



BASIC PAGOWER SSISTEMA PAGROTECCION

Bienvenido

Gracias por su interés en nuestros seminarios de formación. Confiamos en que la documentación adjunta será de ayuda en su desarrollo profesional. No dude en ponerse en contacto con nosotros si desea considerar asistir a uno de nuestros seminarios públicos o concertar un seminario interno, incluso para un pequeño equipo de sus colegas.

Para presentaciones internas, tenga en cuenta que viajar a usted simplemente implica un vuelo en avión económico. Y la ventaja de un seminario interno es que podemos mezclar y combinar módulos de todas nuestras presentaciones y, por lo tanto, personalizarlos para satisfacer sus necesidades específicas.

Saludos,

Capacitación en protección del sistema de energía

enquiries@powersystemprotection.com.au

Responsabilidad

Power System Protection Training no acepta responsabilidad directa ni consecuente de ninguna manera, a cualquier parte que pueda confiar o hacer referencia a la información contenida en estas páginas. La información contenida en estas páginas se proporciona solo como referencia general, sin ninguna relevancia específica para cualquier referencia o uso real o intencionado en particular de esta información. Cualquier persona u organización que haga referencia a esta información o utilice esta información, es de su exclusiva responsabilidad y de su propia habilidad y juicio.

Sin renuncia, sin licencia

Si bien la información aquí contenida se ha puesto a su disposición, sin ningún cargo, compromiso u obligación, Power System Protection Training no otorga absolutamente ninguna renuncia a los derechos de autor ni otorga ninguna licencia de ninguna manera a ninguna de las partes en relación con esta información.

Seminarios internos

Los costos de los seminarios internos variarán según el número de asistentes y sus circunstancias individuales. Sin embargo, al organizar su propio seminario interno:

Puedes esperar :

Ahorros de entre el 40% y el 65%.

Además, elimina los gastos de viaje y alojamiento de todos sus asistentes.



Proporcionamos:

Presentación del seminario

Todo el material de los folletos del seminario, notas, carpetas, CD, etc.

Computadora portátil y proyector de datos

Tenga en cuenta que garantizamos que todos los seminarios serán presentados personalmente por nuestro ingeniero principal y autor del seminario, Barrie Moor.

Cada asistente recibe:

Presentación del seminario

Manual en papel con todas las presentaciones, además de documentos técnicos de apoyo.

CD con todo el material impreso, además de material y herramientas adicionales considerables, que incluyen:

- pdf del seminario - diapositivas en color 2 por página

- documentos técnicos adicionales

- herramientas para el análisis de componentes de secuencia de fallas monofásicas, dobles y trifásicas

- herramientas para la clasificación de relés de sobrecorriente IDMT

- herramientas para cálculos de relés de distancia, cálculos de impedancia aparente, resistencia a fallas, límites de carga característicos mho y offset mho Certificado de asistencia

Tu provees:

Sala de conferencias del seminario (preferiblemente en el lugar, dentro de sus propias instalaciones) Pizarra

Cualquier catering para el almuerzo y las pausas para el té.

Para discutir sus requisitos u obtener una cotización de precio firme, comuníquese con nosotros en:

enquiries@powersystemprotection.com.au

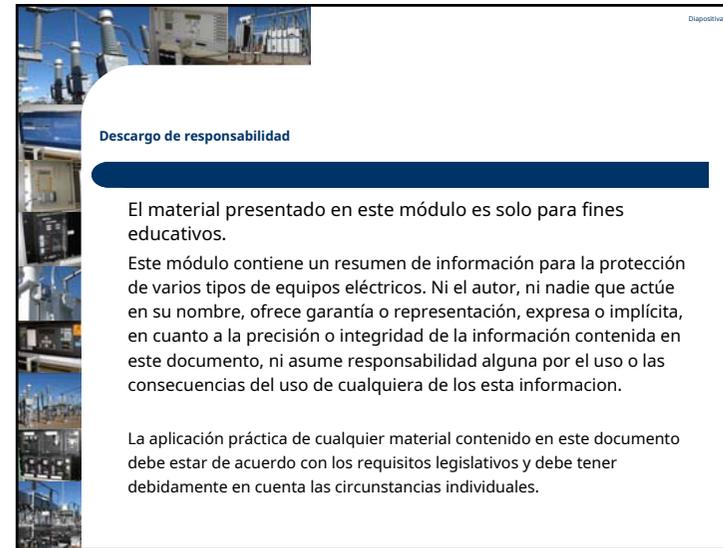


Básico
Protección del sistema de energía

Barrie Moor

bmoor@powersystemprotection.com.au

www.powersystemprotection.com.au

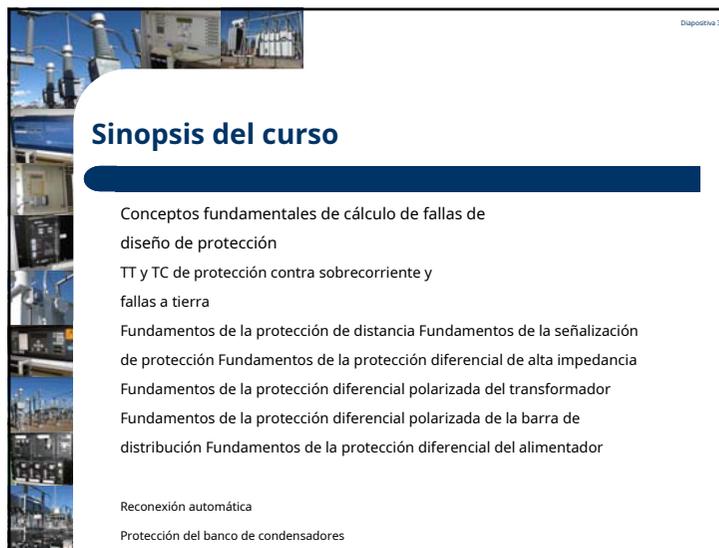


Descargo de responsabilidad

El material presentado en este módulo es solo para fines educativos.

Este módulo contiene un resumen de información para la protección de varios tipos de equipos eléctricos. Ni el autor, ni nadie que actúe en su nombre, ofrece garantía o representación, expresa o implícita, en cuanto a la precisión o integridad de la información contenida en este documento, ni asume responsabilidad alguna por el uso o las consecuencias del uso de cualquiera de los esta información.

La aplicación práctica de cualquier material contenido en este documento debe estar de acuerdo con los requisitos legislativos y debe tener debidamente en cuenta las circunstancias individuales.



Sinopsis del curso

- Conceptos fundamentales de cálculo de fallas de diseño de protección
- TT y TC de protección contra sobrecorriente y fallas a tierra
- Fundamentos de la protección de distancia Fundamentos de la señalización de protección Fundamentos de la protección diferencial de alta impedancia
- Fundamentos de la protección diferencial polarizada del transformador
- Fundamentos de la protección diferencial polarizada de la barra de distribución Fundamentos de la protección diferencial del alimentador
- Reconexión automática
- Protección del banco de condensadores



Slide 1

Básico

Protección del sistema de energía

FUNDAMENTAL PRINCIPIOS

Una introducción



Diapositiva 2

Supongo que sabes ...

CT: Para proporcionar una réplica del flujo de corriente del sistema al relé de protección.

VT: Para proporcionar una réplica del voltaje del sistema al relé de protección.

Ley de Ohm
 $V = I \cdot R$ $V = I \cdot Z$



Diapositiva 3

Protección básica del sistema de energía

La protección no es para la prevención de fallas en el sistema de energía, esta es una función de diseño.

Más bien, es para la detección y eliminación de fallas.



Diapositiva 4

¿Qué es una falla?

Puede ser la salida del sistema de energía o uno de sus componentes de la condición de funcionamiento normal

O

Más a menudo debido a fallas de aislamiento entre partes del sistema que normalmente operan a diferentes potenciales

Diapositiva 5

Por qué eliminar rápidamente las fallas

La seguridad

- Proteja la planta de alta tensión de daños Solo desconecte la planta fallida
- Mantener la estabilidad del sistema No introducir restricciones en el sistema
- Minimizar los daños consecuentes Respaldo en caso de falla de CB
- Cumplir con leyes y regulaciones



Diapositiva 6

Seguridad: ¡No intente esto en casa!



Diapositiva 7

Entonces, ¿la protección es como una póliza de seguro?



¡¡No seguro !!
Pero hay similitudes
Algunos aspectos son ...

- Obligatorio
- Opcional

Y debemos considerar aspectos del sistema de energía como

- Valor del equipo
- Importancia del equipamiento
- Consecuencias de una falta

Diapositiva 8

Fiabilidad, confiabilidad y seguridad

Fiabilidad: grado de certeza de que el esquema de protección funcionará según lo previsto.
Pero hay dos modos de falla.

- No operar cuando sea necesario
- Operación cuando no se requiere

Confianza

- La medida de certeza de que el esquema funcionará correctamente para todas las fallas para las que está destinado a operar.

Seguridad

- La medida de certeza de que el esquema no funcionará incorrectamente para todas las fallas para las que no está destinado a operar.

Diapositiva 9

Confianza vs Seguridad

A medida que el sistema se vuelve más confiable, aumenta su tendencia a volverse menos seguro.

En general, el diseño de protección favorece una alta confiabilidad, que generalmente requiere ...

- Al menos 2 sistemas de protección capaces de detectar todos los fallos.
- Al menos 2 CB capaces de disparar por cada falla

Diapositiva 10

Confianza

Aunque se solicitan con poca frecuencia, los relés deben operar, como se diseñaron, para fallas en su zona. Para garantizar esto, se debe prestar atención a:

- calidad de mano de obra
- calidad de los componentes
- prueba de obras
- mantenimiento

Diapositiva 11

Seguridad

La protección debe permanecer inoperativa cuando no exista una falla en su zona. Debe ser inmune a:

- ruido eléctrico
- actividades humanas normales, por ejemplo, pruebas
- vibración
- pérdida / restauración de tensión CC auxiliar al relé
- pérdida de la cantidad de entrada al relé
- falla del componente del relé

Diapositiva 12

Fiabilidad vs seguridad

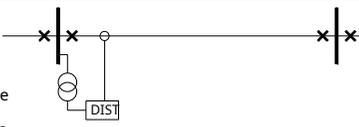
¿A cuál deberíamos favorecer? Para juzgar esto, debemos considerar:

- la probabilidad de la falla
- las consecuencias de no disparar por la falla
- la probabilidad de un viaje falso
- las consecuencias de ese viaje

Los avances tecnológicos, sin embargo, pueden resultar en mejoras simultáneas en velocidad, sensibilidad, confiabilidad y seguridad.

Diapositiva 13

Componentes del sistema de protección



- Relés
- Transformadores de corriente
- Transformadores de voltaje
- Rompedores de circuito
- Fuentes de alimentación de CC
- Circuito secundario (cableado, enlaces y fusibles)
- Sistemas de señalización de protección

Diapositiva 14

Redundancia

No se puede garantizar el éxito de un único sistema de protección para detectar y eliminar una falla.

Un segundo sistema de protección, completamente redundante, mejorará drásticamente la confiabilidad general del sistema.

Limitado por restricciones económicas

Diapositiva 15

Duplicación: relés de protección

Protección principal duplicada (o "primaria" duplicada)

- Relés de alta velocidad duplicados: ambos funcionan
 - "Main 1" y "Main 2" ... Transgrid
 - "X" e "Y" ... Powerlink
 - "A" y "B" ... Ausgrid
 - "Conjunto 1" y "Conjunto 2" ... Electranet

Protección de respaldo principal y local

- Relé de alta velocidad único con un relé de respaldo más lento
- Normalmente solo funcionará el relé de alta velocidad

Protección de respaldo principal y remota

- Solo se instala una protección única
- Respaldo por instalaciones de protección remota más lentas

Diapositiva 16

Duplicación: sistema de protección

Suministros DC

- Baterías separadas para los dos sistemas de protección
- Batería única, bien mantenida y suministros con fusibles separados para los dos sistemas de protección

CT y VT

- Devanados secundarios separados para los dos esquemas de protección CB
- Bobinas de disparo independientes para los dos esquemas de protección

Por eso ...

- La protección X, suministrada por la batería X, se conecta a las fuentes X CT y VT y dispara la bobina de disparo del CB X a través de la batería X
- La protección Y, suministrada por la batería Y, está conectada a las fuentes Y CT & VT y dispara la bobina de disparo Y del CB a través de la batería Y

Y luego, para cubrir la posibilidad (remota) de que un CB no se despeje, también implementamos un esquema CB Fail

Diapositiva 17

Sensibilidad

El relé debe funcionar para cubrir la gama completa de condiciones de falla en su propia zona.

A veces es necesario proporcionar varios tipos diferentes de protección a una sola zona para cubrir todas las fallas.

Sin embargo, es posible que aún no sea factible proporcionar un sistema de protección que detecte todas las fallas.

Diapositiva 18

Velocidad

La velocidad requerida depende de:

- carga de circuitos
- Nivel de voltaje

Ejemplos de requisitos de velocidad de relé:

- 20 ms a 300 kV
- Hasta varios segundos en circuitos de 11 kV

Los tiempos de funcionamiento de los interruptores automáticos deben incluirse en el cálculo de los tiempos de compensación totales.

Diapositiva 19

Requisitos de AEMC

(Comisión Australiana del Mercado de la Energía)

Reglas Nacionales de Electricidad: NER

- Estándares de acceso automático
- Para mantener la estabilidad del sistema
- No restringir los flujos de poder inter o intrarregionales

Tiempos máximos de resolución de fallas (milisegundos)			
Voltaje del sistema kV	Final con fallas	Extremo remoto	Fallo del interruptor
≥400kV	80	100	175
≥250kV a <400kV	100	120	250
> 100 kV a <250 kV	120	220	430
≤ 100 kV	Según sea necesario para prevenir daños a la planta y cumplir con los requisitos de estabilidad.		

Diapositiva 20

Requisitos de energía occidental

	Tiempos máximos de resolución de fallas (milisegundos)			
	Fin local	Extremo remoto	CBF Local	CBF Remoto
220 y 330 kV	100	140	270	315
66 y 132kV	115	160	310	355

Diapositiva 21

El "ART" de la detección y cobertura de fallas de protección

El arte de la protección es poder:

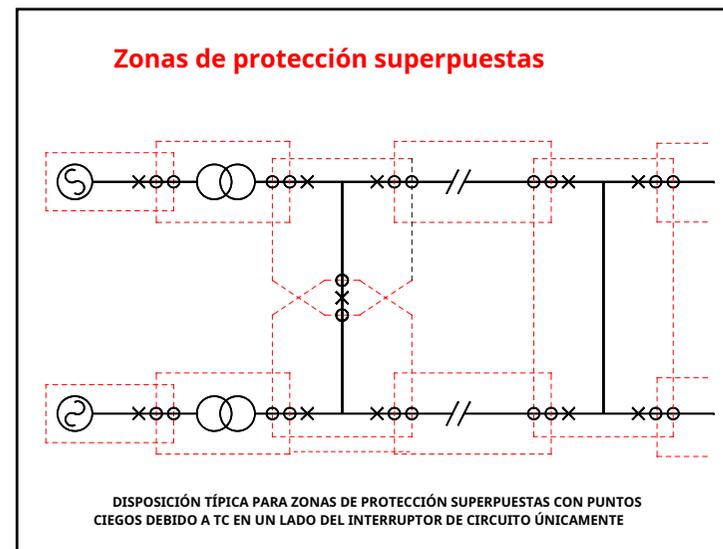
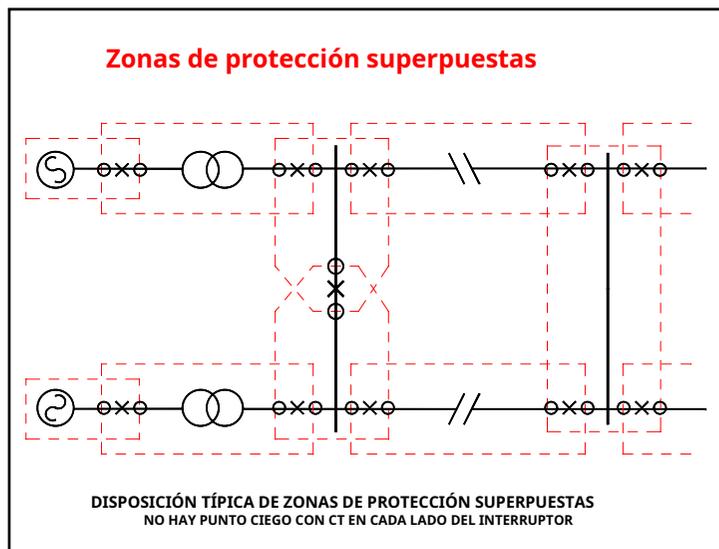
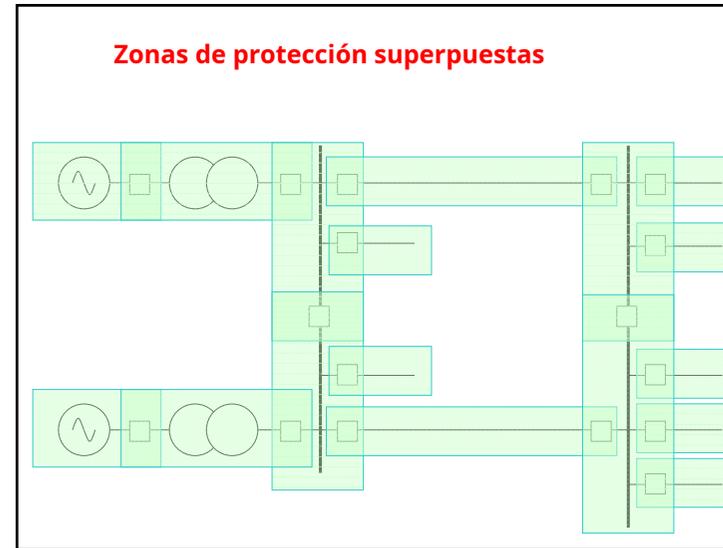
- Discriminar entre fallas en diferentes partes del sistema eléctrico.
- Discriminar entre fallas y el estado operativo general del sistema eléctrico.

Los esquemas de protección se organizan en "zonas", y cada relé se ocupa de una zona en particular.

- Un relé de protección debe operar solo para fallas en su propia zona

Dos filosofías básicas ...

- Protección de la unidad
- Protección sin unidad





Diapositiva 25

Básico

Protección del sistema de energía

PROTECCIÓN DE LA UNIDAD



Diapositiva 26

Protección de la unidad

Opera en la comparación de cantidades en el límite de la zona

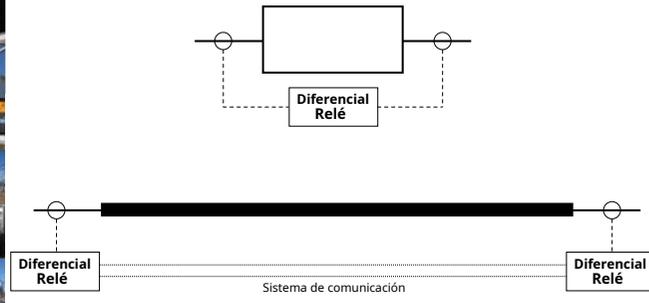
Los límites de funcionamiento de la protección de la unidad son:

- exactamente identificable, generalmente por ubicación de TC
- independiente de la configuración del sistema
- independiente del patrón de generación
- independiente de la configuración del relé



Diapositiva 27

Protección de la unidad




Diapositiva 28

Protección de la unidad

No hay necesidad de protección de unidad de clasificación de tiempo con otra protección

Prácticamente no es necesario realizar una revisión periódica de la configuración.

No impone restricciones a la transferencia de carga.

No proporciona respaldo remoto para zonas de protección adyacentes.

Se requiere un medio para comunicar las condiciones de contorno al relé.



Diapositiva 29

Básico

Protección del sistema de energía

NO - UNIDAD PROTECCION



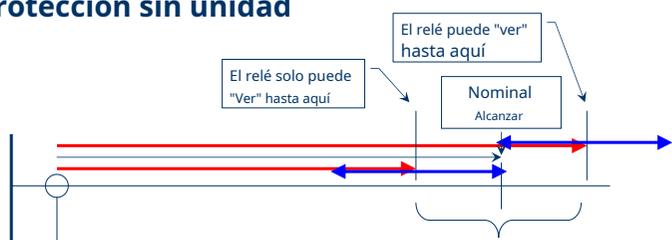
Diapositiva 30

Protección sin unidad

Uno o más límites de operación son indeterminados y dependen de:

- la configuración del sistema, (la cantidad de planta de transmisión en servicio)
- el patrón de generación
- la carga
- la configuración del relé

Protección sin unidad



El funcionamiento del relé en esta área es incierto

- Debido a la inexactitud del relé
- Debido a la inexactitud de los datos del sistema
- La inexactitud se ve afectada aún más por los cambios en los niveles de corriente de falla

Los relés de corriente simples son los más adecuados para aplicaciones de sistemas de distribución donde los niveles de falla no cambian significativamente

Protección sin unidad



El funcionamiento del relé en esta área es incierto

- Debido a la inexactitud del relé
- Debido a la inexactitud de los datos del sistema
- El alcance del relé de distancia no se ve afectado por cambios en los niveles de corriente de falla

Los relés de distancia son adecuados para aplicaciones donde los niveles de falla pueden variar

$$Z = \frac{V}{I}$$

Diapositiva 33

Protección sin unidad

Puede proporcionar respaldo para zonas adyacentes Simple: no se requieren comunicaciones

- tiempo clasificado con otra protección
- revisado regularmente para asegurar una cobertura adecuada de fallas y discriminación con otra protección

A menudo impone restricciones de carga a la planta que protege.

Se requieren esquemas de señalización para cumplir con los tiempos de código para la eliminación de fallas en el extremo remoto

Diapositiva 34

Básico Protección del sistema de energía

RESPALDO PROTECCION

- Protección de respaldo remoto
- Protección de respaldo local
- Protección de punto ciego

Protección de respaldo

Falla de un CB para despejar una falla debido a ...

- Fallo del esquema de protección
- Fallo del sistema de CC
- Fallo del propio CB

La copia de seguridad remota funciona bien en sistemas radiales, normalmente de 33 kV y menos. ¡Así funciona la protección del suministro a tu casa !!

Copia de seguridad remota ←

- Fallo resuelto de forma remota mediante protección remota

Respaldo local ←

Se recomienda encarecidamente el respaldo local para sistemas mallados de 66 kV y superiores, y a 100 kV y superiores es básicamente obligatorio cumplir con las Normas Nacionales de Electricidad.

- Fallo resuelto localmente a través de:
- Segundo esquema de protección

Protección duplicada
Protección principal y de respaldo

- Disyuntor de protección LBU o CBF

Basado en un sencillo sistema de control de corriente y temporizador

Protección de respaldo

Ocurre falla en el alimentador BE
La protección en E dispara CB
Falla en B

- Fallo del relé
- Fallo del sistema de CC
- CB falla

Los relés disparan alimentadores en fallas A y D ahora despejados
Pérdida total de suministro a B Pérdida total de suministro a C Interconectores todos disparados No se requieren sistemas adicionales ¡¡Barato y desagradable !!

Diapositiva 37

Copia de seguridad remota

Los equipos de protección en las subestaciones alejadas de la falla están llamados a despejar la falla.
Económico ... no se requieren esquemas adicionales
Se pierde toda la subestación donde falla el interruptor o la protección.
Generalmente lento (400 ms como mínimo a 5 segundos)
Proporciona respaldo para un CB fallido
Proporciona respaldo para un esquema de protección fallido
Brinda respaldo para fallas de punto ciego (zona muerta)

Diapositiva 38

Copia de seguridad remota

Los ajustes son:

- lleva mucho tiempo calcular
- a menudo necesita revisión
- a menudo no se puede hacer lo suficientemente sensible para lograr una cobertura remota para todas las ubicaciones de fallas ...
la alimentación es un problema
- sensible a la configuración del sistema
- sensible a las expansiones del sistema

Diapositiva 39

Protección de respaldo local

Un esquema para detectar localmente y tratar la falla de un interruptor de circuito para eliminar una falla.
A veces llamado "Protección contra fallas CB"
Debe ser muy seguro, ya que generalmente dispara más de un disyuntor, tal vez una barra colectora completa o incluso una subestación completa.

Protección de respaldo

Ocurre una falla en el alimentador BE La protección en E dispara CB La falla en B es extremadamente improbable

- Relés duplicados o de respaldo
- Sistema de CC seguro

Pero, ¿y si el propio CB falla en B?

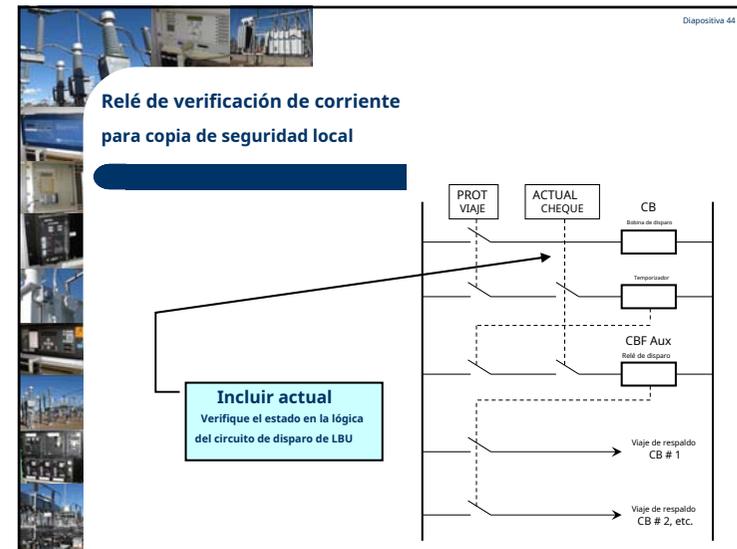
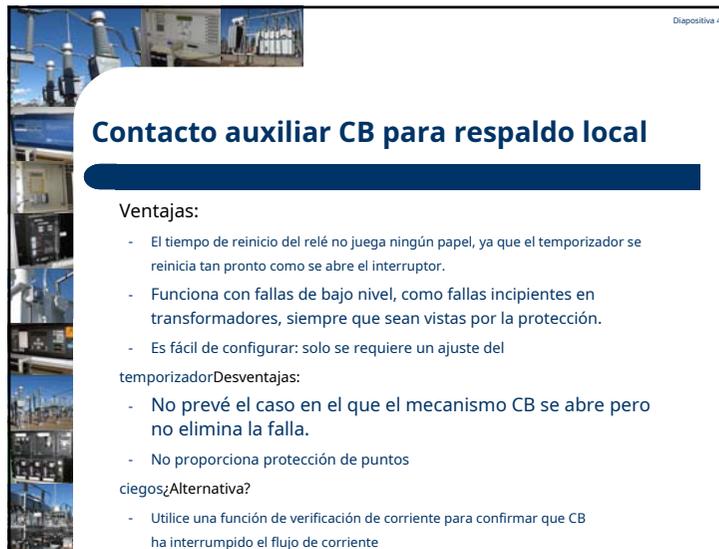
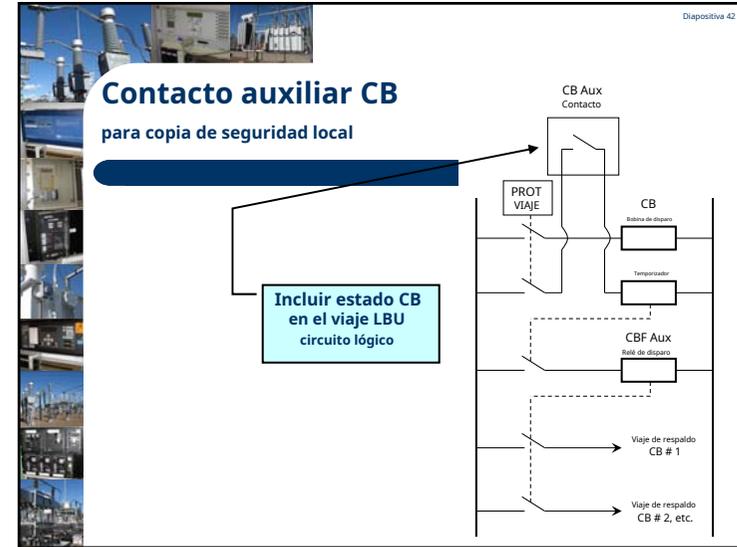
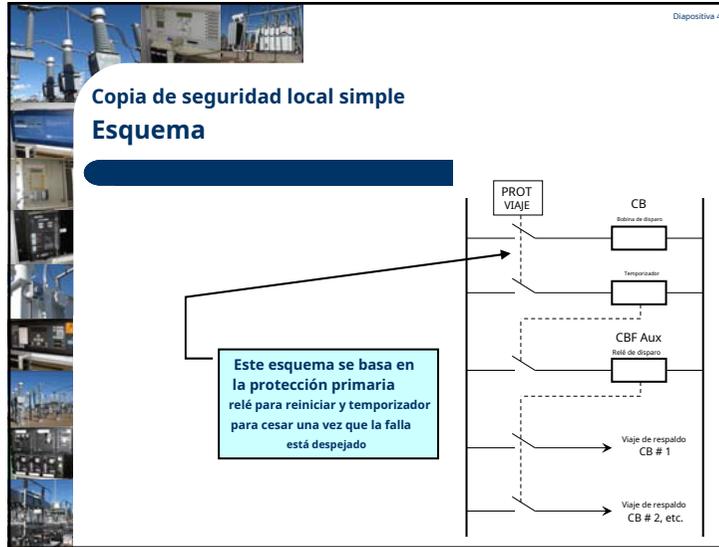
- Implementar un esquema CB Fail
- CBF dispara la siguiente línea de CB

Requiere que tengamos un sistema de retransmisión duplicado o principal / de respaldo
Requiere que tengamos un sistema de CC seguro o duplicado
Requiere sistema CBF

- Solo un sistema simple de verificación de corriente y relé temporizador.

Buena relación calidad-precio y no desagradable !!

El esquema CBF monitorea el flujo de corriente a través del CB. Si esto continúa por mucho tiempo después de que el CB debería haberse disparado, se inicia el disparo de respaldo de la siguiente línea de CB.





Diapositiva 45

Relé de verificación actual para protección de respaldo local

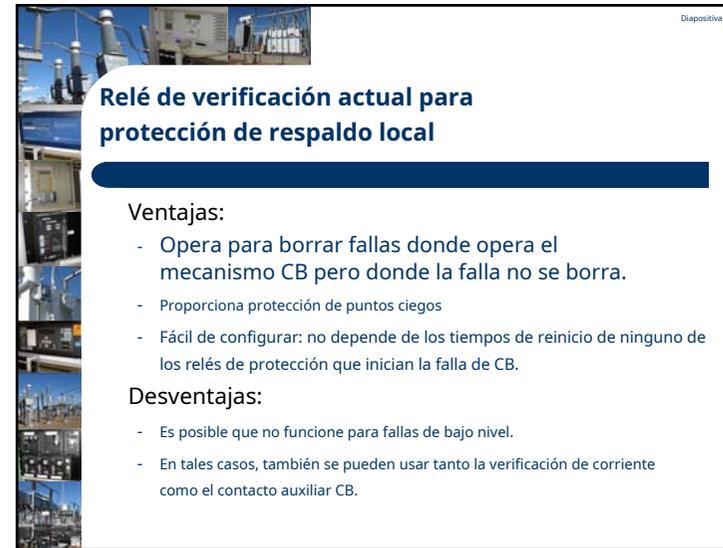
Utiliza un relé de verificación de sobrecorriente para detectar que la corriente ha dejado de fluir

- es decir. No solo que el CB ha funcionado, sino que ha interrumpido el flujo de corriente.

El relé de verificación de sobrecorriente debe estar especialmente diseñado para tener un tiempo de reinicio rápido

La configuración puede estar por encima de la carga para proporcionar seguridad adicional

Para ajustar por debajo de la carga, se requiere un diseño especial, como para energizar el suministro de CC del relé de falla CB solo en la operación del relé de protección.



Diapositiva 46

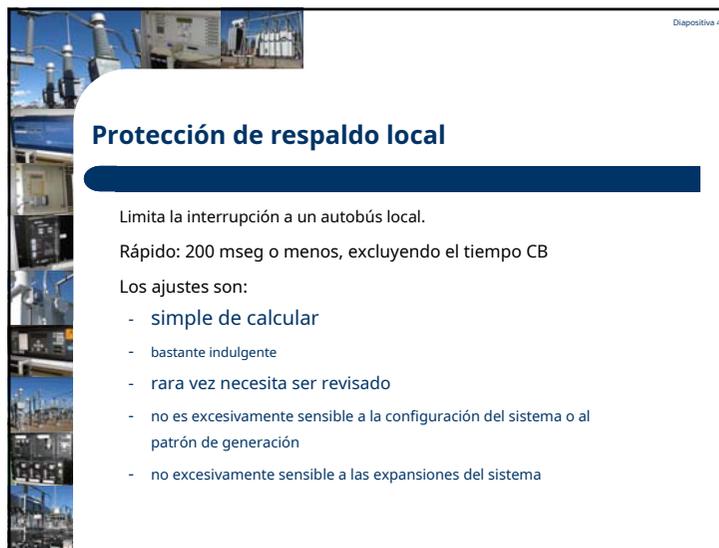
Relé de verificación actual para protección de respaldo local

Ventajas:

- Opera para borrar fallas donde opera el mecanismo CB pero donde la falla no se borra.
- Proporciona protección de puntos ciegos
- Fácil de configurar: no depende de los tiempos de reinicio de ninguno de los relés de protección que inician la falla de CB.

Desventajas:

- Es posible que no funcione para fallas de bajo nivel.
- En tales casos, también se pueden usar tanto la verificación de corriente como el contacto auxiliar CB.



Diapositiva 47

Protección de respaldo local

Limita la interrupción a un autobús local.

Rápido: 200 mseg o menos, excluyendo el tiempo CB

Los ajustes son:

- simple de calcular
- bastante indulgente
- rara vez necesita ser revisado
- no es excesivamente sensible a la configuración del sistema o al patrón de generación
- no excesivamente sensible a las expansiones del sistema



Diapositiva 48

Básico Protección del sistema de energía

PUNTO CIEGO PROTECCION

Protección de zona muerta

Protección de zona pequeña

Diapositiva 49

Protección de punto ciego

Un punto ciego es una sección de línea o bus donde una falla no será eliminada por completo por la protección que detecta primero la falla.

Fácilmente identificado:

- Todos los TC ubicados en el mismo lado del disyuntor
- Luego, una falla de punto ciego se aplica a las fallas que ocurren entre ese disyuntor y los transformadores de corriente.

También conocido como:

- Fallo de zona muerta
- Fallo de zona pequeña

Diapositiva 53

Fallo de punto ciego

Diapositiva 54

Protección de punto ciego

Depende de la posición del CT

Los puntos ciegos ocurren cuando los CT están en un lado de CB

Los puntos ciegos realmente deberían tener cobertura a través de dos sistemas de protección ...

- Esquemas de protección remota duplicados
- Funciones de falla de CB duplicadas dentro de los relés de protección de plantas duplicados

Y dado que el siguiente disparo del interruptor automático es en realidad una operación de protección primaria ... ¡debería estar respaldado!

Relé de verificación de sobrecorriente para cobertura de punto ciego

CB CIRCUITO DE FALLA UTILIZANDO CONTACTOS DE RELÉ DE COMPROBACIÓN DE SOBRE CORRIENTE
(Lo mismo ocurre con CB's B & C)

Diapositiva 56

Básico Protección del sistema de energía

**CIRCUITO DE DISPARO
VIGILANCIA**

Diapositiva 57

Monitoreo del circuito de disparo

Para supervisar

- Suministro de voltaje del circuito de disparo
- Cableado del circuito de disparo
- Continuidad de la bobina de disparo CB

La corriente de supervisión debe ser lo suficientemente baja como para evitar cualquier posibilidad de disparo molesto de CB ... solo unos pocos miliamperios.

En funcionamiento cuando CB está cerrado y también abierto

Puede incluir un retraso de tiempo corto

- Para evitar la operación de alarma falsa durante la operación de CB

Los contactos del relé del TCM no deben conectarse a entradas opto sensibles al "relé seguidor"

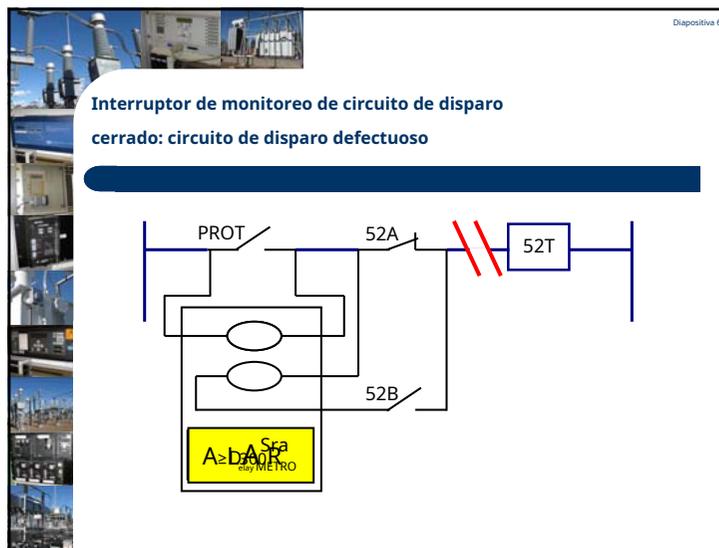
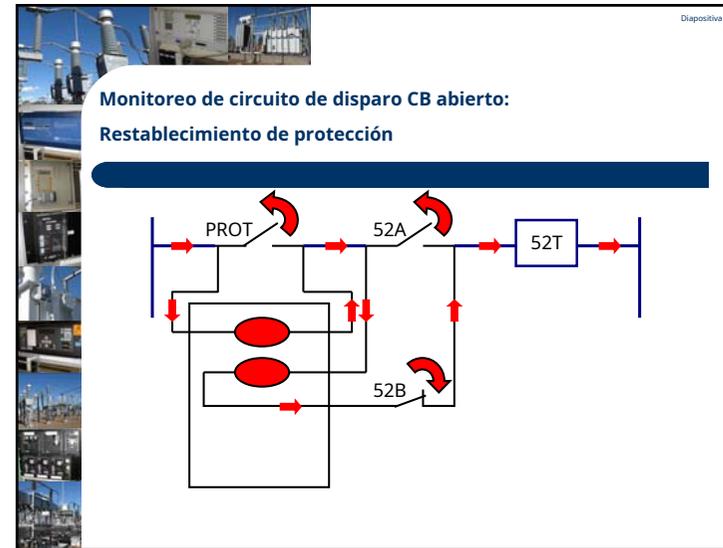
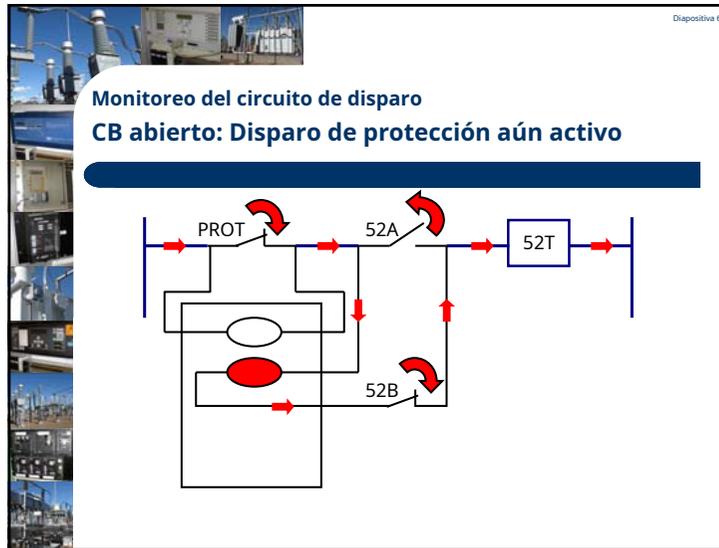
- Las entradas ópticas pueden ser activadas inadvertidamente por la corriente del TCM

Diapositiva 58

Control de circuito de disparo CB cerrado

Diapositiva 59

Monitoreo del circuito de disparo CB en funcionamiento: estado intermedio





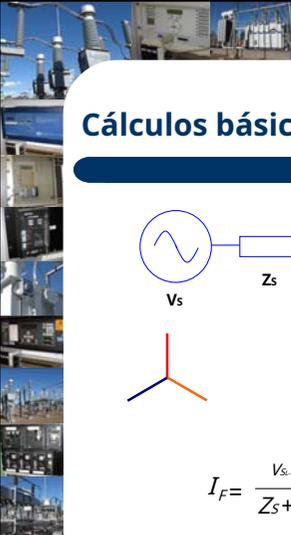
Diapositiva 1

Básico

Protección del sistema de energía

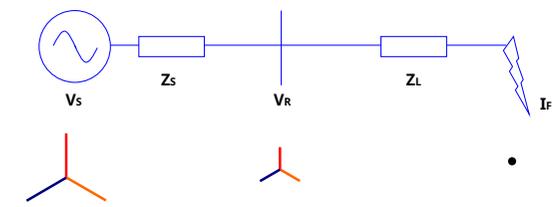
CÁLCULOS DE FALLOS

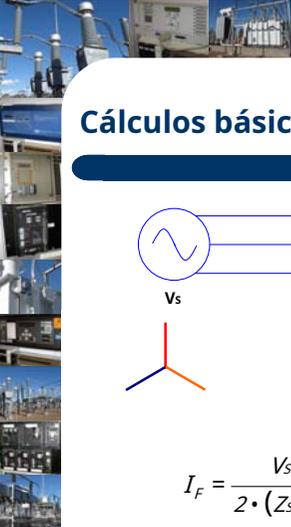
Una introducción



Diapositiva 2

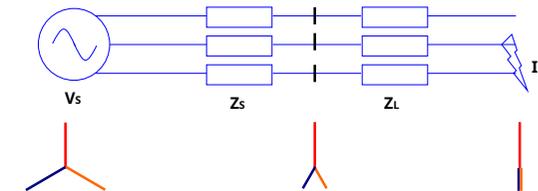
Cálculos básicos: falla trifásica

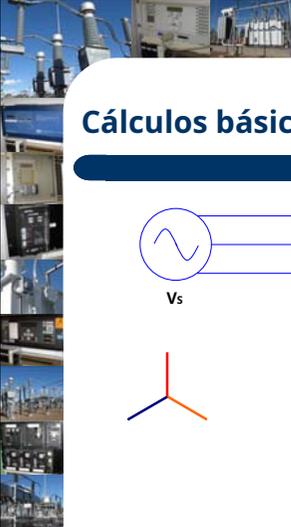


$$I_F = \frac{V_{S, \text{norme}}}{Z_S + Z_L} \quad V_{R, \text{norme}} = I_F \cdot Z_L$$


Diapositiva 3

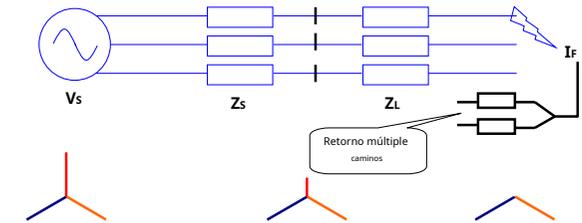
Cálculos básicos: Ph - Ph falla



$$I_F = \frac{V_{S-L}}{2 \cdot (Z_S + Z_L)} \quad = Y_{03PH} \cdot \sqrt{3} / 2$$


Diapositiva 4

Cálculos básicos: falla a tierra



$$I_F = \frac{V_{S, \text{norme}}}{Z_S + Z_L + Z_{GRAMO}}$$

Diapositiva 5

Estudio de fallas clásico

Voltajes previos a la falla configurados en 1,0 pu

Corrientes de carga previas a la falla ignoradas

Transformadores en la toma de voltaje del sistema (por ejemplo, 132 / 66kV para igualar los voltajes del sistema, incluso si la toma nominal del transformador es 132 / 69kV)

Impedancias de derivación ignoradas (condensadores de derivación, etc.) Resistencia de falla de cero ohmios

Esto es adecuado para configurar relés de protección.

- Todos los cálculos de configuración de relés se basarán en los mismos datos de nivel de falla y, por lo tanto, se logra la coordinación
- Se puede aplicar un factor "C" de 1,1 para determinar las calificaciones de los equipos.

Diapositiva 6

Básico

Protección del sistema de energía

CÁLCULOS DE FALLOS

Introducción a:
Cantidades por unidad

Diapositiva 7

Impedancias del sistema y cálculos de fallas

Transformadores

- Voltajes reflejados mediante relación de vueltas
- Corrientes reflejadas inversamente a la relación de vueltas
- Impedancias reflejadas a través de (relación de vueltas):

Diapositiva 8

Valores por unidad

Transformadores

- Voltajes reflejados mediante relación de vueltas
- Corrientes reflejadas inversamente a la relación de vueltas
- Impedancias reflejadas a través de (relación de vueltas):

Seleccione el voltaje del sistema = 1 pu

Seleccione una potencia nominal conveniente, normalmente 100 MVA = 1 pu Por lo tanto, para un transformador de 132/66 kV:

- En el lado de 132 kV ... 1 tensión pu = 132 kV
- En el lado de 132 kV ... 1 pu de corriente = 437,4 A
- En el lado de 132 kV ... Impedancia de 1 pu = 174,24 Ω

- En el lado de 66 kV ... 1 tensión pu = 66 kV
- En el lado de 66 kV ... 1 pu de corriente = 874,8 A
- En el lado de 66 kV... 1 pu impedancia = 43,56 Ω

Diapositiva 10

Valores por unidad

Las impedancias reales se reflejan en los transformadores por la relación de vueltas. Pero la "impedancia base" también varía según el voltaje. Por tanto, la impedancia de pu no cambia a través del transformador.

Basado en nuestra selección de base de 100MVA, y considerando el ejemplo del transformador 132 / 66kV ...

- En el lado de 132 kV ... 1 tensión pu = 132 kV
- En el lado de 132 kV ... 1 pu de corriente = 437,4 A
- En el lado de 132 kV ... Impedancia de 1 pu = 174,24 Ω

- En el lado de 66 kV ... 1 tensión pu = 66 kV
- En el lado de 66 kV ... 1 pu de corriente = 874,8 A
- En el lado de 66 kV... 1 pu impedancia = 43,56 Ω

Entonces, por ejemplo, una impedancia de 17.424 Ω en el lado de 132kV tendría una impedancia por unidad de 0.1 pu.

A través del transformador (relación de vueltas), esto equivale a $17.424 / Z_2 = 4.356\Omega$ cuando se refiere al lado de 66kV... nuevamente 0.1 pu.

Es decir, mientras que las impedancias reales se transfieren por (relación de vueltas), la impedancia por unidad no cambia a través del transformador !!!

Diapositiva 11

Valores por unidad

NB !! NB !!

Entonces, con el **misma base MVA**
Y **voltaje base igual al voltaje del sistema**

Las impedancias por unidad siguen siendo las mismas en todo el transformador

Diapositiva 12

Valores por unidad

NB !! NB !!

Entonces, con el **misma base MVA**
Y **voltaje base igual al voltaje del sistema**

Las impedancias por unidad siguen siendo las mismas en todo el transformador

Diapositiva 13

Cantidades por unidad
Base de 100 MVA

Vph-ph (kV)	Actual	Impedancia
500	115,47	2500
400	144,34	1600
330	174,95	1089
275	209,95	756,25
220	262,43	484
132	437,39	174,24
110	524,86	121
66	874,77	43,56
33	1749,55	10,89
22	2624,32	4,84
11	5248,64	1,21
6,6	8747,73	0,4356
3,3	17495,46	0,1089
0,415	139120,55	0,00172225



Slid14

Básico

Protección del sistema de energía

CÁLCULOS DE FALLOS

Introducción a:
Componentes de secuencia

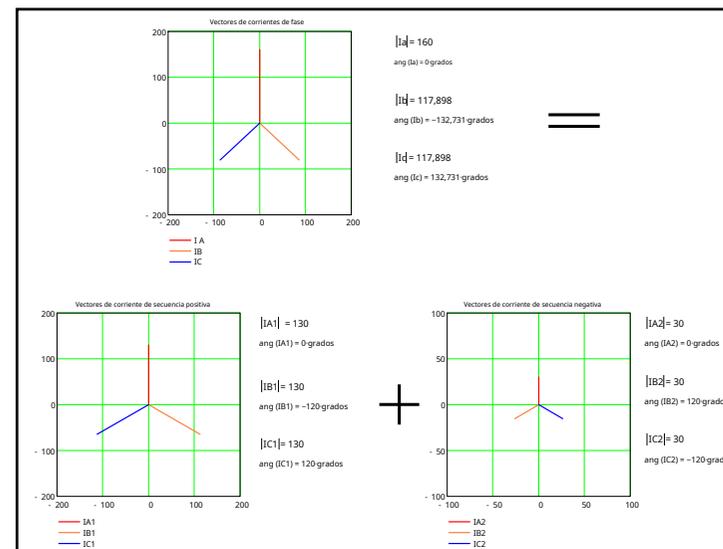
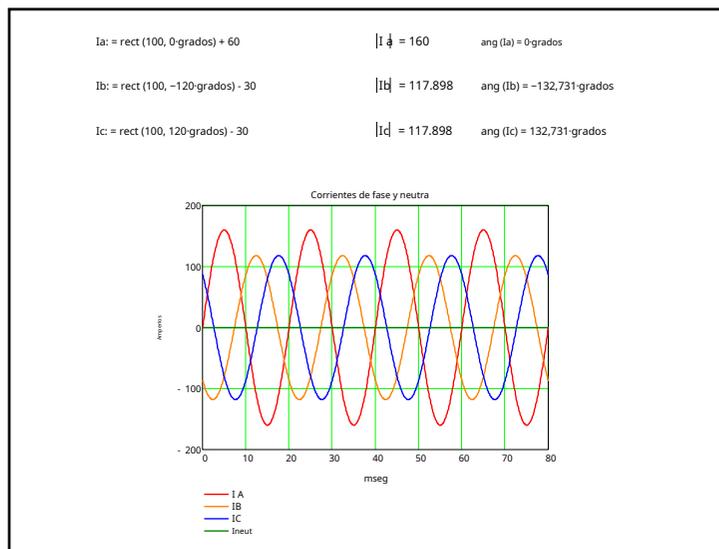


Diapositiva 15

Componentes de secuencia

El análisis de componentes de secuencia se basa en un principio de suma simple

Los efectos de un flujo de corriente desequilibrado complicado a través del sistema de energía se pueden analizar como la suma de varios flujos de corriente equilibrados más simples.



Diapositiva 19

Componentes de secuencia

Secuencia positiva

- A B C
- Igual en magnitud
- 120 grados de distancia

Secuencia negativa

- ACB
- Igual en magnitud
- 120 grados de distancia

Secuencia cero

- A B C
- Igual en magnitud
- En fase

V11

V22

V00

Diapositiva 21

Componentes de secuencia

I1

I2

I0

Yo fase

I A

I B

I C

Diapositiva 22

Redes de secuencia

V1 = 1 / 0°

Red de secuencia positiva

Fuente

Relé Localización

Culpa Localización

V2 = 0

Red de secuencia negativa

Fuente

Relé Localización

Culpa Localización

V0 = 0

Red de secuencia cero

Fuente

Relé Localización

Culpa Localización

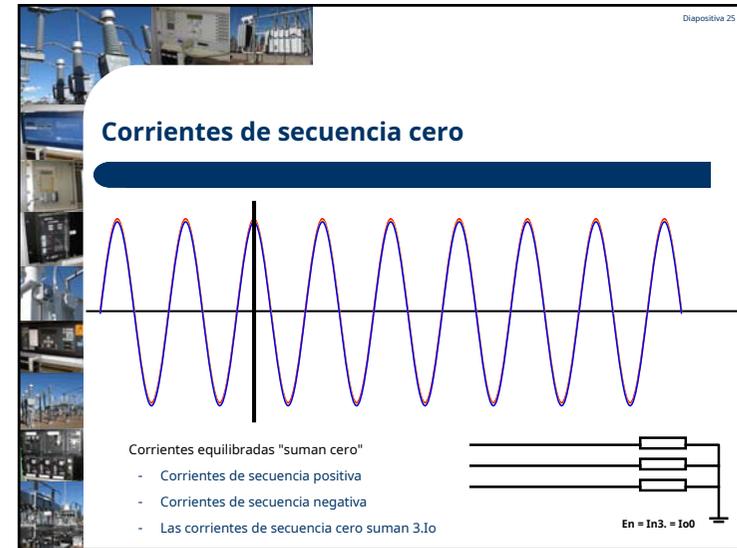
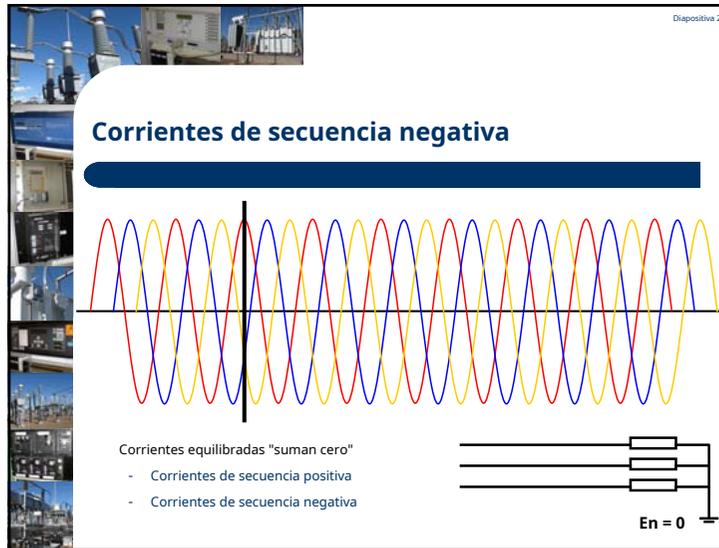
Diapositiva 23

Corrientes de secuencia positiva

Corrientes equilibradas "suman cero"

- Corrientes de secuencia positiva

En = 0





S. Dan

Básico

Protección del sistema de energía

SOBRE CORRIENTE PROTECCION

- Fusibles
- Protección contra sobrecorriente
- Protección contra fallas a tierra



Diapositiva 2

Fusibles

El rendimiento sigue efectivamente a I^2t ley t

- Tiempo previo al arco
- Tiempo de arco

Fusible: la clasificación de fusibles requiere que el total de I^2t del fusible más pequeño sea menor que el prearco I^2t del fusible más grande

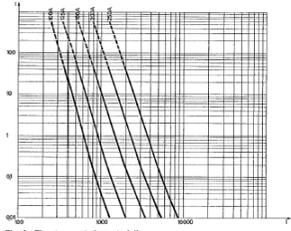


Fig. 8 - Time/current characteristics.



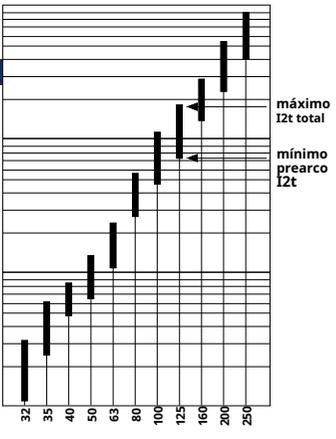
Diapositiva 3

Fusibles y Curvas de Bullrush

La discriminación entre los eslabones fusibles se logra cuando el total de I^2t del eslabón fusible menor no excede el prearco I^2t del eslabón fusible principal

Pero tenga en cuenta que esto se aplica solo para el funcionamiento a alta velocidad donde no hay disipación de calor ... es decir. I^2t rendimiento adiabático

Como punto de partida, una relación de corriente nominal entre fusibles de 1,6 a 2 probablemente esté bien. (pero esto depende del diseño específico del fusible)



máximo I^2t total
mínimo prearco I^2t



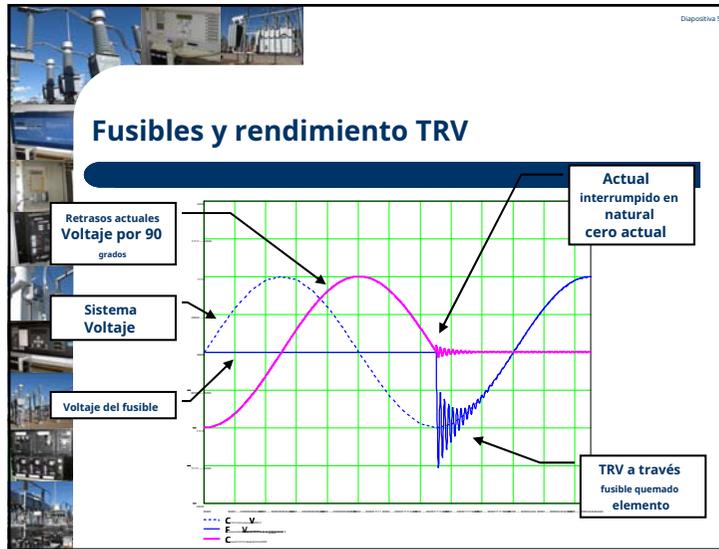
Diapositiva 4

Fusible de caída y TRV

En circuitos inductivos, La tensión de recuperación transitoria (TRV) será máxima en la corriente cero.

Proceso de expulsión los desioniza los gases y los elimina del área del arco





Diapositiva 6

Fusibles limitadores de corriente (fusibles HRC)

El fusible está diseñado para insertar una gran resistencia.

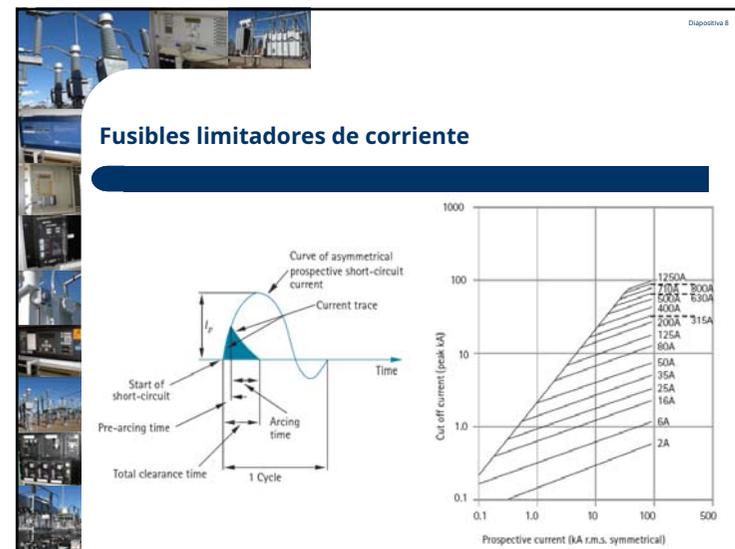
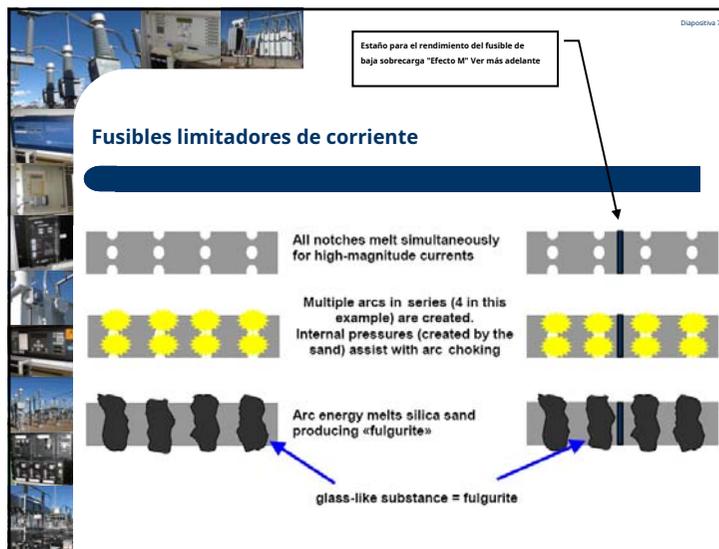
- Por lo tanto, se reduce el posible nivel de corriente de falla.
- Y el cruce por cero de la corriente y el voltaje estará razonablemente en fase

El elemento fusible está completamente rodeado de material de relleno, normalmente arena de sílice.

- La energía del arco derrite la arena, insertando así la alta resistencia requerida

Pero este diseño puede tener dificultades para interrumpir las sobrecargas de bajo nivel. Superado por ...

- Diseños de efectos M



Diapositiva 9

Fusibles limitadores de corriente

Efecto M para sobrecargas de bajo nivel

Efecto M: AW Metcalf - 1939

Tin or (low melting temperature)

On sustained overload, heat produced by the element melts the tin. Tin & element form new alloy with much lower T_{melt} .

The tin goes through the element and creates a gap cutting the element in two pieces. An arc starts and tries to get as long as possible.

The sand inside the fuse produces a pressure increase helping the arc extinction. The arc energy melts some quantity of sand.

Diapositiva 10

Básico

Protección del sistema de energía

SOBRE CORRIENTE PROTECCION

Diapositiva 11

Protección contra la sobretensión

Protección de sobrecarga

- Operación a la capacidad térmica de la planta

Protección contra la sobretensión

- Principalmente para la eliminación de fallas
- Algunos medida de protección contra sobrecarga mayo ser proporcionado

Diapositiva 12

Discriminación por tiempo

Configuración elegida para asegurar que el CB más cercano a la falla se abra primero

A menudo denominado ... "*Relé de retardo de tiempo definido independiente*"

Intervalos de temporización seleccionados para garantizar que los relés aguas arriba no funcionen antes de que los interruptores automáticos se disparen en la ubicación de la falla

Desventaja ...

El tiempo de eliminación de fallas más largo ocurre en la sección más cercana a la fuente de energía donde el nivel de falla es el más alto

Diapositiva 13

Discriminación por tiempo

TIEMPO

RELÉ 'A'

RELÉ 'B'

RELÉ 'C'

0.4 segundos

0.4 segundos

ACTUAL

Diapositiva 14

Discriminación por corriente

Aplicar donde la corriente de falla varía con la ubicación de la falla debido a la impedancia intermedia

Configurado para operar a valores actuales de modo que solo el relé más cercano a la falla dispare su CB

Dificultades

- Mismo nivel de falla al final de una zona y al comienzo de la siguiente
- Los niveles de falla varían con el cambio de impedancia de la fuente (por ejemplo, cuando los generadores se encienden y se apagan)

Diapositiva 15

Discriminación por corriente

RELÉ 'A'

RELÉ 'B'

El relé 'A' no puede distinguir entre una falla aquí, para la cual necesita operar

Y una falla aquí por la que no debería operar

Diapositiva 16

Discriminación por corriente

HV OC

FDR OC

FDR OC

FDR OC

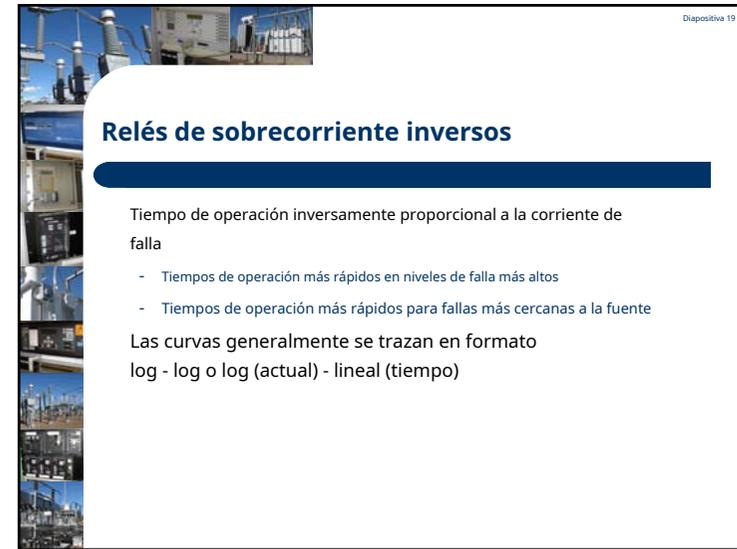
FDR OC

A

B

Diferencia significativa entre las corrientes observadas para las fallas A y B

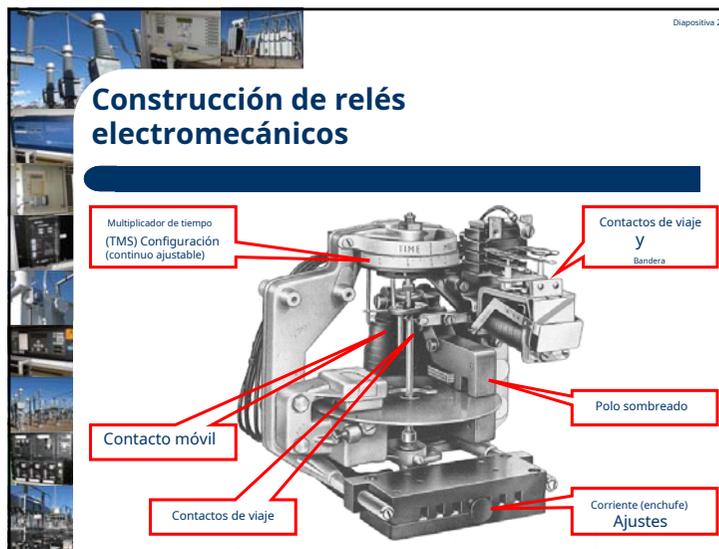
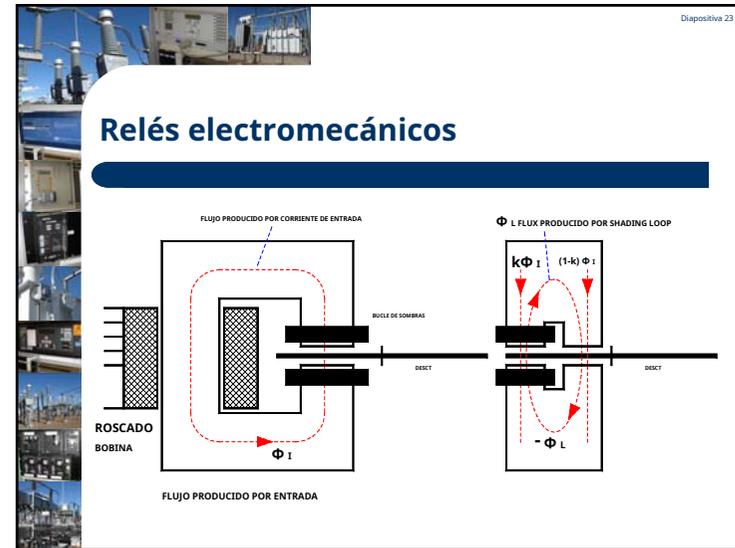
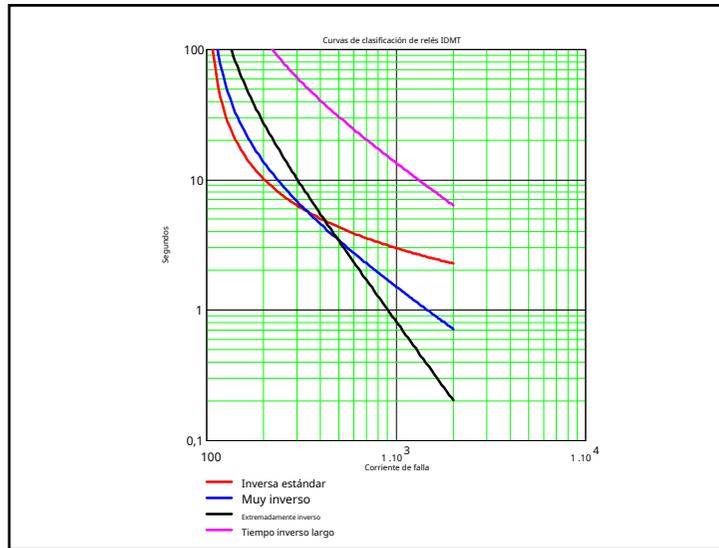
Establezca HV OC en 1.3 x la corriente máxima de paso para falla de LV



Diapositiva 21

Características estándar según IEC 60255

Característica del relé	
Inverso estándar (SI)	$\frac{0,14 \cdot TMS}{I_{0,02} - 1}$
Muy inverso (VI)	$\frac{13,5 \cdot TMS}{Y_0 - 1}$
Extremadamente inverso (EI)	$\frac{80 \cdot TMS}{I_2 - 1}$
Largo tiempo (LTI)	$\frac{120 \cdot TMS}{Y_0 - 1}$



Relés electromecánicos Tiempo mínimo definido inverso

Sensibilidad actual seleccionada por "Enchufes" en el circuito magnético

- Mayor sensibilidad seleccionada a través de más giros
- es decir. Mismo amperio Vueltas cantidad operativa ... más vueltas = menos corriente

El circuito magnético se satura con una sobrecorriente extrema

- Limita el tiempo mínimo de funcionamiento
- Por lo general, alrededor de 20 ajustes de enchufe.
- Por lo tanto, rendimiento de IDMT: DM = mínimo definido

a través de la configuración del multiplicador de tiempo

- Se ajustó el punto de inicio del disco de inducción con el contacto de disparo fijo
- A menudo llamado "ajuste de la palanca"

Los relés electrónicos y de microprocesador simplemente emulan la funcionalidad del relé electromecánico

Diapositiva 26

Procedimiento de coordinación de relés Ajuste actual

Comience con la selección de la característica del relé

- En la medida de lo posible, utilice relés de la misma característica.

Elija la configuración actual

- Determine las limitaciones de corriente de carga máxima
- Determinar los requisitos de corriente inicial
- En la medida de lo posible, seleccione la corriente de funcionamiento de cada relé aguas arriba mayor que la del relé aguas abajo sucesivas

Diapositiva 27

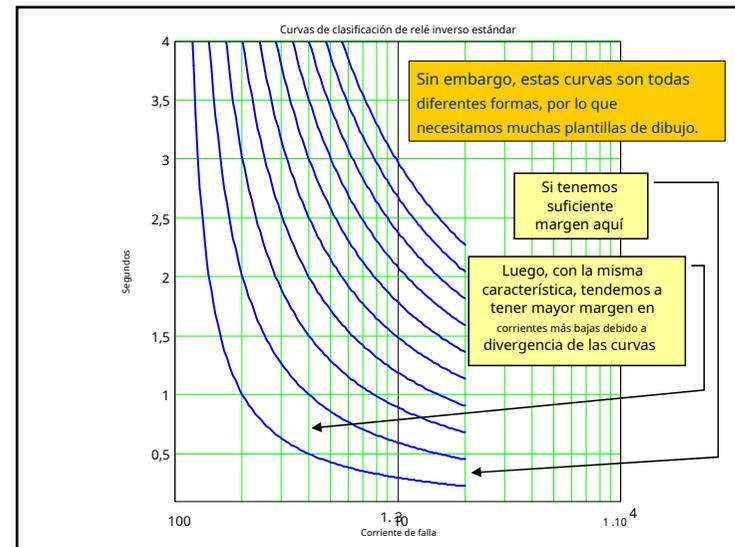
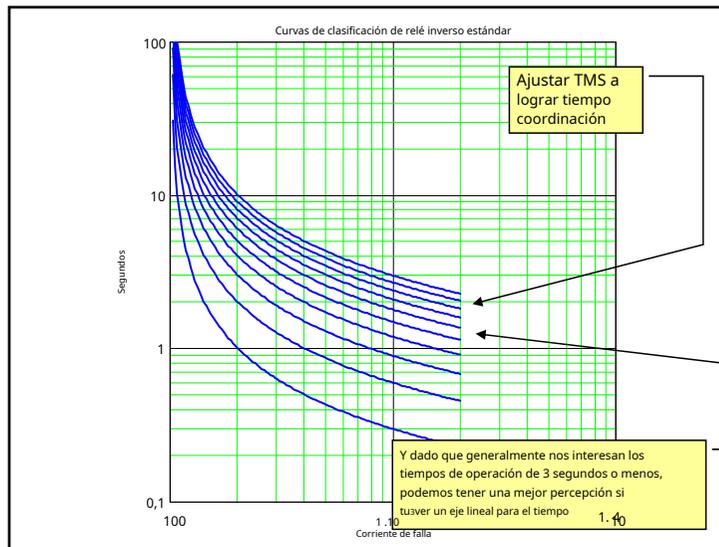
Procedimiento de coordinación de relés Ajuste del multiplicador de tiempo

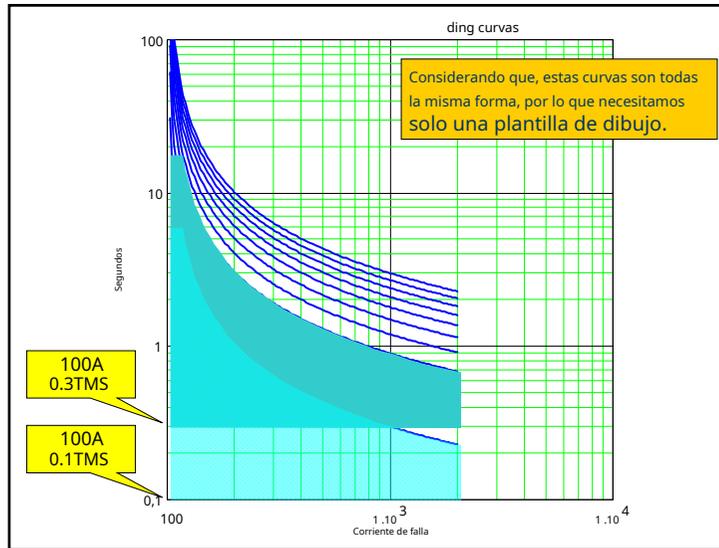
Coordinar relés mediante multiplicadores de tiempo para lograr márgenes de calificación adecuados

- Determine, en diversas configuraciones del sistema, los valores de la corriente de cortocircuito que fluirá a través de cada dispositivo de protección.
- Configure los relés para que proporcionen un tiempo de funcionamiento mínimo a las corrientes de falla máximas
- Verifique el desempeño (discriminación) en los niveles de falla más bajos

Trazar y coordinar curvas de relé en formato log / log o log / lineal

- Trazar a una base de corriente común (a través de transformadores)





Clasificación de elementos paralelos

El nivel máximo de falla pasante ocurre cuando ambos transformadores están en servicio

Pero la corriente máxima del transformador individual fluye cuando el 2 Dakota del Norte transformador es OOS

Es necesario considerar ambas condiciones al clasificar los relés

Característica del relé

$$SI (P, TMS, I); = \frac{0,14 \cdot TMS}{\left(\frac{I}{PKG} \right)^{0,02} - 1}$$

Grado Fdr_1 OC sobre Fdr_2 OC en el nivel máximo de falla pasante de 10kA Establezca Fdr_1 OC por encima de la carga máxima del alimentador de 800A y verifique el nivel máximo de falla de 10kA

Imáx: = 10000

Datos proporcionados para el alimentador 2

Fdr2_Plug: = 400 $\frac{Imax}{Fdr2_Plug} = 25$

Fdr2_TMS: = 0,2

Tiempo de disparo al nivel máximo de falla Fdr2_Tmin: = SI (Fdr2_Plug, Fdr2_TMS, Imax) Fdr2_Tmin = 0,421

Por lo tanto, seleccione la configuración para el alimentador 1

Fdr1_Plug: = 1000 $\frac{Imax}{Fdr1_Plug} = 10$

Tiempo de disparo requerido Fdr1_Tmin: = Fdr2_Tmin + 0.4 Fdr1_Tmin = 0,821

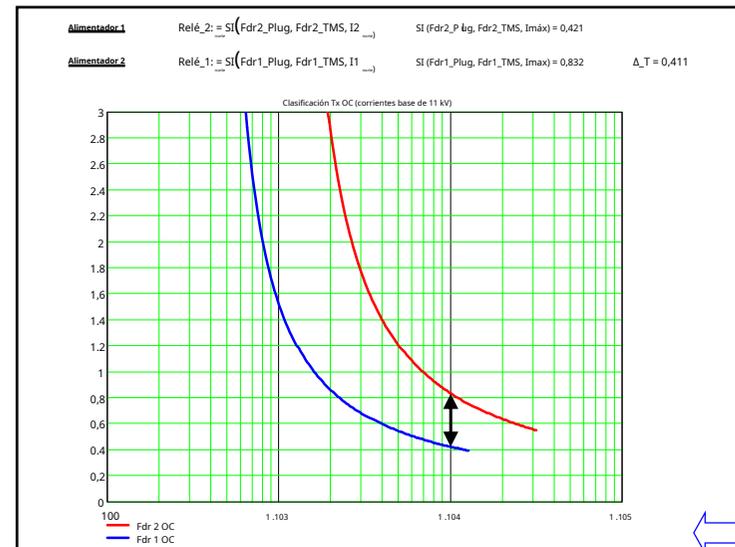
Suponga TMS = 1.0 Fdr1_TMS_1: = SI (Fdr1_Plug, 1.0, Imax)

Esto daría como resultado un tiempo de disparo de Fdr1_TMS_1 = 2.971

Por lo tanto, podemos calcular el TMS requerido para lograr el tiempo de disparo requerido. Fdr1_TMS: = 1 - $\frac{Fdr1_Tmin}{Fdr1_TMS_1}$

Fdr1_TMS = 0,276

Redondeo Fdr1_TMS: = ronda (Fdr1_TMS + .003, 2) Fdr1_TMS = 0,28



Diapositiva 39

Protección contra fallas a tierra

No es adecuado para Corriente 2: 1: 1 aplicaciones
(Transformador HV actual en el caso de Star / Delta o Delta / Star a través de fase / fase fallas)

Diapositiva 40

Básico

Protección del sistema de energía

DIRECCIONAL SOBRECORRIENTE PROTECCION

Diapositiva 41

Relés direccionales de sobrecorriente

Se puede lograr una discriminación adicional haciendo que la respuesta del relé sea direccional cuando la corriente puede fluir en ambas direcciones

Se consigue mediante conexiones de tensión (polarización) al relé

El relé digital y numérico logra desplazamientos de fase a través del software

Los relés EM y estáticos requieren una conexión adecuada de cantidades de entrada al relé

Diapositiva 42

Aplicación de relés direccionales de sobrecorriente a alimentadores paralelos

Aplicar relés direccionales en los extremos de recepción del alimentador

- Normalmente se establece en el 50% de FLC, TMS = 0,1
- Grado por debajo de los relés no direccionales en el extremo de la fuente

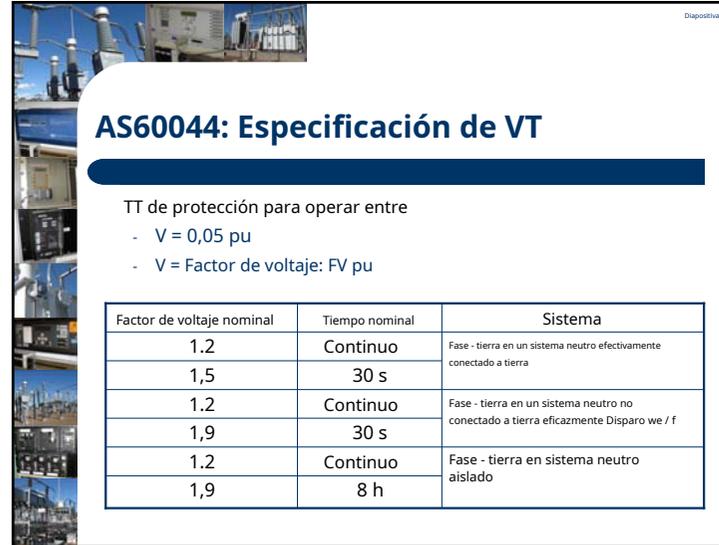


Básico

Protección del sistema de energía

VOLTAJE Transformadores

Especificación según AS60044.1

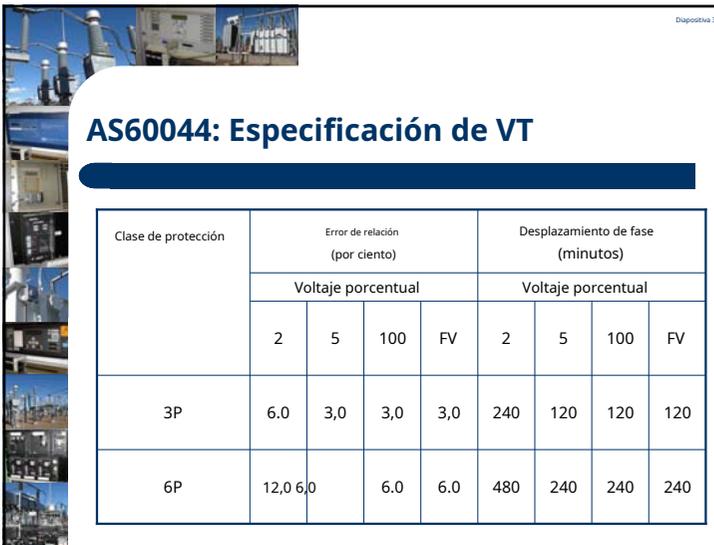


AS60044: Especificación de VT

TT de protección para operar entre

- $V = 0,05 \text{ pu}$
- $V = \text{Factor de voltaje: FV pu}$

Factor de voltaje nominal	Tiempo nominal	Sistema
1,2	Continuo	Fase - tierra en un sistema neutro efectivamente conectado a tierra
1,5	30 s	
1,2	Continuo	Fase - tierra en un sistema neutro no conectado a tierra eficazmente Disparo we / f
1,9	30 s	
1,2	Continuo	Fase - tierra en sistema neutro aislado
1,9	8 h	



AS60044: Especificación de VT

Clase de protección	Error de relación (por ciento)				Desplazamiento de fase (minutos)			
	Voltaje porcentual				Voltaje porcentual			
	2	5	100	FV	2	5	100	FV
3P	6.0	3.0	3.0	3.0	240	120	120	120
6P	12.0	6.0	6.0	6.0	480	240	240	240



Básico

Protección del sistema de energía

VOLTAJE Transformadores

Rendimiento transitorio

Diapositiva 5

Fundamentos de FP

TT magnéticos

- Sistemas de alta tensión

TT de condensador

- Sistemas EHV

Requisitos de VT más relé

- En fallas de zona
- Fallos fuera de zona
- Traspuesta

Diapositiva 6

Activación y desactivación del transformador de voltaje magnético

Problemas mínimos con el rendimiento transitorio del TT magnético

- Los efectos transitorios suelen ser a corto plazo

Energización

- Duplicación de flujo dependiendo de la conmutación de POW
- Bien, ya que los VT están diseñados para operar a densidades de flujo bajas (también minimiza los errores en el funcionamiento normal)

Desenergización

- El flujo no puede decaer inmediatamente a cero

Fallo primario

- Colapso de voltaje al ocurrir una falla
- Recuperación de voltaje al despejar fallas

Diapositiva 7

Transformador de voltaje de condensador

Utilice un principio divisor de voltaje para reducir el voltaje de alta tensión del sistema a un nivel más bajo.

Y luego use un transformador de relación más baja para ...

- Proporcionar la relación de reducción final al relé de protección.
- proporcionar aislamiento galvánico

Divisor de voltaje implementado a través de condensadores Efectos de carga eliminados a través del inductor de sintonización en serie

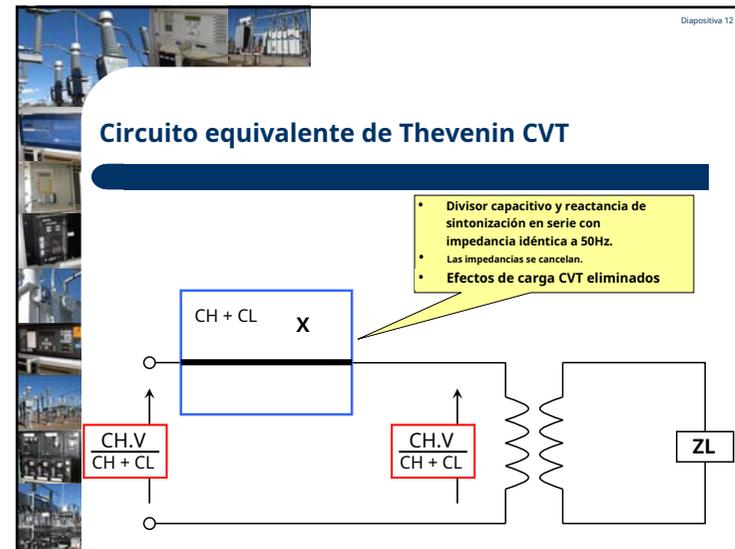
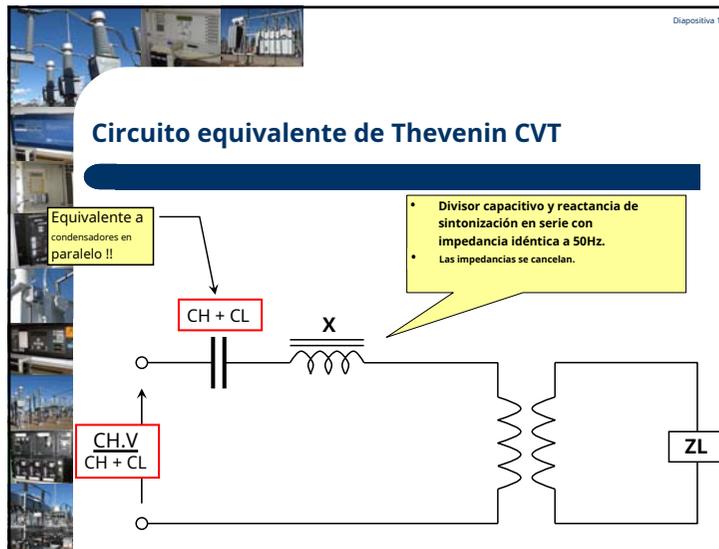
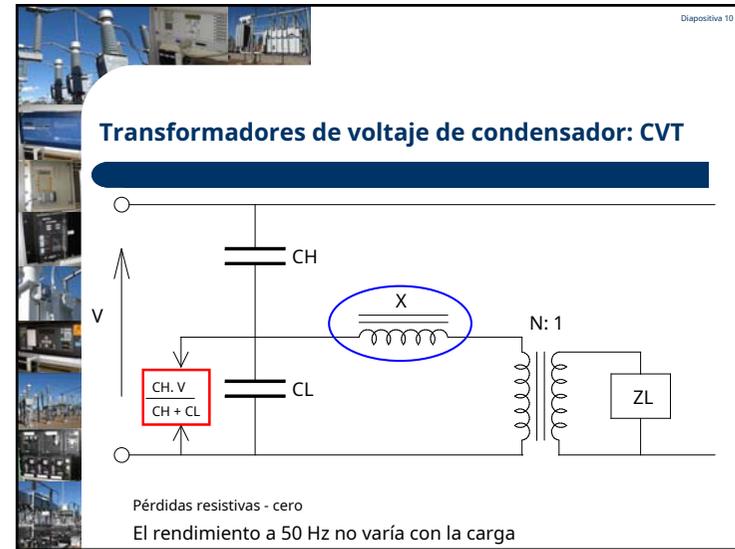
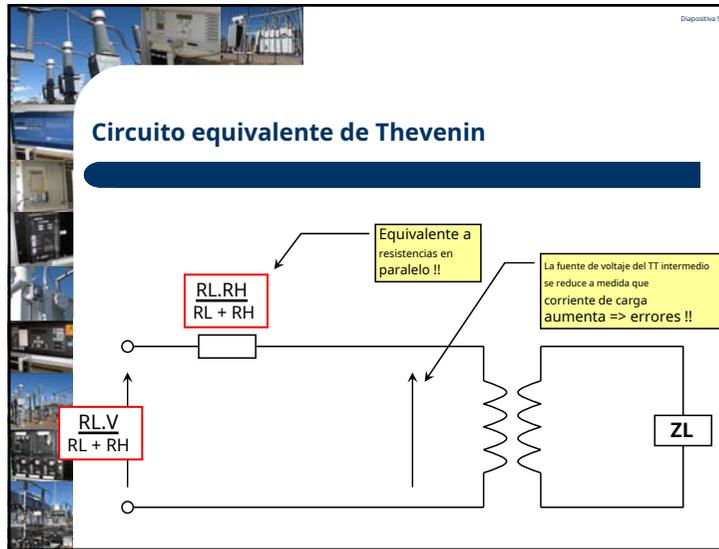
Diapositiva 8

Principios del divisor de voltaje

El voltaje a través de RH varía con la corriente suministrada a la carga del TT, ZL

$$\frac{R_L \cdot V}{R_H + R_L}$$

Pérdidas resistivas: efectos de calentamiento El rendimiento varía con la carga de carga



Diapositiva 14

Rendimiento transitorio CVT

Resonancias

- Respuesta transitoria de baja frecuencia entre ...
 - Rama de magnetización del TT intermedio Equivalente de Thevenin de los condensadores principales
- Respuesta transitoria de alta frecuencia entre ...
 - Choke de afinación
 - Capacitancia del TT intermedio

Diapositiva 15

Rendimiento transitorio CVT

Efectos de resonancia minimizados mediante una simple amortiguación resistiva

Diapositiva 16

Básico

Protección del sistema de energía

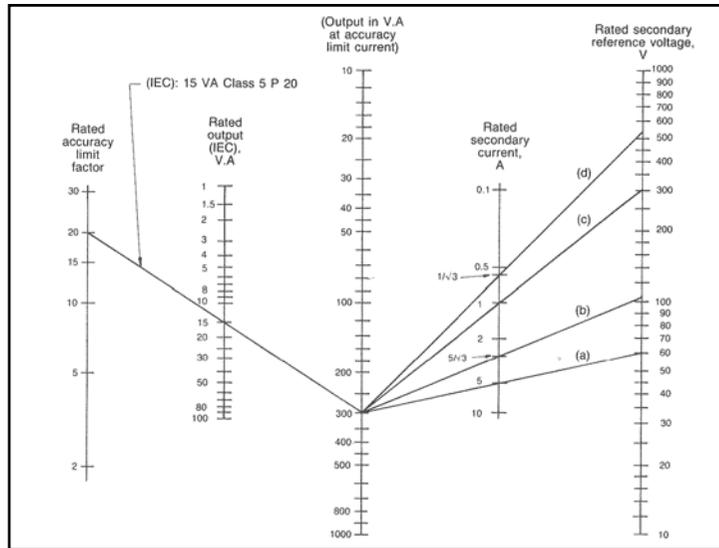


ACTUAL
Transformadores

Especificación según
AS60044.1 y
Comparación con AS1675

Diapositiva 17

Conexiones CT y polaridad



CT de clase PX: AS60044.1

Un aumento del 10% en el voltaje requiere un aumento del 50% en la corriente de magnetización

Aplicaciones que requieren un buen rendimiento transitorio

- Esquemas de alta velocidad y alta precisión

General

- Bobinado de núcleo sin juntas de tira continua
- Giros para que cada sección del devanado sea uniforme repartido
- No se permite compensación de vueltas

800/1 0,1 PX 800 R4

TC con Varias tomas

Debido a que el CT Clase PX tiene un devanado secundario devanado uniforme, es posible utilizar relaciones intermedias

Para CT con n terminales, pueden estar disponibles relaciones 1/2.n. (N-1)

- CT especificado como 2400/2000/800/1
- También puede proporcionar 400/1200/1600/1

Tenga cuidado con la simple interpolación entre proporciones ... pero en general

- Relación de resistencia α (número de vueltas)
- Relación de voltaje α (número de vueltas)
- Corriente de magnetización α^{-1} / Relación (inversa de vueltas)

Recomendado para confirmar el rendimiento de relaciones intermedias con el fabricante.

Clasificación continua de CT

- Clasificación del conductor primario
- Calificación de secundaria: quizás 2 x In

Básico

Protección del sistema de energía

ACTUAL Transformadores

Rendimiento transitorio

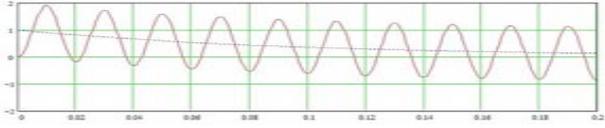
Diapositiva 26

DC Offset en la forma de onda de la corriente de falla

Las fallas que ocurren lejos del pico de voltaje resultarán en una compensación de CC en la forma de onda de la corriente de falla

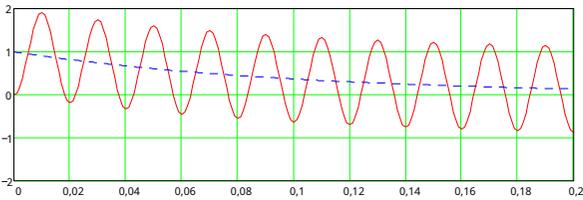
Es posible una compensación de CC de hasta el 100% La compensación de CC puede ser positiva o negativa

La compensación de CC decaerá exponencialmente, en función de la constante de tiempo del sistema de alimentación de alta tensión.



Corriente de falla transitoria primaria

Parámetros del sistema $R := 1$ $L := 1$ $\frac{L}{R} = 0.1 \text{ segundos}$ $\omega \cdot L = 31,416$
 $\varphi = 88,177 \text{ grados}$ $\theta = 1+823 \text{ grados}$ $\frac{\omega \cdot L}{R} = 31,416$



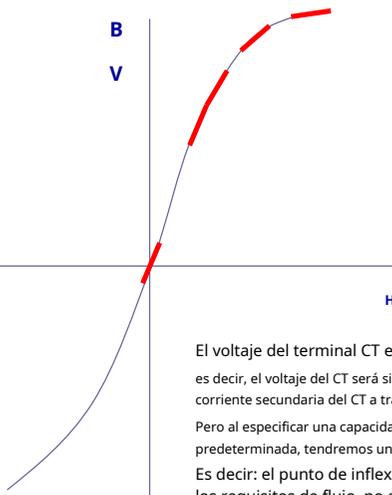
SEGUNDOS

Diapositiva 28

DC Offset en la forma de onda de la corriente de falla

El componente de CC de la corriente de falla magnetizará el núcleo del CT

Si el núcleo del CT se magnetiza por completo (es decir, por encima de su punto de inflexión), no puede transformar la corriente primaria en una cantidad secundaria proporcional.

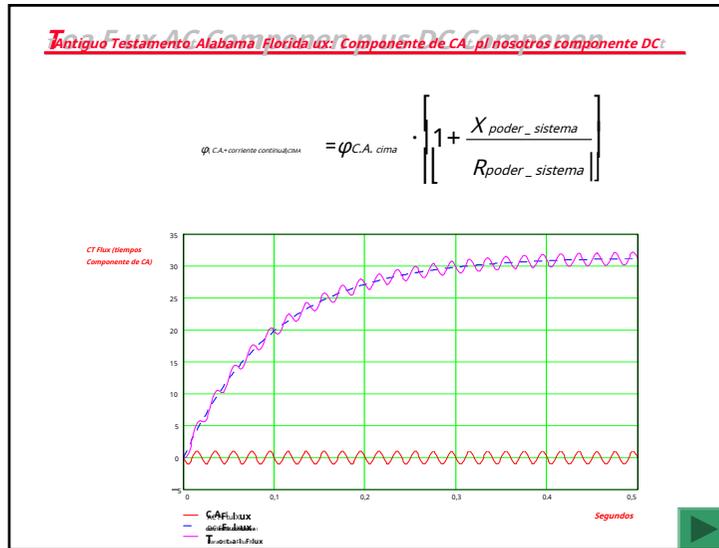


HOLArevista

El voltaje del terminal CT es bajo basado en $E = N \frac{d\phi}{dt}$ es decir, el voltaje del CT será simplemente suficiente para impulsar la corriente secundaria del CT a través de la carga conectada.

Pero al especificar una capacidad de alto flujo, de forma predeterminada, tendremos una capacidad de alto voltaje

Es decir: el punto de inflexión alto se produce debido a los requisitos de flujo, no a los requisitos de voltaje.



Especificación de CT para proporcionar flujo total: componentes de CA y CC

$$\varphi_{C.A. \text{ corriente continua}} = \varphi_{C.A. \text{ cima}} \cdot \left[1 + \frac{X1}{R1} \right]$$

Para cantidades puramente sinusoidales, los requisitos de voltaje y flujo del TT están directamente relacionados

$$\varphi_{\text{max}} = \frac{V}{\omega \cdot \text{norte}}$$

Por lo tanto, podemos especificar de manera efectiva los requisitos de flujo de CA y CC al especificar los requisitos de voltaje sinusoidal de CA proporcional

Especifique el requisito de voltaje de CT para proporcionar los requisitos de flujo de CA y CC

$$\varphi_{C.A. \text{ corriente continua}} = \varphi_{C.A. \text{ cima}} \cdot \left[1 + \frac{X1}{R1} \right]$$

$$V_{\text{RODILLA_cima}} = V_{C.A. \text{ cima}} \cdot \left[1 + \frac{X1}{R1} \right]$$

$$V_{\text{RODILLA_cima}} = V_{C.A. \text{ cima}} \cdot \left[1 + \frac{X1}{R1} \right]$$

Para evitar la saturación de CT

$$V_{\text{RODILLA_cima}} = \frac{I_{\text{AULT}} \cdot AU}{R_{\text{CT}}} \cdot \left[1 + \frac{X1}{R1} \right]$$

RELACION

Rendimiento transitorio de CT

CT debe hacer frente a un componente de CC de la corriente de falla que decae exponencialmente

Practica normal es permitir un factor transitorio de (1 + X / R)

- En el punto de retransmisión
- O en el punto de alcance de la zona 1

Más allá del alcance de nuestra discusión

- La saturación de CT, después de la operación del relé, puede ser aceptable.
- Los algoritmos de relé modernos basados en microprocesadores pueden adaptarse a cierta saturación de CT



S. Dent

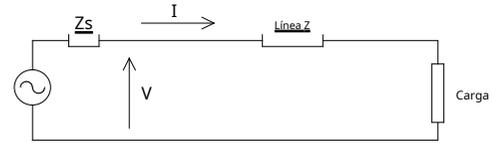
Básico

Protección del sistema de energía

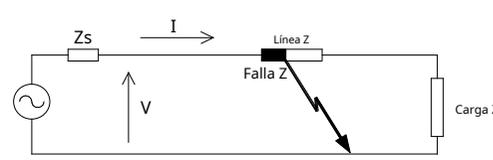
DISTANCIA PROTECCION

Fundamentos del desempeño

Condiciones saludables: -

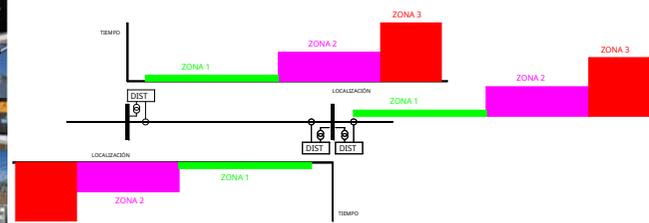
$$\frac{V}{I} = Z_{línea} + Z_{carga}$$


Condiciones de falla: -

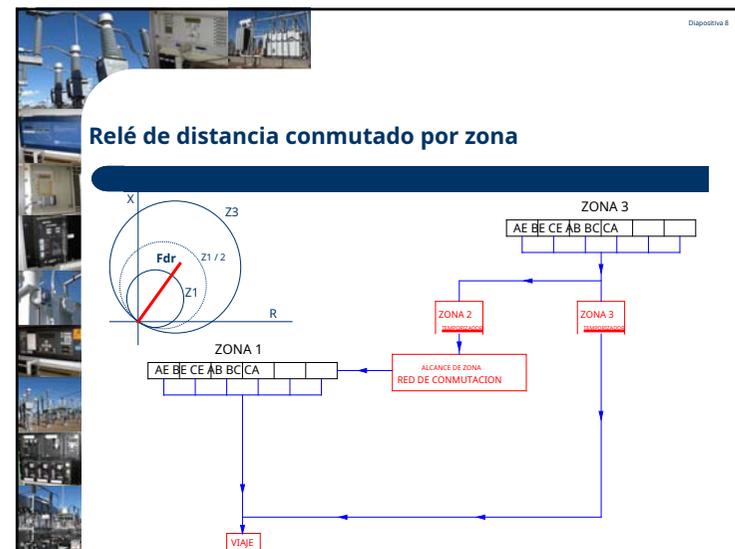
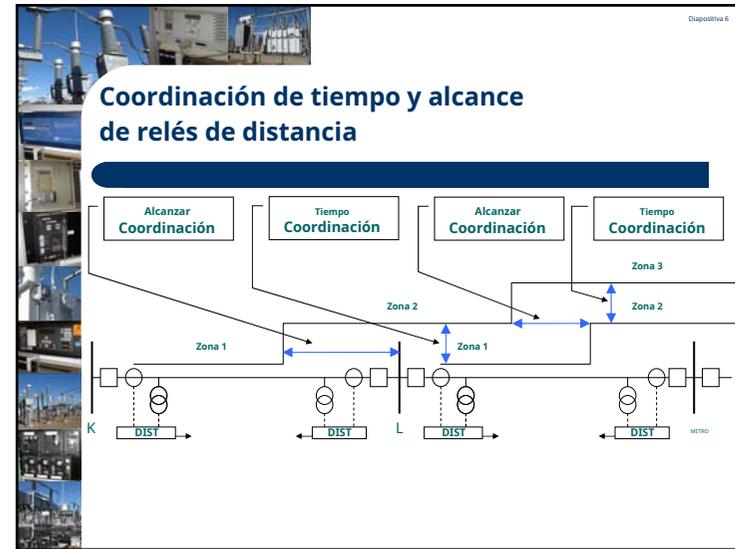
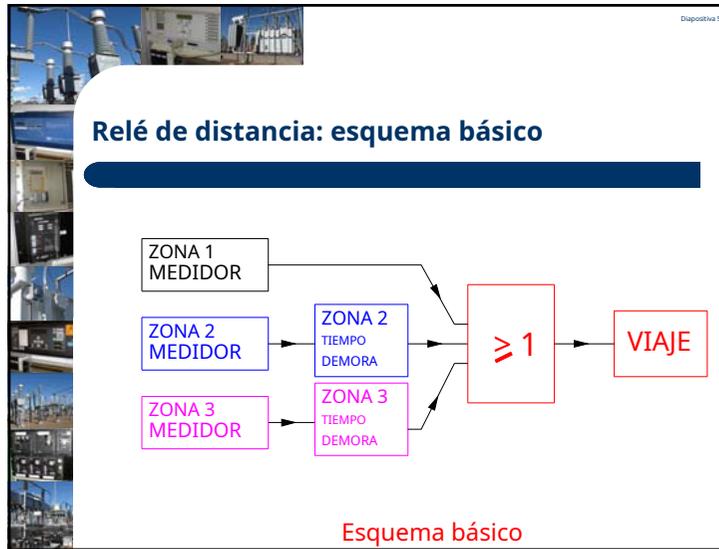
$$\frac{V}{I} = Z_{culpa}$$


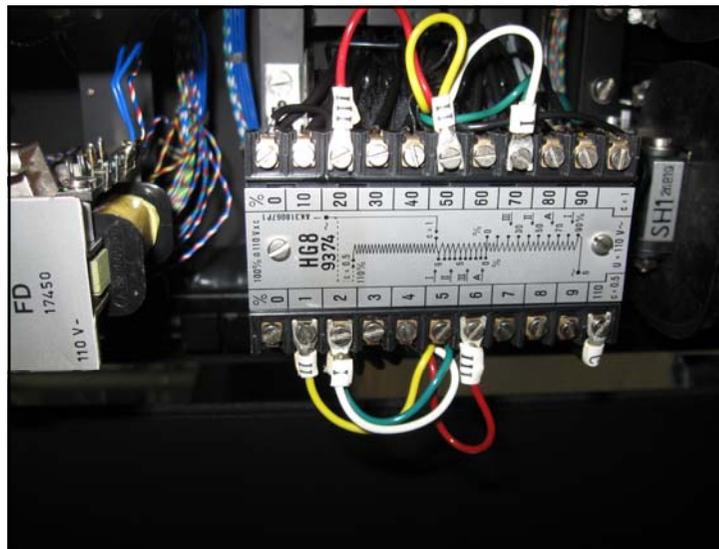
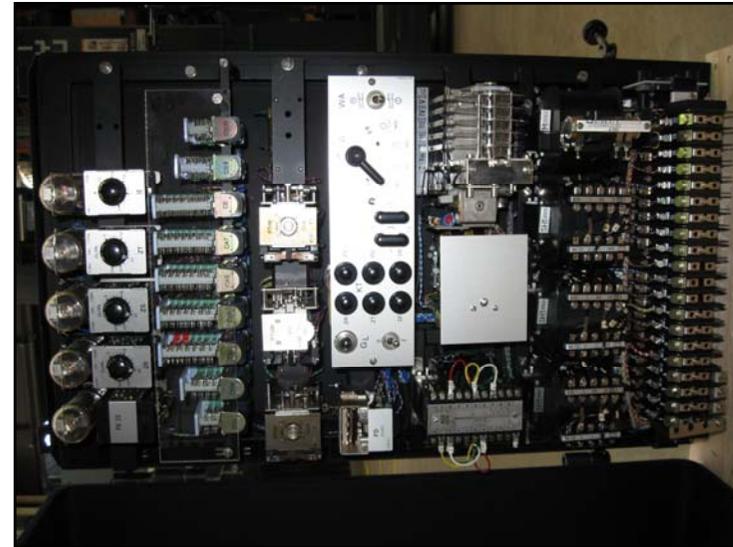
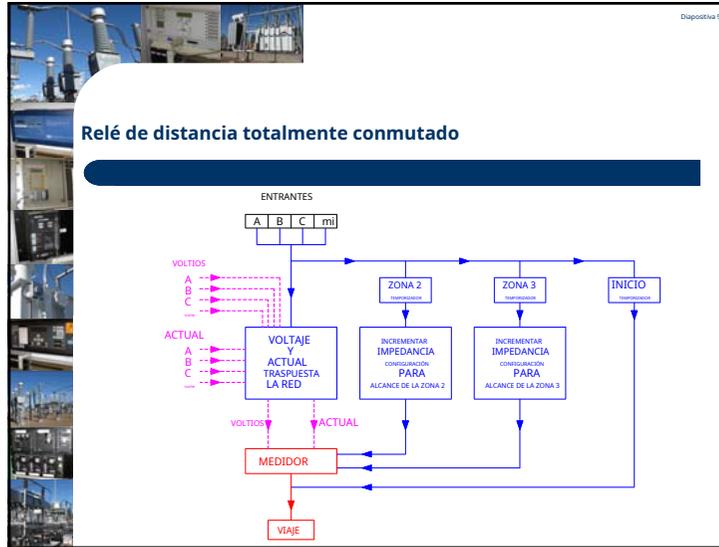
Dispositivo 4

Zonas de relé de distancia



DISCRIMINACIÓN DE TIEMPO DE RELÉ DE DISTANCIA





Diapositiva 17

Impedancias primarias y secundarias

Vsecundario = $V_{primario} / VT_{proporcion}$

Isecundario = $Y_{primario} / CT_{proporcion}$

$$\frac{V_{secundaria}}{I_{secundaria}} = \frac{V_{primario}}{I_{primario}} \cdot \frac{Connecticut_{proporcion}}{Vermont_{proporcion}}$$

$$Z_{secundaria} = Z_{primario} \cdot \frac{Connecticut_{proporcion}}{Vermont_{proporcion}}$$

Diapositiva 18

Comparador de relés de distancia simple

Entonces, en primer lugar, proporcione una $Z_{SEGUNDO}$ Impedancia de réplica dentro del relé para establecer la zona de operación del relé.

- Un elemento real de componentes resistivos e inductivos en un relé electromecánico.
- Un algoritmo en un relé basado en microprocesador. Y mide $V_{SEGUNDO}$ desde el VT y mide $I_{SEGUNDO}$ desde el CT

La impedancia de falla real vendrá dada por $V_{SEGUNDO} / I_{SEGUNDO}$

Si $V_{SEGUNDO} / I_{SEGUNDO} < Z_{RÉPLICA}$, la falla está en la zona y el relé se dispara Si $V_{SEGUNDO} / I_{SEGUNDO} > Z_{RÉPLICA}$, la falla está fuera de zona y el relé restringe

Pero, ¿cómo podemos realizar fácilmente el cálculo V / I y la comparación con Z

Diapositiva 19

Comparador de relés de distancia simple

Pase la corriente secundaria del CT ("I") a través de la impedancia de réplica del relé "Z"

- Esto desarrolla un relé interno, o voltaje de "réplica" "IZ"
- Entonces, el diagrama R / X se ha convertido en un diagrama de voltaje IR / IX , con "I" simplemente siendo una constante de proporcionalidad (Nota: I a 0°)

Diapositiva 20

Comparador de círculos Mho

Considere las cantidades

- $S1 = I \cdot Z_r - V$
- $S2 = V$

Y establezca que los criterios operativos sean el ángulo entre estas cantidades, no su magnitud

Seleccione 90° como criterio

Recuerda que el diámetro de un círculo siempre subtende 90° en la circunferencia.

Así hemos establecido una característica circular, con diámetro de: $I \cdot Z_r$

Diapositiva 21

Comparador de ángulo de copa de inducción

Dirección de rotación depende del ángulo de fase entre $S1$ y $S2$, ya sea para abrir o cerrar los contactos del viaje

Comparador de copa de inducción

Diapositiva 22



Operación del relé de distancia

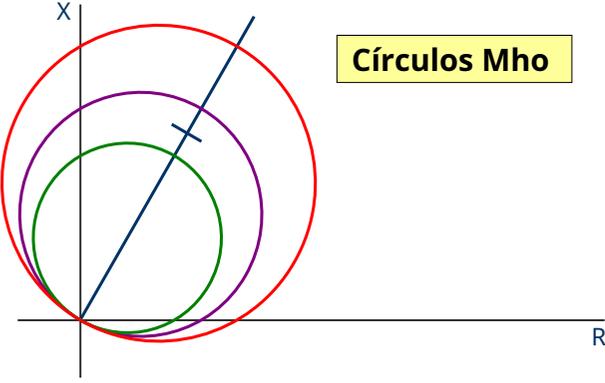
El relé de distancia no ...

- Almacenar actual I
- Almacenar voltaje V
- Calcular la relación V / I
- Determine que esto es impedancia a la falla
- Verifique si esta impedancia es menor que algún valor preestablecido
- Viaje o no viaje en consecuencia

Relé de distancia simplemente ...

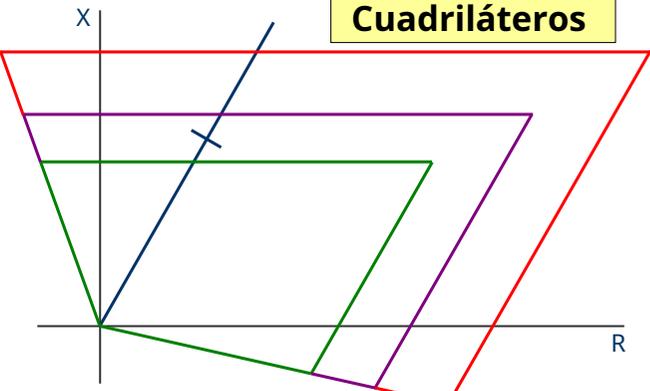
- Disparos si la cantidad operativa se encuentra dentro de la zona de disparo
- Restringe si la cantidad operativa se encuentra fuera de la zona de disparo
- Funciona en un modo simple "PASA" / "NO PASA"

Zonas típicas de protección: círculos Mho



R

Zonas típicas de protección: cuadriláteros



R

S. De 26



Básico

Protección del sistema de energía

RELÉ DE DISTANCIA Comparadores

- Fallos $\phi-\phi$ y 3ϕ
- Fallos $\phi-g$

Esta ecuación es correcta para fallas $\phi-\phi$, pero falla para fallas 3ϕ

Comparador de relés de distancia Fase-Fase y fallas trifásicas

$$\frac{V_{ab}}{I_a} = 2 \cdot Z_L$$

$$\frac{V_{ab}}{2 \cdot I_a} = Z_L$$

$$\frac{V_{ab}}{I_a - I_b} = Z_L$$

Fase - Ecuación de fase Mide correctamente para ambos:

- fase - fallas de fase
- fallas trifásicas

Considere un caso de 3ϕ

$$\frac{V_{ab}}{I_{ab}} = Z_L$$

Diapositiva 27

Corregir para fallas $\phi-\phi$ y también para condiciones 3ϕ

Fase - Comparador de fase y rendimiento trifásico

$$Z = \frac{V_{\phi\phi}}{I_{\phi\phi}} = \frac{V_A - V_B}{I_A \cdot Y_{\phi\phi}} = \frac{V_A \cdot \sqrt{3} \cdot \angle 30^\circ}{I_A \cdot \sqrt{3} \cdot \angle 30^\circ} = \frac{V_A}{I_A}$$

Por lo tanto, este comparador $\phi-\phi$ también detecta correctamente 3ϕ fallas

- Para fallas $\phi-\phi$, las corrientes de fase están desfasadas 180°
- Para fallas de 3ϕ , las corrientes de fase están desfasadas 120°
- El uso de este algoritmo actual $\phi-\phi$ calcula ambos casos correctamente

Diapositiva 28

Fallas a tierra del comparador de relé de distancia

$$V_{\phi} = I_{\phi} \cdot Z_L + E_n \cdot Z_{GRAMO}$$

$$V_{\phi} = I_{\phi} \cdot Z_L + E_n \cdot \frac{Z_{GRAMO}}{Z_L} \cdot Z_L$$

$$Z_{GRAMO} = \text{constante} = K_0$$

$$V_{\phi} = I_{\phi} \cdot Z_L + E_n \cdot K_0 \cdot Z_L$$

$$V_{\phi} = [I_{\phi} + K_0 \cdot E_n] \cdot Z_L$$

Fase Voltaje
 Relé Medidas
 $Z_L = [I_{\phi} + K_0 \cdot E_n]$
 Residualmente Compensado Corriente de fase

Diapositiva 29

Conexiones del comparador de relés de distancia

$$Z_1 = \frac{V_{\phi}}{I_{\phi} + 3 \cdot K \cdot I_0}$$

$$Z_1 = \frac{V_{\phi\phi}}{I_{\phi\phi}}$$

Mide la mitad de la impedancia del bucle fase-fase.

Mide el impedimento del alimentador (DTE) de la línea de transmisión. El uso de un relé de distancia OP con un compensador de corriente de fase de $3 \cdot K_0 \cdot I_0$ permite el flujo de corriente de retorno a tierra.

Mide la impedancia de la línea de transmisión. El uso de un relé de distancia OP con un compensador de corriente de fase de $3 \cdot K_0 \cdot I_0$ permite el flujo de corriente de retorno a tierra.

Diapositiva 30



S. Deni

Básico

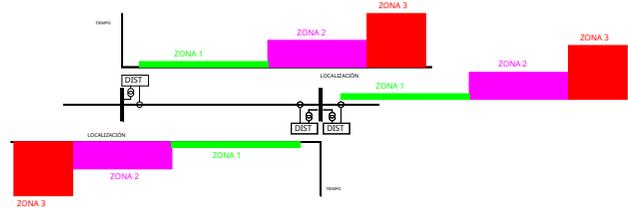
Protección del sistema de energía

PROTECCION SEÑALIZACIÓN



Diapositiva 2

Discriminación de zona de relevo de distancia



DISCRIMINACIÓN DE TIEMPO DE RELÉ DE DISTANCIA



Diapositiva 3

Requisitos de AEMC

(Comisión Australiana del Mercado de la Energía)

Reglas Nacionales de Electricidad: NER

- Estándares de acceso automático
- Para mantener la estabilidad del sistema
- No restringir los flujos de poder inter o intrarregionales

Tiempos máximos de resolución de fallas (milisegundos)			
Voltaje del sistema kV	Final con fallas	Extremo remoto	Fallo del interruptor
≥400kV	80	100	175
≥250kV a <400kV	100	120	250
> 100 kV a <250 kV	120	220	430
≤ 100 kV	Según sea necesario para prevenir daños a la planta y cumplir con los requisitos de estabilidad.		



Diapositiva 5

Señalización de protección

Término análogo

Digital

Portadores de comunicaciones

- Microonda
- Fibra óptica (OPGW y ADSS)
- Radio
- Transportador de cable
- Portador de línea eléctrica
- Red de comunicaciones externas

Diapositiva 6

Equipo de señalización de protección

Equipo autónomo externo

- Operación dúplex
- Señal única
- Múltiples señales
- Aspectos de mantenimiento

Integrado en relés de protección

- Operación dúplex
- Múltiples señales
- Aspectos de mantenimiento

Diapositiva 7

Esquemas de señalización de protección

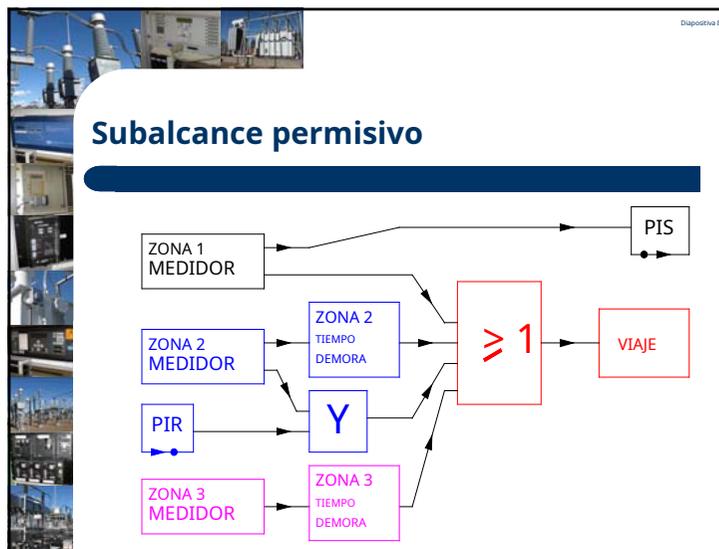
Interdisparo permisivo

- Alcanzando
- Sobre alcanzar

Bloqueo de interdisparos

Intertripping directo

Interdisparo de serie



Diapositiva 9

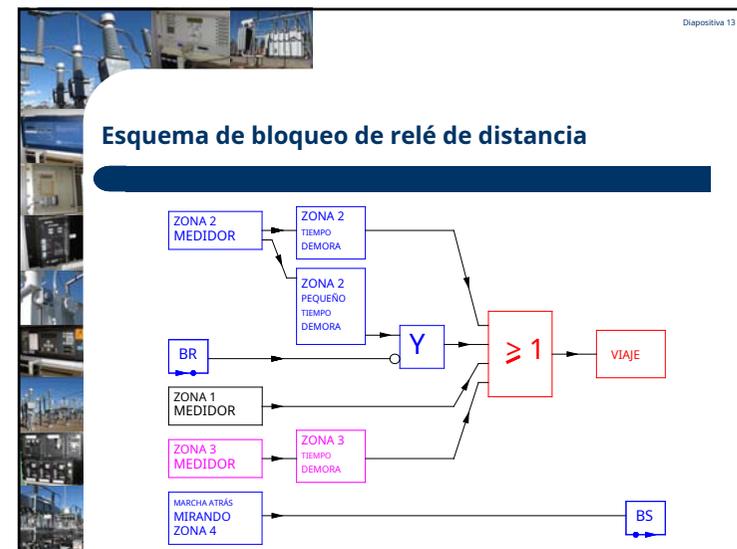
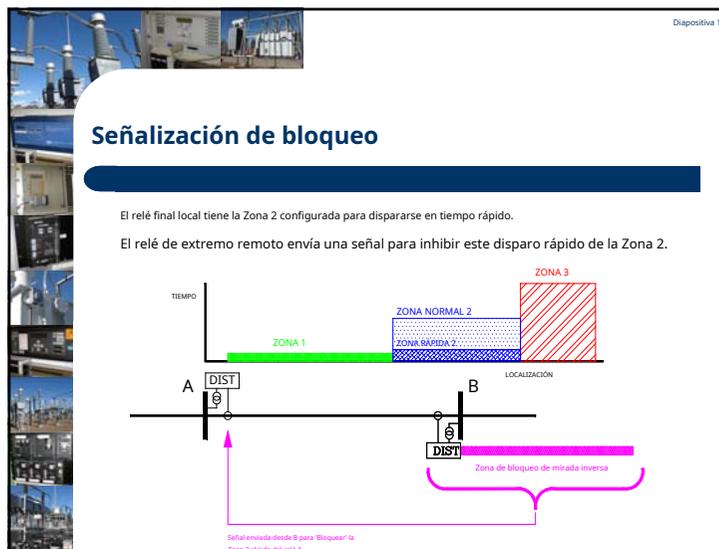
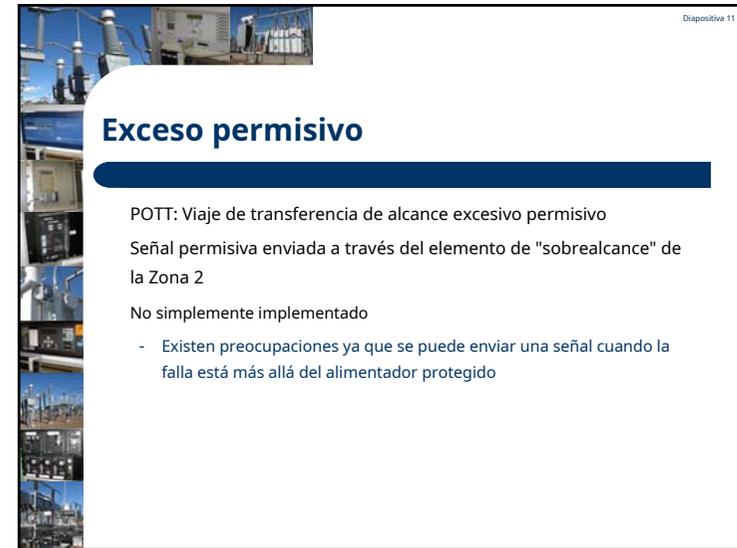
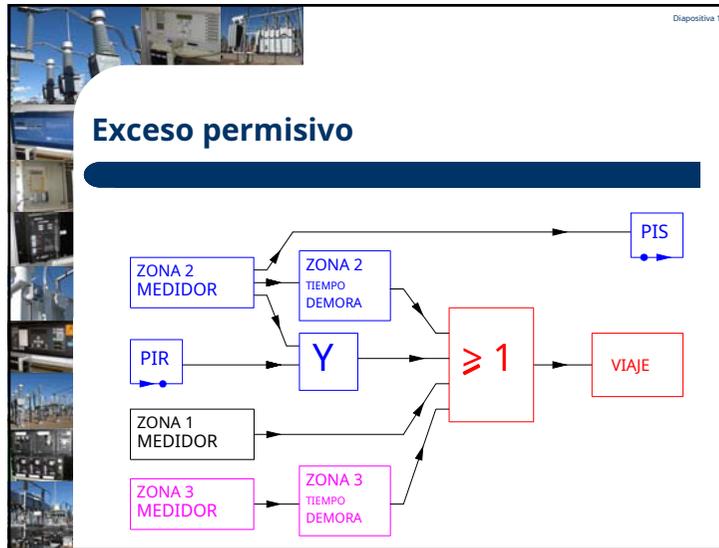
Subalcance permisivo

PUTT: Viaje de transferencia de alcance inferior permisivo

Señal permisiva enviada a través del elemento de "alcance insuficiente" de la Zona 1

Implementado simplemente

- Sin preocupaciones, ya que solo se envía una señal cuando la falla está realmente en el alimentador protegido



Diapositiva 14



Consideraciones sobre la señalización de bloqueo

Coordinación del temporizador de retardo de bloqueo: la configuración del retardo de coordinación Z2 rápido debe dar tiempo para recibir la señal de bloqueo

Por seguridad, se envían 2 señales

- Diferentes rutas de señalización
- Optimizando la seguridad

El esquema de falla de protección brinda seguridad en caso de falla del sistema de comunicación

- Por motivos de seguridad, el disparo rápido de la Zona 2 se desactiva automáticamente en caso de falla de la infraestructura de comunicaciones.

Diapositiva 15



Básico

Protección del sistema de energía

PROTECCION SEÑALIZACIÓN

- Intertripping directo
- Interdisparo de serie

Diapositiva 16



Intertrip directo

Dispara CB remoto directamente

Se usa donde la seguridad no es primordial

- Se envía una sola señal y el CB del extremo remoto se dispara al recibir solo esta única señal

DIT único para aplicaciones de protección de respaldo (por ejemplo, protección contra fallas de CB)

DIT duplicado para aplicaciones de protección primaria (por ejemplo, protección de transformador de extremo de línea)

- 'X' usa una ruta de señalización
- 'Y' usa una ruta de señalización separada

Diapositiva 17



Intertrip de la serie

Dispara CB remoto directamente

Seguridad primordial

- Se envían dos señales y el CB del extremo remoto se dispara al recibir AMBAS señales
- Mayor seguridad frente a los disparos directos
- Fiabilidad reducida en comparación con el interdisparo directo

SIT único para aplicaciones de protección de respaldo (por ejemplo, protección contra fallas de CB)

- Dos señales por caminos separados

SIT duplicado para aplicaciones de protección primaria (por ejemplo, protección de transformador de extremo de línea)

- 'X' usa dos señales en una ruta de señalización
- 'Y' usa dos señales en una segunda ruta de señalización

Básico
Protección del sistema de energía

**ALTA IMPEDANCIA
DIFERENCIAL
PROTECCION**

Protección de barra colectora
y
Planta conectada galvánicamente

Requisitos de protección de la zona de bus

Confiabilidad

- Debe dispararse por todas las fallas 'en la zona'

Discriminación

- No debe dispararse por fallas 'fuera de zona'

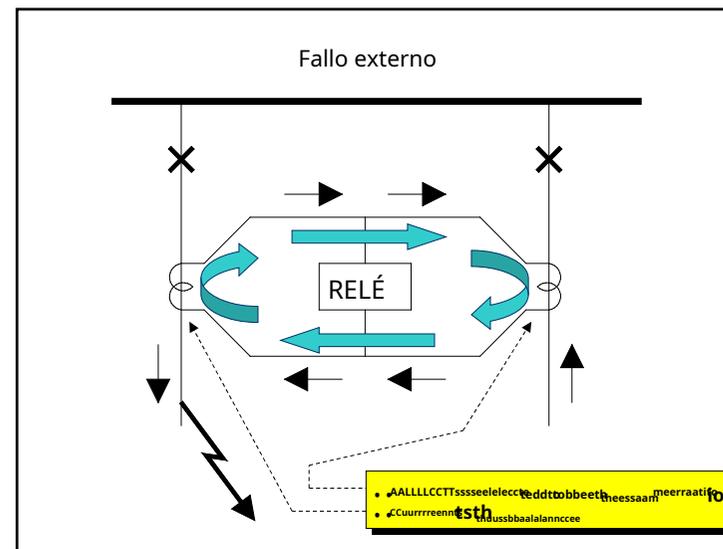
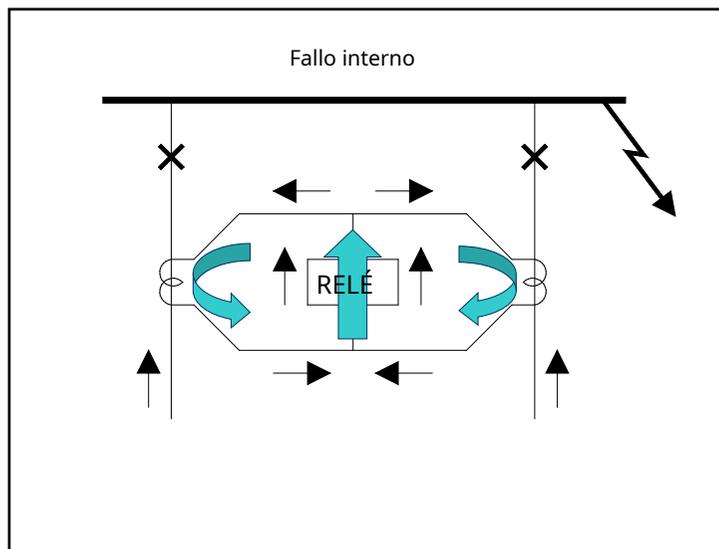
Seguridad

- Contra todas las fuentes de fallas de disparo

Velocidad de operación

- Lo más rápido posible

Confiabilidad Y Seguridad



Entonces, lo que estamos haciendo es realizar una simple suma CT. Entonces, el relé solo detecta o "ve" el derrame o la corriente de desajuste.

Conexiones de TC trifásicas

Diapositiva 6

Discordancia actual

Todos los TC deben tener la misma relación
Sin embargo, habrá alguna discrepancia debido a:

- Variaciones de fabricación de CT
- Desigualdad de las cargas de CT
- Saturación CT

Una "fallo total" en un elemento de la planta en particular expone el TC de ese elemento de la planta a la corriente de falla máxima

El peor desajuste posible es, por lo tanto:

- Una falla total, con saturación total del TC en esa planta fallada
- Mientras que todos los demás CT se transforman perfectamente

Diapositiva 7

Falla externa y saturación de CT

Fallo externo

RELÉ

15000A, 5000A, 5000A, 5000A

Diapositiva 8

Fallo externo

CT saturados: Rama de magnetización la impedancia se vuelve cero

Rct

Rlead

Elevado Soy dc Relé

$V_{RELÉ} = I_f \cdot (R_{CONNECTICUT} + R_{GUÍAS})$

Diapositiva 10

Configuración de voltaje y márgenes

La corriente de falla comprende ...

- Componente de CA
- Componente DC

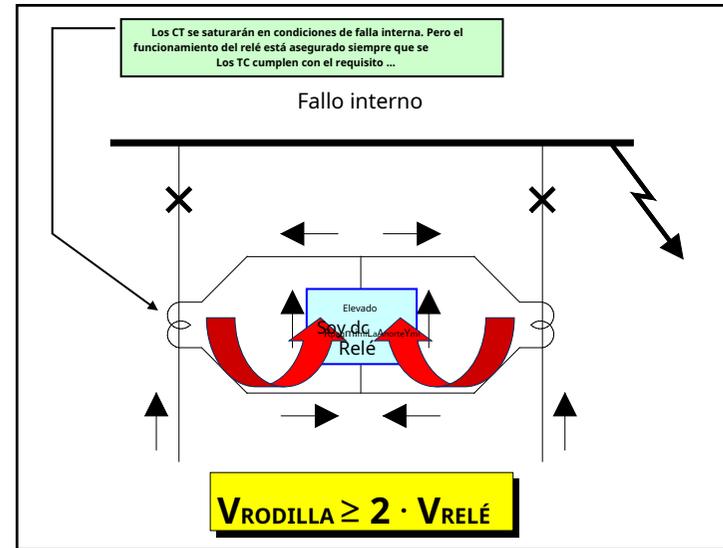
Por lo tanto, utilice un relé estabilizado de CC

- No se requiere margen adicional en la configuración

Y considerando el caso de saturación de CT 0% / 100%

- Esto en un caso extremo irreal
- El margen de seguridad del 100% se integra automáticamente

Por lo tanto, no se requiere un margen de seguridad adicional en la configuración.



Diapositiva 12

Selección CT

Todos los TC deben tener la misma relación

- Se desaconseja el uso de TC de corrección de relación (RCCT)

Todos los TC deben tener $V_k \geq 2 \cdot V_{setting}$

- Esta es una necesidad absoluta"
- Preferiblemente $V_k \geq 5 \cdot V_{setting}$

Necesito saber

- Voltaje del punto de rodilla
- Resistencia CT

Requisitos de clase

- Se recomienda encarecidamente el uso de TC de clase "PX"

0,1 PX 500 R3

Diapositiva 13

Resumen

Asegurar la estabilidad bajo fallas pasantes

$V_{RELÉ} = Y_{Oculpa} \cdot (R_{Connecticut} + R_{Guías})$

Asegure la operación para fallas genuinas 'en la zona'

$V_{RODILLA} \geq 2 \cdot V_{RELÉ}$

Tenga cuidado con los métodos de atajo

- No establezca simplemente... **$V_{RELÉ} = \frac{V_{RODILLA}}{2}$**



Siemens

Básico

Protección del sistema de energía

TRANSFORMADOR PROTECCION




Diapositiva 3

Tipos de fallas

- Fallos fase-tierra: desde el devanado al núcleo o del devanado al tanque
- Fallos fase-fase: entre devanados
- Fallos entre vueltas: entre vueltas simples o capas adyacentes del mismo devanado (Buchholz)
- Puntos de acceso locales causados por laminaciones en cortocircuito
- Descargas parciales internas de bajo nivel (ingreso de humedad o problemas de diseño)
- Fallos del cambiador de tap (a menudo alojados en un tanque separado)
- Contactos de arco
- Fallos de bujes (internos al tanque)
- Fallos terminales (externos al tanque, pero dentro de la zona del transformador)

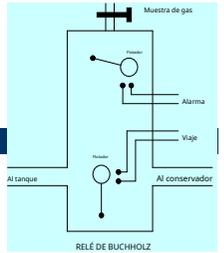
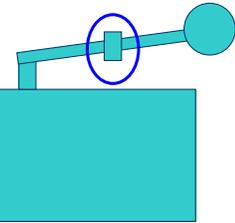



Diapositiva 4

Protección Buchholz

Dos flotadores en el relevo:

- Flotador superior
 - detecta la acumulación de gas detecta la pérdida de aceite
 - Fallos incipientes
 - Descarga parcial
 - Bobinado y sobrecalentamiento del núcleo
 - Malos contactos y uniones.
- Solo puede activar la alarma o puede configurarse para que se dispare
- Flotador inferior
 - detecta picos de aceite <100ms aunque se necesita un tiempo finito para que las ondas de presión inicien el disparo de Buchholz



Diapositiva 5

Dispositivo de alivio de presión - (Qualitrol)

Dispositivos de alivio de presión asistidos por resorte

Alivia los impulsos de presión debido a condiciones de fallas internas masivas.

Ayuda a evitar que el tanque explote o se parta

Los contactos de relé también están conectados para disparar el transformador.

Dado que las ondas de presión viajan con una velocidad finita, pueden romper el tanque localmente antes de que la onda de presión haya alcanzado el dispositivo de alivio de presión, si está a cierta distancia. Por lo tanto, es posible que se requieran varias unidades en transformadores más grandes.



Diapositiva 6

Protección básica del transformador

Fusibles

- Transformadores sin CB
- Quizás para algunos MVA

Protección contra sobrecorriente y falla a tierra

- Transformadores con CB
- Quizás 5 - 50MVA

Protección diferencial

- Transformadores > 10MVA

Rápido

Puede ser sensible

También puede detectar fallas en los terminales

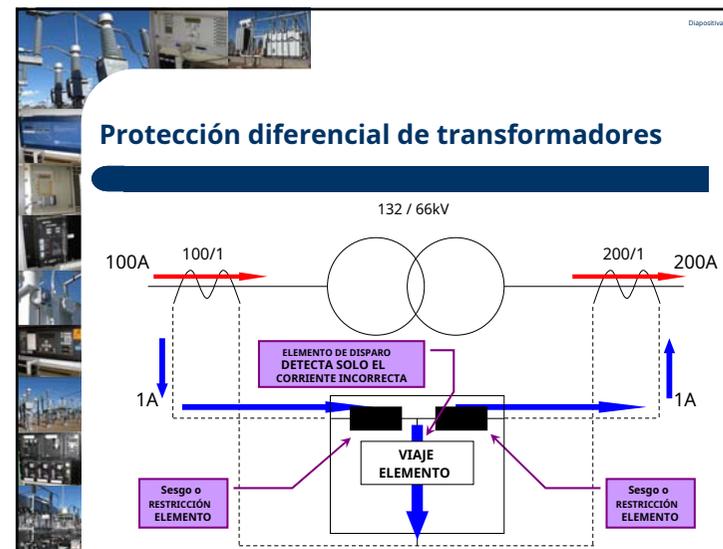
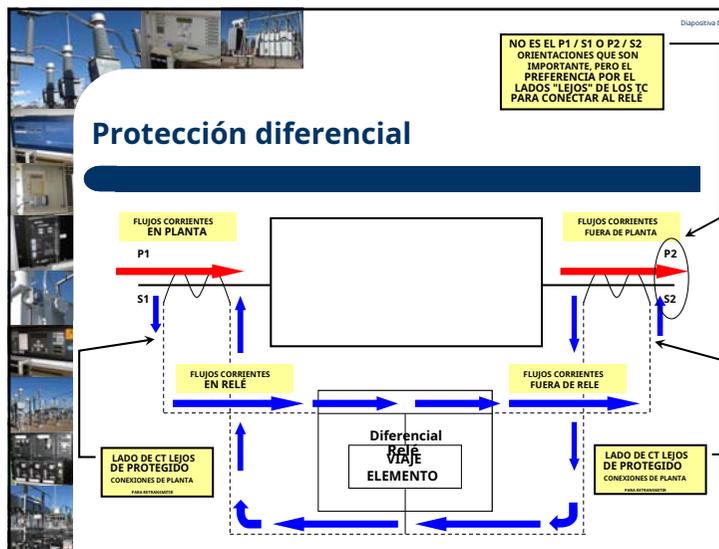
Diapositiva 7

Básico

Protección del sistema de energía

TRANSFORMADOR PROTECCION

Protección diferencial sesgada



Diapositiva 10

Desajuste del diferencial del transformador

- Relación de vueltas del transformador y cambio de tomas
- Discrepancia de CT
- Irrupción de energización (2^{da} Dakota del Norte armónico)
- Algo de saturación de CT en fallas pasantes
- Desplazamientos de fase del transformador
- Corrientes de falla a tierra (neutra)

Diapositiva 11

Corriente de irrupción activada Energización del transformador

Diapositiva 12

Segundo armónico en la irrupción

Corriente de irrupción del transformador al energizarse.

- La corriente de irrupción produce una corriente solo desde el lado de energización, que aparece como una falla interna.
- La magnitud de la corriente de irrupción puede ser tan grande como una falla trifásica.
- Esta corriente se caracteriza por la aparición de segundos armónicos, por lo que se puede basar una restricción adicional en esta 2^{da} Dakota del Norte "firma" armónica
- Ajuste del relé por debajo de 2^{da} Dakota del Norte Se requiere nivel de armónicos (Relación de 2^{da} Dakota del Norte armónico a fundamental)

Diapositiva 13

Corrientes de desequilibrio

TC no coincidentes

- Los TC no compensan exactamente la relación de transformación del transformador
- Cambios en la relación de vueltas del transformador con cambio de tap
- Implementar un sistema de restricción "sesgado"

Corriente de magnetización en los TC, especialmente cuando se establece algo de saturación debido a la corriente de falla de CC.

- La cantidad de polarización aumenta en condiciones de fallas pasantes pesadas para compensar la posible saturación del TC

Diapositiva 14

Protección diferencial de sesgo

Permitir relación de vueltas del transformador
 Permitir cambios de fase del transformador
 Elimina las corrientes neutras del sistema de relés.

Diapositiva 15

Flujos de corriente del transformador

Debe haber una ruta para que fluya la corriente
 Debe haber un equilibrio de Ampere Turns Si hay corriente fluyendo en un devanado

- Debe haber corriente en el devanado acoplado.

Si no hay corriente fluyendo en un devanado

- No puede haber corriente en el devanado acoplado.

Diapositiva 16

Flujos de corriente del transformador

Transformador estrella / estrella: LV Earth Fault

- La corriente fluye en el devanado de alta tensión correspondiente
- También aparece como EF en el sistema HV

Diapositiva 17

Flujos de corriente del transformador

Transformador estrella / estrella: LV Earth Fault

- Pero, supongamos que no tenemos un sistema de energía aguas arriba.
- Sin embargo, considere el efecto de agregar un devanado terciario conectado delta
- La corriente de la línea de alta tensión fluye en una proporción de 2: 1: 1
- No hay corriente neutra en el sistema HV (no hay ruta para el flujo de corriente)

Diapositiva 19

Flujos de corriente del transformador

Transformador estrella / estrella: LV Earth Fault

- Conservar el devanado terciario conectado delta
- Pero, restauremos la tierra del generador
- Ahora tenemos algo de flujo de corriente neutra en el sistema HV

Diapositiva 20

Transformadores, corriente neutra y protección diferencial

Transformadores estrella / estrella, con devanado terciario delta:

- Tendrá un desajuste entre los flujos de corriente neutra en los devanados de AT y BT
- Por tanto, es necesario excluir la corriente neutra de los algoritmos de protección del relé diferencial.

Transformadores estrella / estrella, sin devanado terciario delta:

- Es posible que todavía exista un desajuste entre los flujos de corriente neutra en los devanados de AT y BT
 - El tanque del transformador puede actuar como un "devanado delta terciario" de baja calidad
- Por lo tanto, siempre es necesario excluir la corriente neutra de los algoritmos de protección del relé diferencial.

Diapositiva 21

Flujos de corriente del transformador

Transformador Delta / Estrella: Falla de tierra LV

- Corriente en el devanado de alta tensión correspondiente únicamente
- Aparece como falla de fase a fase desde la perspectiva del sistema HV

Diapositiva 22

Flujos de corriente del transformador

Transformador Delta / Estrella: Falla LV fase a fase

- Corriente en 2 devanados de BT
- Corriente en 2 devanados HV
- Aparece como falla 2: 1: 1 en el sistema HV

Diapositiva 23

Flujos de corriente del transformador

Transformador estrella / triángulo: falla de fase a fase de BT

- Corriente en los 3 devanados de BT
- Corriente en los 3 devanados de AT
- Aparece como falla 2: 1: 1 en el sistema HV

Diapositiva 24

Conexiones y relaciones de CT

Los transformadores estrella / delta y delta / estrella tienen un cambio de fase de 30 grados

Compense con TC conectados en sentido opuesto a las conexiones del transformador. es decir:

- TC conectados en estrella en el lado delta del transformador
- TC conectados en triángulo en el lado de estrella del transformador

Desplazamiento de fase compensado

También se evita que las corrientes neutras que fluyen en los devanados en estrella del transformador ingresen al sistema de relés

Pero, ¿cómo obtenemos la conexión delta correcta para nuestros TC?

Diapositiva 25

Determinación de la conexión CT

CT primario está conectado en estrella CT secundario está conectado D11 La conexión general es, por lo tanto, YD11

Diapositiva 26

Determinación de la conexión CT

CT Primary está conectado en estrella CT secundario está conectado D1 La conexión general es, por lo tanto, YD1

Diapositiva 27

Resumen de conexión de transformadores estrella / delta / delta / estrella CT

El transformador HV está conectado por STAR

- TC de alta tensión: DELTA conectado
- TC de alta tensión: IGUAL al cambio de fase del transformador
- TI de baja tensión: estrella conectada

El transformador LV está conectado a la ESTRELLA

- LV CT: DELTA conectado
- TI de BT: OPUESTO al cambio de fase del transformador
- TC de alta tensión: conectados en estrella

Diapositiva 28

Conexiones CT YD11

D11 Una salida de fase está a las "11 en punto"
Una fase "S1" se conecta a la fase B "S2" La fase B "S1" se conecta a la fase C "S2" La fase C "S1" se conecta a la fase A "S2"

Diapositiva 29

Conexiones CT YD1

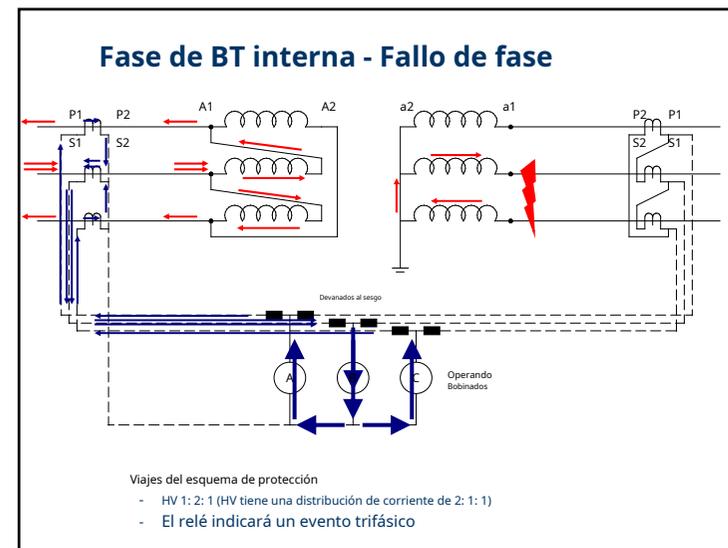
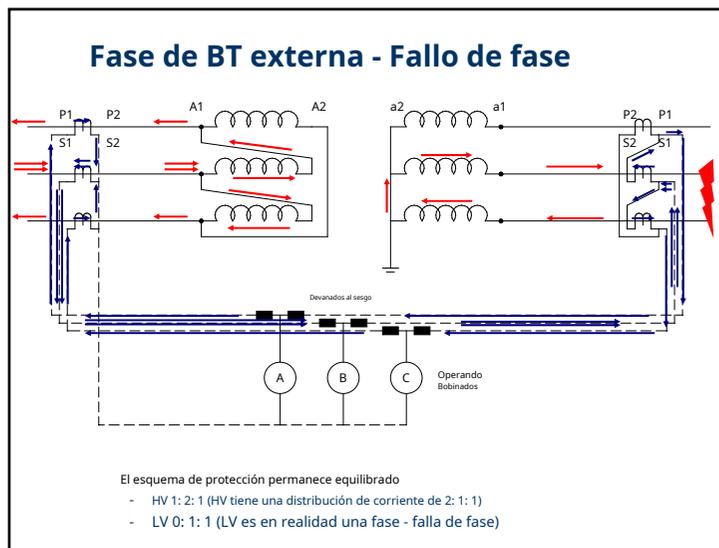
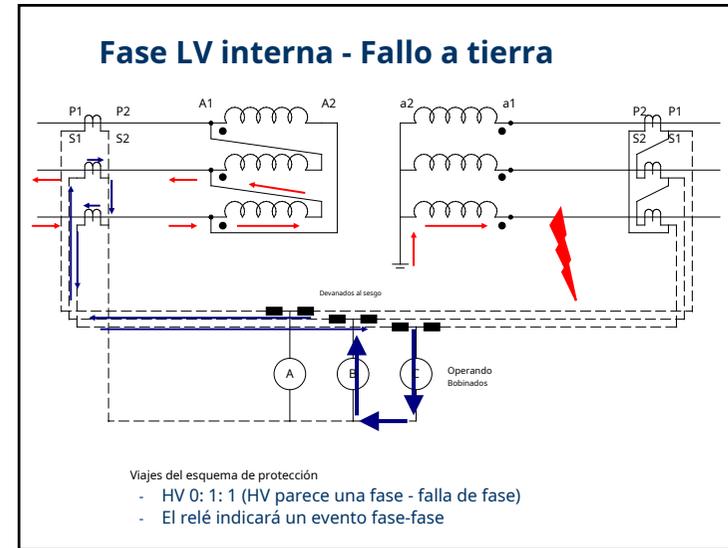
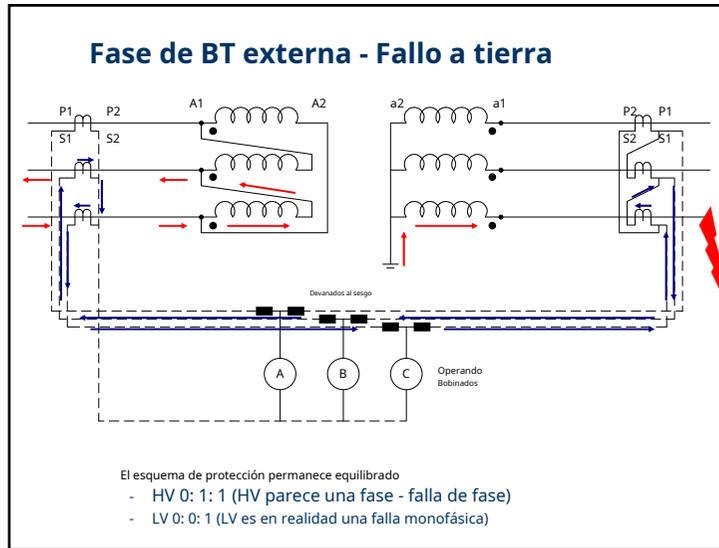
D11 Una salida de fase está a las "11 en punto"
Una fase "S1" se conecta a la fase B "S2" La fase B "S1" se conecta a la fase C "S2" La fase C "S1" se conecta a la fase A "S2"

D1 Una salida de fase está a la "1 en punto"
Una fase "S2" se conecta a la fase B "S1" La fase B "S2" se conecta a la fase C "S1" La fase C "S2" se conecta a la fase A "S1"

Lado "Ausente" de los TC conectados al relé. Por lo tanto, la corriente del transformador "in" o "out" corresponde a la corriente del relé "in" o "out"

Note que el conexiones para los devanados del Delta son lo mismo !!

Lado "Ausente" de los TC conectados al relé. Por lo tanto, la corriente del transformador "dentro" o "fuera" corresponde a la corriente del relé "dentro" o "fuera".



Diapositiva 37

Selección de relación y CT delta

Las relaciones de CT deben tener en cuenta el hecho de que la corriente que fluye hacia el relé desde los CT conectados en triángulo es $\sqrt{3}$ veces la corriente secundaria del TC

Por lo tanto, un CT estándar de 1A dará como resultado una corriente de relé de $\sqrt{3}$ veces la corriente secundaria del TC

Por tanto, los TC con relaciones como 1000 / 0,577 son, para este razón, bastante común.

Diapositiva 38

Básico Protección del sistema de energía

TRANSFORMADOR PROTECCION

Relés diferenciales modernos basados en microprocesador

Diapositiva 39

Relés de microprocesador modernos

Todos los TC conectados en Star Relay tienen que "procesar" los cambios de fase El relé tiene que "eliminar" la corriente neutra

Diapositiva 40

Relés de microprocesador modernos

$I_{ARELÉ} = I_A - I_C$

$I_{BRELÉ} = I_B - I_A$

$I_{CRELÉ} = I_C - I_B$

$$\begin{bmatrix} I_{ARELÉ} \\ I_{BRELÉ} \\ I_{CRELÉ} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix}$$

Relés de microprocesador modernos

D1
$$\begin{bmatrix} I_{ARELÉ} \\ I_{BRELÉ} \\ I_{CRELÉ} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix}$$

D11
$$\begin{bmatrix} I_{ARELÉ} \\ I_{BRELÉ} \\ I_{CRELÉ} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix}$$

D12
$$\begin{bmatrix} I_{ARELÉ} \\ I_{BRELÉ} \\ I_{CRELÉ} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix}$$

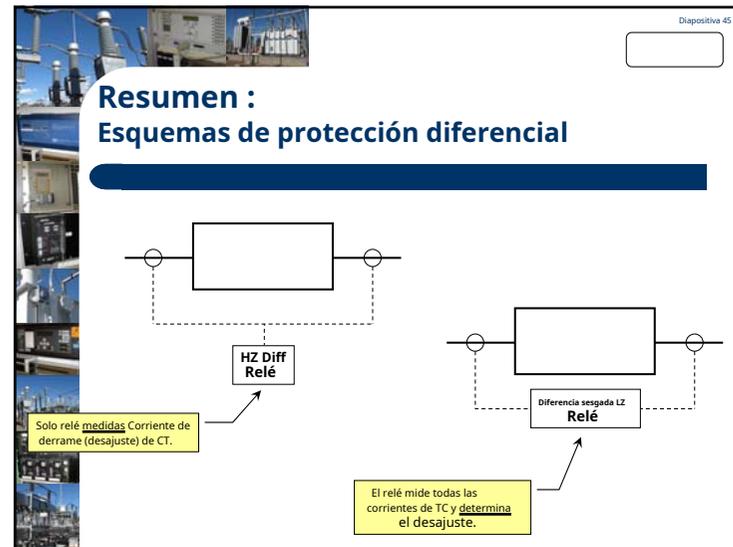
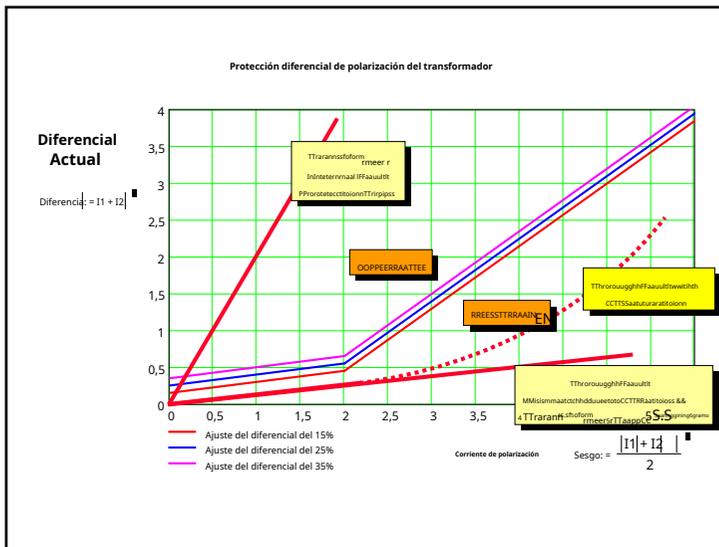
Relés de microprocesador modernos

Todos los TC ahora se pueden conectar en estrella

- El procesamiento interno del relé se ajusta al ángulo de fase
- El procesamiento interno del relé rechaza los componentes de corriente neutra (secuencia cero)

Los desajustes de las relaciones de CT ahora también se pueden acomodar

- El procesamiento interno dentro del relé luego ajusta la corriente del TC para que coincida con la relación de vueltas del transformador
- Los CT se pueden ajustar para que coincidan con la posición de la derivación central
- Permite configuraciones de relé más sensibles





Diapositiva 2

Básico

Protección del sistema de energía

**BAJA IMPEDANCIA
DIFERENCIAL DE BARRAS
PROTECCION**



Diapositiva 3

Prot'n de barra colectora de baja impedancia

Utiliza restricción de sesgo

- 1 x entrada trifásica para cada elemento de la planta

A menudo se aplica como modernización Caro

No son esquemas simples

Proporcionar CT de mala calidad y / o no coincidentes

- Aumento de la captación de corriente de funcionamiento
- Punto de rodilla reducido para aumentar el sesgo
- Mayor pendiente de sesgo



Diapositiva 5

Barra colectora LZ B

Característica



Corriente de polarización



Diapositiva 6

Características especiales

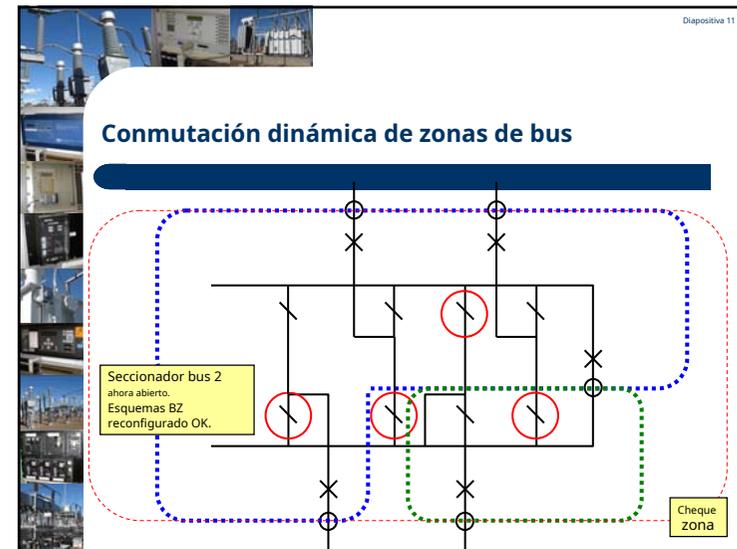
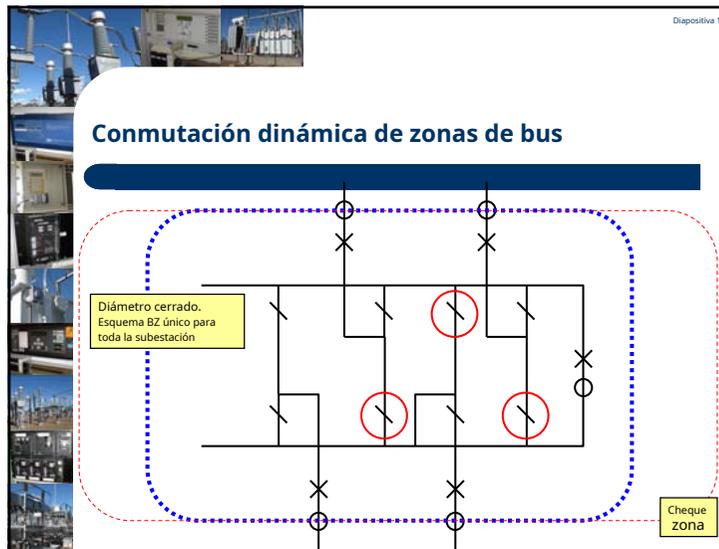
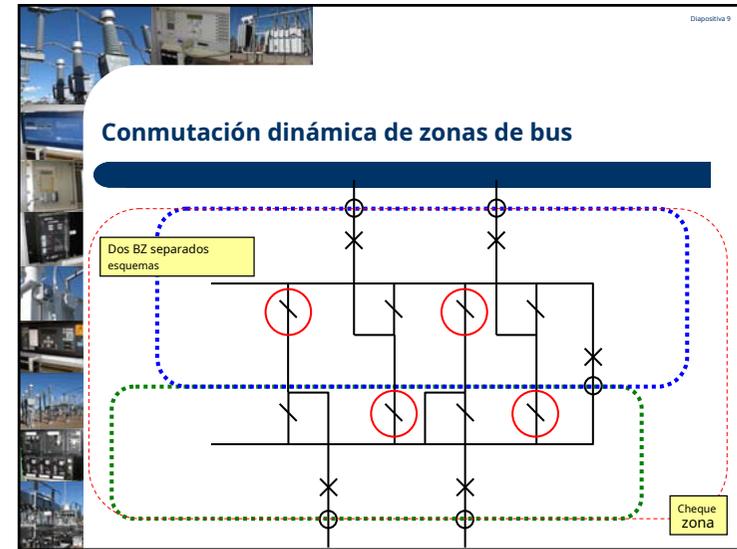
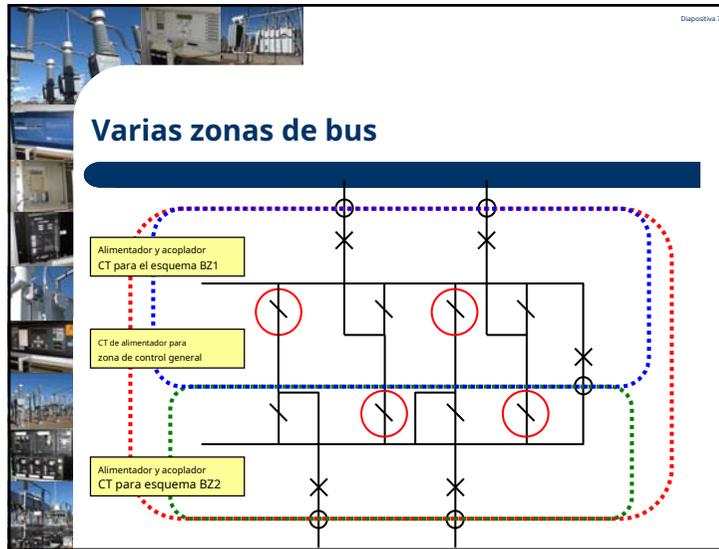
Prever múltiples zonas de autobuses

- Un relé cubre (digamos) hasta 6 zonas
- No necesita CT separados donde las zonas se superponen
- No necesita CT separados para Master y Check Zones

Permitir la conmutación dinámica de zonas de bus

- Requiere entradas de estado del aislador (a y b)

Proporcionar instalaciones de viaje en autobús CB Fail y CB Fail



Diapositiva 12



Protección contra fallas de CB de zona de bus

CB Fail por una falla de zona de bus

- Fallo en el bus
- Fallo de CB detectado por la función CBF incorporada del relé BZ
- El relé BZ inicia el disparo de CB remotos

Interruptores de interruptores de extremo remoto para planta conectados al bus
Siguiente bus para falla del acoplador o interruptores de sección

Diapositiva 13



Protección contra fallas CB y disparo de bus CBF

CB Fallo por una falla de la planta (por ejemplo, falla del alimentador)

- La protección de la planta detecta fallas e inicia el disparo de su (s) interruptor (s)
- La protección de plantas también inicia la función CBF incorporada del relé BZ (a través de la entrada óptica)
- Fallo de CB detectado por la función CBF incorporada del relé BZ
- El relé BZ "sabe" a qué bus está conectada la planta
- El relé BZ "sabe" qué otra planta está conectada a ese bus
- El relé BZ inicia el disparo del bus CBF de los interruptores automáticos requeridos

Especialmente importante para barras colectoras conmutadas

- El relé BZ es el único sistema que "conoce" la topología de las barras colectoras.



Diapositiva 2

Básico

Protección del sistema de energía

ALIMENTADOR
DIFERENCIAL
PROTECCION

Protección del cable piloto



Diapositiva 3

Retransmisión de cable piloto: Limitaciones y requisitos

Longitud del piloto

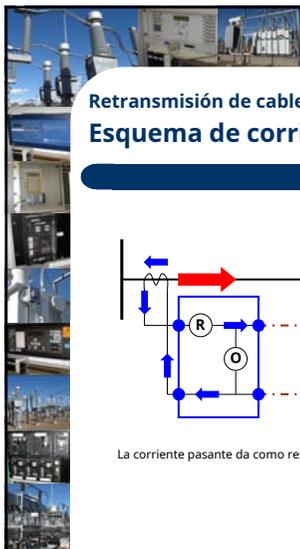
- Costo piloto
- Resistencia del alambre piloto
 - No debe exceder las limitaciones de diseño del relé
 - Pero, agregue resistencias separadas (de relleno) para llevar los pilotos al valor de diseño del fabricante del relé (digamos 1000 ohmios)
- Capacitancia del alambre piloto
 - Puede deshabilitar el funcionamiento del relé: esquema de corriente circulante
 - Puede desestabilizar el funcionamiento del relé: esquema de voltaje opuesto

Los relés en cada extremo del alimentador disparan los interruptores automáticos locales para

- Entrada fuerte
- Entrada débil
- Entrada cero

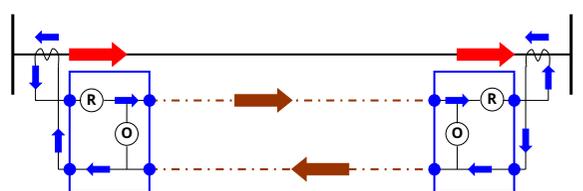
Dos elementos

- Elemento operativo: dispara el relé en caso de discrepancia
- Elemento de polarización: restringe el relé a través de la corriente

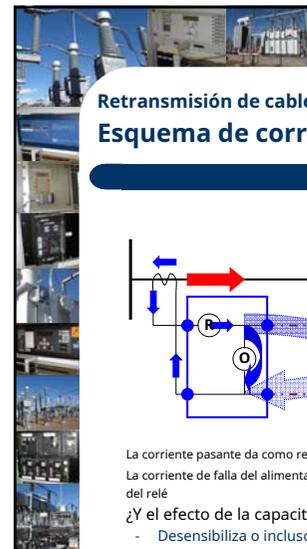


Diapositiva 4

Retransmisión de cable piloto: Esquema de corriente circulante

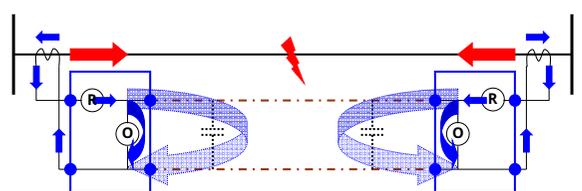


La corriente pasante da como resultado que la corriente del relé circule entre los relés de fin de línea



Diapositiva 5

Retransmisión de cable piloto: Esquema de corriente circulante



La corriente pasante da como resultado que la corriente del relé circule entre los relés de fin de línea

La corriente de falla del alimentador hace que la corriente fluya en los elementos operativos del relé

¿Y el efecto de la capacitancia piloto?

- Desensibiliza o incluso deshabilita los elementos operativos del relé

Diapositiva 6

Retransmisión de cable piloto: Transformador de suma

Permite la comparación de la cantidad compuesta Debe dispararse para todas las fallas internas
Debe ser estable para todas las fallas externas Varias sensibilidades OK

Diapositiva 7

Retransmisión de cable piloto: Transformador de suma

Esta disposición asegura un funcionamiento correcto en distribuciones de corriente 2: 1: 1

CULPA	RELATIVO
ESCRIBE	RECOGER
AB	0.8A
antes de Cristo	1.0A
California	0.44A
A B C	0.51A
UN	0,19 A
BN	0.25A
CN	0.33A

TRANSFORMADOR DE SUMA

Diapositiva 8

Retransmisión de cable piloto: Supervisión del cable piloto

Simplemente supervise la integridad del piloto

- No previene fallos / no disparos

Esquemas de corriente circulante

- Piloto abierto dispara con carga
- El piloto en corto nunca se dispara

Diapositiva 9

Retransmisión de cable piloto: Comprobación de sobre corriente

Evitar disparos debido a daños en el piloto

El ajuste de activación de verificación de O / C debe estar por encima de la corriente de carga

- Seleccione la configuración del 120%

Incluya E / F Check para sensibilidad

- Seleccione la configuración del 20%



Diapositiva 10

Básico

Protección del sistema de energía

ALIMENTADOR

DIFERENCIAL

PROTECCION

Corriente digital del alimentador
Protección diferencial

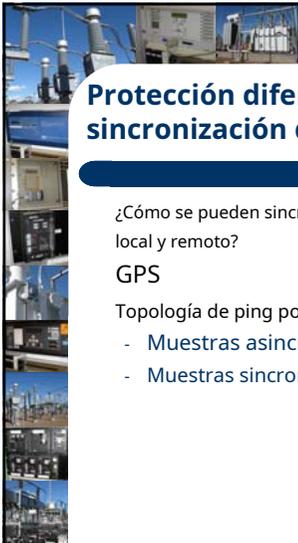


Diapositiva 11

Protección diferencial de corriente digital

Comunicaciones digitales
Mediciones individuales por fase Retardo de canal compensado automáticamente Verificaciones de seguridad de datos

- CRC y bits de paridad



Diapositiva 12

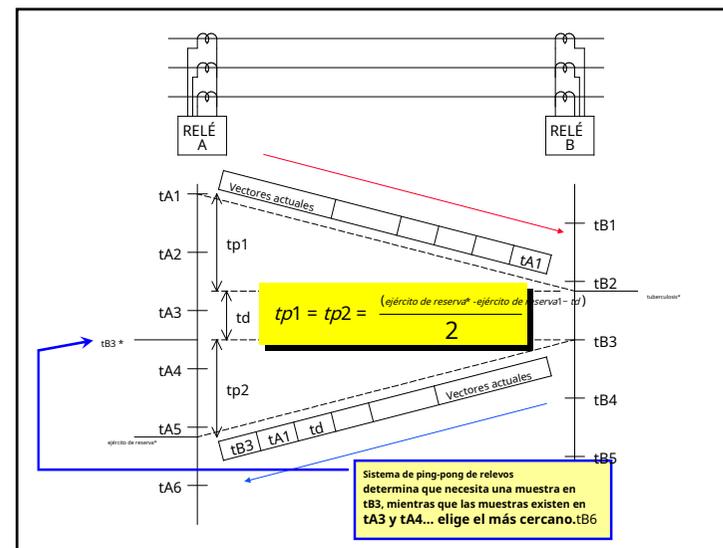
Protección diferencial actual: sincronización de datos

¿Cómo se pueden sincronizar las muestras de datos del extremo local y remoto?

GPS

Topología de ping pong

- Muestras asincrónicas
- Muestras sincronizadas



Diapositiva 15

Alineación de datos Para esquemas no sincronizados

Local relé muestras

Remoto relé muestras

AAddjjusst tthh...
ssymmncchhrr...
ssaaammplleessvvalia
re
Ffclclayy
ccoompppuustatstoloinn
aaalggooorrtthhmm

Diapositiva 16

Protección diferencial actual: sincronización de datos

Topología de ping pong

- Muestras asincrónicas
El relé selecciona el más cercano disponible y usa el Ping Pong para ajustar las muestras no sincronizadas a través de su algoritmo de cálculo
- Muestras sincronizadas
El sistema de ping pong alinea las muestras que luego se pueden comparar directamente
- Ambos sistemas requieren tiempos de envío y recepción iguales (rutas) Sincronización GPS
 - Muestras verdaderamente sincronizadas (con etiqueta de tiempo)
 - Los tiempos de envío y recepción (rutas) NO tienen que coincidir
 - Respaldo de ping pong

DIFFERENCIAL ACTUAL

$I_{DIFF} = Y_{Ox} + Y_{Oy} + Y_{Oz}$

$I_{PARCIALIDAD} = 0,5 \cdot (|I_x| + |Y_{Oy}| + |Y_{Oz}|)$

kkk=1300%

kkk=110000%

SS1 = 00.22ppuu

SS2 = 12.002puu

CORRIENTE DE POLARIZACIÓN

Diapositiva 18

Protección diferencial actual: Representación del plano alfa

Algunos relés ahora usan la relación entre las corrientes de alimentación de extremo remoto y local para definir su característica. Idealmente será -1 bajo carga directa y condiciones de falla.

Internal faults with outfeed at L

Internal faults with outfeed at R

Internal faults

External faults and load conditions

$I_R = 0$

SEL

Diapositiva 19

Plano Alfa: Requisitos de la zona de restricción

La "Zona de restricción" debe, como mínimo, ajustarse para proporcionar la desviación angular y de magnitud para ...

- Corriente de carga de línea
- Saturación de CT

Diapositiva 20

Plano Alfa: Requisitos de la zona de viaje

La "Zona de disparo" debe, como mínimo, ajustarse para proporcionar la desviación angular y de magnitud para ...

- no homogéneo sistemas de poder
- angular previo a la separación entre los sistemas de energía locales y remotos
- Saturación de CT

Diapositiva 21

Plano Alfa: Requisitos de zona de restricción y disparo

La región de disparo del relé debe expandirse para adaptarse a la variación del ángulo en condiciones de falla en la zona. De manera similar, la zona de restricción debe expandirse para garantizar la estabilidad en condiciones de carga y falla.

Es decir, permitir variaciones y simultáneamente aumentar ambas zonas para lograr el óptimo.

A: 20° shift caused by source angle and source impedance angle.
B: 21.6° shift caused by 2 ms channel asymmetry.
C: 40° shift caused by CT saturation.

Diapositiva 22

Plano Alfa: Recomendación SEL311L

Zona de disparo para asegurar un disparo correcto para todas las fallas en la zona

Zona de restricción para garantizar la estabilidad para todas las condiciones de falla y carga externa

195° recomendado

- SEL advierte que esto permite 35° de margen para otras fuentes de error



Diapositiva 1

Básico

Protección del sistema de energía

RECERRAR AUTOMÁTICO

- Sistemas EHV
- Sistemas HV
- Sistemas de distribución



Diapositiva 2

Solicitud

La mayoría de las fallas son monofásicas Las fallas monofásicas tienden a ser transitorias

Por lo tanto, a menudo se proporciona un reenganche automático para ...

- Para restaurar los alimentadores averiados al servicio
- Para restaurar el sistema a los niveles normales de seguridad.

Pero generalmente no donde la siguiente planta puede verse afectada

- Cables
- Transformadores

O donde la operación de protección inicial puede haber involucrado respaldo para ...

- Evento de falla CB
- Evento de punto ciego
- Fallo de un esquema de protección remota.



Diapositiva 3

Tiempo muerto

Retardo de tiempo entre la operación de la protección y el inicio del cierre del interruptor - debe prever...

- Eliminación de averías
- Disipación de aire ionizado
- Carga atrapada en alimentador averiado
- Efectos de los alimentadores paralelos y el acoplamiento mutuo
- Efectos de las fases paralelas y el acoplamiento mutuo (SPAR)

Tenga cuidado con los efectos de AR en las centrales eléctricas cercanas

- AR en falla multifásica que debe evitarse hasta que las oscilaciones del eje del generador hayan disminuido tal vez ...
 - 5 segundos para fallas de doble fase a tierra
 - 10 segundos para fallas trifásicas



Diapositiva 4

Tiempo de recuperación

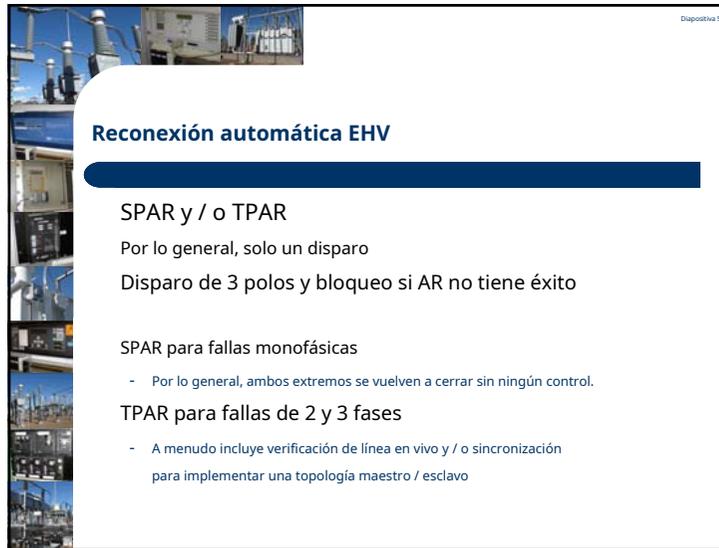
Retardo de tiempo después del reenganche automático durante el cual se considera que otra falla es una reparación de la falla original

- No debe configurarse demasiado corto, ya que es posible que las fallas recurrentes no se identifiquen correctamente.
- No debe configurarse por mucho tiempo, ya que las fallas totalmente independientes pueden identificarse incorrectamente como recurrencia de la falla original.

Para evitar reconexiones múltiples en fallas permanentes

Para asegurar que la capacidad del CB para las secuencias de Disparo

- Cierre - Disparo no se pueda exceder



Reconexión automática EHV

SPAR y / o TPAR

Por lo general, solo un disparo

Disparo de 3 polos y bloqueo si AR no tiene éxito

SPAR para fallas monofásicas

- Por lo general, ambos extremos se vuelven a cerrar sin ningún control.

TPAR para fallas de 2 y 3 fases

- A menudo incluye verificación de línea en vivo y / o sincronización para implementar una topología maestro / esclavo



Reconexión automática de alta tensión y distribución

Reenganche automático de alta tensión típico

- TPAR para todas las fallas: SPAR muy raro
- Normalmente, solo un disparo

Reenganche automático de distribución típica

- Siempre TPAR
- Por lo general, reconexiones múltiples
- Puede incluir seccionadores

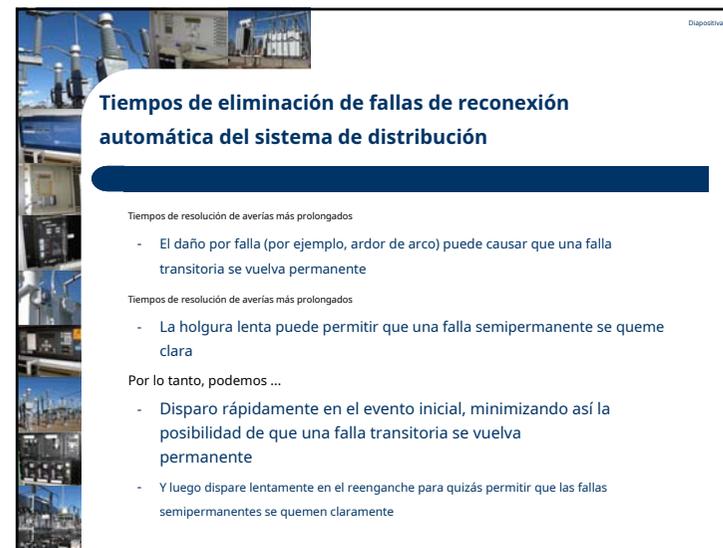


Básico

Protección del sistema de energía

RECERRAR AUTOMÁTICO

Sistemas de distribución y
Recierre múltiple
Consideraciones



Tiempos de eliminación de fallas de reconexión automática del sistema de distribución

Tiempos de resolución de averías más prolongados

- El daño por falla (por ejemplo, ardor de arco) puede causar que una falla transitoria se vuelva permanente

Tiempos de resolución de averías más prolongados

- La holgura lenta puede permitir que una falla semipermanente se queme clara

Por lo tanto, podemos ...

- Disparo rápidamente en el evento inicial, minimizando así la posibilidad de que una falla transitoria se vuelva permanente
- Y luego dispare lentamente en el reenganche para quizás permitir que las fallas semipermanentes se quemen claramente

Diapositiva 9

Tipo de carga conectada de reconexión automática del sistema de distribución

También debemos considerar a nuestros clientes

Clientes industriales

- Los tiempos muertos deben permitir que los procesos costosos, complejos o peligrosos se desconecten por completo antes de restaurar el suministro

Clientes nacionales

- La simple restauración del suministro es de primordial importancia
- El retardo de reenganche automático se elige para optimizar el rendimiento de la protección, minimizar los daños por fallas y devolver el suministro de forma automática y rápida a tantos clientes como sea posible

Diapositiva 10

Sistema de distribución Reconexión automática Múltiples esquemas de reconexión

El disparo a alta velocidad de los interruptores automáticos aguas arriba da como resultado un daño mínimo por fallas y minimiza la posibilidad de que las fallas transitorias se vuelvan permanentes

Pero la discriminación por protección se pierde

- Las fallas aguas abajo pueden resultar en el disparo rápido y no selectivo de los interruptores automáticos aguas arriba.
- Pero, el reenganche automático luego devuelve el suministro a todos los clientes. Generalmente se implementan reenganches múltiples
- El disparo de alta velocidad de CB aguas arriba se inhibe después del reenganche
- Al volver a cerrar, las fallas permanentes se activarán mediante esquemas de aguas abajo más lentos, selectivos y coordinados en el tiempo, lo que garantiza la discriminación.
- Un disparo más lento puede hacer que la falla permanente se vuelva transitoria

Diapositiva 11

Seccionalizadores de reconexión automática del sistema de distribución

Se aplica a los sistemas de distribución radial. La falla del alimentador se borra en el reanclador seccionalizador.

- No se puede borrar la corriente de falla
- Pero cuenta el número de reenganches
- Y secciona el alimentador durante el tiempo muerto abierto

Diapositiva 12

Seccionalizadores de reconexión automática del sistema de distribución

Ocurre la falla... N = 1

- Viaje
- Ninguna acción por parte de los seccionadores
- Recierre automático

La falla vuelve a ocurrir... N = 2

- Viaje
- N = 2, por lo que el seccionador se abre durante el tiempo muerto de AR
- Recierre automático

El sistema se restaura, pero con la sección defectuosa aislada



Diapositiva 13

Básico

Protección del sistema de energía

RECERRAR AUTOMÁTICO

Sistemas de distribución y consideraciones de seguridad



Diapositiva 14

Recierre automático y protección SEF de seguridad

RECERRAR AUTOMÁTICO

Protección de falla a tierra sensible del sistema de distribución

- Detecta fallas a tierra de muy bajo nivel
- Estos representan un peligro significativo para el público.
- Estos son eventos raramente transitorios.
- Fallas en árboles, vallas, incluso en carreteras secas.
- SEF Liquidación de tiempo prolongado: 10 o más segundos

Las recomendaciones son:

- Auto Recierre El tiempo de recuperación se configurará más largo que los tiempos de protección SEF
- Los disparos de protección SEF deben inhibir o bloquear cualquier secuencia de reenganche automático posterior.



Diapositiva 15

Reconexión automática y seguridad

Consideraciones sobre incendios (Sábado negro de Vic)

RECERRAR AUTOMÁTICO

De especial relevancia para los sistemas de distribución y SWER

Las distancias de falla más largas aumentan la probabilidad de que se produzca un incendio.

El reenganche automático de alta velocidad también aumenta la probabilidad de que se produzca un incendio.

- Es posible que el evento inicial no provoque la ignición del fuego, pero predispone el combustible del bosque seco a la ignición en eventos posteriores (recierre).
- La probabilidad de que se encienda un incendio es quizás 3 veces mayor en el reenganche que en el evento inicial.



Diapositiva 16

Reconexión automática y seguridad

Consideraciones sobre incendios (Sábado negro de Vic)

RECERRAR AUTOMÁTICO

En épocas de riesgo de incendio:

- Las operaciones de protección deben ser de alta velocidad

Si el reenganche automático está activado

- Segundo disparo, se debe evitar el disparo lento de protección.
- Los tiempos muertos de reenganche automático deben extenderse (30 segundos o más)

El reenganche automático debe estar APAGADO

- Periodos de riesgo de incendio extremo
- Lugares con consecuencias extremas



Diapositiva 1

Básico

Protección del sistema de energía

BATERÍA DE CONDENSADORES
PROTECCION



Diapositiva 2

Batería de condensadores

Proteccion

- Protección contra sobrecorriente y falla a tierra
 - IDMT
 - INST
- Protección del equilibrio
- Proteccion al sobrevoltaje

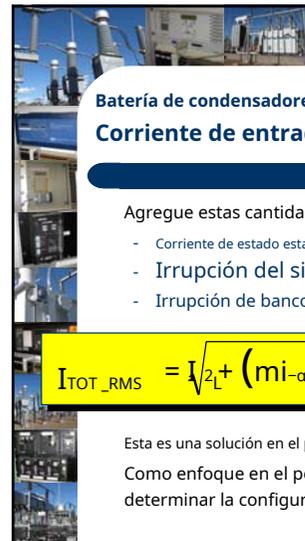


Diapositiva 3

Batería de condensadores

Calificaciones

- Funcionamiento continuo máximo al 110% de voltaje
 - Pero el sistema normalmente opera con un voltaje de 1.05pu o más
 - Por lo tanto, especifique típicamente un banco de condensadores para proporcionar este
 - P.ej. Un banco de 20MVar 33kV se especificaría y compraría como 24MVar a 36kV
- Funcionamiento continuo máximo al 130% de corriente
 - (El componente adicional en la corriente es para permitir armónicos)

$$Z_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \text{frecuencia} \cdot C}$$


Diapositiva 4

Batería de condensadores

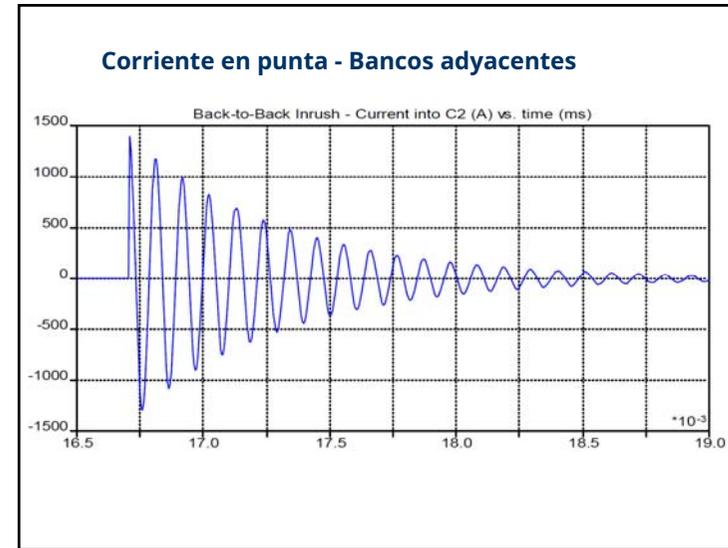
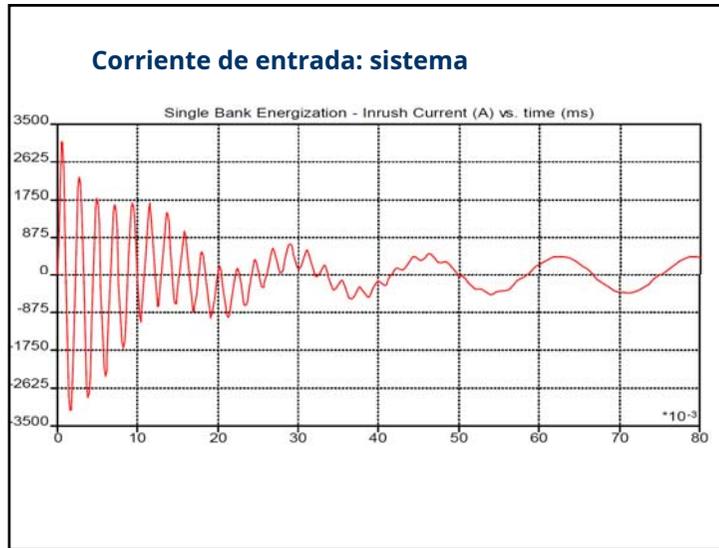
Corriente de entrada

Agregue estas cantidades sinusoidales

- Corriente de estado estacionario (carga)
- Irrupción del sistema
- Irrupción de bancos adyacentes

$$I_{TOT_RMS} = \sqrt{I_L^2 + (m_{i-a1-t} \cdot I_{SYS_RMS})^2 + (m_{i-a2-t} \cdot I_{ADJ_RMS})^2}$$

Esta es una solución en el peor de los casos
 Como enfoque en el peor de los casos, utilice esta corriente para determinar la configuración de TMS del relé de O / C de IDMT



Dispositivo 7

Consideraciones de protección de corriente de arranque del banco de capacitores

El efecto de la irrupción en la protección puede eliminarse mediante el uso de relés estabilizados.
(es decir, no sensible a componentes de alta frecuencia)

- Protección IDMT OC
 - Probablemente no haya problemas en ningún caso
 - Normalmente se establece en 150%, 0,1 - 0,2 TMS
- Protección OC de ajuste alto (Inst)
 - Debe ser estabilizado
 - E incluso entonces, puede ser necesario un retardo de tiempo de 1 o 2 ciclos.

Dispositivo 8

Batería de condensadores Limitación de corriente de acometida

Reactor (es) en serie instalado para limitar la corriente de irrupción

- Puede instalarse al potencial de la línea
- Puede instalarse a potencial neutro, uno por fase, por encima del punto de estrella

Aplicar a (n-1) bancos para limitar la irrupción de los bancos adyacentes

Aplicar a todos los bancos para limitar la irrupción del sistema

- También limita el avance a fallas del sistema.

La corriente de irrupción también puede estar limitada por la conmutación de POW

Diapositiva 9

Batería de condensadores Componentes

Los elementos de la lata de condensadores pueden tener fusibles individuales separados. En este caso, la falla de un elemento hace que ese elemento se abra en circuito.

O los elementos de la lata del condensador pueden no estar fusionados, tal vez con solo un fusible externo de lata. En este caso, la falla de un elemento da como resultado que ese elemento quedando como un cortocircuito

Bank Unit Element

Diapositiva 10

Batería de condensadores Diseño típico

17.39mH, 409A
Air cored, stacked
Reactors

19.2MVar at 38.7kV
Capacitor bank

Unbalance
CT

Diapositiva 11

Batería de condensadores Protección del equilibrio

Podemos determinar el efecto de 1, 2, 3, etc. elementos que fallan, y configurar los niveles de alarma y disparo del relé en consecuencia.

Y recuerde que, basado en la fusión de la lata, la falla del elemento resultará en apertura o Elementos en cortocircuito.

Desequilibrio detectado por medición de voltaje de desplazamiento neutro simple

Pero esto también será sensible a los desequilibrios de voltaje del sistema.

- Estado estable
- Durante fallas

Para compensar cualquier desequilibrio de voltaje del sistema

- Monitorear y comparar con desequilibrios de voltaje de terminal
- Implementar un retraso de tiempo para permitir que se eliminen las fallas del sistema

Diapositiva 12

Batería de condensadores Protección del equilibrio

Nuevamente, pero ahora basándonos en un cálculo de flujo de corriente, podemos determinar el efecto de 1, 2, 3, etc. elementos que fallan, y configurar los niveles de alarma y disparo del relé en consecuencia.

Monitorear la corriente neutra de desequilibrio

Estos esquemas no se ven afectados por los desequilibrios del sistema.

Los puntos nulos del relé se pueden ajustar para permitir el desequilibrio de la corriente dentro de un banco saludable

- Probablemente no se pueda lograr un equilibrio perfecto
- Establecer como parte del proceso de puesta en servicio

Diapositiva 13

Protección del equilibrio Esquema de fase segregada

Diapositiva 14

Batería de condensadores Modo de construcción y falla

En este ejemplo, con elementos internos y fusionados por separado, la falla del elemento resultará en Elementos de circuito abierto.

Fusionada internamente El condensador puede

Una fase de un Banco de capacitores de 36kV, 24MVar

Diapositiva 15

Batería de condensadores Principio de protección del equilibrio

Cuando se pone en servicio inicialmente, la corriente cero fluye a través de la protección de equilibrio Si falla un elemento en una lata, ahora se detecta una pequeña corriente

- Los elementos paralelos en eso ahora también pueden tener una pequeña condición de sobretensión
- Por lo tanto, en igualdad de condiciones, la falla posterior más probable es otro elemento en la misma fila en la misma
- La corriente de desequilibrio aumenta posteriormente y se detecta Disparo antes del 10% de sobretensión en las latas paralelas - pequeño retraso de tiempo
- Normalmente, alrededor del 50% de los elementos fallaron. Alarma a la mitad de este valor - pequeño retardo
- Por lo general, alrededor del 25% de los elementos fallaron. La corriente de desequilibrio es muy pequeña ... tal vez <1A primario
- Relación de CT típicamente 1 / 1A
- CT no necesita una especificación de clase de protección, de hecho, probablemente debería especificarse una clase de medición CT

Diapositiva 16

Batería de condensadores Proteccion al sobrevoltaje

Para disparar el banco si se excede la capacidad de voltaje continuo (110%)

Para proteger el sistema de sobretensión debido a los bancos de condensadores.

Coordinar con cualquier generador cercano bajo protección de excitación

- Disparar los condensadores para reducir el voltaje del sistema antes de que pueda funcionar cualquier protección del generador.

Se recomienda viaje por etapas

- Para evitar el disparo generalizado del condensador y, por lo tanto, evitar que se produzca un evento de subtensión posterior.
- p.ej. Donde más de un banco está instalado en una subestación
- p.ej. Donde los bancos están instalados en subestaciones cercanas