



PROTECCIONES - FILOSOFÍA



PROTECCIONES EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Jorge Antonio Jaimes Báez - MPE Ingeniero Eléctricista

BIBLIOGRAFÍA

- **Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia** – Héctor Jorge Altuve Ferrer- Universidad Autónoma de Nuevo León- México
- **GUÍAS PARA EL BUEN AJUSTE Y LA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DEL STN.** Ingeniería Especializada Blandon – IEB – Julio 2000
- **Curso Protecciones Eléctricas** – Ingeniería Especializada Blandon – 2011
- **Protective relaying – Principles and applications.** J Lewis Blackburn Marcel Dekker, Inc. – 1987
- **IEEE BUFF BOOK - Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Comercial Power Systems** IEEE Industrial and Commercial Power Systems Committee. 1990
- **Protective Relaying – Theory and Aplications.** Walter A. Elmore ABB power T&D Company , Inc.- Relay division – 1994
- **Manual de Protecciones para Sistemas Eléctricos de Potencia.** Orlando Ortiz, César Rozo, Sandra Mendoza, William Chaparro. U. Nacional – ISA -2000
- **Protecciones Eléctricas – Notas de Clase.** Gilberto Carrillo Caicedo. UIS. 2007
- **Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión** – Segunda Edición. HMV - Mejía y Villegas Consultores

INTRODUCCIÓN

Los esquemas de protección pueden variar de sistema a sistema, de acuerdo con los niveles de tensión, importancia de la instalación y prácticas de la empresa.

Los sistemas de protección se clasifican de acuerdo con el equipo principal que protegen: transformadores de potencia, reactores, condensadores, barrajes, líneas, sistemas de distribución, sistemas industriales, motores.

INTRODUCCIÓN

Los relés son dispositivos analógicos, digitales y numéricos que son conectados a través del sistema de potencia para detectar condiciones intolerables no deseadas dentro del área de protección asignada.

El objetivo principal de un sistema de protección consiste en reducir las consecuencias de la aparición de una falla en el sistema, tratando que no se produzcan daños importantes en los equipos y el funcionamiento de dicho sistema de potencia, así como tampoco coloque en peligro seres humanos o animales. Este objetivo solo se puede conseguir cubriendo de una manera permanente e ininterrumpida los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía mediante unos esquemas de protección y relés diseñados con unos criterios muy bien definidos.

INTRODUCCIÓN

Las protecciones trabajan en asocio con los interruptores los cuales desconectan el equipo luego de la "orden" del relé. Por esto, frecuentemente se involucra el interruptor como parte del sistema de protecciones.

Otra función importante de los sistemas de protección consiste en proveer la mayor información posible sobre el evento: fecha y hora (frecuentemente con precisión de ± 1 ms), localización, tipo de falla, variables involucradas y su magnitud, y tiempos de operación de los mismos relés y de los interruptores. Su importancia radica en aportar los datos para estimar las causas, si existió la falla o se trata de un disparo erróneo, si es temporal o definitiva y si se reconecta o no el equipo desconectado antes de hacer más pruebas..

POR QUÉ PROTECCIONES?

Para comprender la razón de ser de las protecciones eléctricas primero se debe entender la ocurrencia de condiciones anormales en los sistemas de potencia. El sistema eléctrico se encuentra en estado normal cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- La potencia generada es igual a la carga más las pérdidas.
- La frecuencia se encuentra en un valor cercano a la nominal, por ejemplo $60 \pm 0,3$ Hz.
- Las tensiones en todas las barra se encuentran cercanas a la nominal , por ejemplo, $V_n \pm 10\%$.
- Todos los equipos se encuentran operando dentro de sus condiciones nominales, ningún equipo se encuentra sobrecargado.

CONDICIONES ANORMALES

- Cortocircuitos o fallas en el aislamiento
- Sobrecarga de equipos y circuitos
- Fases abiertas en circuitos
- Desbalances de tensión y corriente
- Bajas tensiones
- Sobretensiones
- Desviaciones de frecuencia
- Pérdidas de sincronismo de generadores y sistemas
- Pérdida de excitación de generadores y motores sincrónicos
- Oscilaciones de potencia

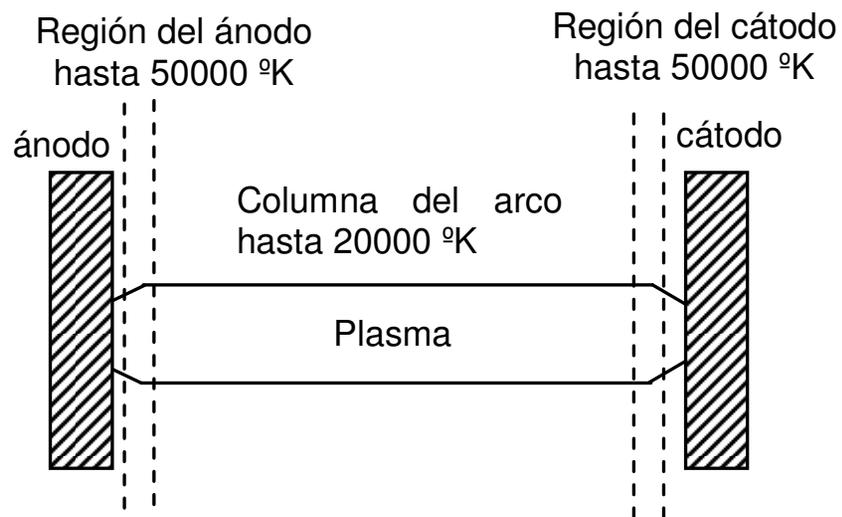
CONSECUENCIAS

- Daños para las personas: electrocución, quemaduras, daños generados por explosión, etc.
- Daños para el medio ambiente: muerte de animales, incendios, destrucción.
- Daños de equipos: destrucción debido al calor y la explosión, daño eléctrico por altas tensiones, daños por esfuerzos mecánicos, etc.
- Daños en las edificaciones: destrucción por explosión y altas temperaturas.
- Pérdidas de continuidad en los procesos: interrupción de procesos por pérdida del suministro eléctrico, colapsos del sistema de potencia por pérdida de estabilidad, salida de generadores por pérdida de sincronismo, etc.

EL ARCO ELÉCTRICO

- Normalmente el aire es un muy buen elemento aislante, sin embargo, bajo ciertas condiciones tales como altas temperaturas y altos campos eléctricos, puede convertirse en un buen conductor de corriente eléctrica.
- Un arco eléctrico es una corriente que circula entre dos conductores a través de un espacio compuesto por partículas ionizadas y vapor de conductores eléctricos, y que previamente fue aire. La mezcla de materiales a través de la cual circula la corriente del arco eléctrico es llamada plasma. La característica física que hace peligroso al arco eléctrico es la alta temperatura, la cual puede alcanzar 50000 °K en la región de los conductores (ánodo y cátodo) y 20000 °K en la columna.

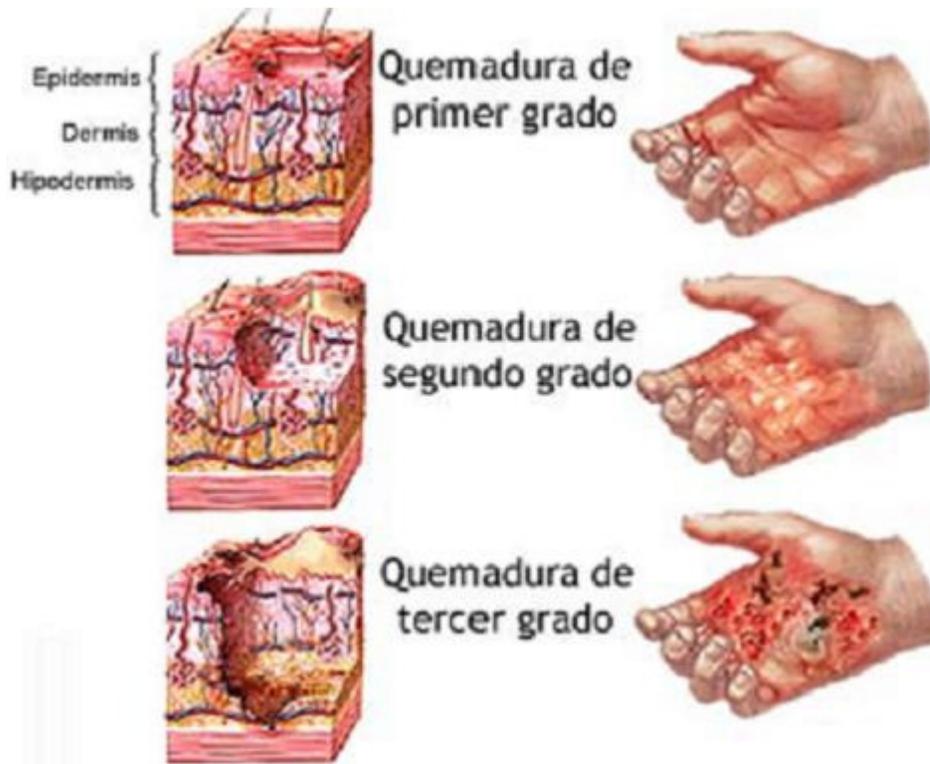
EL ARCO ELÉCTRICO



EL ARCO ELÉCTRICO

- La temperatura tan elevada del arco eléctrico genera una radiación de calor que puede ocasionar quemaduras graves aun a distancias de 3 m. La cantidad de energía del arco depende de la corriente y de su tamaño, siendo menor el efecto del nivel de tensión del sistema, por lo cual debe tenerse un cuidado especial con los sistemas de baja tensión que muchas veces cuentan con los niveles de corriente de cortocircuito más elevadas.
- El daño generado por el arco eléctrico sobre una persona depende de la cantidad de calor que ésta recibe, la cual se puede disminuir manejando factores tales como la distancia de la persona al arco, el tiempo de duración del arco y la utilización ropas y equipos de protección personal que actúen como barreras o aislante térmicos.

EFFECTOS DEL ARCO ELÉCTRICO



LA EXPLOSIÓN

- Cuando se forma un arco eléctrico, el aire del plasma se sobrecalienta en un período muy corto de tiempo, lo cual causa una rápida expansión del aire circundante, produciendo una onda de presión que puede alcanzar presiones del orden de 1000 kg/m^2 . Tales presiones pueden ser suficientes para explotar bastidores, torcer láminas, debilitar muros y arrojar partículas del aire a velocidades muy altas.
- Esta explosión genera efectos tales como
 - Explosión de bastidores
 - Doblado de láminas
 - Arroja partículas a altas velocidades

LA EXPLOSIÓN



EL CHOQUE ELÉCTRICO

- El choque eléctrico es la estimulación física que ocurre cuando la corriente eléctrica circula por el cuerpo. El efecto que tiene depende de la magnitud de la corriente y de las condiciones físicas de la persona.
- Las corrientes muy elevadas, si bien no producen fibrilación, son peligrosas debido a que generan quemaduras de tejidos y órganos debido al calentamiento por efecto joule. Si la energía eléctrica transformada en calor en el cuerpo humano es elevada, el calentamiento puede ocasionar daños graves en órganos vitales.

EL CHOQUE ELÉCTRICO

Corriente (60 Hz)	Fenómeno físico	Sensación o efecto letal
< 1 mA	Ninguno	Imperceptible
1 mA	Nivel de percepción	Cosquilleo
1-10 mA		Sensación de dolor
10 mA	Nivel de parálisis de brazos	No puede hablar ni soltar el conductor (puede ser fatal)
30 mA	Parálisis respiratoria	Para de respirar (puede ser fatal)
75 mA	Nivel de fibrilación con probabilidad del 0,5%	Descoordinación en la actividad del corazón (probablemente fatal)
250 mA	Nivel de fibrilación con probabilidad del 99,5% (\geq de 5 s de exposición)	
4 A	Nivel de parálisis total del corazón (no fibrilación)	El corazón para durante la circulación. Si dura poco puede reentrancar sin fibrilación (no fatal para el corazón)
≥ 5 A	Quemadura de tejidos	No fatal a menos que involucre quema de órganos vitales.

CONSECUENCIAS SOBRE LAS PERSONAS

- Los accidentes eléctricos pueden ocasionar diversos tipos de traumas afectando sistemas vitales como el respiratorio, el nervioso y el muscular, y órganos vitales como el corazón. Las lesiones que pueden ocasionarse por los accidentes eléctricos son:
 - El paso de la corriente a través del cuerpo puede generar cortaduras o rotura de miembros
 - Los daños en los nervios causados por el choque eléctrico o por las quemaduras pueden causar pérdida de la motricidad o parálisis
 - Las quemaduras por el arco eléctrico o por la corriente generan dolores intensos que pueden ser de una duración extremadamente larga.
 - Las partículas, el metal fundido y las quemaduras en los ojos pueden ocasionar ceguera.
 - La explosión puede ocasionar pérdida parcial o total de la audición.
 - La circulación de corriente a través de los órganos puede ocasionar su disfunción.

CONSECUENCIAS SOBRE LAS PERSONAS

- Además de las lesiones puede ocasionarse la muerte por los siguientes factores:
 - El choque eléctrico puede ocasionar daños físicos mortales.
 - Cuando se tienen quemaduras de un porcentaje alto de la piel, se requieren cantidades grandes de líquidos para la cicatrización. Esto genera un esfuerzo en el sistema renal que puede ocasionar la falla del riñón.
 - Los órganos internos afectados pueden dejar de funcionar ocasionando la muerte principalmente si se trata de órganos vitales.
 - Si la víctima inhala gases muy calientes y materiales fundidos generados por el arco eléctrico, los pulmones se verán afectados y no funcionarán correctamente.
 - El corazón puede dejar de funcionar por fibrilación o por parálisis debido a la corriente eléctrica.

UTILIDAD DE LAS PROTECCIONES

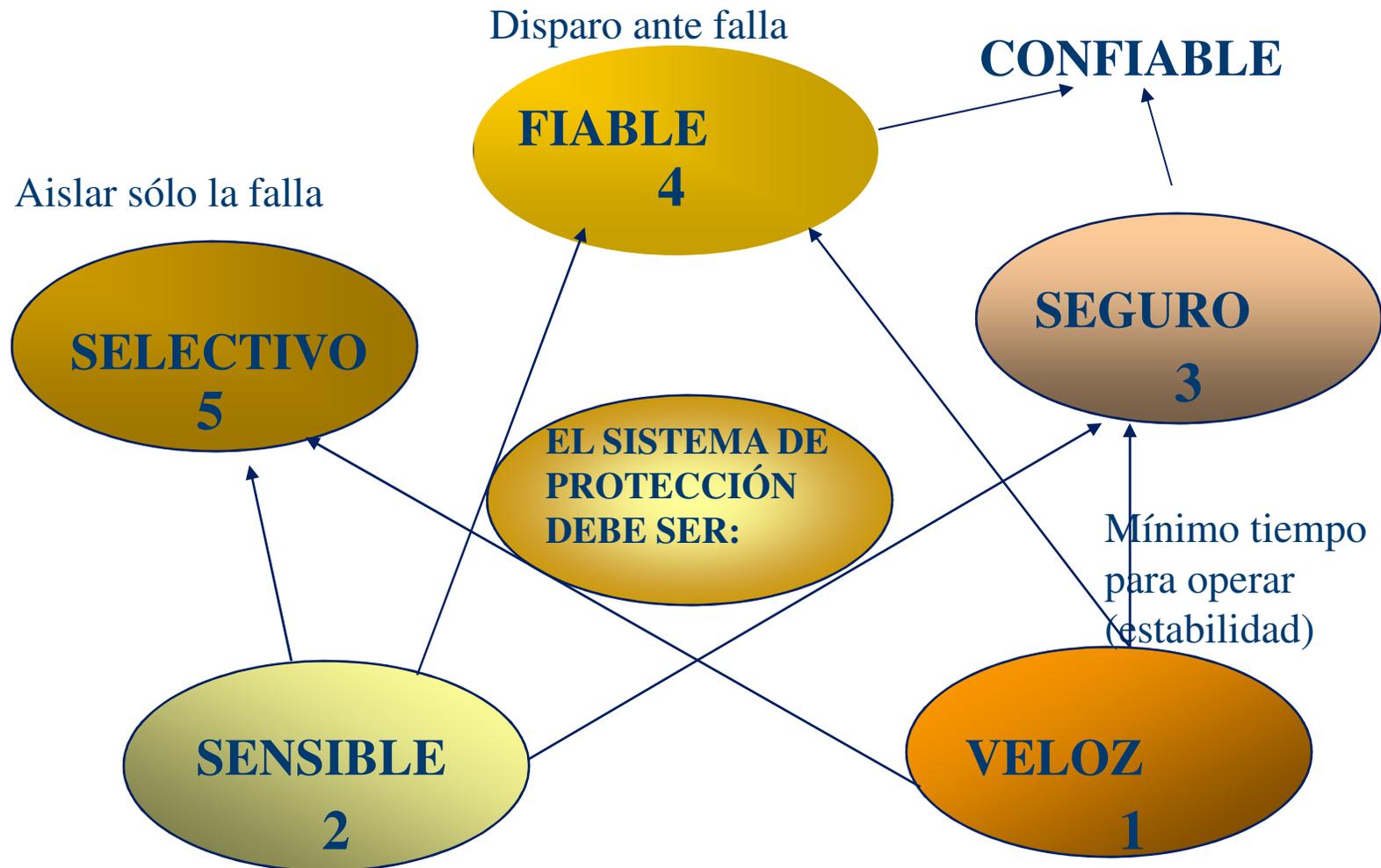
Un buen sistema de protecciones eléctricas actuará ante la ocurrencia de condiciones anormales generando los siguientes beneficios:

- Limitación del tiempo de duración de los cortocircuitos disminuyendo las consecuencias generadas por el arco, la explosión y el choque eléctrico. Además, esta limitación de duración de cortocircuitos disminuye la probabilidad de pérdida de estabilidad del sistema debido a la falla.
- Evita el daño de equipos que están siendo sometidos a condiciones que superan su capacidad, por ejemplo, las sobrecargas y sobretensiones.

UTILIDAD DE LAS PROTECCIONES

- Disminuye el efecto del mal funcionamiento de un equipo sobre otros equipos, o sobre el resto del sistema, por ejemplo, desconectando generadores que han perdido sincronismo.
- Desconecta los equipos cuando la red eléctrica puede dañarlos por la mala calidad del servicio, por ejemplo, bajas tensiones, sobretensiones y desbalances.
- Evita que una condición anormal de un equipo pueda evolucionar hacia una condición mucho más grave, por ejemplo, la detección de fallas incipientes en transformadores y generadores que pueden terminar convertidas en grandes fallas con daños enormes.

CARACTERÍSTICAS QUE DEBE TENER



VELOCIDAD

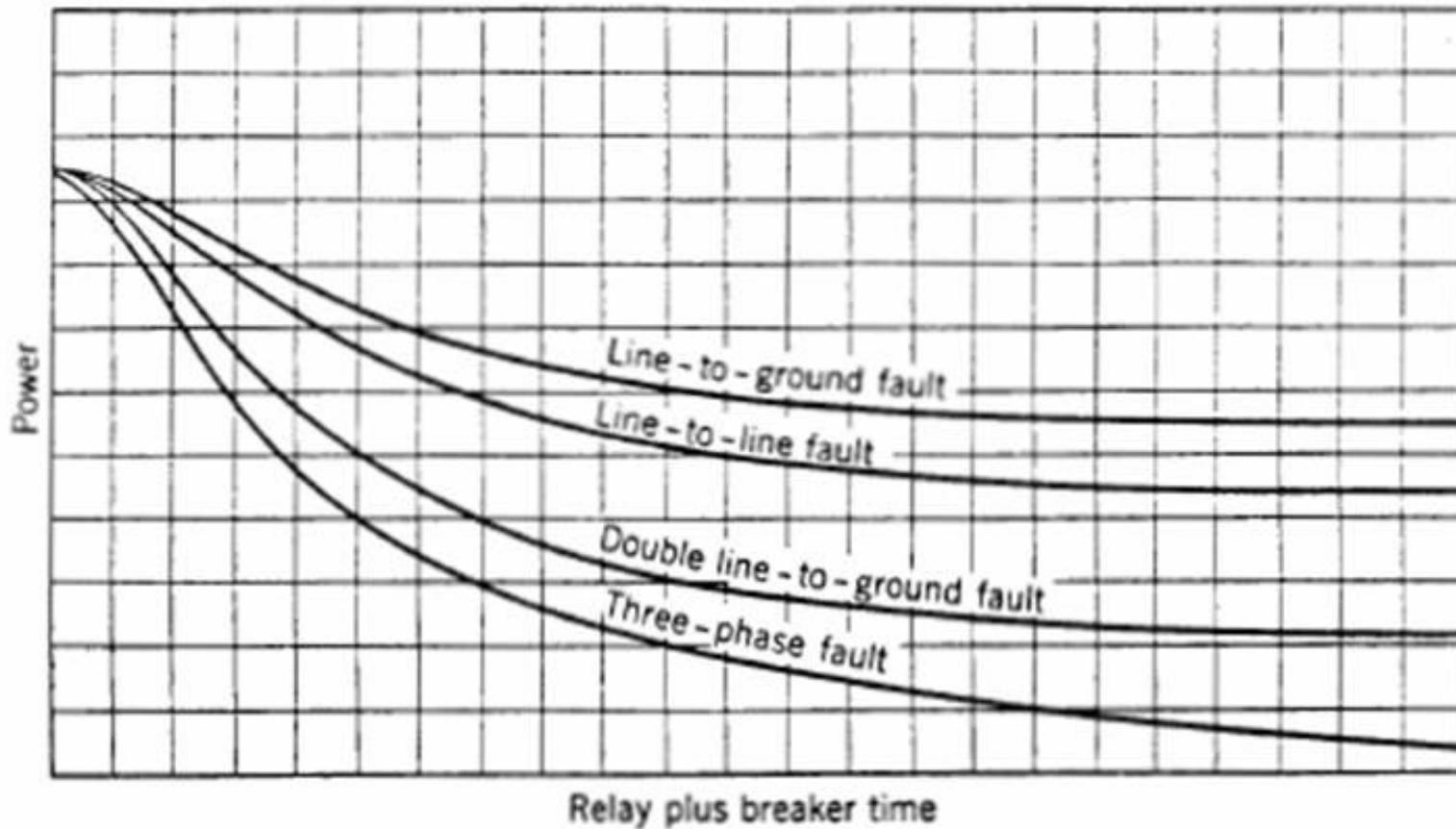
El tiempo de duración de las fallas es determinante para establecer las consecuencias, a continuación se muestran algunos efectos relacionados directamente con el tiempo de duración :

- El calor recibido por una persona expuesta a un arco eléctrico es proporcional al tiempo de exposición
- La probabilidad de que la corriente a través del cuerpo genere fibrilación aumenta con el tiempo de exposición
- El calentamiento de los conductores y equipos eléctricos durante las fallas es proporcional al tiempo de duración
- La interrupción de un proceso industrial debido a la baja tensión asociada con un cortocircuito depende del tiempo de duración.

VELOCIDAD

- La tensión de un generador puede colapsar debido a cortocircuitos en la red si estos tienen una duración prolongada (por ejemplo, más de 150 ms)
- La pérdida de estabilidad de un sistema de potencia debido a un cortocircuito depende del tiempo que se demoren las protecciones en despejarlo.

VELOCIDAD

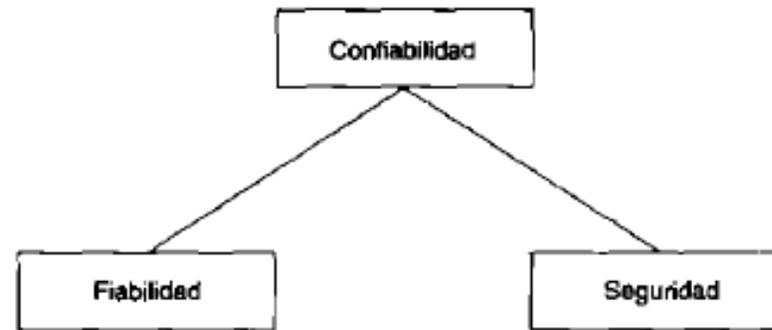


CONFIABILIDAD

Es la capacidad de un sistema de protecciones de operar correctamente ante situaciones en las cuales está diseñado para operar y no operar en condiciones normales. Se expresa en términos de dos conceptos: fiabilidad (o redundancia) y seguridad.

- **Fiabilidad:** es el aspecto de la confiabilidad que expresa el grado de certeza de que el sistema de protección operará correctamente ante la presencia de una condición anormal o falla, tomando las acciones necesarias ante esta situación. Se mide como la probabilidad de que el sistema actúe efectivamente en presencia de una falla.
- **Seguridad:** es el aspecto de la confiabilidad que expresa el grado de certeza de que el relé no operará incorrectamente bajo condiciones normales. Se mide como la probabilidad de que el sistema de protecciones no presente actuaciones en ausencia de falla o que actúen otras protecciones diferentes a las que debieron actuar .

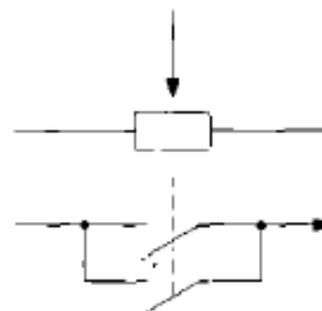
CONFIABILIDAD



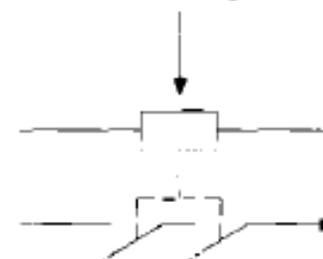
Alta fiabilidad y alta seguridad significan alta confiabilidad



Incremento de fiabilidad



Incremento de seguridad



Relación entre operación incorrecta y confiabilidad

SENSIBILIDAD

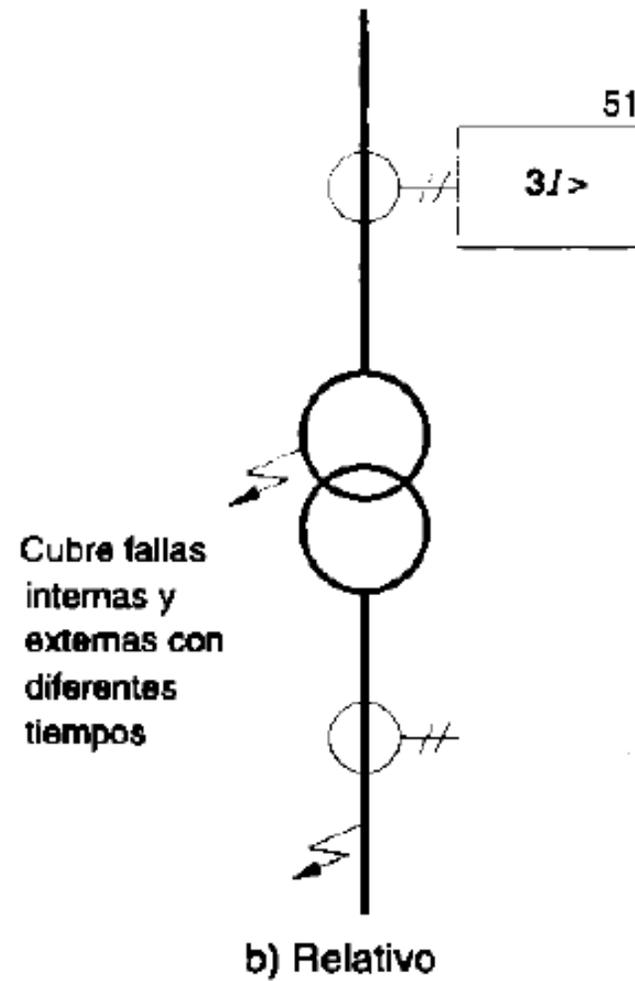
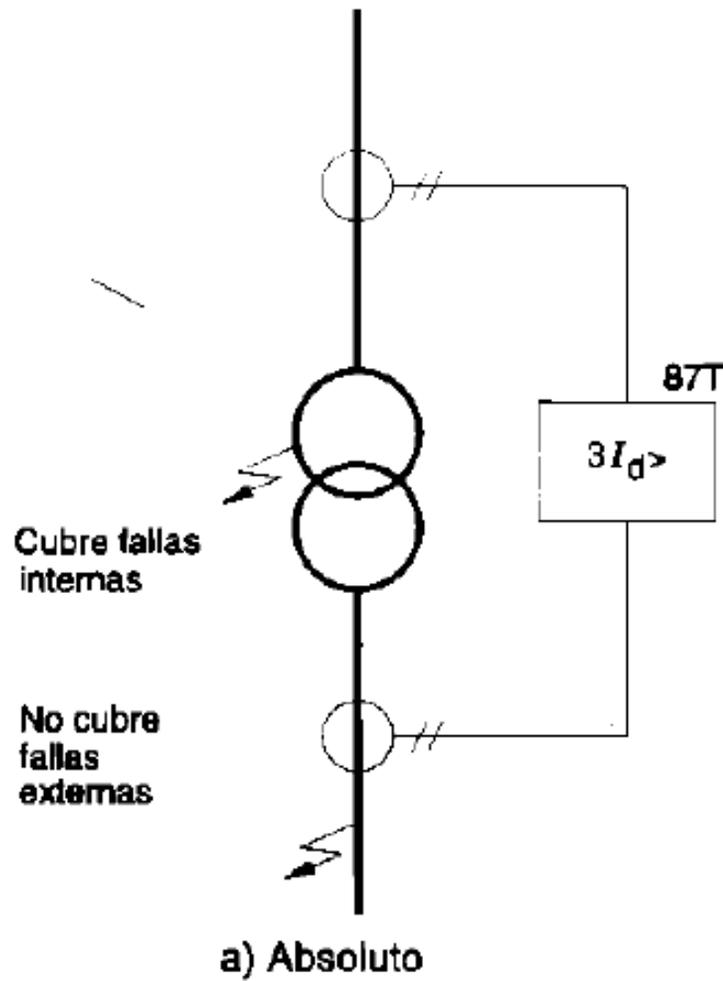
Las condiciones anormales o fallas que están asociadas con cambios significativos de la tensión y de la corriente son detectadas más fácilmente que aquellas asociadas con cambios menores. Este aspecto es de vital importancia teniendo en cuenta que los seres humanos somos vulnerables a corrientes tan pequeñas como 30 mA que difícilmente son detectadas por dispositivos de protección. Por esto se requiere en muchos casos sistemas de protecciones que sean sensibles a pequeñas corrientes o cambios de tensión. La sensibilidad de las protecciones se expresa como el valor mínimo de la señal de entrada o el cambio en la señal de entrada, que hace que el sistema de protecciones opere.

SELECTIVIDAD

Es una característica del sistema de protecciones como conjunto, y es la capacidad que tiene éste de aislar únicamente el elemento que se encuentra en falla. Existen varios métodos mediante los cuales se logra selectividad: por tiempo y por magnitud de la señal actuante. Otra forma de lograr selectividad es mediante la implementación de lógicas, por ejemplo, en una protección diferencial de barras en una subestación con configuración de doble barra.

- **Selectividad por magnitud:** Se logra mediante la utilización de diferentes umbrales de corriente de arranque o de disparo de las protecciones.
- **Selectividad por tiempo:** En este caso, la selectividad se logra por la utilización de tiempos diferentes de arranque o disparo de las protecciones.

SELECTIVIDAD



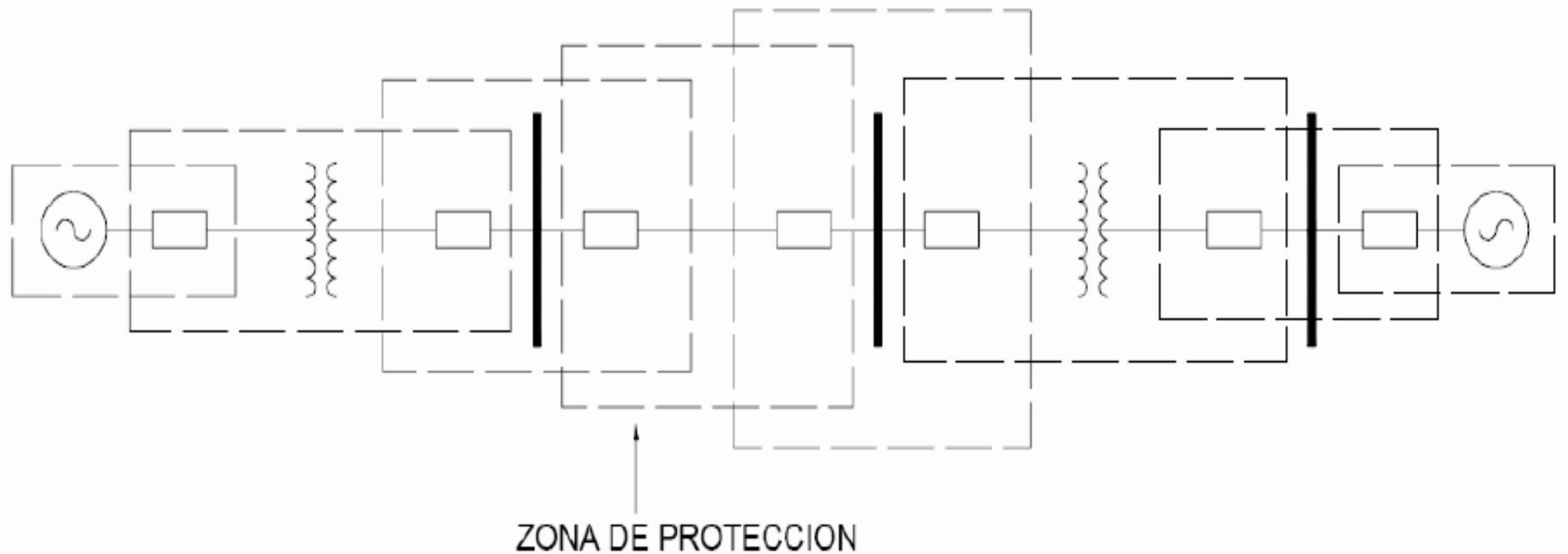
ZONAS DE PROTECCIÓN

La filosofía general de la aplicación de relés de protección consiste en dividir el sistema de potencia en zonas de protección que pueden ser protegidas adecuadamente con la mínima cantidad de desconexiones de elementos en el sistema al reconocer la falla.

El sistema de potencia se puede dividir en las siguientes zonas:

- Generadores
- Transformadores
- Barras
- Circuitos de transmisión y distribución
- Motores
- Sistemas de compensación

ZONAS DE PROTECCIÓN



ZONAS DE PROTECCIÓN

La localización de los transformadores de corriente que alimentan los relés o sistemas de protección definen el final (límites) de la zona de protección. El propósito del sistema de protección es proporcionar la primera línea de protección dentro de las líneas punteadas (protección principal).

La protección en cada zona está traslapada para evitar dejar áreas sin protección. Este traslape es llevado a cabo conectando los relés a los transformadores de corriente . Normalmente se tiene un CT con varios núcleos, por tanto, el traslape se hace conectando los equipos a los diferentes núcleos del CT

PROTECCIÓN PRINCIPAL Y RESPALDO

- Dada la importancia de las protecciones dentro de los sistemas eléctricos de potencia, es indispensable prever mecanismos que garanticen el despeje de las fallas cuando alguna protección que debe actuar ante una falla no actúa.
- Se denomina protección primaria de un equipo a la protección que debe detectar y aislar la falla en este equipo.
- La protección secundaria debe operar en caso que la protección primaria no actúe.
- La protección secundaria debe tener un tiempo de operación de tal forma que permita la operación de la protección primaria.
- Cuando no actúa una protección primaria, las protecciones secundarias aíslan una mayor porción del sistema de potencia

PROTECCIÓN PRINCIPAL Y RESPALDO

Si uno de **los elementos** de la cadena falla, el sistema de protección no trabaja y la falla continúa **hasta presentarse** la destrucción de la parte afectada. Para evitar esto, la mayoría de las compañías utilizan el sistema de protección de respaldo en el cual otro **sistema de** protección y, si es del caso, otros interruptores, **toman las funciones** de despejar la falla. Por lo tanto, debe haber **sistemas** de protección e interruptores de respaldo. La cuestión del **asunto es** definir qué tan sofisticado debe ser el sistema de respaldo.

PROTECCIÓN PRINCIPAL Y RESPALDO

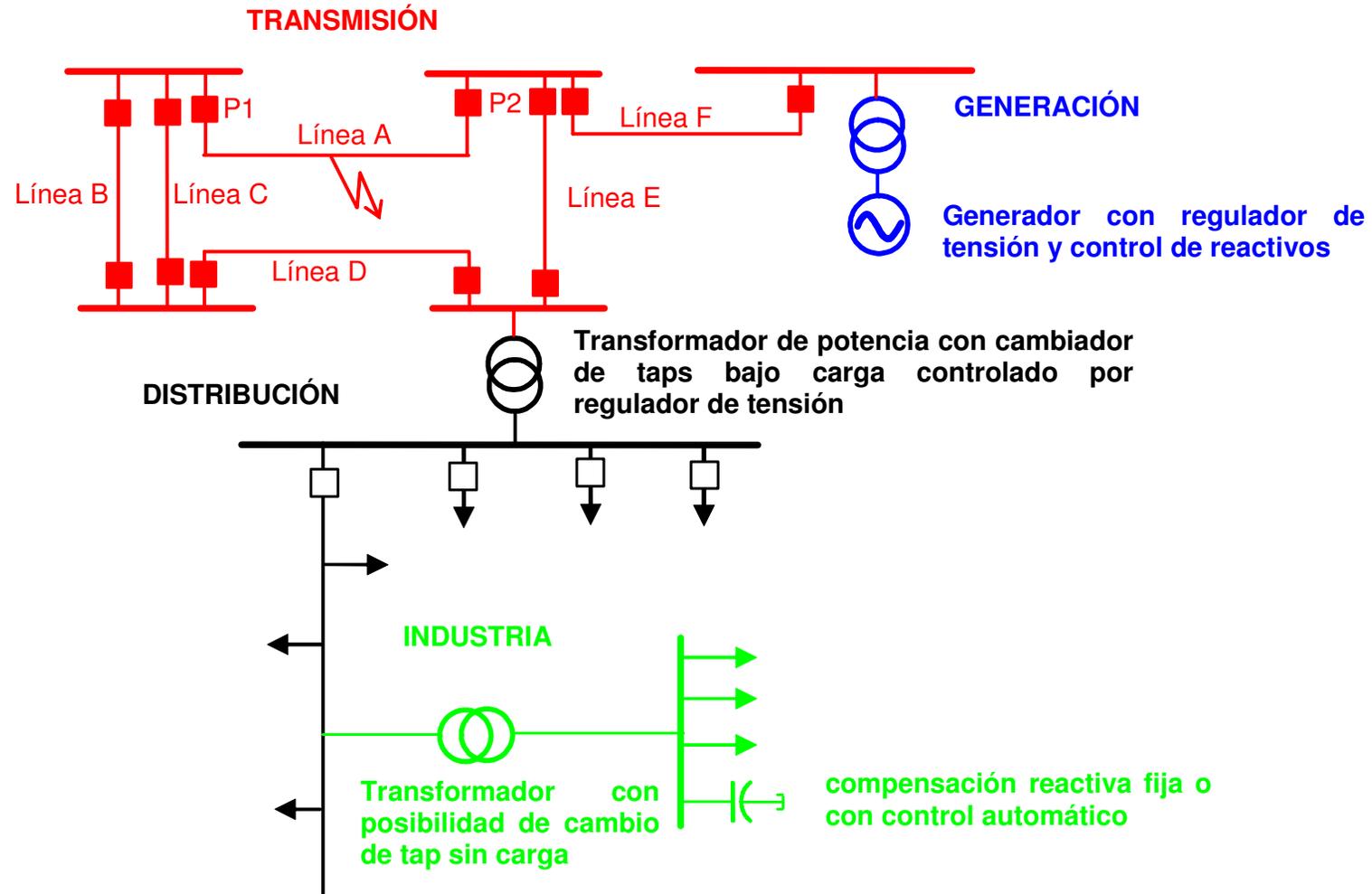
A los sistemas de respaldo se les asocia una temporización suficiente para que el sistema principal opere, pero no siempre es así; por razones de respaldo, muchas **líneas de alta** y extra alta **tensión** tienen duplicados los sistemas de protección, incluso operando al mismo tiempo (protección principal 1 y 2), en donde la pérdida de seguridad **no es tan esencial** por la existencia del recierre. Sin embargo, puede no ser suficiente si el daño está en elementos comunes como puede ser el mismo interruptor.

RESPALDO REMOTO

En este esquema, los interruptores y las protecciones que se encuentran en las subestaciones vecinas cumplen también funciones de respaldo. Un ejemplo típico es el respaldo remoto para la protección de barras, realizada por la segunda zona de las protecciones de distancia de las líneas en las estaciones vecinas.

- En la siguiente figura, si se presenta una falla en la línea A, deben actuar los elementos de protección P1 y P2. Si por ejemplo no opera el elemento de protección P2, entonces deben actuar las protecciones de las líneas E y F, sacando de servicio no solo una (la línea fallada), sino tres líneas.

PROTECCIÓN PRINCIPAL Y RESPALDO REMOTO



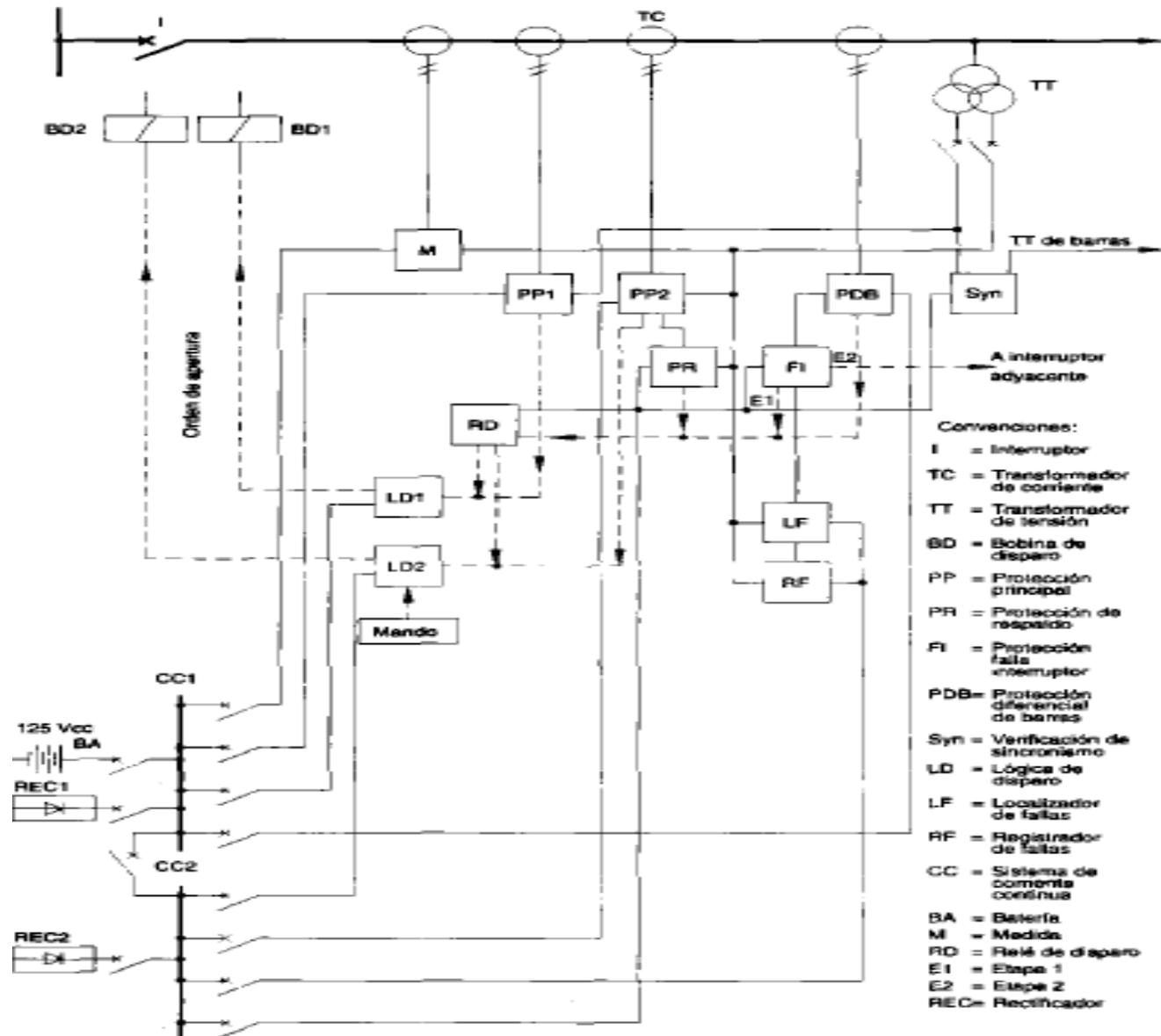
RESPALDO LOCAL

Cuando un sistema de potencia se extiende, se encuentra usualmente que el respaldo remoto no es satisfactorio debido a que resulta en tiempos de despeje de falla muy prolongados, falta de selectividad en el disparo y dificultades en obtener ajustes lo suficientemente sensibles para cubrir ciertas fallas en líneas adyacentes. Esto originó la introducción del respaldo local. En este esquema, los interruptores y las protecciones de respaldo se encuentran en la misma subestación. Los tipos son:

RESPALDO LOCAL

- Respaldo local de circuito. Este esquema se caracteriza por usar **un sistema de** protección en paralelo con el **sistema** de protección principal y es llamado **también sistema redundante** . El grado de redundancia difiere **de sistema a sistema** dependiendo de la filosofía utilizada para despejar la falla. En la actualidad se han desarrollado enormemente **los sistemas de** respaldo local, hasta el **punto de tener** las mismas **funciones** y características que el **sistema de** protección principal, llamándose a los dos sistemas, de protección **principal 1** y principal 2, especialmente en líneas

FILOSOFÍA



RESPALDO LOCAL

- **Respaldo local por falla interruptor.** Contra una falla de apertura del interruptor que debió aclarar **una falla del sistema de potencia**, se utiliza una protección de falla del **interruptor** que asegura el disparo de los interruptores adyacentes necesarios para despejar la falla. Algunas veces, según la configuración de la subestación, es necesario **enviar señales** de disparo remoto a interruptores de subestaciones adyacentes para poder lograr un despeje de falla completo

RESPALDO LOCAL

- **Respaldo local de subestación.** En este esquema, el respaldo se encuentra en los otros circuitos de la misma subestación y, por lo tanto, no depende del mismo circuito fallado. Un ejemplo es el relé de sobrecorriente de un alimentador de transformador, con los relés de sobrecorriente de los circuitos radiales. Otro lo conforma la zona de reversa (3 ó 4) de los relés de distancia de las líneas, que normalmente se aplican como respaldo de la protección diferencial de barras

Clase de relés

1. Por su Función:

- **Relés de Protección:** Detectan fallas en equipo. Pueden interrumpir el servicio o dar alarma
- **Relés de regulación:** Son activados cuando se desvía un parámetro de operación de los límites predeterminados.
- **Relés de verificación o monitoreo:** Comprende detectores de falla, unidades de alarma, monitoreo de canales y verificación de sincronismo.
- **Relés programables:** detectan secuencias. Son usados para el recierre y la sincronización.
- **Relés auxiliares:** Operan en respuesta al cierre o apertura del circuito operador para suplir a otro relé o dispositivo. Temporizadores, etc.

Clase de relés

➤ *Por Estructura o Principio de Operación:*

Estado Sólido

Electromecánico

Térmico

Además según principio de comparación:

Porcentaje

Multi-restricción

Producto

➤ *Por la magnitud eléctrica que controlan ó miden:*

Corriente

Tensión

Frecuencia

Presión

Flujo

Vibración

Temperatura

Clase de relés

➤ *Características de funcionamiento:*

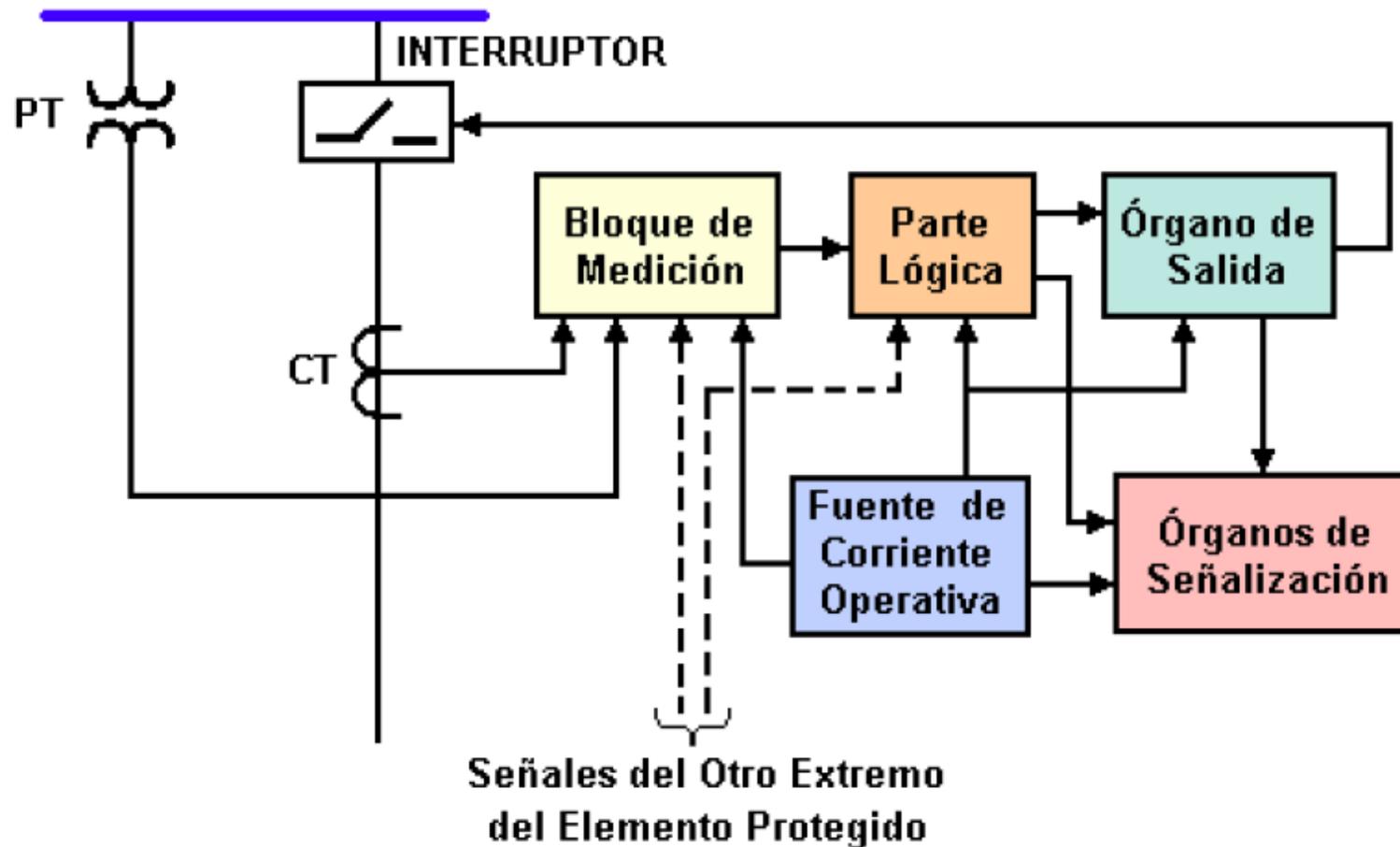
Distancia	Direccional (sobrecorriente)	Tierra ó Fase
Subtensión	Comparador de Fase	Comparador direccional
Fase Segregada (disparo monopolar)		

➤ *Por las características del tiempo de funcionamiento:*

Tiempo Definido	Tiempo Inverso
Tiempo Muy Inverso	Tiempo Extremadamente Inverso

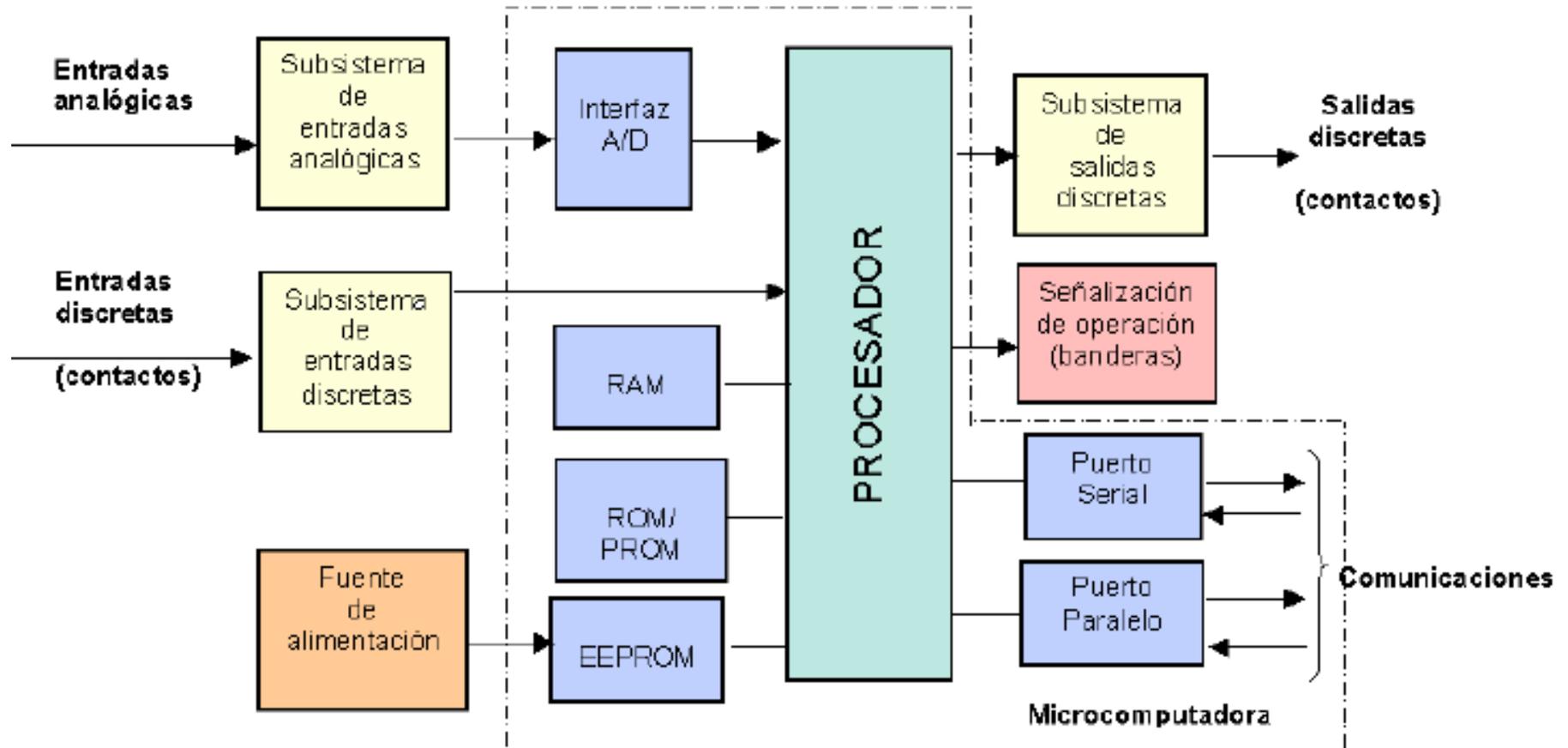
FILOSOFÍA

ESQUEMA ESTRUCTURAL DE UNA PROTECCIÓN



FILOSOFÍA

DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN RELÉ DIGITAL



PROTECCIONES INTEGRADAS O MULTIFUNCIONALES

Las protecciones integradas aparecen gracias al desarrollo de los microprocesadores. Una sola protección puede incluir muchas funciones; incluso se pueden confundir las funciones de protección principal y de respaldo, sin embargo no se puede abusar de la integración ya que se pierde la redundancia cuando la falla es del *hardware* o del *software* del relé o de sus equipos asociados.

Por lo tanto, la integración de funciones es conveniente cuando entre ellas se complementan para evitar que una falla o anomalía no sea detectada. Por ejemplo, la función de distancia se complementa con relés de sobrecorriente direccional de tierra (67N) para cubrir todos los tipos de fallas en líneas, incluyendo las fallas a tierra de alta impedancia y se pueden integrar en un solo relé; se espera que las protecciones de respaldo con los requerimientos ya mencionados se provean en, por lo menos, un relé separado.

PROTECCIONES INTEGRADORAS O MULTIFUNCIONALES

Por otra parte, la tecnología actual permite integrar las funciones de protección con las funciones de control: enclavamientos de bahía, nivel de adquisición de señales y posición de equipos, etc., en donde se pueden tener unidades redundantes e idénticas por salida, lo cual parece tener un atractivo económico, partiendo del hecho de que no hay compromiso en los tiempos ni en el número de contactos de operación.

Esta integración exige una conveniente capacitación y trabajo en equipo al interior de una empresa de transmisión para evitar conflictos y perjuicios entre el personal de protecciones y el de control. La frontera de responsabilidades se facilita cuando los relés cuentan con diferentes niveles de acceso y sus respectivas claves de seguridad.

ESPECIFICACIÓN:

Comprar una protección implica, por lo menos, especificarla indicando como mínimo las siguientes características de acuerdo con las previsiones de la instalación (los valores entre paréntesis son ejemplos):

- Equipo destinado a proteger : línea, transformador, etc.
- Características de operación (por sobrecorriente seleccionable, inversa, extremadamente inversa, etc.)
- Otras funciones incluidas (diferencial, etc.)
- Tensión de alimentación 125 Vcc (tendencia americana) o 110 Vcc (tendencia europea)
- Tipo: numérico
- Corriente asignada de entrada: 1 o 5 A
- Tensión asignada de entrada (115 V \pm 10%)
- Rango mínimo de ajustes : según cada función y la aplicación

ESPECIFICACIÓN:

- Número de contactos de disparo para mínimo 10 A y constante de tiempo de 5 ms (permite la operación de bobinas de disparo de grandes interruptores) (6)
- Número de contactos para señalización y control, programables (20)
- Mínimo número de grupos de ajustes (3)
- Puerto de acceso frontal (1)
- Puertos de acceso posterior (2)
- Protocolo para integración al sistema de control (IEC 60870-5-3)
- Protocolo para el sistema de gestión (IEC 60870-5-1)
- Registro de eventos, de fallas y osciloperturbografía (si reemplazan los registradores de falla se deben indicar parámetros mínimos como frecuencia de muestreo, umbrales de activación, canales y tiempos de pre y postfalla)
- Monitoreo continuo y contacto de señalización (sí)

ESPECIFICACIÓN:

- Incluye bloques de prueba (detallar el tipo deseado)
- Montaje (tipo fush para *rack* de 19").

El proveedor debe confirmar esta información y, por lo menos, indicar marca, modelo, referencia, país de origen, y consumos en reposo y en operación de la alimentación y de los circuitos de tensión y corriente.