

PROTECCION DE SUBESTACIONES DE TRANSMISIÓN

Versión 1



Ing. Tec. Luis Fabián Martínez Cabrera

LFMC.2011.UY@GMAIL.COM

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
PROPIEDADES DE LAS PROTECCIONES	5
SENSIBILIDAD:	5
SELECTIVIDAD:	6
VELOCIDAD:	7
ESTABILIDAD:	7
CONFIABILIDAD o FIABILIDAD (Reliability):	7
tipos de protección	8
PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS:	11
sistema de protecciones	12
Elementos de un sistema de protección.	13
ALIMENTACIÓN:	14
TRASDUCTORES:	15
Transformadores de medida (de tensión y de corriente):	15
Traductores de magnitudes físicas (temperatura, presión, posición, nivel, etc.).	16
INTERRUPTORES:	16
SEÑALES DIGITALES HACIA Y DESDE LAS PROTECCIONES O SUS EQUIPOS AUXILIARES:	18
COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS DE PROTECCIONES:.....	19
Medios físicos de comunicación.	19
COMUNICACIÓN PARA GESTIÓN DE LAS PROTECCIONES:	20
ALARMAS Y SEÑALIZACIONES:.....	20
ATERRAMIENTO de circuitos de medida:	23
TOMAS PARA ENSAYO:.....	24
SINCRONIZACIÓN HORARIA:	25
RELÉS DE PROTECCIÓN O PROTECCIONES:.....	25
DESCARGADORES:	28
Implementación de protecciones en sistemas de potencia de transmisión ..	28
CLASIFICACIÓN de las protecciones	31
PROTECCIONES PRINCIPALES.....	31
PROTECCIONES DE RESPALDO	31
Respaldo local y remoto:	32
Respaldo remoto:	33

Respaldo local:.....	33
Sistemas de protección redundantes:	33
CLASIFICACION DE PROTECCIONES BASADA EN LA SELECTIVIDAD:.....	34
aterramiento de redes de potencia.....	34
SISTEMA SOLIDAMENTE ATERRADO:.....	34
SISTEMA AISLADO:.....	35
SISTEMA BAJA REACTANCIA DE ATERRAMIENTO:	36
SISTEMA DE ATERRAMIENTO A TRAVES DE RESISTENCIA:	37
relés Y/o FUNCIONES de protección	38
sobrecorriente o sobreintensidad instantánea o temporizada de fase o neutro (50–51–50N–51N):.....	38
Tierra carcaza (64):	39
STUB BUS (50SB)	40
falla interruptor (50BF, 50FI).....	40
sobrecorriente o sobreintensidad direccional (67–67N).....	41
sobrecorriente o sobreintensidad de tierra direccional con comunicación (DEF)	42
SUB– TENSION (27)	43
SOBRE–TENSION (59)	44
frecuencia (81)	44
falla fusible (fuse):.....	45
Fase abierta:	46
Distancia (21):	47
Relés de distancia con comunicación:	48
Diferencial (87):	49
Diferencial de rango restringido (87G):	52
SobreFLujo V/f (24):	53
Recierre o Reenganche (79):	54
Recierre Monopolar:	55
Recierre Tripolar:	55
Chequeo de sincronismo (25CS):	56
sincronismo (25):	57
discrepancia de polo (48):	57
antibombeo:	58
supervisión de circuito de disparo (74TC):	59
presión (63):	60

Válvula de presión de aceite:	61
Secuencia de fase (46):	62
Relé Buchholz (97):	63
Rele Jansen (63):	65
Nivel de aceite (99):.....	66
temperatura del aceite (26):.....	66
RelÉ de imagen térmica (49):	66
RelÉ de disparo (94):	67
RelÉ de Bloqueo (86):	68
Aplicación de protecciones en una linea de 30kV, con configuración radial.	71
Las funciones de protección usadas son:	71
Aplicación de protecciones en una linea de 30kV, con generación distribuida.	72
SdP de las lineas de 30kV conectadas a una barra con generación distribuida	72
Generador distribuido generando en ese radial.....	73
Generador distribuido generando en otro radial.....	74
Generador distribuido desconectado.	74
Las funciones comunes implementadas a cualquier condición son.	74
Aplicación de protecciones en un transformador de potencia 150/30kV conexión Yy0.	76
Aplicación de protecciones en una linea aérea de 150kV con configuración mallada e interruptor con apertura monopolar.....	77
Aplicación de protecciones en una barra 150kV.	78
Aplicación de protecciones en una barra 30kV.	78
NÚMEROS, SÍMBOLOS Y FUNCIONES de los dispositivos de protección.....	79
Documentación asociada	93

INTRODUCCIÓN

Antes de entrar en el tema de Protecciones del Sistema Eléctrico de Potencia, es necesario aclarar que el objetivo de esta unidad temática es destacar la importancia de las protecciones en las subestaciones y líneas de Trasmisión, y que al culminar la misma el participante sea capaz de reconocer cuales son estas protecciones, su aplicación y su principio de funcionamiento.

“Toda instalación eléctrica, independientemente de su nivel de tensión ya sea en corriente alterna o continua, debe tener protecciones que la hagan segura tanto desde el punto de vista de los equipamientos que la componen, la estabilidad y calidad del suministro eléctrico, como de las personas que han de trabajar en ella o usuarios en general”.

PROPIEDADES DE LAS PROTECCIONES

Para que una protección cumpla con su función de forma segura y eficaz debe de cumplir las siguientes propiedades: SENSIBILIDAD, SELECTIVIDAD, VELOCIDAD, ESTABILIDAD, CONFIABILIDAD.

Estos conceptos que están muy relacionados entre sí, se manejan comúnmente entre quienes tienen a su cargo el diseño, montaje, mantenimiento y operación de un sistema de protección.

SENSIBILIDAD:

La sensibilidad de una protección es la propiedad de detectar desviaciones en el entorno del punto de equilibrio (llamado también punto de ajuste o de cambio de zona).

Comúnmente se dice que una protección es sensible cuando tiene un ajuste bajo y que es insensible cuando tiene un ajuste alto, pero estas son acepciones del término sensibilidad que no están correctamente aplicadas en el caso de las protecciones, consideradas como instrumentos eléctricos.

El concepto de sensibilidad es, para nosotros, asociado al concepto de ajuste, el siguiente: una protección, para un ajuste dado (alto, medio o bajo),

tiene mayor sensibilidad cuanto menor sea la desviación de los parámetros medidos en el entorno del valor ajustado que requiere para discriminar si debe operar o no.

Del mismo modo diremos que tiene menor sensibilidad cuanto mayor sea la desviación que requiere para poder discriminar si debe operar o no.

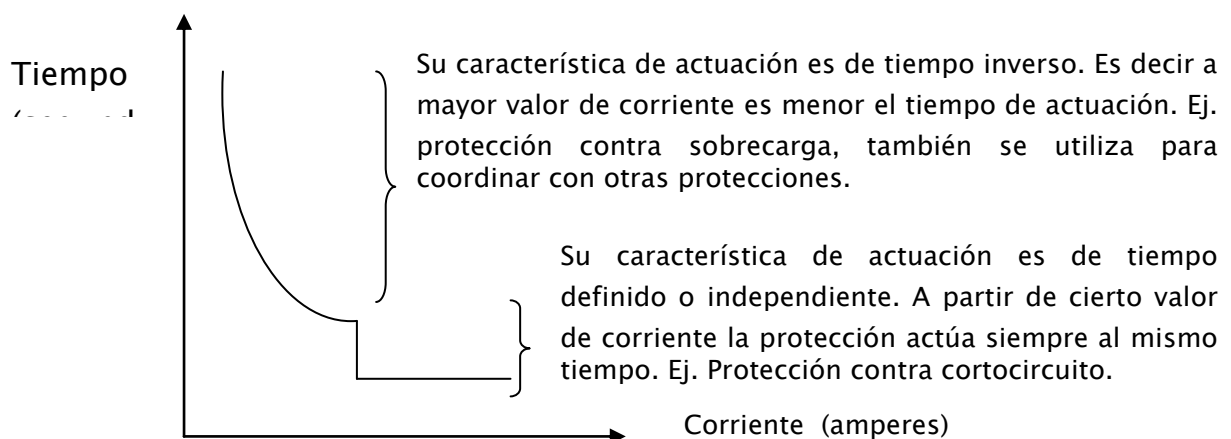
La sensibilidad está asociada también a la anchura de la zona de indefinición en torno al punto de equilibrio. Mayor sensibilidad implica una zona de indefinición más estrecha y viceversa.

SELECTIVIDAD:

Se denomina selectividad de un sistema de protección a la propiedad de desconectar sólo el elemento fallado del sistema. La selectividad incluye por lo tanto la capacidad de operar efectivamente para defectos en el elemento protegido y no operar para defectos fuera del elemento protegido.

La selectividad se logra coordinando las distintas curvas o zonas de disparo de modo que el defecto sea despejado por el elemento de protección más cercano a él. Todos los elementos de protección ya sean relés de protecciones, fusibles, llaves termomagnéticas, relés térmicos, u otro tipo de relé o protección responden a curvas o zonas de disparo.

Como ejemplo citaremos la curva de disparo de las llaves termomagnéticas.



VELOCIDAD:

En la operación selectiva importa la velocidad de operación. Cuando el cortocircuito es dentro de la zona protegida, es necesario que las acciones sean tomadas con una gran velocidad, a efectos de proteger adecuadamente al elemento de los daños que pudiera sufrir.

ESTABILIDAD:

La estabilidad de la protección es la propiedad de mantenerse en reposo para defectos fuera de la zona protegida, por más violentos o graves que puedan resultar. Asimismo debe mantenerse sin operar en ausencia de fallas.

Puede hablarse también de estabilidad vinculada a la operación para fallos dentro de la zona protegida que se denomina estabilidad de la sensibilidad de la protección.

También puede hablarse de la estabilidad de la velocidad de operación, que es particularmente importante en las protecciones sin retardo de tiempo.

CONFIABILIDAD O FIABILIDAD (RELIABILITY):

La confiabilidad es la propiedad de la protección de cumplir con su función en cualquier condición de funcionamiento. Se dice generalmente que una protección es confiable cuando brinda la seguridad de no operar para ausencia de defecto o defecto fuera de su zona selectiva y de sí operar para defectos dentro de su zona selectiva. La confiabilidad va asociada también al concepto de tiempo o tiempo de servicio de la protección. Así, se considera que una protección es confiable cuando es capaz de mantener sus propiedades y de cumplir sus funciones en el correr del tiempo.

Podemos decir entonces que la confiabilidad o fiabilidad es la probabilidad de que una función, relé o sistema de protección cumpla sin fallar la función para la cual fue diseñado.

- Dependabilidad (Dependability): es la faceta de la confiabilidad que indica el grado en que la función, equipo o sistema opera correctamente cuando debería operar.

- Seguridad (Security): es la faceta de la confiabilidad que indica el grado en que la función, equipo o sistema no dispara cuando no debería operar.

TIPOS DE PROTECCIÓN

Existen muchos tipos de protecciones que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay cuatro que deben usarse en todo tipo de instalación a cualquier nivel de tensión. Estas cuatro protecciones eléctricas son:

- a) Protección contra cortocircuito.
- b) Protección contra sobrecarga.
- c) Protección de la calidad del suministro.
- d) Protección contra electrocución.

a) PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO:

Se denomina cortocircuito a la unión de dos conductores o partes de un circuito eléctrico, con una diferencia de potencial o tensión entre sí, sin ninguna (o demasiado pequeña) impedancia entre ellos.

Según la Ley de Ohm, al ser la impedancia cero, hace que la intensidad tienda a infinito (∞), con lo cual pelagra la integridad de los conductores y máquinas debido al calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule. En la práctica la intensidad producida por un cortocircuito, siempre queda amortiguada por la resistencia de los propios conductores que, aunque muy pequeña, nunca es cero.

$$I = \frac{V}{Z} \text{ (si } Z = 0, I = \infty \text{)}$$

Los cortocircuitos aumentan considerablemente la magnitud de la corriente que circula por los circuitos eléctricos. Este fenómeno representa la condición más severa a la que se puede someter una instalación ya que en su manifestación más acentuada produce efectos térmicos y efectos dinámicos.

Estadísticamente se observa que la mayoría de las fallas de este tipo tienen su origen en una falla fase–tierra.

Los dispositivos más empleados para la protección contra cortocircuito son:

En alta tensión

- Algunas funciones de relés de protecciones, como ser: sobrecorriente, distancia, diferencial de línea, barra o transformador.
- Dispositivos de protección electromecánicos específicos, como ser relé Buccholz, relé Jansen, sobrepresión.
- Fusibles.

En baja tensión

- Interruptores automáticos magnetotérmicos (termomagnéticas)
- Fusible

b) PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA:

Entendemos por sobrecarga al exceso de intensidad en un circuito eléctrico, donde se supera la potencia nominal de un equipo.

La sobrecarga es una condición anormal (no una falla), generan calor, y de prolongarse excesivamente pueden dar lugar a la destrucción total de los aislamientos, de un cable, transformador, motor. Una sobrecarga no protegida degenera siempre en un cortocircuito.

La capacidad de sobrecarga de una instalación depende del medio refrigerante, la cantidad de corriente que se puede soportar es tanto mayor cuanto menor es la temperatura del medio.

Para proteger las instalaciones de las sobrecargas, podemos emplear:

- **Protecciones sensibles a las variaciones de corriente** (dentro de los límites entre los cuales tales variaciones se encuentran dentro del concepto de sobrecarga)

➤ **Protecciones sensibles a las variaciones de temperatura**

Los dispositivos más empleados para la protección contra sobrecarga son:

- Funciones de sobrecarga.
- Interruptores guardamotores.
- Relés térmicos.
- Sondeas térmicas.

c) Protección de la calidad del suministro y estabilidad del sistema:

La energía eléctrica debe ser suministrada al cliente cumpliendo parámetros de calidad como ser:

- A determinada tensión con una variación acotada.
- A determinada frecuencia
- Con una determinada calidad de la forma de onda.
- Con determinada secuencia de fase.

Los dispositivos más empleados para la protección de estas situaciones son:

- Funciones de sobre y sub tensión.
- Función de sobre y sub frecuencia.
- Función secuencia de fase.

d) Protección contra electrocución:

Frente a los peligros de la corriente eléctrica, la seguridad de las personas, ha de estar fundamentada en que nunca pueda estar sometida involuntariamente a una tensión peligrosa.

Debido a esto se clasifican las protecciones contra contactos indirectos en:

Clase A: Esta clase consiste en tomar medidas que eviten el riesgo en todo momento de tocar partes con tensión, o susceptibles ha estarlo y las medidas a tomar son:

- Separación de circuitos.

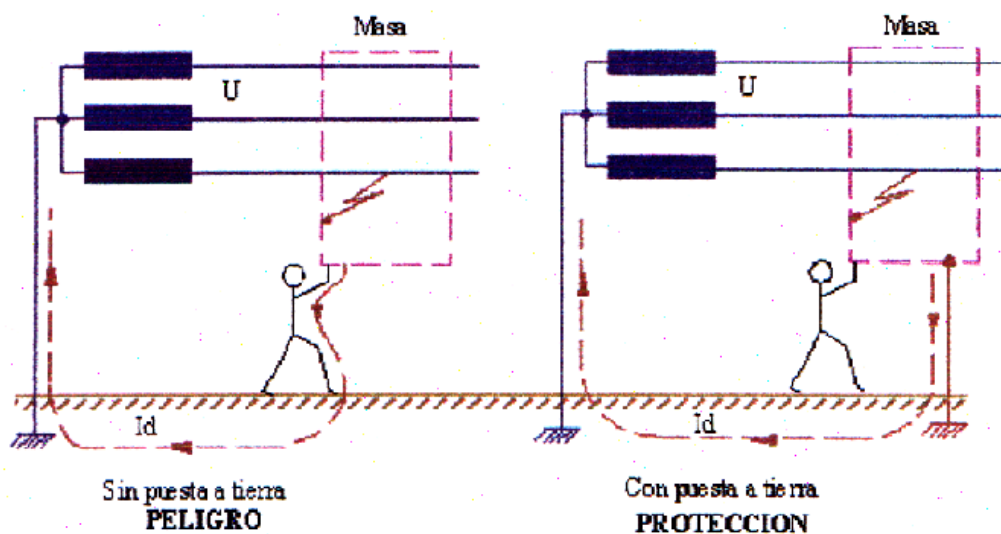
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre partes con tensión y masas metálicas, por medio de aislamientos.
- Inaccesibilidad simultanea entre conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con elementos aislantes.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B: Este sistema es el más empleado, consiste en la puesta a tierra de las masas, asociadas a un dispositivo de corte automático (protección), que desconecte la instalación defectuosa.

- Puesta a tierra de las masas.
- Relés de control de aislamiento, que a su vez pueden ser:
- Interruptores diferenciales, para redes con neutro a tierra.
- Relés de aislamiento, para redes con neutro aislado.

PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS:

Se denomina puesta a tierra de las masas a la unión eléctrica, entre todas las masas metálicas de una instalación y un electrodo (jabalina de puesta a tierra o malla de puesta a tierra), enterrados en el suelo, con el fin de conseguir una perfecta unión eléctrica entre las masas y tierra, con la menor resistencia eléctrica posible. Con esto se consigue que en el conjunto de la instalación no puedan existir tensiones peligrosas entre masa y tierra.



Con la puesta a tierra se trata que las corrientes de defecto a tierra tengan un camino más fácil que el que tendría por el cuerpo de una persona que tocara una carcasa metálica con tensión (defecto del equipo).

Es necesario evitar que las masas aterradas formen una espira en cortocircuito por donde circule corrientes inducidas, por ejemplo los tejidos perimetrales son instalados y aterrados por tramos aislados entre sí.

SISTEMA DE PROTECCIONES

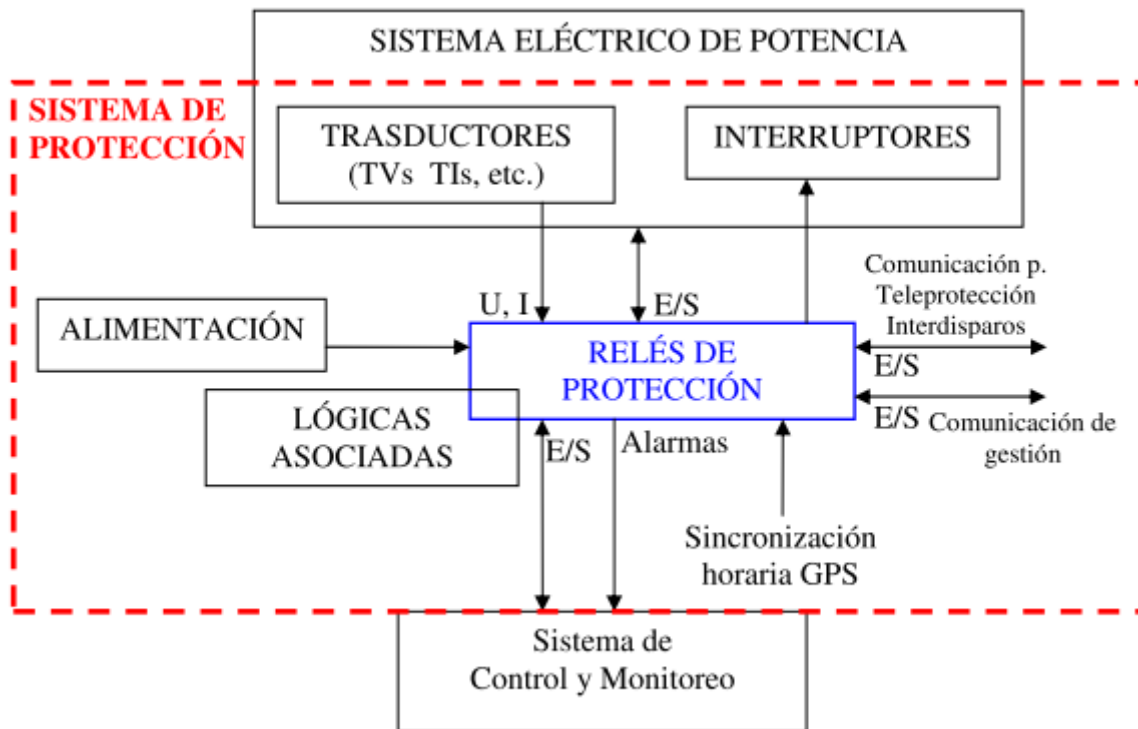
Generalmente cuando hablamos de protecciones en instalaciones de alta tensión, pensamos que nos referimos únicamente a los dispositivos de protección más conocidos como relés, pero es necesario tener en cuenta que en la protección de un sistema donde intervienen directamente otros equipos como es el caso de interruptores, transformadores de tensión, transformadores de corriente, cableados, sistema de corriente continua, comunicaciones, etc.

Estos equipos en conjunto hacen posible que los relés puedan actuar ya que son elementos que miden y comparan las magnitudes eléctricas de un sistema de potencia e inician una acción requerida para aislar los elementos que se encuentran en falla.

Como definición podemos decir que **“un sistema de protección (SdP) es el conjunto de dispositivos y elementos interrelacionados (y sus funciones) que permiten proteger el equipo que corresponde o al sistema de potencia”**.

El objetivo de los sistemas de protección (SdP) es sacar de servicio, es decir aislar eléctricamente, lo más rápido posible cualquier equipo del sistema de potencia que comienza a operar en una forma anormal. El propósito, es también, limitar el daño causado a los equipos de potencia, para mantener la integridad y estabilidad del sistema de potencia.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN.



Un sistema de protección tiene los siguientes componentes principales:

- Alimentación
- Transductores (transformadores de medida de corriente y tensión, etc.)
- Interruptores
- Sistemas de comunicación (teleprotección, gestión, lógicas de subestación, etc.)
- Alarmas y señalizaciones
- Cableados y elementos asociados (llaves de transferencia, relés auxiliares y de monitoreo, lógicas cableadas)
- Aterramiento de equipos y cableados
- Tomas para ensayo
- Sincronización horaria
- Relés de protección
- Descargadores
- etc.

ALIMENTACIÓN:

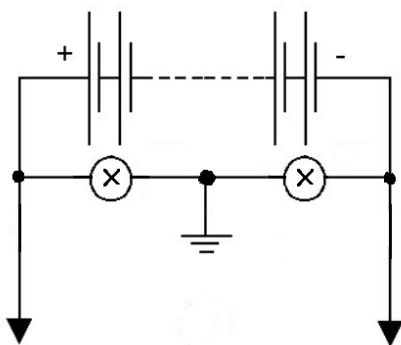
Los sistemas de protección tienen alimentación de corriente continua (DC).
La componen.

- Banco de baterías
- Cargador de baterías
- Barra y alimentadores y sus lógicas de conmutación
- Detector de puesta a tierra
- etc.

Aunque las baterías sean los elementos más confiables en la subestación, en la subestaciones de extra alta tensión (EHV o EAT) es práctica común contar con dos fuentes independientes con posibilidad de conmutar en caso de falla.

Normalmente ni el polo “+” ni “-” están aterrados, lo que permite que la instalación soporte puestas a tierra.

La primera puesta a tierra no es un defecto, pero si hay una segunda puesta a tierra si es en el otro polo, se produce un cortocircuito en la continua de la subestación.



Antiguamente, cuando en las subestaciones existían operadores permanentes las 24 horas; se conectaba como indica la figura.

Esto funcionaba como indicador de si había un cortocircuito a tierra y en que polo estaba. Dando tiempo a repararlo mientras que no se produjese otra falla en la otra fase a tierra.

Si las 2 lámparas estaban encendidas con el mismo brillo el circuito no tenía fallas, por eso la tensión entre la tierra y el polo positivo o negativo era la

mitad que la tensión directamente medida entre el positivo y negativo. Si alguna de las lámparas estaba apagada era porque había un cortocircuito franco (de resistencia cero) entre el polo que estaba conectada la lámpara y tierra; si se apagaba parcialmente indicaba que había pérdidas de aislamiento con respecto a tierra en el polo que estaba conectada la lámpara. Actualmente existen relés electrónicos especializados con distintas funciones que cubren todas las posibles fallas en el sistema de continua.

Por cada sección de continua debe haber una alarma de falta de continua ya sea por contactos NC de la llave TQ, o por un relé auxiliar que sensa la tensión de cada salida de continua.

Los relés de protección que tiene incorporada la alarma de falla de su fuente o de su alimentación (e incluso falla interna) ya cumplen dicha función de sensado.

Hay relés numéricos que incluso supervisan la calidad de la continua de alimentación (nivel de “ruido” en la onda de continua).

TRASDUCTORES:

Transformadores de medida (de tensión y de corriente):

Son los elementos que llevan las magnitudes eléctricas primarias (del sistema de potencia) a los relés de protección.

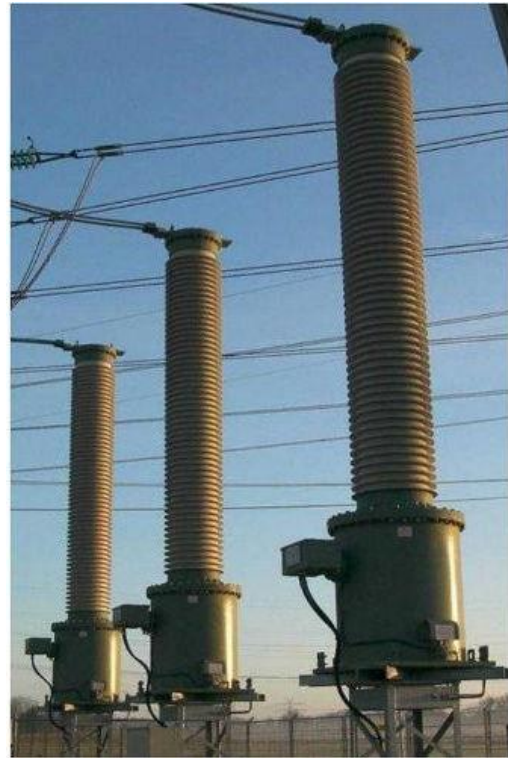
Los transformadores de medida tienen como función:

- adaptar las tensiones y corrientes elevadas a valores compatibles con los que trabajan los instrumentos de medida y los relés de protección
- proporcionar aislamiento galvánica a los instrumentos de medida y relés de protección con respecto a la alta tensión del circuito de potencia
- permitir el uso normalizado para las corrientes y tensiones nominales de los instrumentos de medida y relés de protección

La polaridad de los transformadores de medida es crítica para el correcto funcionamiento de las funciones de protección, en especial las funciones direccionales, distancia, diferenciales. Como criterio el P1 de los transformadores de corriente debe estar colocado hacia el lado de barra y en el caso de configuración interruptor y medio hacia el lado de barra 1.



Transformador de corriente



Transformador de tensión

Traductores de magnitudes físicas (temperatura, presión, posición, nivel, etc.).

Estos traductores tienen como función convertir una magnitud física en una señal eléctrica que pueda ser interpretada por el sistema de control y protección o directamente emitir alarma o disparo.

INTERRUPTORES:

El conocimiento sobre la operación y funcionamiento de los interruptores es esencial para entender los sistemas de protección. Es la acción coordinada

del interruptor y del sistema de protección, que resulta en una exitosa eliminación de la falla.

El interruptor aísla la falla, interrumpiendo la circulación de corriente, en un cruce por cero de la misma.



Un interruptor normalmente debe poder realizar completo el siguiente ciclo: O-C-O (apertura - cierre - apertura).

Los interruptores pueden ser bloqueados por señales propias (protección propia del interruptor) cuando no pueden cumplir dicho ciclo o ni siquiera la primera apertura, dando señalización externa (mediante contactos de salida) que se utilizan por los relés de protección para modificar sus funciones de recierre por ejemplo.

Por lo general los interruptores cuentan con, antibombeo, discrepancia de polos (para interruptores con apertura monopolar), baja presión SF6, baja presión de aire (si tienen accionamiento o extinción de arco neumático).

Un interruptor trifásico puede tener bobinas de apertura y cierre independientes por polo, o bobinas que comanden los 3 polos.

En el caso de líneas aéreas anilladas (con generación en ambos lados) es usual implementar recierre monopolar y para ello es necesario que el interruptor posea apertura monopolar.

Los interruptores (vistos como elemento trifásico) pueden tener 1, 2 o 3 entradas o bobinas independientes de apertura. Por ej. se puede usar una para apertura por mando, otra para disparo por protección del relé principal y la otra para el disparo del relé de respaldo.

Es normal que usen alimentaciones de continua independientes.

Los interruptores con apertura monopolar son usados en líneas aéreas malladas. De esta manera permite, en un cortocircuito fase tierra, abrir durante un tiempo tal que permita extinguir el arco de la falla, solo la fase fallada de la línea sin perder la totalidad de la transferencia de potencia ni el sincronismo entre los 2 extremos de la línea.

Los interruptores con apertura tripolar son usados en los demás casos, como ser, transformadores, reactores, cables subterráneos, etc.

SEÑALES DIGITALES HACIA Y DESDE LAS PROTECCIONES O SUS EQUIPOS AUXILIARES:

En los sistemas de protección hay señales desde y hacia los equipos de playa.

Posición de equipos de maniobra (mono o tripolares, contactos en serie o paralelo, tipo “a” o tipo “b”)

- Seccionadores
- Interruptores

Disparos

- Disparos desde otros equipos o sistemas
- Interdisparos

Orden de recierre

Otras señales digitales

- Indisponibilidad de equipos (bloqueados, baja presión, etc.)

- Interbloqueos y habilitaciones

COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS DE PROTECCIONES:

Los tres usos más frecuente son:

Para la función diferencial de línea (87L): donde el relé de protección del extremo A de la línea le envía la información de las corrientes medidas en el extremo A al relé del extremo B para comparar si son iguales (en magnitud y fase), y viceversa.

Para la función distancia (21) y sobrecorriente direccional de tierra con comunicación (DEF): donde el relé de protección del extremo A de la línea le envía una señal digital (ON/OFF) del extremo A al relé del extremo B para, en caso de falla dentro de la línea, asegurar una operación instantánea en el 100% de la línea y viceversa.

Interdisparo: donde se envía un disparo desde la subestación A a la subestación B. Existen varios motivos para implementar interdisparos, entre ellos mantener la estabilidad del sistema debido a la salida intempestiva de líneas o transformadores de gran porte, por definición de criterios de protección por ej., el disparo del extremo remoto de la línea o cable conectado a una subestación GIS cuando es disparado una sección de la misma, etc.

Medios físicos de comunicación.

Un medio físico generalmente soporta varios canales de telecomunicación.

Los medios físicos de comunicación más usados en trasmisión son

- hilo piloto (en desuso)
- onda portadora (power line carrier o PLC),
- microonda, y
- fibra óptica (FO, dedicada o no).
- radio no es normalmente empleada en sistemas de protección de trasmisión. Se emplea en generación distribuida instalada en sistemas radiales cuando no existen otros medios.

COMUNICACIÓN PARA GESTIÓN DE LAS PROTECCIONES:

Los relés de protección deben poder ser gestionados vía comunicación con un PC o sistema.

Cada vez más esto se convierte en un requisito vital, en particular para analizar accionamientos y cambiar ajustes.

Según la ubicación de la computadora o sistema, la gestión es:

- Local
 - Comunicación directa sobre la propia protección
 - Comunicación mediante una red de datos local
- Remota

Acciones posibles de la comunicación para gestión son:

- Descarga de Oscilografía
- Visualización y descarga de eventos internos
- Envío de datos a teléfonos celulares, ejemplo aviso del disparo en una línea indicando en qué fase fue la falla y distancia de la misma.
- Cambio de ajustes y lógicas
- Cambio de fecha y hora
- Reinicio

ALARMAS Y SEÑALIZACIONES:

Las protecciones y el sistema de protección deben comunicar señales, eventos y alarmas al sistema de mando (paneles de mando, SCADA local) y el centro de control (SCADA remoto).

- Arranques y/o disparos
- Bloqueos y enclavamientos
- Falla protección
- Falla comunicación (teleprotección)
- Pérdida de continua
- etc.

También hay señalizaciones en:

- el propio relé (banderas, LEDs)
- relés auxiliares del sistema de protección para señalización

Los cableados interconectan los elementos del sistema de protección entre sí y con su entorno (relés, transformadores de medida, bobinas de disparo y cierre y circuitos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del sistema).

Los cableados de los paneles e interconexión deben ser de muy alta calidad, identificando los cableados y manteniendo los planos de los mismos actualizados, para facilitar el mantenimiento, la detección de fallas y la actualización de los sistemas.

Las borneras y terminales, deben estar numeradas para su fácil identificación y para evitar conexiones que pueden ocasionar daños al equipamiento. Las borneras o terminales deben poseer la clase de aislación y resistencia mecánica que se requieren para esta clase de instalaciones.

Por lo general se utilizan 3 tipos de bornes con sus accesorios,

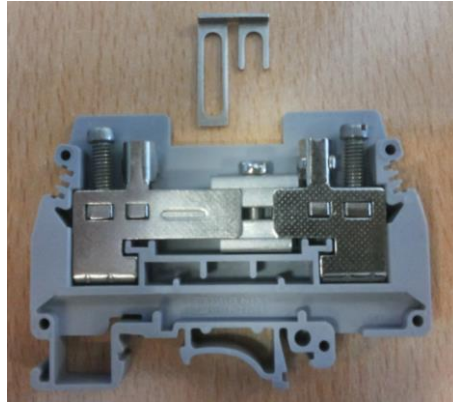
- a) Borne común, solo permite interconectar varios con una barra.



- b) Borne seccionable, permite interconectar varios con una barra y ser seccionado. Son usados como borne frontera en los paneles de protecciones permitiendo interrumpir señales y tensiones de medida.



- c) Borne seccionable y cortocircuitable. Son usados en los circuitos de corriente de medida y protecciones, permite cortocircuitar del lado del transformador de corriente y seccionar del lado del relé de protección o instrumento del amperímetro.



Los cables muchas veces deben ser apantallados, ya que las subestaciones son instalaciones “ruidosas” en que deben cuidarse los aspectos de interferencia electromagnética, especialmente en instalaciones aisladas en SF6.

Las secciones de los cableados deben ser adecuadas.

Especial cuidado debe ponerse en las secciones de los cableados de corriente (pues puede afectar la precisión de las medidas de corriente si la impedancia es alta) y de disparo a las bobinas de los interruptores (pues su consumo es alto y debe considerarse la caída de tensión).

La aislación de los cableados también debe ser cuidada.

Los relés auxiliares como temporizadores, multiplicadores de contactos, relés biestables de bloqueo de cierre y enclavamiento de disparo, relés de disparo, etc. hacen a la entrada-salida entre equipos del sistema de protección y a sus lógicas.

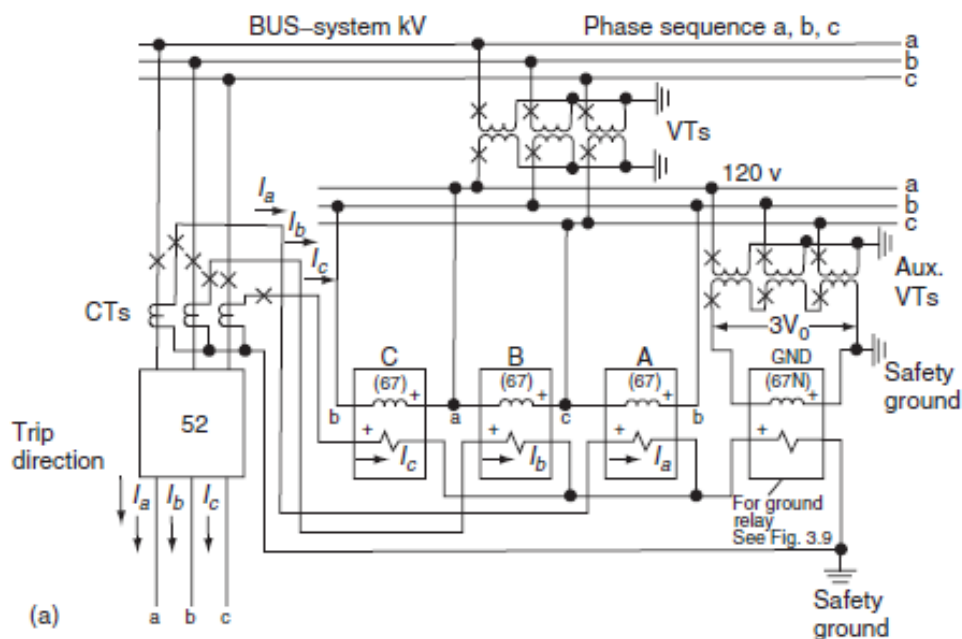
Los relés modernos permiten realizar lógicas programables (tanto de protección como de control), que reducen las lógicas cableadas fuera de las protecciones, simplificando los cableados y mejorando la confiabilidad y disponibilidad y reduciendo el mantenimiento de relés auxiliares.

La comunicación entre relés numéricos IEDs (por ej. según norma IEC61850) permiten reducir los cableados entre equipos de la misma sección o de distintas secciones de una subestación. En vez de señales cableadas se mandan mensajes GOOSE.

Esto también lleva a la reducción de cableados de interconexión y sobre todo esta tecnología permite asegurar que todo está conectado en todo momento ya que se da cuenta si alguna conexión pierde comunicación, situación que no es fácil de implementar con el cableado tradicional.

ATERRAMIENTO DE CIRCUITOS DE MEDIDA:

Los neutros de los circuitos secundarios de medida de corriente y tensión deben estar aterrados en un solo punto, se aterra generalmente el neutro prefiriéndose que sea lo más cerca del panel de protecciones.



Las cajas y gabinetes de los equipos (en particular los relés de protección y demás IEDs) y los propios paneles deben estar adecuadamente aterrados. Los apantallados de los cables también deben ser adecuadamente aterrados.

El aterramiento debe ser efectivo tanto a frecuencia industrial como frente a los transitorios de alta frecuencia (producidos por maniobras, descargas atmosféricas, etc.).

TOMAS PARA ENSAYO:

Es altamente conveniente que los sistemas de protección tengan tomas de ensayo.

Se utilizan cuando se precisa ensayar o mantener un relé de protección. Mediante las tomas de ensayo se aísla momentáneamente a la protección del resto del sistema y de la instalación. Luego mediante la inserción de una ficha de ensayo en la toma de ensayo se conecta a la protección el equipo de inyección secundaria para ensayo (inyecta corrientes y tensiones al relé, maneja E/S digitales con el relé (disparo, etc.).

Hay fichas y tomas de ensayo que automatizan la actividad, cortocircuitando corrientes antes de abrirlas hacia el relé, abren las tensiones y señales de E/S, dan señal de que el relé está bajo prueba, etc.



Las actividades de ensayo podrían también hacerse desde las borneras del panel de protección si son adecuadas: seccionables, algunas cortocircuitables, con receptáculos para enchufar fichas banana, etc.

Pero la gran ventaja de la toma y fichas de ensayo es que la manipulación es mínima y confiable.

Terminado el ensayo se retira la ficha de ensayo de la toma de ensayo y se coloca su tapa. De esta manera el relé de protección vuelve a quedar operativo, minimizando la posibilidad de errores.

Si se ensayara desde borneras, habría por ej. que garantizar que todas las borneras que se abrieron fueron vueltas a cerrar.

SINCRONIZACIÓN HORARIA:

En la actualidad y cada vez más es un requisito crítico que los IEDs tengan su hora sincronizada por GPS.

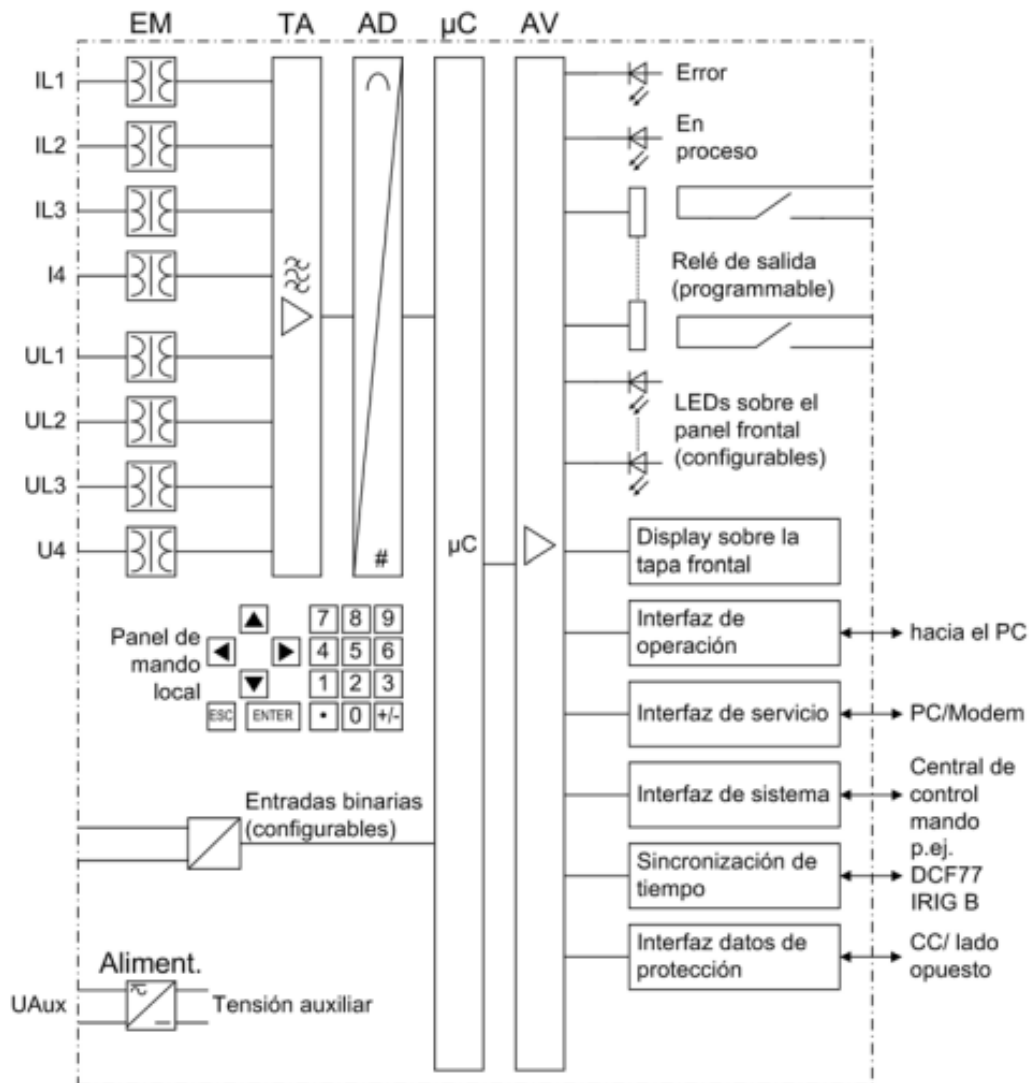
La sincronización de las oscilografías, eventos y alarmas de las protecciones con los de otras protecciones e IEDs, incluso de subestaciones distintas es de gran ayuda para el estudio de los fallos en la red de potencia y determinación del desempeño del sistema de protección.

RELÉS DE PROTECCIÓN O PROTECCIONES:

Existen de varias tecnologías, en orden cronológico, electromecánicos, electrónicos discreto, electrónicos digitales, electrónicos con microprocesador numérico (IEDs).

Por precio, prestaciones, y sobre todo comunicación y capacidad de registro, los relés de protecciones preferidos son los relés microprocesados numéricos, siendo estos los que se usan actualmente, la tecnología anterior si bien cumple con la finalidad básica de protección es considerada obsoleta y está siendo sustituida.





Básicamente un relé de protección electrónico con microprocesador numérico:

- Convierte las corrientes y tensiones de medida en un valor numérico (magnitud y ángulo).
- Esos valores numéricos, de corriente y tensión, combinados adecuadamente son usados en ecuaciones matemáticas conocidas como, "Algoritmos", los cuales según la función de protección que se utilice y los valores de referencia ajustados determinan si las magnitudes eléctricas medidas son normales o son causa de una falla.
- Dependiendo de la función de protección estos algoritmos necesitan información de campo, como ser posición de

interruptores, seccionadores, etc. Por este motivo estos relés también cuenta con la capacidad de hacer operaciones lógicas con funciones del tipo AND, OR, Timer, etc.

- Para poder obtener una selectividad adecuada, las funciones de protección tienen la posibilidad de retardar la emisión del disparo una vez detectada la falla, siendo estas:
 - Instantánea: El disparo tiene retardo cero, el tiempo de disparo depende del tiempo de los relés auxiliares y del propio interruptor.
 - Tiempo definido: El tiempo de retardo es siempre el mismo. Se usa cuando la falla presenta valores de corrientes similares dentro de la zona protegida.
 - Tiempo dependiente: El tiempo de retardo del disparo depende del valor de la señal (corriente, tensión, sobreflujo, etc.) medida, a mayor valor menor tiempo.

Hay 3 familias de curvas con distintas pendientes ellas son: tiempo inverso, muy inverso y extremadamente inverso. Para un mismo valor de corriente, por ejemplo, las curvas extremadamente inversas actúan a un tiempo menor que las muy inversas y a su vez estas actúan a un tiempo menor que las inversas.

- Al digitalizar todas las señales de medida y de campo tienen la posibilidad de grabarlas en lo que se conoce como "Osciloperturbografía" donde se graban las señales de medida (corriente y tensión) y las señales digitales que entran (posición de interruptor, bloqueos) y salen (orden de disparo, recierre) del relé.
- También puede grabar las acciones tomadas, es decir un listado de lo que hace internamente por el relé lo que se conoce "eventos del relé".
- Estos registros son estampados con un horario sincronizado a través de señal de GPS, para poder comparar las grabaciones de relés ubicados en distintas secciones y subestaciones en el momento de una falla.

A grandes rasgos un relé de protección numérico es parecido a un PLC con funciones de protección.

DESCARGADORES:

Los descargadores protegen el aislamiento de transformadores, reactores, cables, condensadores, etc. contra sobretensiones producidas por descargas atmosféricas o maniobras (cierre/apertura de interruptores y seccionadores).

Es un equipo que no se vincula con otro equipamiento de la subestación y se debe instalar lo más cercano posible al equipo a proteger.

Como equipo asociado a los descargadores podemos encontrar, contadores de descargas y miliamperímetros.

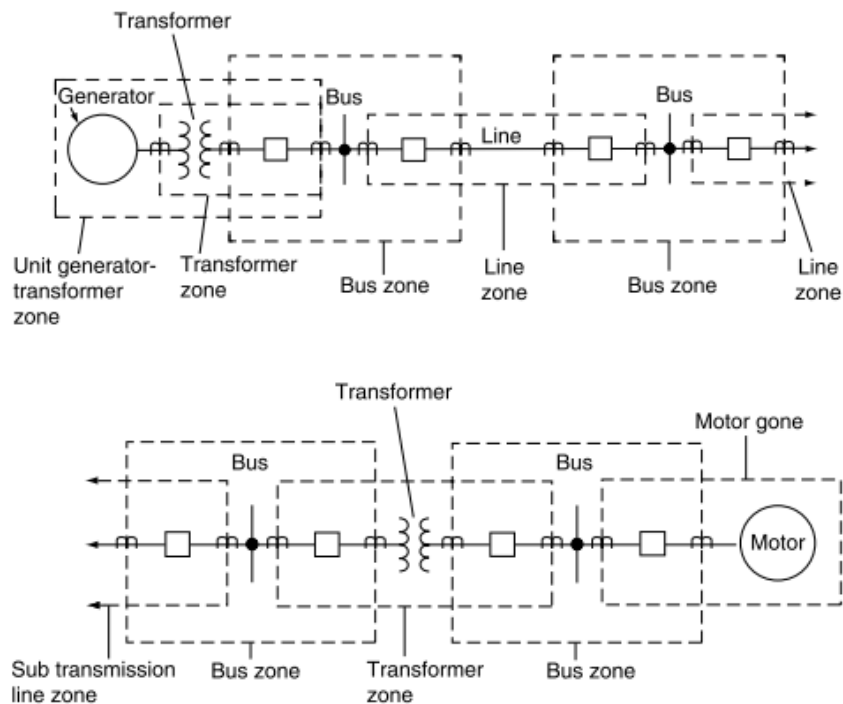


IMPLEMENTACIÓN DE PROTECCIONES EN SISTEMAS DE POTENCIA DE TRANSMISIÓN

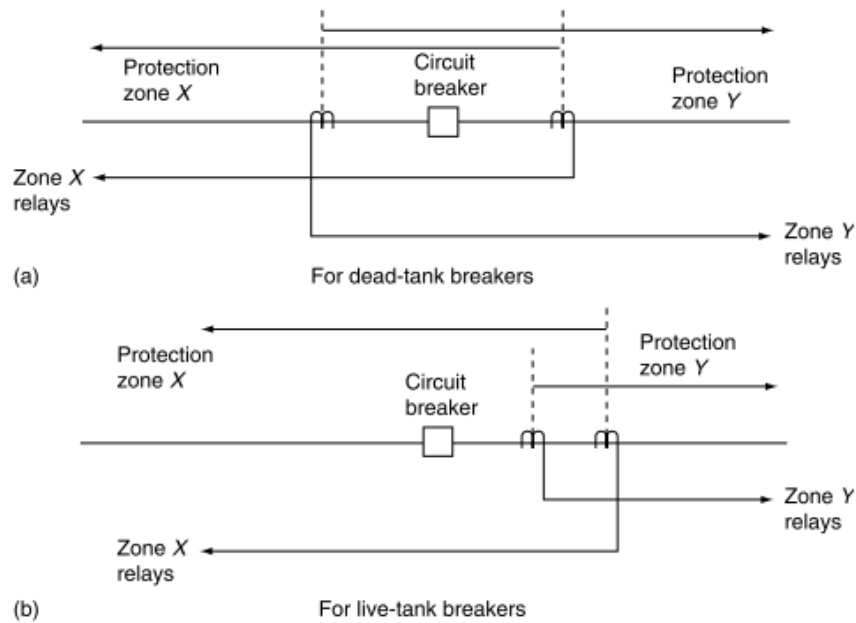
Los sistemas de potencia están divididos en zonas de protección definidas por los transformadores de medida e interruptores disponibles (según la configuración de subestación), sumados a los relés de protección y

protecciones propias del equipo o instalación a proteger. Se pueden distinguir 6 zonas de protección en un circuito de potencia, estas son:

1. Generadores o generador – transformador elevador.
2. Transformadores.
3. Barras
4. Líneas (transmisión, distribución, aéreas o subterráneas).
5. Equipamiento de potencia, carga (motores, cargas estáticas, etc.)
6. Bancos de reactores y capacitores (cuando están separadamente protegidos)



La protección de cada zona debe solaparse a la zona adyacente para asegurar que todo el circuito de potencia está protegido. Este solapamiento es determinado por la ubicación física del transformador de corriente en el circuito de potencia, siendo estos los que determinan los límites de la zona vigilada.



Fallas entre los dos transformadores de corriente provocan que relés de ambas zonas protegidas operen y emitan un disparo al o los interruptores asociados.

Por lo tanto:

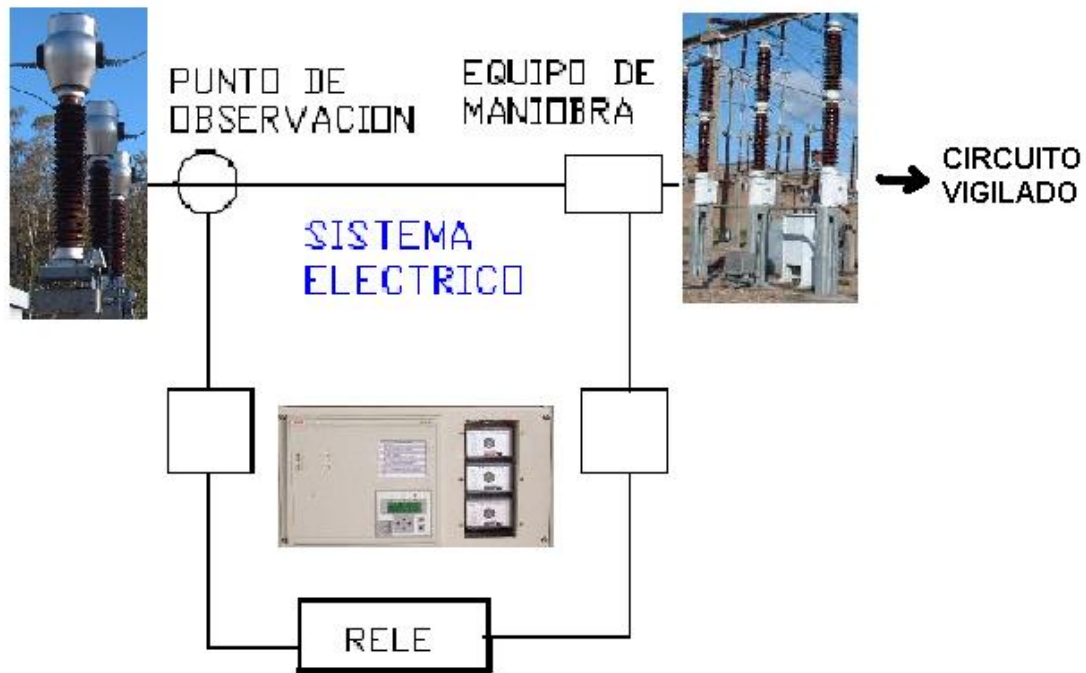
- Los transformadores de corriente determinan la frontera eléctrica de la zona vigilada, midiendo la corriente que pasa por ese punto.
- Los transformadores de tensión permiten utilizar funciones de protección más sofisticadas (ej. función distancia, función sobrecorriente direccional). En el caso de la protección distancia, la ubicación del transformador de tensión determina el km 0 de la medida.

Para el caso de funciones de sobretensión, subtensión, frecuencia no determina una zona de protección definida.

- Los interruptores determinan la frontera eléctrica de la zona protegida, es decir, de la zona que efectivamente será aislada por operación del sistema de protección
- Los relés de protección y protecciones propias deben determinar si existe una falla en la zona vigilada o equipo protegido y en caso de falla o situación anormal operar.

“La ubicación física en el circuito de potencia, de los transformadores de corriente en relación a los interruptores, puede provocar que la zona vigilada

este incluida dentro de la zona protegida o que la zona protegida esté incluida en la zona vigilada, y que las fallas entre el transformador de corriente y el interruptor deben ser detectadas y despejadas en todos los casos.”



CLASIFICACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Básicamente existen dos tipos de protecciones:

PROTECCIONES PRINCIPALES

El objetivo de la protección principal es proteger los componentes más importantes del sistema eléctrico, desconectando la menor cantidad posible de elementos y minimizando las consecuencias del resto del sistema, cuando se presenta una falla o situación anormal.

PROTECCIONES DE RESPALDO

Hay dos razones por la cual se deben instalar protecciones de respaldo en un sistema de potencia. La primera es para asegurar que en caso que la protección principal no opere en despejar una falla, la protección de respaldo lo haga. La segunda es para proteger aquellas partes del sistema de

potencia que la protección principal no protege, debido a la ubicación de sus transformadores de medida (Ejemplo zona 2 y 3 función distancia, función falla interruptor).

Las causas por las cuales la protección principal puede fallar son las siguientes:

- Falla suministro de corriente o voltaje de medida del relé.
- Falla circuito de disparo.
- Falla alimentación continua en el sistema de protección o interruptor.
- Falla relé de protección.
- Falla mecanismo de interruptor.

Es indispensable que existan al menos dos relés separados, de forma tal que si la protección principal falla, puedan operar las funciones de respaldo. El grado de separación de los componentes de un sistema de protección varía según la importancia de la instalación de potencia.

Las protecciones de respaldo incluyen protecciones de respaldo remotas, locales y falla de interruptor.

Falla de interruptor se define como la falla del interruptor al abrir o interrumpir la corriente cuando recibe una señal de disparo.

Respaldo local y remoto:

El objetivo de las protecciones de respaldo es abrir todas las fuentes de alimentación a una falla no despejada en el sistema. Para realizar esto en forma eficiente las protecciones de respaldo deben:

- Reconocer la existencia de todas las fallas que ocurren dentro de su zona de protección.
- Detectar cualquier elemento en falla en la cadena de protecciones, incluyendo los interruptores.
- Iniciar el disparo de la mínima de cantidad de interruptores necesarios para eliminar la falla.

- Operar lo suficientemente rápido para mantener la estabilidad del sistema, prevenir que los equipos se dañen y mantener la continuidad del servicio.

Respaldo remoto:

Históricamente, las protecciones de respaldo se han ubicado en las estaciones adyacentes o remotas. Sin embargo, como los sistemas han crecido en complejidad, también han crecido las dificultades para aplicar protecciones de respaldo remoto.

Respaldo local:

El respaldo local está ubicado en la misma estación. Se basa en la filosofía que todas las fallas del sistema de protección principal deberían detectarse en la fuente de la falla y las acciones correctivas deben hacerse localmente. Si las protecciones principales fallan, las protecciones de respaldo local disparan el interruptor. Si el interruptor falla, tanto las protecciones principales como las de respaldo inician la protección de falla de interruptor para disparar los interruptores adyacentes al interruptor en falla y enviar una señal de transferencia de disparo al interruptor del extremo remoto si es necesario.

Sistemas de protección redundantes:

Los sistemas de protección redundantes también son llamados sistemas funcionalmente equivalentes.

Es común en partes críticas del sistemas de potencia, contar con sistemas redundantes de protección, generalmente llamados Sistema 1 y Sistema 2 (Main 1 & Main 2) disparando con el criterio one-out of two (paralelo).

Esta práctica es diferente a tener un sistema principal y otro de respaldo local.

La redundancia tiene como principal ventaja aumentar la disponibilidad de las funciones de protección y por ende del equipo protegido; puede fallar un sistema de protección que el equipo continúa protegido completamente; es poco probable que ambos sistemas fallen simultáneamente.

CLASIFICACION DE PROTECCIONES BASADA EN LA SELECTIVIDAD:

Se dice que una protección tiene selectividad absoluta cuando opera sólo para faltas internas al elemento protegido. Estas protecciones son generalmente instantáneas y se utilizan como protecciones principales o en menor grado como respaldo específico retardando su disparo.

Una protección tiene selectividad relativa cuando puede operar tanto para cortocircuitos internos a la zona protegida (protección principal) como en los elementos o zonas adyacentes (protección de respaldo). La diferencia entre un caso y otro está en el tiempo de operación. Para que opere como respaldo es necesario que posea un retardo mayor que las protecciones principales de las zonas adyacentes. Esto se logra temporizando las funciones de protección. La delimitación de las zonas de protección se logra con el valor de ajuste o alcance.

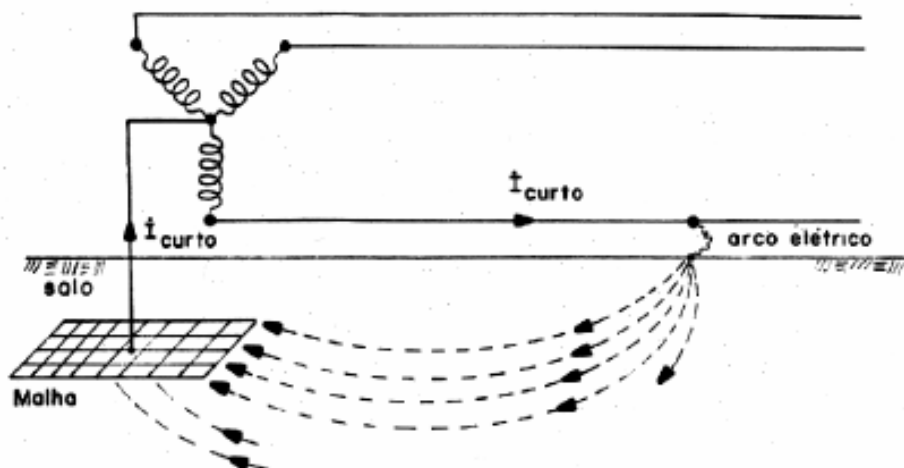
ATERRAMIENTO DE REDES DE POTENCIA

Las protecciones contra fallas a tierra dependen del aterramiento del sistema de potencia, el cual puede variar desde el sólidamente aterrado (no tiene una impedancia intencional entre el neutro del sistema y tierra) al no aterrado (sistema aterrado solamente a través de las capacitancia del sistema).

SISTEMA SOLIDAMENTE ATERRADO:

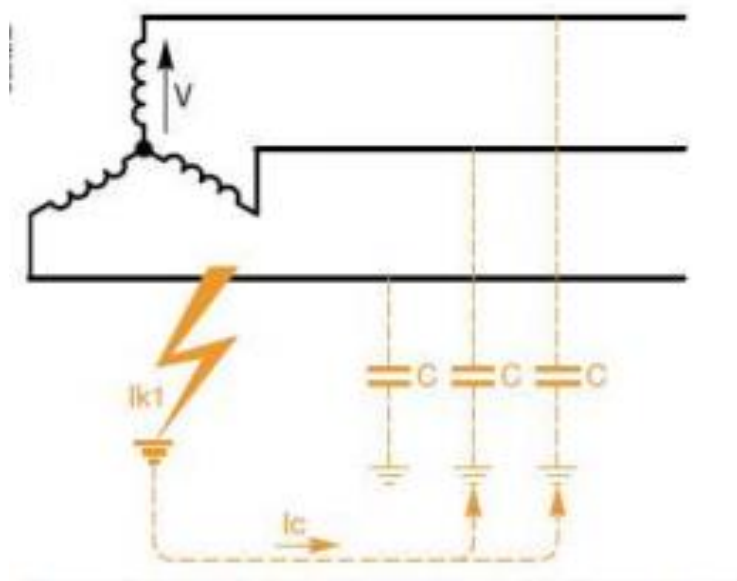
En los sistemas sólidamente aterrado, el neutro de los transformadores de potencia estrella triángulo son directamente conectados a tierra a través de malla de tierra de la estación.

En UTE Transmisión, esto se utiliza en los neutros de reactores, transformadores o autotransformadores de potencia correspondiente a los devanados de 500, 150 y 60kV.



SISTEMA AISLADO:

En el sistema aislado, el término “aislado” es estrictamente una de las definiciones, indicando que no hay una conexión física de cualquier tipo entre el neutro del sistema de potencia y tierra. Dado que, sin embargo, hay siempre capacidades distribuidas entre las tres fases del sistema y tierra, el sistema está aterrado a través de estas capacidades. En cada sistema, las corrientes circulan entre cada conductor y tierra bajo condiciones normales. En el evento de una falla monofásica a tierra, la correspondiente capacidad de la línea afectada es puenteada.

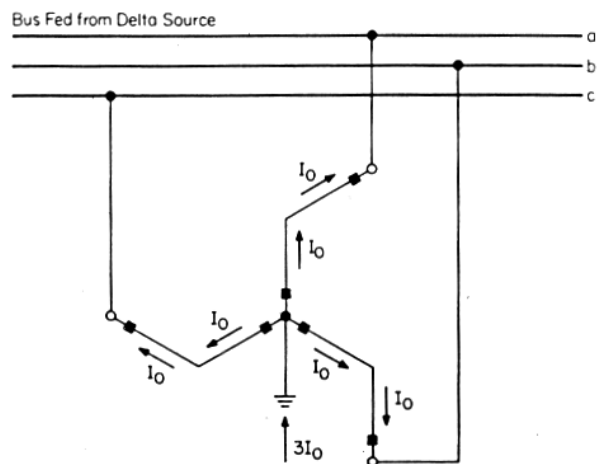
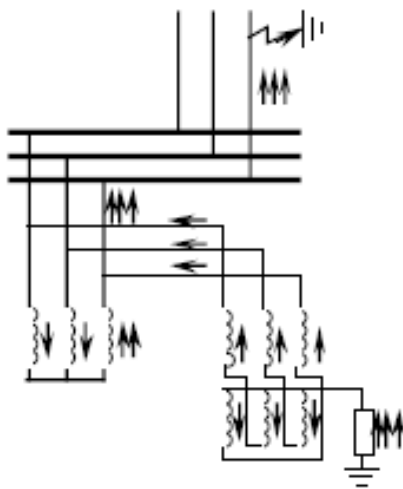


Dado que la corriente de falla para una falla fase tierra en sistemas aislados es muy pequeña, los relés de sobrecorriente no pueden ser usados para la detección de cortocircuitos fase tierra. Los relés de tensión detectará la presencia de un desbalance de tensión producido por la falla, pero la detección no será selectiva en su localización en el sistema. Entonces la aislación selectiva de la falla no es posible, estos esquemas de protección son solamente útiles para alarma.

El sistema aislado no es utilizado en los sistemas de potencia de Transmisión de UTE.

SISTEMA BAJA REACTANCIA DE ATERRAMIENTO:

En el sistema de baja reactancia de aterramiento, la alimentación trifásica (conectada en triángulo) es aterrada a través de reactores trifásicos, formados por transformadores de aterramiento estrella triángulo o transformadores zig-zag, aunque el zig-zag es el más usado por ser más económico.



Reactancia de aterramiento zig-zag

El transformador de aterramiento presenta una alta impedancia cuando el circuito está equilibrado y una baja impedancia cuando no lo está, permitiendo la circulación de corriente de tierra cuando se produce un cortocircuito fase - tierra. Esta circulación de corriente de tierra alimenta el sistema de protección.

El esquema de aterramiento de reactancia deberá:

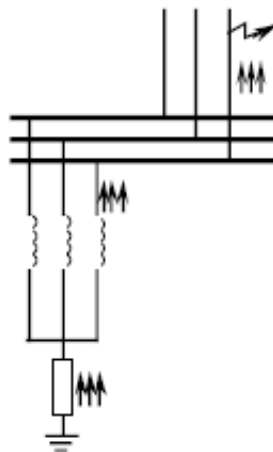
- Alimentar con una suficiente corriente de falla a los relés de protección.
- Limitar el transitorio de sobretensión atribuido a fallas a tierra.

Frecuentemente el neutro de la reactancia de aterramiento se conecta en serie con una resistencia con el fin de limitar la corriente de cortocircuito.

En UTE transmisión esto se utiliza en el devanado de 30kV de los transformadores o autotransformadores de potencia cuya conexión es triángulo.

SISTEMA DE ATERRAMIENTO A TRAVES DE RESISTENCIA:

En los sistemas aterrados a través de resistencia, el neutro de los transformadores de potencia del devanado conexión estrella son conectados a tierra a través una resistencia de aterramiento a la malla de tierra de la estación.



En UTE transmisión se aterrara el neutro del devanado de 30kV.

“Una apertura del aterramiento del circuito de potencia impide que el sistema de protección detecte cortocircuitos fase tierra. Además somete al aislamiento de transformadores y cables que utilizan aislación para tensión fase neutro a tensiones fase – fase.”

RELÉS Y/O FUNCIONES DE PROTECCIÓN

SOBRECORRIENTE O SOBREINTENSIDAD INSTANTÁNEA O TEMPORIZADA DE FASE O NEUTRO (50–51–50N–51N):

La mayoría de las fallas en un circuito eléctrico pueden ser detectadas aplicando relés o funciones de sobrecorriente, dado que la corriente de falla son normalmente más altas que la corriente de carga. En caso de ser similares, la corriente de falla y la corriente de carga, se tiene que emplear otra función de protección.

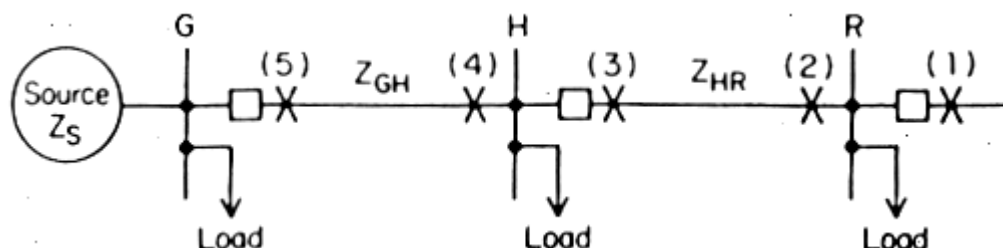
Definición:

La protección de SOBRECORRIENTE "observa" o mide la corriente que circula por un circuito. Si esta corriente es mayor que un determinado valor de corriente prefijado, el relé actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada "dispara".

Las corrientes medidas pueden ser de Fase, de Tierra o Neutro. La corriente de tierra o neutro puede ser obtenida sumando las corrientes de fase (corriente residual) o directamente a través de un transformador de corriente que esté instalado en el neutro o un transformador tipo toroide por donde pasen los 3 conductores de potencia.

Aplicación:

Los circuitos radiales pueden ser protegidos por relés de sobrecorriente no direccionales. La fig. muestra varias secciones de un típico circuito radial. Debido a que el circuito es radial (no tiene generación en el otro extremo), cada sección requiere solamente un interruptor de circuito en el extremo de la fuente.



Los circuitos no radiales pueden ser protegidos por relés de sobrecorriente no direccionales siempre que la corriente vista por el relé para una falla fuera de la zona protegida (hacia atrás) es menor que la corriente ajustada.

La selectividad se consigue temporizando el disparo.

TIERRA CARCAZA (64):

Se utiliza cuando las masas de las celdas metálicas y su equipamiento de potencia está montado en forma aislada, y aterrado por un solo punto a la malla de tierra. Según la configuración de potencia se agrupa todas las celdas correspondientes a la misma barra con un solo punto de aterramiento.

Definición:

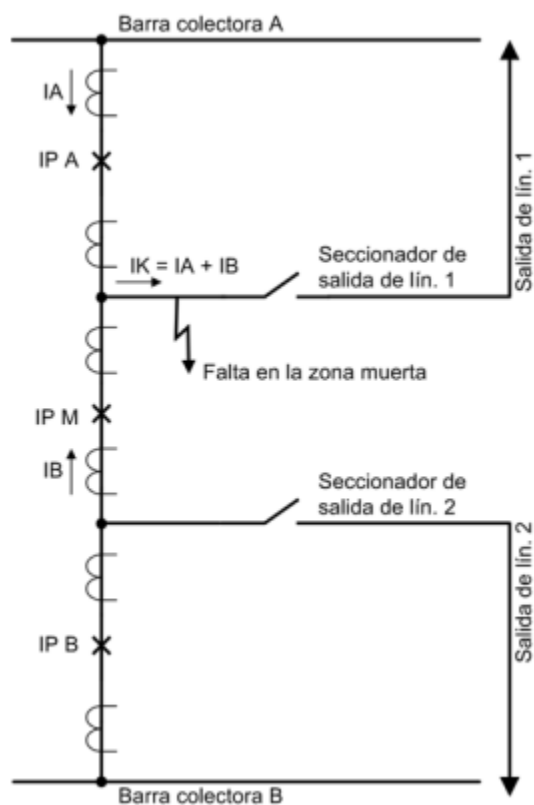
La protección TIERRA CARCAZA "observa" o mide la corriente que circula entre la masa y tierra. Si esta corriente es mayor que un determinado valor de corriente prefijado, el relé actúa o "arranca" y "dispara en forma instantánea" abriendo todos los interruptores que energiza al conjunto de celdas protegidas.

Aplicación:

Se aplica en celdas de 30kV montadas en forma aislada y cuyo aterramiento se establece en un único punto.

STUB BUS (50SB)

Es una función de sobrecorriente instantáneo la cual es habilitada cuando la seccionadora de salida está abierta, por ejemplo seccionadora de salida 1. En caso de que la seccionadora de salida esté cerrada la función se bloquea. El disparo de esta función es instantáneo.



Aplicación:

Se aplica para fallas ubicadas entre los transformadores de corriente y el seccionador de salida cuando este está abierto. Tiene particular importancia en configuración de interruptor y medio.

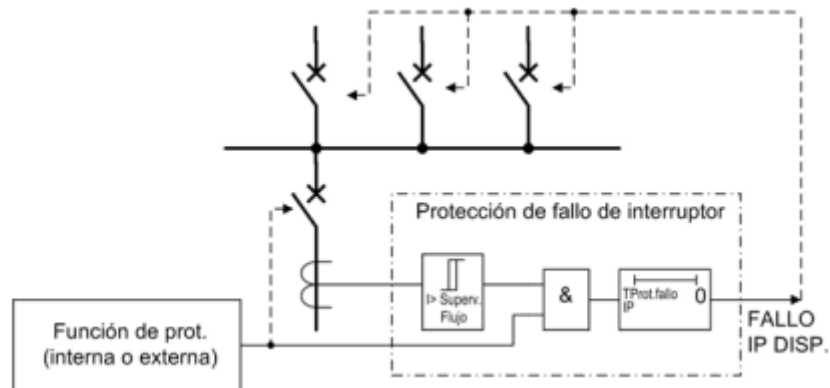
FALLA INTERRUPTOR (50BF, 50FI)

La función falla interruptor es la función de respaldo local rápida en caso de que después de emitido el disparo la falla no haya sido despejada.

Definición:

La protección FALLA INTERRUPTOR "observa" o mide la corriente que circula por un circuito y recibe todos los disparos que abren el interruptor cuya corriente está midiendo. Si la función recibe una orden de disparo y continúa circulando corriente la función "arranca" y luego de un cierto tiempo dispara.

Generalmente estas funciones tienen la posibilidad de emitir un redisparo al interruptor que fallo y si aún se mantiene la función arrancada se emite un disparo a todos los interruptores adyacentes ya sean estos locales o remotos (en otra SE).



SOBRECORRIENTE O SOBREINTENSIDAD DIRECCIONAL **(67-67N)**

Definición:

La protección de SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL "observa" o mide la corriente que circula por un circuito en determinada "dirección", siendo hacia delante la que corresponde a la zona protegida.

La dirección es determinada con la ayuda de las tensiones de protección que combinadas adecuadamente con las corrientes de protecciones puede determinar en qué sentido circulan las corrientes.

Si esta corriente es mayor que un determinado valor de corriente prefijado y la dirección de la corriente de falla coincide con la zona protegida (hacia delante), el relé actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada "dispara".

Esta función depende de las tensiones de protecciones, en caso falta tensión de medida por actuación de termomagnética o por desconexión de un cable le tiene que llegar una señal digital a esta función para que se bloquee y no genere un falso disparo ya que la función no puede discriminar si la ausencia de tensión se debe a un cortocircuito trifásico en el sistema de potencia cercano o la ausencia de medida de tensión de protecciones por actuación de la llave termomagnética.

La medida de dirección depende de la polaridad de los transformadores de medida, en particular los de corriente.

La función sobrecorriente direccional puede ser de fase o de neutro.

Aplicación:

Se usa la función sobrecorriente direccional cuando los estudios de cortocircuito indican que una función de sobrecorriente no direccional operaría para fallas fuera de la zona protegida. Esto es común en circuitos mallados donde tenemos generación en ambos extremos de la zona protegida.

SOBRECORRIENTE O SOBREINTENSIDAD DE TIERRA DIRECCIONAL CON COMUNICACIÓN (DEF)

El principio de funcionamiento es idéntico al sobrecorriente direccional, con el agregado que cuando arranca, emite una señal al extremo remoto con la finalidad de acortar el tiempo de disparo.

Aplicación:

Se usa para fallas a tierra en líneas de 500kV.

SUB- Tensión (27)

Se dice que hay sub-tensión cuando el valor de la tensión es inferior al valor considerado como mínimo admisible por el circuito. Puede estar motivada por una sobrecarga.

Los voltajes bajos en la red son perjudiciales para la correcta operación de las instalaciones. Producen la reducción en el nivel de iluminación en las lámparas incandescentes, problemas de arranque en los motores etc. Debido a lo anterior es necesario que se prevea esta posible condición a fin de proveer las protecciones adecuadas y evitar los inconvenientes de este tipo de fallas.

Definición:

La protección de SUBTENSION "observa" o mide la tensión de barras. Si esta tensión es menor a un determinado valor prefijado, el relé actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada "emite una alarma".

Esta función puede ser alimentada por 1 o 3 transformadores de tensión instalado en la barra.

Es conveniente que la función de subtensión discrimine entre una subtensión (Ej. 90% de V_n) y una desenergización.

Esta función depende de las medidas de tensión, por lo que debe bloquearse si falta tensión por un error de medida. Ej. Actuación termomagnética circuito de medida de tensión.

Aplicación:

Se aplica para avisar al centro de control de estar en condiciones de subtensión para que este tome medidas correctivas, corrigiendo la situación por intermedio del cambiador de punto de los transformadores de potencia.

SOBRE-TENSIÓN (59)

La condición de sobre tensión en las instalaciones eléctricas pueden exceder los niveles de aislamiento de los materiales aislantes y producir fallas por corto circuito. Pueden ser transitorias como las producidas por descargas atmosféricas o maniobra de interruptores, pérdida de carga etc.

Definición:

La protección de SOBRETENSION "observa" o mide la tensión de barras. Si esta tensión es mayor a un determinado valor prefijado, el relé actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada emite "alarma y/o dispara".

Generalmente tiene dos niveles distintos de sobretensión uno de alarma y otro de disparo.

Esta función puede ser alimentada por 1 o 3 transformadores de tensión instalados en la barra.

Esta función depende de las medidas de tensión, por lo que debe bloquearse si falta tensión por un error de medida. Ej. Actuación termomagnética circuito de medida de tensión.

Aplicación:

Si el nivel de sobretensión es superior al nivel de alarma e inferior al de disparo, permite que al centro de control tomar medidas correctivas, corrigiendo la situación por intermedio del cambiador de punto de los transformadores de potencia.

Superando el nivel de disparo protege la aislación del equipamiento de potencia.

FRECUENCIA (81)

La condición de sobre o sub frecuencia ocurre cuando se produce un desbalance brusco que afecte el equilibrio entre la potencia generada y la potencia consumida a consecuencia de la apertura de líneas de

interconexión importante o disparos de generación afectando la estabilidad del sistema.

La sobre frecuencia responde a mayor generación que carga.

La sub frecuencia responde a mayor carga que generación.

Definición:

La protección de FRECUENCIA "observa" o mide la frecuencia de barras.

Sobrefrecuencia:

Si esta frecuencia es mayor a un determinado valor prefijado, el relé actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada emite "disparo" sacando de servicio fuentes de generación.

Subfrecuencia:

Si esta frecuencia es menor a un determinado valor prefijado, el relé actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada emite "disparo" sacando de servicio cargas.

Esta función suele ser alimentada por 1 transformador de tensión instalado en la barra.

Esta función depende de las medidas de tensión, por lo que debe bloquearse si falta tensión por un error de medida. Ej. Actuación termomagnética circuito de medida de tensión.

Aplicación:

Por intermedio de esta función se pretende restablecer el equilibrio generación – carga, tratando de conservar la estabilidad del sistema.

FALLA FUSIBLE (FUSE):

Las 3 fases de tensiones de protección son usadas en la función distancia, direccionales, etc.

Si en el cableado desde los transformadores de tensión al relé de protección se desconecta un cable, esa tensión de fase valor cero, puede ser mal interpretada por el relé de protección emitiendo un disparo no deseado.

Definición:

La protección de FUSE "observa" o mide las 3 tensiones y las 3 corrientes, en el caso de que el algoritmo determine que mide tensión de neutro y no mide corriente de neutro, bloquea las funciones de protección que usan las 3 fases de tensión.

Aplicación:

La función FUSE detecta la desconexión de una fase de tensión de medida bloqueando las funciones de distancia, direccional de fase y tierra.

No se puede usar para medidas de tensión monofásica.

No detecta si se abren las 3 fases a la vez.

FASE ABIERTA:

Definición:

La protección de FASE ABIERTA "observa" o mide las 3 tensiones y las 3 corrientes, en el caso de que el algoritmo determine que no mide tensión de neutro y mide corriente de neutro, actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada emite "alarma".

La temporización ajustada debe ser superior al tiempo muerto de recierre, discrepancia de polos, etc. Generalmente varios minutos.

Aplicación:

La función FASE ABIERTA detecta un desbalance de corriente sin desbalance de tensión, con niveles de corriente normales.

Puede ser causado por un cierre incompleto de un polo de interruptor o seccionadora, la desconexión de un jumper en una línea, etc.

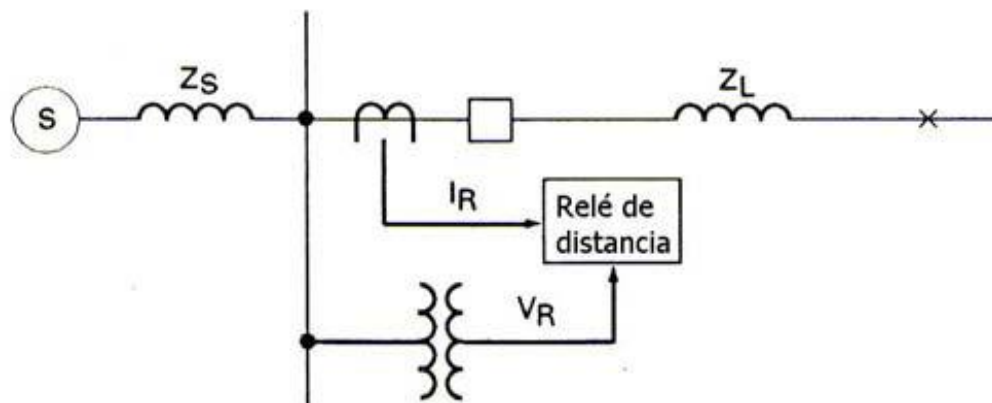
Esta función depende de las medidas de tensión, por lo que debe bloquearse si falta tensión por un error de medida. Ej. Actuación termomagnética circuito de medida de tensión o función FUSE.

DISTANCIA (21):

La mayor ventaja de los relés de distancia es que la zona de operación de los relés depende solamente de la impedancia de la línea protegida, la cual es una constante fija, y es relativamente independiente de las magnitudes de corriente y tensión.

Las ventajas de aplicación de relés de distancia, en comparación con los relés de sobrecorriente son:

- mayor zona de operación instantánea
- mayor sensibilidad
- más fáciles de ajustar y coordinar
- no son afectados por los cambios en la configuración del sistema de potencia.



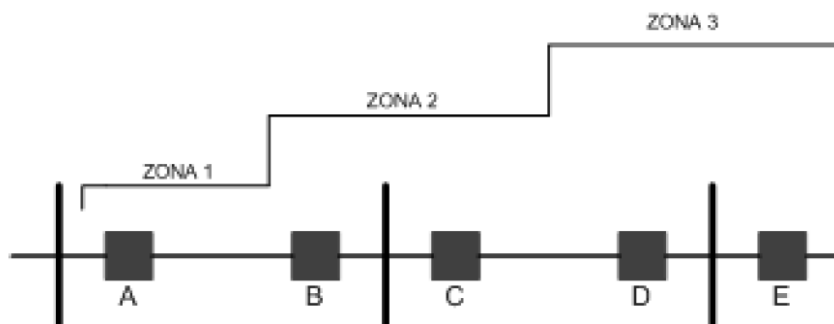
Definición:

La protección de DISTANCIA "observa" o mide las 3 tensiones y las 3 corrientes, calculando la "impedancia medida" en el caso de que la "impedancia medida" sea menor que la "impedancia ajustada" de una determinada zona, la función actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada "dispara".

Aplicación:

La protección de los relés de distancia se utilizan generalmente a líneas aéreas, cables subterráneos, generadores, transformadores, autotransformadores y reactores de gran potencia y nivel de tensión.

La función distancia se aplica usando zona de protección, llegando a poderse usar hasta 5 zonas distintas incluso algunas de ellas se pueden ajustar hacia atrás.



La zona 1 direccional hacia adelante: Se utiliza para fallas que estamos seguros están dentro de la zona protegida. Se ajusta al 80% de la impedancia del equipo a proteger y su disparo es instantáneo.

La zona 2 direccional hacia adelante: Se utiliza para completar el 100% del equipo a proteger teniendo en cuenta errores de medida del TCs, TTs y relés de protección. Se ajusta al 120% de la impedancia del equipo a proteger y su disparo de tiempo definido está en el orden de 0.3 a 0.6 seg.

La zona 3 direccional hacia adelante: Se utiliza como respaldo de líneas adyacentes. Se ajusta al 100% de la línea protegida + 120% de la línea adyacente con un tiempo de 1 a 3 seg.

La zona 4 y 5 direccional hacia delante o atrás: Se utiliza para casos especiales.

Relés de distancia con comunicación:

Para lograr disparos instantáneos en ambos extremos de la línea se utilizan relés de distancia donde se habilitan esquemas de teleprotección. Los esquemas de teleprotección interconectan los relés de distancia de ambos extremos de la línea mediante canales de comunicación, para poder identificar si la falta es dentro del equipo protegido y operar en forma instantánea para fallas en toda la longitud de la línea.

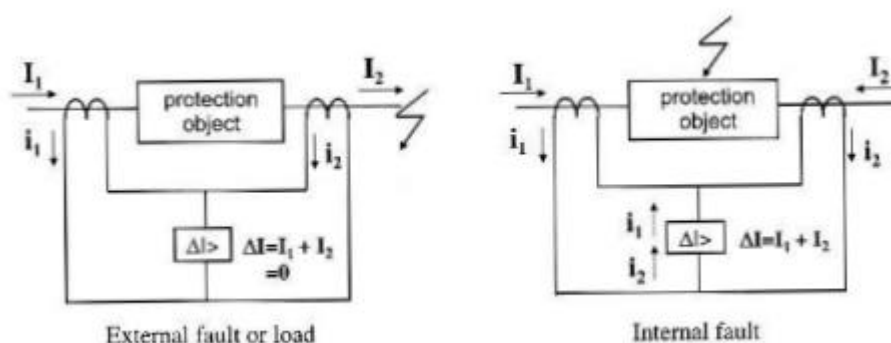
DIFERENCIAL (87):

La protección diferencial se basa en la primera Ley de Kirchhoff, es 100 % selectiva y opera solo para fallas fase – fase y fase – tierra dentro de su zona protegida. El límite de la zona protegida está definida por la ubicación de los transformadores de corriente. Además, no precisa coordinar con otras protecciones, por lo tanto la operación es instantánea.

La protección diferencial es adecuada para protección principal.

Definición:

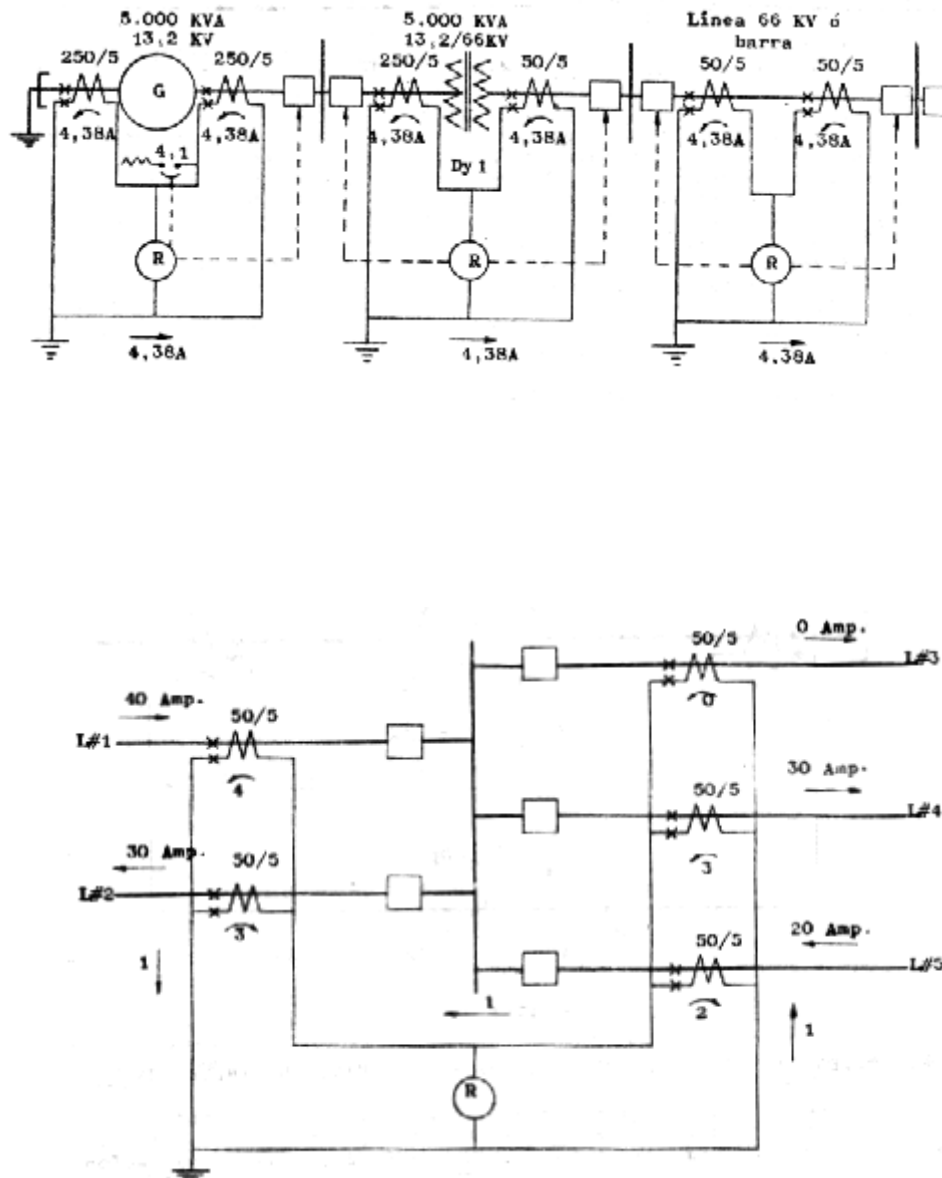
La protección DIFERENCIAL "observa" o mide las 3 corrientes de fase en ambos lados de la zona protegida. Cuando la diferencia de corriente medida en la misma fase en ambos extremos de la zona protegida supera el valor ajustado "dispara".



Cuando la corriente entra a la zona protegida es positiva y cuando sale es negativa. Como se ve en la figura, si no hay defecto la misma corriente que entra, sale y por lo tanto la diferencia es cero (o muy pequeña) por lo contrario cuando hay defecto ambas son positivas y la corriente diferencial supera un valor de ajuste mínimo y opera.

Aplicación:

La protección diferencial suele usarse en todo aquel equipamiento estratégico de gran valor económico y costo de reposición como ser barras, generadores, transformadores, líneas aéreas, cables subterráneos, reactores, grandes motores o aquel equipamiento donde una protección instantánea evita daños en equipamientos o ayuda a mantener la estabilidad del sistema como ser en barras y líneas de transmisión.



En generadores suele ser instaladas solo para el generador, diferencial del generador, o para el generador y el transformador elevador, conocido como diferencial de grupo.

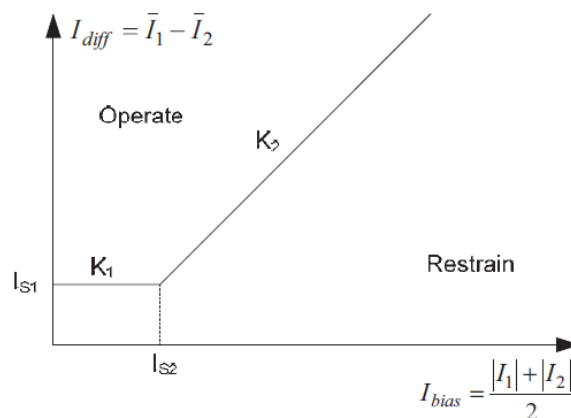
Cuando se aplica en transformadores la medida de corriente en ambos extremos debe ser adecuadamente corregida en magnitud y fase para que en situación normal la resta realizada por unidad diferencial de cero,

antiguamente esta corrección se hacía con transformadores de corriente auxiliares hoy se hace ajustando internamente en el relé.

La aplicación en líneas o cables se utiliza la misma relación de transformadores de medida de corriente en ambos extremos. Antiguamente estaba limitada a líneas cortas y se usaba la protección diferencial por hilo piloto, actualmente con el avance de tecnología se transmite los valores de corriente de un extremo a otro por medio de fibra óptica, no siendo ya una limitante la longitud de la línea.

En barras de subestaciones también utiliza la misma relación de transformación de corrientes.

En la práctica el valor de comparación no es estrictamente cero sino que se permite una corriente diferencial mínima que contempla, errores de los transformadores de corriente, cambio de relación producida por el conmutador bajo carga y casos de saturación de transformadores de corriente.



Antiguamente se usaba para proteger líneas cortas ya que la baja impedancia de las líneas impedía el adecuado funcionamiento de funciones de distancia. Hoy en día con el uso de fibra óptica es posible usar protección diferencial para cualquier longitud de línea.

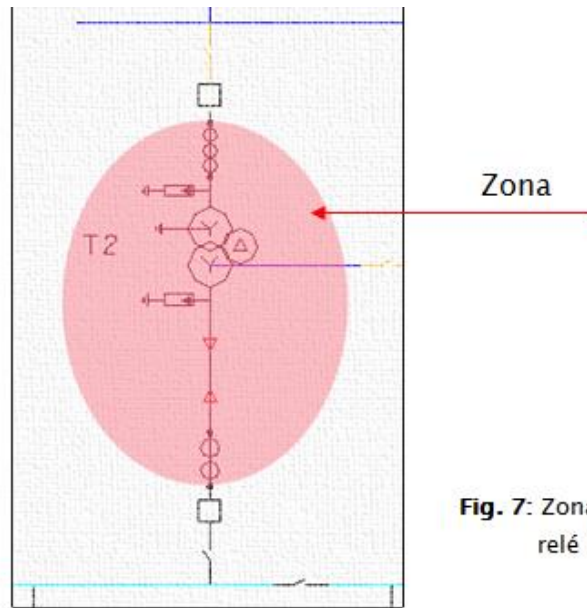


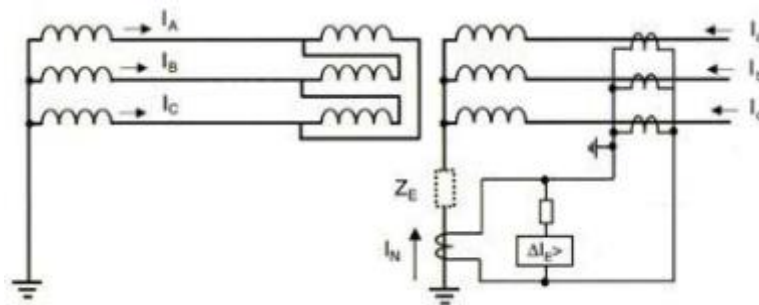
Fig. 7: Zona protegida por el relé diferencial.

DIFERENCIAL DE RANGO RESTRINGIDO (87G):

La protección diferencial de rango restringido opera para fallas fase – tierra en forma instantánea y se utiliza en bobinados de conectados en estrella cuyo neutro está aterrado.

Definición:

La protección DIFERENCIAL DE RANGO RESTRINGIDO "observa" o mide las 3 corrientes de fase y la suma obteniendo la corriente de neutro (a partir de las corrientes de fase) y la compara con la corriente de neutro medida en el propio neutro. Cuando la diferencia obtenida supera el valor ajustado "dispara".



Aplicación:

Se puede usar en cualquier equipo cuyo devanado trifásico con conexión estrella tenga su neutro aterrado.

En UTE transmisión suele usarse en transformadores cuyo devanado de baja tensión sea estrella y esté conectado el neutro a tierra a través de una resistencia.

Conviene que los cables de potencia que conectan el devanado del transformador estén dentro de la zona protegida por esta función.

También se usa para protección de los transformadores de aterramiento zig-zag.

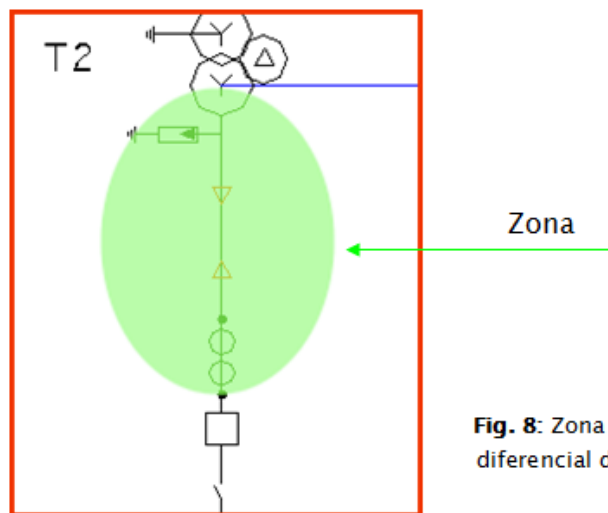


Fig. 8: Zona protegida por el relé diferencial de rango restringido.

SOBREFLUJO V/F (24):

La protección contra el sobreflujo (saturación del núcleo) de un transformador de potencia debe impedir un calentamiento excesivo del núcleo debido a una densidad de flujo demasiado elevada. Una mayor saturación provoca la existencia de una mayor corriente magnetizante, mayor pérdidas en el hierro y calentamiento adicional del circuito magnético.

Definición:

La protección SOBREFLUJO "observa" o mide 1 tensión y calcula la relación "tensión"/"frecuencia".

Si esta relación es mayor a un determinado valor prefijado, el relé actúa o "arranca" y luego de cumplirse la temporización ajustada emite "alarma y/o dispara".

Generalmente tiene dos niveles distintos uno de alarma y otro de disparo.

Aplicación:

Se utiliza en los transformadores elevadores de generadores y en grandes transformadores de transmisión.

La medida de tensión se toma del devanado que no tiene conmutador bajo carga, generalmente el de baja tensión.

RECIERRE O REENGANCHE (79):

Según la experiencia, aproximadamente 85 % de los cortocircuitos con arco eléctrico en las líneas aéreas se extinguen automáticamente después de la desconexión por parte de la protección. La línea puede ser conectada nuevamente.

Al único equipamiento que se habilita recierre es a la línea aérea, si una línea es mixta es decir una parte aérea y otra subterránea no se aplica recierre.

Definición:

La función RECIERRE "arranca" cuando recibe la orden de disparo, luego de un cierto tiempo necesario para que se extinga el arco, conocido como tiempo muerto (0.3 y 1 seg.) emite la orden de cierre.

Esta función puede ser bloqueada si el interruptor no está en condiciones de cumplir el ciclo, apertura - cierre - apertura, por impedimento del mecanismo o de la cámara de corte del interruptor, ej. por baja presión SF6, baja presión de aire, etc.

También se bloquea durante un cierre manual, ya que si hay un defecto en la línea cuando se hace un cierre del interruptor y las protecciones disparan no se quiere que se vuelva a cerrar.

Otro motivo de bloqueo es cuando se cumple con el número de intentos de recierre ajustado. En UTE trasmisión es solo 1 intento.

Aplicación:

Se conoce 2 tipos de recierre el monopolar y el tripolar.

Recierre Monopolar:

Se usan para fallas fase – tierra en líneas con generación en ambos extremos donde las protecciones en ambos extremos de la línea pueden disparar por fase y los interruptores tengan la posibilidad de abrir por polo en forma independiente.

La ventaja de este tipo de recierre es que solo abre la fase de la línea que está en falla, no se pierde la transmisión de energía aunque sea por las otras 2 fases sanas y no necesita chequear sincronismo en el momento de recierre.

No se aplica en sistema radial ya que en el lado de la carga la línea no tiene interruptor ni sistema de protección.

Recierre Tripolar:

Se usan para fallas fase – tierra o fase – fase, cuando la falla es fase – fase la apertura de la función de protección es siempre tripolar.

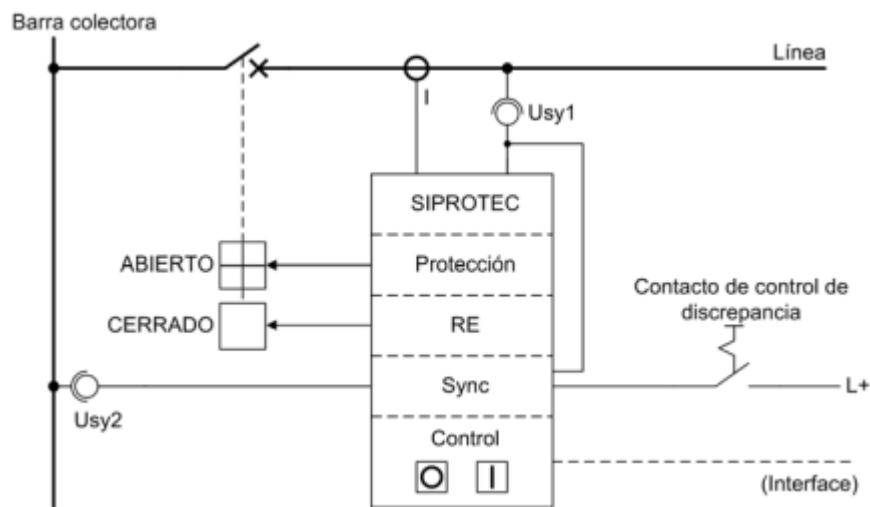
En caso de ser una línea radial no es necesario chequear sincronismo.

Si la línea tiene generación en ambos extremos, tengo que chequear condiciones de sincronismo para cada recierre.

La orden de recierre siempre es tripolar para cualquier caso.

CHEQUEO DE SINCRONISMO (25CS):

El control de sincronismo comprueba durante la conexión de una línea a una barra, si esta operación de cierre es permitida y puede ser efectuada sin peligro para la estabilidad de la red. El control de sincronismo puede ser efectuado opcionalmente sólo para reenganche automático o sólo para cierre manual o cierre desde el control o para ambos casos.



Definición:

La función CHEQUEO DE SINCRONISMO "compara" si las condiciones de sincronismo se cumplen entre la barra y la línea. En caso de cumplirse (dentro de ciertos parámetros) se permite el cierre o recierre.

Hay 4 situaciones, entendiéndose "muerta" sin tensión y "viva" con tensión:

- Barra muerta, línea muerta.
- Barra muerta, línea viva.
- Barra viva, línea muerta.
- Barra viva, línea viva.

En este último caso compara que la tensión del lado de barras y del lado de línea coincida en su amplitud, posición de fase y frecuencia dentro de cierto margen.

Como esta función depende de la tensión de medida del lado de barra y de línea puede ser bloqueada por falla en cualquiera de los 2 circuitos de tensión de medida.

Aplicación:

Se aplica en el cierre de circuitos mallados o en alimentadores que tienen generación distribuida.

SINCRONISMO (25):

Es idéntica a la función chequeo de sincronismo con el agregado que emite orden para: subir/bajar tensión, subir/bajar frecuencia al control del generador.

Aplicación:

Se aplica en centrales generadoras.

DISCREPANCIA DE POLO (48):

Esta función es una protección propia del interruptor con apertura monopolar y evita que un interruptor este en una posición indefinida en forma permanente.

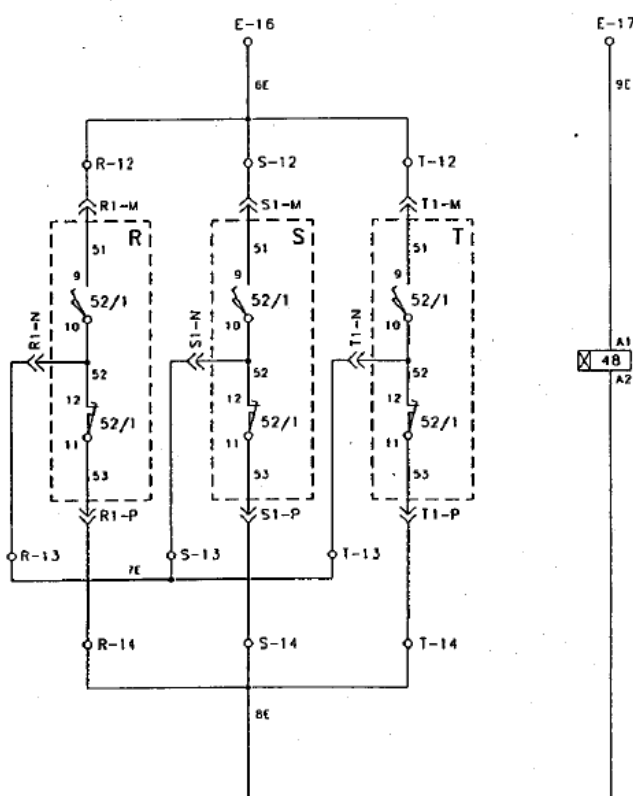
Definición:

La función DISCREPANCIA DE POLO "deduce" a través de una lógica implementada con los contactos auxiliares de posición interruptor si permanece polos abiertos y cerrados al mismo tiempo, "arrancando" una temporización de tiempo definido que en caso de cumplirse "dispara" el interruptor.

Aplicación:

Se aplica solamente en los interruptores con apertura monopolar y el tiempo de operación de esta función debe ser mayor al tiempo muerto de recierre, para evitar una apertura no deseada.

DISCORDANCIA POLOS



ANTIBOMBEO:

Esta función es una protección propia del interruptor y evita que un interruptor mantenga la orden de cierre, si luego de cerrar se produce un disparo.

Definición:

La función ANTIBOMBEO "condiciona" a través de una lógica implementada en el propio interruptor que la orden de cierre sea emitida una sola vez, abriendo el circuito de cierre al cerrarse el interruptor.

Aplicación:

Supongamos que se deja por accidente un aterramiento en una línea, al cerrarse el interruptor, se produce un cortocircuito que es detectado por el relé de protección provocando el disparo del interruptor. Si la orden de

cierre permaneciera, el interruptor cerraría, la protección volvería a disparar, repitiéndose la apertura y cierre del interruptor “bombeo” varias veces hasta que la orden de cierre desaparezca. Esta lógica solo envía una orden de cierre y para enviar una 2da orden la primera tiene que dejar de emitirse.

SUPERVISIÓN DE CIRCUITO DE DISPARO (74TC):

La supervisión del circuito de disparo se realiza intercalando en paralelo al contacto de disparo y en serie a la posición abierta del interruptor entradas digitales (de alta resistencia) que hacen circular una pequeña corriente por el circuito de disparo, con una magnitud suficientemente pequeña que no activa el mecanismo de disparo. Con esta función determinamos una interrupción en el circuito de disparo (desconexión) o la falta de continua.

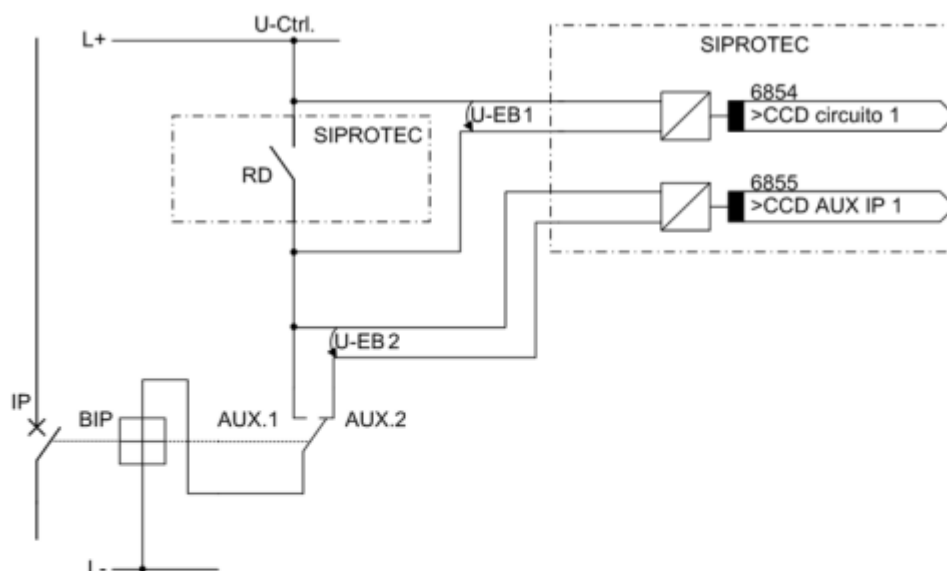


Figura 2-180 Principio de la supervisión de circuitos de disparo con dos entradas binarias

RC	Contacto de relé de mando
IP	Interruptor de potencia
BIP	Bobina del interruptor de potencia
Aux1	Interruptor de potencia-contacto auxiliar (abridor)
Aux2	Interruptor de potencia-contacto auxiliar (cerrador)
U-Ctrl	Tensión de control (tensión de disparo)
U-EB1	Tensión de entrada para la 1ª entrada binaria
U-EB2	Tensión de entrada para la 2ª entrada binaria

Definición:

La función SUPERVISIÓN DE CIRCUITO DE DISPARO "deduce" a través de una la combinación de estados de estas señales digitales si el circuito de disparo conserva la continuidad.

El funcionamiento se describe en la siguiente tabla:

Nº	Relé de disparo	Interruptor de potencia	Aux. 1	Aux. 2	EB 1	EB 2	Estado dinámico	Estado estático
1	abierto	ON	cerrado	abierto	H	L	Servicio normal con interruptor de potencia cerrado	
2	abierto	OFF	abierto	cerrado	H	H	Servicio normal con interruptor de potencia abierto	
3	cerrado	ON	cerrado	abierto	L	L	Transición o fallo	Fallo
4	cerrado	OFF	abierto	cerrado	L	H	RD ha activado con éxito el interruptor de potencia	

Aplicación:

Solamente puede supervisar una bobina a la vez, por lo que no se pueden conectar en el interruptor bobinas en paralelo. Ej. no se puede conectar en paralelo bobinas de disparo de las 3 fases ni tampoco bobinas de disparo con bobinas de contadores de maniobras.

Generalmente se supervisa solo la bobina de apertura de protecciones.

En caso de circuitos de disparo monopolares, la activación de esta función puede usarse para informar al relé y que en tal condición cambie el disparo monopolar por el tripolar, y bloquee o cambie el tipo de recierre.

PRESIÓN (63):

Los interruptores y transformadores pueden estar sometidos a altas o bajas presiones de algunos de sus componentes que superando determinado valor pueden inhabilitar, deteriorar o destruir el equipo.

Definición:

El relé de SOBREPRESIÓN o SUBPRESIÓN "mide" a través de válvulas o sensores específicos la presión en determinada zona y dependiendo de la magnitud de desviación con respecto a la presión normal, emite "alarma", "bloqueo" o "disparo".

Aplicación:

Interruptores:

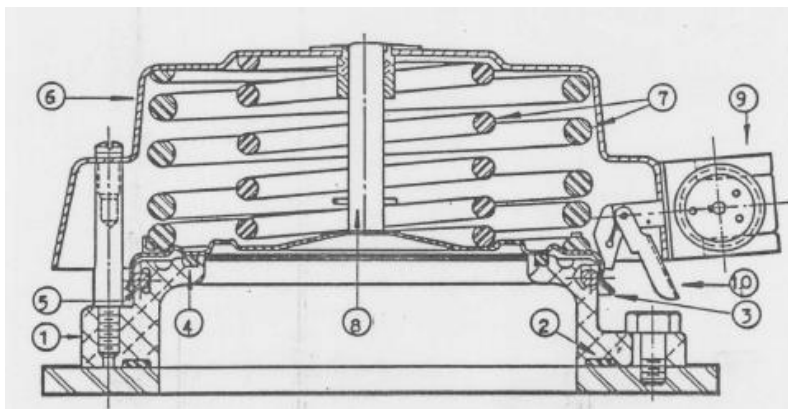
- Baja presión SF6 o baja presión en el mecanismo de accionamiento.
Dependiendo del nivel de presión desde el menos grave al más grave emite:
 - Alarma
 - Bloquea recierre
 - Bloque la operación de cierre/apertura o dispara el interruptor
- Alta o baja presión en el mecanismo de accionamiento neumático, emite alarma.

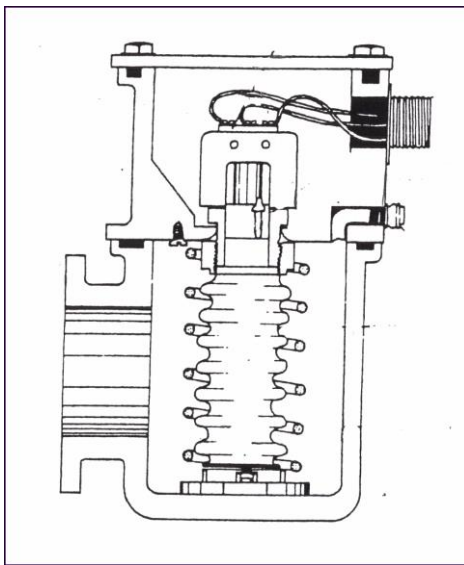
Transformadores:

- Alta presión aceite en la cuba o en el cambiador bajo carga emite disparo.

Válvula de presión de aceite:

Es un dispositivo que permite aliviar la presión interna del tanque del transformador, cuando se producen presiones elevadas dentro del mismo por problemas en la parte activa. Cuando la presión del tanque es mayor o igual a $0.7 \pm 0.07 \text{ kgf/cm}^2$ (dato del manual Tp Toshiba de Pan de Azúcar) se acciona un micro interruptor (si el dispositivo lo tiene, ya que en algunos tipos carece de este elemento) que saca al transformador de servicio.





SECUENCIA DE FASE (46):

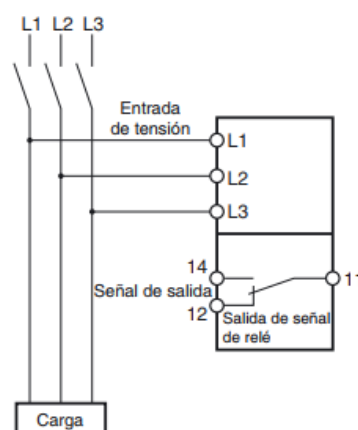
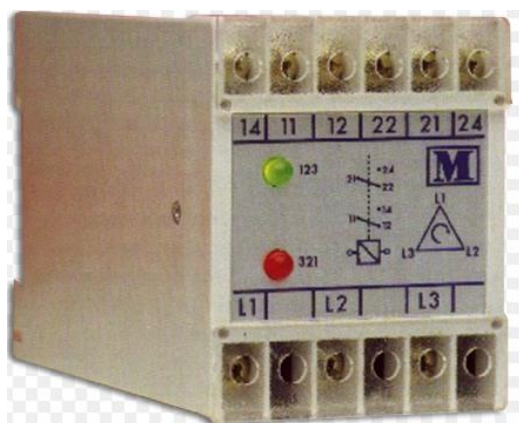
Esta función no permite energizar si la secuencia de fase no es la correcta.

Definición:

La función SECUENCIA DE FASE "observa" o mide las 3 tensiones de alimentación de un circuito. Si estas tensiones no son de la secuencia ajustada, por lo general secuencia directa, no permite que ese circuito sea energizado. La inhabilitación la realiza bloqueando al circuito de control su energización.

Aplicación:

Se aplica en circuitos auxiliares de refrigeración, cambiadores bajo carga, máquina de tratamiento de aceite donde no habilita su funcionamiento si la secuencia de fase no es correcta.



RELÉ BUCHHOLZ (97):

El relé Buchholz, es un dispositivo de seguridad montado sobre transformadores y reactores que tengan una refrigeración mediante aceite, equipado con tanque de expansión.

Está instalado entre la cuba y el tanque de expansión de forma tal que el aceite que pasa de la cuba al tanque circule por él. Permite detectar las fallas en el interior del transformador por lo que la protección se debe complementar con otros elementos que detecten también fallas externas al mismo.

El principio de funcionamiento se basa en el hecho de que cualquier falla que se produzca en el interior del transformador va a tener como consecuencia, entre otras, la producción de burbujas (gases) debido a la descomposición química por calentamiento del aceite. Las burbujas de gas generadas, circulan hacia el tanque de expansión. En su camino atraviesan el depósito de aceite del relé Buchholz acumulándose en su interior, lo que provoca un descenso del nivel de aceite en el mismo que es visto por el flotador superior que acciona la alarma.

De ocurrir una falla más importante, esto traerá aparejado mayor cantidad de gas generado, los cuales originan ondas de presión haciendo que el aceite circule rápidamente, y al pasar por el relé accionen el flotador inferior el cual da la orden de apertura o disparo a los interruptores asociados quedando de esta forma el transformador fuera de servicio.

Si el nivel de aceite baja demasiado, al punto que el relé en su interior se queda sin aceite, también habrá una apertura por bajo nivel de aceite.

El relé BUCHHOLZ reacciona de distinto modo ante diferentes clases de fallas, respondiendo más rápidamente cuanto mayor sea la gravedad de la misma.

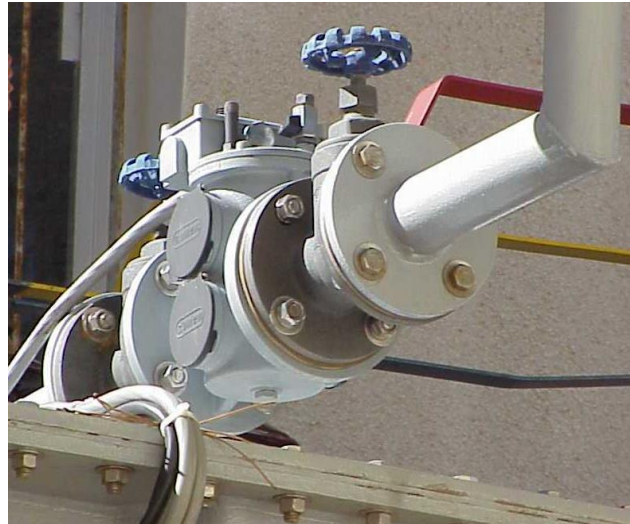


Fig. 2: Relé Buchholz.

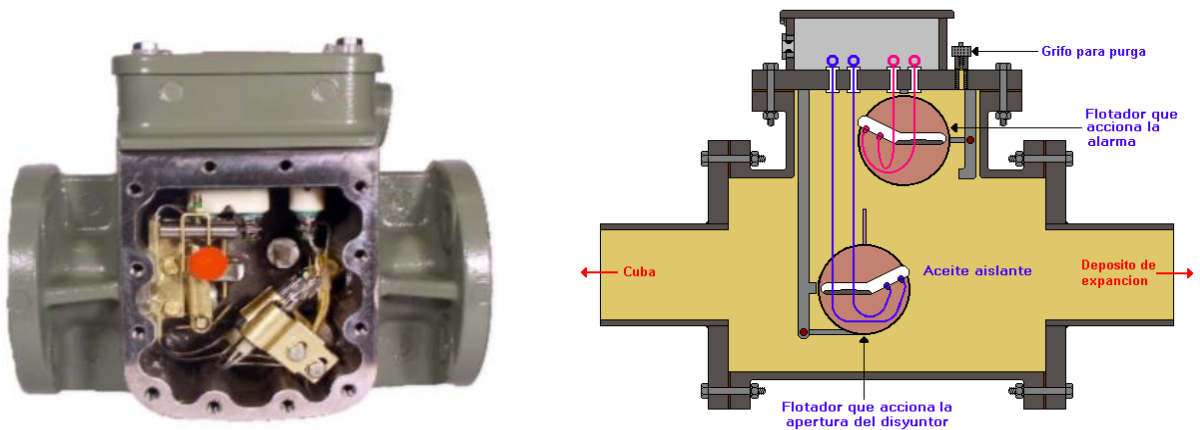


Fig. 3: Esquema de funcionamiento del relé Buchholz.

El relé de Buchholz tiene una compuerta de pruebas (grifo para purgas), que permite que el gas acumulado sea retirado para realizar ensayos (habitualmente por cromatografía de gases). Las proporciones relativas de

gases permiten diagnosticar el tipo de falla que produjo la descomposición del aceite.

Nota: Este dispositivo fue desarrollado por el ingeniero Alemán Max Buchholz (1875–1956) en 1921

RELE JANSEN (63):

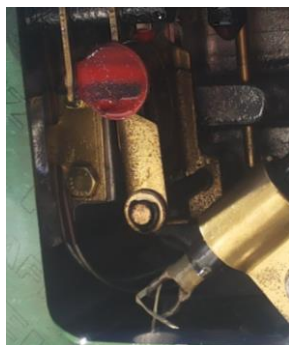
El principio de funcionamiento es el mismo que el relé Buchholz, detecta un flujo de caudal al generarse burbujas debido a un defecto interno. La detección la realiza mediante una paleta interna que es movida cuando se produce un movimiento brusco del aceite emitiendo disparo instantáneo.

La paleta interna tiene una perforación en el medio de un tamaño tal que permite el natural movimiento del aceite debido a la dilatación térmica del mismo pero que si ocurre un flujo intenso esta paleta es accionada, provocando el disparo.

Al igual que el relé Buchholz, este relé debe ser instalado respetando la señalización del sentido de flujo de aceite, desde la cuba al tanque de expansión, indicado en el mismo.

Aplicación:

Se usa donde el volumen de aceite es pequeño y cualquier falla produce una descomposición rápida del aceite. En particular es empleado en el depósito de aceite del cambiador bajo carga de transformadores.



NIVEL DE ACEITE (99):

El indicador de nivel de aceite es generalmente un medidor de tipo cuadrante instalado sobre la parte lateral del tanque correspondiente al aceite de cuba y al aceite del CBC.

Posee 2 contactos NA, uno que indica nivel máximo y otro nivel mínimo. En ambos casos emiten alarma.



FIGURA 1



TEMPERATURA DEL ACEITE (26):

Este elemento es un termómetro que nos da la temperatura del aceite, debido a su conexión interna (en la parte de arriba de la cuba) nos dará el valor más alto que tiene el aceite en el interior del transformador.

Poseen 2 niveles, uno que emite alarma y el otro disparo.

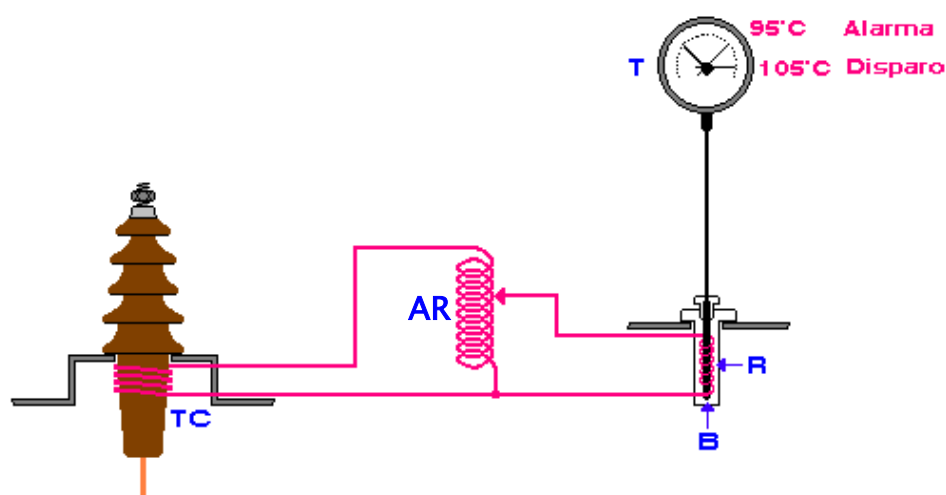


En caso de que la medición de temperatura sea implementada a través de resistencias variables con la temperatura (PT100), es conveniente que el circuito de medida contemple la resistencia de los conductores, para esto los equipos de medida contemplan la implementación del sistema de 3 o 4 hilos que permite obtener una medida más exacta.

RELÉ DE IMAGEN TÉRMICA (49):

Las corrientes de sobrecarga o de cortocircuito en las instalaciones, como se sabe, producen efectos térmicos y dinámicos. El principio de operación de la protección por imagen térmica está basado en el efecto térmico.

Al no poder conectar directamente un termómetro al bobinado del transformador de potencia, lo que se hace es utilizar un transformador de corriente que tenga una constante térmica similar a la del transformador. Como puede observarse en la figura 5, la bobina térmica (R), tiene la función de transmitir el calor producido por la corriente secundaria del TC (por eso se denomina relé de imagen térmica) y cuando este valor alcanza los 95° produce una alarma, mientras que cuando alcanza los 105° se produce el orden de apertura al interruptor (disparo). Las temperaturas no son arbitrarias si no que responden a estudios realizados. Cuando la temperatura alcanza los 110° se produce descomposición de celulosa y del aceite. Los valores de alarma y disparo son regulables.



- T – Termómetro
- R – Bobina Térmica
- B – Bulbo del Termómetro
- TC – Transformador de Corriente (conexión al secundario)
- AR – Resistencia variable (para regular el termómetro)

Fig. 5: Esquema de relé de imagen térmica.

RELÉ DE DISPARO (94):

Es un relé auxiliar, monoestable, de actuación rápida y contactos robustos. Generalmente están compuestos por una bobina y varios contactos inversores.

Aplicación:

Se utiliza para emitir la señal de disparo al interruptor, de esta manera se evita que los contactos de salida de los relés de protecciones sean dañados por el alto consumo de la bobina del interruptor o en caso que la bobina esté en cortocircuito. También se usa para señalar al alarmero o a otros relés que el disparo fue emitido.



RELÉ DE BLOQUEO (86):

Es un relé auxiliar, biestable, de actuación rápida y contactos robustos. Existen 2 tipos:

- El relé de reposición manual, conocido como “bastón”; están compuestos por una bobina y varios contactos inversores.
- El relé de reposición eléctrica, que está compuesto por 2 bobinas una de activación y otra de reset y varios contactos inversores.

Aplicación:

“La actuación del relé de bloqueo es un llamado de atención, que nos indica que ha ocurrido una falla grave y que es necesario revisar y ensayar el equipo antes de volverlo a energizar”.

Se utiliza para interrumpir el circuito de cierre del interruptor o interruptores que alimentan al equipo protegido, y también permite dejar el disparo metido.

Esto último significa que el interruptor está abierto y a la bobina de apertura del interruptor le llega el positivo de disparo, como el interruptor está abierto y la bobina de disparo está en serie con el contacto NA de posición del interruptor la bobina no está energizada. Pero si por alguna situación el interruptor cambiase de posición volvería a disparar.

En el caso de transformadores el relé de bloqueo es activado por las funciones:

- Diferencial 87T
- Diferencial de rango restringido 87N
- Distancia zona 1
- Sobrecorriente instantáneo fase y tierra 50 50N
- Sobrecorriente direccional instantáneo fase y tierra 67 67N
- Buchholz
- Jansen
- Sobrepresión

En el caso de cables 150kV el relé de bloqueo es activado por las funciones:

Diferencial 87L

Distancia zona 1 o zona 2 c/ recepción de comunicación remota.

Sobrecorriente instantáneo fase y tierra 50 50N

Sobrecorriente direccional instantáneo fase y tierra 67 67N



APLICACIÓN DE PROTECCIONES EN UNA LINEA DE 30KV, CON CONFIGURACIÓN RADIAL.

LAS FUNCIONES DE PROTECCIÓN USADAS SON:

- Sobreintensidad instantánea de fase y tierra (50–50N).
Se ajusta para despejar todas las fallas de fase y tierra que seguro están dentro de la línea.
- Sobreintensidad temporizada de fase y tierra (51–51N).
Se ajusta para despejar todas las fallas de fase y tierra que están sobre el final de la línea o aguas abajo en caso de que la protección de las líneas adyacentes no actúe.
- Recierre (79).
Se ajusta generalmente para 1 solo intento de recierre tripolar y es arrancado con el disparo de la sobreintensidad instantánea y temporizada
- Falla interruptor (50BF).
Se ajusta para que de alarma al centro de control.
- Supervisión de circuito de disparo (74TC).
Se ajusta para que de alarma al centro de control.

APLICACIÓN DE PROTECCIONES EN UNA LINEA DE 30KV, CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA.

La entrada de generación distribuida obliga a replantearse los sistemas de protección de toda la red adyacente ya que no todas las zonas de protección cuentan con protección principal, como ser las barras de 150kV de las subestaciones del interior no cuentan con diferencial de barras, las líneas radiales de 150kV como ser la línea SAL ARA no cuenta con SdP del lado de ARA.

Como característica particular de explotación de la generación distribuida tenemos que:

- Se autodespacha.
- No pueden regular tensión ni frecuencia por lo que no se le permite quedar en isla.

Todos los casos tienen características particulares, para explicar las características del sistema de protección hacemos referencia a la generación distribuida instalada en PAY en 2010.

SDP DE LAS LINEAS DE 30KV CONECTADAS A UNA BARRA CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Si en una o varias secciones tengo generación distribuida, todas las secciones de esa barra se ven afectada. Dependiendo de la potencia del generador distribuido, los valores de corriente de cortocircuito para los distintos tipos de falla pueden llegar a ser muy distintos, si el generador distribuido está o no conectado a la red debiendo ajustar valores de sobrecorriente distintos.

Debido a esto se plantean 3 situaciones.

- Generador distribuido generando en ese radial.
- Generador distribuido generando en otro radial.
- Generador distribuido desconectado.

Generador distribuido generando en ese radial.

Debido a que tengo alimentación desde ambos extremos de la línea de 30kV es necesario usar protección direccional para asegurar que no dispare para fallas en la barra, aguas arriba del transformador, u otros alimentadores de la misma barra.

- Sobreintensidad direccional instantánea de fase y tierra (67 – 67N).
Se ajusta para despejar todas las fallas de fase y tierra que seguro están dentro de la línea.
- Sobreintensidad direccional temporizada de fase y tierra (67–67N).
Se ajusta para despejar todas las fallas de fase y tierra que están sobre el final de la línea o aguas abajo en caso de que la protección de las líneas adyacentes no actúe.

Para el caso de falta de tensión de medida de protección que no permita el funcionamiento de la función direccional se habilita la función sobrecorriente no direccional. Se asume que puede llegar a disparar en forma no deseada ya que no tiene puede distinguir si la falla está en la línea.

- Sobreintensidad instantánea de fase y tierra (50–50N).
- Sobreintensidad temporizada de fase y tierra (51–51N).

Cuando hay cortocircuito fase tierra el generador distribuido no aporta corriente al defecto ya que se conecta a la red a través de un transformador estrella no aterrada – triángulo.

Como función de respaldo, que dispara en tiempo similar al de la resistencia de aterramiento se habilita la función sobretensión de neutro que dispara el generador distribuido.

- Sobretensión de neutro (59N).

Como forma de detectar si existe aporte de generación distribuida se implementa la función potencia direccional.

- Potencia direccional (32).

Como forma de detectar si existe generación en isla, se implementan la función anti-isla que está formada por cuatro funciones de protección interrelacionadas lógicamente. Las funciones son:

- Subtensión (27).
- Sobrefrecuencia (81O).
- Subfrecuencia (81U)
- Variación de frecuencia (81 df/dt)

Anti-isla= 27 AND (81O OR 81U OR 81df/dt)

Generador distribuido generando en otro radial.

- Sobreintensidad instantánea de fase y tierra (50–50N).
- Sobreintensidad temporizada de fase y tierra (51–51N).
- Potencia direccional (32).

Generador distribuido desconectado.

- Sobreintensidad instantánea de fase y tierra (50–50N).
- Sobreintensidad temporizada de fase y tierra (51–51N).
- Potencia direccional (32).

Las funciones comunes implementadas a cualquier condición son.

- Chequeo de sincronismo (25CS)
Se ajusta para permitir el cierre o el recierre solamente en condición de barra viva – línea muerta.
- Recierre (79).
Se ajusta generalmente para 1 solo intento de recierre tripolar y es arrancado con el disparo de la sobreintensidad instantánea y temporizada
- Falla interruptor 50FI.
- Falla fusible (FUSE)
- Localización de falla (21FL)
- Supervisión de circuito de disparo (74TC).
Se ajusta para que de alarma al centro de control.

La instalación de generador distribuida dependiendo de cuál configuración se realice obliga a hacer cambios en otros SdP como ser en los transformadores.

APLICACIÓN DE PROTECCIONES EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA 150/30KV CONEXIÓN Yy0.

Las funciones de protección usadas son:

- Diferencial 87T, opera sobre el relé de bloqueo 86
- Diferencial rango restringido 87N, opera sobre el relé de bloqueo 86.
- Sobreflujo 24, opera sobre el relé de disparo 94 lado de 150 y 30kV.
- Sobreintensidad instantánea de fase y tierra (50–50N) lado 150kV.
Se ajusta para despejar todas las fallas de fase y tierra que seguro están dentro del transformador.
Opera sobre el relé de bloqueo 86.
- Sobreintensidad temporizada de fase y tierra (51–51N) lado 150kV.
Se ajusta como respaldo del sobreintensidad de 30kV.
Opera sobre el relé de disparo 94 lado de 150 y 30kV.
- Sobreintensidad temporizada de fase y tierra (51–51N) lado 30kV.
Se ajusta como respaldo de los radiales.
Opera sobre el relé de disparo 94 lado de 30kV.
- Buchholz, sobrepresión y Jansen opera sobre el relé de bloqueo 86
- Temperatura e imagen térmica, opera sobre el relé de disparo 94 lado de 150 y 30kV. En un primer escalón la protección de imagen térmica controla el sistema de refrigeración del transformador.
- Relé de bloqueo 86 dispara y bloquea el cierre de los interruptores 150 y 30kV.
- Falla interruptor (50BF).
Se ajusta para disparar los interruptores adyacentes.
- Supervisión de circuito de disparo (74TC) lado 150 y 30kV.
Se ajusta para que de alarma al centro de control.

Nota:

No se puede aplicar sobreintensidad instantánea de fase y tierra (50–50N) lado 30kV, ya que no es posible coordinar con la protección de los radiales.

APLICACIÓN DE PROTECCIONES EN UNA LINEA AÉREA DE 150KV CON CONFIGURACIÓN MALLADA E INTERRUPTOR CON APERTURA MONOPOLAR.

Las funciones de protección usadas son:

- Diferencial 87L
 - Distancia 21 con comunicación
 - Sobreintensidad de tierra con comunicación DEF
 - Sobreintensidad direccional instantánea de fase y tierra (67 – 67N).
Se ajusta para despejar todas las fallas de fase y tierra que seguro están dentro de la línea.
 - Sobreintensidad direccional temporizada de fase y tierra (67–67N).
Se ajusta para despejar todas las fallas de fase y tierra que están sobre el final de la línea o aguas abajo en caso de que la protección de las líneas adyacentes no actúe.
- Para el caso de falta de tensión de medida de protección que no permita el funcionamiento de la función direccional se estudia la conveniencia de habilitar la función sobrecorriente no direccional.
- Sobreintensidad instantánea de fase y tierra (50–50N).
 - Sobreintensidad temporizada de fase y tierra (51–51N).
 - Falla interruptor (50BF).
Se ajusta para disparar los interruptores adyacentes.
 - Recierre (79).
Se ajusta para 1 solo intento de recierre monopolar y es arrancado con el disparo de las funciones 87L, 21 zona 1 y zona 2 con teleprotección.
 - Supervisión de circuito de disparo (74TC).
Se ajusta para bloquear el recierre y forzar que todos los disparos sean tripolares disparando sobre la bobina de comando y la de protección.
 - Fase abierta.
 - Discrepancia de polos.
 - Baja presión SF6

APLICACIÓN DE PROTECCIONES EN UNA BARRA 150KV.

Las funciones de protección usadas son:

- Diferencial 87B
- Falla interruptor 50BF
- Sobretensión 59
- Subtensión 27
- Sobre o subfrecuencia 81

APLICACIÓN DE PROTECCIONES EN UNA BARRA 30KV.

Las funciones de protección usadas son:

- Sobretensión 59
- Subtensión 27
- Sobre o subfrecuencia 81

NÚMEROS, SÍMBOLOS Y FUNCIONES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

En la aplicación de los dispositivos de protección se emplean números y símbolos que designan a cada uno de ellos. Este sistema de designación se usa en los diagramas unifilares y especificaciones, son tomados de la norma ANSI 37.2.

1 DISPOSITIVO DE COMANDO PARA INICIAR MANIOBRA: Interruptor de control, relé de tensión, interruptor de flotador, etc., que pone o saca de servicio un equipo, directamente o por medio de dispositivos tales como relés de protección o de retardo.

2 RELÉ DE RETARDO PARA ARRANQUE O CIERRE: Dispositivo que da el intervalo requerido de tiempo de retardo entre dos etapas u operaciones de una secuencia de maniobras de conexión y desconexión o de un sistema de relés de protección.

3 RELÉ DE VERIFICACIÓN O DE ENCLAVAMIENTO: Relé que actúa en función de la posición de otros dispositivos o de condiciones determinadas de un equipo, para permitir que prosiga o parar una secuencia de operaciones o proveer una verificación de las condiciones o posición de los dispositivos.

4 CONTACTOR PRINCIPAL DE COMANDO: Dispositivo controlado generalmente por el N°1 o equivalente y por los dispositivos de bloqueo y de protección necesarios, que conecta y desconecta el circuito de control para poner en funcionamiento un equipo bajo las condiciones deseadas y retirarlo cuando ellas sean diferentes o anormales.

5 DISPOSITIVO DE PARADA: Dispositivo que retira de funcionamiento y mantiene en ese estado a un equipo.

6 INTERRUPTOR DE ARRANQUE: Dispositivo que conecta una máquina a su fuente de alimentación.

7 INTERRUPTOR DE ÁNODO: Dispositivo que interrumpe el circuito anódico de un rectificador al producirse un arco inverso.

8 INTERRUPTOR DE CORRIENTE DE COMANDO: Dispositivo de desconexión (interruptor de cuchillas, interruptor automático, grupo de fusibles desmontables) que conecta o desconecta la fuente de alimentación de los aparatos o de las barras colectoras del equipo de control.

9 DISPOSITIVO INVERSOR: Dispositivo que invierte la conexión de un circuito.

10 SELECTOR DE SECUENCIA: Interruptor o conmutador para variar el orden en que son puestos o retirados de servicio los distintos elementos de un equipo o instalación.

11 TRANSFORMADOR PARA ALIMENTACIÓN DE CIRCUITO DE COMANDO EN CORRIENTE ALTERNA

12 DISPOSITIVO DE SOBREVOLUCIDAD: Interruptor de velocidad conectado directamente a una máquina, que actúa cuando la velocidad de la misma excede la normal.

13 DISPOSITIVO DE VELOCIDAD SINCRÓNICA: Dispositivo que acciona a aproximadamente la velocidad sincrónica de una máquina (interruptor centrífugo de velocidad, relé de frecuencia de resbalamiento, relé de tensión, relé de subintensidad).

14 DISPOSITIVO DE SUBVELOCIDAD: Dispositivo que acciona cuando la velocidad de la máquina cae por debajo de un valor determinado.

15 DISPOSITIVO IGUALADOR DE FRECUENCIA O VELOCIDAD: Dispositivo que iguala y mantiene la frecuencia o la velocidad de una máquina o sistema a la de otra máquina, fuente o sistema.

16 DISPOSITIVO DE COMANDO PARA CARGA DE BATERÍA

17 INTERRUPTOR DERIVADOR O DE DESCARGA: Interruptor que abre o cierra un circuito en shunt con cualquier sector de un aparato que no sea una resistencia (capacitor, bobina de campo, inducido de una máquina). Excluye los dispositivos de shunt para arranque y los de conmutación de resistencia.

18 DISPOSITIVO DE ACELERACIÓN O DESACELERACIÓN: Dispositivo que cierra o provoca el cierre de circuitos destinados a aumentar o reducir la velocidad de una máquina.

19 CONTACTOR DE TRANSICIÓN DE ARRANQUE A MARCHA NORMAL: Dispositivo que inicia o provoca el cambio automático de la conexión de arranque a la de marcha normal de una máquina.

20 VÁLVULA (1) ACCIONADA ELÉCTRICAMENTE: Válvula de solenoide o accionada por motor, utilizada en tuberías de vacío, aérea, gas, petróleo, agua, etc. (1) Puede ser INTERCEPTORA, REDUCTORA DE PRESIÓN, REGULADORA DE FLUJO, etc.

21 RELÉ DE DISTANCIA: Relé que acciona cuando la admitancia, impedancia o reactancia de un circuito aumenta o disminuye más allá de límites determinados.

22 INTERRUPTOR IGUALADOR AUTOMÁTICO: Interruptor que abre o cierra el circuito de igualación o de equilibrio de corriente del campo de una máquina o del equipo de regulación de varios grupos.

23 DISPOSITIVO REGULADOR DE TEMPERATURA: Dispositivo que actúa para elevar o bajar la temperatura de un medio, máquina o aparato, cuando ella excede o cae por debajo de un valor determinado.

24 INTERRUPTOR O CONTACTOR PARA INTERCONEXIÓN DE BARRAS

25 DISPOSITIVO SINCRONIZADOR: Dispositivo que acciona cuando dos circuitos de corriente alterna están en igualdad de frecuencia, fase o tensión, permitiendo conectar o conectando ambos en paralelo.

26 DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN TÉRMICA: Dispositivo que acciona cuando la temperatura de la máquina o aparato al cual se aplica excede o cae por debajo de un valor determinado.

27 RELÉ DE MÍNIMA TENSION: Relé que acciona cuando la tensión cae por debajo de un valor determinado.

28 DISPOSITIVO TÉRMICO A RESISTOR: Dispositivo que acciona en base a la temperatura de un resistor, destinado a indicar, limitar o transferir una carga excesiva.

29 CONTACTOR SEPARADOR: Contactor que aísla un circuito de otro para funcionamiento de emergencia, mantenimiento o ensayos.

30 RELÉ ANUNCIADOR: Dispositivo de reposición manual que da una o más indicaciones visuales sin dependientes al accionar los dispositivos de protección y que puede utilizarse también para bloque.

31 DISPOSITIVO DE EXCITACIÓN INDEPENDIENTE: Dispositivo que conecta el campo en derivación de una conmutatriz sincrónica a una fuente de excitación independiente durante la secuencia de arranque o que alimenta los circuitos de excitación e ignición de un rectificador.

32 RELÉ DIRECCIONAL DE POTENCIA: Relé que acciona a un valor determinado del flujo de energía en una dirección o por arco inverso en el circuito anódico o catódico de un rectificador. 33 INTERRUPTOR DE POSICIÓN: Interruptor que abre o cierra un contacto cuando el dispositivo al cual se aplica, llega a una posición dada.

34 INTERRUPTOR DE SECUENCIAS ACCIONADO POR MOTOR: Interruptor de contactos múltiples que determina la sucesión de las operaciones durante el arranque, la parada y otras maniobras en las cuales los interruptores deben accionar según un orden determinado.

35 DISPOSITIVO PARA ACCIONAMIENTO DE LAS ESCOBILLAS O PONER EN CORTOCIRCUITO LOS ANILLOS COLECTORES: Dispositivo que sube, baja o

desplaza las escobillas de una máquina, para poner en cortocircuito los anillos colectores o para conectar o desconectar los contactos de un rectificador mecánico.

36 DISPOSITIVO DE POLARIDAD: Dispositivo que acciona o permite el accionamiento de otro solamente cuando existe una polaridad determinada.

37 RELÉ DE MÍNIMA INTENSIDAD O MÍNIMA POTENCIA: Relé que acciona cuando la corriente o la potencia cae por debajo de un valor determinado.

38 DISPOSITIVO PROTECTOR DE COJINETES: Dispositivo que acciona por temperatura excesiva de los cojinetes a los que se aplica.

39 CONTACTOR POR DEBILITAMIENTO DE LA EXCITACIÓN DE UNA MÁQUINA: Dispositivo que acciona cuando la excitación de una máquina alcanza un valor inferior a uno prefijado.

40 RELÉ DE CAMPO: Relé que acciona a un valor dado de la corriente del campo de una máquina, o si se interrumpe, o si la componente reactiva en el inducido es excesiva (excitación anormalmente baja).

41 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CAMPO: Interruptor que conecta o desconecta la excitación de una máquina.

42 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE MARCHA NORMAL: Dispositivo que conecta una máquina a su fuente de alimentación normal después de alcanzar la velocidad requerida con la conexión de arranque.

43 CONMUTADOR MANUAL DE TRANSFERENCIA O SELECTOR: Dispositivo accionado a mano que permite la conmutación de un circuito de control a otro con el objeto de modificar el plan de operación del equipo de maniobras o de algunos de sus dispositivos.

44 RELÉ DE ARRANQUE SUCESIVO DE UNIDADES: Relé que acciona para arrancar el siguiente elemento, grupo o unidad disponible cuando falla o no se dispone del que normalmente le precede.

45 RELÉ DE MÁXIMA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA: Detecta una determinada sobretensión continua dentro de un tiempo prefijado y opera un dispositivo asociado al mismo.

46 RELÉ DE CORRIENTE PARA INVERSIÓN O EQUILIBRIO DE FASES: Relé que acciona cuando las corrientes de un sistema polifásico tienen un orden inverso o están desequilibradas o contienen componentes de secuencia de fase negativa cuya magnitud excede un valor determinada.

47 RELÉ VOLTIMÉTRICO DE SECUENCIA DE FASES: Relé que acciona a un valor determinado de la tensión de un sistema polifásico con una secuencia de fases dada.

48 RELÉ DE SECUENCIA INCOMPLETA: Relé que vuelve el equipo a la posición normal o lo desconecta y lo fija en dicha posición si la secuencia de arranque, de funcionamiento o de parada no se completa dentro de un lapso determinado.

49 RELÉ TÉRMICO DE MÁQUINA: Relé que acciona cuando la temperatura de un inducido u otro devanado o elemento bajo carga excede de un valor determinado.

50 RELÉ DE CORTOCIRCUITO: Relé que acciona instantáneamente al alcanzar la corriente un valor excesivo o si aumentara con demasiada rapidez, señal de un cortocircuito en la instalación protegida.

51 RELÉ TEMPORIZADO DE MÁXIMA CORRIENTE DE CORRIENTE ALTERNA: Relé de corriente alterna de acción retardada que acciona cuando la corriente de un circuito excede un valor determinado. El retraso puede variar en función inversa a la intensidad o ser de tiempo definido.

52 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CORRIENTE ALTERNA: Dispositivo que cierra o abre un circuito de corriente alterna en condiciones normales o lo abre en condiciones de emergencia o de cortocircuito.

53 RELÉ DE EXCITATRIZ O DE GENERADOR: Relé que hace subir la excitación del campo de una máquina de corriente continua en el arranque o que acciona cuando la tensión ha subido a un cierto valor.

54 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CORRIENTE CONTINUA DE ACCIÓN RÁPIDA: Interruptor que empieza a reducir la corriente continua del circuito principal en 0,01 segundo o menos después de producirse una sobreintensidad o de que la corriente comienza a aumentar una velocidad excesiva.

55 RELÉ DE FACTOR DE POTENCIA: Relé que acciona cuando el factor de potencia de un circuito de corriente alterna llega a ser mayor o menor que un valor determinado.

56 RELÉ DE CONEXIÓN DE CAMPO: Relé que conecta automáticamente la corriente de campo de un motor síncrono en el punto más favorable del ciclo de la tensión de resbalamiento.

57 RELÉ O DISPOSITIVO LIMITADOR DE CORRIENTE: Aparato que entra en acción cuando la corriente pasa de un valor predeterminado y que tiene por función limitar a este valor la corriente utilizada por un consumidor.

58 RELÉ O DISPOSITIVO ECUALIZADOR DE TENSIÓN: Dispositivo que modifica el ajuste de un regulador de tensión de modo que la tensión de una máquina sea la misma antes y después de un paralelo.

59 RELÉ DE MÁXIMA TENSIÓN: Relé que acciona cuando la tensión excede de un valor determinado.

60 RELÉ DE EQUILIBRIO DE TENSIONES: Relé que acciona ante una diferencia dada entre la tensión de dos circuitos.

61 RELÉ DE EQUILIBRIO DE CORRIENTE: Relé que acciona ante una diferencia dada entre la intensidad de entrada o de salida de dos circuitos.

62 RELÉ DE RETARDO DE PARADA O DE APERTURA: Relé de acción retardada que actúa en Combinación con el dispositivo que inicia la maniobra de interrupción, parada o apertura en una secuencia automática.

63 RELÉ DE FLUJO, NIVEL O PRESIÓN DE GASES O LÍQUIDOS: Relé que acciona a valores o régimen de variación determinados de la presión, flujo o nivel de un fluido.

64 RELÉ PROTECTOR DE CONTACTO A TIERRA: Relé que acciona si falla la aislación a tierra de una máquina u otro aparato o si se produce una chispa a tierra en una máquina de corriente continua.

65 REGULADOR DE VELOCIDAD: Equipo que regula la apertura de las compuertas o válvulas de las turbinas.

66 RELÉ A IMPULSO: Dispositivo que permite un número dado de operaciones sucesivas a intervalos preestablecidos o que activa periódicamente un circuito o que permite una aceleración intermitente o avances cortos para un ajuste de posición.

67 RELÉ DIRECCIONAL DE MÁXIMA CORRIENTE DE CORRIENTE ALTERNA: Relé que acciona a un valor determinado de sobrecorriente en una dirección dada.

68 RELÉ O DISPOSITIVO TÉRMICO EN CORRIENTE CONTINUA: Dispositivo que acciona cuando la temperatura de la máquina o del aparato de corriente continua supera un valor determinado.

69 DISPOSITIVO DE CONTROL PERMISIVO: Interruptor manual de dos posiciones. En una permite el cierre de un interruptor automático o la puesta en marcha de un equipo; en la otra lo impide.

70 REÓSTATO ACCIONADO ELÉCTRICAMENTE: Reóstato utilizado para variar la resistencia de un circuito y que responde a señales recibidas de un dispositivo eléctrico de control.

71 INTERRUPTOR O CONTACTOR DE EMERGENCIA PARA CORRIENTE CONTINUA

72 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CORRIENTE CONTINUA: Dispositivo que abre o cierra un circuito de corriente continua en condiciones normales o lo abre en condiciones de emergencia o cortocircuito.

73 CONTACTOR DE RESISTENCIA DE CARGA: Contactor que introduce en un circuito un paso de resistencia limitadora, desviadora o indicadora de carga o que conecta o desconecta un calentador o un dispositivo luminoso o una resistencia de carga regenerativa de un rectificador u otra máquina.

74 RELÉ DE ALARMA: Relé que acciona una alarma visible o audible o que funciona en combinación con ella. Excepto el descrito en 30.

75 MECANISMO DE CAMBIO DE POSICIÓN: Mecanismo que desplaza un interruptor automático desmontable, de una posición de conectado a la de prueba o a la de desconectado y viceversa.

76 RELÉ DE MÁXIMA CORRIENTE DE CORRIENTE CONTINUA: Relé que acciona cuando la corriente de un circuito de corriente continua excede de un valor determinado.

77 TRANSMISOR DE PULSACIONES: Dispositivo que produce y transmite impulsos en un sistema de telemedida o circuito de cable piloto, al receptor, instrumento indicador, instalado a distancia.

78 RELÉ PROTECTOR CONTRA FALTA DE SINCRONISMO O MEDIDOR DE ÁNGULO DE FASE: Relé que acciona según el ángulo de fase entre dos tensiones o corrientes o entre una tensión y una corriente.

79 RELÉ DE RECIERRE DE CORRIENTE ALTERNA: Relé que controla automáticamente el recierre y el enclavamiento en posición abierta del interruptor automático en circuito de corriente alterna.

80 RELÉ O DISPOSITIVO DE MÍNIMA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA 81 RELÉ DE FRECUENCIA: Relé que acciona a un valor determinado de la frecuencia (mayor, menor o igual a la normal) o cuando la frecuencia varía a una velocidad dada.

82 RELÉ DE RECIERRE DE CORRIENTE CONTINUA: Relé que controla el cierre o recierre automático del interruptor de un circuito de corriente continua en respuesta a las condiciones de carga del mismo.

83 RELÉ DE CONTROL SELECTIVO O TRANSFERENCIA: Relé que automáticamente elige entre ciertas fuentes de energía o condiciones de servicio de un equipo, o cambia de una operación a otra. 84 MECANISMO OPERADOR: Mecanismo eléctrico o servomecanismo, incluyendo el motor de accionamiento, solenoides, interruptores de posición, etc. que acciona un cambiador de tomas, regulador, etc.

85 RELÉ RECEPTOR DE UN SISTEMA DE CORRIENTE PORTADORA O CABLE PILOTO: Relé accionado o retenido por una señal del tipo utilizado en sistemas protectores por corriente portadora o del tipo de protección direccional por cable piloto de corriente continua.

86 RELÉ DE ENCLAVAMIENTO FUERA DE SERVICIO: Relé accionado eléctricamente y de reenganche eléctrico o manual que desconecta y mantiene desconectado un equipo después de condiciones anormales.

87 RELÉ DE PROTECCIÓN DIFERENCIAL: Relé de protección que acciona bajo una diferencia porcentual o de fase u otra diferencia cuantitativa de dos corrientes y otras magnitudes eléctricas.

88 MOTOR O GRUPO GENERADOR AUXILIAR: Se utiliza para accionar equipos auxiliares tales como bombas, sopladores, excitatrices, amplificadores magnéticogiratorios, etc.

89 SECCIONADOR DE LÍNEA: Seccionador o separador de circuitos de corriente continua o alterna, accionado eléctricamente o con accesorios eléctricos como interruptor auxiliar, enclavamiento magnético.

90 REGULADOR: Dispositivo que funciona para regular una o varias magnitudes como tensiones, corrientes, potencias, velocidades, frecuencias, temperaturas y mantenerlas entre ciertos límites.

91 RELÉ DIRECCIONAL DE TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA: Relé que acciona cuando la tensión a través de un interruptor automático o contactor abierto excede de un cierto valor en una dirección dada.

92 RELÉ DIRECCIONAL DE POTENCIA Y TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA: Relé que permite o provoca la conexión de dos circuitos cuando la diferencia de tensión entre ellos excede cierto valor en una dirección dada, y provoca la desconexión de los mismos cuando la potencia que pasa de uno a otro en la dirección opuesta excede de un valor determinado.

93 CONTACTOR REGULADOR DE CAMPO: Contactor que aumenta o disminuye en un escalón la excitación del campo de una máquina.

94 RELÉ DISPARADOR O DE DISPARO LIBRE: Relé que acciona para disparar o permitir el disparo inmediato de un interruptor automático, contactor y otro aparato o para impedir el recierre inmediato del interruptor de un circuito, si se abriese automáticamente aunque su circuito de control de cierre no se interrumpiese.

95 DISPOSITIVO DISTRIBUIDOR DE CARGA: Dispositivo que reparte la carga total a la cual está sometida una instalación, entre diversos grupos, según una ley determinada.

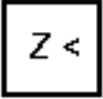
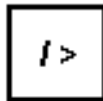
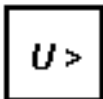
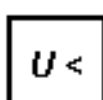
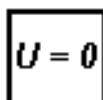
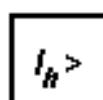
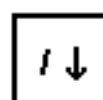
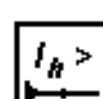
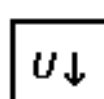
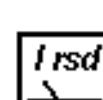
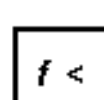
96 RELÉ DE CIRCULACIÓN: Relé que abre o cierra sus contactos conforme al régimen de circulación de un fluido.

97 RELÉ BUCHHOLZ O SIMILAR 98 (Disponible)

99 RELÉ DE NIVEL: Relé que abre o cierra sus contactos conforme al nivel de un fluido. OBSERVACIONES:

Este código numérico está destinado particularmente a esquemas en planos de instalaciones de centrales y estaciones. Cuando se lo aplique para aparatos de función análoga en sistemas de comando de líneas, sistemas de telecomando, etc., se usarán los mismos números aumentados en 100, 200, etc. Cada esquema en el cual se adopte este criterio llevará una referencia indicando claramente a qué parte o tipo de instalación corresponde cada una de las series empleadas: 101 a 199, 201 a 299, etc. Los caracteres numéricos se colocarán a derecha o debajo del símbolo a que se refieran. Cada número podrá acompañarse de una o más letras para precisar mejor la función, finalidad, medio de accionamiento, variable controlada, etc., del aparato a que se refiera. En estos casos el código literal que se emplee deberá transcribirse en todos los planos en que se aplique, especificando claramente el significado de cada letra y si va antes o después del símbolo numérico. Por ejemplo si la letra P colocada antes del símbolo numérico significara "pulsador", el conjunto P52 se referirá a "pulsador para accionamiento del interruptor automático de corriente alterna 52".

SIMBOLOGIA

	<i>Relé de distancia</i>		<i>Relé de sobreintensidad direccional</i>
	<i>Relé diferencial</i>		<i>Equipo regulador de tensión</i>
	<i>Relé de sobreintensidad</i>		<i>Relé de reconexión</i>
	<i>Relé de sobretensión</i>		<i>Relé de temperatura</i>
	<i>Relé de bajada de tensión</i>		<i>Relé Buchholz</i>
	<i>Relé de tensión cero</i>		
	<i>Relé de sobreintensidad a tierra</i>		<i>Nivel de un fluido</i>
	<i>Relé de tierra de rango restringido</i>		<i>Verificador de sincronismo</i>
	<i>Relé direccional de corriente homopolar</i>		<i>Relé de tierra (índice)</i>
	<i>Relé vatimétrico residual</i>		<i>Relé de frecuencia</i>

VOCABULARIO TÉCNICO

Arranque: Valor que supera el umbral para activar la función pero no llega a disparar. Esta situación se da en los relés electromecánicos con disco de inducción siendo el valor por ejemplo de corriente que apenas movía el disco.

Pick up: Valor que supera el umbral para activar la función y llega a disparar luego de transcurrido el tiempo ajustado.

Umbral: Es un valor usado como referencia para tomar una acción determinada

IED: Intelligent Electronic Devices es un término usado para referirse al equipamiento de control y protección basados en microprocesadores.

Disparo o Trip: Orden de apertura de interruptor emitida por una función, relé o equipo de protección.

Recierre o Reclose: Orden de cierre del interruptor emitida por la función recierre.

Falta: que no hay

Falla: que se rompió

Operar: que un equipamiento cierre un contacto emitiendo una señal, en relés de protecciones pueden emitir: alarma, disparo, señal de teleprotección, orden de bloqueo, etc.

Mensajes Goose: Es una forma de comunicación basada en el protocolo de la norma IEC 61850. GOOSE significa Generic Object Oriented Substation Event: evento de subestación centrado en objetos genéricos, se usa para transmitir eventos entre IEDs en una subestación en forma punto a punto y en principio puede transmitir cualquier tipo de dato entre los IEDs.

DOCUMENTACIÓN ASOCIADA

Planos:

- Diagrama unifilar
- Diagrama de bloques
- Diagrama funcional
- Layout de tableros

Descripción de proyecto

Rutina de ensayo

Planilla de ensayo

Memoria de cálculo

Descripción de ajuste

Informes:

- Informe de ensayos y puesta en servicio
- Informe de análisis de perturbaciones

“El diagrama unifilar, el diagrama trifilar, la ubicación en el circuito de potencia de los transformadores de medida, interruptores, seccionadoras, barras, transformadores de potencia, sistema de aterramiento son fundamentales para comprender el principio de funcionamiento del sistema de protección”.