



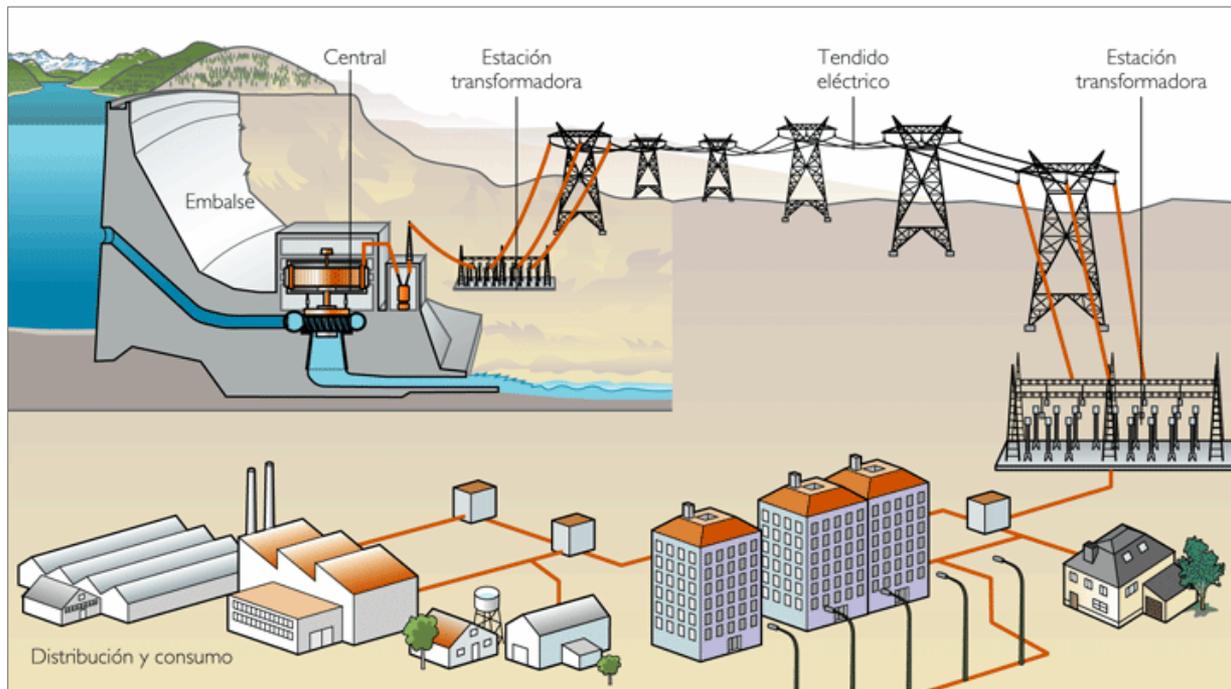
INTRODUCCION A LAS PROTECCIONES ELECTRICAS

Protecciones eléctricas

- José Gómez V.

Introducción

El objetivo de un sistema eléctrico de potencia es generar y suministrar la energía eléctrica a los consumidores. El sistema debe estar diseñado y operado para entregar esta energía a los puntos de utilización tanto con confiabilidad como con economía.



- **Definición:** Las Protecciones Eléctricas, es el conjunto de equipos y elementos de un sistema de energía eléctrica que realizan operación automática frente a la ocurrencia de condiciones anormales de operación con el objeto de salvaguardar la integridad de los equipos y de las personas así como de mantener las condiciones de operación del Sistema de Energía de modo de cumplir con el “grado de calidad de servicio” aceptable.

- **Objetivo de un sistema de protecciones:** De acuerdo a la definición anterior, el objetivo es: “Aminorar o eliminar los efectos de las fallas sobre el equipo protegido y las personas, desenergizándolo rápidamente, así como mantener la calidad de servicio al eliminar la condición de operación anormal o de falla y aislar aquellos elementos que por su operación defectuosa pueden producir perturbaciones”.

Si los cortes de energía son frecuentes o prolongados, se ve afectada la rutina normal de la sociedad, por lo que se debe hacer énfasis en la confiabilidad y seguridad del suministro. Ya que los requerimientos de confiabilidad y economía son ampliamente opuestos, el diseño del sistema de potencia es inevitablemente un compromiso.



No importa qué tan bien diseñado sea un sistema de potencia y distribución, las fallas siempre ocurrirán en un sistema de potencia, y estas fallas pueden representar un peligro para las personas y/o para las propiedades.

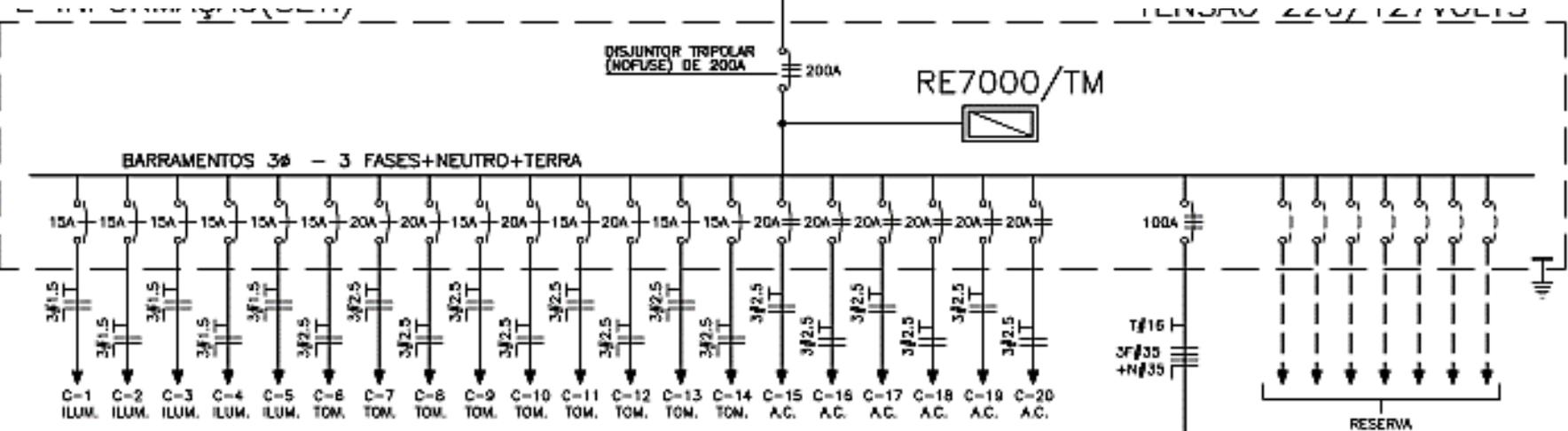
El poder destructivo del arco de una falla de alta corriente es bastante elevado; puede fundir los conductores o soldar las láminas del núcleo de los transformadores o generadores en un tiempo muy corto, en tiempos de milisegundos.

Aún lejos de la falla misma, las altas corrientes de falla pueden causar daño en una planta si ella continúa por más de unos pocos segundos.

- El diseño de una protección adecuada para detectar y desconectar elementos del sistema de potencia en el evento de una falla es por lo tanto una parte integral en el diseño del sistema de potencia. Solo de esta manera se pueden cumplir los objetivos del sistema de potencia y la inversión puede estar protegida.

Q.G.F. – SETOR DE TECNOLOGIA

MEDIDOR



- SIMBOLOGIA:
- DISJUNTOR UNIPOLAR
 - DISJUNTOR BIPOLAR
 - DISJUNTOR TRIPOLAR (NOFUSE)
 - FIOS NEUTRO, FASE E TERRA

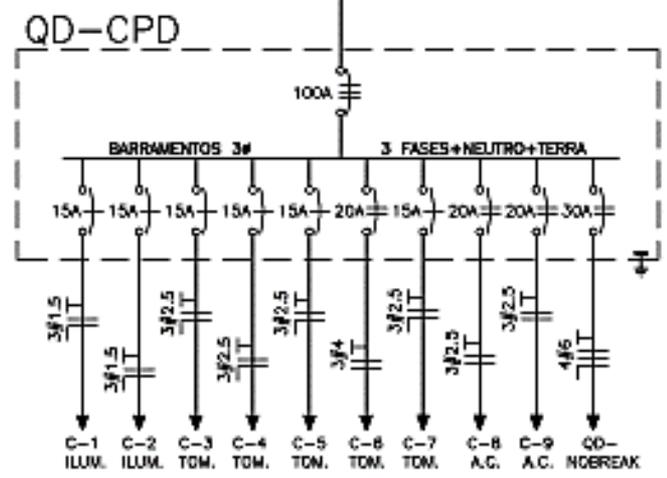


Diagrama de protecciones domiciliarias monofásico

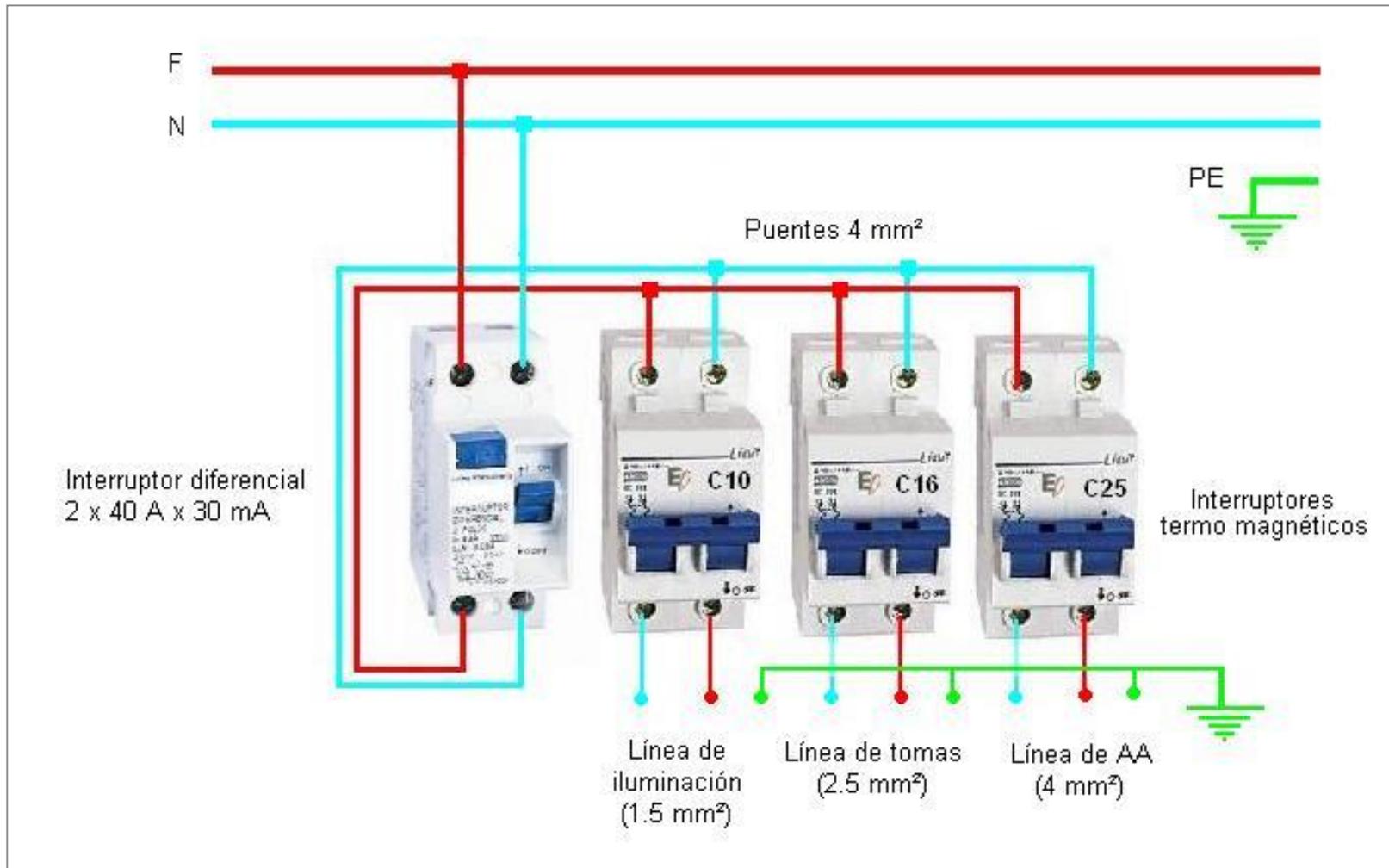


Diagrama de protecciones domiciliarias trifásico

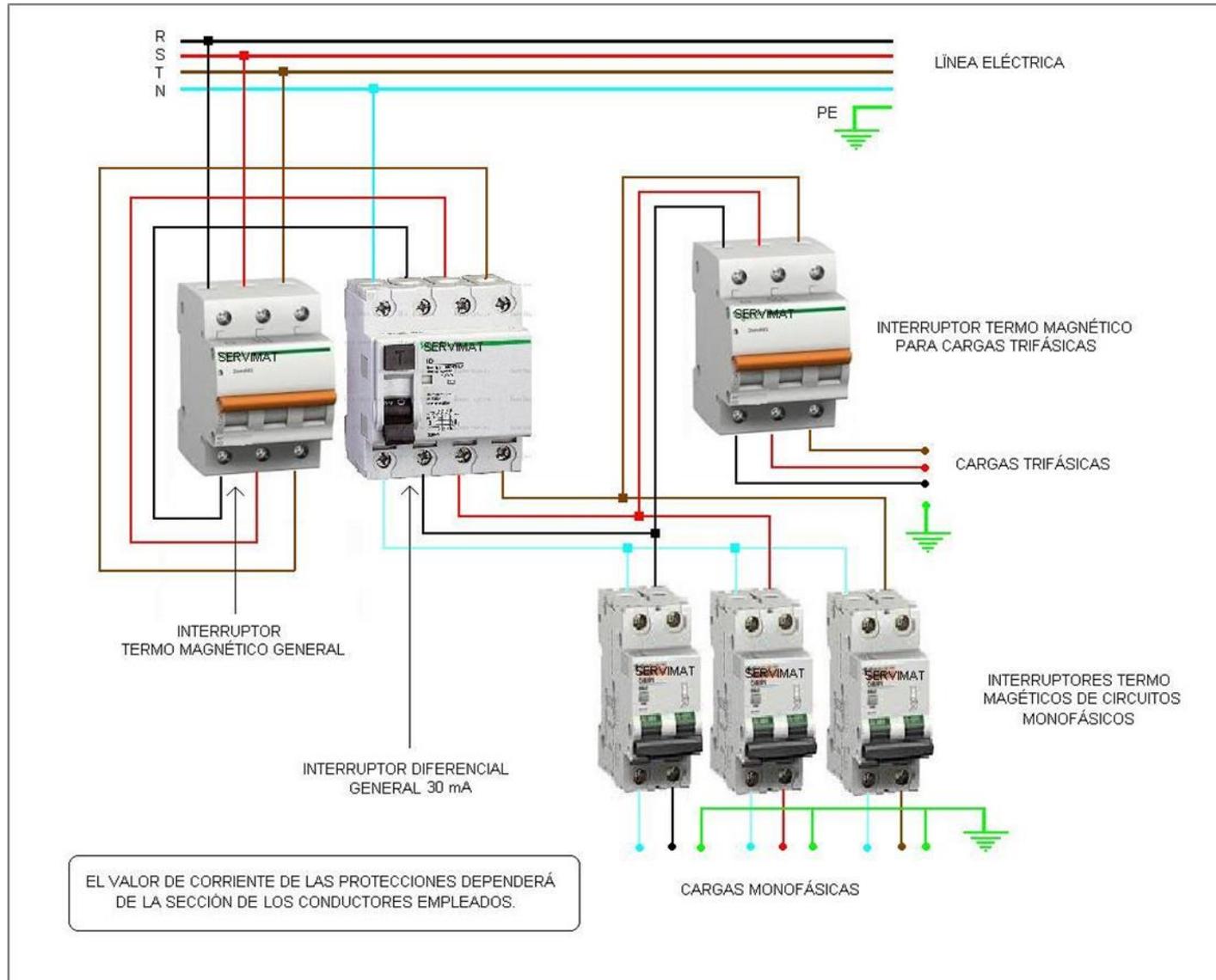
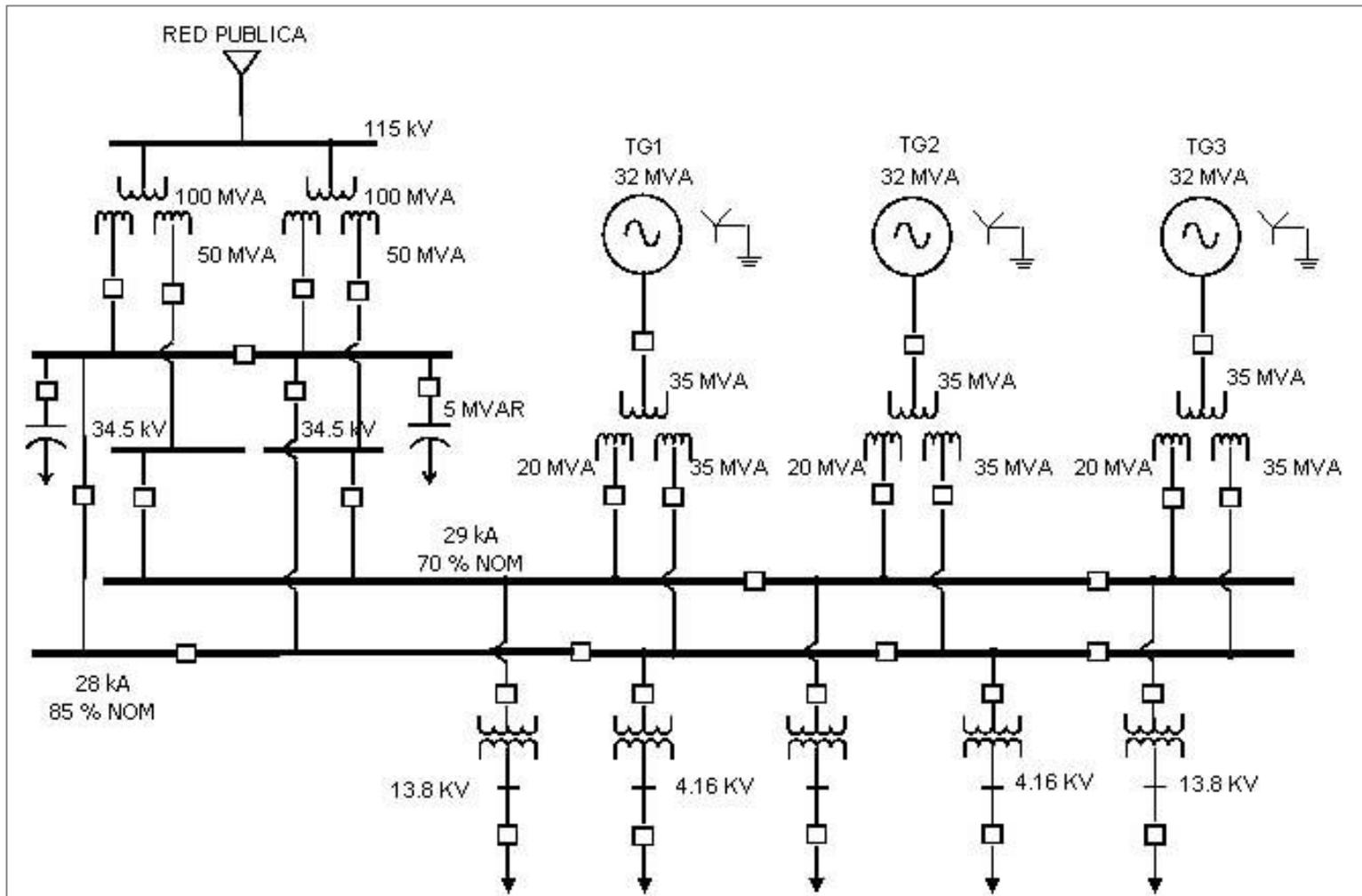


Diagrama de protecciones industriales



CORTOCIRCUITO

Se denomina cortocircuito al fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o a tierra en sistemas monofásicos de corriente alterna, entre dos fases o igual al caso anterior para sistemas polifásicos, o entre polos opuestos en el caso de corriente continua. Es decir: es un defecto de baja impedancia entre dos puntos de potencial diferente y produce arco eléctrico, esfuerzos electrodinámicos y esfuerzos térmicos.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cortocircuito>

➤ Amplitud, momento, duración y ubicación.

➤ PERTURBACIONES

Corresponden a las anomalías de breve duración que no constituyen riesgo para la operación de una instalación eléctrica. Por ejemplo, son perturbaciones de este tipo las variaciones momentáneas de voltaje o frecuencia, o las sobrecargas de corriente de corta duración , que si bien pueden tener efecto pasajero en la instalación y los artefactos conectados a ella, luego de pasada la perturbación todo vuelve a la normalidad.

➤ FALLAS

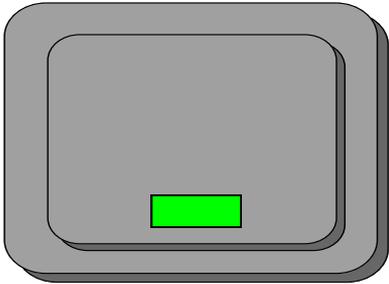
Estas son anomalías en las cuales se pone en peligro la integridad de la instalación eléctrica, de los bienes materiales y la vida de las personas. Debido a la gravedad extrema de la situación anormal , el sistema eléctrico no puede continuar operando. Los tipos de fallas mas comunes son las sobrecargas permanentes, los cortocircuitos, las fallas de aislación, el corte de conductores, etc...

TIPOS DE FALLAS

Las fallas, según su naturaleza y gravedad, se clasifican en :

- **SOBRECARGA**
- **CORTO CIRCUITO**
- **FALLAS DE AISLACIÓN**

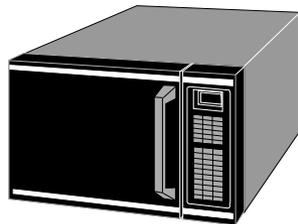
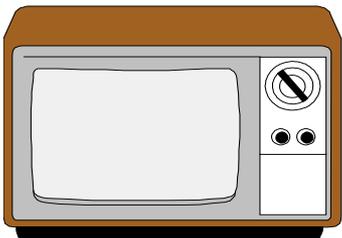
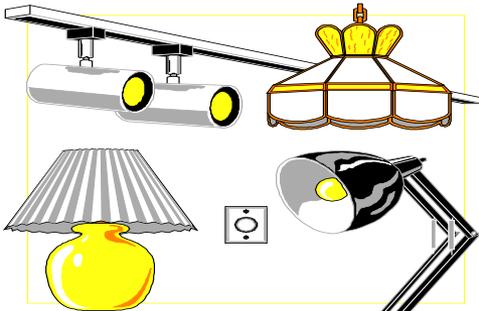
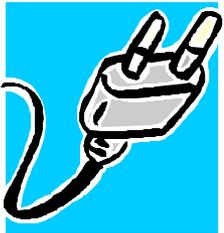
TIPOS DE FALLAS



SOBRECARGA

Las sobrecargas mas comunes se originan en el exceso de consumos en la instalación eléctrica.

Debido a esta situación de sobre exigencia, se produce un calentamiento excesivo de los conductores eléctricos, lo que puede conducir a la destrucción de su aislación, provocando incluso su inflamación, con el consiguiente riesgo para las personas y la propiedad.

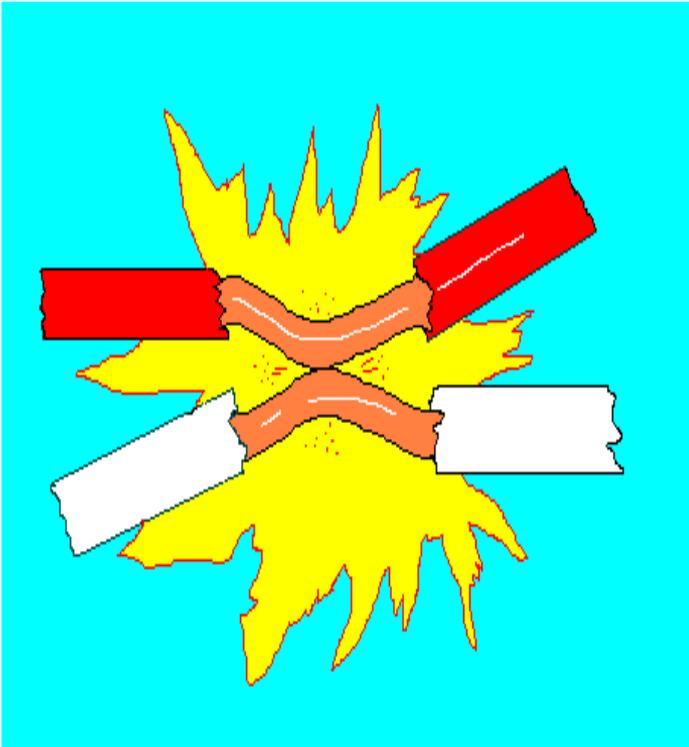


TIPOS DE FALLAS

CORTO CIRCUITO

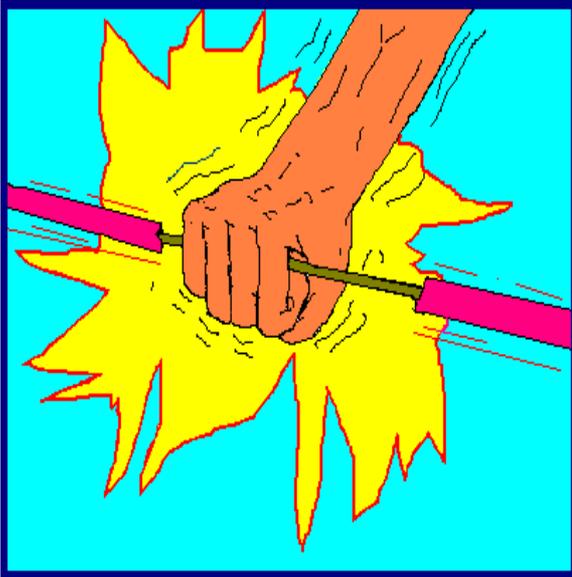
Es la falla de mayor gravedad para una instalación eléctrica. En los cortocircuitos el nivel de corriente alcanza valores tan altos, que los conductores eléctricos se funden en los puntos de falla, produciendo calor, chispas e incluso flamas generando un alto riesgo de incendio del inmueble.

Los cortocircuitos se originan por la unión fortuita de dos líneas eléctricas que han perdido su aislación, entre las cuales existe una diferencia de potencial (fase neutro ,220 v)



TIPOS DE FALLAS

FALLAS DE AISLACIÓN



Las fallas de aislación no siempre dan origen a un cortocircuito. En muchos casos una falla de aislación en algún equipo eléctrico, provoca que la carcasa metálica de dicho equipo se energice, con el consiguiente peligro para la vida de las personas al sufrir un shock eléctrico.

El origen de las fallas de aislación esta en el envejecimiento de las aislaciones, los cortes de algún conductor, uniones mal aisladas, mala ejecución de las reparaciones, uso de artefactos en mal estado, etc.

IMPORTANCIA Y OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIONES

Operación bajo Condiciones Normales: El sistema cumple con los requisitos necesarios para servir la “demanda” del consumo de acuerdo a una cierta “calidad” prefijada de suministro del servicio, cumpliendo con aspectos tales como:

- Capacidad de reserva necesaria para abastecer el aumento de la demanda.
- Niveles de voltaje adecuado. Regulación de voltaje.
- Frecuencia constante.
- Repartición de la carga entre las centrales generadoras de acuerdo a criterios económicos.
- Continuidad de servicio. Confiabilidad de la operación.

IMPORTANCIA Y OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIONES

Operación bajo Condiciones Anormales: Esta condición se produce por:
Ocurrencia de fallas en el equipo del SEP.

- Ocurrencia de fenómenos incontrolables: Tormenta, descargas atmosféricas, inundaciones, terremotos, etc.
- Errores cometidos por operadores.

Frente a la operación anormal, el proyectista de un SEP puede adoptar dos puntos de vista:

- 1) Incorporar ciertas características al diseño que eliminen las posibilidades de fallas.
- 2) Permitir la ocurrencia de fallas incluyendo en el proyecto características y elementos que reduzcan el daño causado por las fallas.

Características que debe cumplir un sistema de protección.



SELECTIVIDAD

Permite discriminar la ubicación del equipo o elemento del Sistema de Energía Eléctrica afectado y, por consiguiente actuar de modo de aislarlo del resto del sistema, el que deberá seguir en operación normal.

RAPIDEZ

Operación en el tiempo mínimo posible luego de la ocurrencia de una falla o condición anormal de operación.

El tiempo de operación es ajustable y depende de la selectividad (temporización de las protecciones).

Razones de la alta velocidad de operación:

- Se disminuye el daño causado al equipo protegido y/o a las personas.
- Se evita la inestabilidad del sistema.
- Se acorta el tiempo durante el cual el voltaje disminuye.
- Se aumenta la efectividad de la reconexión automática.

SENSIBILIDAD

El Sistema de protección debe operar frente a una falla por mínima que ésta sea.

Una desviación de las condiciones de operación de un Sistema de Energía Eléctrica, respecto de las condiciones normales, implica que el sistema de protección debe operar.

SEGURIDAD

El sistema de protección debe garantizar la operación en todos los casos que sea requerido.

RESPALDO

Es la condición de un sistema de protección que permite la operación de una protección secundaria si la que debió operar, por condición de selectividad, no lo hizo.

COORDINACION

Es la selección y/o ajuste de los dispositivos de protección para despejar una falla y/o aislar la parte afectada del sistema. Es la característica de los equipos de protección de modo que operen selectivamente y otorguen respaldo.

PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Toda instalación eléctrica debe ser provista de Protecciones; cuyo objetivo es Reducir al máximo los efectos producidos por una Falla (Sobrecargas, Cortocircuitos, ó Pérdidas de Aislación).

Las Protecciones de mayor aplicación:

- **Los Fusibles.**
- **Los Disyuntores magneto-térmicos.**
- **Los Diferenciales.**

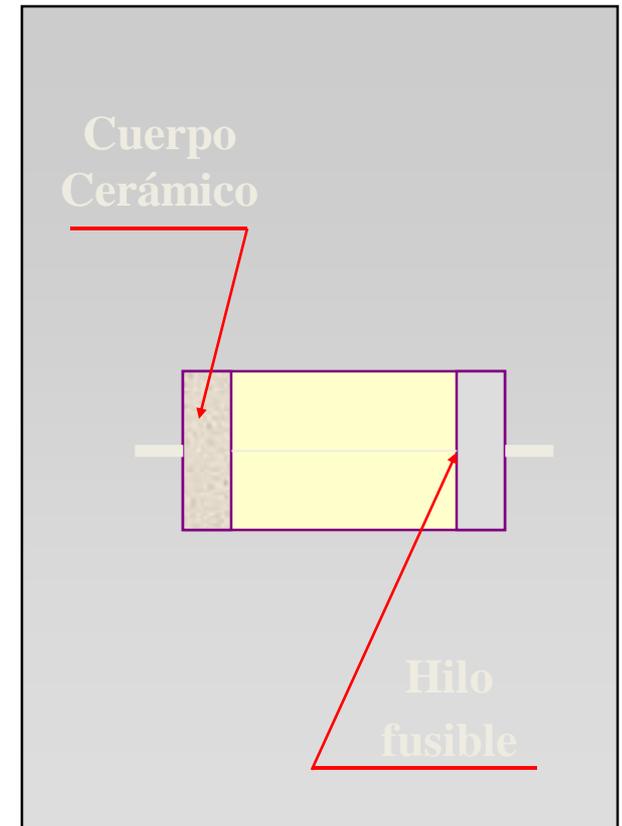
PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

□ Los Fusibles.

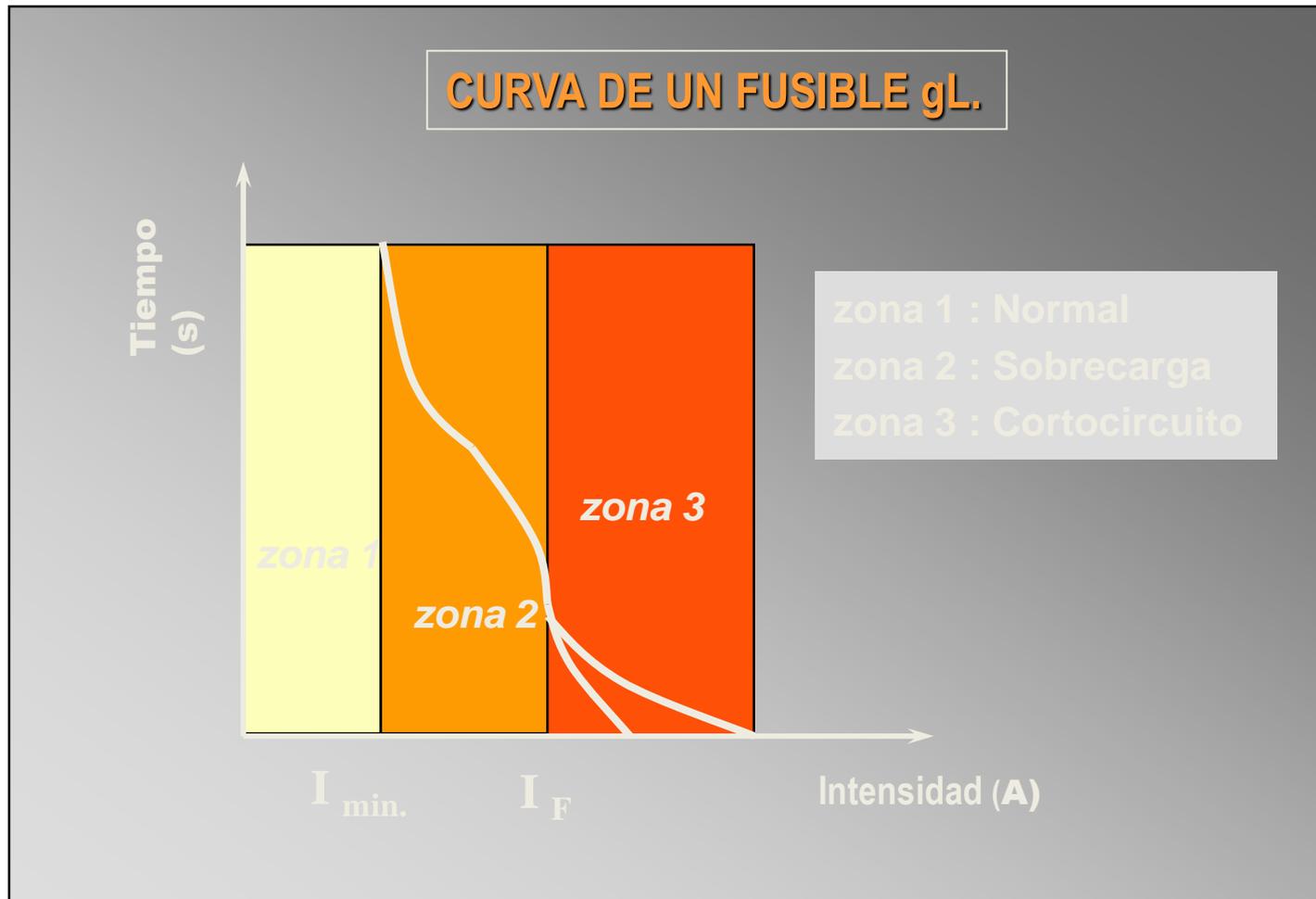
Los fusibles son dispositivos de protección de las instalaciones o sus componentes, diseñados para interrumpir la corriente por la fusión de uno de sus elementos integrantes,

Los fusibles están compuestos por un hilo conductor de bajo punto de fusión, el que se sustenta entre dos cuerpos conductores, en el interior de un envase cerámico o de vidrio, que le da su forma característica al fusible.

Este hilo conductor permite el paso de corriente por el circuito mientras los valores de esta se mantengan entre los límites aceptables. Si estos límites son excedidos, el hilo se funde, despejando la falla y protegiendo así la instalación de los efectos negativos de este exceso.



CURVA CARACTERÍSTICA DE LOS FUSIBLES



VALORES CARACTERÍSTICOS DE LOS FUSIBLES

- INTENSIDAD MÍNIMA ($I_{min.}$): Corriente mínima de operación que origina la fusión del hilo fusible ; p.ej. Fusible tipo g (1,6 a 2 veces el calibre nominal del fusible).
- TIEMPO DE OPERACIÓN ($t_{op.}$): Tiempo en que el hilo fusible demora en fundirse.
- INTENSIDAD NOMINAL (I_n): Corriente nominal del protector fusible.

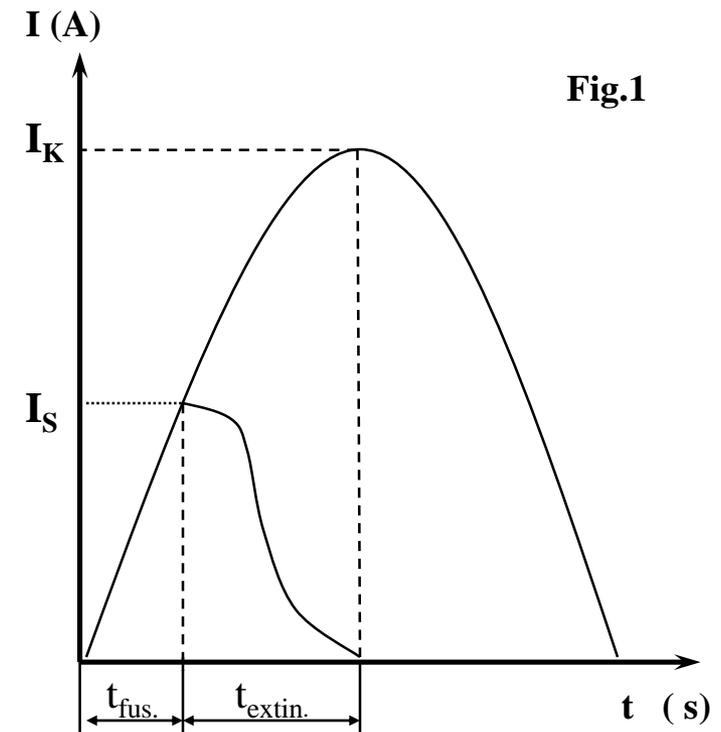
CLASIFICACIÓN DE LOS FUSIBLES SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO

CLASE DE FUNCIONAMIENTO			CLASE SERVICIO	
DENOMINACION	CORRIENTE PERMANENTE	CORRIENTE DE INTERRUPCIÓN	DENOMINACION	PROTECCIÓN DE

g	I_n	<	$I_{min.}$	g L	CABLES Y CONDUCTORES
				g R	SEMICONDUCTORES
				g B	EQUIPOS DE MINAS
a	I_n	<	$4 I_n$	a M	APARATOS DE MANIOBRA
				a R	SEMICONDUCTORES

ESFUERZOS TÉRMICOS DE PRE-ARCO Y DE ARCO

- Un fusible despeja un corto circuito en dos tiempos : el pre-arco y luego el arco.
- El esfuerzo térmico de pre-arco corresponde a la energía mínima necesaria para que el elemento del fusible llegue a su punto de fusión.
- Es importante conocer este esfuerzo térmico de arco corresponde a la energía limitada entre el fin del pre-arco y la interrupción total .
- Fig.1: Los esfuerzos térmicos de pre-arco y de arco están ligados a la forma de estas curvas.



CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LOS FUSIBLES

- **Alta seguridad de protección.**
- **Pérdidas reducidas (calentamiento).**
- **Bajo costo de mantención y reposición.**
- **Gran capacidad de ruptura (corriente máxima que la protección puede despejar en un cortocircuito).**

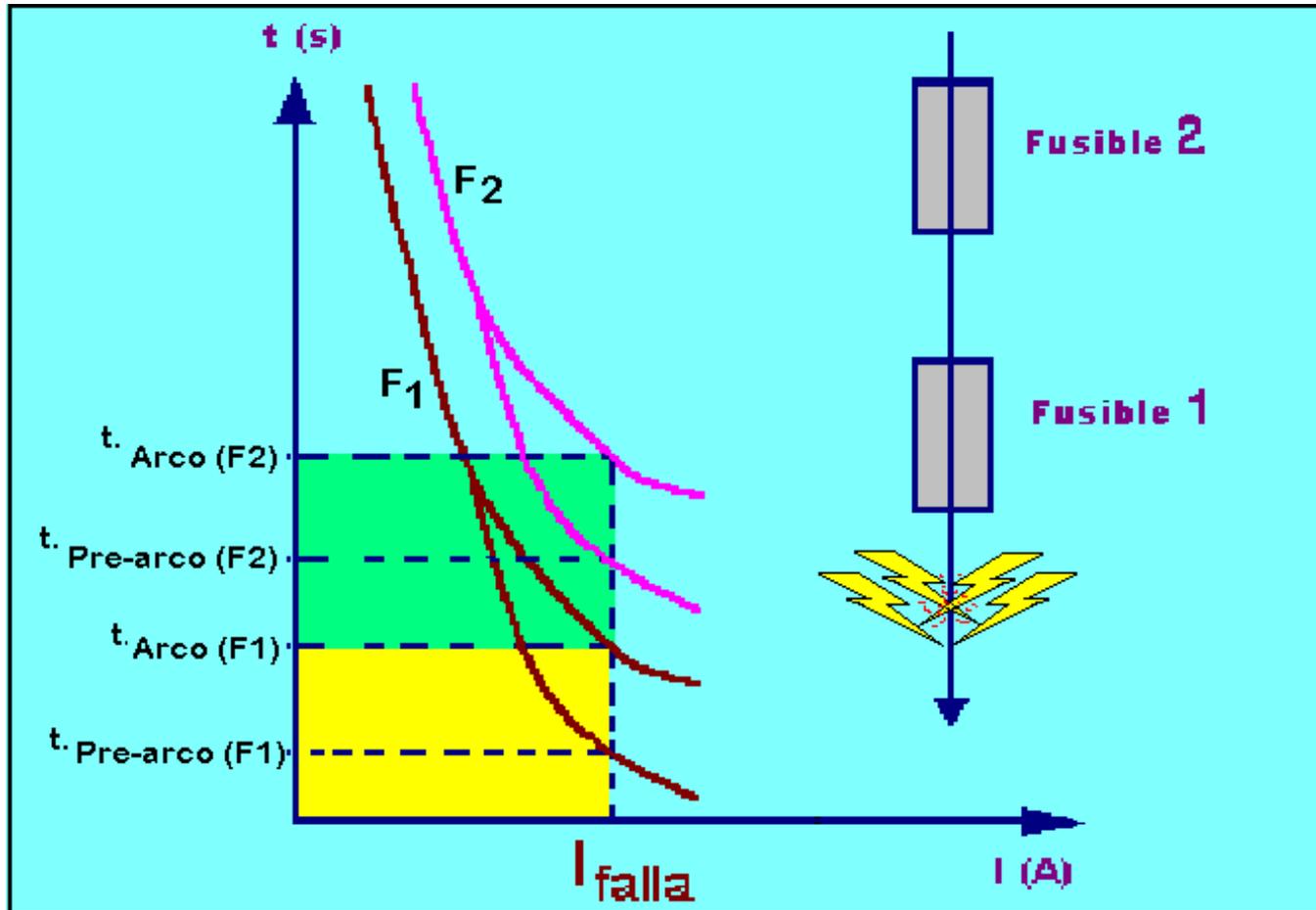
COORDINACION ENTRE FUSIBLES

- **Un fusible despeja un corto circuito en dos tiempos : Pre-arco y Arco.**
- **El esfuerzo térmico de Pre-arco corresponde a la energía mínima necesaria para que el elemento del fusible llegue a su punto de fusión.**
- **El esfuerzo térmico de Arco corresponde a la energía limitada entre el fin del Pre-arco y la interrupción total .**

COORDINACION ENTRE FUSIBLES

- TIEMPO DE PASO:
- En protecciones fusibles en cascada, se recomienda trabajar en función del tiempo de paso que asegure:
- Al fusible aguas arriba presentar un tiempo de pre-arco, superior al tiempo total de despeje de la protección aguas abajo.
- Se recomienda un dimensionamiento de la protección de respaldo: 1.8 a 2.5 veces el calibre nominal de la protección inferior.

COORDINACION ENTRE FUSIBLES



Gran variedad de opciones de conectores disponibles.

Ensamble de contacto superior.

Aislador de porcelana con diseño de protección contra pájaros.

Modelos hasta 25 kV están disponibles con aislador de polímero silicón.

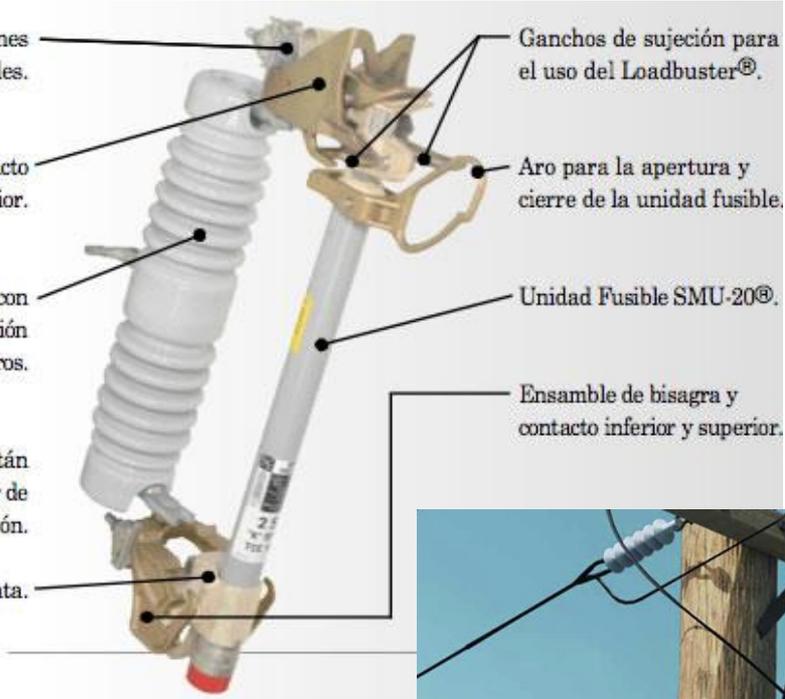
Contactos de plata.

Ganchos de sujeción para el uso del Loadbuster®.

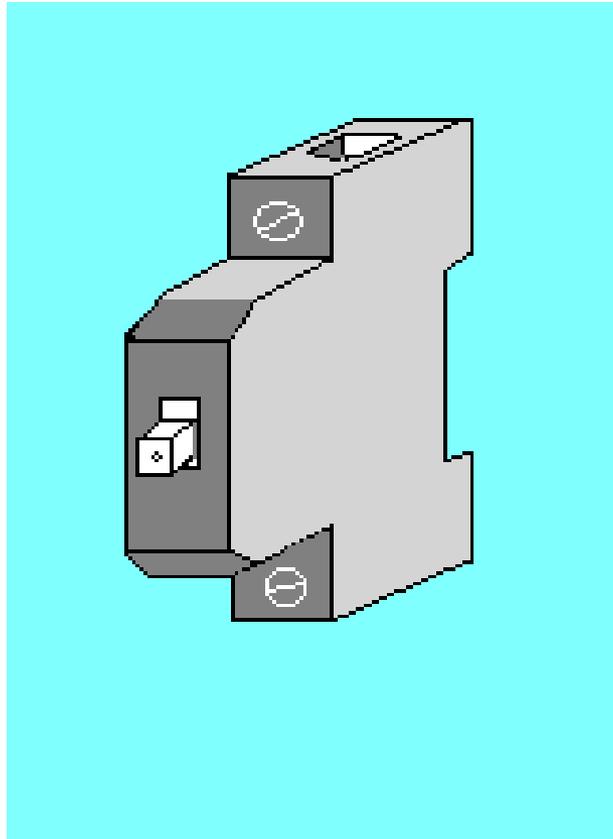
Aro para la apertura y cierre de la unidad fusible.

Unidad Fusible SMU-20®.

Ensamble de bisagra y contacto inferior y superior.



EL DISYUNTOR MAGNETO-TÉRMICO.



Los disyuntores magneto-térmicos, conocidos comúnmente como interruptores automáticos, se caracterizan por:

- Desconectar o conectar un circuito eléctrico en condiciones normales de operación.
- Desconectar un circuito eléctrico en condiciones de falla, sobrecargas ó corto circuitos.

EL DISYUNTOR MAGNETO-TÉRMICO.

- Poseer un elevado numero de maniobras, lo que le permite ser utilizado nuevamente después del “despeje” de una falla, a diferencia del fusible, que solo sirve una vez.
- El disyuntor magneto-térmico es un interruptor que desconecta el circuito, a través del accionamiento de dos unidades :

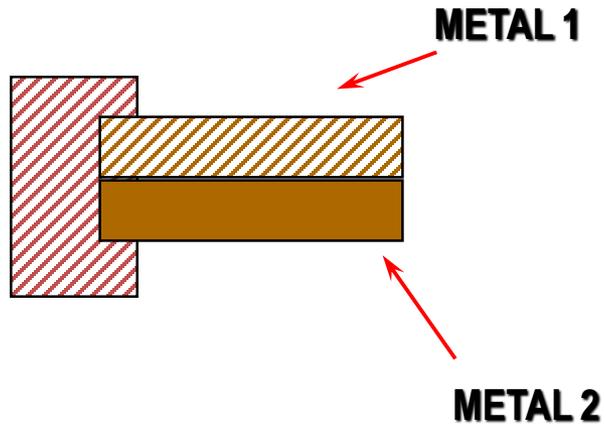
□ TÉRMICA

□ MAGNETICA

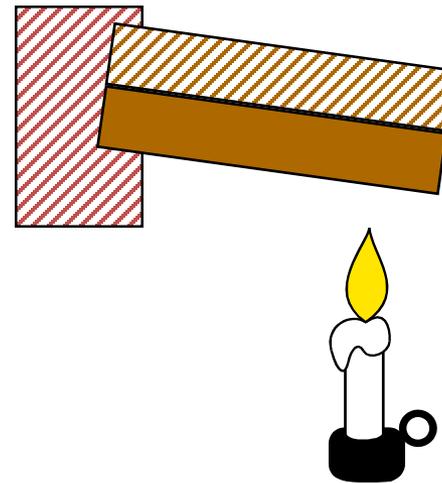
EL ELEMENTO TÉRMICO

□

BIMETAL FRIÓ



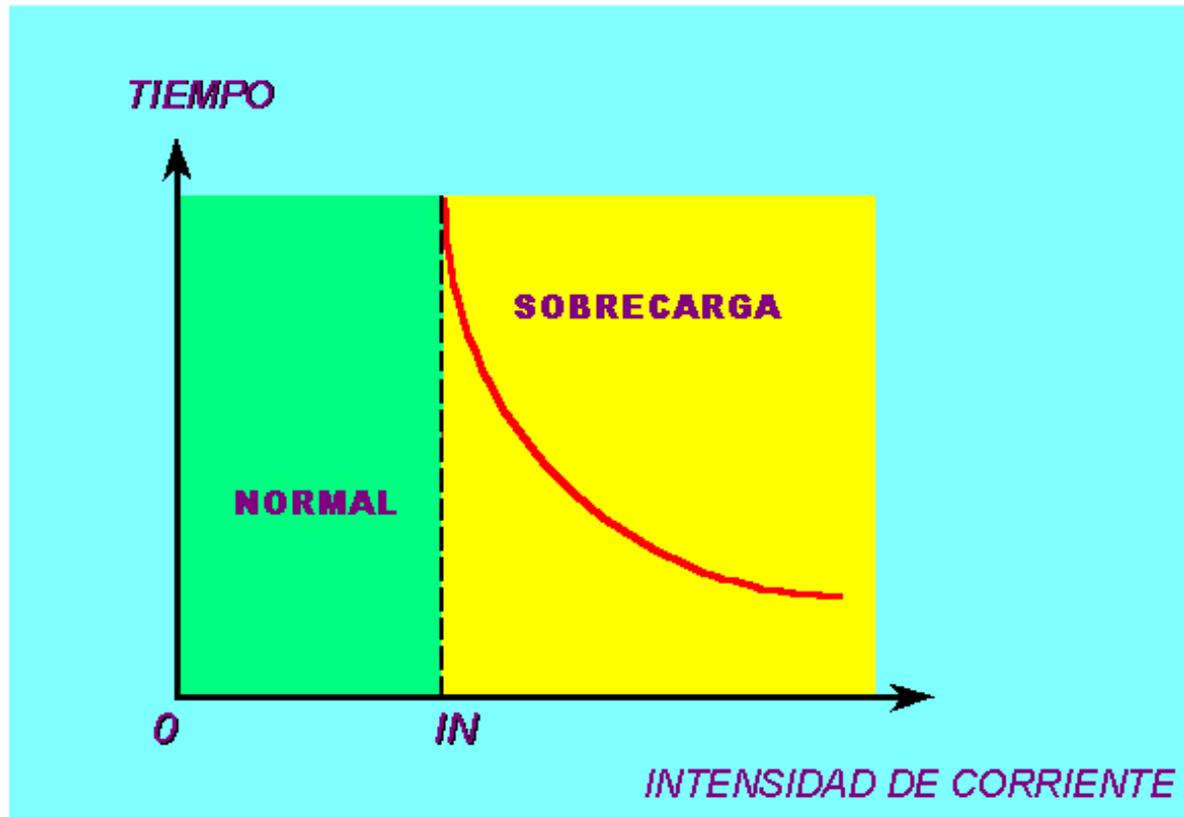
BIMETAL CALIENTE



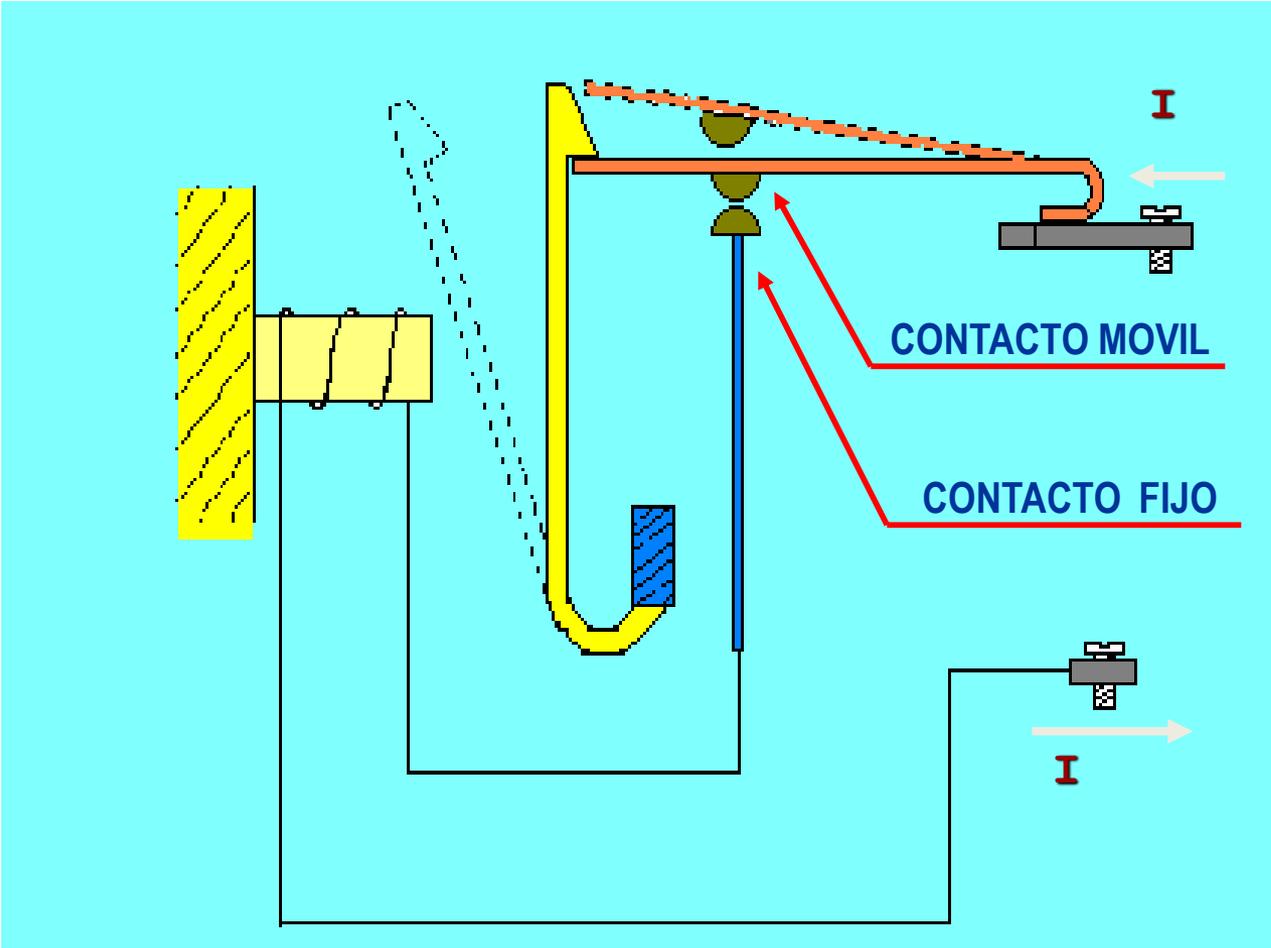
EL ELEMENTO TÉRMICO

- El Bimetal, está formado por dos metales de distinto coeficiente de dilatación lineal.
- La curvatura que se origina con el calentamiento del bimetal es equivalente al calentamiento de los conductores del circuito.
- Cuando la corriente supera el valor permitido, la curvatura llega a un punto extremo, que hace actuar un mecanismo de desenganche, originando la operación de la protección.
- La protección térmica al actuar frente a sobre cargas, no es instantánea, sino que de tiempo retardado.

CURVA CARACTERISTICA DE LA PROTECCIÓN TÉRMICA



EL ELEMENTO MAGNÉTICO



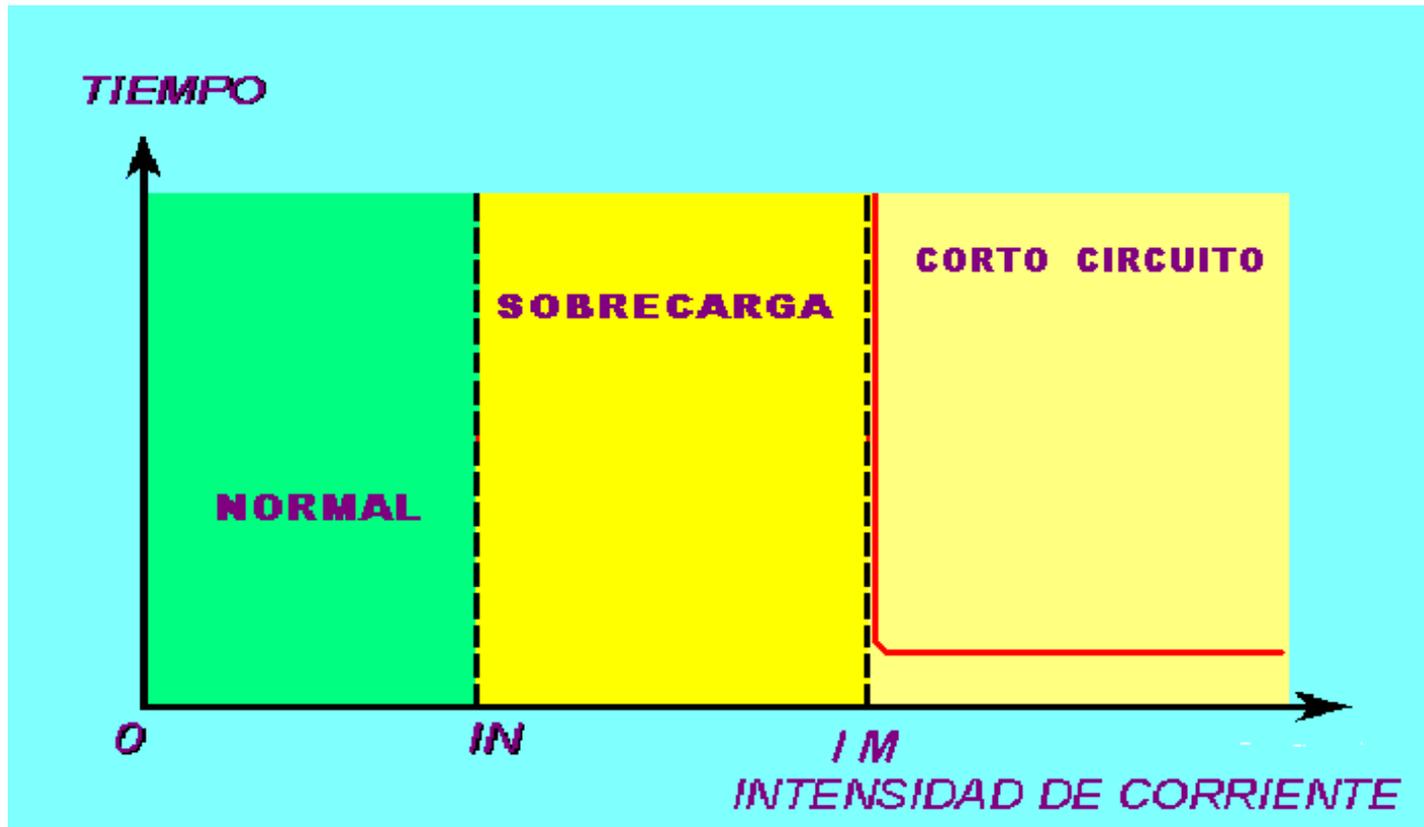
EL ELEMENTO MAGNÉTICO

- Esta parte de la protección esta formada por una bobina , con gran cantidad de vueltas alrededor de un núcleo magnético
- Al ser recorrido por una corriente eléctrica genera una acción magnética .
- Esta bobina esta conectada en serie con el circuito que se va a proteger .

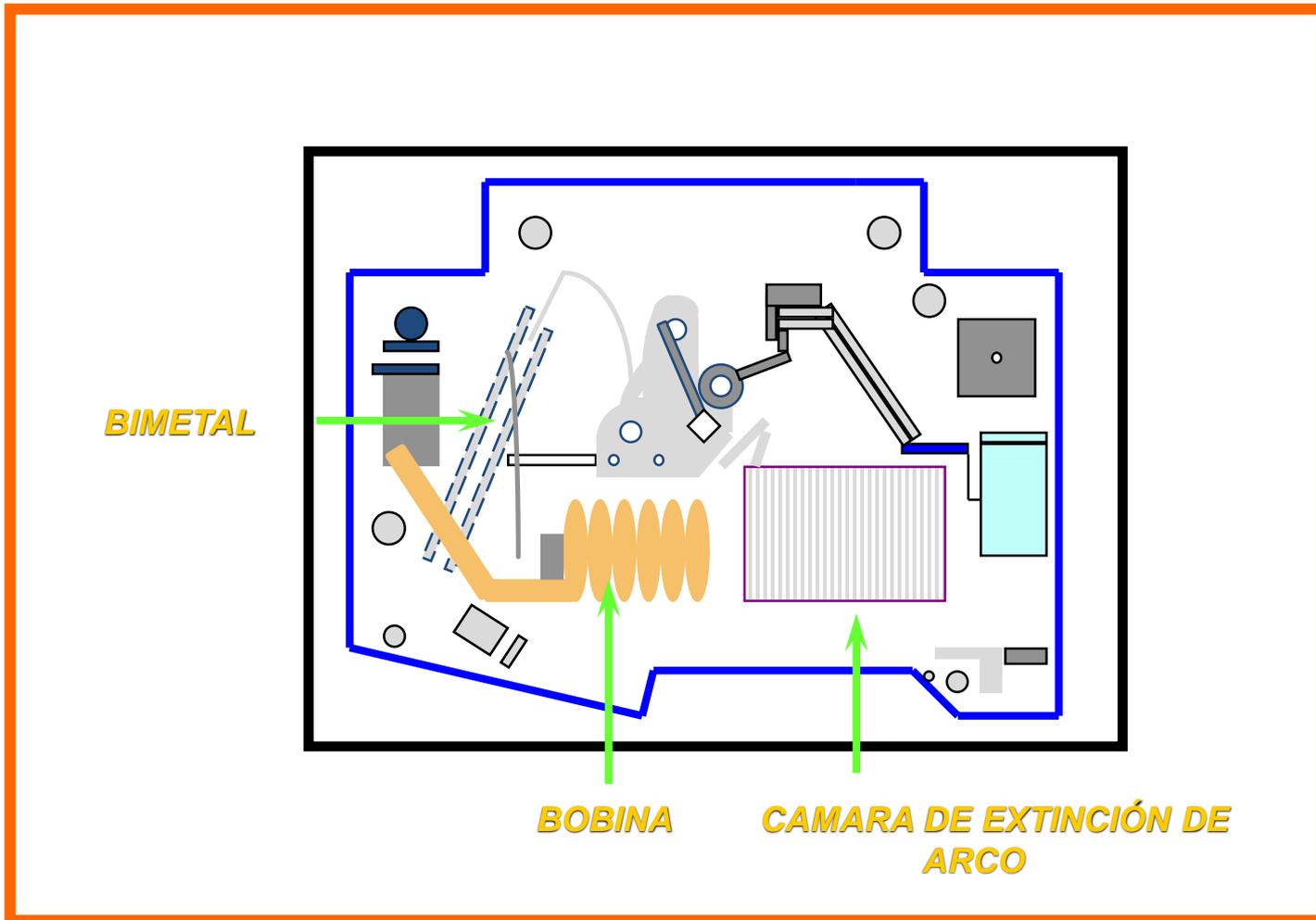
EL ELEMENTO MAGNÉTICO

- Cuando la corriente alcanza un valor muy grande (tres ó mas veces la corriente nominal del protector) el magnetismo generado atrae un contacto móvil que activa la desconexión del interruptor .
- Esto ocurre en un lapso de tiempo prácticamente instantáneo (Curva de operación).

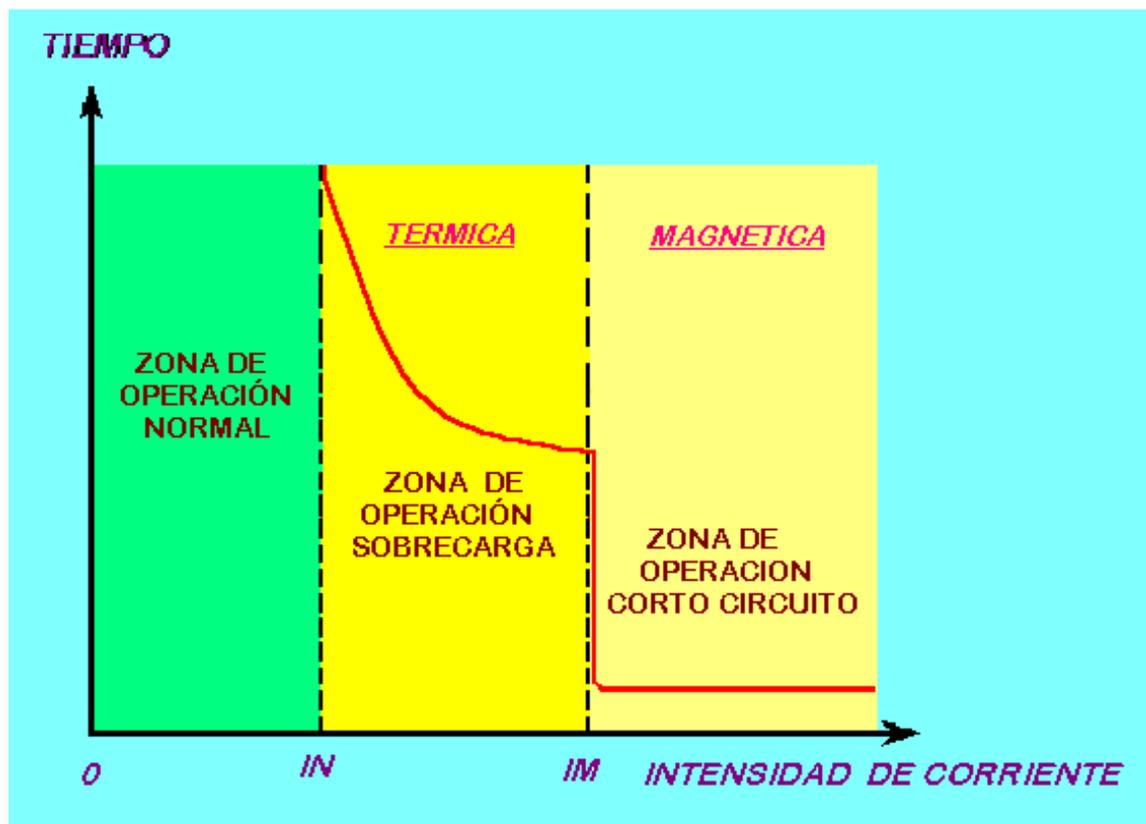
CURVA CARACTERISTICA DE LA PROTECCIÓN MAGNETICA



EL DISYUNTOR



CURVA CARACTERISTICA DEL DISYUNTOR



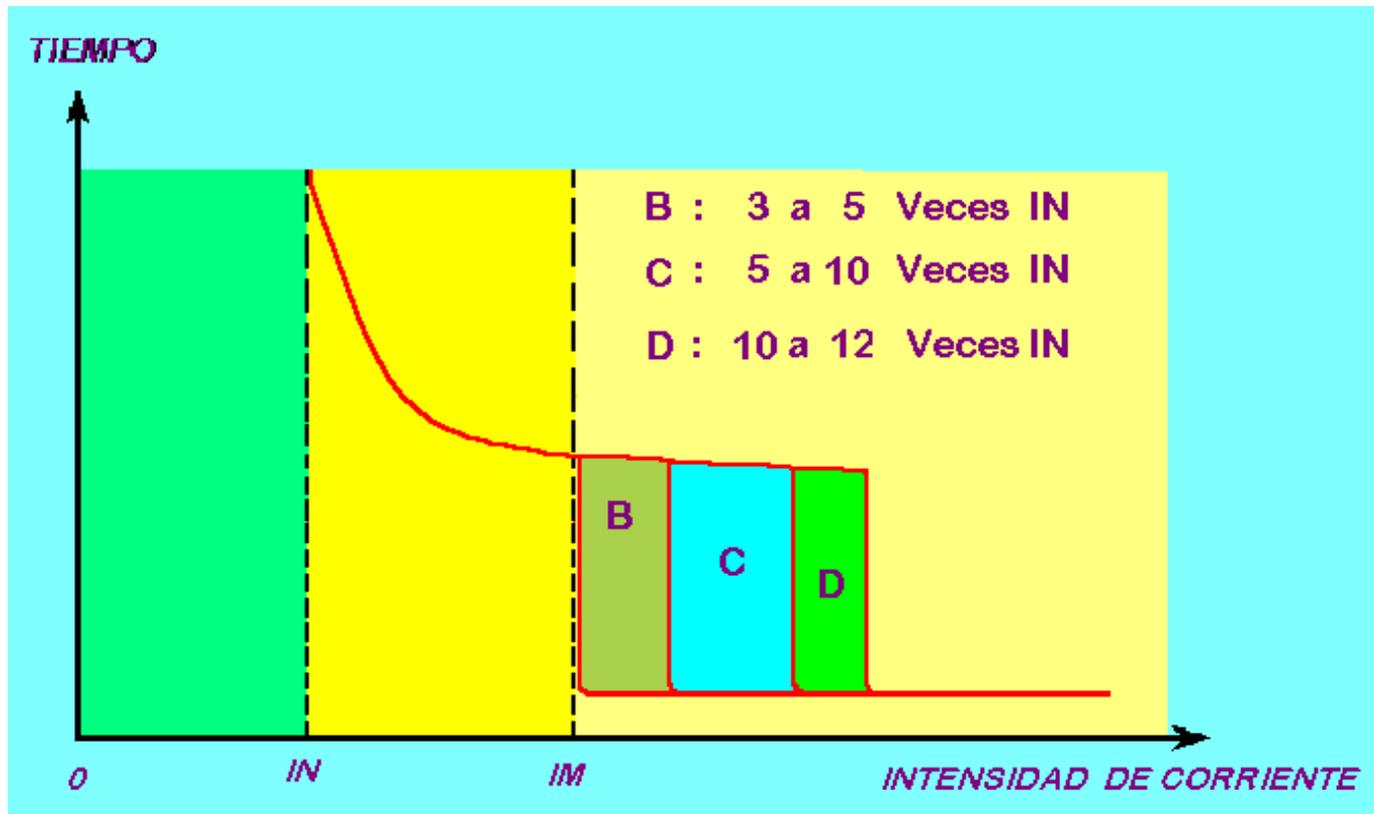
DIMENSIONAMIENTO DE LA PROTECCIÓN TÉRMICO-MAGNÉTICA

- **En circuitos eléctricos, lo usual es utilizar disyuntores con una sensibilidad del dispositivo magnético , adecuado a los requerimientos operativos, del tipo de consumo al que se le dará protección ; es así :**

DIMENSIONAMIENTO DE LA PROTECCIÓN TÉRMICO-MAGNÉTICA

- **En circuitos eléctricos de alumbrado lo usual es utilizar disyuntores de gran sensibilidad en la operación del dispositivo magnético :
TIPO B**
- **En circuitos eléctricos de fuerza lo usual es utilizar disyuntores de baja sensibilidad, para la operación del dispositivo magnético :
TIPO D**

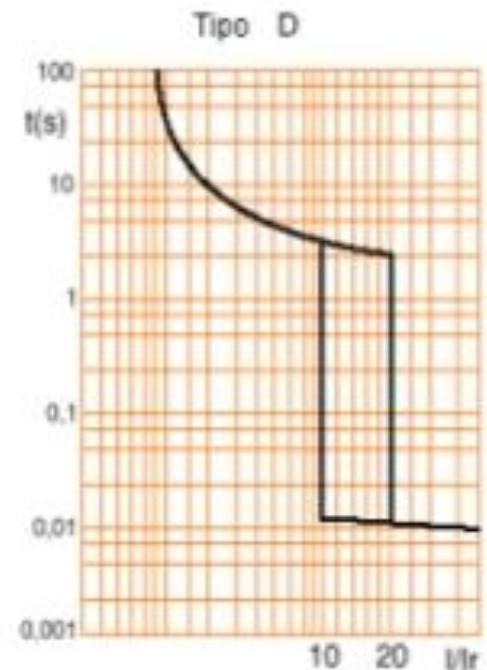
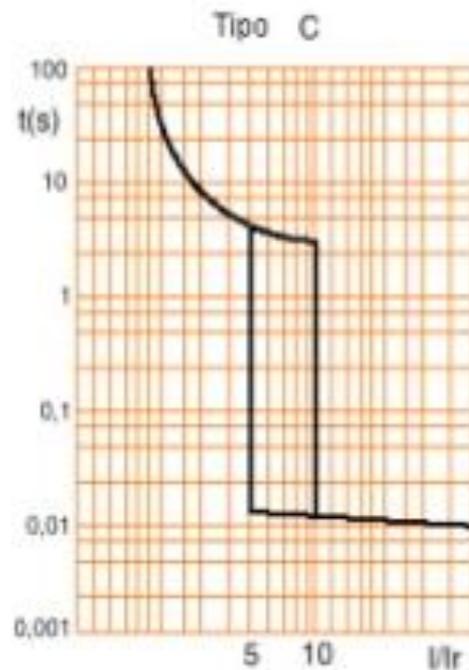
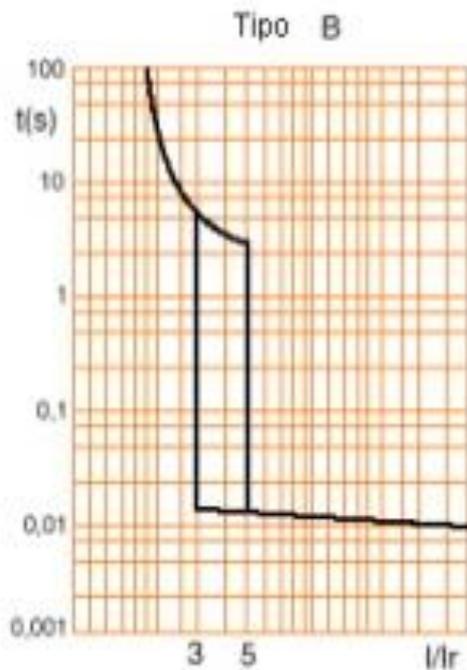
DIMENSIONAMIENTO DE LA PROTECCIÓN TÉRMICO-MAGNÉTICA



Tipo B: circuitos de gran longitud de cableado. Protección de generadores.

Tipo C: circuitos de aplicación ordinaria.

Tipo D: circuitos de máquinas con grandes corrientes de arranque.

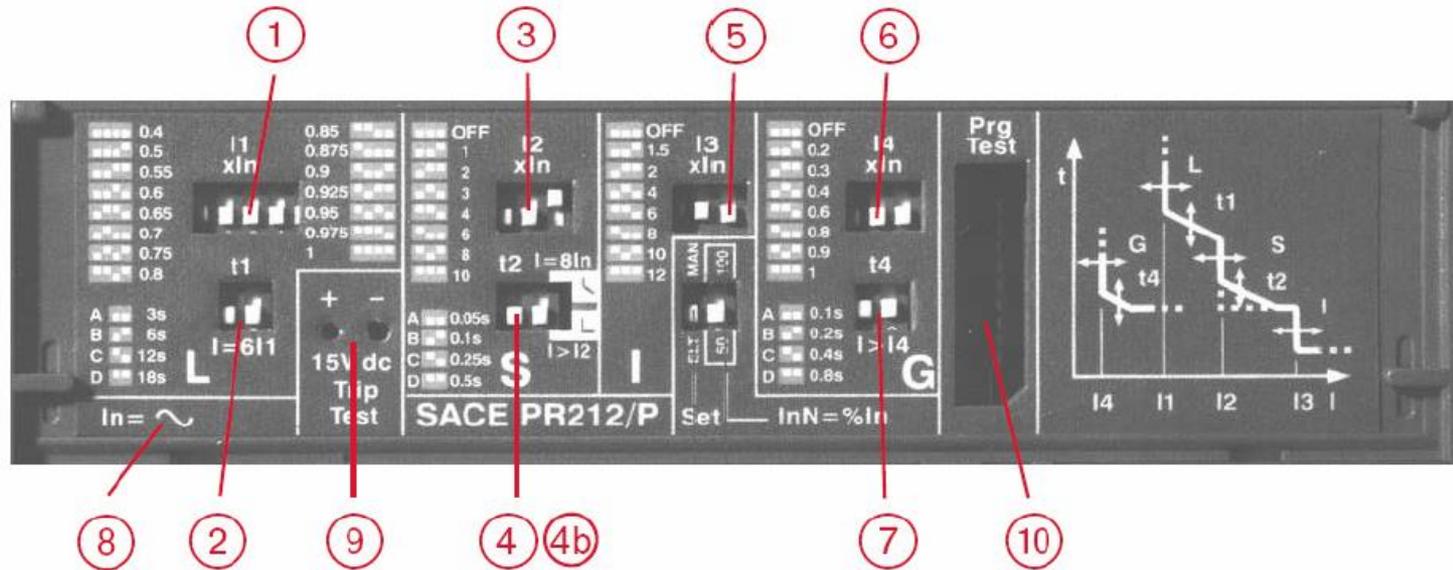


Funciones de protección y valores de regulación del relé SACE PR111



Función	Umbral de corriente	Tiempo de actuación	Posibilidad de exclusión	Relación $t = f(I)$
 Protección contra el sobrecarga	$I1 =$ 0,4 x I_n 0,5 x I_n 0,6 x I_n 0,7 x I_n 0,8 x I_n 0,9 x I_n 0,95 x I_n 1 x I_n	Con la corriente $I = 6 \times I1$ $t1 = 3$ s (curva A) 6 s (curva B) 12 s (curva C) 18 s (curva D)	NO	$t = k/I^2$
 Protección selectiva contra cortocircuito	$I2 =$ 1 x I_n 2 x I_n 3 x I_n 4 x I_n 6 x I_n 8 x I_n 10 x I_n	Con la corriente $I = 8 \times I_n$ $t2 = 0,05$ s (curva A) 0,10 s (curva B) 0,25 s (curva C) 0,5 s (curva D)	SI	$t = k/I^2$ (curva tiempo/corr. I ² t ON)
	$I2 =$ 1 x I_n 2 x I_n 3 x I_n 4 x I_n 6 x I_n 8 x I_n 10 x I_n	Con la corriente $I > I2$ $t2 = 0,05$ s (curva A) 0,10 s (curva B) 0,25 s (curva C) 0,5 s (curva D)	SI	$t = k$ (curva tiempo/corr. I ² t OFF)
 Protección instantánea contra cortocircuito	$I3 =$ 1,5 x I_n 2 x I_n 4 x I_n 6 x I_n 8 x I_n 10 x I_n 12 x I_n	Intervención instantánea	SI	$t = k$
 Protección contra defecto a tierra	$I4 =$ 0,2 x I_n 0,3 x I_n 0,4 x I_n 0,6 x I_n 0,8 x I_n 0,9 x I_n 1 x I_n	Con la corriente $I = 4 \times I4$ $t4 = 0,1$ s (curva A) 0,2 s (curva B) 0,4 s (curva C) 0,8 s (curva D)	SI	$t = k/I^2$

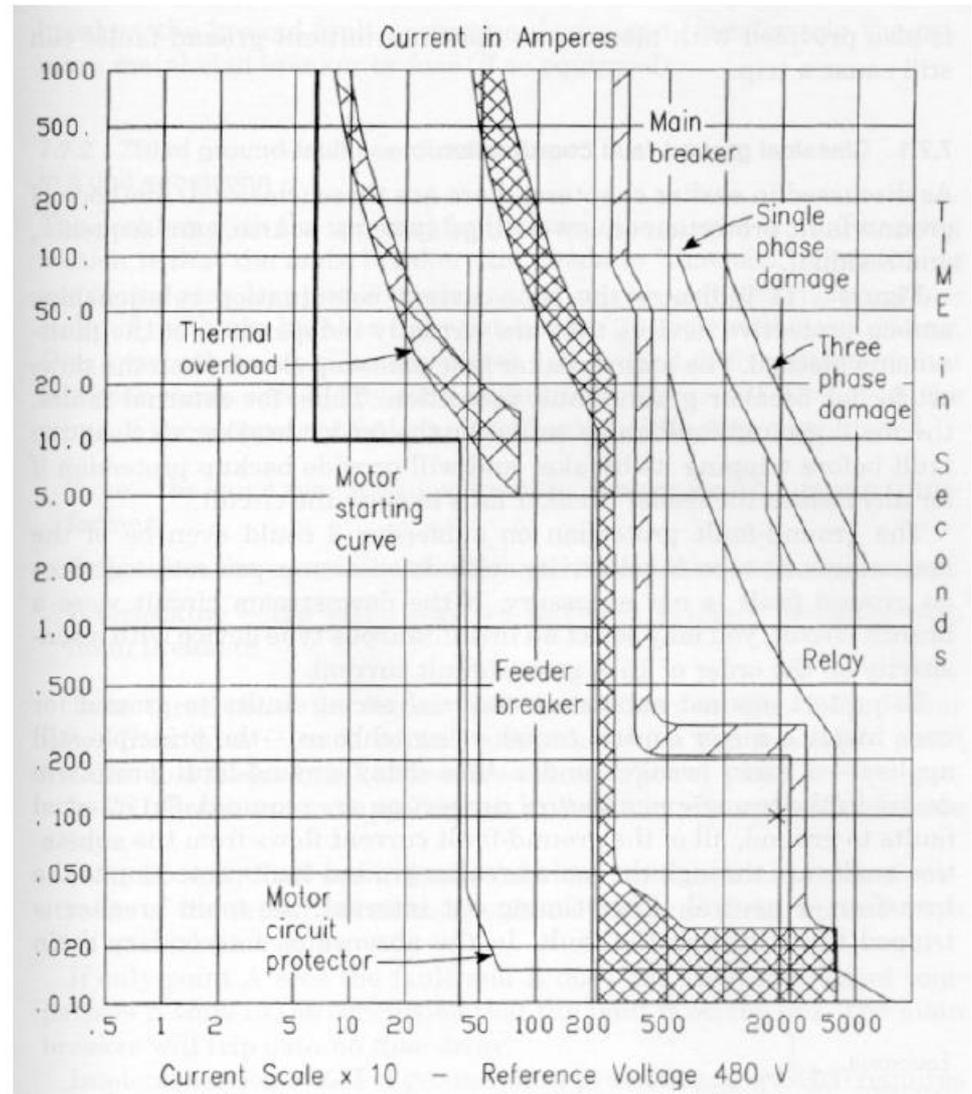
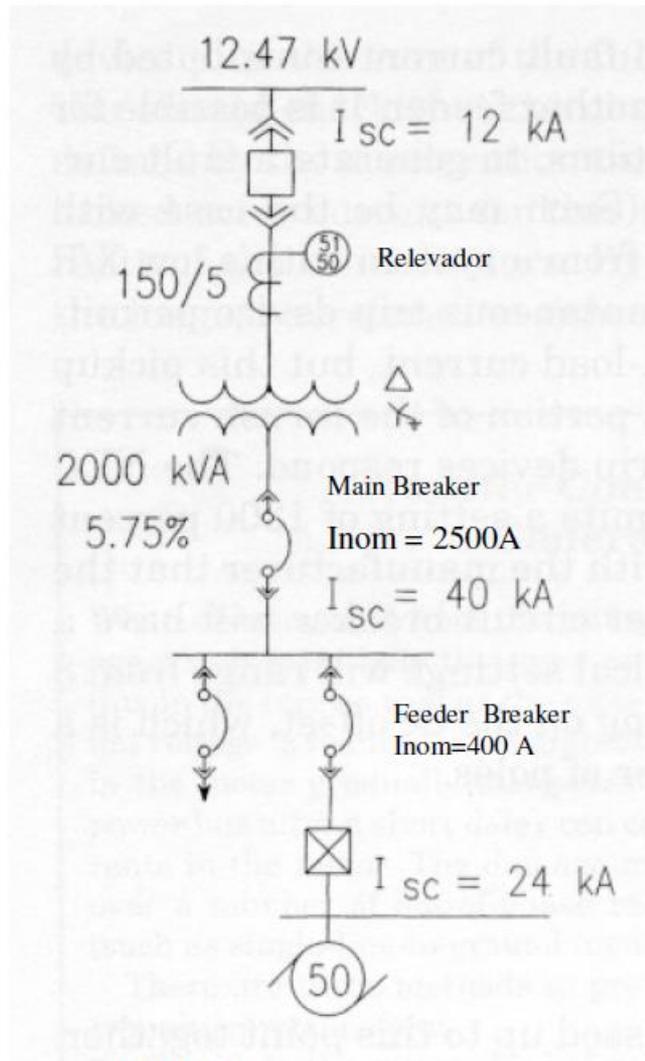
PR212



Key

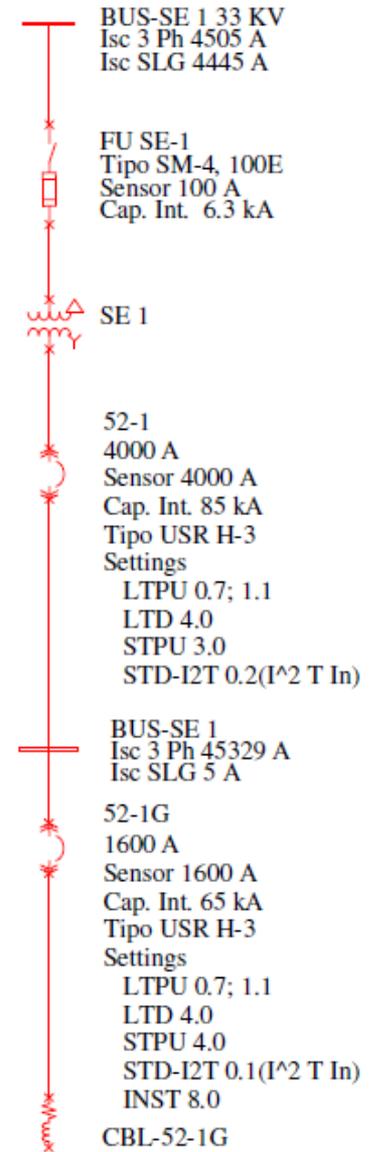
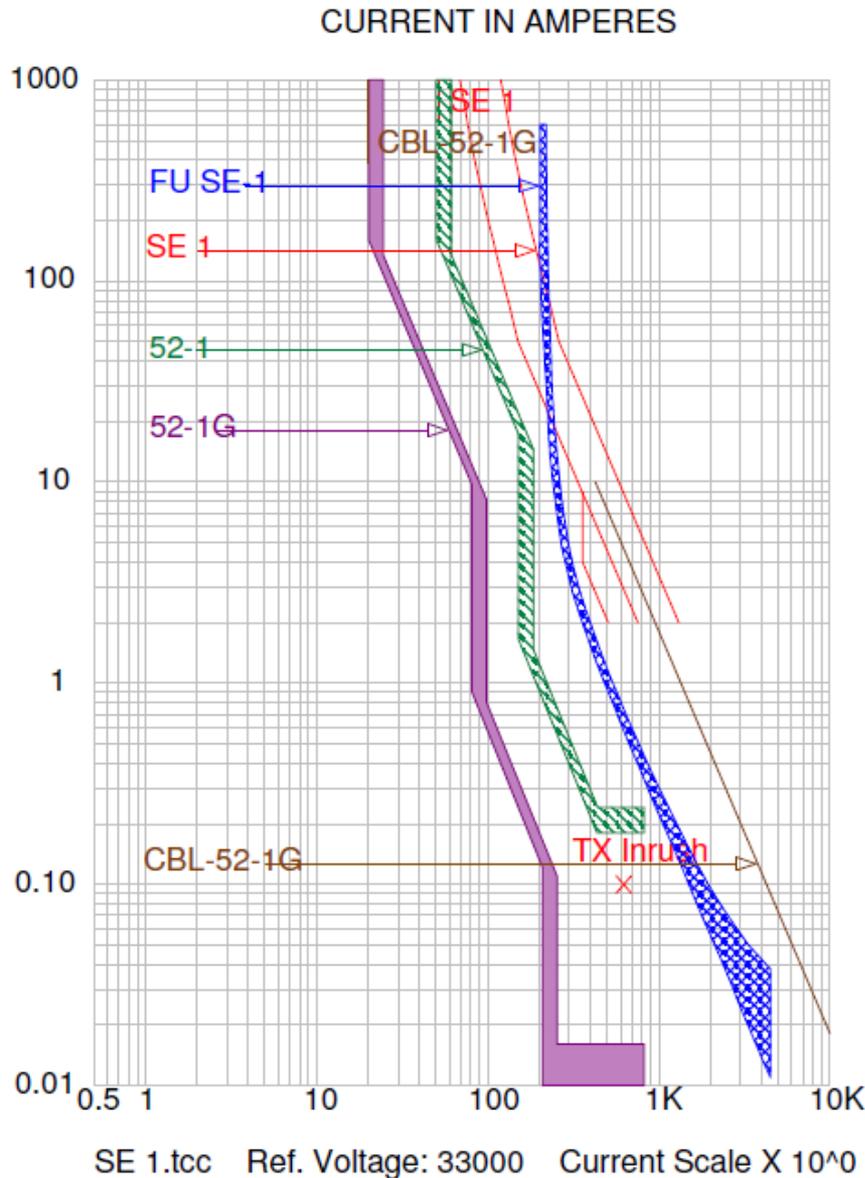
- 1 Function L setting dip-switch (I1)
- 2 Function L trip time setting dip-switch (t1)
- 3 Function S setting dip-switch (I2)
- 4 Function S trip time setting dip-switch (t2)
- 4b Fixed/variable trip time selection dip-switch
- 5 Function I setting dip-switch (I3)
- 6 Function G setting dip-switch (I4)
- 7 Function G trip time setting dip-switch (t4)
- 8 Rated current of current transformers
- 9 15 V d.c. input for release functioning check
- 10 Socket for connecting SACE PR010/T test unit

Coordinación de las protecciones



$$I_{nom} T = \frac{2000 E^3}{\sqrt{3} (480)} = 2405 \text{ A} \quad I_{nom_M} \approx 65 \text{ A}$$

Ejemplo coordinación planta industrial



SELECTIVIDAD DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

- **Salvo en instalaciones muy elementales, siempre hay dos o mas protecciones conectadas en serie entre el punto de alimentación y los posibles puntos de fallas.**
- **Para delimitar la falla a la menor área posible, las protecciones deben actuar en forma escalonada de la falla a la fuente.**

SELECTIVIDAD DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Las protecciones deberán entonces elegirse y regularse, de acuerdo a sus curvas de características, de modo que operen frente a cualquier eventualidad en la forma descrita.

SELECTIVIDAD DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

□ SOBRECARGAS:

Utilizar las curvas de zonas de funcionamiento de los diferentes aparatos de protección. Sobre un mismo ábaco, las zonas de funcionamiento no deben cortarse.

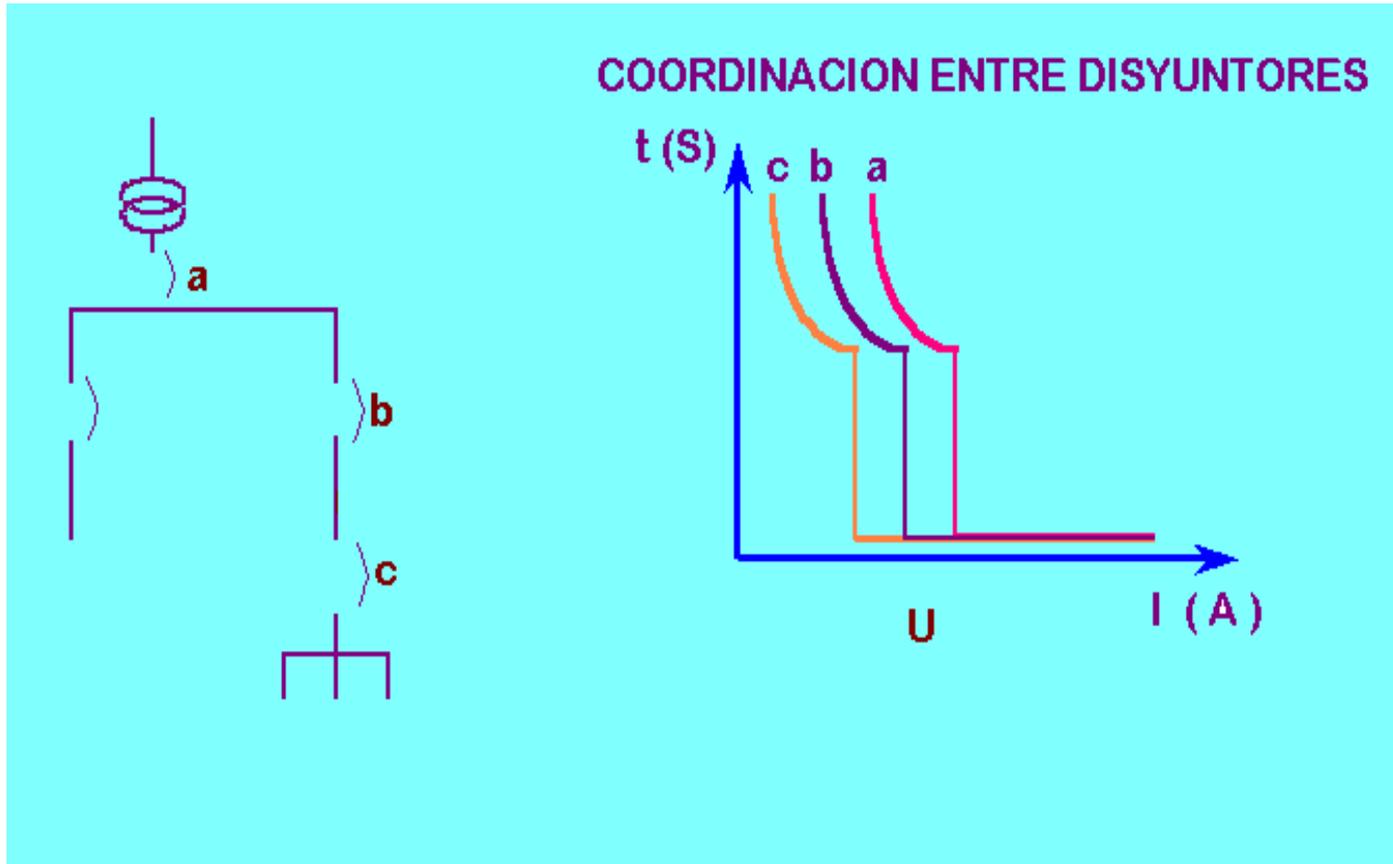
□ CORTOCIRCUITOS:

Verificar los puntos de operación, a efecto de no tener el “tripeo” de dos o mas protectores en cascada (Umbral parcial).

SELECTIVIDAD DE DISYUNTORES

- En el caso mostrado de disyuntores:
- Las curvas de operación, deben estar en la posición relativa mostrada para que estos sean selectivos.
- A partir del punto U , se establece el umbral de selectividad, de las unidades magnéticas.

SELECTIVIDAD DE DISYUNTORES



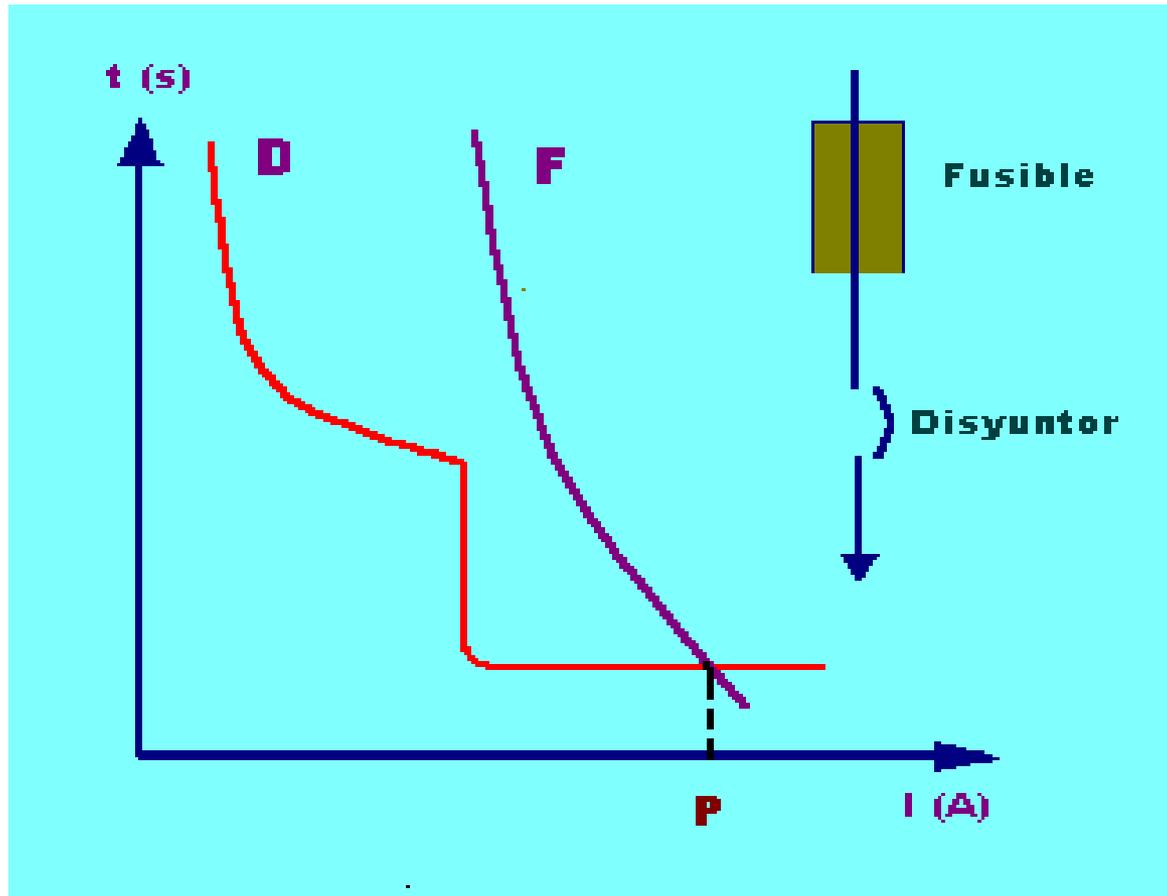
SELECTIVIDAD DE FUSIBLE Y DISYUNTOR

- **El esfuerzo térmico de pre-arco de un fusible puede ser considerado como una constante , pero el esfuerzo térmico total de ruptura de un disyuntor esta ligado a la corriente de falla .**
- **La selectividad será por consiguiente asegurada hasta un valor de corriente llamado umbral de selectividad (punto P en la figura).**

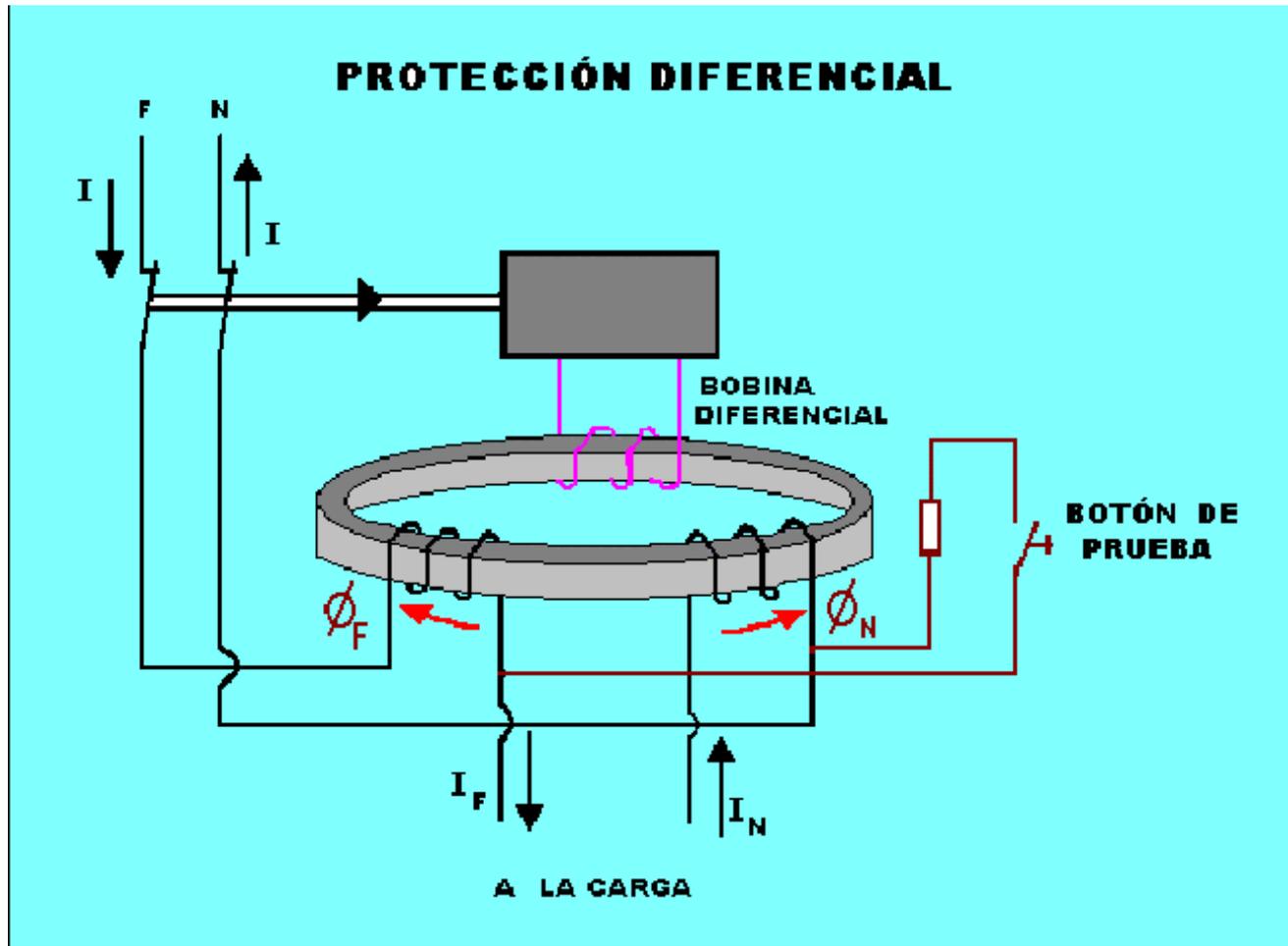
SELECTIVIDAD DE FUSIBLE Y DISYUNTOR

- **En la condición propuesta , el disyuntor esta mas próximo al consumo , de modo que debe operar primero ; esto se logra seleccionando un disyuntor y un fusible que tenga curvas de operación similares a la mostrada en la figura.**
- **Hay selectividad siempre que el esfuerzo térmico de pre-arco del fusible sea superior al esfuerzo térmico total de ruptura del disyuntor .**

SELECTIVIDAD DE FUSIBLE Y DISYUNTOR



EL PROTECTOR DIFERENCIAL

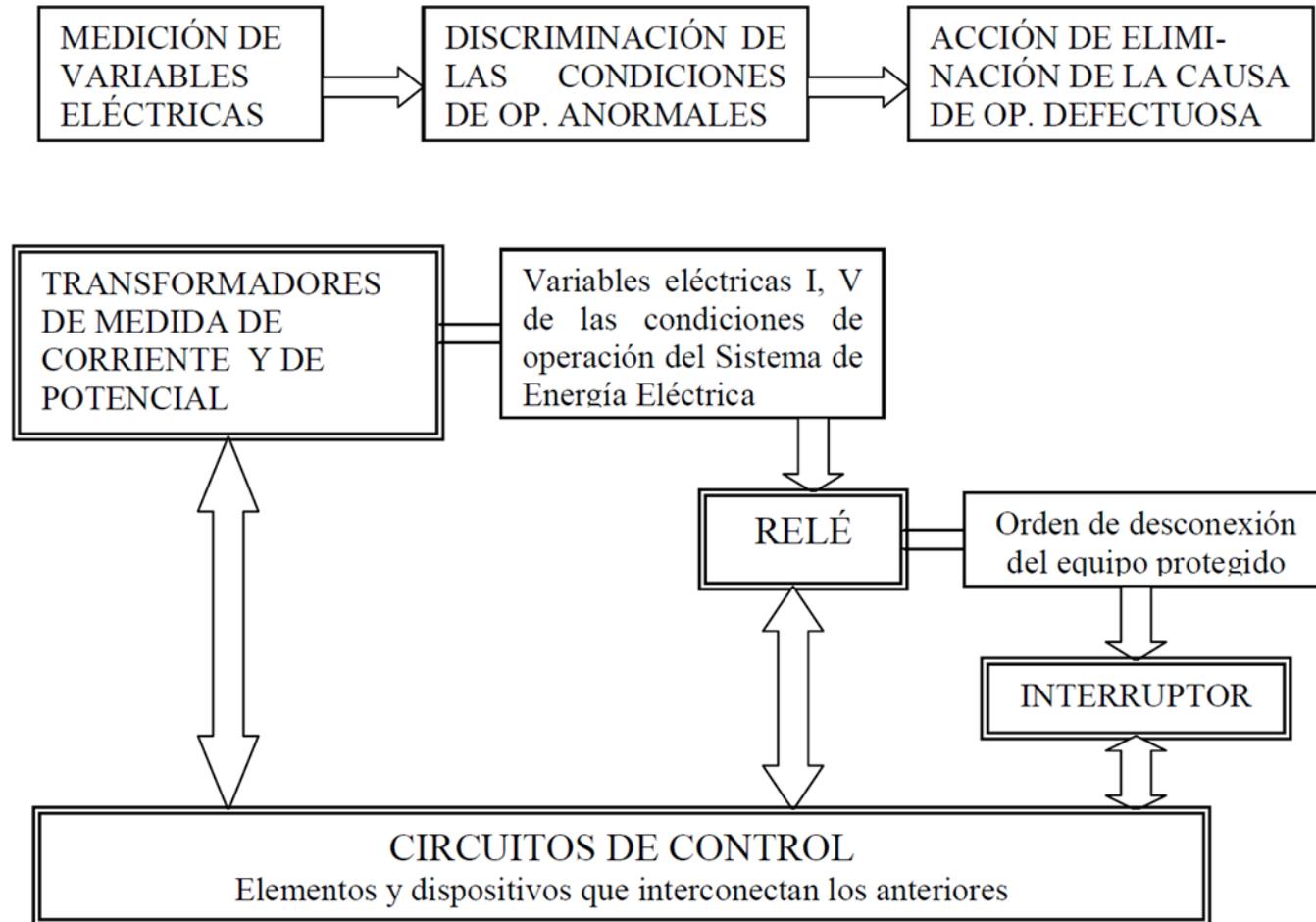


EL PROTECTOR DIFERENCIAL

- **Falla de aislación:**
- **Esta falla involucra directamente la seguridad de las personas; exponiendola a un shock eléctrico a raíz de la aparición de las Tensiones Contacto Indirecto.**
- **Una protección Diferencial en combinación con una puesta a tierra, asegura un adecuado control de las tensiones por contacto indirecto.**

LOS RELES

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE PROTECCIONES ELECTRICAS



TRANSFORMADORES DE MEDIDA

CORRIENTE Y POTENCIA
TC y TP



TRANSFORMADORE
S DE POTENCIAL

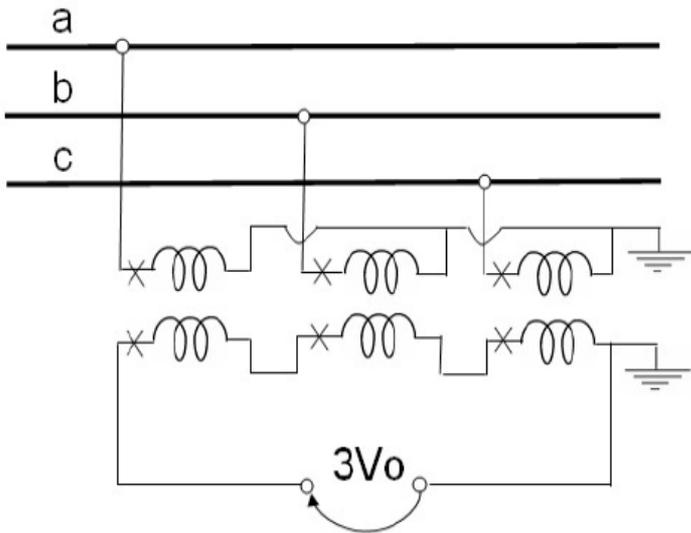


TRANSFORMADORE
S DE CORRIENTE

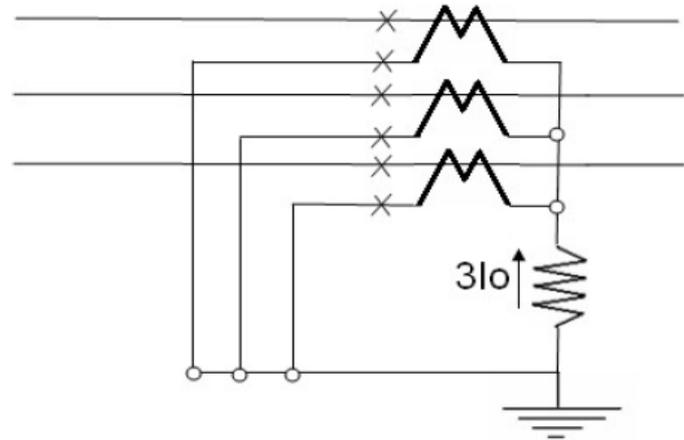


TRANSFORMADORES DE MEDIDA

- Aislar al personal de operación cuando efectúa intervenciones, así como también al equipo eléctrico secundario del equipo eléctrico primario de alta tensión.
- Disponer de corrientes y voltajes en magnitudes normalizadas: Esto facilita el uso de instrumentos, protecciones y otros elementos que se deben conectar a estas magnitudes.
- Permitir efectuar medidas remotas: Por las características de los TM, los instrumentos de medida se pueden ubicar en lugar relativamente lejano (100 a 150 m) del punto de ubicación de los TM.
- Permiten efectuar aplicaciones en protecciones y medidas: Mediante la interconexión adecuada de los secundarios de los TM es posible sumar vectorialmente voltajes y corrientes y obtener la componente de secuencia cero de voltajes y corrientes en condiciones de operación desequilibradas, de gran utilidad en protecciones direccionales contra fallas 3ϕ y 1ϕ .



Medición de voltaje de secuencia cero



Medición de corriente de secuencia cero

TIPOS DE FALLAS

- Corto circuito entre las 3 fases.
- Corto circuito entre las 2 fases.
- Corto circuito entre fase y neutro.
- Corto circuito entre fase y tierra.

DISPOSITIVOS DE PROTECCION

Relés de protección: Detectan anomalías e inician o permiten la desenergización de uno o varios equipos, o parte de un SEP. Ejemplo: Relé de sobre corriente, relé de bajo voltaje.

Relés de regulación: Operan a causa de una desviación que ha sobrepasado ciertos límites prefijados dando ordenes por medio de equipos adicionales para restablecer la variable dentro de los límites. Ejemplo: Relé regulador de Voltaje, Relé de sincronización automática.

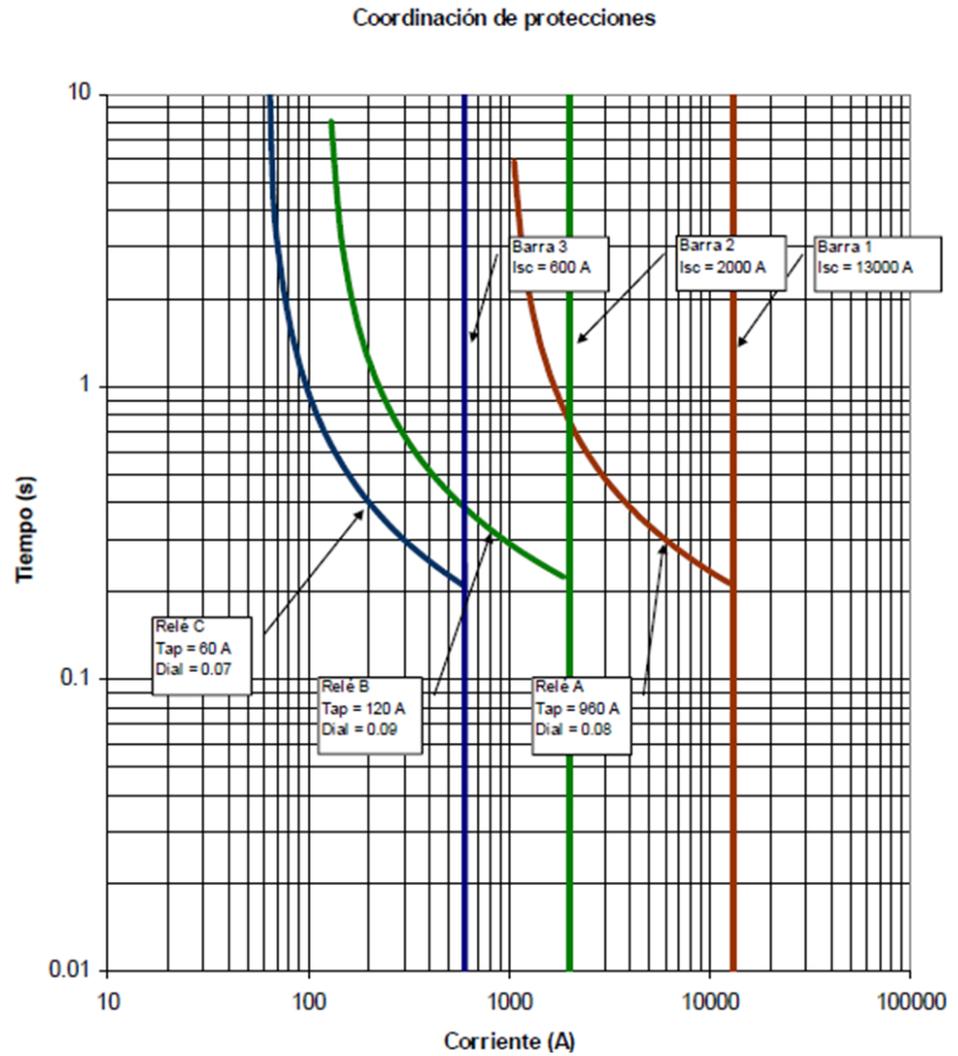
Relés Auxiliares: Operan en respuesta a la energización de un circuito y asisten a otros relés o dispositivos en alguna función. Ejemplo: Relé multiplicador de contactos.

La función principal de un sistema de protección es detectar y aislar las fallas que ocurren en el sistema de potencia.

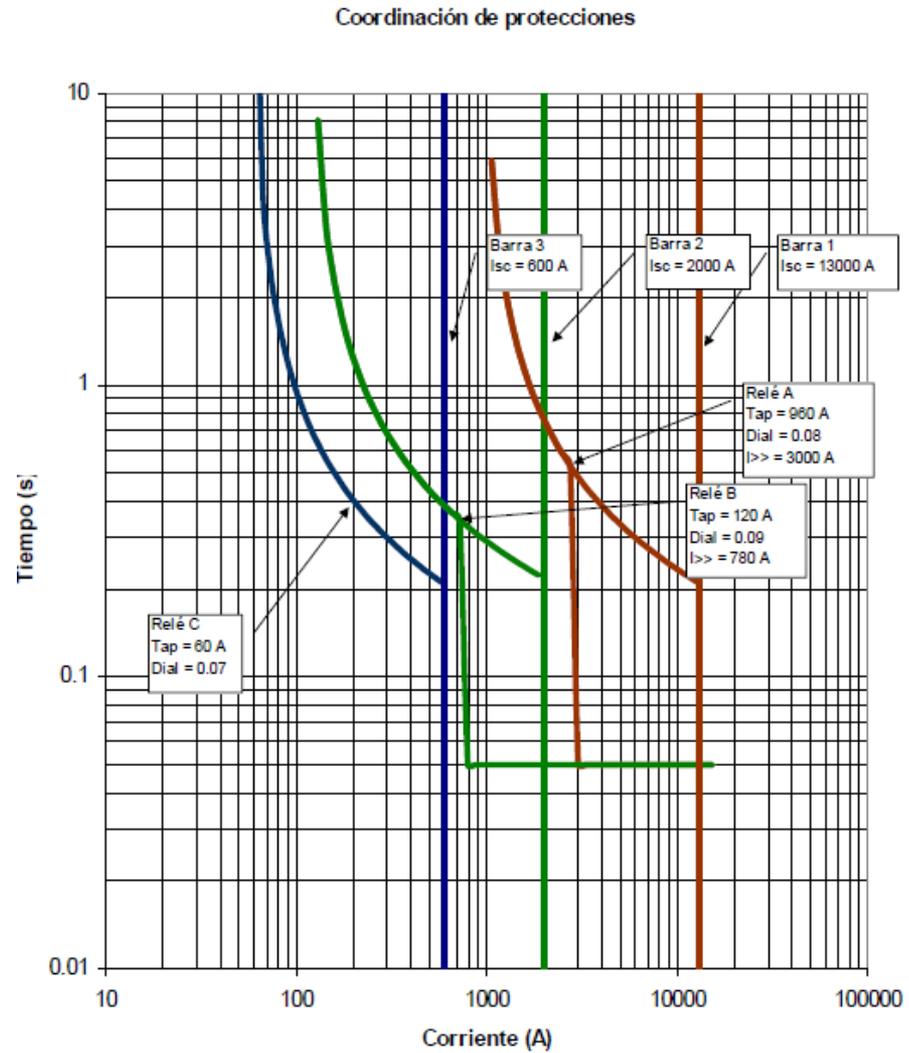
La cantidad de fallas que ocurren en el sistema depende del elemento que causa la falla ya sea por factor internos o externos.

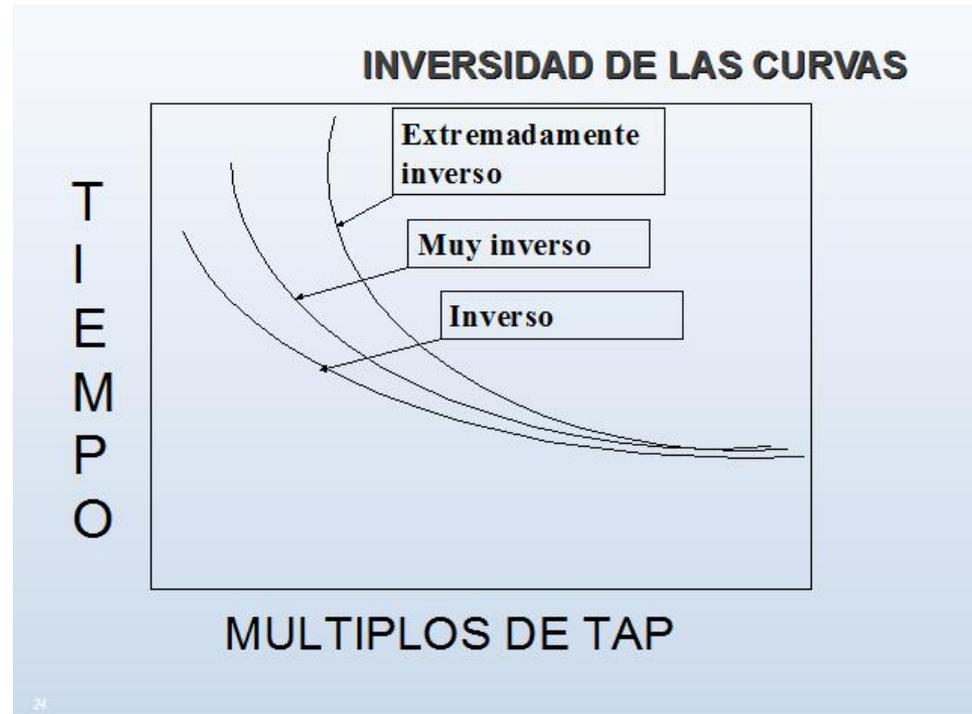
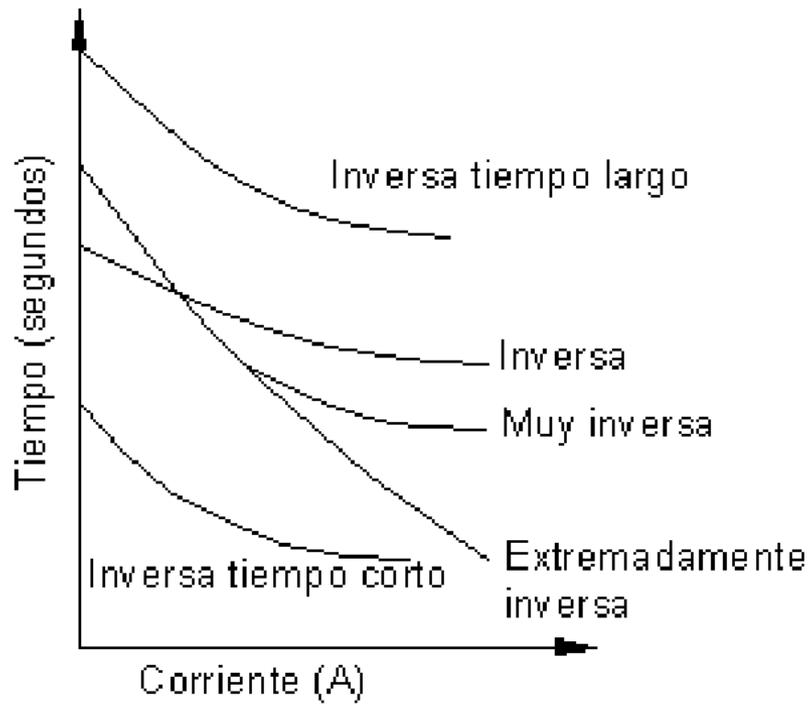
ELEMENTO	FALLAS %
Líneas de transmisión a tierra	28
Líneas de transmisión más de una fase	5
Cable	9
Equipos de Maniobra	10
Equipos de Generación	7
Equipos de transformación	12
Redes de Distribución	29

SOBRE CORRIENTE



DISPARO INSTANTANEO





CONTROL DE RECONECTADORES Y PROTECCIONES

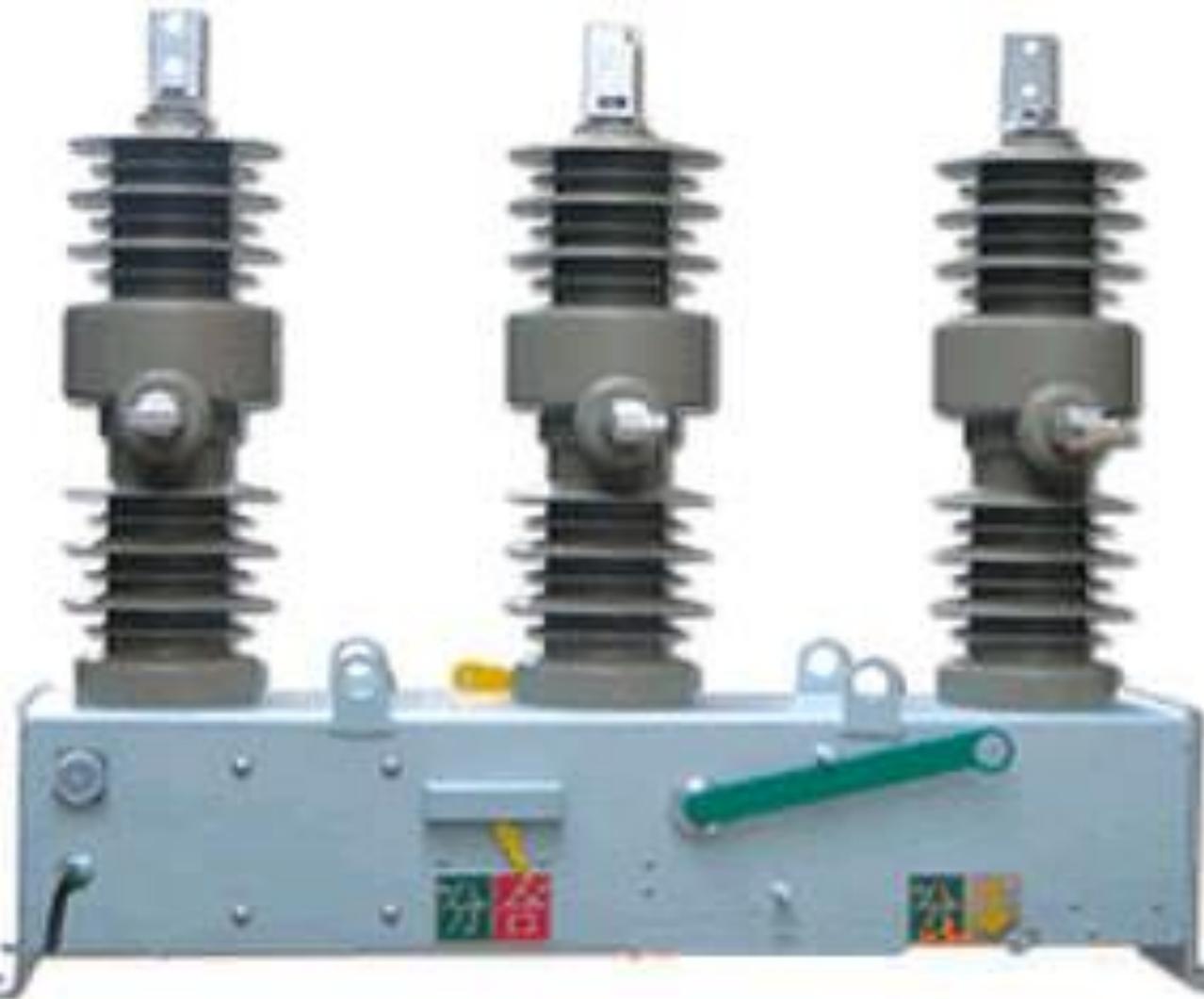




CONTROL DE RECONECTADORES Y PROTECCIONES



SALA ELECTRICA – PROTECCIONES



ACCIONADOR DE
RECONECTADORES Y
PROTECCIONES

50
51
52
87



ACCIONADOR DE RECONECTADORES Y PROTECCIONES

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- La designación de interruptores y desconectadores se emplea a continuación del número NEMA correspondiente (52 u 89 respectivamente)
- Una o varias letras que definen las condiciones de trabajo del equipo de acuerdo a la siguiente pauta.

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- 1° La primera letra:

La primera letra define el nivel de voltaje de trabajo del interruptor o del desconectador, asignando las siguientes letras:

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- A = para 154 kV
- B = para 66 kV
- C = para 11 a 15 kV
- D = para 1 a 10 kV
- E = para 23 kV
- F = para 44 kV

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- H = para 110 kV
- J = para 220 kV
- K = para 380 kV
- SA = para 380/ 220 Volts

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- Ejemplo:

52 A Interruptor de 154 kV

89 K Desconectador de 380 kV

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- 2° La segunda letra:

Define funciones específicas de algunos interruptores o desconectadores agregando a la primera letra o grupo de letras algunas de las siguientes designaciones:

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- T = Interruptor o desconectador de un transformador o auto transformador.
- RV = Interruptor o desconectador de un regulador de voltaje.
- R = Interruptor o desconectador de repuesto o acoplador de barras

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- S = Interruptor o desconectador seccionador de barra.
- G = Interruptor o desconectador de un generador.
- CS = Interruptor o desconectador de un condensador sincrónico.
- T = Desconectador de un transformador de potencial.

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

Se exceptúan los interruptores o desconectadores de generadores (G) y condensadores sincrónicos (CS) que no llevan indicación de voltaje se servicio.

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

Ejemplos:.

52 BT Int. por el lado de 66 kV de un transformador

89 JS Desc. De 220 kV, seccionador de barra

52 G Int. de un generador (Cualquier Voltaje)

89 CS Desc. de un condensador sincrónico (de cualquier Voltaje)

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- 3° La tercera letra:

Solo aplicada sólo a desconectadores fusibles anteponiendo un guión:

Letras y abreviaturas para designación de interruptores y desconectadores

- Ejemplo:

89 ET- F Desconectador fusible por el lado de 23kV de un transformador

89 ATP- F Desconectador fusible de 154 kV de transformadores de potencial.

¿Hay otros tipos de relés?

Los relés que hemos descrito son **RELÉS ELECTROMECAÑICOS** de uso general.

Aparte de este tipo hay otro gran grupo que son los **RELÉS ELECTRÓNICOS**.

RELÉS ELECTRÓNICOS.

Los relés electrónicos o relés de estado sólido, tienen las siguientes ventajas

No tienen piezas móviles, lo que permite un vida útil mucho mayor.

No producen chispas cuando abren o cierran los circuito, con lo que se pueden utilizar en lugares donde se pueden producir incendios.

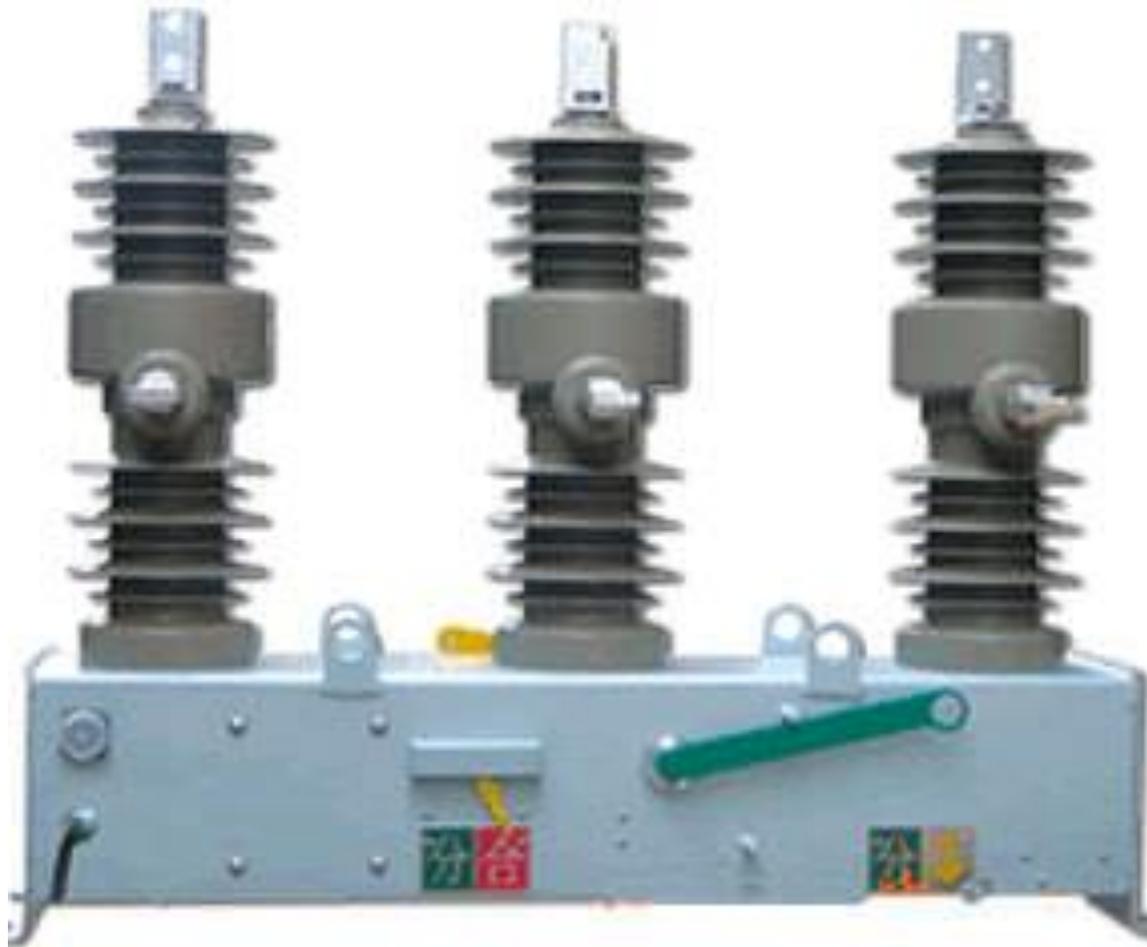
Tienen velocidad de conmutación muy elevadas, con lo que se pueden utilizar para controlar circuitos electrónicos.

CONTROL DE RECONECTADORES Y PROTECCIONES





CONTROL DE RECONECTADORES Y PROTECCIONES



ACCIONADOR DE
RECONECTADORES Y
PROTECCIONES

50
51
52
87



ACCIONADOR DE RECONECTADORES Y PROTECCIONES

Boot Firmware U3.01
Test 4 SDRAM ... OK

170 180 190
140 150 160
110 120 130
80 90 100



HELP INFO TEST

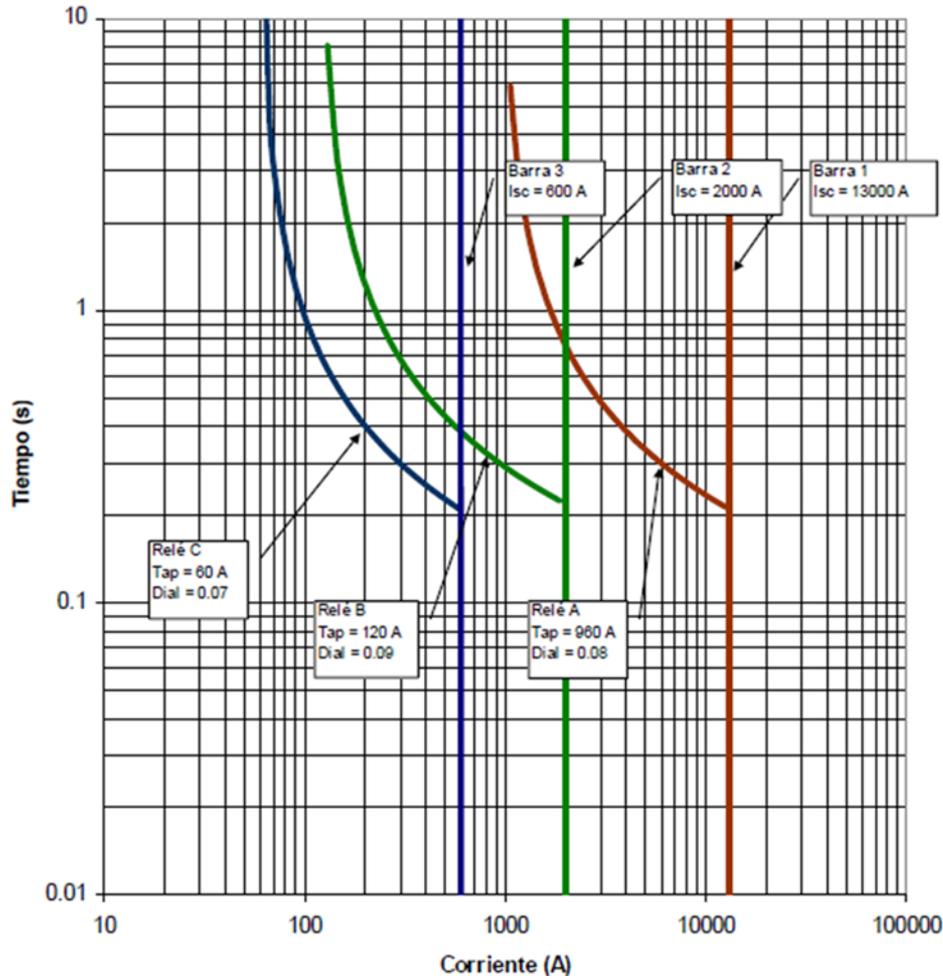
GE Multilin 712 Series Protection System

RELES MULTILIN

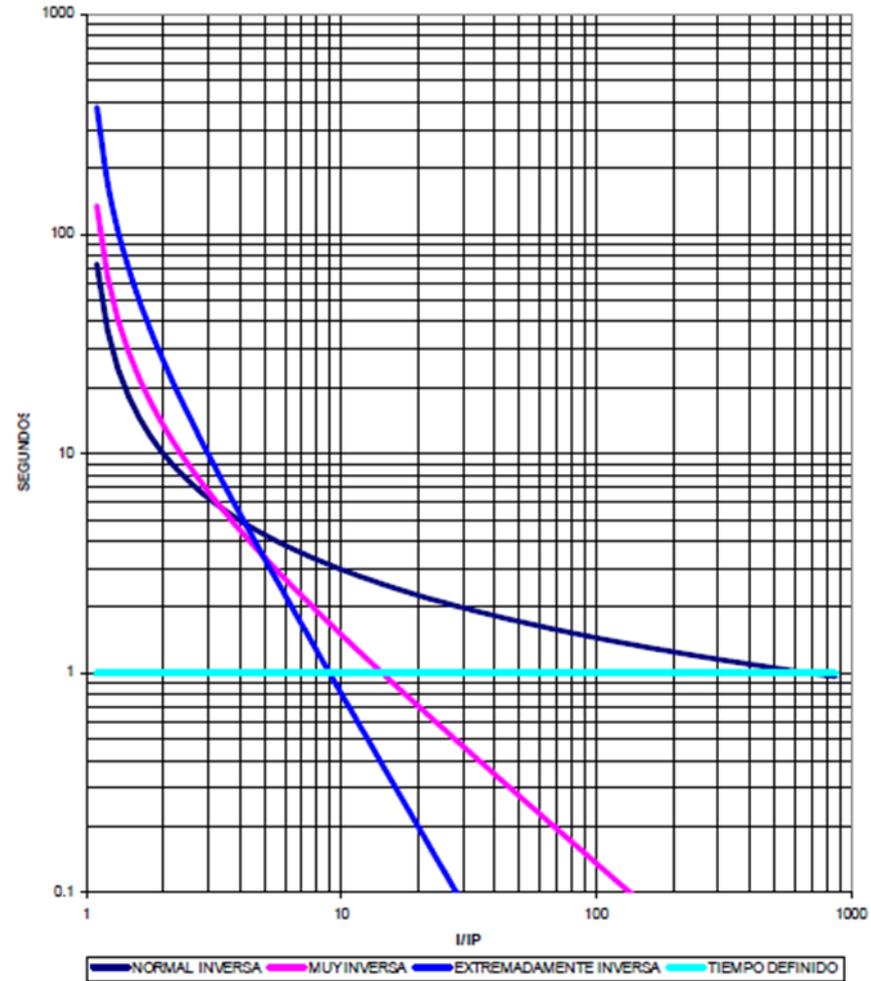
RELES SEPAM



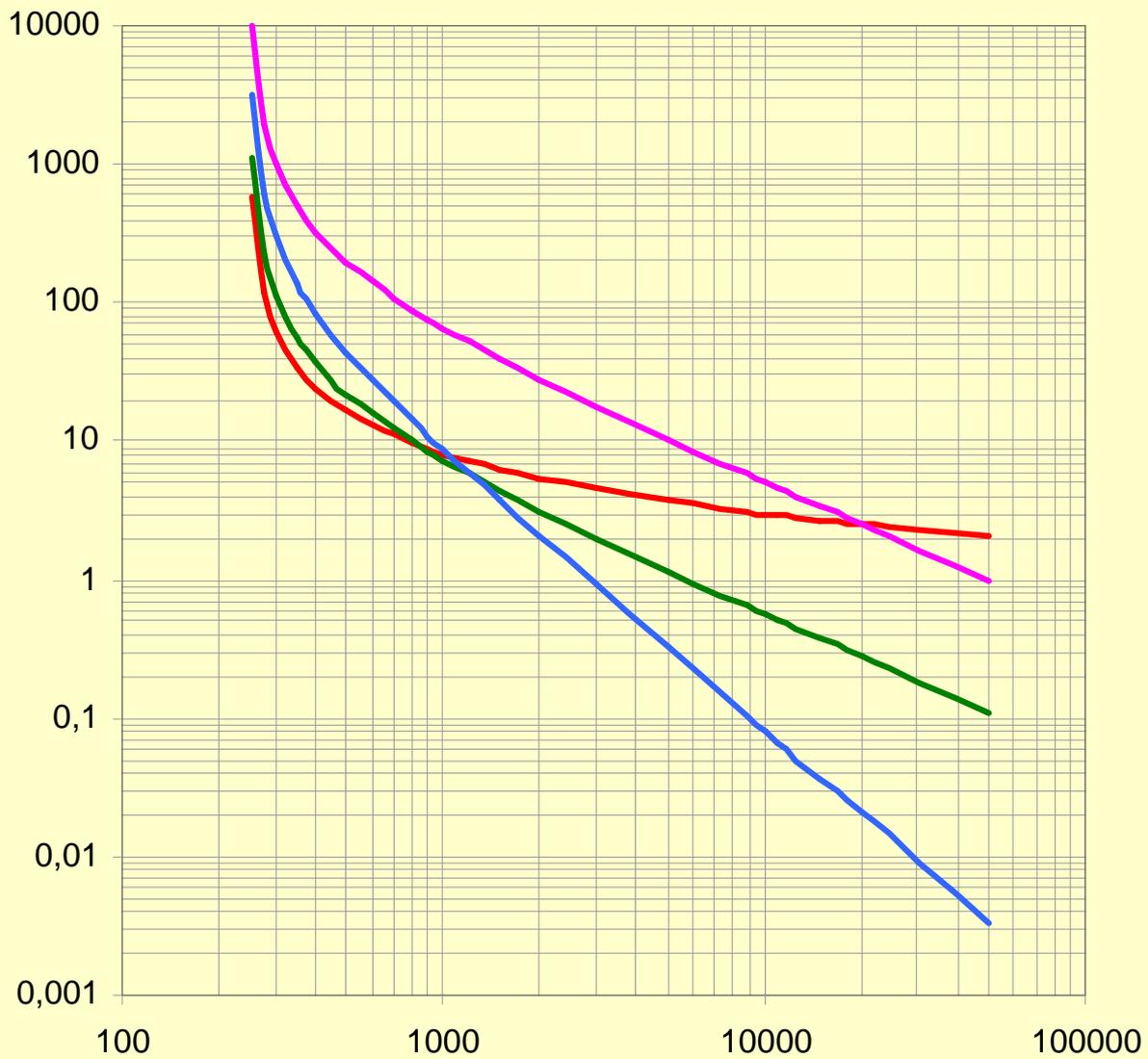
Coordinación de protecciones



CURVAS ESTANDAR



CURVAS DE PROTECCIONES



— Inverso — Muy Inverso — Extre. Inverso — Tpo. Largo Inverso

DEFINICIONES IMPORTANTES

Lever:

Tipo de curva tiempo corriente del relé, que define para una misma característica de operación, distintos valores de tiempo de operación, para un mismo valor de corriente.

Tap:

Es el valor mínimo de corriente de entrada al relé, que se considera como referencia, y que define la corriente que hará operar al relé. Es un ajuste interno del relé que define la corriente de pickup.

Pickup:

Mínima corriente de operación del relé.

Transmission Line Details - v2.0

Enter values directly, or click spinners, or click and hold spinners.

Freq - VF - Len - WL Conversions

Print

1. Choose Transmission Line, Modify Parameters if Desired.

Type	Nom. Zo	Nom. VF	K0	K1	K2
Belden 8267 (FG-213/J)	50	0.66	0.256179	0.154587	0.003135

T-Line Model
Internal Variables

R 96,512 mΩ/ft
L 77,545 nH/ft
G 4,042 μS/ft
C 30,809 pF/ft

2. Set Frequency, H, X.

MHz R X
 Band

At Input
 At Load

Matched Loss 0,924 dB/100ft

Preferred Units

Feet Meters

3. Set Line Length and Input Power.

Length Units

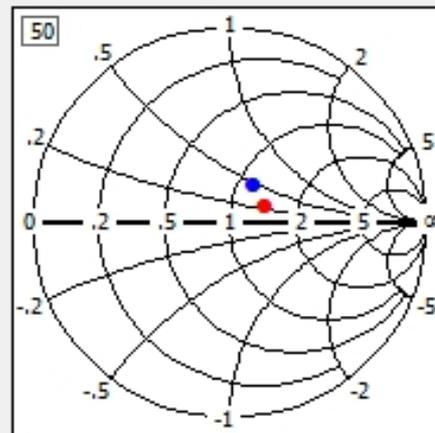
Electrical Length Modulo 1/2 Wavelength

° ns

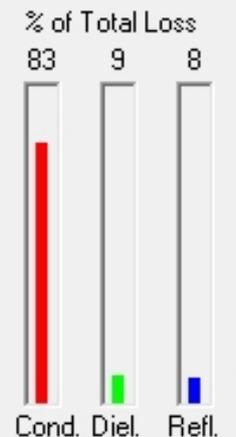
Input Watts

Results

	At Input ●	At Load ●
R	<input type="text" value="69,955"/>	<input type="text" value="57,000"/>
X	<input type="text" value="11,924"/>	<input type="text" value="24,000"/>
Z	<input type="text" value="70,964"/>	<input type="text" value="61,847"/>
SWR (True)	<input type="text" value="1,475"/>	<input type="text" value="1,593"/>
SWR (50)	<input type="text" value="1,478"/>	<input type="text" value="1,591"/>
True Zo	<input type="text" value="50,170 - j0,159"/>	VF <input type="text" value="0,6578"/>



	Loss dB	W
Cond.	<input type="text" value="0,685"/>	<input type="text" value="14,372"/>
Diel.	<input type="text" value="0,072"/>	<input type="text" value="1,515"/>
C. + D.	<input type="text" value="0,757"/>	<input type="text" value="15,887"/>
Ref.	<input type="text" value="0,067"/>	<input type="text" value="1,396"/>
Total	<input type="text" value="0,824"/>	<input type="text" value="17,283"/>
Power at Load	<input type="text" value="82,717"/>	



Prime Center

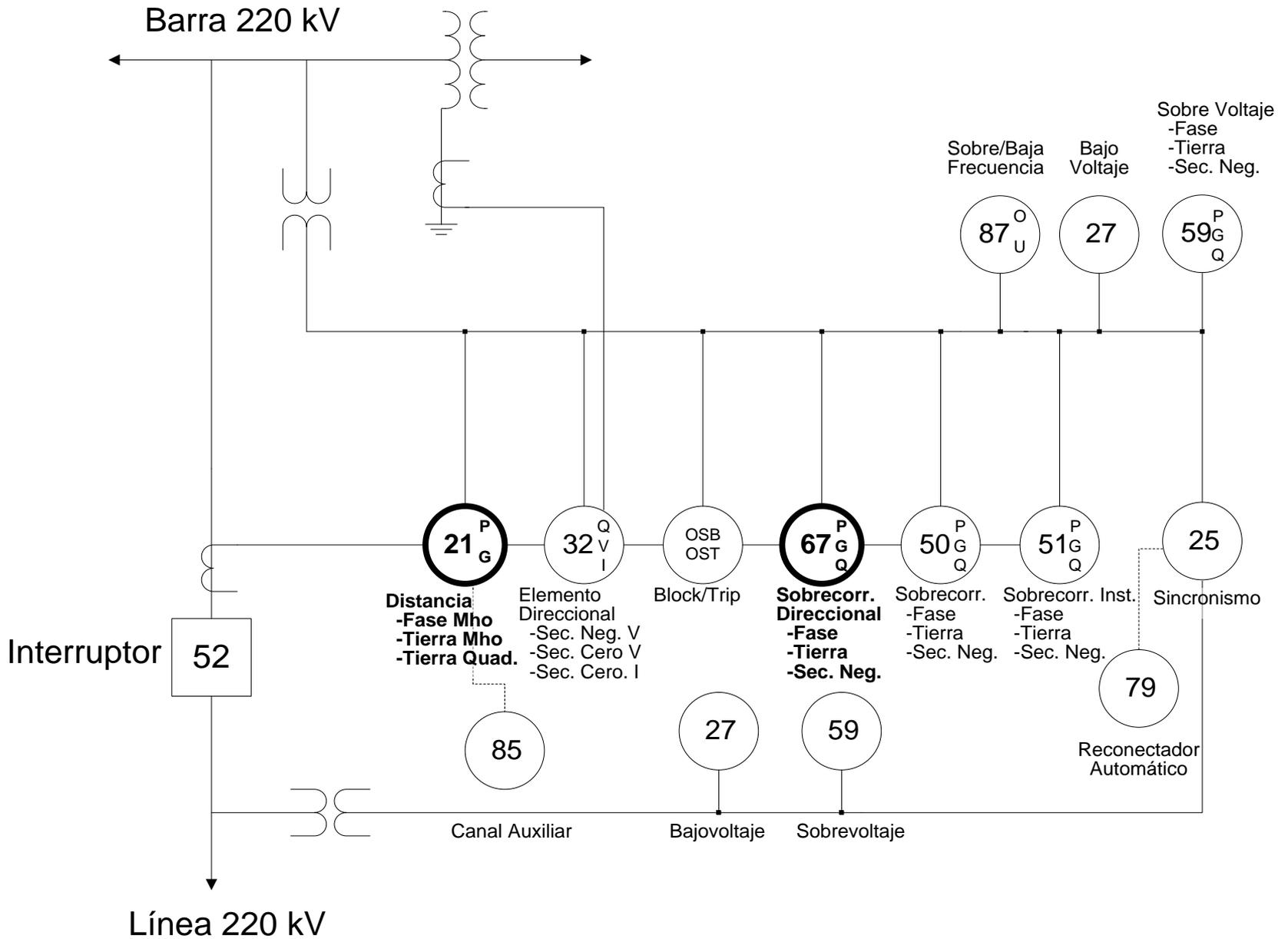
Show: SWR Rho Return Loss



SALA ELECTRICA – PROTECCIONES

Clasificación de acuerdo a la norma ANSI/IEEE C57-2-1979

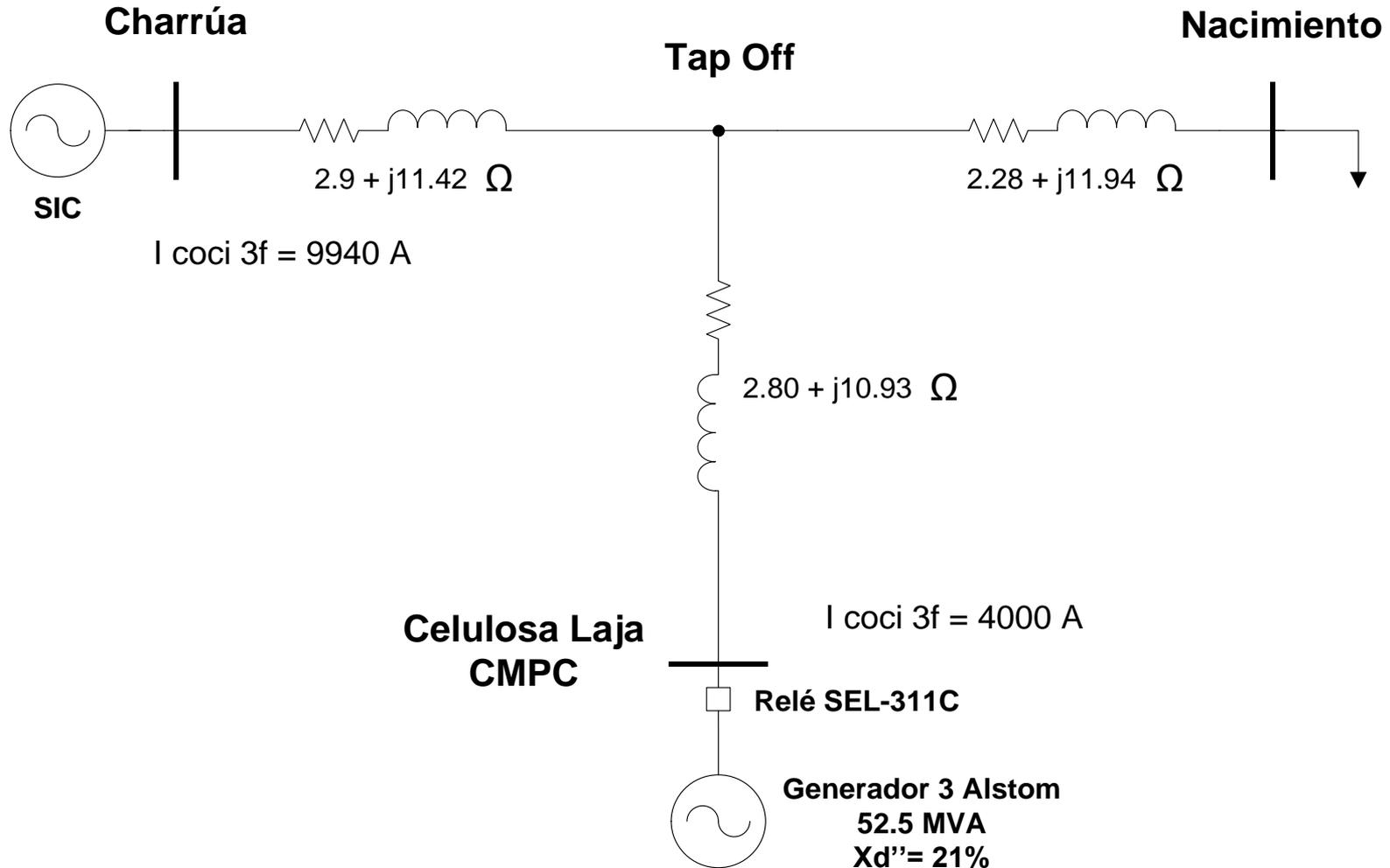
Nº del Relé	Función
21	relé de distancia
25	relé de sincronismo
27	relé de bajo voltaje
32	relé direccional de potencia
40	relé de pérdida de excitación
46	relé de balance de fase (corrientes)
47	relé de secuencia de fase
49	relé térmico de sobrecarga
50	relé de sobrecorrientes instantáneas
51	relé de sobrecorriente
52	Interruptor de Potencia
59	relé de sobre voltaje
60	relé de balance de voltaje
67	relé direccional de sobrecorriente
81	relé de frecuencia
86	relé de bloqueo
87	relé diferencial



Resumen de los parámetros de la Línea de Transmisión

Línea	Tipo de Cable	Longitud (km)	Impedancia _{sec pos} (Ω)
Charrúa - Tap Off	ACAR 900 MCM	23	2.904 + j 11.422
Tap Off - Planta	ACAR 700 MCM	30	2.282 + j 11.944
Tap Off - Nacimiento	ACSR 636 MCM	25	2.807 + j 10.938

Circuito equivalente monofásico de secuencia positiva del sistema de alimentación de Planta



Criterios de Ajuste de las Zonas de Protección.

Para el ajuste de la función de protección de distancia del Relé SEL-311C se definen tres zonas de protección, de modo de cubrir fallas que se pueden presentar en distintas partes de la línea de transmisión.

Zona 1: 90% de Impedancia de Línea Celulosa Laja-Tap Off

Zona 2: 100% de Impedancia de Línea Celulosa Laja –Tap Off más 50% Línea Charrúa-Tap Off.

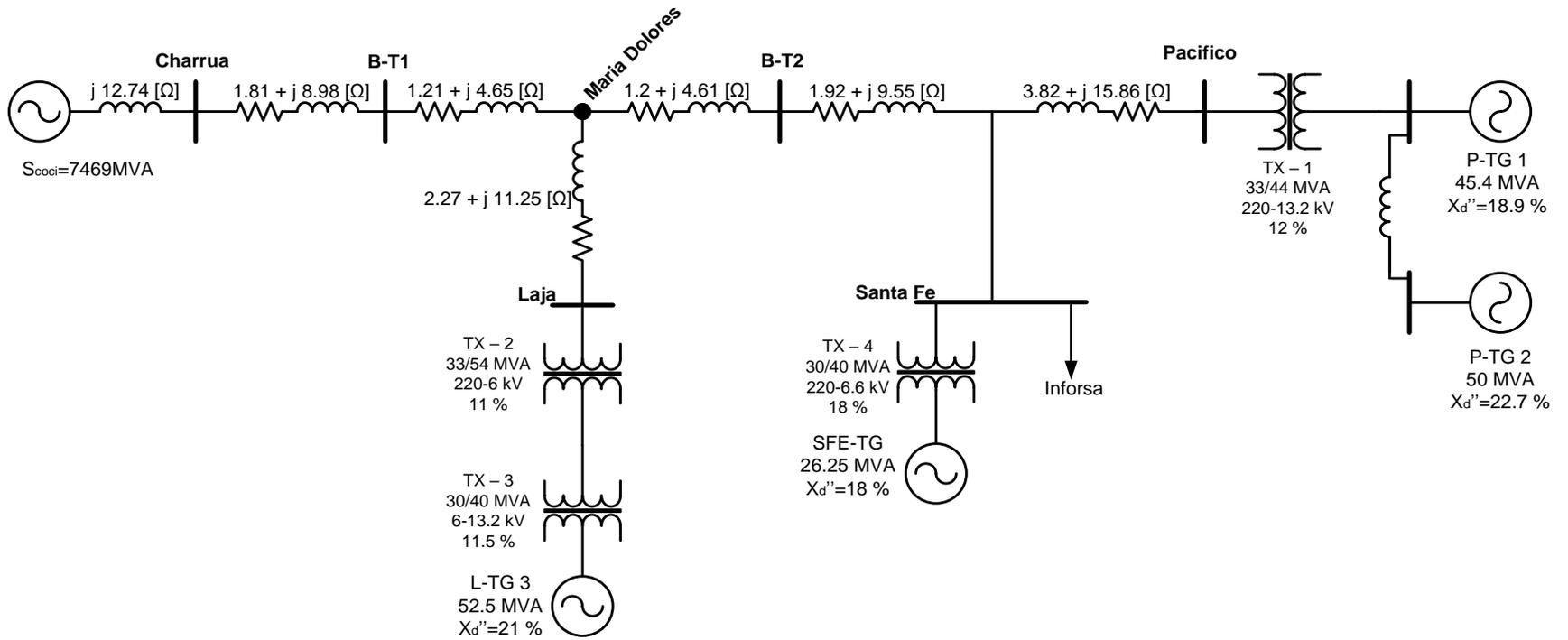
Zona 3: 100% de Impedancia de Línea Celulosa Laja-Tap Off más 125% Línea Charrúa-Tap Off.

Impedancias de la línea para las distintas zonas de protección

Zona 1	$2.66 + j 10.39 \Omega$	$10.16 /_{-75.6^\circ} \Omega$
Zona 2	$4.26 + j16.64 \Omega$	$17.18 /_{-75.6^\circ} \Omega$
Zona 3	$6.43 + j 25.21 \Omega$	$26.02 /_{-75.6^\circ} \Omega$

Tiempos de operación para las distintas zonas de protección

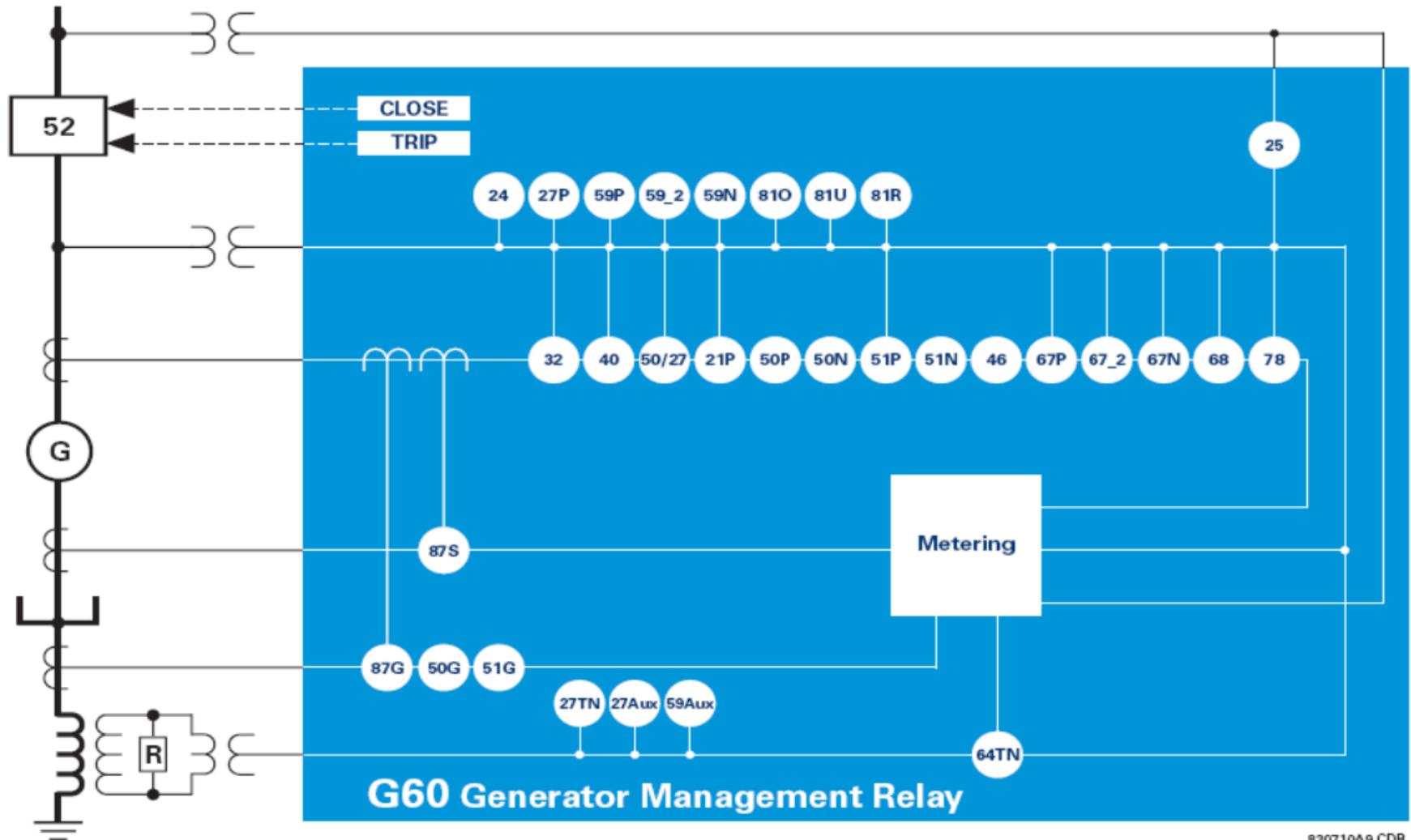
Zona 1	Unidad Instantánea
Zona 2	0.5 s.
Zona 3	1 s.



Ejemplo de Funciones de Protección en Relé Digital GE:

ANSI	Función	ANSI	Función
21P	Phase Distance Backup	59N	Neutral Overvoltage
24	Volts Per Hertz	59P	Phase Overvoltage
25	Synchrocheck	59X	Auxiliary Overvoltage
27P	Phase Undervoltage	59_2	Negative Sequence Overvoltage
27TN	Third Harmonic Neutral	64TN	100% Stator Ground
27X	Undervoltage	67_2	Negative Sequence Directional
32	Auxiliary Undervoltage	67N	Overcurrent
40	Sensitive Directional Power	67P	Neutral Directional Overcurrent
46	Loss of Excitation	68/78	Phase Directional Overcurrent
50G	Generator Unbalance	81A	Power Swing Detection
50N	Ground Instantaneous	81O	Frequency Out-Of-Band
50P	Overcurrent	81R	Accumulation
50SP	Neutral Instantaneous	81U	Overfrequency
50/27	Overcurrent	87G	Rate of Change of Frequency
51G	Phase Instantaneous	87S	Underfrequency
51P	Overcurrent		Restricted Ground Fault
	Split Phase Protection		Stator Differential
	Accidental Energization		
	Ground Time Overcurrent		
	Phase Time Overcurrent		

Ejemplo de Funciones de Protección en Relé Digital GE:

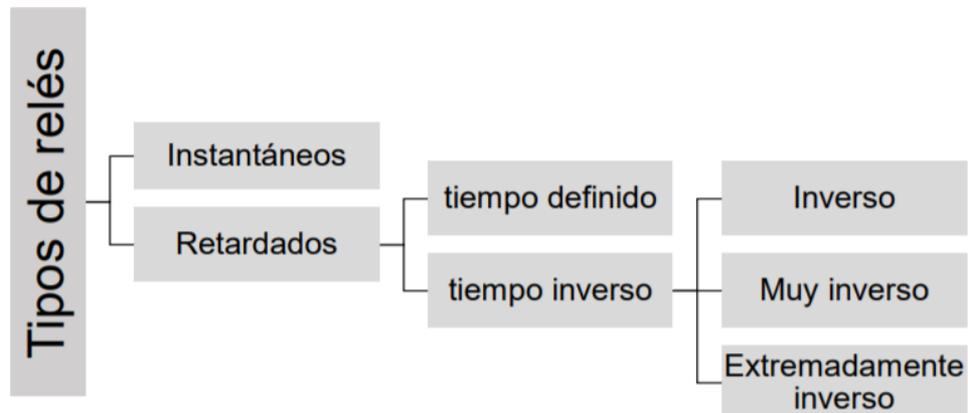


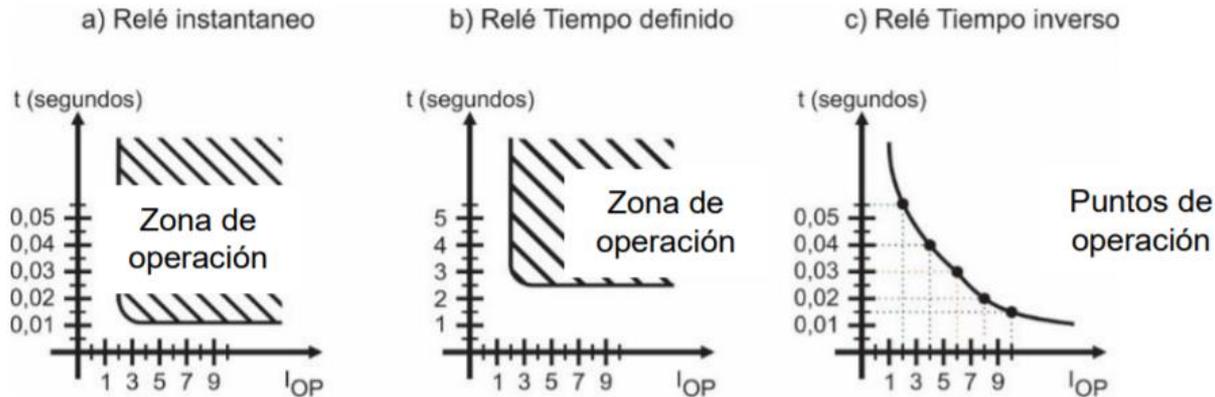
RELÉ DE SOBRECORRIENTE

Un relé de protección es un dispositivo lógico cuya función es la comparación de una o varias señales de entrada con respecto a una referencia. Si los valores de entrada se desvían de la referencia por encima de un valor de ajuste entonces se realiza una acción como disparo, cierre o alarma.

Es uno de los sistemas más simples y se usa ampliamente, especialmente en alimentadores radiales de distribución y transformadores con potencia desde 25kVA a 5000 kVA. Como protección de respaldo se usa en equipos más importantes dentro del sistema eléctrico de potencia, tales como: líneas de media tensión, generadores y transformadores con potencia superiores a los 5000 kVA.

Las tensiones más habituales en las que se usan los relés de sobrecorriente para el sistema eléctrico colombiano son: 13,2 kV, 34.5 kV, 69 kV, 115 kV y 220 kV





Protecciones de sobrecorriente instantáneas

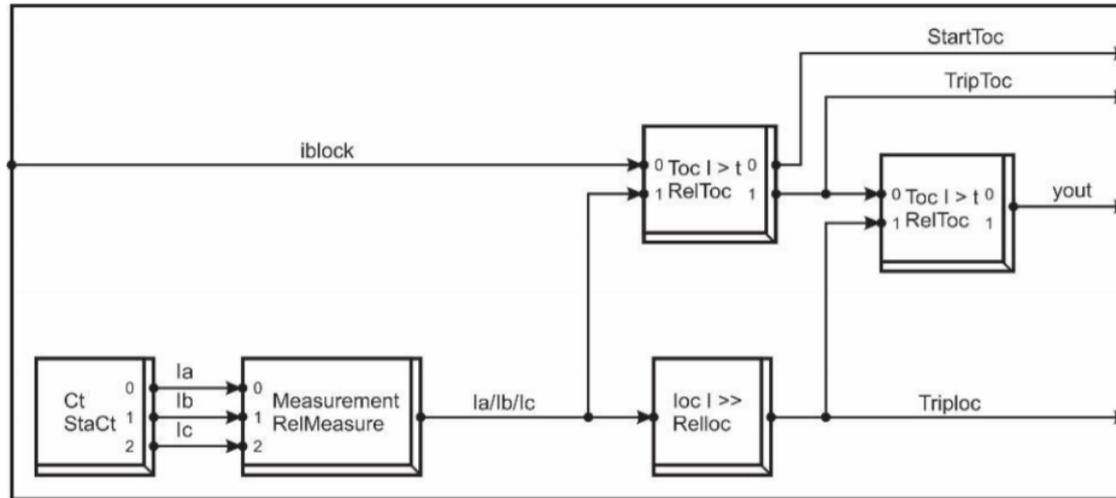
Estos relés, como unidades aisladas, se usan poco en los sistemas eléctricos de potencia. Generalmente se utilizan en conjunto con otras protecciones, con el fin de combinar sus características. Se construyen del tipo de armadura succionada, armadura atraída y copa de inducción. El torque de estos elementos responde a una expresión del tipo KI^2 . Los tiempos de operación son del orden de los 10 a los 60 milisegundos. La característica de operación, especialmente en los elementos tipo copa de inducción.

Protecciones de sobrecorriente de tiempo definido relé electromecánico.

Una protección simple de tiempo definido podría obtenerse usando un relé instantáneo en conjunto con un elemento temporizador (T) que produzca el retardo necesario. Sin embargo, en la práctica se utiliza muy poco una solución en base a elementos independientes, sino que se usa un relé del tipo disco de inducción cuya curva sea muy poco inversa, de modo que pueda llamarse de tiempo definido. De todas maneras, en este tipo de relé el tiempo se define para 10 veces la corriente de operación, en adelante.

Esta característica de operación se consigue utilizando una unidad de medida cuyo núcleo se satura rápidamente. En los relés de estado sólido se utiliza un elemento comparador que actúa a través de un temporizador. El relé opera sólo si la sobrecorriente se mantiene durante el tiempo necesario. En caso contrario, el relé se repone

Protecciones de sobrecorriente de tiempo definido relé digital.



- T.I. (definido anteriormente)
- Unidad de Medición
- Unidad de sobrecorriente Temporizaba (TOC)
- Unidad de sobrecorriente Instantánea (IOC)
- Unidad Lógica

INTERRUPTOR DE POTENCIA

El interruptor de potencia es un dispositivo encargado de conectar o desconectar un elemento, bajo condiciones de operación normal o en condición de cortocircuito



Interrupidores en vacío

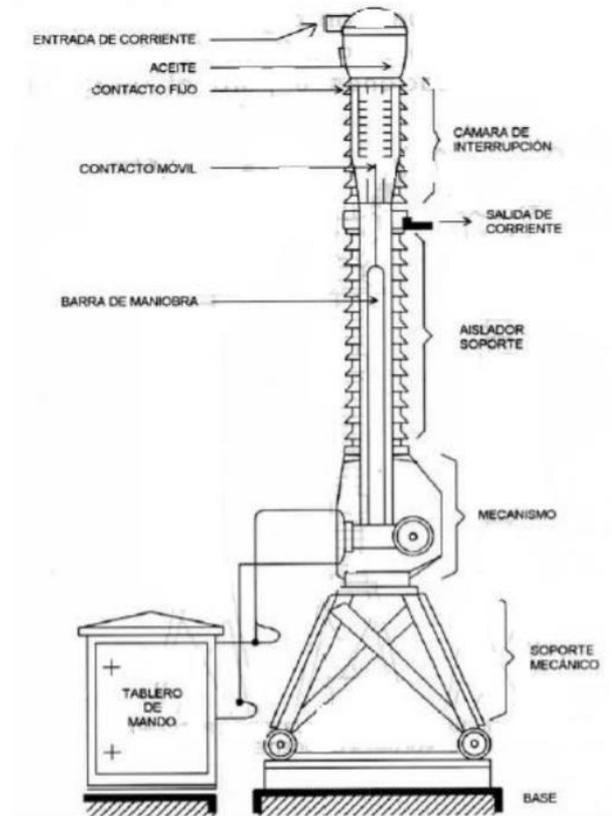
La alta rigidez dieléctrica que presenta el vacío ofrece una excelente alternativa para apagar en forma efectiva el arco eléctrico. En efecto, cuando un circuito alimentado con corriente alterna se desenergiza separando un juego de contactos ubicados en una cámara en vacío, la corriente se corta al primer cruce por cero o antes, con la ventaja de que la rigidez dieléctrica entre los contactos aumenta en razón de miles de veces (1 kV por μs para 100 A en comparación con 50 V/ μs para el aire). Esto hace que el arco no vuelva a reencenderse. Estas propiedades hacen que el interruptor en vacío sea más eficiente, liviano y económico.



Interrupidores en aceite

Dependiendo la tensión a trabajar, estos son de alto volumen en aceite hasta 115 kV y bajo volumen en aceite que pueden ir hasta 1000 kV respectivamente.

El aceite actúa como un elemento aislante en el momento de apertura y cierre del interruptor permitiendo la disminución del arco eléctrico eliminando las condiciones para que este se presente, en la se puede apreciar algunas de las partes del interruptor en aceite.



Interrupidores en hexafluoruro de azufre SF6

El SF6 se usa como material aislante y también para apagar el arco. Es un gas muy pesado (con 5 veces más densidad del aire), altamente estable, inerte, inodoro e inflamable. En presencia del SF6 la tensión del arco se mantiene en un valor bajo, razón por la cual la energía disipada no alcanza valores muy elevados. La rigidez dieléctrica del gas es 2.5 veces superior a la del aire a presión atmosférica.

La rigidez dieléctrica depende de la forma del campo eléctrico entre los contactos, que a su vez depende de la forma y composición de los electrodos. Si logra establecerse un campo magnético no uniforme entre los contactos, la rigidez dieléctrica del SF6 puede alcanzar valores cercanos a 5 veces la rigidez del aire.

Son unidades selladas, trifásicas y pueden operar durante largos años sin mantenimiento, debido a que prácticamente este gas no se descompone y no es abrasivo.

INTERRUPTOR EN SF6

