3 s más que la protección del lado de baja.
Instantáneo	Corriente de arranque: 125 % del aporte subtransitorio asimétrico al cortocircuito monofásico en el lado de baja.



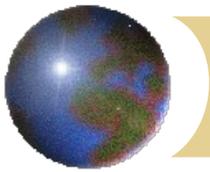
Impedancias típicas de corto circuito

Transformer rating (MVA)	Z_{sc} (%)
0.5	4
0.63	4
0.8	4
1	5
2.5	5
5	6
10	8
20	10
30	12
40	13
80	18
160	20



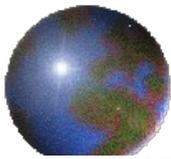
Protecciones mecánicas de transformadores

- ⊕ Las protecciones mecánicas se utilizan para detectar anomalías y fallas por medio de cambios físicos en los componentes del transformador.
- ⊕ La acumulación de gases o cambios de presión al interior del tanque del transformador, son buenos indicadores de fallas o perturbaciones internas.
- ⊕ En muchos casos, son más sensibles, operando a la luz de fallas internas que no sean detectadas por la diferencial u otros relés y en caso de fallas incipientes de crecimiento lento.
- ⊕ Su operación está limitada a problemas al interior del tanque del transformador, pero no ante fallas en los bujes o conexiones externas de los CT's.
- ⊕ Estas protecciones, en general, son ajustadas por el fabricante del equipo y no requieren la intervención del usuario, ya que la modificación de los ajustes por parte del mismo conlleva a una pérdida de la garantía ante operaciones incorrectas de estos equipos.

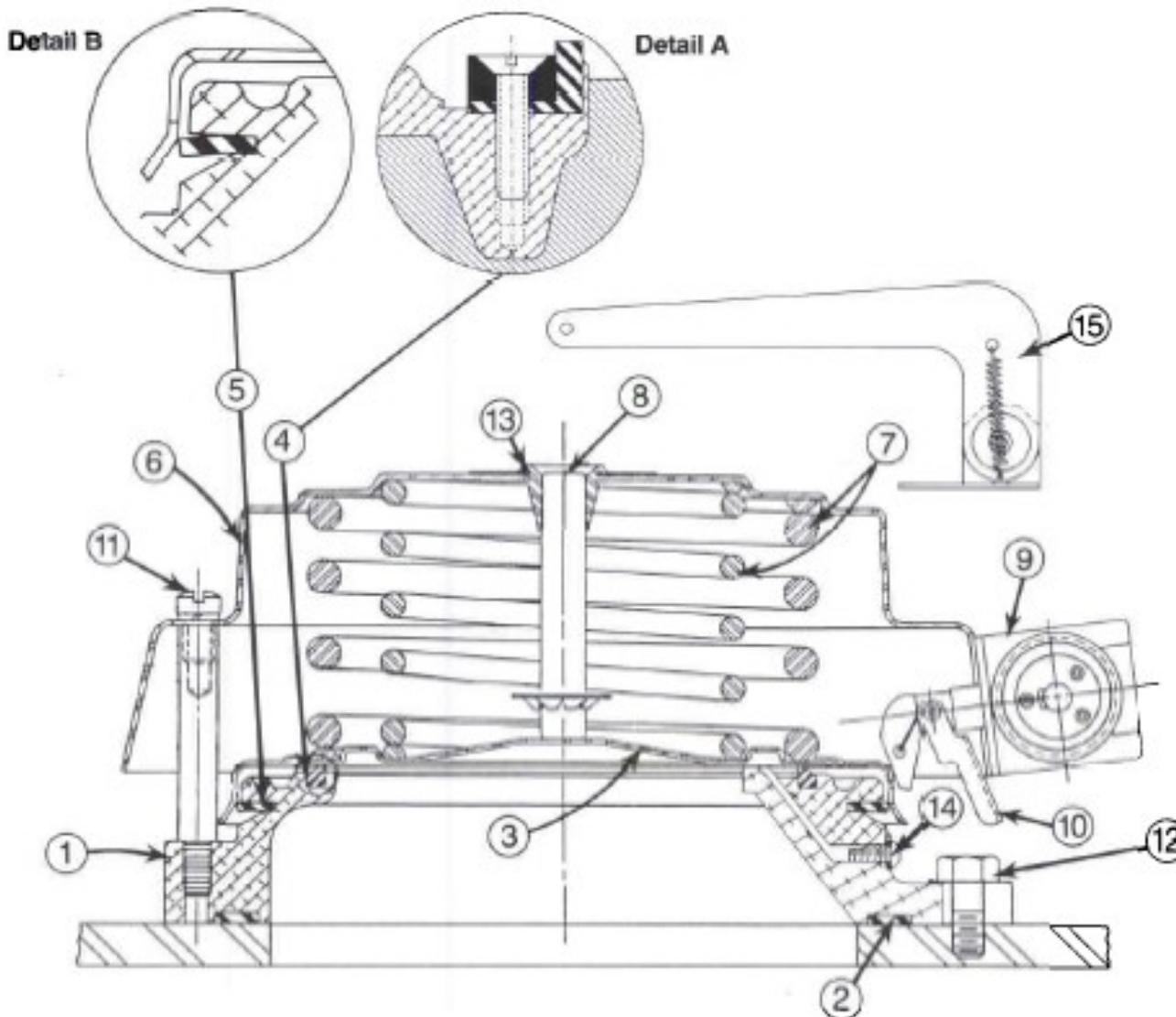


RELÉ DE PRESIÓN SÚBITA O VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN (SPR)

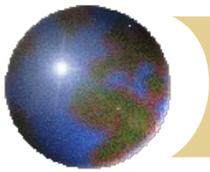
- ⊕ Estos son aplicables en transformadores inmersos en aceite y están colocados en la parte superior del tanque
- ⊕ Alivian sobre presión por medio de la apertura completa de la válvula en milisegundos.
- ⊕ Dan disparo con los contactos en paralelo con el relé diferencial, aunque también pueden ser utilizados para dar solo alarma si se prefiere.
- ⊕ Un tipo de estos relés opera ante cambios imprevistos en el gas encima del aceite, otros operan ante cambios súbitos de presión del mismo aceite, que se originan durante fallas internas.
- ⊕ Este relé NO opera por presiones estáticas o cambios de presión resultantes de la operación normal del transformador, que pueden ocurrir ante cambios de carga y de temperatura.
- ⊕ El tiempo de operación del relé SPR (Sudden Pressure Relay) varía desde 0,5 hasta 37 ciclos, dependiendo de la magnitud de la falla.
- ⊕ Este relé se recomienda para todos los transformadores con capacidad superior a 5 MVA.



RELÉ DE PRESIÓN SÚBITA O VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN (SPR)

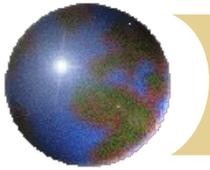


1. Flanche de fijación
2. Ranura empaque
3. Disco
4. Empaque
5. Empaque
6. Tapa
7. Resortes
8. Indicador de operación
9. Caja con contactos para alarma y disparo
10. Palanca para reset
11. Tornillos tapa
12. Tornillos
13. Buje guía indicador
14. Purga
15. Indicador para visualización lejana



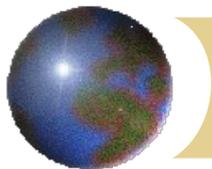
RELÉ BUCHHOLZ

- ⊕ Éste es una combinación de acumulador de gas y relé de flujo de aceite y solamente se aplica a los transformadores con tanque conservador de aceite (que actúa como una cámara de expansión) instalado en la parte superior del tanque principal.
- ⊕ Este relé posee dos dispositivos:
 - ⊞ Una cámara de recolección de gas en la cual se acumula el gas resultante de la ruptura del aislamiento por la presencia de un arco eléctrico leve. Cuando se ha acumulado cierta cantidad de gas, el relé da una alarma.
 - ⊞ Un dispositivo que se opera por el movimiento repentino del aceite a través de la tubería de conexión cuando ocurren fallas severas, cerrando unos contactos que disparan los interruptores del transformador.

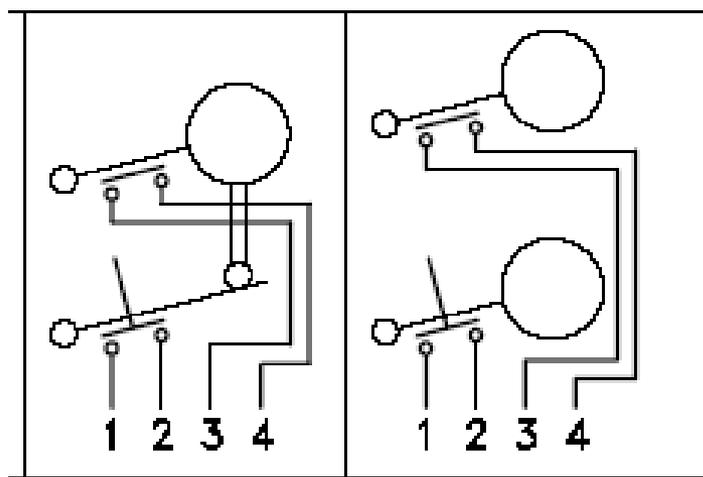
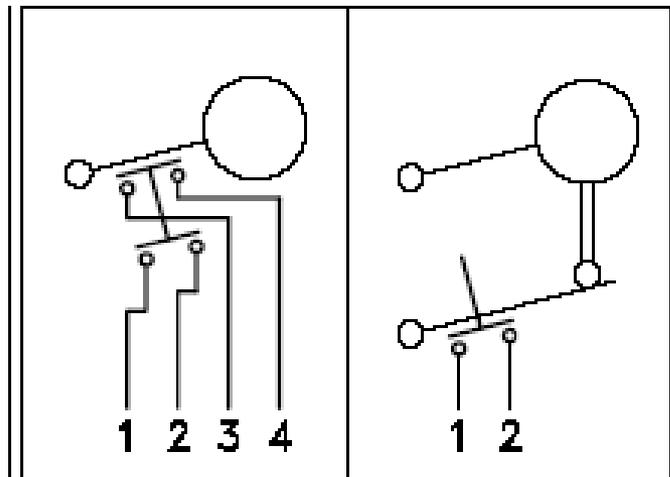
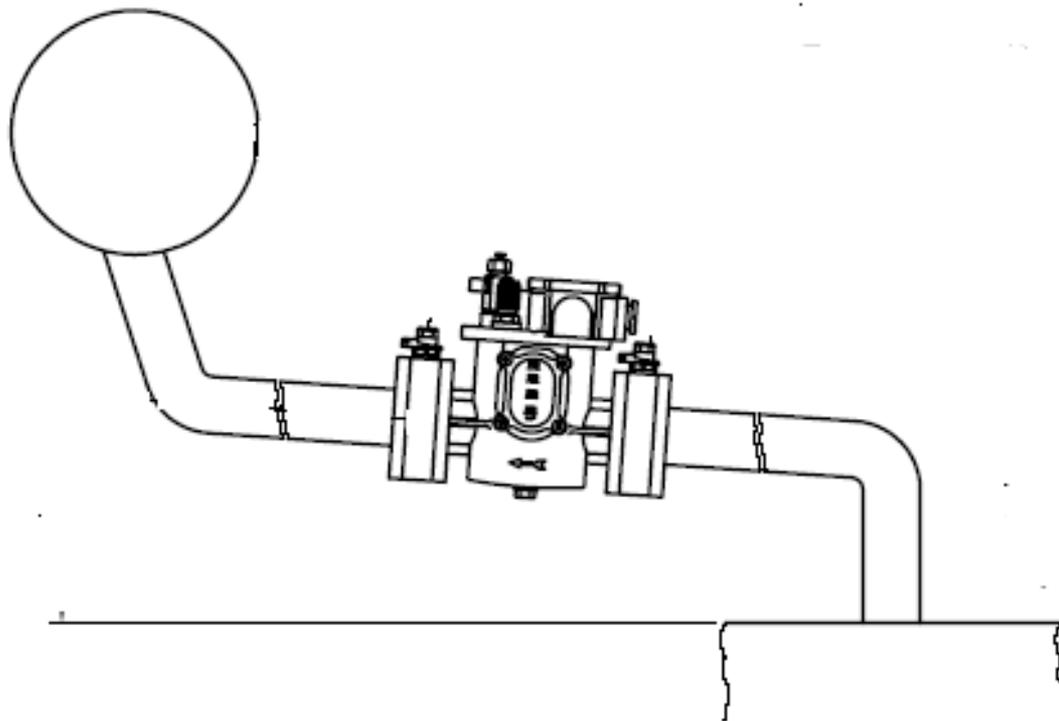


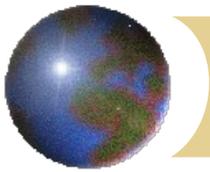
RELÉ BUCHHOLZ

- ⊕ El relé Buchholz y el SPR complementan la protección diferencial, dado que éstos protegen para fallas solo dentro del tanque del transformador mientras que la protección diferencial protege además, para casos de flameos en los bujes o fallas en la conexión del transformador a su interruptor y a otros aparatos del patio (si tiene conexión larga).



RELÉ BUCHHOLZ



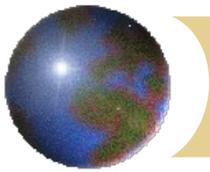


DETECTORES DE NIVEL DE ACEITE

- ⊕ Este relé origina disparo cuando el nivel de aceite no es el requerido.

DETECTORES DE TEMPERATURA

- ⊕ Indica temperatura de transformadores sumergidos (del aceite) o secos, tienen la posibilidad de monitor, alarma y/o disparo.
- ⊕ Se debe tener en cuenta que usualmente solo es posible supervisar directamente las temperaturas del aceite, el medio refrigerante (aire o agua) y a veces, de los devanados de baja tensión, debido al costo enorme que representaría aislar los sensores en contacto con los devanados de alta tensión.
- ⊕ Estos pueden consistir en termómetros o resistencias de temperatura (RTD), que se instalan en los devanados del transformador para detectar temperaturas altas que se puedan presentar por sobrecargas o por daños en el sistema de refrigeración del transformador.



RELÉ DE IMAGEN TÉRMICA: RTD

- ❖ Detectan de manera indirecta la temperatura del devanado: Imagen térmica.
- ❖ Este relé determina la temperatura de los devanados con base en la corriente que circula por ellos y en la temperatura previa del aceite del transformador.
- ❖ Consiste de una resistencia inmersa en el aceite del transformador y que está conectada a los CT's ubicados a la salida del transformador; el calentamiento de esta resistencia es medido con un sensor de temperatura (RTD o termocupla) para dar alarma, disparo o control del mecanismo de enfriamiento de los transformadores.
- ❖ Se debe tener en cuenta que este dispositivo es un mecanismo de cálculo analógico, ajustado normalmente por el fabricante del transformador, para estimar, de acuerdo con la carga, la temperatura en los puntos más calientes de los devanados, simulando al mismo tiempo la dinámica de calentamiento del transformador.