



FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA PPA 2023-2024

Asignatura: Distribución de Energía Eléctrica



UNIDAD 4 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

TEMA : ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Módulo: 7mo

Paralelo: A

Docente: Ing. Silvia Taípe ,MSc.

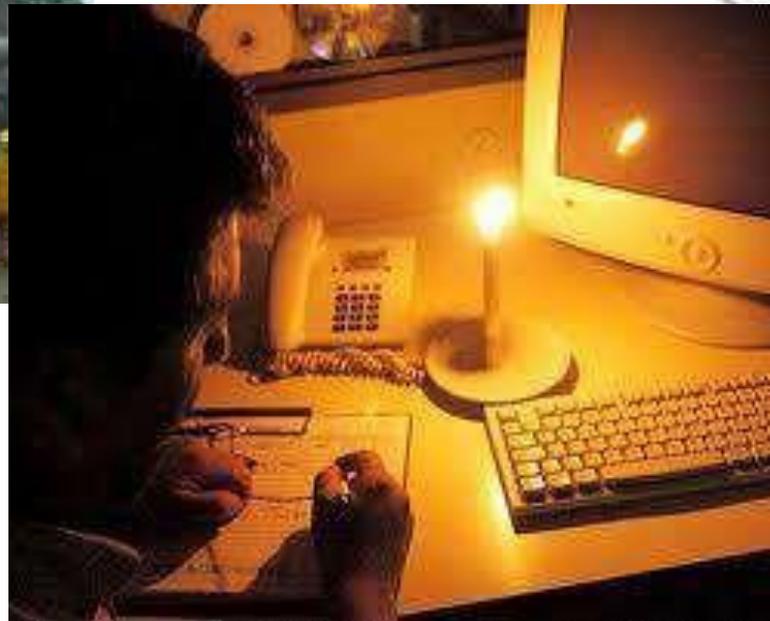
SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

¿PORQUÉ SON NECESARIAS LAS PROTECCIONES EN UN SISTEMA ELÉCTRICO?

1. PREVENIR daños considerables en equipos instalados y minimizar los costos de las reparaciones.
2. REDUCIR los cortes de energía a los usuarios al mínimo posible. Y mantener el servicio de energía de forma continua hasta donde sea posible para poder facturar.
3. PROTEGER la salud del personal, del público general.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

CUANDO UNA PROTECCIÓN NO TRABAJA CORRECTAMENTE



SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

Coordinación de Protecciones

La coordinación de protecciones eléctricas tiene como objetivo lograr la selectividad y velocidad en el aislamiento de fallas que puedan aparecer en cualquier momento en un S.E.P.

Es decir, la protección más cercana a la falla debe operar antes que cualquier otra y aislarla antes de que pueda causar daños a cualquier componente del sistema.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

CONDICIONES ANORMALES PARA QUE EN UN SISTEMA ELÉCTRICO FALLE

1. EVENTOS NATURALES:

- Truenos,
- Huracanes,
- Terremotos.

2. ACCIDENTES FÍSICOS:

- Caída de un árbol,
- Explosiones,
- Accidentes.

3. FALLAS EQUIPOS:

- Daño aislamiento cables,
- Fallas internas en equipos

4. MALA OPERACIÓN:

- Aterrizar circuitos conectados a tierra,
- Mala instalación.
- Inadecuada especificación técnica.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

FALLAS EN UN SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA



TRANSITORIAS

Falla que no daña el aislamiento o equipos de forma permanente y pueden ser energizados después de un corto periodo de tiempo.



PERMANENTES

Falla permanente del aislamiento o equipos y se requiere de una reparación antes de energizar el circuito.

FALLAS PASIVAS QUE OCURREN EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

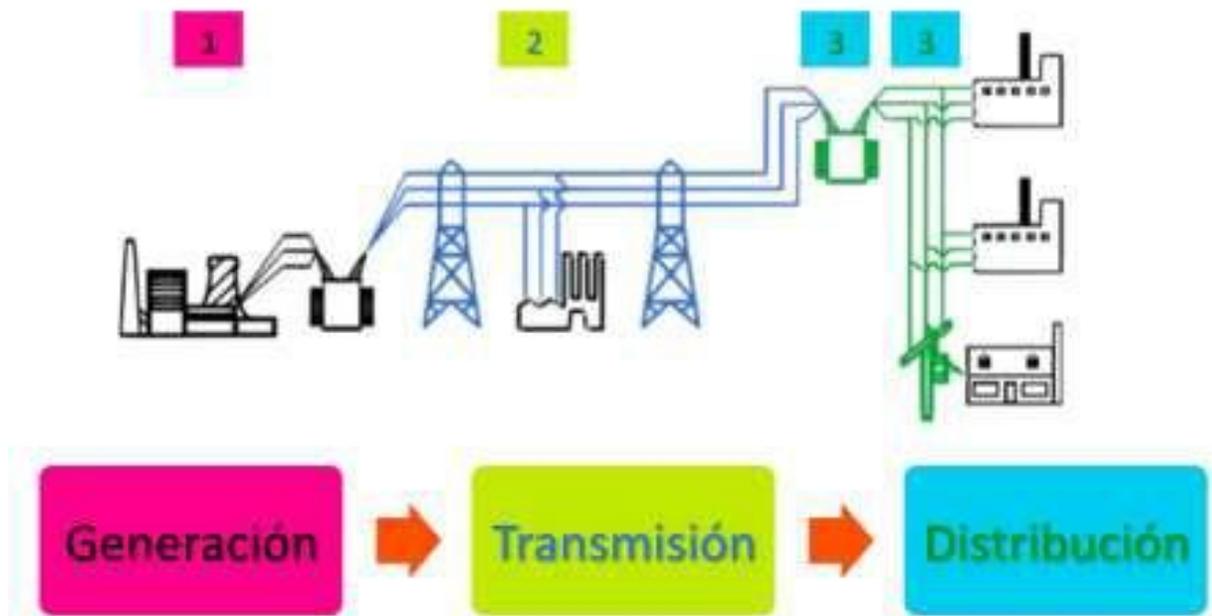


TRANSFORMADOR / GENERADOR

- Bajo Voltaje.
- Cambios de potencia o del factor de potencia.
- Cambios en la dirección de la corriente y flujo de la potencia.
- Cambios en la frecuencia del sistema.
- Cambios internos en temperatura.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

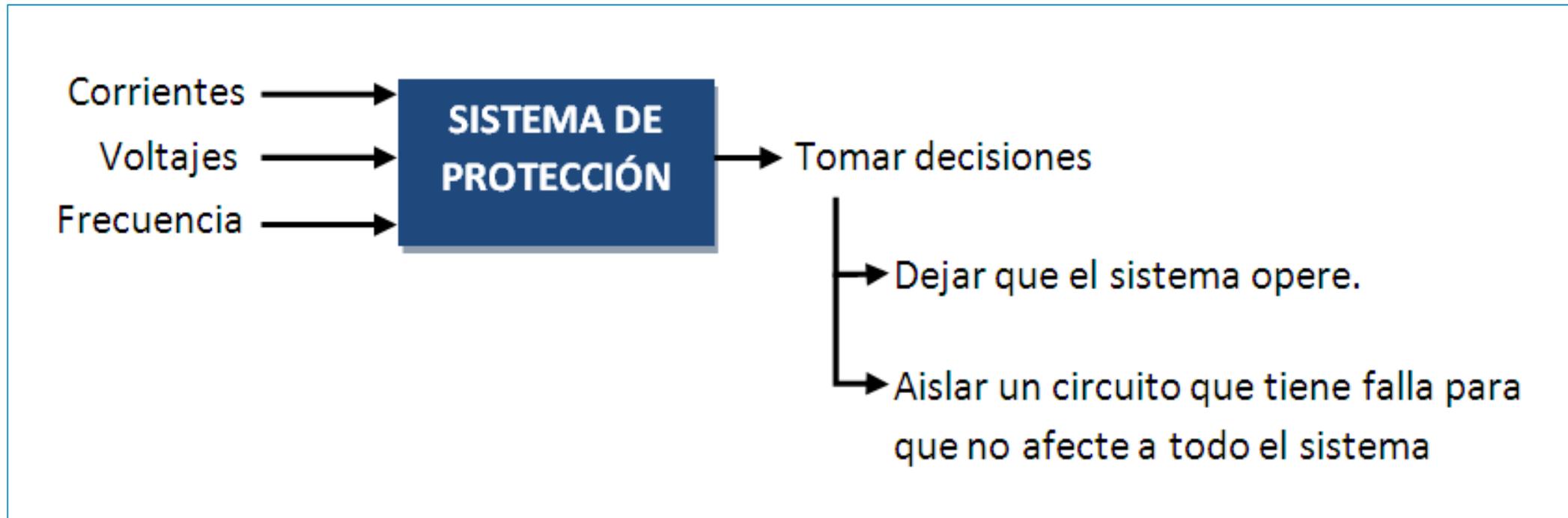
OTRO TIPO DE FALLAS QUE OCURREN EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS



- **Subtension:** cuando el valor nominal de la tensión es inferior al valor nominal. Produce sobre corrientes.
- **Sobretensión:** Es cuando el valor nominal de la tensión es superior al valor nominal. Riesgo en perforación del aislamiento.
- **Sobrecarga:** Cuando el circuito trabaja a una mayor cantidad de corriente a la que fue diseñado.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

COMO SE COMPORTA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN



CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

VELOCIDAD: Responder ante una falla en el menor tiempo posible. Alta velocidad, 50 ms ó 3 ciclos de 60Hz.

CONFIABILIDAD: Representa la certeza de que la protección opere cuando deba hacerlo (dependabilidad) y así como la certeza de que no opere cuando no le corresponda (seguridad).

SELECTIVIDAD: La protección se arregla en zonas, es indispensable seleccionar y disparar las zonas mas cercanas.

SENSIBILIDAD: Se refiere al valor mínimo que se requiere para que la protección actúe.

AUTOMATICIDAD: Para una mayor rapidez en la respuesta, las Protecciones deben realizarse sin intervención humana.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

PROTECCIÓN PRIMARIA :

Esta protección debe actuar con la mayor rapidez posible y en primer lugar. La de respaldo se energiza y arranca al mismo tiempo que la primaria y como es más lento, solo operará en caso de que la primaria no respondiera. La protección primaria se diseña de tal manera que desconecte la mínima porción posible de un sistema eléctrico, de manera que aíse el elemento fallado, tomando las siguientes consideraciones:

- 1) Cualquier falla que ocurra dentro de una zona dada deberá disparar todos los interruptores que envían energía a esa zona.
- 2) Se debe considerar zonas de solapamiento, los puntos de unión de zonas contiguas, por lo general son interruptores que alimenta las dos zonas.
- 3) Los transformadores de corriente son los elementos que delimitan físicamente las zonas de protección.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

PROTECCIÓN SECUNDARIA - Esta protección actúa de manera simultánea a la protección primaria y no es necesaria ninguna coordinación, ya que la actuación del esquema de protección puede ser efectuada de manera indistinta por cualquiera de ellas, la que actúe primero. - Es la protección que debe operar cuando la protección primaria falla o está fuera de servicio (en mantenimiento). Opera mediante elementos independientes de los utilizados en la protección primaria.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

PROTECCIÓN DE RESPALDO - Si al producirse una anomalía, la protección encargada de aislar la zona no opera, los daños a los equipos serían mayores y la falla se propagaría por el resto del sistema con las consecuencias previsibles.

- Para que esto no ocurra se utiliza el respaldo, es decir, otra protección deberá ser capaz de detectar la falla y aislarla, aún a costa de dejar fuera de servicio equipos o sectores en condiciones normales.

- Según la ubicación de la protección que de respaldo, este puede ser **local** o **remoto**.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

Respaldo Local: Se ubica en la zona protegida y puede ser del tipo duplicación de la protección completa o parte de ella. Puede ser también del tipo adicional, tal como un relé temporizado.

Respaldo Remoto Este tipo de respaldo lo proporciona una protección ubicada en otra zona del sistema eléctrico. Por lo general, esta protección es del tipo principal en su zona de operación.

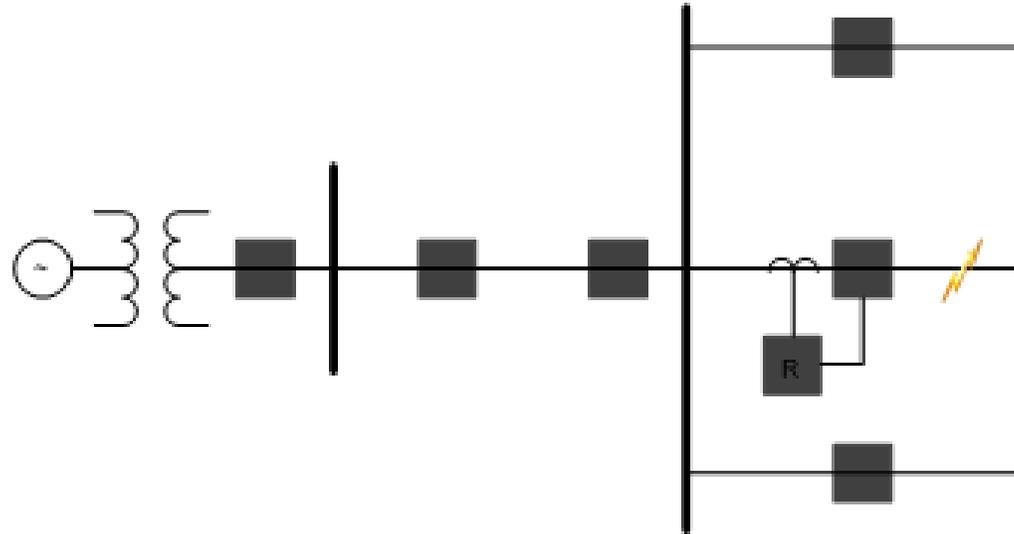
FALLAS EN LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

La protección primaria puede fallar por las siguientes causas:

- Falla de interruptor, ya sea del mecanismo de operación o del circuito de disparo.
- Falla de la alimentación de C.C. para el accionamiento del interruptor.
Falla de algún relé.
- Fallo de los transformadores de protección.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

RESPALDO EN LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

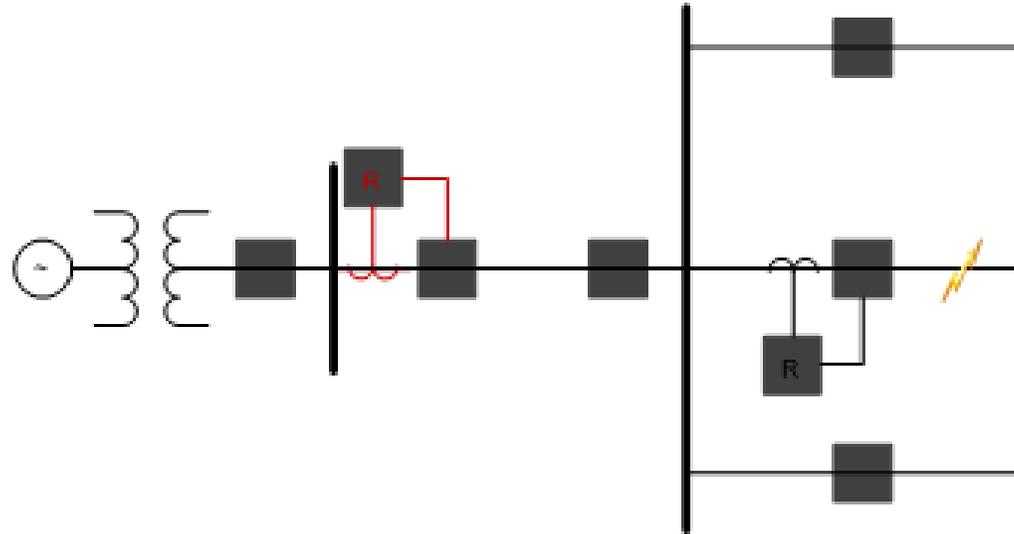


Es importante que nuestro sistema de protección actúe ante la presencia de una falla, sí o sí, para evitar la destrucción de los sistemas o equipos.

Por lo tanto las empresas han instalado dos tipos de respaldo a los sistemas de protección:
Local y Remoto

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

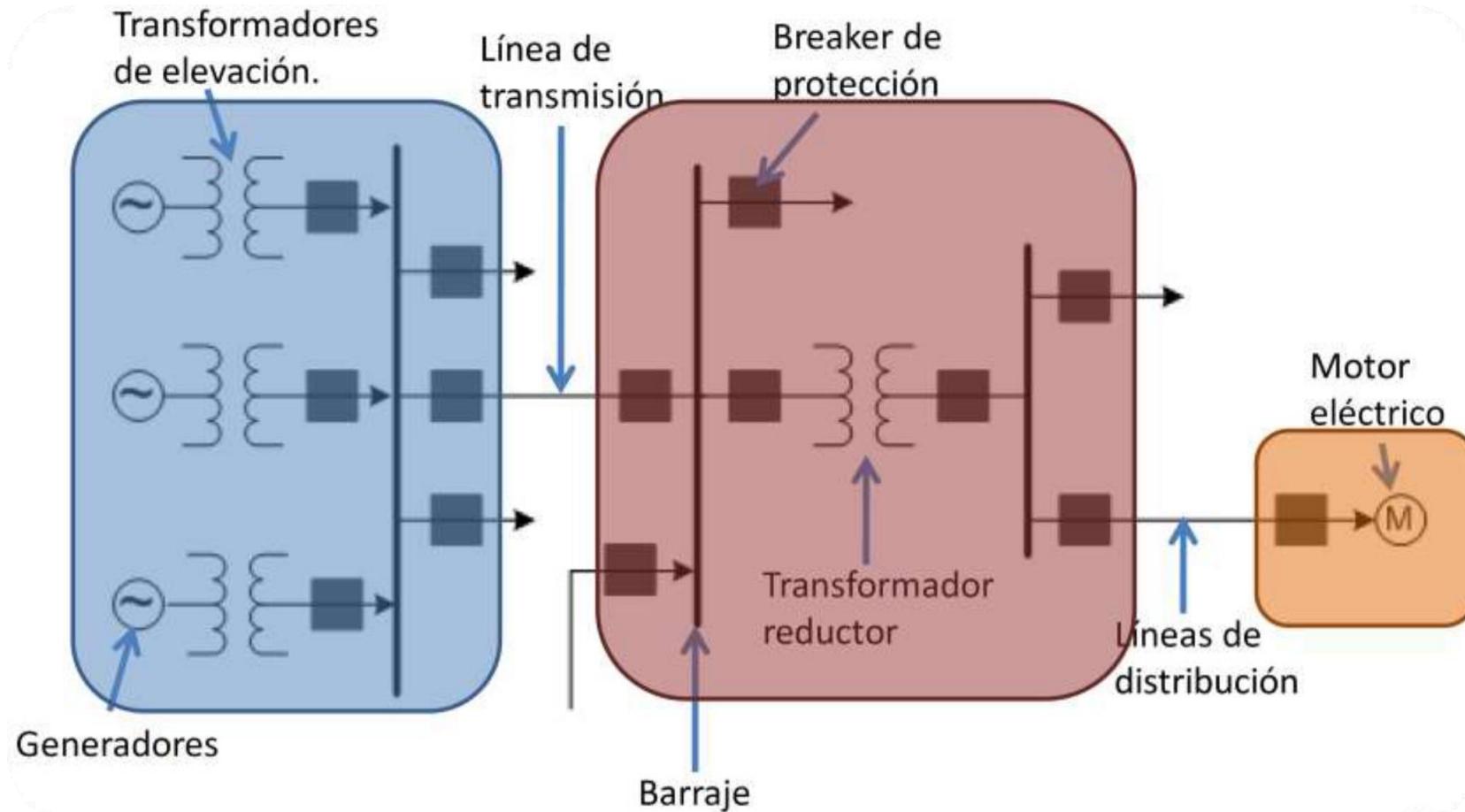
RESPALDO EN LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN



- El respaldo REMOTO se encuentra AFUERA, en la subestaciones vecinas.
- El sistema de respaldo remoto debe tener una temporización mayor al sistema de respaldo local.
- El sistema de respaldo remoto en la mayoría de casos también desenergiza circuitos que no presentan falla, afectando a usuarios que no deberían afectarse.

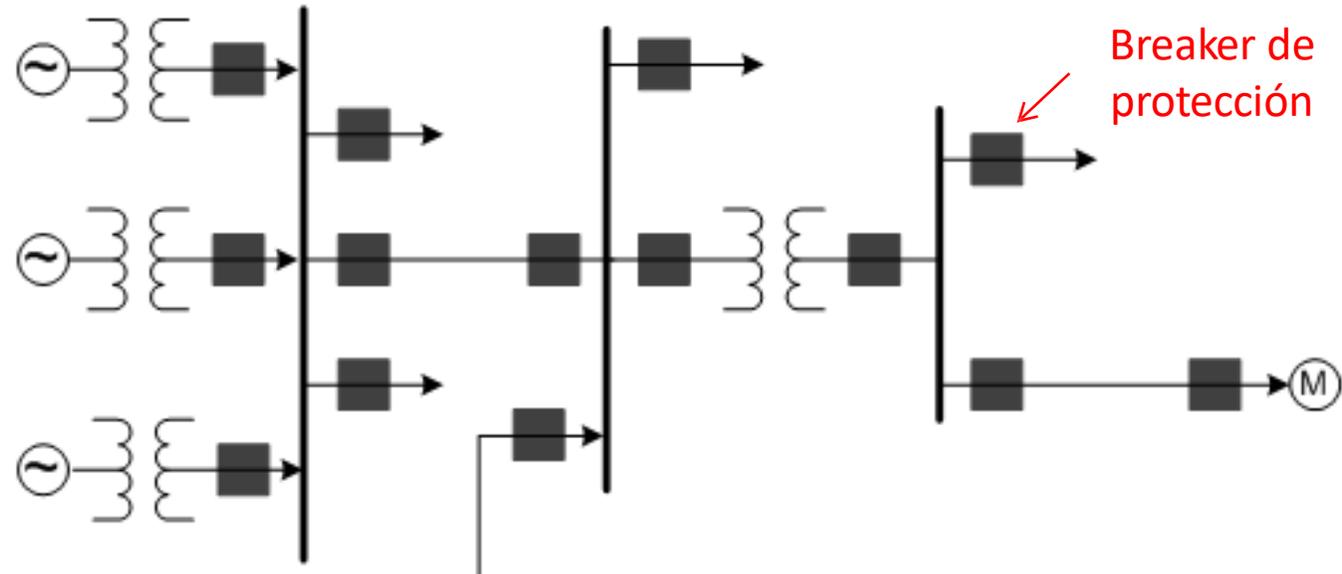
SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN



SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

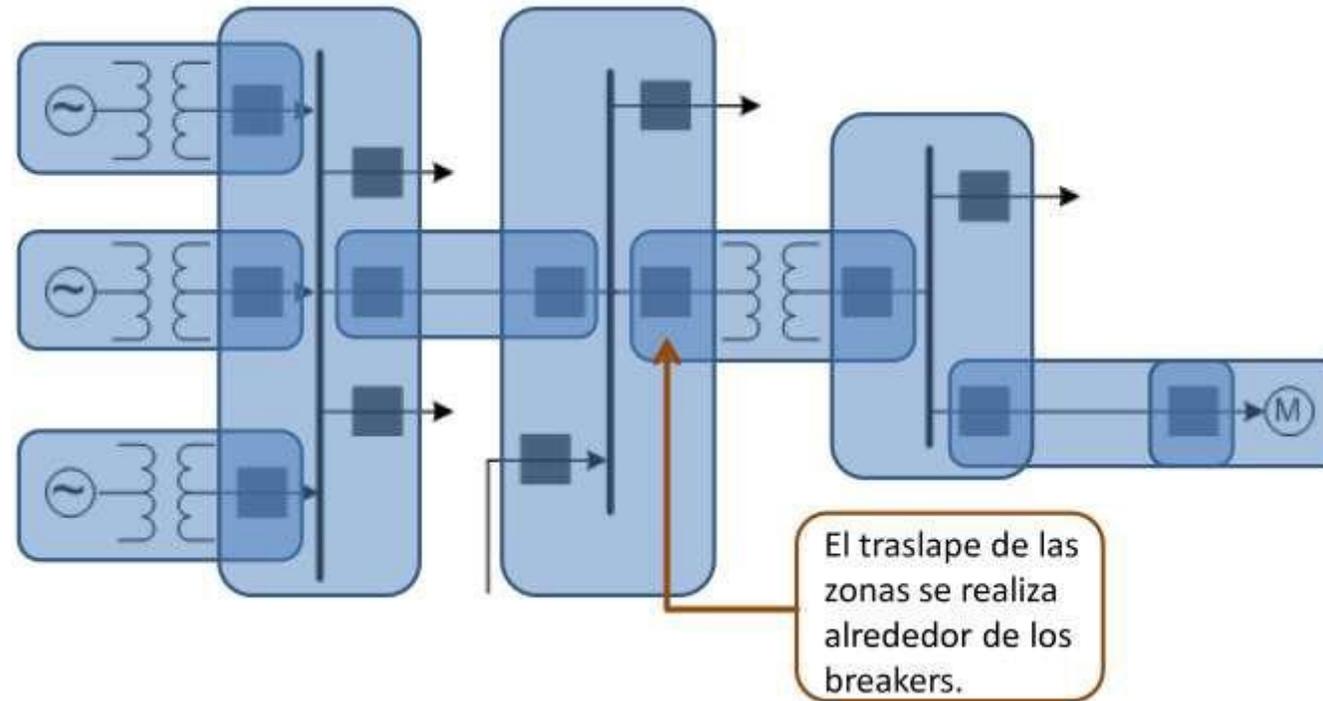
RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN



- Los breakers disparan para interrumpir el flujo de la potencia cuando ocurre una falla.
- Es de interés mantener la energía al resto de usuarios, el sistema de protección de abrir solo los breakeres necesarios para aislar la falla.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

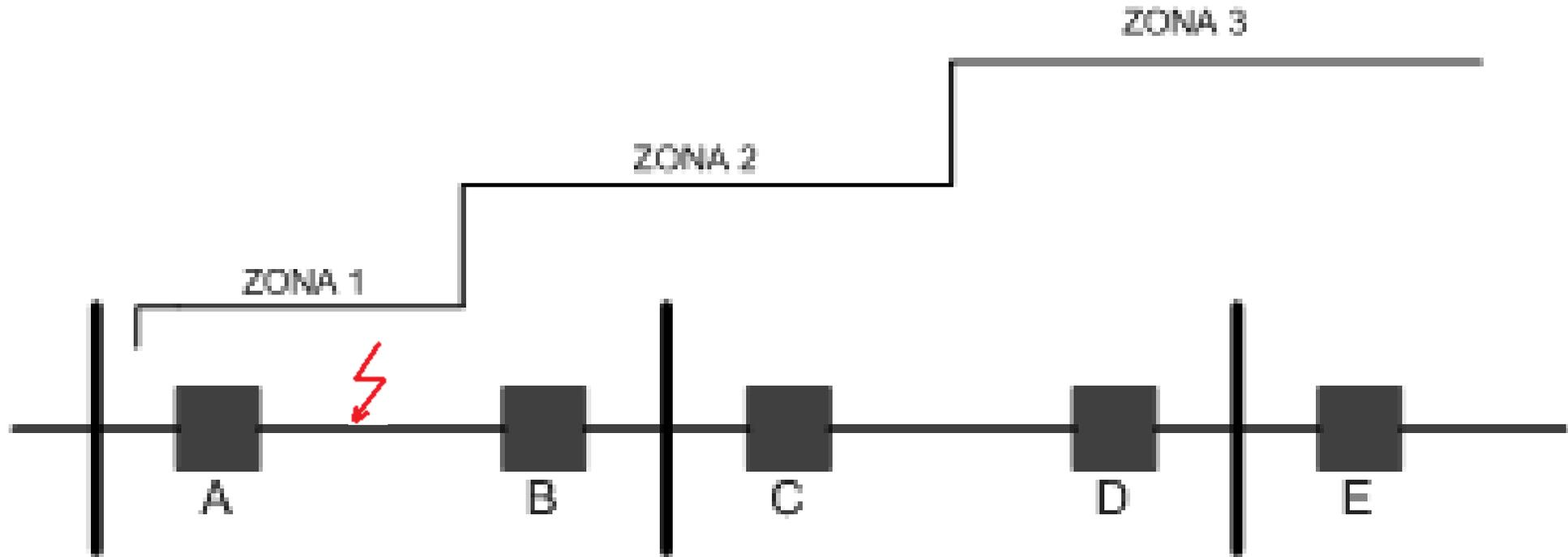
RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN



1. Todos los elementos deben de quedar dentro de una zona de protección.
2. Las zonas se deben solapar para que todo el sistema quede protegido y además se obtenga un respaldo remoto.

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

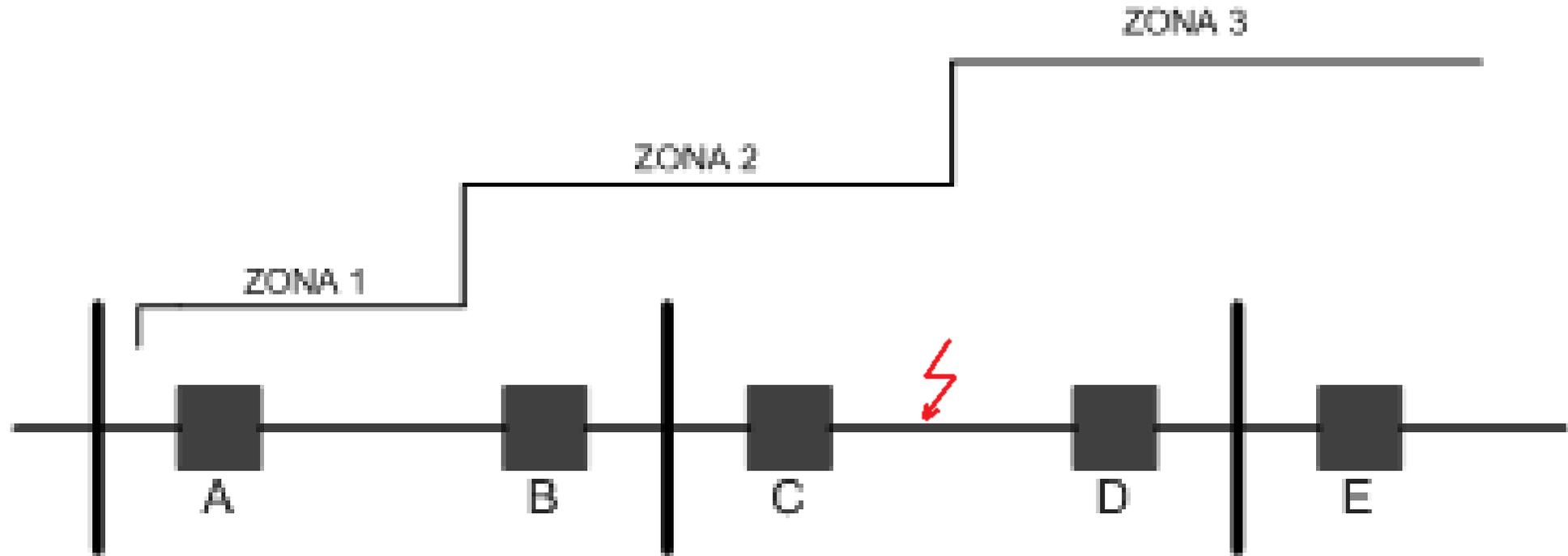
RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN



- La ZONA 1 para el breaker A lo abarca el 90% de la línea.
- El otro 10% de la línea lo protege el breaker B.
- Al presentarse la falla, el breaker A debe actuar inmediatamente (sin ningún tiempo de retardo) para aislar la falla.
- Al decir instantáneo, se refiere a que debe actuar en menos de 50ms (ó 3 ciclos de 60Hz)

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

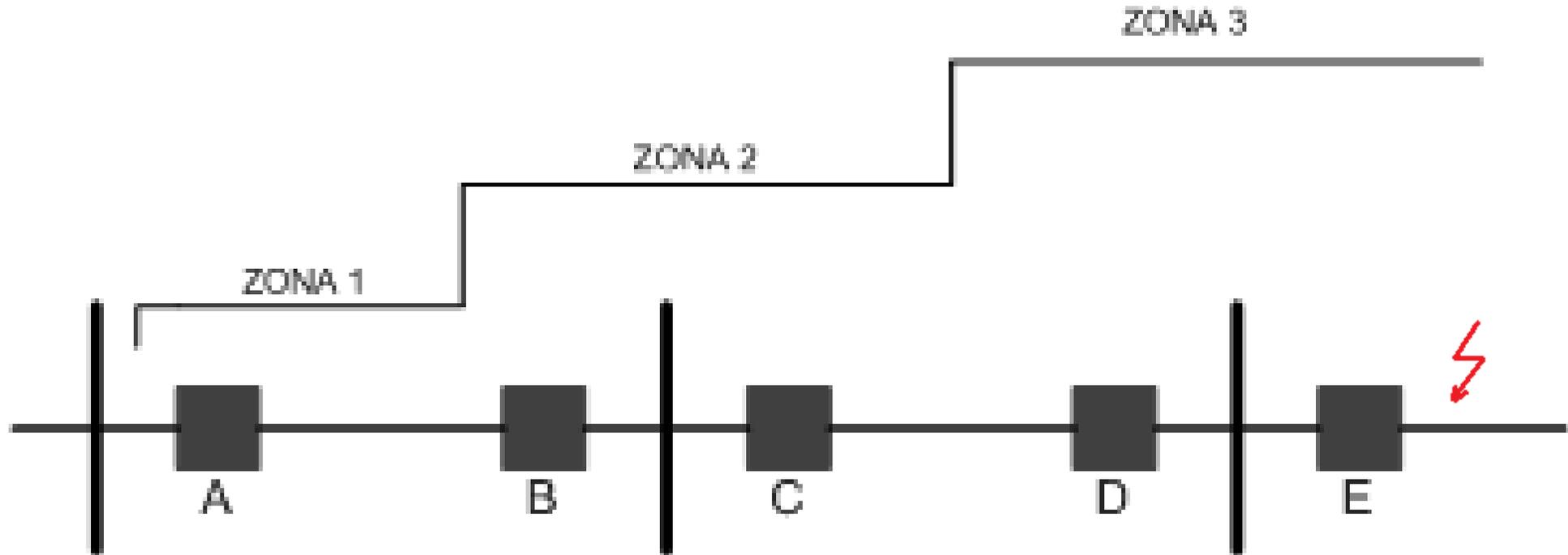
RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN



- Si una falla ocurre en la ZONA 2, el breaker A espera a que actúe el breaker C, si pasado unos milisegundos el breaker C no logra aislar la falla, entonces el breaker A actúa para aislar la falla.
- El tiempo de espera del breaker A es por lo general de 20 a 25 ciclos de 60 Hz (alrededor 400 ms).

SISTEMAS DE PROTECCIONES ELECTRICAS

RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN



- Si una falla ocurre en la ZONA 3, el breaker A espera a que actúe el breaker E o el breaker C, si pasado unos segundos los breakers E y C no logran aislar la falla, entonces el breaker A actúa para aislar la falla.
- El tiempo de espera del breaker A para la zona 3 es por lo general de 1 a 3 segundos.

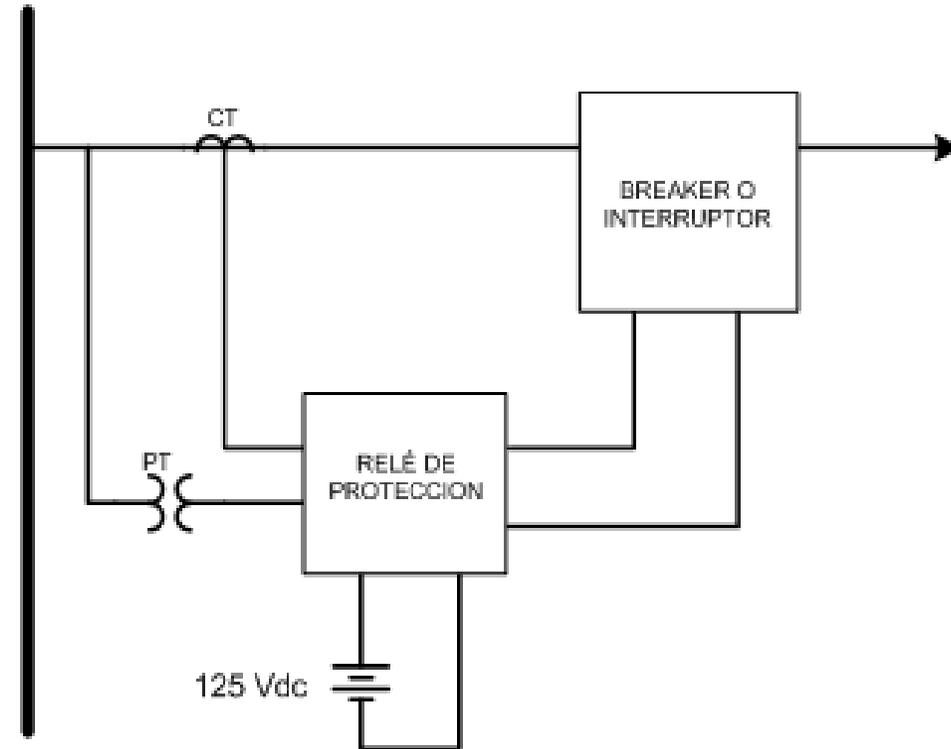
COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN

RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN

Componentes básicos de un sistema de protección

- Sensores de corriente y voltaje (CT's y PT's)
- Relés de protección.
- Breakers.
- Baterías DC.
- La interconexión.

Todos los elementos son muy importante para la correcta operación de la protección.

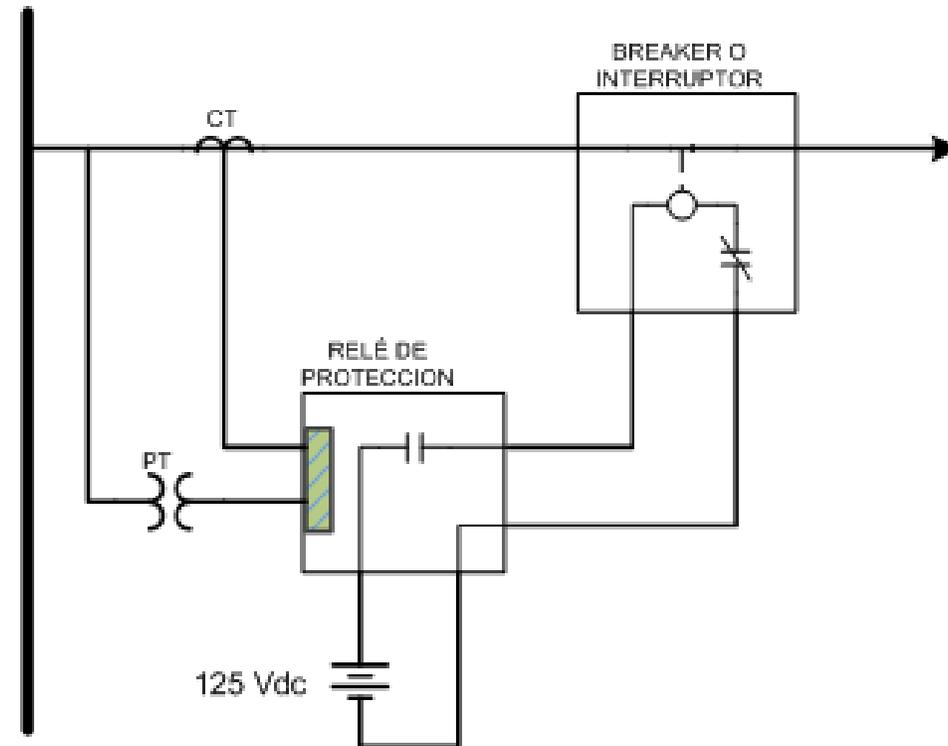


COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN

RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN

- CT = Coil Trip = Bobina de disparo.
- AUX = Contacto auxiliar dentro del breaker (Normalmente Cerrada)

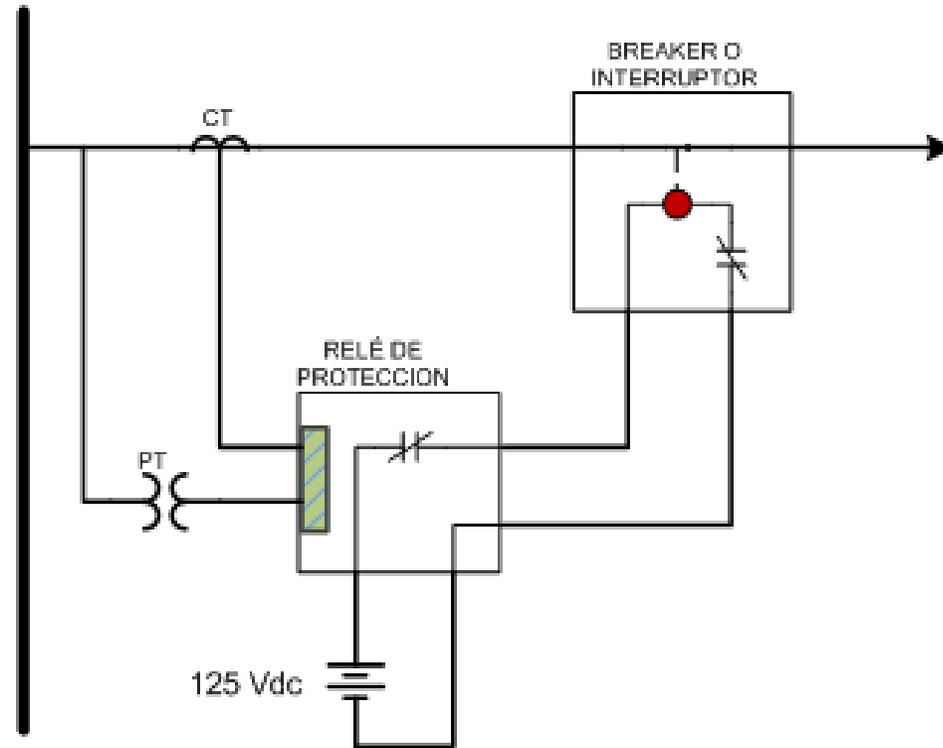
Cuando el sistema funciona sin la presencia de falla, el contacto interno del relé de protección se encuentra abierto impidiendo el disparo del breaker.



COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN

RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN

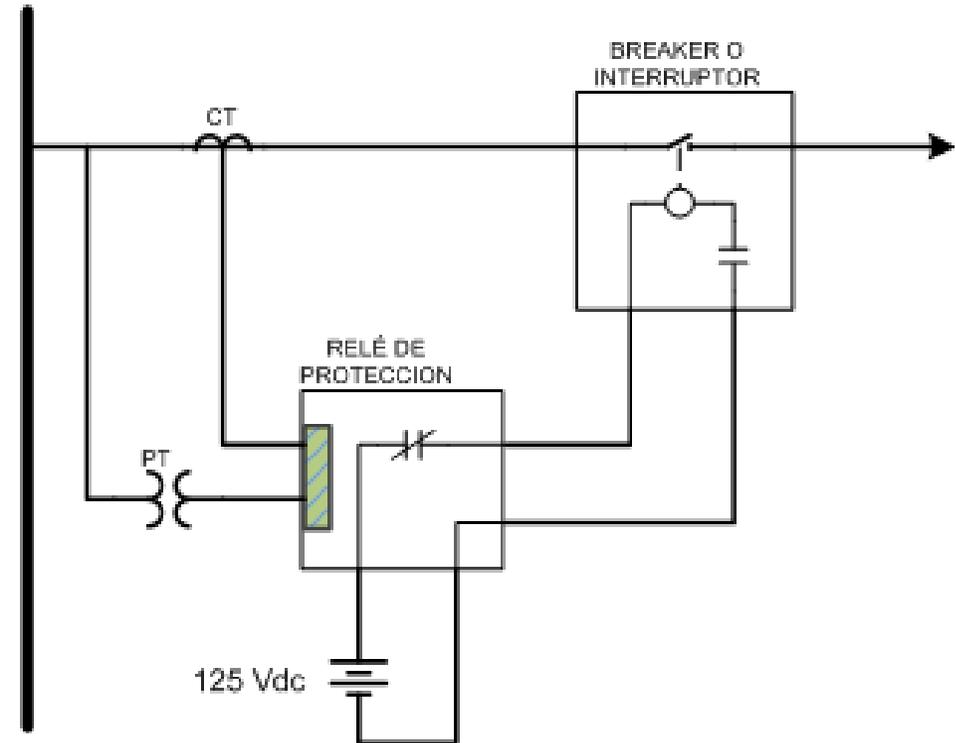
Cuando se presenta una falla, el contacto interno del relé se cierra y hace que fluya una corriente en la bobina de disparo (CT), la cual genera el disparo del breaker.



COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN

RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN

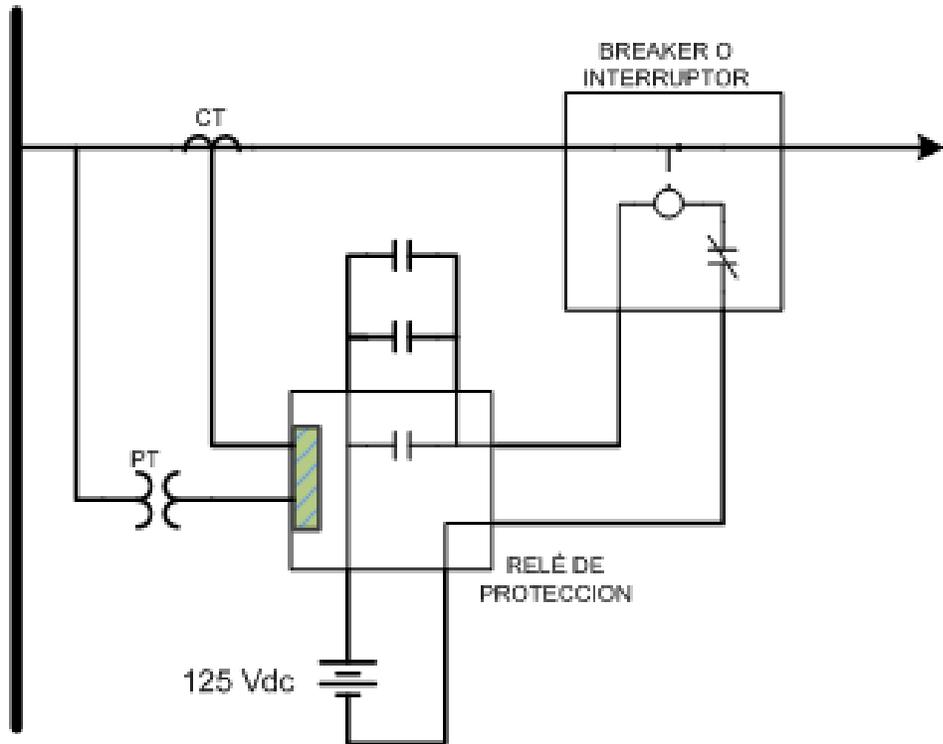
Cuando el breaker se dispara hace que el contacto AUX se sitúe en estado abierto, lo cual abre el circuito y corta el flujo de corriente, des-energizando la bobina CT.



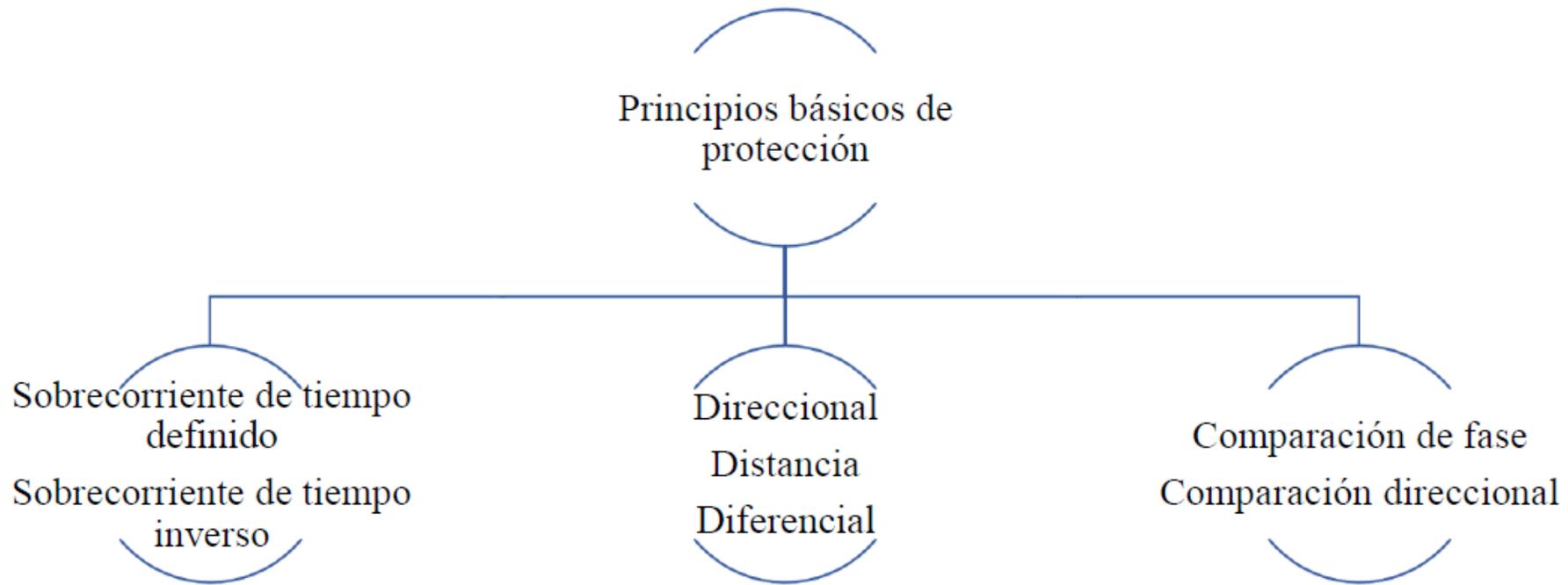
COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN

RESPALDO REMOTO Y ZONAS DE PROTECCIÓN

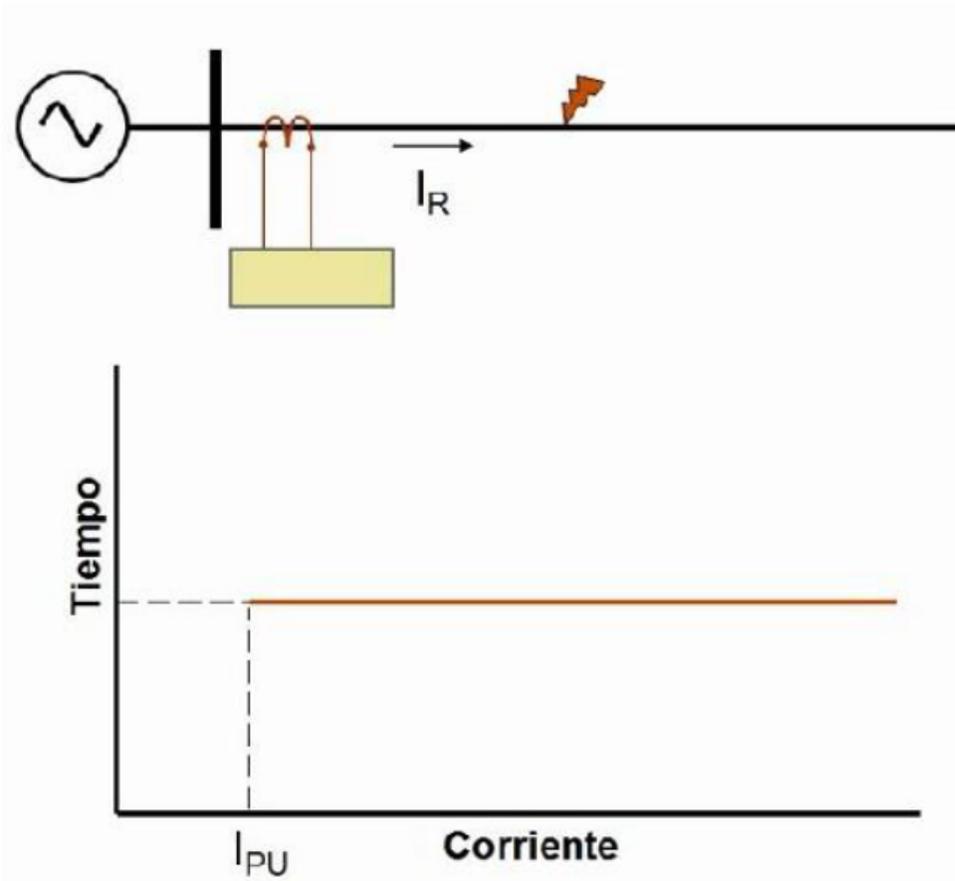
También es posible integrar en el relé un disparo LOCAL y un disparo REMOTO. El funcionamiento del sistema ante un disparo LOCAL o REMOTO es semejante al anteriormente explicado.



■ PRINCIPIOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN

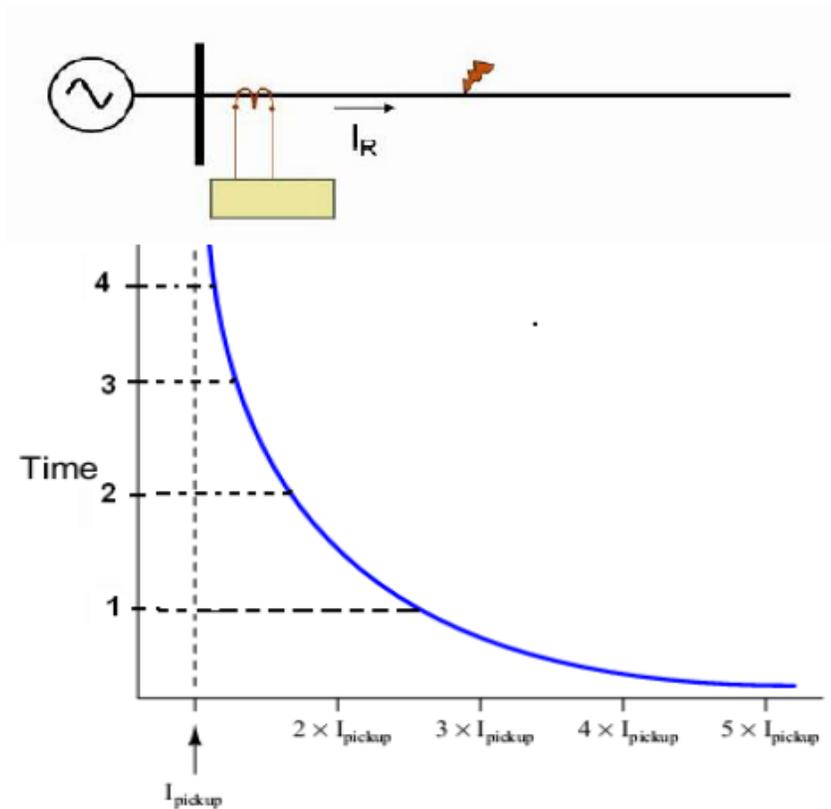


■ SOBRECORRIENTE DE TIEMPO DEFINIDO (50)



Es la más básica y la más empleada. El relé abre el Breaker cuando la corriente de la línea sobrepasa el valor de la corriente de "pickup" de forma instantánea. Esta protección es designada por la ANSI/IEEE con el número 50.

SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO (51)



El disparo del breaker se realiza basado en la magnitud de la corriente de falla y su duración en el tiempo.

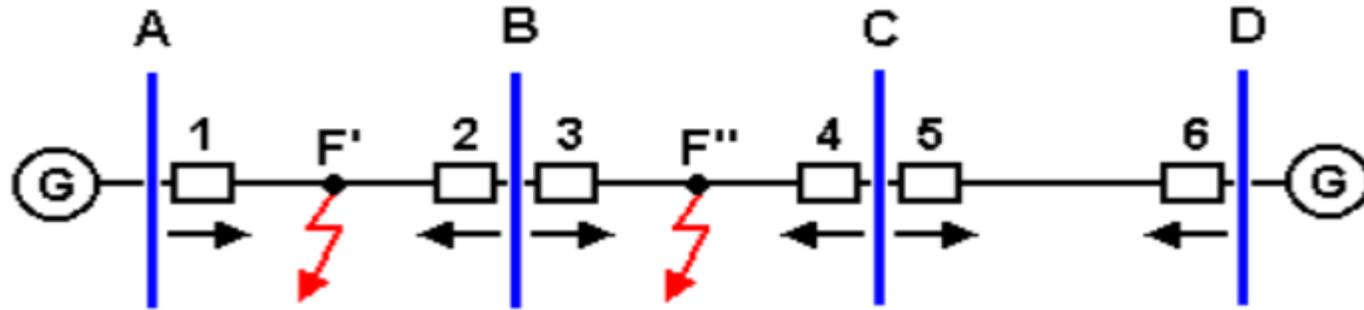
A mayor es la corriente de falla, menor sera el tiempo necesario para que el rele benere la señal de trip para abrir el breaker.

Esta protección es designada por la ANSI/IEEE con el numero 51.

■ PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE SOBRECORRIENTE(67)

La protección de sobre intensidad direccional también puede ser usada para medir el sentido de la corriente; es decir, el sentido del flujo de la potencia entregada, para lo cual se toma como referencia la tensión del sistema, conformando una protección de sobre intensidad direccional. Esta protección tiene diversas aplicaciones como protección principal de líneas aéreas y cables, de transformadores de distribución, motores entre otras muchas

PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE SOBRECORRIENTE(67)



Se denomina protección direccional de sobrecorriente a aquella que responde al valor de la sobrecorriente y a la dirección de la potencia del cortocircuito en el punto de ubicación. Asumiendo que el sentido normal del flujo de la potencia es de izquierda a derecha, al presentarse la falla F' , solo actuará la protección 1 y la protección 2 no operará. Mientras en el caso de la falla F'' , solo actuará la protección 3 y la protección 4 no operará. Existen dos tipos de protecciones direccionales de sobrecorriente: De tiempo definido y de tiempo inverso.

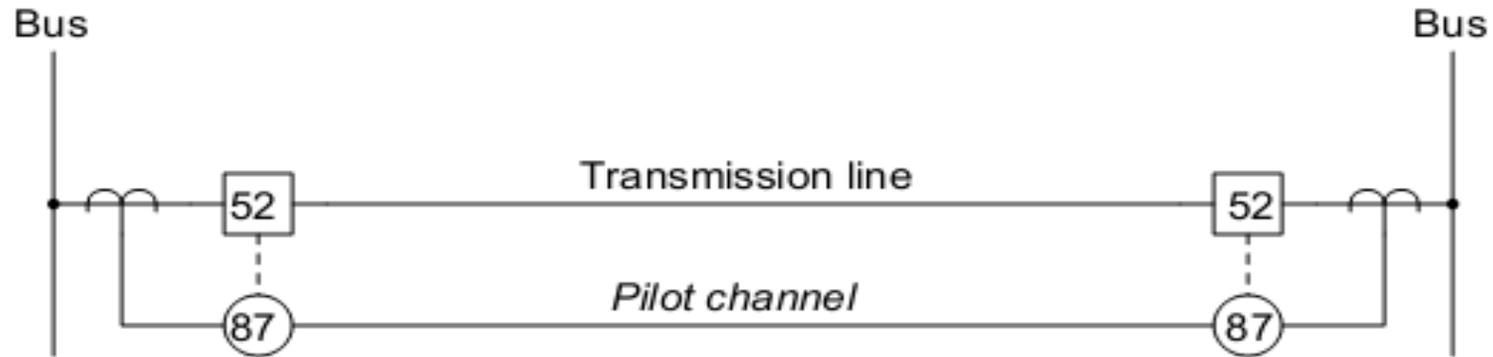


GENERALIDADES

PROTECCIÓN DIFERENCIAL (87)

El principio de funcionamiento de todas las protecciones diferenciales se basa en la comparación entre la corriente de entrada y la de salida, en una zona comprendida entre dos transformadores de medida, de tal forma que, si la corriente que entra en la zona protegida no es la misma que la que sale significará que existe algún defecto, por consiguiente circulará una determinada intensidad por el relé provocando el disparo del mismo. Cuando la corriente que entra es igual a la que sale, no circulará corriente por el relé y por tanto este no actuará.

PROTECCIÓN DIFERENCIAL (87)



En una línea de transmisión se puede implementar una protección diferencial utilizando dos relés diferentes. Cada uno se comunica a través de un canal de comunicaciones llamado "PilotChannel"; cuando se detecta que la corriente medida por un relé es diferente a la corriente medida por el otro relé se produce el disparo la protección.

■ GENERALIDADES DE UNA PROTECCION A DISTANCIA

Una de las formas de detectar una anomalía en un sistema eléctrico de potencia es medir su impedancia o reactancia, en un punto dado. Para este fin, la información de voltajes y corrientes se entrega a relés de protección que miden en todo instante la impedancia o reactancia por fase en el sentido de operación y que actúan cuando sus magnitudes bajan de un cierto valor.

A las protecciones que operan bajo este principio se les denomina: "Direccionales de distancia" y se emplean principalmente en la protección de líneas de transmisión. Puesto que la impedancia de una línea de transmisión es proporcional a su longitud, para medir "distancias" se utiliza un relé capaz de medir la impedancia de la línea hasta un cierto punto.

■ PROTECCION A DISTANCIA

Este tipo de protección se diseña para operar solamente con fallas que ocurran entre el punto de ubicación de los relés y un punto dado de la línea, de modo que puedan discriminar entre fallas que ocurran en diferentes secciones de ella.

Las protecciones de distancia son relativamente simples de aplicar, poseen una alta velocidad de operación y pueden proporcionar protección tanto principal (local) como de respaldo.



Dispositivos ANSI/IEEE

- 21 - Protección de distancia.
- 24 - Protección de Volts/Hz para sobreexcitación del generador.
- 32 - Protección de potencia inversa.
- 40 - Protección de pérdida de campo.
- 46 - Protección de desbalance de corriente de secuencia negativa.
- 49 - Protección térmica del estator.
- 51 - Protección de sobrecorriente de tiempo inverso.
- 51 GN - Protección de sobrecorriente a tierra con tiempo.
- 51 TN- Respaldo para fallas a tierra.
- 51V - Protección temporizada con control /restricción de tensión.
- 59 - Protección de sobretensión.
- 59 GN - Protección de sobretensión
- 60 - Protección de balance de tensión.
- 62 B - Timer de falla de interruptor
- 64 F - Protección de falla a tierra del campo.
- 67 - Protección sobre corriente direccional.
- 78 - Protección de pérdida de sincronismo.
- 81 - Protección de frecuencia de baja o sobre frecuencia.
- 86 - Relé auxiliar de bloqueo y reposición manual.
- 87 G - Protección diferencial. Falla de fases del generador.
- 87 N - Protección diferencial de falla a tierra del estator.
- 87 T - Protección diferencial para el transformador.
- 87U- Protección diferencial de generador-transformador