



A.I: Introducción a los sistemas de protección

Curso: Conceptos Avanzados Protecciones
Sistemas Eléctricos de Potencia

Facultad de Ingeniería - UDELAR



INTRODUCCIÓN

SISTEMAS DE PROTECCIÓN (SdP)

Función de los sistemas de protección

Características de los sistemas de protección

Zonas de protección

Protecciones principal y de respaldo

Elementos de un sistema de protección

Comunicaciones

SELECTIVIDAD y PRINCIPIOS DE OPERACIÓN.

Selectividad

Principios Básicos de Operación de las Protecciones

CLASIFICACIÓN DE RELÉS

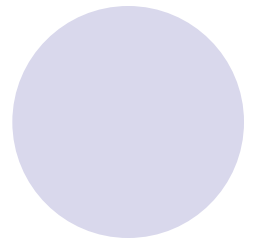
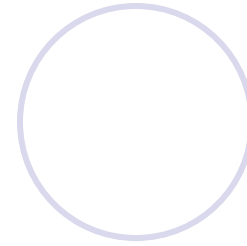
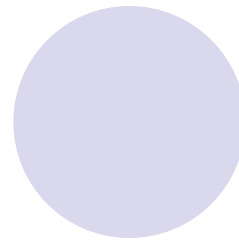
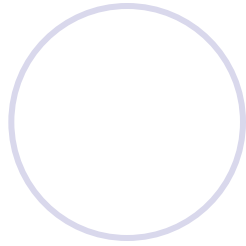
Según su Función

Por su Tecnología

SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA DIAGRAMAS

SÍMBOLOS EXTRAIDOS DE LA NORMA IEC 60617

Introducción



- El objetivo de un sistema eléctrico de potencia es generar, transmitir y distribuir energía eléctrica a los consumidores.
- En régimen estacionario este sistema opera cerca de su frecuencia nominal y las tensiones en todas las barras del mismo no varían más de un 5 %. Existe un balance entre la potencia activa y reactiva generada y consumida.
- El sistema deber ser diseñado y operado de manera de entregar esa energía de la manera más confiable, segura y económica.

Introducción



A pesar de que el sistema de potencia, está sometido en forma constante a perturbaciones: cambio en las cargas, cortocircuitos que pueden ser originados por la naturaleza, por fallas en algún equipo o como consecuencia de una operación incorrecta, el mismo mantiene casi siempre su estado de estacionario

La respuesta del sistema de potencia a una perturbación depende de la configuración del mismo y de la severidad de la misma.

Algunas de estas perturbaciones son:

Cortocircuitos

Conductor abierto

Sobrecarga

Sobre o sub tensión . . .

Función de los sistemas de protección

La función de los sistemas de protección es detectar faltas y condiciones anormales de funcionamiento del sistema eléctrico de potencia e iniciar las acciones correctivas, lo más rápido posible, de manera que el sistema retorne a otro punto de funcionamiento estable.

Los sistemas de protección tienen 4 objetivos principales:

- Proteger todo el sistema de potencia de manera de mantener la continuidad del servicio.
- Minimizar los daños causados por las faltas.
- Maximizar la seguridad de las personas.
- Aportar a la estabilidad del sistema eléctrico.

Estos requerimientos son necesarios, tanto para detectar y localizar las faltas como para remover de servicio el o los equipamientos en falta.

Características de los sistemas de protección



Confiabilidad o Fiabilidad (Reliability)

Probabilidad de que una función, relé o sistema de protección cumpla sin fallar la función para la cual fue destinado, durante un período de tiempo, cuando está siendo sometido a exigencias dentro de sus límites operacionales.

Características de los sistemas de protección



La confiabilidad tiene dos aspectos:

Dependability (Dependabilidad):

Probabilidad de que una función, relé o sistema de protección opere correctamente (no deje de operar) en el caso de una falta o defecto en el sistema de potencia, dentro de la zona que protege.

Es la faceta de la confiabilidad que indica el grado en que la función, equipo o sistema **opera correctamente cuando debería operar.**

Security (Seguridad):

Probabilidad de que una función, relé o sistema de protección NO dispare incorrectamente, habiendo o no falta o defecto en el sistema eléctrico protegido.

Características de los sistemas de protección



La confiabilidad también incluye:

Velocidad:

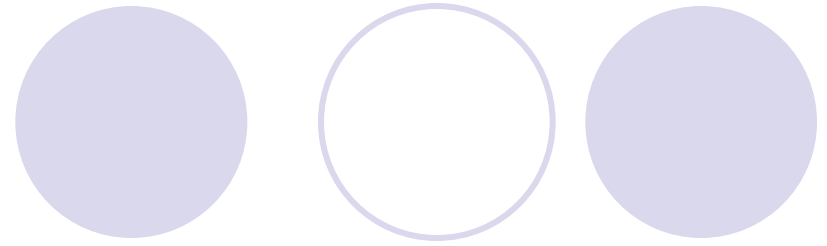
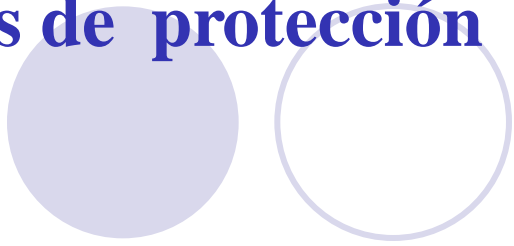
Operar rápidamente cuando deber hacerlo, para minimizar los daños y aportar a la estabilidad.

Disponibilidad



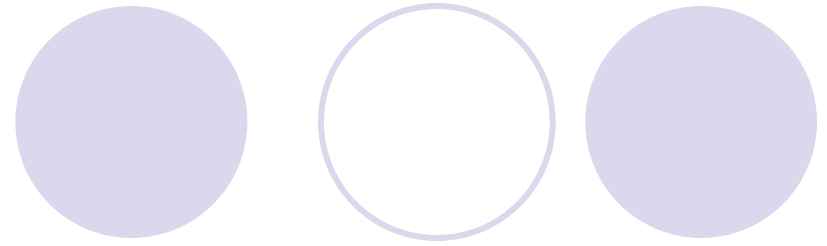
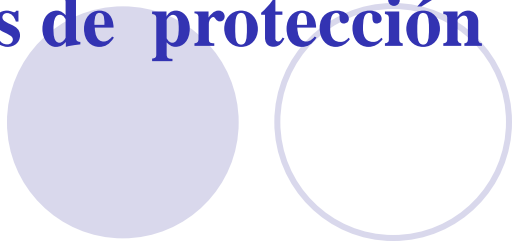
- Es el porcentaje del tiempo en que un equipo o sistema está operativo o disponible para su uso.
- Las protecciones numéricas con su importante capacidad de autodiagnóstico (self-check) permiten su alta disponibilidad, al reportar cuando fallan.
- En protecciones con tecnologías anteriores que no tenían posibilidad de autodiagnóstico o que su autodiagnóstico era limitado a algunas partes del hardware o software, podían estar indisponibles sin que se supiera.

Zonas de protección



- Los relés de protección generalmente toman sus medidas de transformadores de medida de corriente, y su **zona de protección** está limitada por esos transformadores.
- Los transformadores de medida de corriente le proporcionan una ventana por la cual el relé de protección "ve" como se comporta el sistema de potencia dentro de su zona de protección.

Zonas de protección

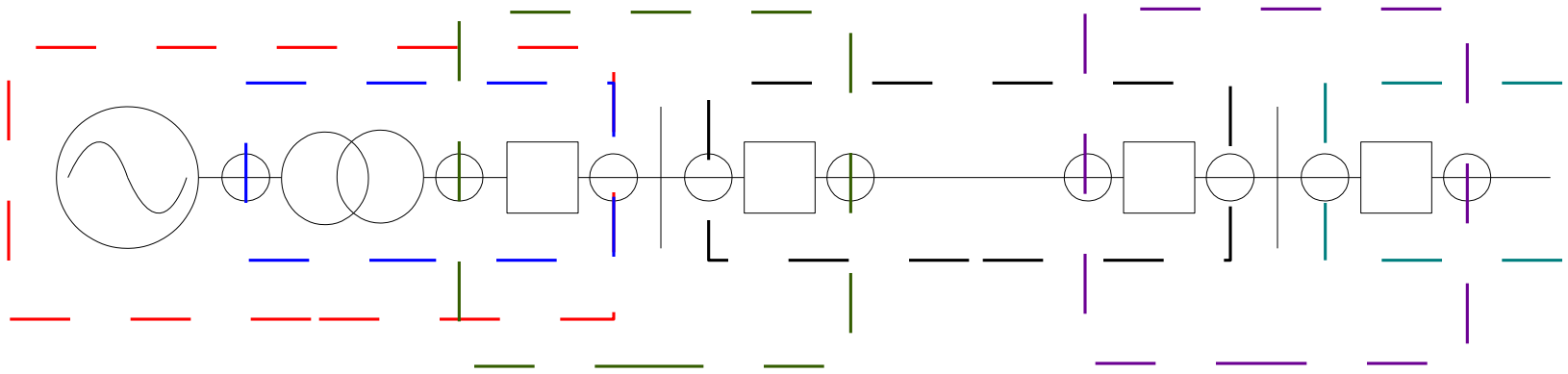


Para poder cubrir todos los equipos de potencia por los sistemas de protección, las zonas de protección deben cumplir con los siguientes requerimientos:

Todos los equipos de potencia deben estar comprendidos en por lo menos una zona de protección. En la práctica, los equipos más importantes están incluidos en al menos dos.

Las zonas de protección deben superponerse para prevenir que ningún elemento del sistema quede sin protección.

Zonas de protección típicas en un sistema de potencia



Zona de protección:

- Grupo Generador – Transformador
- Transformador
- Barras
- Línea
- Barras
- Línea

Protección principal y de respaldo



Protección principal:

Sistema de protección que opera frente a faltas en la zona protegida, lo más rápido posible sacando de servicio la menor cantidad de equipamiento posible.

Protección principal y de respaldo



Protección de respaldo:

Equipo o sistema de protección el cual debe operar cuando una falta en el sistema de potencia no es eliminada en el tiempo esperado debido a fallas o incapacidad del sistema principal de protección de operar o en caso de falla del interruptor.

En caso de incapacidad del sistema principal de protección de operar también puede ocurrir que la protección de respaldo se habilite y opere en forma instantánea.

Las protecciones de respaldo incluye 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 falta no despejada en el sistema. Para realizar esto en forma eficiente las protecciones de respaldo deben:

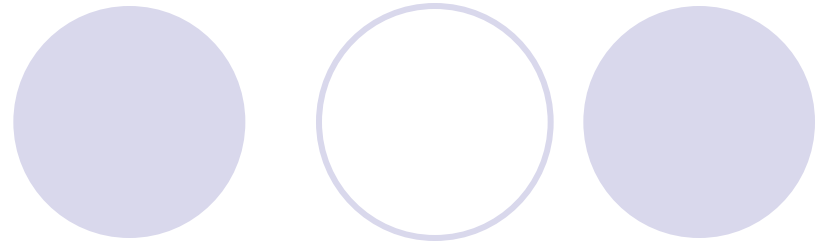
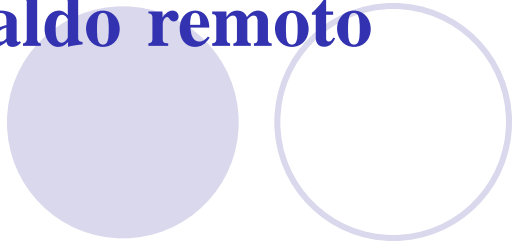
Reconocer la existencia de todas las faltas que ocurren dentro de su zona de protección.

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 falta.

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 remoto



En el diseño de los sistemas de protección de respaldo, se deben considerar:

Selectividad: El respaldo remoto proporciona poca selectividad. Para una falla en un interruptor, todas las líneas que alimentan la falta deben abrir en su extremo remoto; con lo cual una gran parte del sistema se desconecta.

Sensibilidad: El respaldo remoto proporciona poca sensibilidad. Como el número de líneas que alimentan las estaciones ha crecido, la corriente de falta por cada línea ha decrecido. Con lo cual para poder operar el ajuste de corriente debe bajarse, comprometiendo la corriente de carga máxima que puede circular.

Velocidad: El respaldo remoto debe ser lento para permitir que los relés principales operen.

Respaldo local y falla interruptor



- 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.

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).

Los sistemas redundantes aumentan la Dependabilidad (operar cuando se debe operar), pero es muy posible que bajen la Security (disparar cuando no se debe operar).

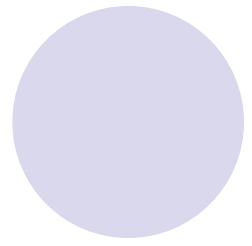
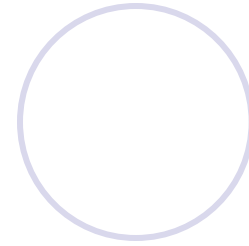
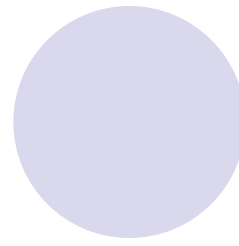
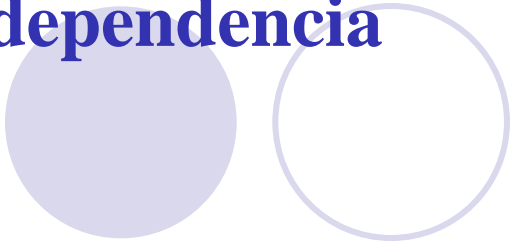
Interdependencia



→ Es la probabilidad de que, ante un defecto en el sistema de potencia, un sistema de protección responda de igual manera (en el sentido que responde correcta o incorrectamente) que otro sistema de protección en la misma ubicación y ante el mismo defecto.

Es importante considerar la conveniencia de que la interdependencia
→ entre ambos sistemas debe ser baja, de manera de minimizar que ninguno de los dos sistemas despeje un defecto dado.

Interdependencia



Para lograr una interdependencia baja es común que ambos sistemas de protección:

tengan distintas baterías de alimentación o al menos distintos circuitos de alimentación,

midan corrientes de distintos núcleos de TIs,

midan tensiones de distintos bobinados de TVs

estén en diferentes paneles,

disparen distintas (o ambas) bobinas de apertura del interruptor,

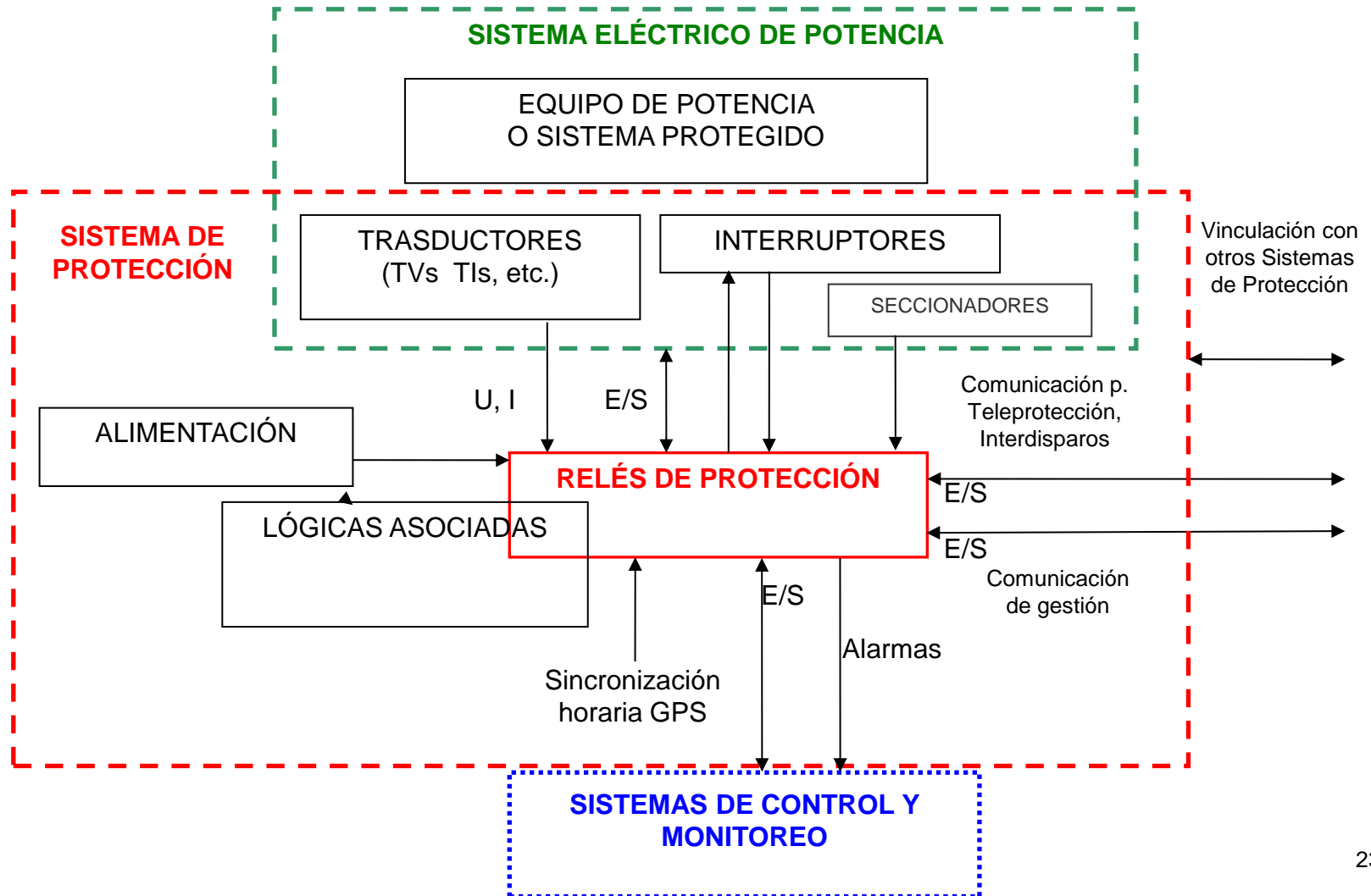
etc.



SISTEMA DE PROTECCIÓN

Un sistema de protección es el conjunto de dispositivos y elementos interrelacionados (y sus funciones), que permiten o aportan al objetivo del mismo: proteger el equipo de potencia que corresponde o al sistema de potencia.

Elementos de un sistema de protección



Componentes principales de un sistema de protección

- 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
- Relés de protección
- Tomas para ensayo
- Sincronización horaria
- etc.

Componentes de un sistema de protección

Alimentación

- Banco de baterías
- Cargador de baterías
- Barra y alimentadores y sus lógicas de conmutación
- Distribución de continua.
 - Salidas por sección (TQ independiente)
 - DC de disparo, alarma, alimentación prot.
 - Sistemas duplicados, DCs independientes
 - Alarma de falta de DC, por TQ

Transductores. Transformadores de medida

Funciones:

- adaptar V e I elevadas a niveles compatibles instrumentos y protecciones
- aislación galvánica a instrumentos de medida y relés de protección respecto del circuito de potencia
- uso normalizado para las V y I secundarias nominales de instrumentos medida y protecciones

Componentes de un sistema de protección

Transductores. Transformadores de medida

TI (transformador de medida de corriente para protección)

- Tipo inductivo
- corriente primaria impuesta por el circuito de potencia
- la corriente secundaria es reflejo de la primera.

TV (transformador de medida de tensión para protección)

- Tipo inductivo
- Tipo capacitivo

Componentes de un sistema de protección

Interruptor

- Aísla la falta, interrumpiendo la circulación de corriente, en un cruce por cero de la misma.
- En el primer cruce por cero de la corriente luego de enviada la señal de disparo
- Es más común abrir en el segundo o tercer cruce por cero. Como los contactos del interruptor se van separando, si la separación entre los contactos del interruptor no es suficiente el arco se reinicia y se debe esperar hasta el siguiente cruce por cero

Componentes de un sistema de protección

Interruptor

Medio para la extinción del arco:

- Aceite: no precisa de energía desde el mecanismo de operación para la extinción del arco
- SF6: requiere de energía adicional, y debe operar a alta presión o desarrollando un ráfaga de gas durante la fase de interrupción del arco.
- Vacío.

Componentes de un sistema de protección

Interruptor

- Ciclo O-C-O (apertura – cierre – apertura)
 - Bloqueos (recierre, apertura, baja presión)
- Tiempos típicos de apertura:
 - 50 ms para EAT
 - 70 ms para AT
 - 100 ms para MT
- cámaras de corte
- resistencias de pre-inserción al cierre

Componentes de un sistema de protección

Interruptor

- pole-spam eléctrico (dispersión en la apertura de los polos) 5 ms
- bobinas de apertura y cierre
 - independientes por polo
 - que comanden los 3 polos
- bobinas de apertura independientes
 - apertura
 - disparos (1 y 2)

Componentes de un sistema de protección

Interruptor

Cierre por mando y el recierre, cuando:

- no haya tensión en ambos lados
- hay tensión de un lado y no hay tensión del otro,
- hay tensiones en sincronismo (amplitud, fase y frecuencia similares) a ambos lados.

Componentes de un sistema de protección

Interruptor

Contactos repetidores de la posición

- “a” o normalmente abiertos (NA o NO)
- “b” o normalmente cerrados (NC)

- “a” en serie con bobina de apertura para cortar la corriente de disparo

Componentes de un sistema de protección

Señales digitales hacia y desde las protecciones, etc.

Posición de equipos de maniobra

- mono o tripolares
- contactos en serie o paralelo
- tipo “a” o tipo “b”
- Seccionadores e Interruptores

Disparos

- Disparos desde otros equipos o sistemas
- Interdisparos

Orden de re-cierre

Otras señales digitales

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

Componentes de un sistema de protección

Alarmas y señalizaciones

Señales, eventos y alarmas a paneles de mando y SCADAs

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

Componentes de un sistema de protección

Cableados, relés auxiliares

- Cables (secciones de circuitos de I y disparo)
- Borneras
- Relés auxiliares
- Lógicas
 - Cableadas
 - Programadas en la protección
 - Mensajes GOOSE de norma IEC61850 (entre IEDs)

Componentes de un sistema de protección

Aterramiento

- Neutros de los circuitos secundarios de medida (V e I). En un solo punto.
- Cajas de equipos y paneles
- Apantallados de los cables

Debe ser efectivo:

- a 50 Hz
- para transitorios de alta frecuencia (producidos por maniobras, descargas atmosféricas, etc.)



Comunicaciones

Teleprotección

Gestión de las protecciones

Comunicación para teleprotección

Posibilita ciertas funciones instantáneas de protección:

- Teleprotección en protección de líneas y cables (distancia, direccionales)
- Comunicación de la protección diferencial de líneas o cables
- Interdisparos

Comunicación para teleprotección

Parámetros más importantes de los sistemas de telecomunicación:

- Tiempo de transmisión (latencia)
- Ancho de banda
- Relación señal/ruido en la entrada del receptor
- Security y dependability

Comunicación para teleprotección

Equipos

alta disponibilidad, dependabilidad y seguridad

retardos compatibles con las funciones de protección

Medios físicos

- hilo piloto
- onda portadora (power line carrier o PLC),
- microonda, radio
- fibra óptica (FO, dedicada o no)

Componentes de un sistema de protección **Comunicación para teleprotección**

Fibra óptica (FO)

- buen ancho de banda
- dedicada o compartida para múltiples usos
- SDH (Synchronous Digital Hierarchy)
- OPWG (por hilo de guardia)

Componentes de un sistema de protección

Comunicación para teleprotección

Canales

	Canal de teleprotección	Canal de teledisparo
Fibra óptica (FO) / SDH	5 ms	10 ms
PLC (carrier u onda portadora)	10 ms	20 ms

Teleprotección para

- habilitar
- bloquear

el disparo en el extremo remoto

Componentes de un sistema de protección

Comunicación para gestión de protecciones

Local

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

Remota

Funciones posibles de la comunicación para gestión:

- Descarga de Oscilografía
- Visualización y descarga de eventos internos
- Cambio de ajustes y lógicas
- Cambio de fecha y hora
- Reinicio

Componentes de un sistema de protección

Comunicación presente y futuro

Norma IEC 61850

- mensajes GOOSE entre IEDs
- muchos cableados entre IEDs serían innecesarios
- “bus de proceso” TVs, TIs, IEDs intercambiarán información analógica (V, I)
- interruptores. ¿Disparos de protección por mensajes GOOSE?

Confiablez, rapidez, disponibilidad, etc.

Componentes de un sistema de protección

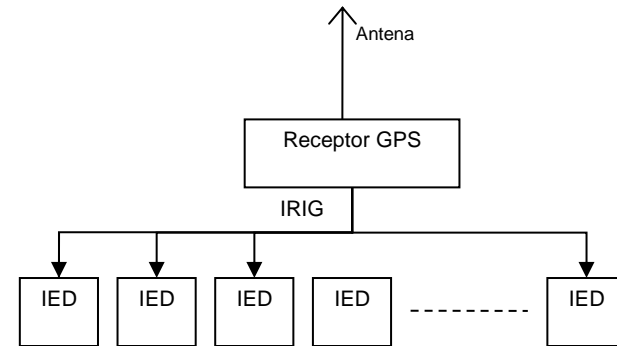
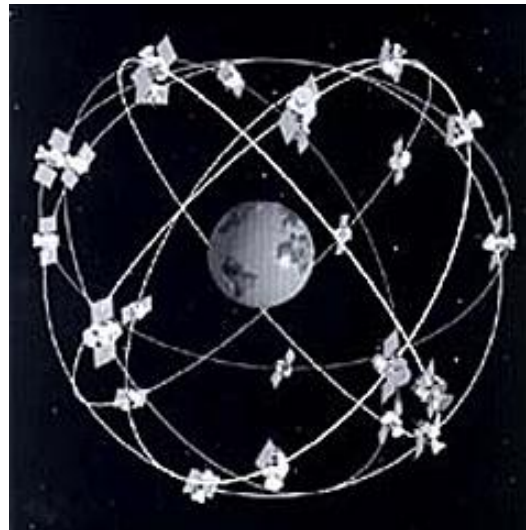
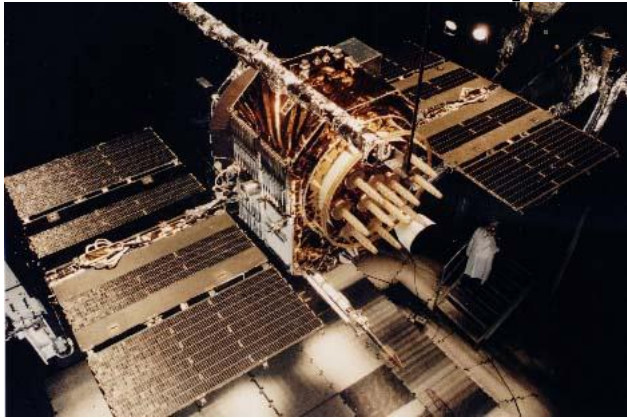
Tomas para ensayo

- Muy convenientes
- Se aísla momentáneamente la protección del resto de la instalación
- Inserción de una ficha de ensayo. Se conecta el equipo de inyección secundaria a la protección
- Seguras (cortocircuito de corrientes)
- Automatizan la actividad (baja riesgo de dejar algo mal conectado o desconectado)

Componentes de un sistema de protección

Sincronización horaria

- Se trata específicamente más adelante





SELECTIVIDAD

- Es la capacidad de una protección para identificar la sección y/o fase(s) en falta de un sistema de potencia.

Protección de Selectividad Absoluta (Unit Protection)

- También llamada protección de alcance definido.
- Su operación y su selectividad respecto de la sección protegida dependen de la comparación de las cantidades eléctricas de cada uno de los extremos de la sección protegida.
- La protección de selectividad absoluta NO provee respaldo.

Protección de Selectividad Relativa (Non-Unit Protection)

- También llamada protección con alcance indefinido.
- Su operación y su selectividad respecto de la sección protegida dependen de la medida de cantidades eléctricas en un extremo de la sección protegida, y en algunos casos depende del intercambio de señales de lógica entre los extremos.
- La selectividad de la sección protegida por una protección de selectividad relativa puede depender de su ajuste, particularmente con respecto a tiempo.

Protección de Selectividad Relativa (Non-Unit Protection)

- La selectividad relativa está asociada al concepto de respaldo.
- Las protecciones de selectividad relativa de una sección dada ven también los defectos en otras secciones cercanas.
- Por ello deben coordinarse con las protecciones de las otras secciones, de manera de lograr selectividad y brindar adecuado respaldo si es posible.

Protección de Selectividad Relativa (Non-Unit Protection)

- La selectividad relativa está asociada al concepto de respaldo.

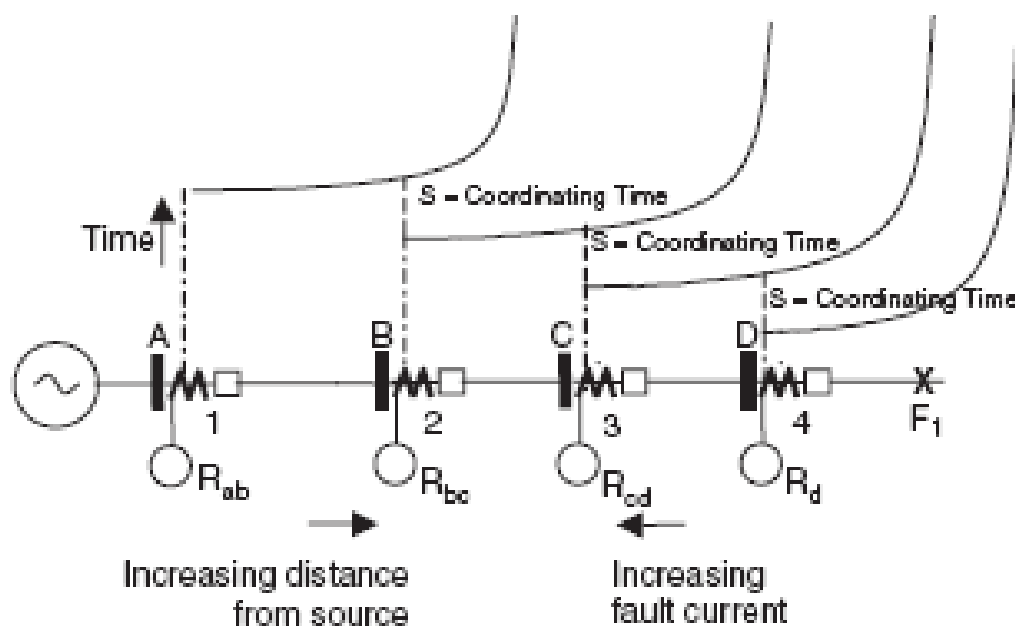


Figure 4.7 Relay coordination principles



Principios de Operación

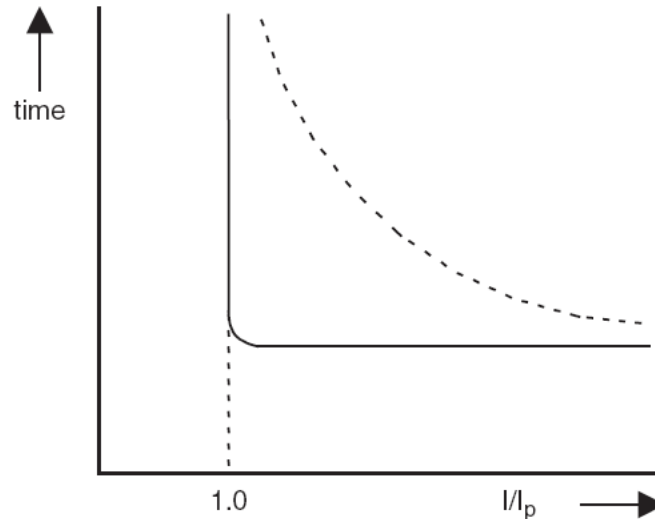
Principios de:

- Nivel,
- Zona,
- Dirección,
- Distancia,
- ...

Estos principios se utilizan solos o combinados para desarrollar funciones de protección.

Principio de Detección de Nivel

- Es el principio de protección más sencillo.
- Se compara la amplitud de una magnitud con una referencia o umbral.
- Caso típico es la función de protección de sobrecorriente (50 y 51, $I >> e I >$).



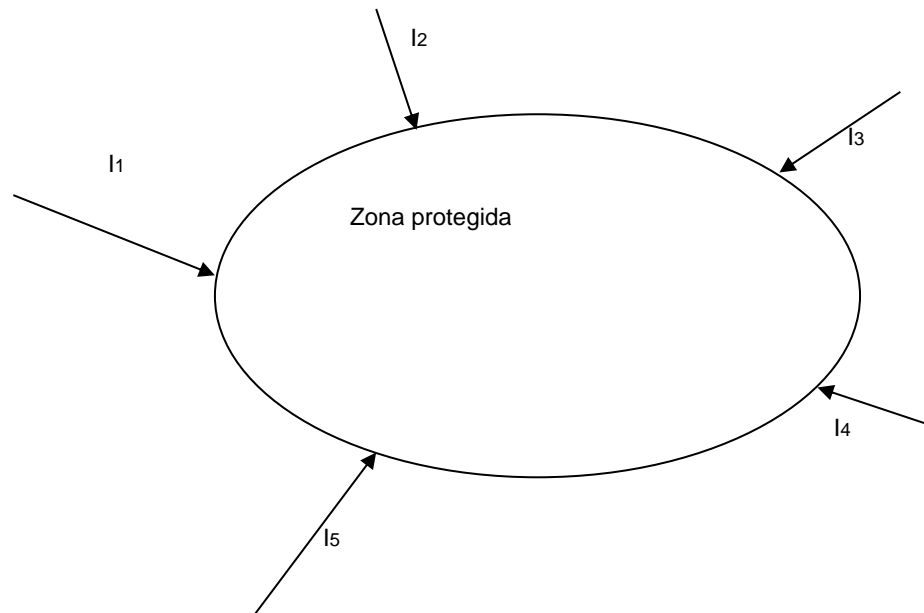
Principio de Detección de Nivel

- Mide en un solo extremo del equipo protegido, => el principio de detección de nivel es de selectividad relativa.
- sub y sobretensión (27 y 59, $U<$ y $U>$)
- sub y sobrefrecuencia (81, $f<$ y $f>$) subcorriente (37, $I<$),
- sobreflujo magnético (24, $\Phi>$)
- ¿equipo protegido? ¿sistema?

Principio de Zona

- primera ley de Kirchoff

$$\sum_i I_i = 0 \quad \text{en una zona dada.}$$





Principio de Zona

- El circuito o zona protegida (vigilada), delimitada por la ubicación de los TIs.
- Las corrientes se miden en todas las ramas que se conectan al equipo protegido (se protege equipo y parte de las ramas).

Principio de Zona

- Si no hay defecto o hay un defecto fuera de la zona vigilada:
- Si hay una falta dentro de la zona protegida, la derivación de la corriente de falta no está siendo sumada a las demás (no pasa por ninguna rama sensada):

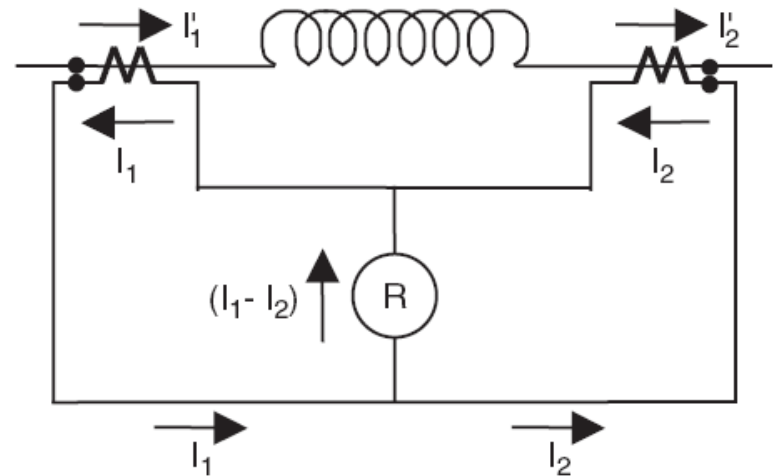
$$\sum_i I_i = 0$$

Principio de Zona

- Si no hay defecto o hay un defecto fuera de la zona vigilada: $\sum_i I_i = 0$
- Si hay falta dentro de la zona protegida,
 - la derivación de la corriente de falta no está siendo sumada a las demás
 - (no pasa por ninguna rama sensada): $\sum_i I_i \neq 0$
- Es claramente entonces un principio con selectividad absoluta.

Principio de Zona

- Las funciones diferenciales (87) utilizan este principio de operación.
- transformador,
- generador,
- bobinado de un transformador,
- línea o cable,
- motor,
- reactor,
- barra,
- ...

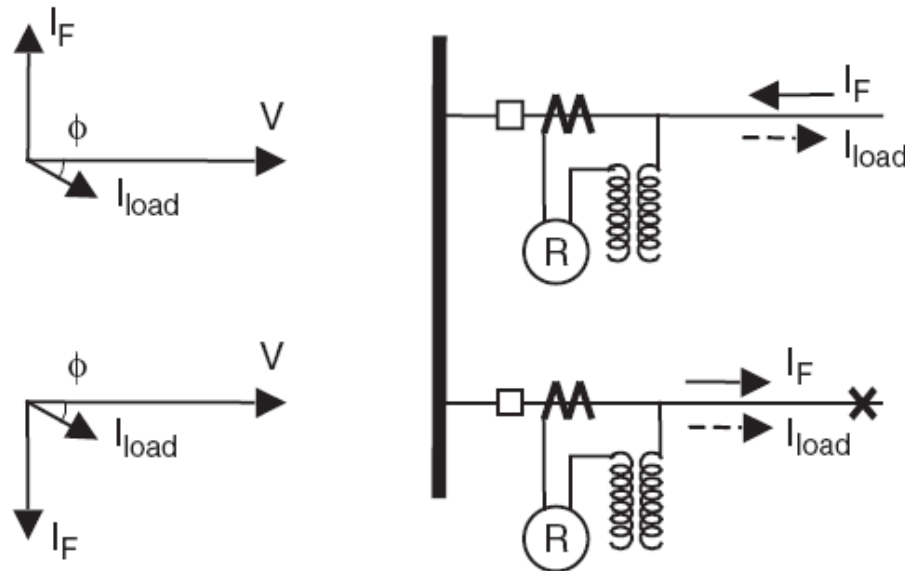


Principio de Dirección

- Una protección que detecta dirección puede discriminar si el defecto se encuentra a un lado u otro del punto de medida de corriente.
- Por ello el principio de dirección es de selectividad relativa.
- Se precisa la medida de otra magnitud (una tensión u otra corriente)

Principio de Dirección

- Una magnitud (corriente en el punto donde conocer la dirección) = magnitud de operación.
interesa el defasaje respecto de la referencia (m. polarización).
- Otra magnitud (por ej. tensión generalmente) es la magnitud de polarización.
importa su argumento (referencia de ángulos).



Principio de Dirección

Funciones direccionales

sobrecorriente direccional (67, \vec{I}),

potencia (32, \vec{P})

tanto de fases como de neutro



Principio de Distancia

Determina si la distancia entre el punto de observación y el punto en que se produce el defecto es mayor, menor o igual que una distancia prefijada.

Por ello es un principio de selectividad relativa.

La medida de distancia se realiza midiendo impedancia. => principio de distancia o impedancia

Principio de Distancia

Medir V_s e I_s en un extremo del equipo protegido

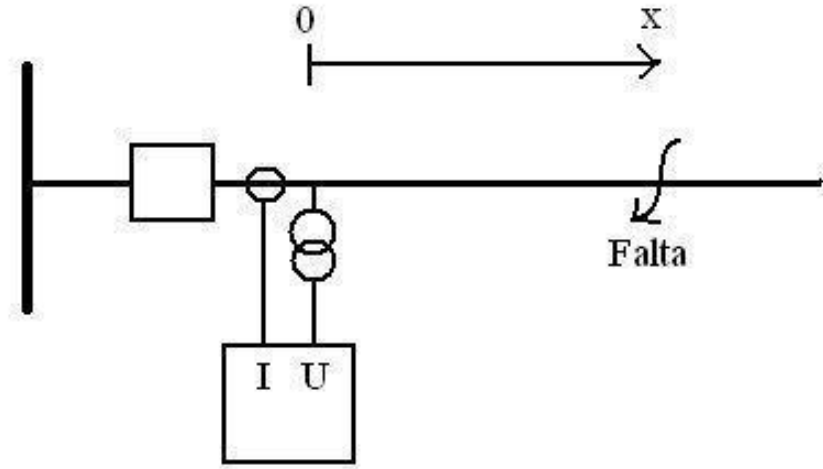
Para proteger

- líneas aéreas,
- cables subterráneos,
- transformadores,
- etc.

distancia o impedancia ($21, Z<$) usan este principio de operación

Principio de Distancia

$$x_{[km]} = \frac{Z_{[\Omega]}}{z_{[\Omega/km]}}$$



Para defecto trifásico:

$$x = \frac{1}{z} \times \frac{U_{AN}}{I_A}$$

Para defecto bifásico B-C:

$$x = \frac{1}{z} \times \frac{U_{BN} - U_{CN}}{I_B - I_C}$$

Para defecto monofásico A-N:

$$x = \frac{1}{z} \times \frac{U_{AN}}{I_A + K_0 \times I_N}$$

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

- Relé de protección
- Relé de monitoreo
- Relé de recierre
- Relé de regulación
- Relé auxiliar
- Relé de sincronismo

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

Relé de protección

- Detecta defectos y condiciones anormales y generalmente dispara interruptores, además de dar alarma, etc.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

Relé de monitoreo

- Verifica condiciones en el sistema de potencia o en el sistema de protección.
- No manda abrir interruptores.
- Por ej. detector de faltas, unidad de alarma, monitoreo de canales de protección, verificación de sincronismo, coincidencia de fases, supervisión de circuitos de disparo.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

Relé de recierre

- Establece una secuencia de cierre del interruptor, luego de su disparo por protección.
- Al recierre automático también se lo llama reconexión automática.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

Relé de regulación

- Se activa cuando parámetros operativos se desvían de los límites predeterminados.
- Trabaja vinculado al control de equipos.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

Relé auxiliar

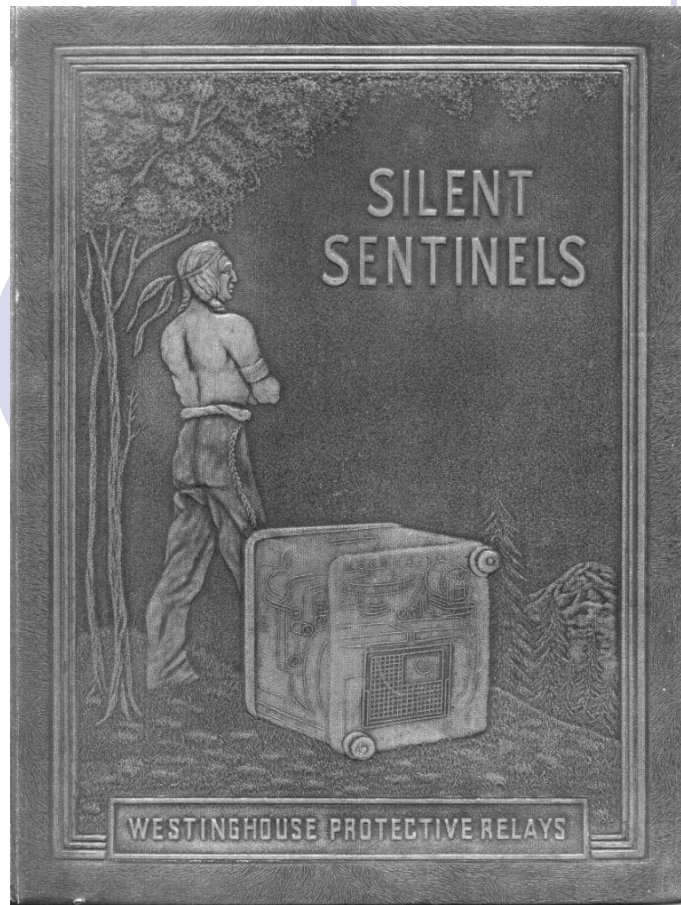
- Opera como consecuencia de las señales de apertura o cierre de un circuito, para suplementar la acción de otro relé o dispositivo.
- Por ej. temporizadores, multiplicadores de contactos, relés de sellado (seal-in) y señalización, relés biestables de bloqueo de cierre y enclavamiento de disparo, relés aisladores, relés de disparo, relés de apertura, etc.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

Relé de sincronismo

- Asegura las condiciones apropiadas para la interconexión de dos secciones de un sistema eléctrico.

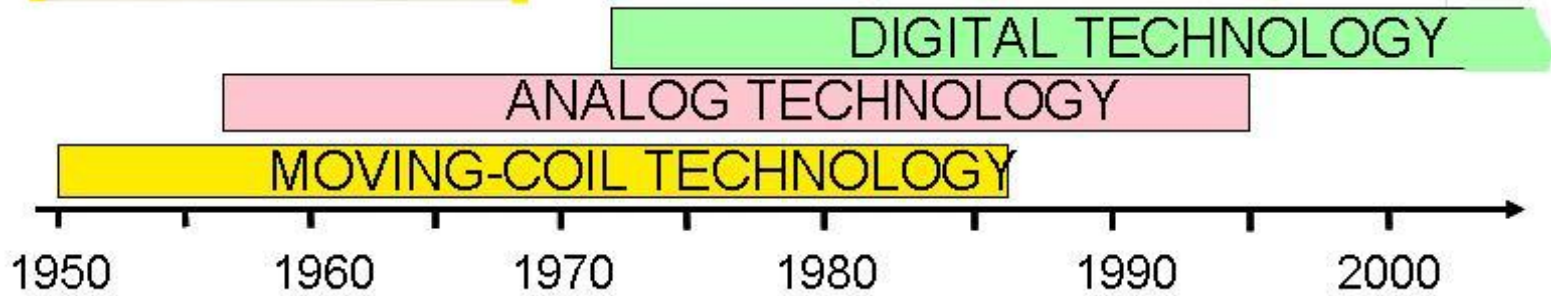
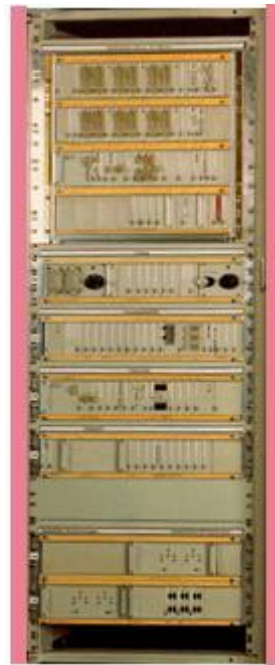
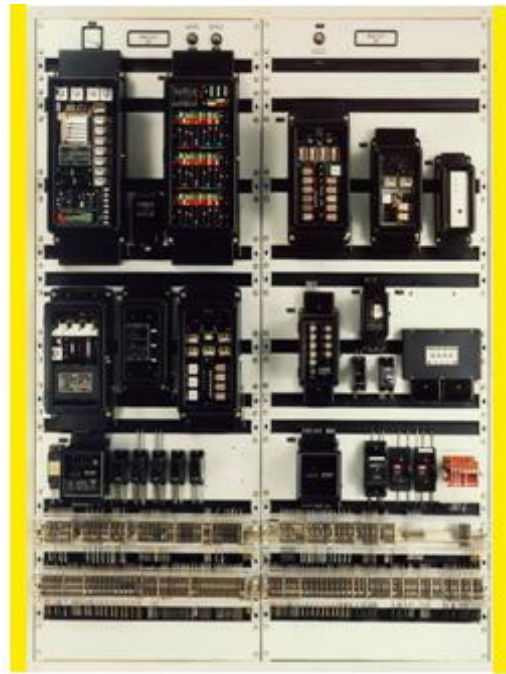
CLASIFICACIÓN DE RELÉS DE PROTECCIÓN POR SU TECNOLOGÍA



CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

- Primarios.
 - Electromecánicos
- Secundarios
 - Electromecánicos
 - Electrónicos o estáticos (analógicos y digitales, electrónica discreta e integrada)
 - Digitales microprocesados
 - Numéricos

CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA



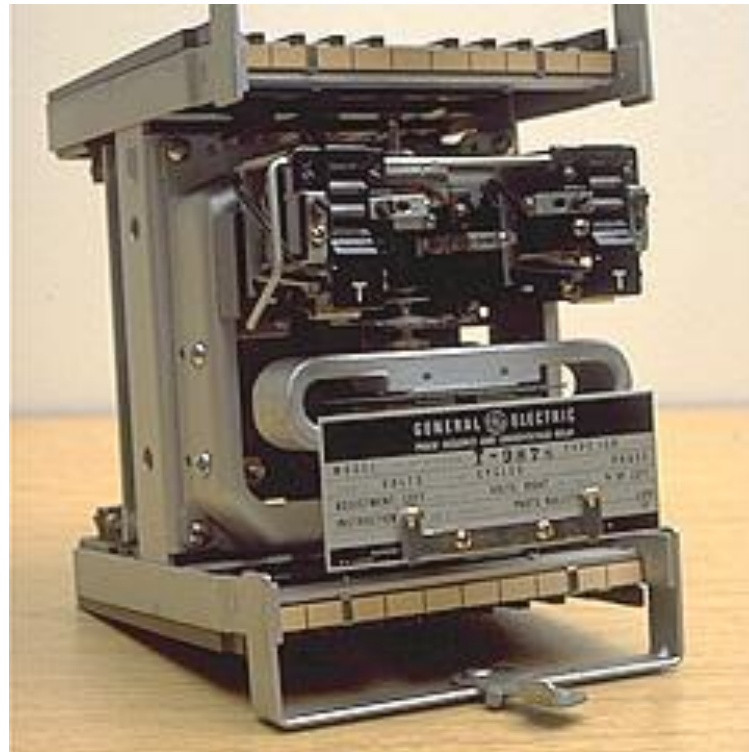
CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés electromecánicos

- Principios del siglo XX.
- Operan por un estímulo eléctrico se producen fuerzas electromecánicas que causan el cierre de un contacto del relé.
- Fuerza es producida por el flujo de corriente en uno o más bobinados en uno o más núcleos magnéticos.
- Hay aislación galvánica entre la entrada y la salida.
- Variantes:
 - Relés de atracción de armadura
 - Relés de disco o copa de inducción.
 - Relés de bobina móvil
 - Relés térmicos
 - Relés operados por motor.
 - etc.

CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés electromecánicos



CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés electrónicos (estáticos)

- Años '60 con el uso de la electrónica analógica discreta
- Inicialmente transistores y diodos para realizar comparadores, amplificadores, cuadradores, funciones lógicas, etc.
- Posteriormente circuitos integrados lineales y digitales (amplificadores operacionales, compuertas, flip-flops, etc.). Funciones lógicas más elaboradas.
- Estáticos (no hay elementos móviles para obtener los principios de operación).
- Los mismos conceptos de protección de los relés electromecánicos. Se puede ver como una sustitución tecnológica caja a caja.

CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés electrónicos (estáticos)

- Cambio de ajustes más sencillo y flexible (dip-switches, potenciómetros, etc.)
- Baja el consumo en los circuitos de medida
- Aumentaron los problemas con al EMI y RFI (SE ruidosa).
- Su calibración y reparación dejó de ser una actividad de campo, pasándose a realizar en laboratorio.
- Su fuente de alimentación pasó a ser un elemento crítico, que debía ser altamente confiable.
- Pero tiene supervisión de la fuente de alimentación y contacto de alarma ante su falla.

CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés electrónicos (estáticos)



CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés digitales

- Aparición del microprocesados y la computación, '80.
- Las funciones de protección se implementan en programas y algoritmos programados.
- El procesamiento de las señales analógicas (corrientes y tensiones) puede ser al menos de dos maneras:
 - Rectificación y conversión A/D. Uso de esos valores para los algoritmos de operación (comparadores de amplitud).
 - Cuadrar las señales analógicas. Luego circuitos lógicos o el microprocesador compara las fases de las señales cuadradas y desarrolla los algoritmos de operación (comparadores de fase).

CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés digitales

- Reducidas de capacidades, velocidades y memoria.
- No son más rápidos que los relés de tecnologías anteriores, pero el tiempo extra no es problemático.
- Funciones de autodiagnóstico (watch-dog) además que la de pérdida de alimentación.

CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés digitales



CLASIFICACIÓN DE PROTECCIONES SEGÚN SU TECNOLOGÍA

Relés numéricos

