

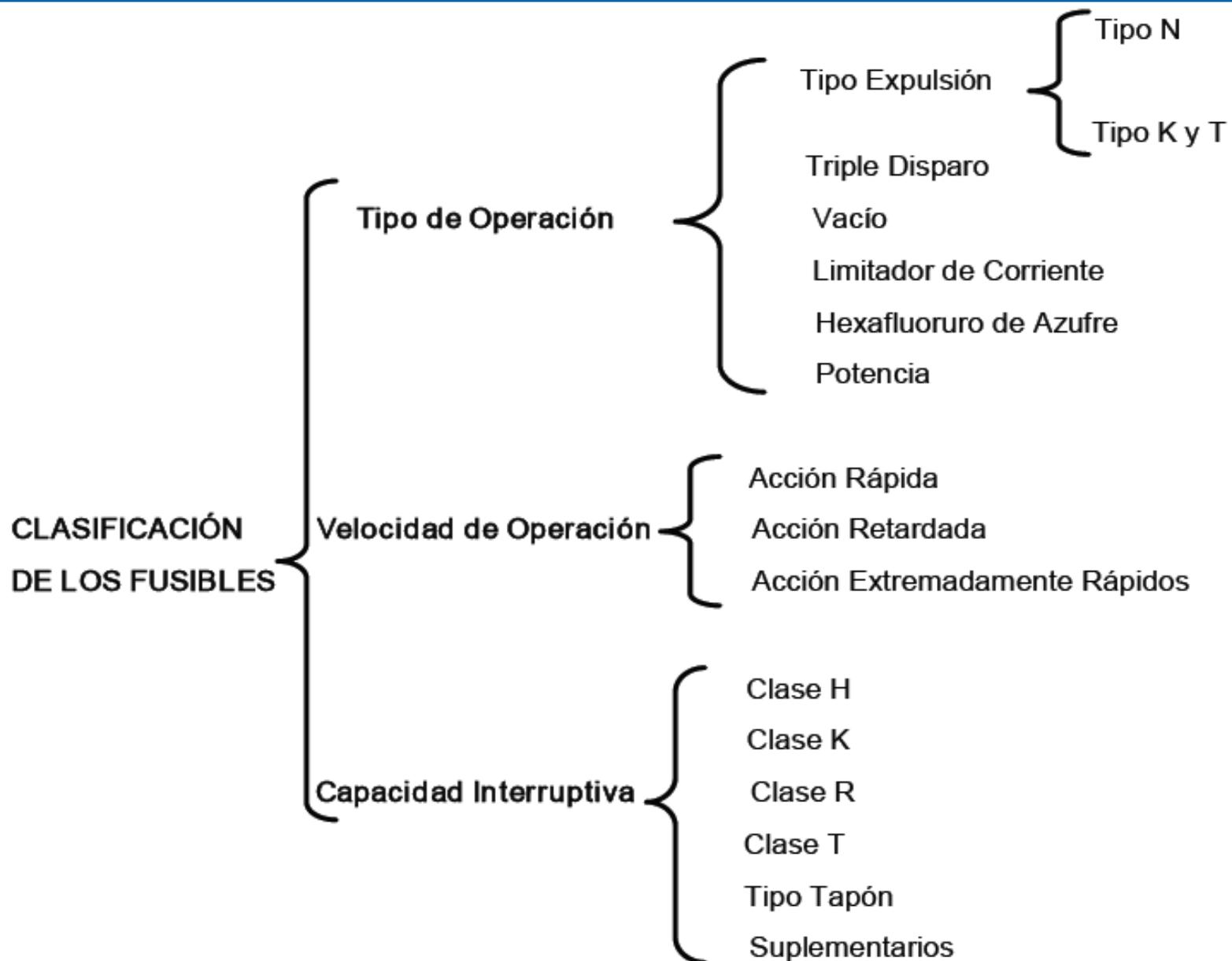
Equipos de protecciones

- Los dispositivos más utilizados en la protección de redes de distribución son:
 - Fusibles
 - Seccionalizadores
 - Reconectores
 - Relés de Sobrecorriente

Fusibles

- El fusible es el medio más sencillo de interrupción automática de corriente en caso de cortocircuitos o sobrecargas.
- En baja tensión se encuentran hasta de 600 A y de 250 a 600 Volt.
- En este rango, la exigencia es que soporten continuamente la corriente nominal y que se fundan en un tiempo máximo de 5 minutos con un 15% de sobrecarga.
- En alta tensión, se encuentran hasta de 400 Amperes y de 10 a 138 kV, con potencias de 0,1 a 20 MVA.
- El mecanismo de soporte establece rápidamente una distancia eléctrica prudente a fin de minimizar el tiempo que dura el arco.

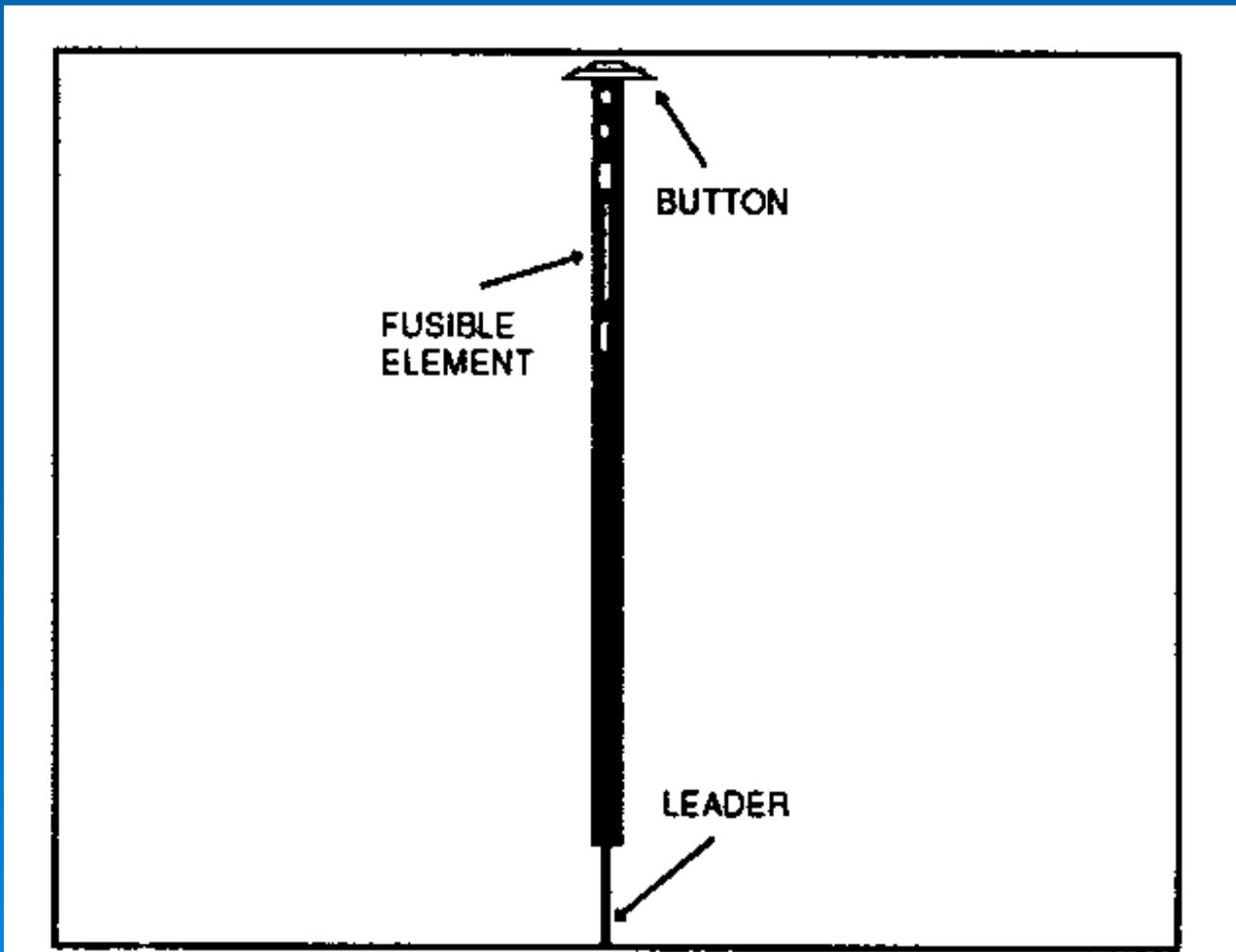
Clasificación de los Fusibles



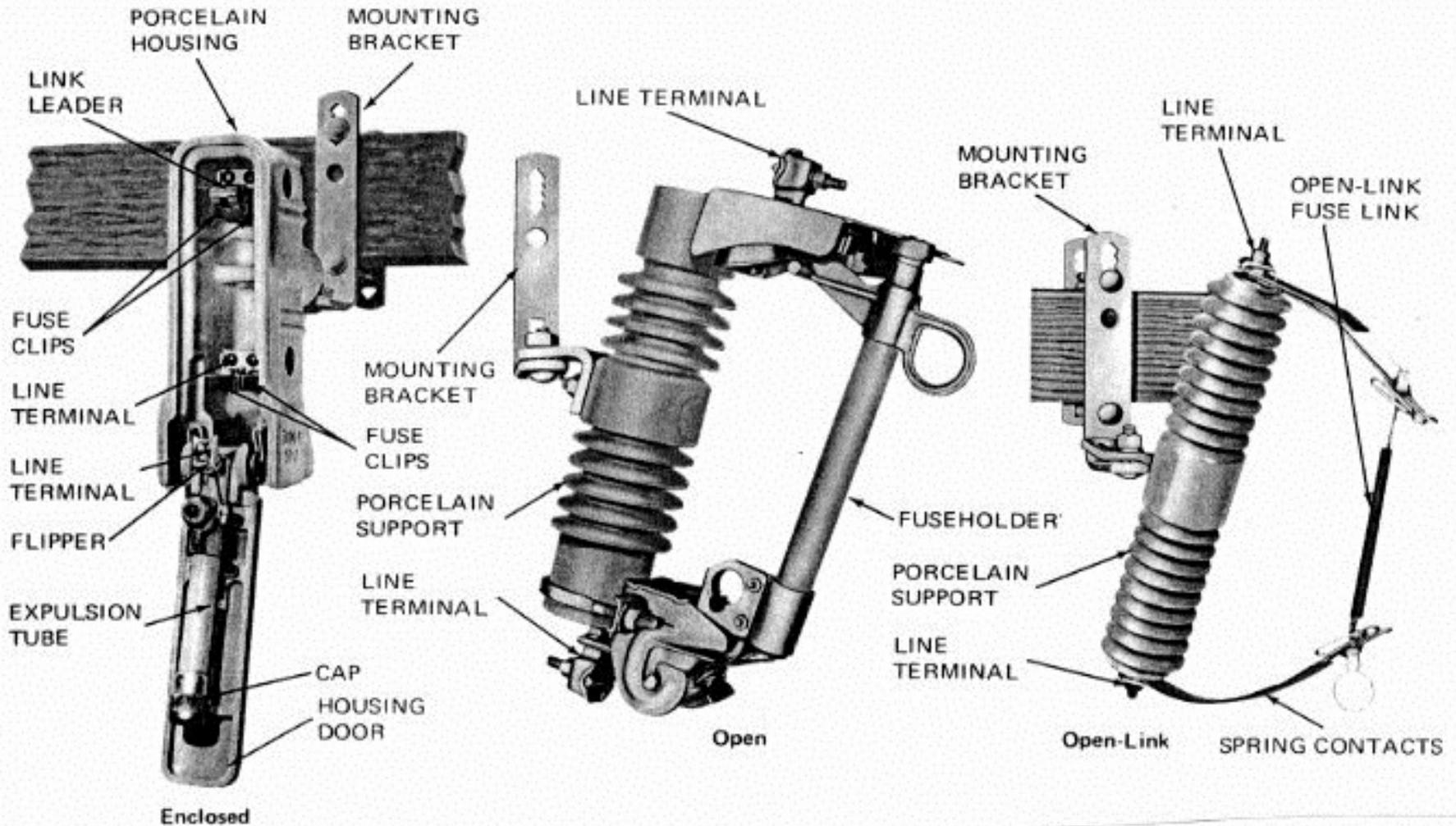
Clasificación según norma ANSI

- **Fusible tipo K:** Conducen hasta 150% de su I_n sin daños (relación de velocidades 6 a 8).
- **Fusibles Tipo T:** Más lentos que los K (relación de velocidad 10 a 13).
- **Fusible tipo Std:** Intermedia entre los K y T; son permisivos a las fluctuaciones de corriente (relación de velocidad 7 a 11).
- **Fusible Tipo H:** Conducen hasta el 100% de su I_n sin daño; tienen característica de fusión muy rápida (relación de velocidad 7 a 11).
- **Fusible Tipo N:** Conducen hasta el 100% de su I_n sin daños. Son más rápidos aún que los H.
- **Fusible Tipo X:** Provistos de un elemento dual; son permisivos a las fluctuaciones de la corriente (relación de velocidad 32).
- **Fusible Tipo Sft:** Provisto de elemento dual; no actúan ante fallas temporarias en transformadores.
- **Fusibles Tipo MS o KS:** Respuesta ultra lenta y mayor permisividad de corriente que los T; bueno como protección de línea (relación de velocidad 20).

Partes de n Fusible: Boton, Elemento Fusible y Guía



Porta Fusibles típicos



Porta Fusibles típicos



- El largo y el diámetro del elemento son determinantes de las características del fusible.
- Mientras más largo el fusible más rápido operará para bajos niveles de corriente de cortocircuito.
- Para niveles altos de corrientes de cortocircuito, la elevación de temperatura es muy rápida y el calor no puede ser disipado desde el centro del elemento fusible.
- Como consecuencia, el tiempo de fusión en el rango de altas corrientes de falla no depende fuertemente del largo del elemento sino del diámetro.
- El fusible de expulsión, como su nombre lo implica, expulsa gases durante su operación

- Un fusible de expulsión típico utiliza una sección de elemento fusible relativamente corta para censar la sobrecorriente e iniciar el arco requerido para la interrupción.
- Anexado a este elemento fusible corto hay un elemento conductor de mayor sección, denominado guía del fusible, el cual conecta al fusible al resto del equipamiento como sea requerido.
- Durante la presencia de una falla, el elemento fusible se fundirá causando un arco dentro del cartucho del fusible.
- Cuando se produce el arco, se desprenden rápidamente gases desde sustancias especiales (usualmente fibras) localizadas muy cercanamente al elemento fusible.
- La función primaria de los gases desprendidos es desionizar y apagar el arco generado por los gases ionizados y permitir la formación de un medio dieléctrico que pueda atenuar la tensión de reestablecimiento.

Relación de Velocidad

- La diferencia entre fusibles está determinada por la relación de velocidad, la cual se define como la relación entre las corrientes de fusión para 0.1 s y 300 s en fusibles hasta 100 A y 01. s y 600 s en fusibles por arriba de 100 A.
- Por ejemplo, un fusible T de 6 A tiene una corriente de fusión de 130 A para 0.1 s y 12 A para 300 s lo que resulta en una
- relación de velocidad de 10.8. ($130 \text{ A}/12 \text{ A}$)
- Los fusibles lentos tienen una relación de velocidad entre 10.0 y 13.0. Los fusibles rápidos tienen una relación de velocidad entre 6.0 y 8.1.

Características de operación de fusibles

La curva característica de un fusible se puede separar en las siguientes partes, tal como se muestra en la Figura 6.2

- a. **Curva de tiempo mínimo de fusión:** Relaciona la corriente con el tiempo mínimo al cual el fusible se funde.
- b. **Curva de tiempo máximo de fusión o de aclaramiento:** Se obtiene adicionando un margen de tolerancia (en corriente) a la curva a.
- c. **Curva de tiempo total para la extinción del arco:** Se obtiene adicionando a la curva b, el tiempo necesario para la completa extinción del arco.
- d. **Curva tiempo-corriente de corta duración:** Relaciona la corriente y el tiempo máximo permisible para que el fusible no quede debilitado en caso de sobrecargas de corta duración. Se obtiene estableciendo un margen debajo de la curva a.

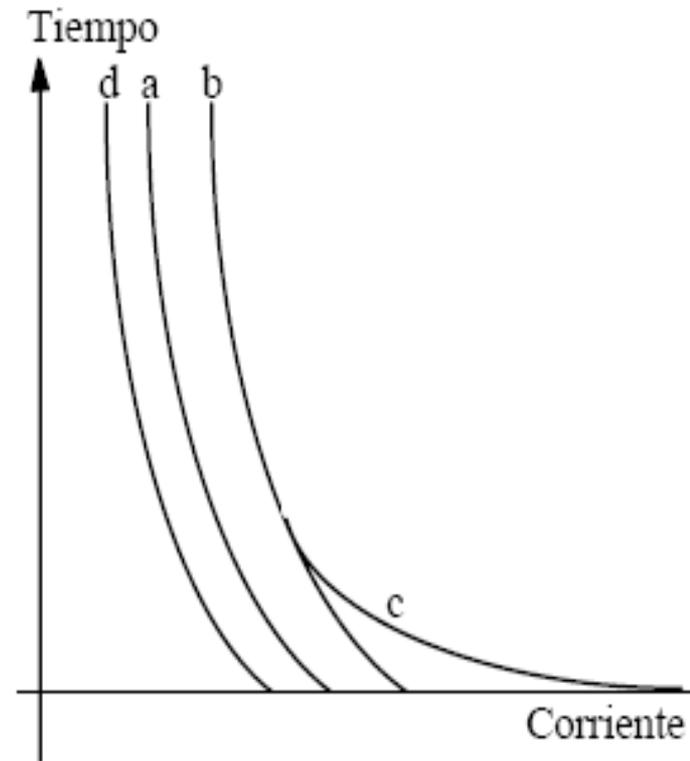
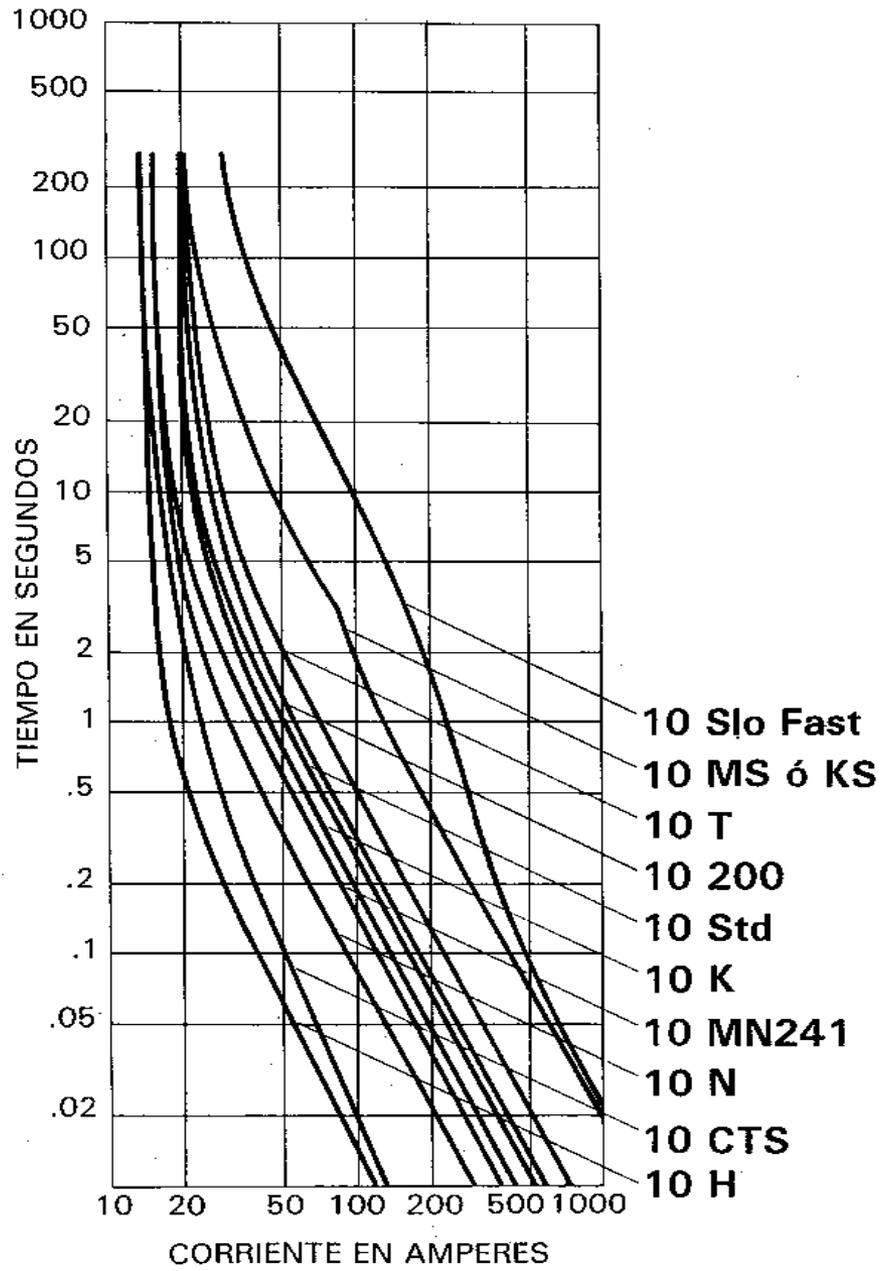


Figura 6.2.- Características de operación de fusibles

Gráfico comparativo de velocidades

Entre distintas curvas mínimas de fusión en una misma corriente nominal de elemento fusible (In: 10 A)



Para la selección de un fusible se debe conocer:

- 1. Tensión y nivel de aislación
- 2. Tipo de sistema
- 3. Máximo nivel de cortocircuito
- 4. Corriente de carga

Selección de la corriente nominal

- La corriente nominal del fusible debe ser mayor que la máxima corriente de carga.
- Debe permitirse un porcentaje de sobrecarga de acuerdo a las condiciones del equipo protegido.
- En el caso e transformadores de potencia, los fusibles deben ser seleccionados de tal forma que su característica tiempo-corriente este por arriba de la curva de energización (inrush) y por debajo de su límite térmico.
- Algunos fabricantes confeccionan tablas para la asistencia en la apropiada selección del fusible para diferentes valores nominales y disposiciones.

Selección de la tensión nominal

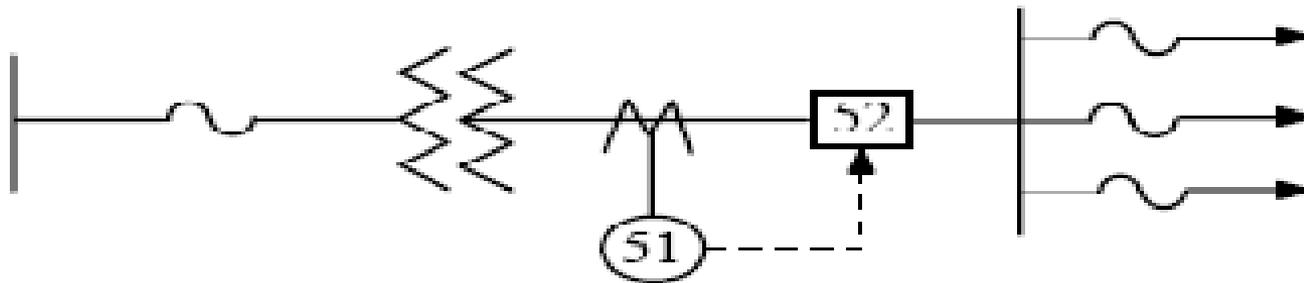
- La tensión nominal del fusible se determina a partir de las siguientes características:
 - 1. tensión máxima de fase o de línea
 - 2. tipo de puesta a tierra
 - 3. número de fases (tres o una)
- Las características del sistema determinan la tensión vista por el fusible en el momento en que interrumpe la falla.
- Tal tensión debe ser igual o menor que la tensión nominal del fusible.
- Por lo tanto, debe aplicarse los siguientes criterios:
 - 1. en sistemas aislados, la tensión nominal debe ser igual o mayor que la tensión máxima de línea
 - 2. en sistemas trifásicos puestos a tierra, para cargas monofásicas, la tensión nominal debe ser igual o mayor que la máxima tensión de fase y para cargas trifásicas la tensión nominal es seleccionada en base a la tensión de línea.

Selección de la capacidad de cortocircuito

- La capacidad de cortocircuito del fusible debe ser igual o mayor que la corriente de falla trifásica calculada en el punto de instalación del fusible.

Aplicación de fusibles a la protección de transformadores

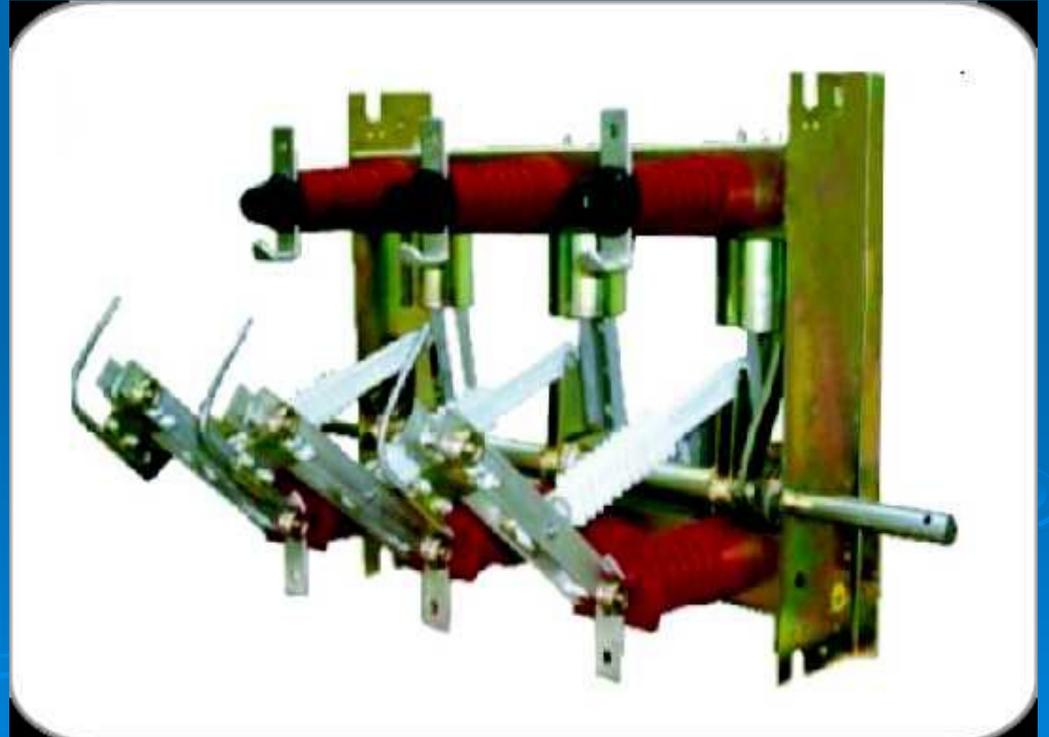
- Se debe tener en cuenta que en condiciones transitorias (in-rush de transformadores, corriente de arranque de motores de inducción, etc.) y condiciones permanentes de carga de transformadores (con posibles variaciones de hasta 200% de capacidad en los bancos auto-enfriados), el transformador no sufre daño y por lo tanto, el fusible debe permitir fluctuación con un margen de seguridad



Seccionalizador

- Es un dispositivo que automáticamente aísla las secciones falladas de un circuito de distribución, una vez que un reconectador o interruptor han interrumpido la corriente de falla y se instala comúnmente aguas debajo de un reconectador.
- Dado que los seccionalizadores no tienen la capacidad de interrumpir corrientes de falla, luego deben ser utilizados con dispositivos back-up que tenga esa capacidad.
- El seccionalizador cuenta el número de operaciones del reconectador durante las condiciones de falla.
- Luego del número predefinido de aperturas del reconectador, y mientras el mismo está abierto, el seccionalizador abre y separa la sección falladas de la línea.
- Esto permite al reconectador cerrar y reestablecer el suministro en aquellas áreas libres de falla.
- Si la falla es temporaria, se resetea el mecanismo de operación

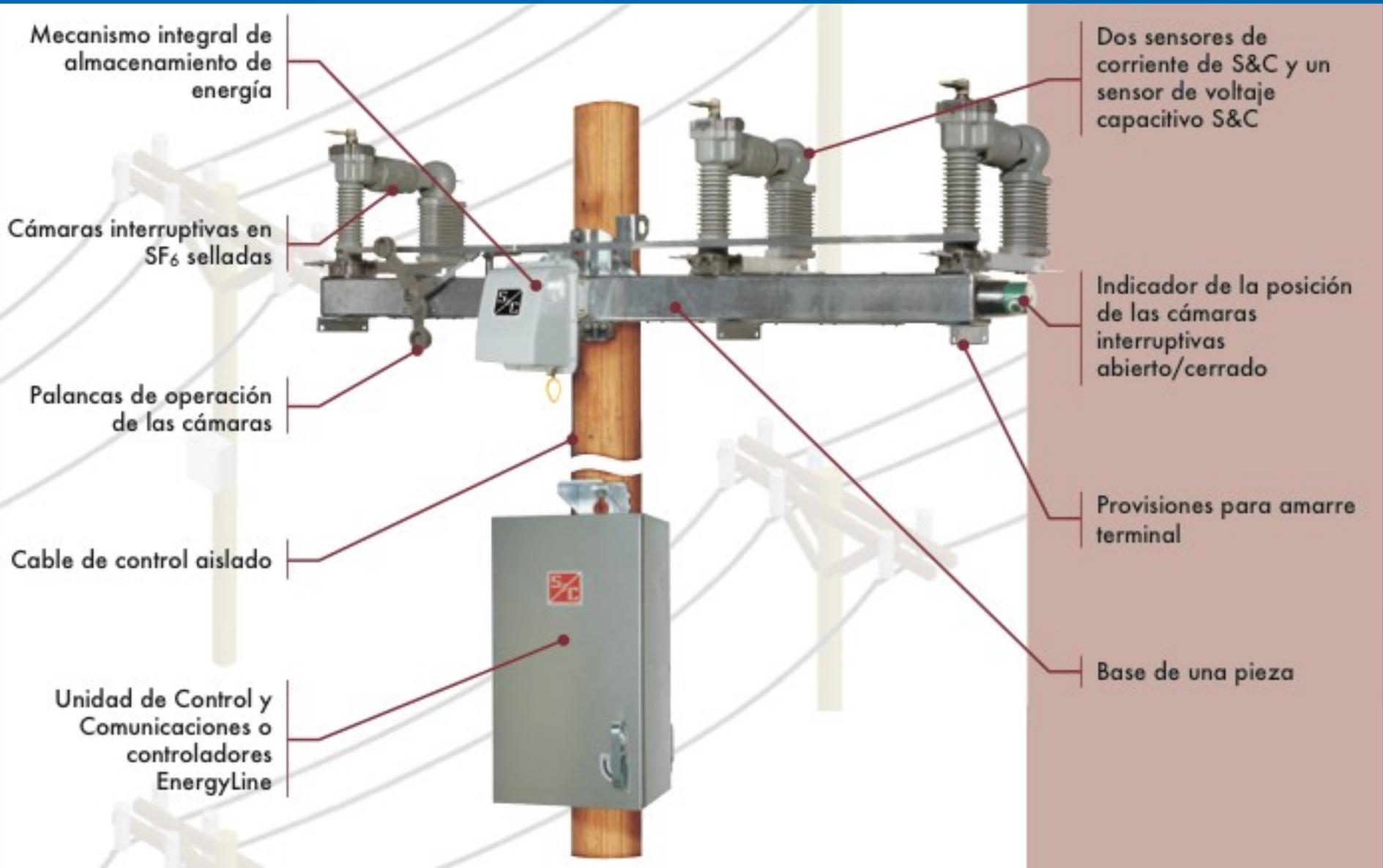
Seccionalizador Manual



Seccionalizador Manual

- Los seccionalizadores con control hidráulico poseen una bobina en serie con la línea.
- Cada vez se produce una sobrecorriente, la bobina mueve un pistón que activa un mecanismo de conteo cuando el circuito está abierto y la corriente es cero.
- Luego de un número predeterminado de aperturas del circuito, los contactos del seccionalizador se
- abren por medio de resortes pre-tensionados.
- Este tipo de seccionalizador puede ser cerrado en forma manual

Seccionalizador Electrónico



Seccionalizador Electrónico

- Los seccionalizadores con control electrónico son más flexibles en su operación y más fáciles de ajustar.
- La corriente de carga se mide por medio de TI y la corriente secundaria alimenta a un circuito de control que cuenta el número de operaciones del reconectador asociado y luego envía una señal de disparo al mecanismo de apertura.
- Este tipo de seccionalizador se construye con cierre manual o con motor

➤ Para seleccionar un seccionalizador deben considerarse los siguientes aspectos:

- Tensión del sistema
- Corriente de carga máxima
- Nivel máximo de cortocircuito
- Coordinación con otros dispositivos instalados aguas arriba y abajo

- La tensión y corriente nominal del seccionizador deben ser iguales o mayores que los valores máximos de tensión o carga en el punto de instalación.
- La capacidad de cortocircuito de un seccionizador debe ser igual o mayor que los niveles de falla en el punto de instalación.
- El máximo tiempo de despeje del interruptor asociado no debe exceder la capacidad nominal de cortocircuito del seccionizador.
- Los factores de coordinación que se deben tener en cuenta incluyen el ajuste de la corriente de arranque y el número de operaciones del interruptor asociado antes de la apertura

Modo de Operación Seccionador

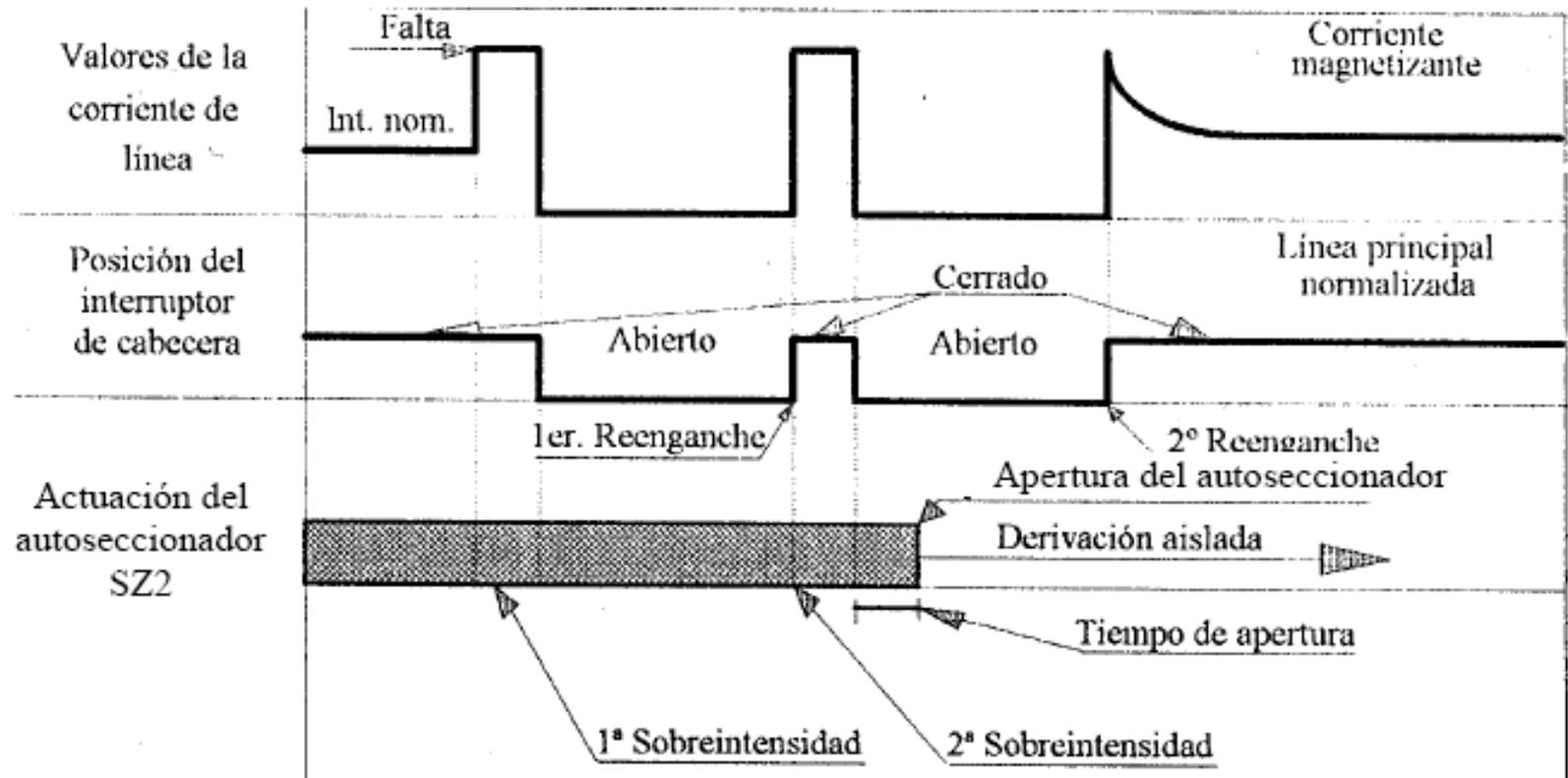


Fig.1: Modo operativo ante una falta permanente para autoseccionador de 2º ciclo

RECONECTADORES



RECONECTADOR AUTOMATICO

- El reconectador es un interruptor con reconexión automática, instalado preferentemente en líneas de distribución.
- Es un dispositivo de protección capaz de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para reenergizar la línea.
- Está dotado de un control que le permite realizar varias reconexiones sucesivas, pudiendo además, variar el intervalo y la secuencia de estas reconexiones.
- De esta manera, si la falla es de carácter permanente el reconectador abre en forma definitiva después de cierto número programado de operaciones (generalmente tres o cuatro), de modo que aísla la sección fallada de la parte principal del sistema.

RECONECTADOR AUTOMATICO

- La tarea principal de un reconectador entonces es discriminar entre una falla temporal y una de carácter permanente, dándole a la primera tiempo para que se aclare sola a través de sucesivas reconexiones; o bien, sea despejada por el elemento de protección correspondiente instalado aguas abajo de la posición del reconectador, si esta falla es de carácter permanente

Secuencia de Operación

- Los reconectadores pueden ser programados para un máximo de cuatro aperturas y tres reconexiones.
- Los tiempos de apertura pueden determinarse de curvas características tiempo-corriente, como las que se muestran en la Figura 6.9.
- Cada punto de la curva características representa el tiempo de aclaramiento del reconectador para un determinado valor de corriente de falla.
- Este dispositivo consta de dos tipos de curvas, una de operación rápida y una segunda de operación retardada.

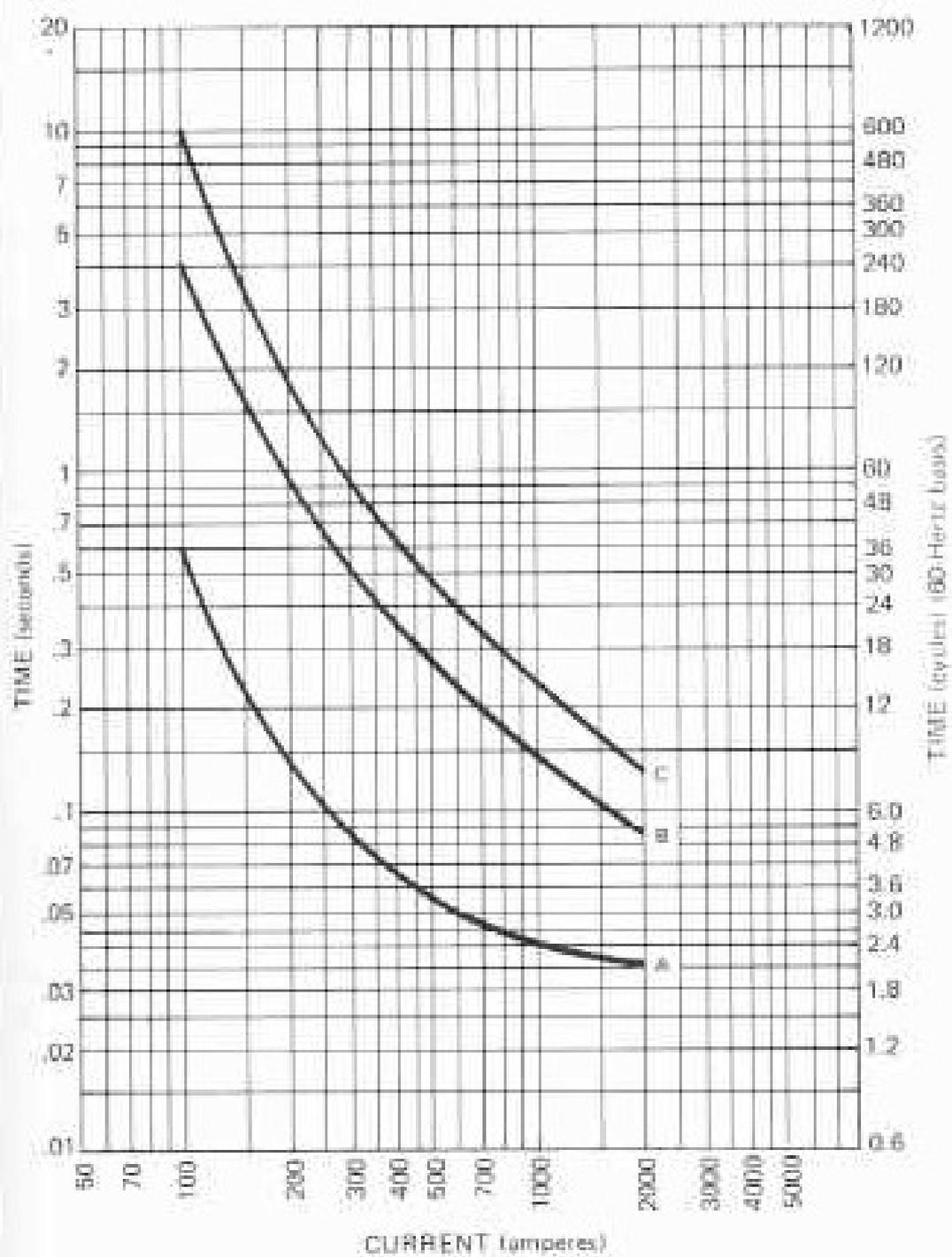
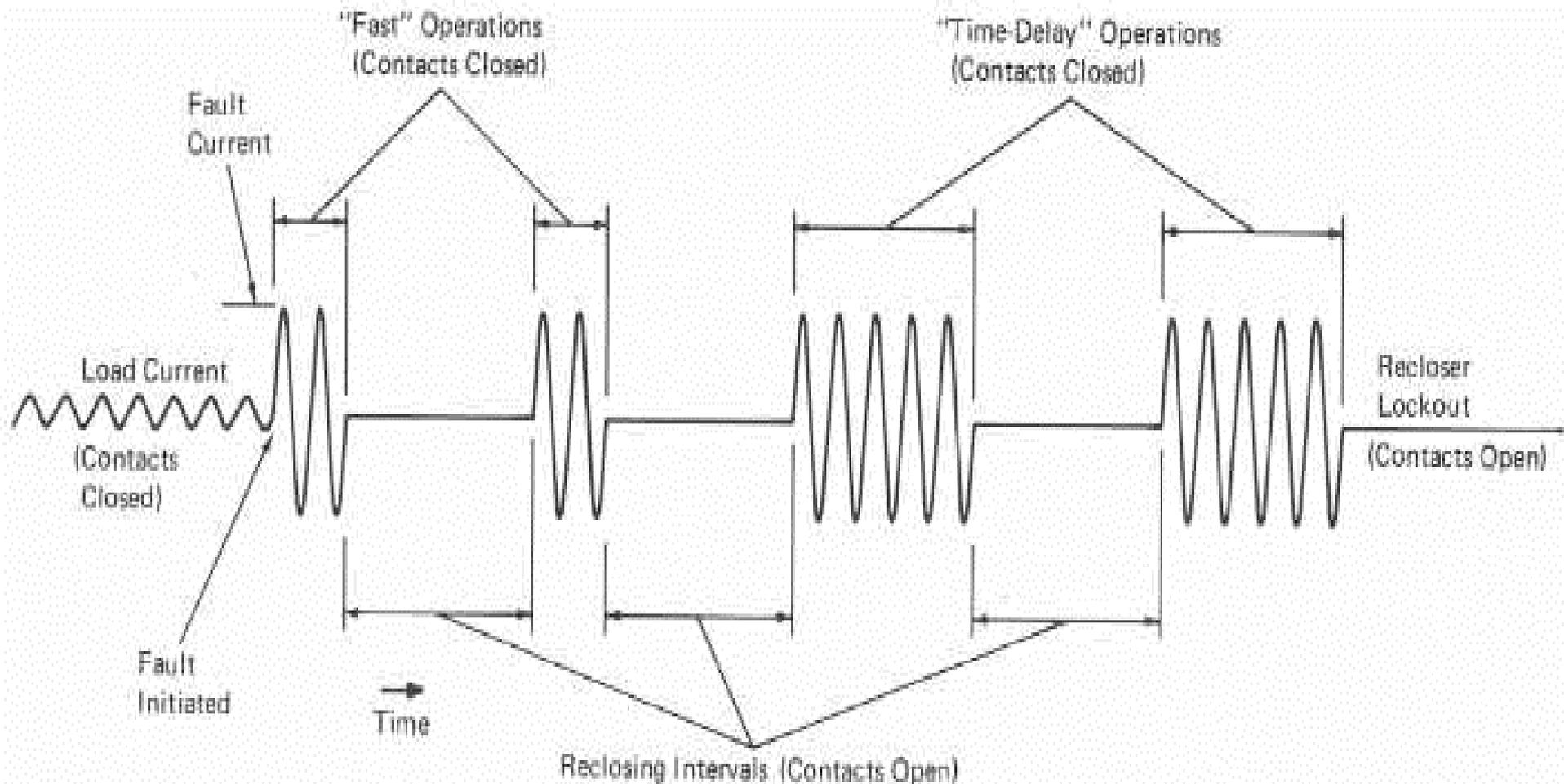


Figura 6.9
Curvas de
operación de
un
reconectador

Secuencia de operación de un Reconectador

- La secuencia de operación típica de un reconectador para abrir en caso de una falla permanente se muestra en la figura 6.10,
- Programado, para dos aperturas rápidas y dos aperturas lentas (C22), con tiempos obtenidos respectivamente, de la curva A y de la curva C de la (Figura 6.9), para la magnitud de corriente de falla correspondiente.

Fig 6.10.- Secuencia de operación de un Reconectador



Secuencia de operación de un Reconectador

- La secuencia de operación típica de un reconectador para abrir en caso de una falla permanente se muestra en la figura 6.10,
- Programado, dos aperturas rápidas y dos aperturas lentas (C22), con tiempos obtenidos respectivamente, de la curva A y de la curva C de la (Figura 6.9), para la magnitud de corriente de falla correspondiente.

Reposición del Reconectador

- En caso que el reconectador no haya completado su secuencia de operación, después de transcurrido el tiempo de reposición, repone su programación que tenía antes que ocurriera la falla, quedando en condiciones de ejecutar completamente su secuencia de operación en caso de presentarse una nueva condición de falla en la línea

Número total de aperturas:

- Los reconectores permiten programar desde una apertura hasta un máximo de cuatro, lo que depende del estudio de coordinación con otros elementos de protección y que resulte más favorable para cada caso en particular

Tiempo de reconexión:

- Son los intervalos de tiempo en que los contactos del reconector permanecen abiertos entre una apertura y una orden de cierre o de reconexión

Tiempo de reposición:

- Es el tiempo después del cual el reconectador repone su programación, cuando su secuencia de operación se ha cumplido parcialmente, debido a que la falla era de carácter temporal o fue aclarada por otro elemento de protección

Corriente mínima de operación:

- Es el valor mínimo de corriente para el cual el reconectador comienza a ejecutar su secuencia de operación programada.

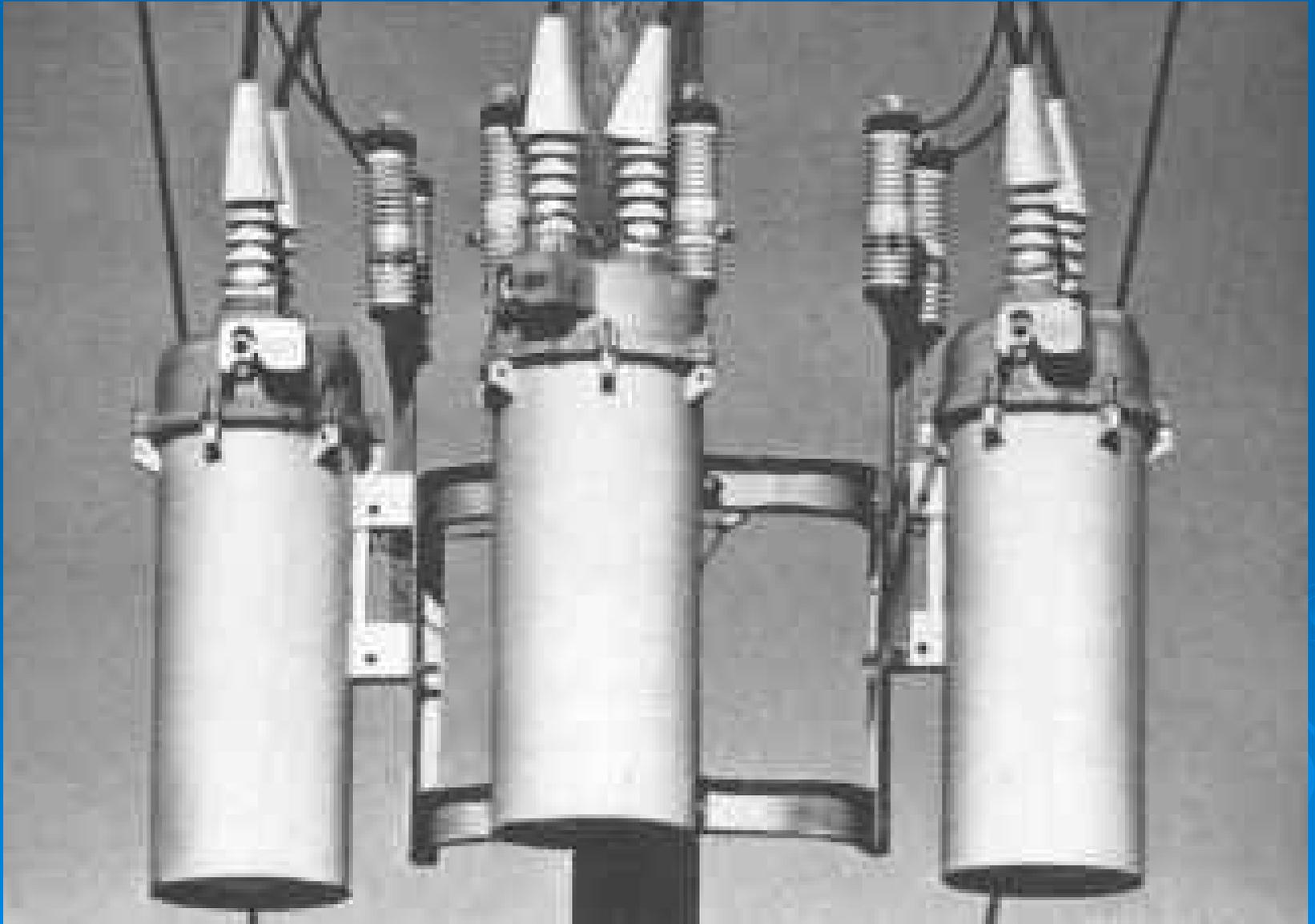
Clasificación de los Reconectadores

- **Linea:** Monofásicos
Trifasicos
- **Control :** control hidráulico
control electrónico
con microprocesador

Accionamiento: interrupción en aceite
aislación de aire

en vacío

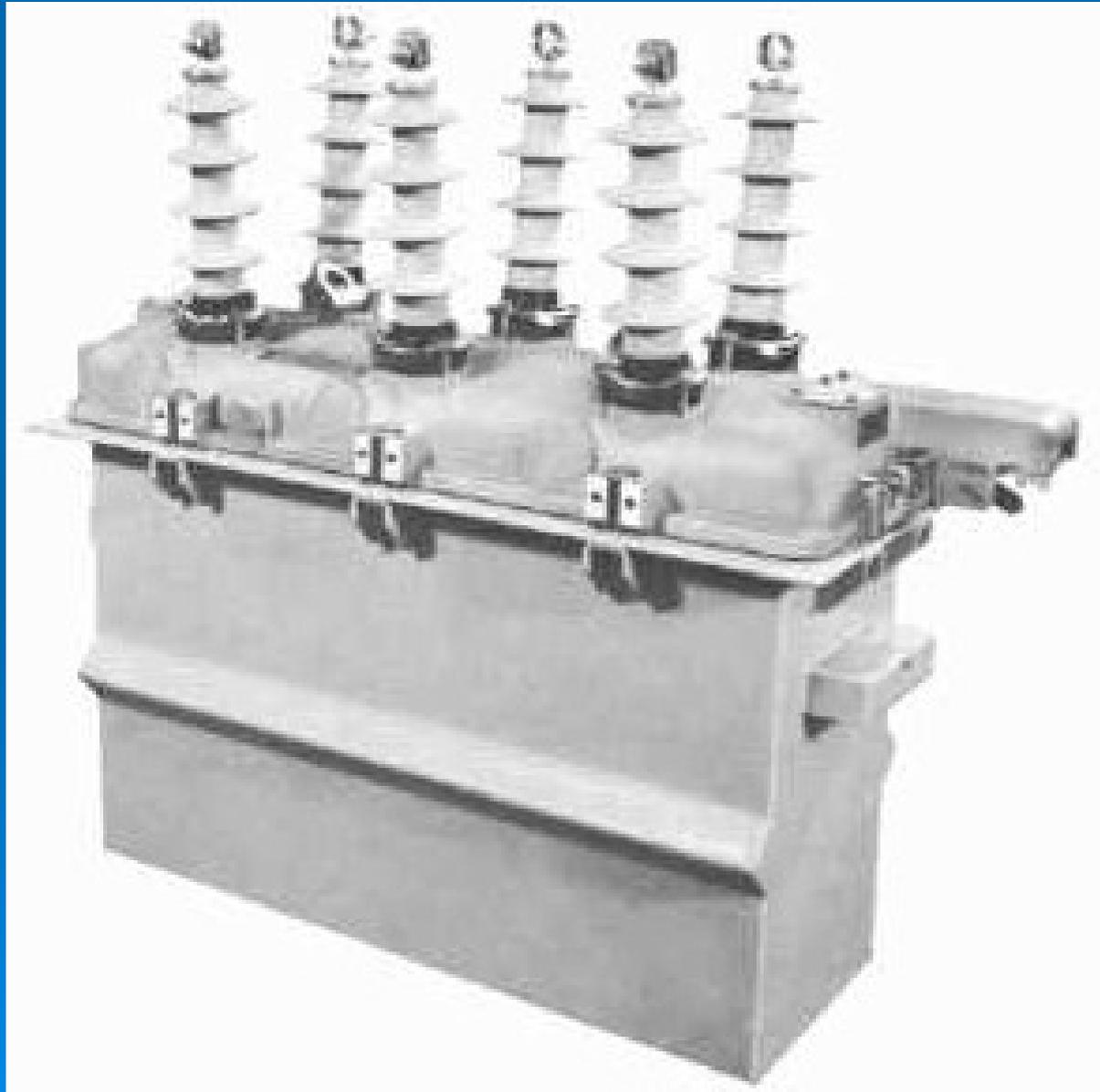
Reconectadores monofásicos



Reconectores monofásico

- Los reconectores monofásico se utilizan para la protección de líneas monofásicas, tales como ramales o arranques de un alimentador trifásico. Pueden ser usados en circuitos trifásicos cuando la carga es predominantemente monofásica.
- De esta forma, cuando ocurre una falla monofásica permanente, la fase fallada puede ser aislada y mantenida fuera de servicio mientras el sistema sigue funcionando con las otras dos fases

Reconectores monofásicos



Reconectadores trifásicos

- Los reconectadores trifásicos son usados cuando se requiere aislar (bloquear) las tres fases para cualquier falla permanente, con el fin de evitar el funcionamiento monofásico de cargas trifásicas tales como grandes motores trifásicos.
- Tienen dos modos de operación

Apertura monofásica-bloqueo trifásico

- Consta de tres reconectadores monofásicos montados en un solo tanque con mecanismo de acoplamiento para el bloqueo solamente.
- Cada fase opera independientemente para las aperturas por sobrecorriente y las reconexiones.
- Si cualquier fase opera hasta la condición de bloqueo (debido a una falla permanente), el mecanismo de acoplamiento de aperturas, abre las otras dos fases y las deja abiertas y bloqueadas.
- Se previene de esta forma la energización monofásica de cargas trifásicas.
- Este tipo de operación se provee para reconectadores pequeños

Apertura trifásica-bloqueo trifásico

- Para cualquier tipo de falla (monofásica a tierra, bifásica o trifásica) todos los contactos abren simultáneamente para cada operación de apertura.
- Las tres fases, están mecánicamente acopladas para la apertura y la reconexión y son operadas por un mecanismo común.
- Los reconectadores de mayor tamaño operan de este modo

Control de los reconectores



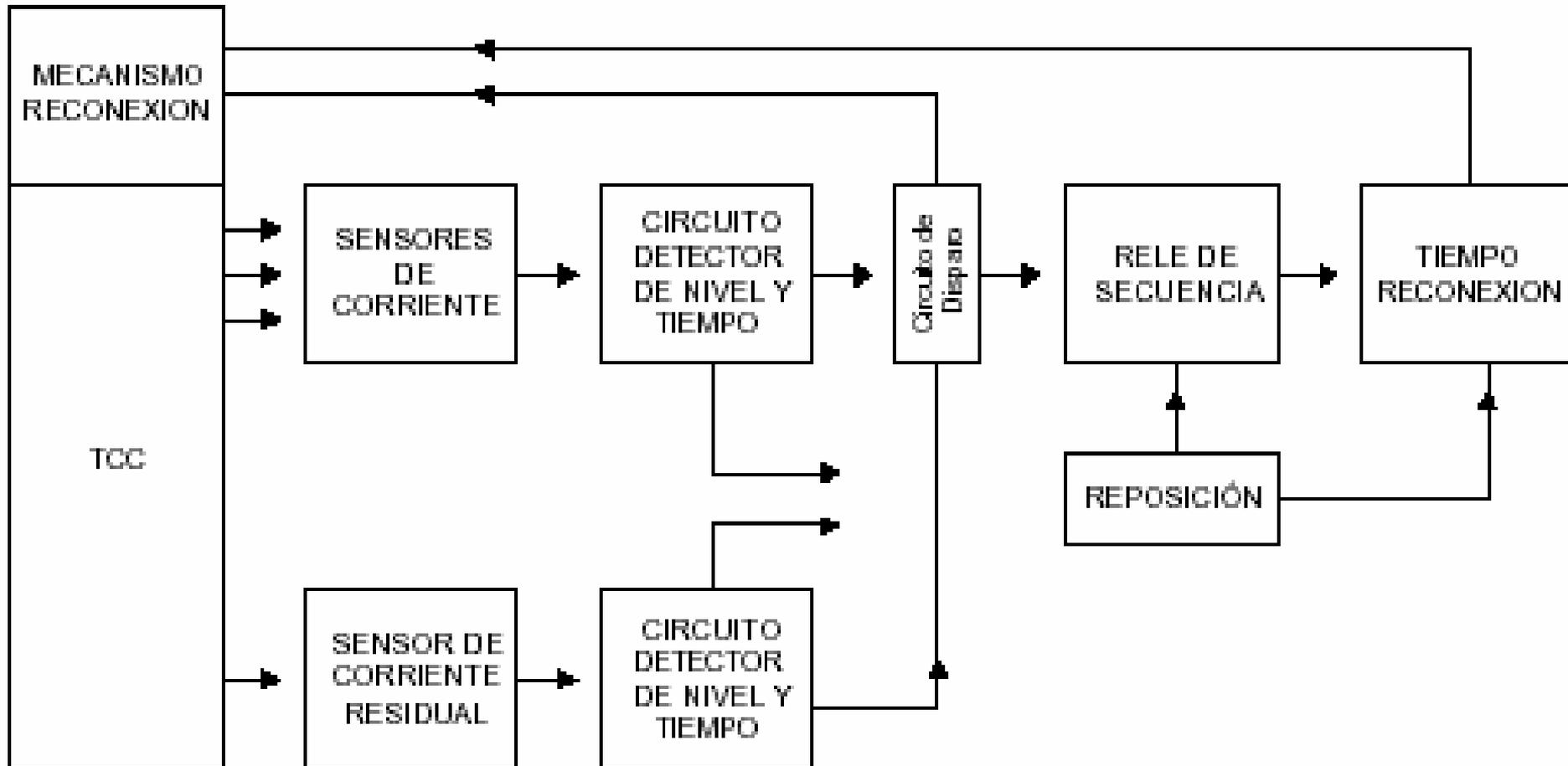
Control hidráulico

- El control hidráulico es usado en la mayoría de los reconectores monofásicos y en algunos reconectores trifásicos.
- Está construido como parte integral del reconector.
- Con este tipo de control, la sobrecorriente es sensada por una bobina (de trip) que se conecta en serie con la línea.
- Cuando la sobrecorriente fluye a través de la bobina, un émbolo es introducido en la bobina de apertura para abrir los
- contactos del reconector.
- La temporización y la secuencia son logradas por el bombeo de aceite a través de compartimientos o de conductos hidráulicos separados.

Control Electrónico

- El método de control electrónico de los reconectadores es más flexible, de más fácil calibración y programación que el control hidráulico.
- Se entrega en un gabinete separado y permite cambiar la
- característica tiempo-corriente, los niveles de corriente mínima de operación y la secuencia de operación, sin
- desenergizar o retirar el reconectador del sistema.
- Dispone de un amplio rango de accesorios para modificar
- su operación básica y resolver muchos problemas de aplicación.
- La corriente de línea es sensada por tres TT/CC
- Los reconectadores más modernos utilizan control basado en microprocesadores y se comunicación remota

Diagrama de bloques de un reconectador con control electrónico



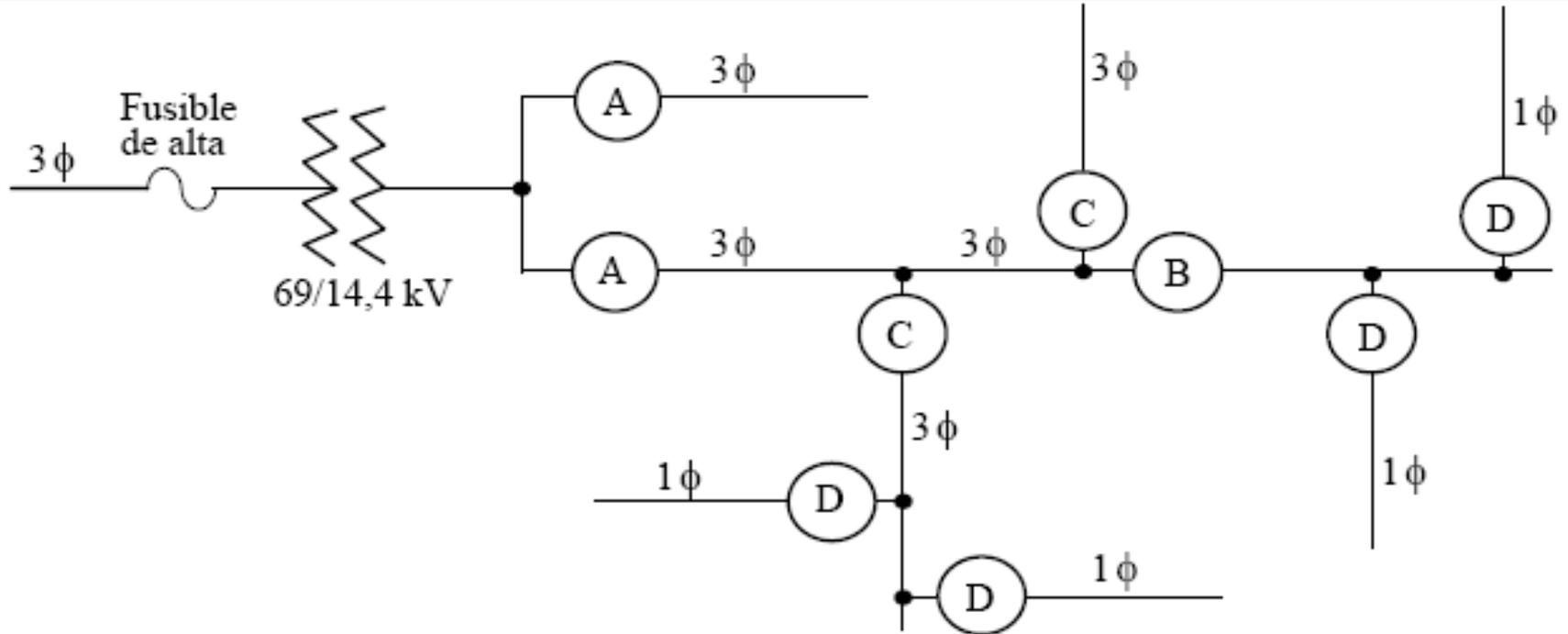
Medio de interrupción y aislación

- Los reconectadores utilizan aceite o el vacío como medio de interrupción.
- En el primer caso, el mismo aceite es usado tanto para la interrupción del arco como el aislamiento básico.
- Algunos reconectadores con control hidráulico también utilizan el mismo aceite para las funciones de temporización y conteo.
- El vacío como medio de interrupción, proporciona las ventajas de reducir la mantención y minimizar la reacción externa durante el proceso de interrupción.
- Algunos tipos de reconectadores están disponibles ya sea con interruptor en aceite o vacío.
- Los reconectadores de vacío pueden utilizar aceite o aire como medio básico de aislamiento

Aplicaciones

- Los reconectores pueden ser usados en cualquier punto de un sistema de distribución donde el rango del reconector es adecuado para los requerimientos del sistema.
- A. En subestaciones, como el dispositivo de protección del alimentador primario que permite aislar el alimentador en caso de falla permanente
- B. En líneas de distribución a una distancia de la subestación, para seccionalizar alimentadores largos y así prevenir salidas del alimentador entero cuando una falla permanente ocurre cerca del final del
 - alimentador
- C. En ramales importantes desde el alimentador principal para proteger el alimentador principal de interrupciones y salidas debido a fallas en el ramal.
- D. En pequeños ramales monofásicos.

Aplicaciones



Reconectores Automáticos

Noja Power - Modelo OSM



Reconector Automático OSM27



Principales Funciones

- Protección direccional de sobrecorriente.
- Protección direccional de falla de tierra sensible.
- Protección de baja frecuencia.
- Limitación de transitorios de corriente (Inrush).
- Registro de perfil de carga.
- Registro separado de sucesos para operaciones de apertura, cierre y operaciones de protección de fallas.
- Protección contra bajo voltaje.
- Protección de arranque en frío.
- Control de reconexión de voltaje.
- RTU integrada que provee protocolos DNP3 y Modbus.
- Medición instantánea de voltaje, corriente, potencia, energía, frecuencia y factor de potencia.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| Descripción | OSM27-12-630 |
|--|--------------------------------------|
| Sensores de Corriente | 6 x Sensores de corriente Rogowski |
| Sensores de Voltaje | 6 x Divisores de Voltaje Capacitivos |
| Tipo de Control | RC 01E |
| Rango máximo de voltaje | 27 kV |
| Rango de corriente continua | 630 A |
| Capacidad de Falla RMS | 12.5 kA |
| Capacidad de Falla Peak | 31.5 kA |
| Capacidad de ruptura de falla | 12.5 kA |
| Operaciones mecánicas | 30.000 |
| Operaciones a plena carga | 30.000 |
| Capacidad de operaciones de ruptura de falla | 200 |
| Corriente de corta duración resistida por 4 seg | 12.5 kA |
| Capacidad de ruptura activa de suministro | 630 A |
| Corriente de magnetización de transformador | 22 A |
| Corriente de carga del cable | 25 A |
| Corriente de carga de línea | 5 A |
| Resistencia al impulso fase a tierra & fase a fase | 125 kV (opcional 150kV) |
| Impulso a través del interruptor | 125 kV (opcional 150kV) |
| Resistencia a oscilaciones de potencia fase a tierra | 60 kV |
| A través del interruptor | 60 kV |
| Temperatura ambiente | -40°C a +55°C |
| Humedad | 0 - 100% |
| Altitud | 3000 mts |
| Dimensiones | 620 x 490 x 500 mm |

Hawler Siddeley Switchgear Modelo GVR 27



Descripción

HAWLER SIDDELEY - SWITCHGEAR LIMITED presenta el reconectador trifásico tipo GRV, es una unidad trifásica para montaje en poste o subestación, aislado en gas SF6, medio de interrupción en vacío y unidad de control / protección digital.

El reconectador GVR para montaje en poste o subestación tiene las siguientes características;

- Actuador magnético de bobina simple.
- Sistema de interrupción ambientalmente amigable.
- Tanque liviano que facilita transporte e instalación.
- Bujes poliméricos resistentes a la acción de terceros.
- Construcción de piezas moldaduras y aislantes.

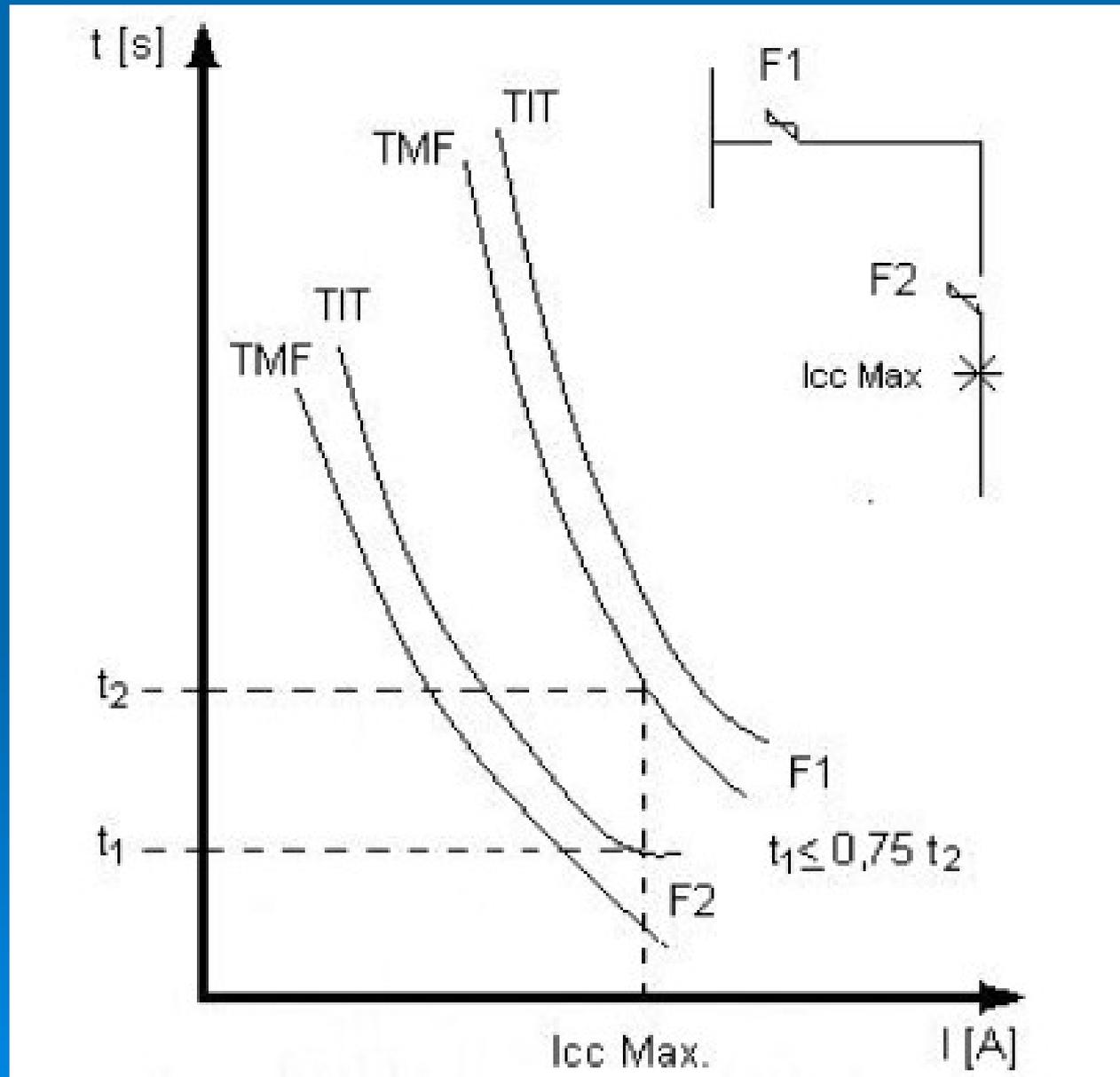
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| Descripción | |
|-------------------------------|---------|
| Rango máximo de voltaje | 27 kV |
| Rango de corriente continua | 630 A |
| Capacidad de ruptura de falla | 12.5 kA |

Coordinación de elementos de protección

- El dispositivo de protección más próximo a la falla (local) debe despejarla, sea ésta permanente o transitoria, antes que el dispositivo de respaldo opere si este no tiene reconexión automática o antes que agote las reconexiones en caso de tenerlas
- Las interrupciones deben restringirse al mínimo en fallas permanentes, tanto en el tramo de la línea conectada como en el tiempo de duración

Coordinacion Fusible Fusible



Coordinación Fusible Fusible

4.1.3. Coordinación fusible-fusible

La aplicación de este tipo de arreglo se da entre dispositivos ubicados en una línea o red de distribución, siendo el fusible de respaldo la protección de un ramal o subramal del circuito y pudiendo ser el fusible primario, la protección de un subramal o bien de un transformador de distribución. El criterio establece que debe existir un margen mínimo en tiempo de coordinación del 25% del tiempo de la curva característica TMF del fusible de respaldo, entre esta y la curva característica TIT del fusible primario, para la máxima corriente de cortocircuito común a ambos dispositivos.

Coordinación Fusible Fusible

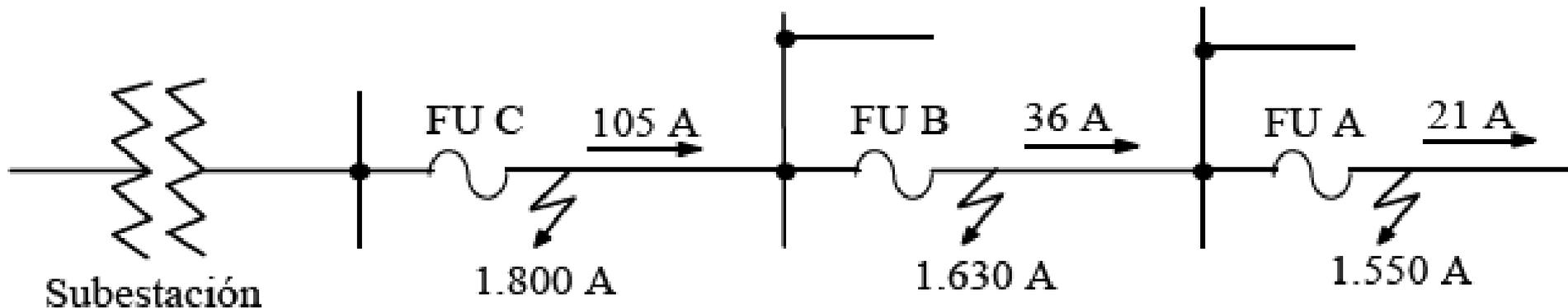
Este margen es para evitar posibles modificaciones en las características físicas del fusible debido al calentamiento excesivo. Se define a t_2 como el tiempo mínimo de fusión del fusible de respaldo para la falla de referencia y a t_1 como el tiempo de máximo de apertura del fusible primario para la misma falla, el criterio puede ser escrito como:

$$t_1 \leq 0,75t_2$$

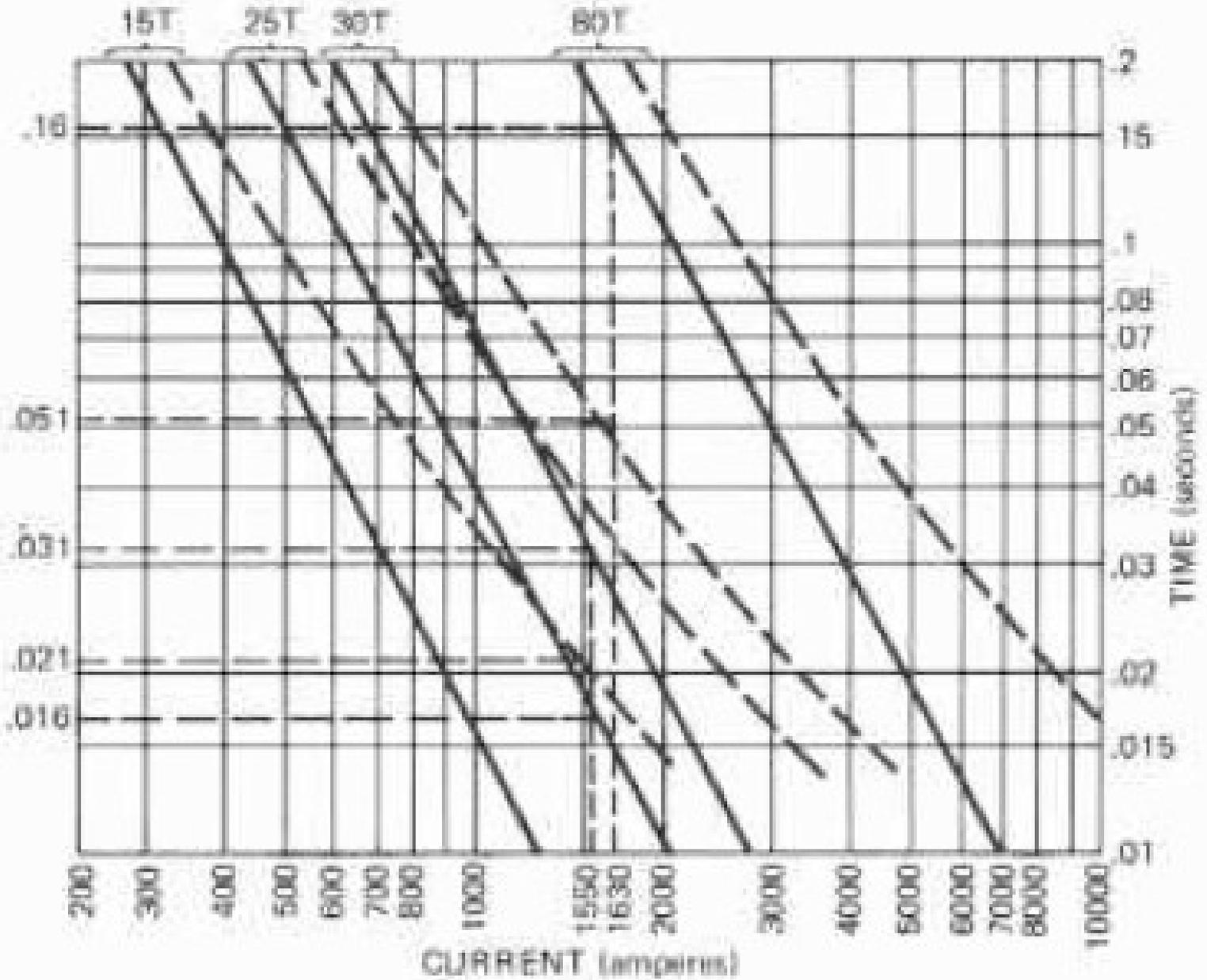
Es decir que la curva TIT del fusible lado carga no debe exceder el 75% en tiempo a la curva TMF del fusible lado fuente para la máxima corriente de cortocircuito. Por otra parte cabe señalar que en un estudio de coordinación de protecciones en donde se involucran fusibles, debe contarse dentro de la información requerida con las características de operación tiempo-corriente garantizadas por el fabricante.

Ejemplo Coordinación de fusibles

- considerando fusibles de tipo T se tiene que:
- En A se puede elegir un fusible 15T que soporta en forma permanente hasta 23 A, mayor que la corriente de carga de ese tramo. En B se elige un fusible 25T (38 A máximo) y en C un 80T (120 A máximo). Los fusibles 15T y 25T coordinan hasta una corriente de falla máxima de 730 A, por lo tanto en B se debe elegir un fusible 30T que coordina con el 15T hasta 1.700 A (mayor que los 1.550 A de falla). Los fusibles 30T y 80T coordinan hasta 5.000 A, mayor que los 1.800 A de falla y por lo tanto en C queda el 80T.



Curvas tiempo corriente



Cordinación Fusible Interruptor

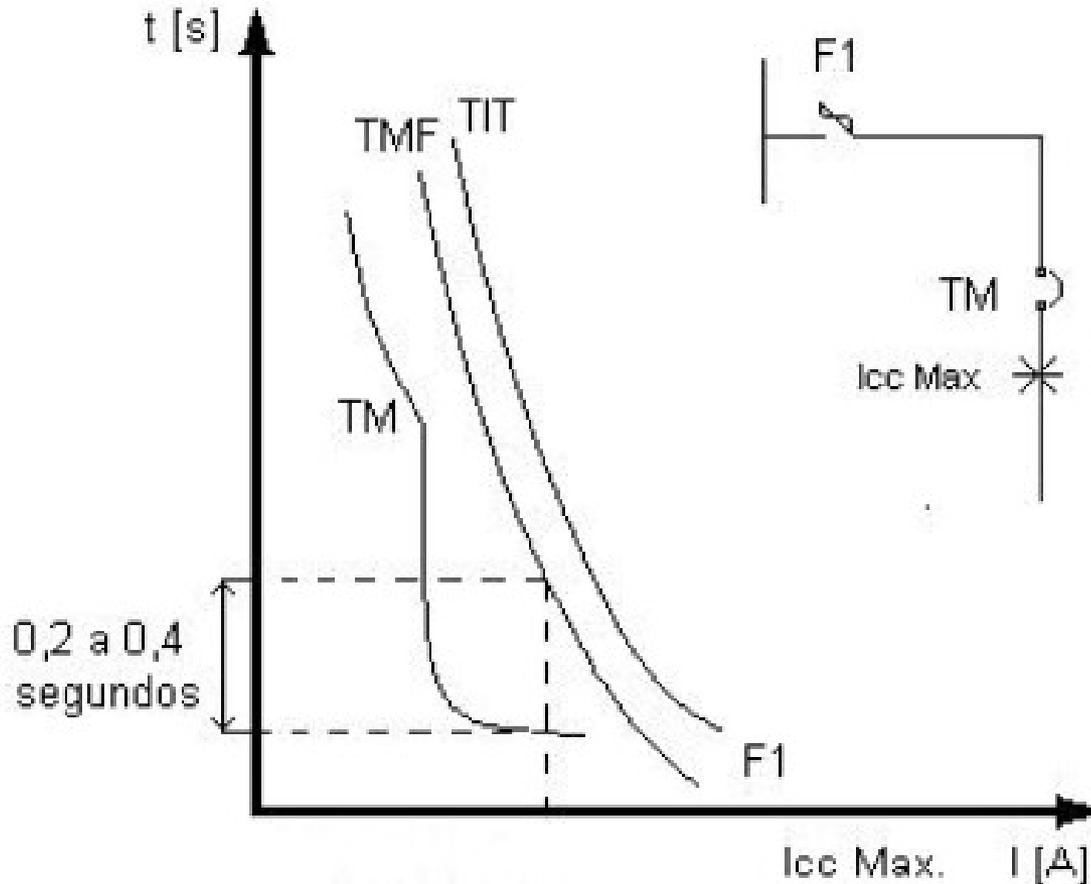
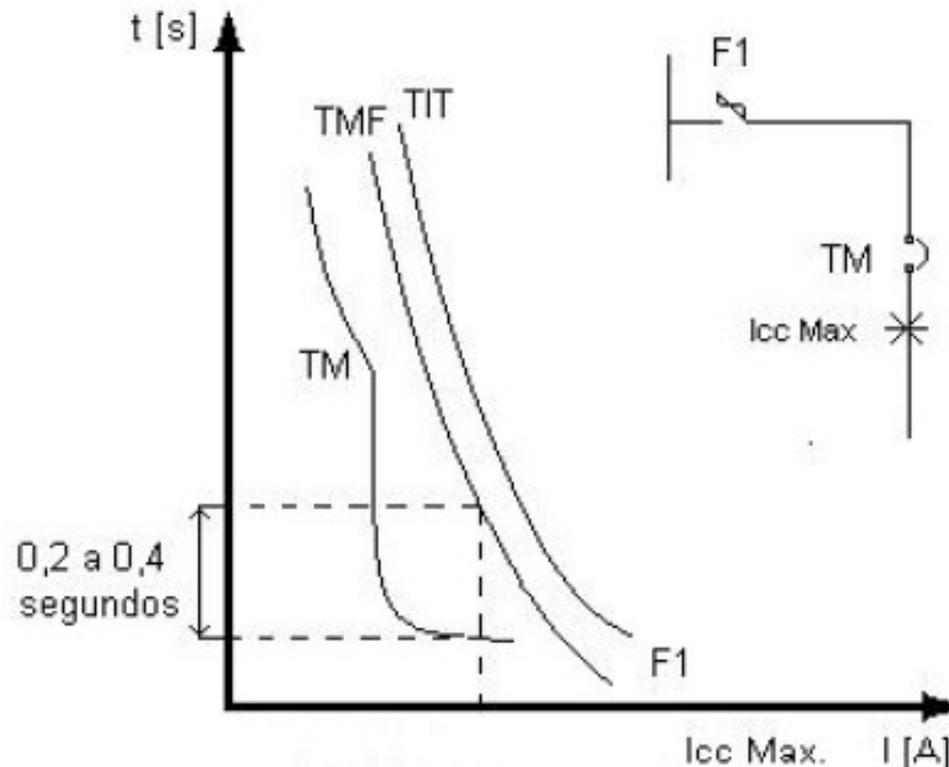


Figura 4.10 Criterio de coordinación fusible-Interruptor termomagnético

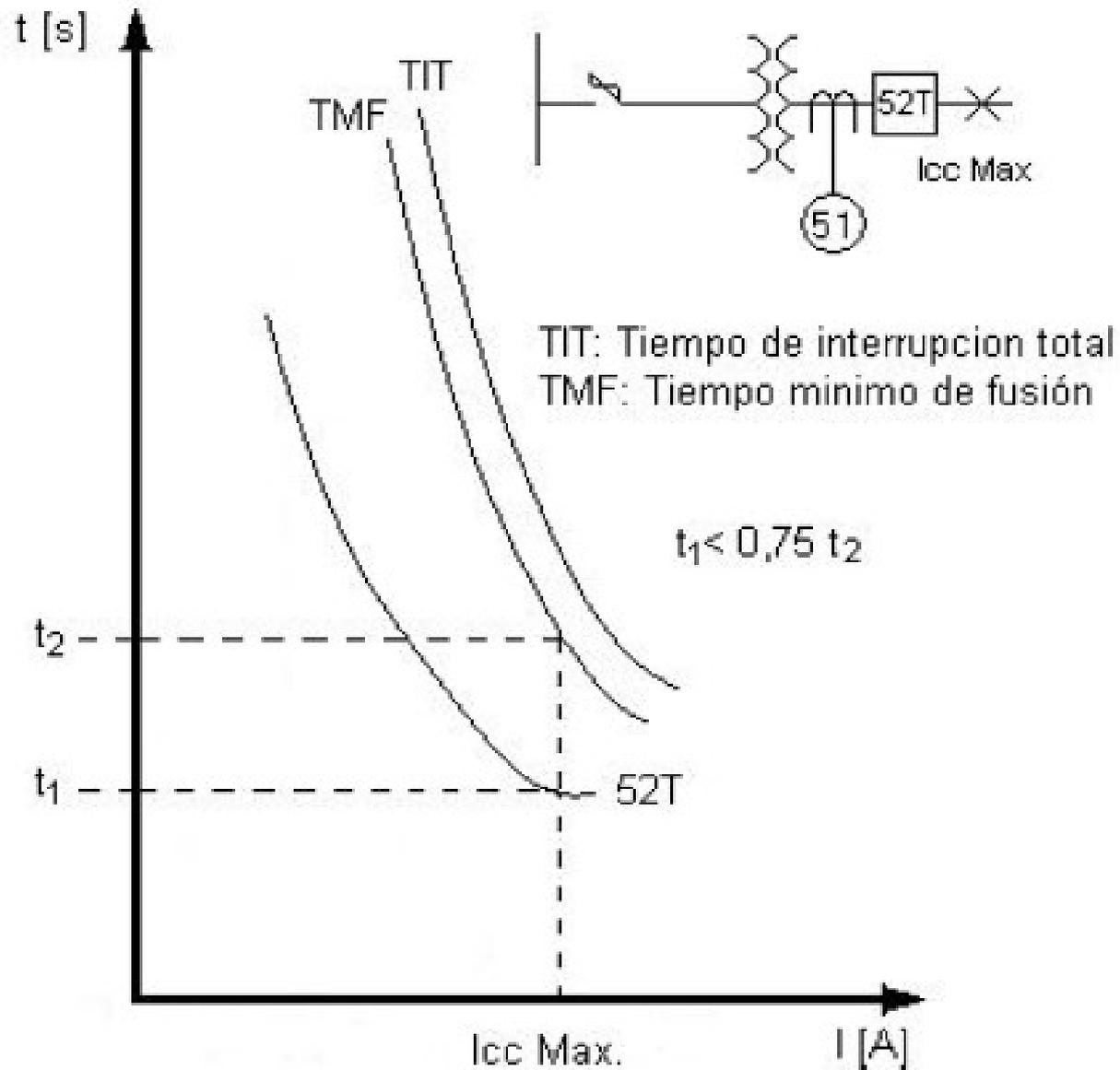
La ccordinación se da cuando el tiempo maximo de respuesta entre ellos está entre 0,2 y 0,4 seg.

Coordinación Fusible Interruptor

La selectividad entre un interruptor y un fusible que se conectan en serie, se da cuando la curva característica del fusible no toca la curva característica de disparo del interruptor, en el intervalo de las sobrecargas y hasta aproximarse a la zona de disparo. La coordinación se da cuando el tiempo máximo de respuesta entre ellos es entre 0,2 segundos y 0,4 segundos para la falla máxima (figura 4.10).



Coordinación fusible relee



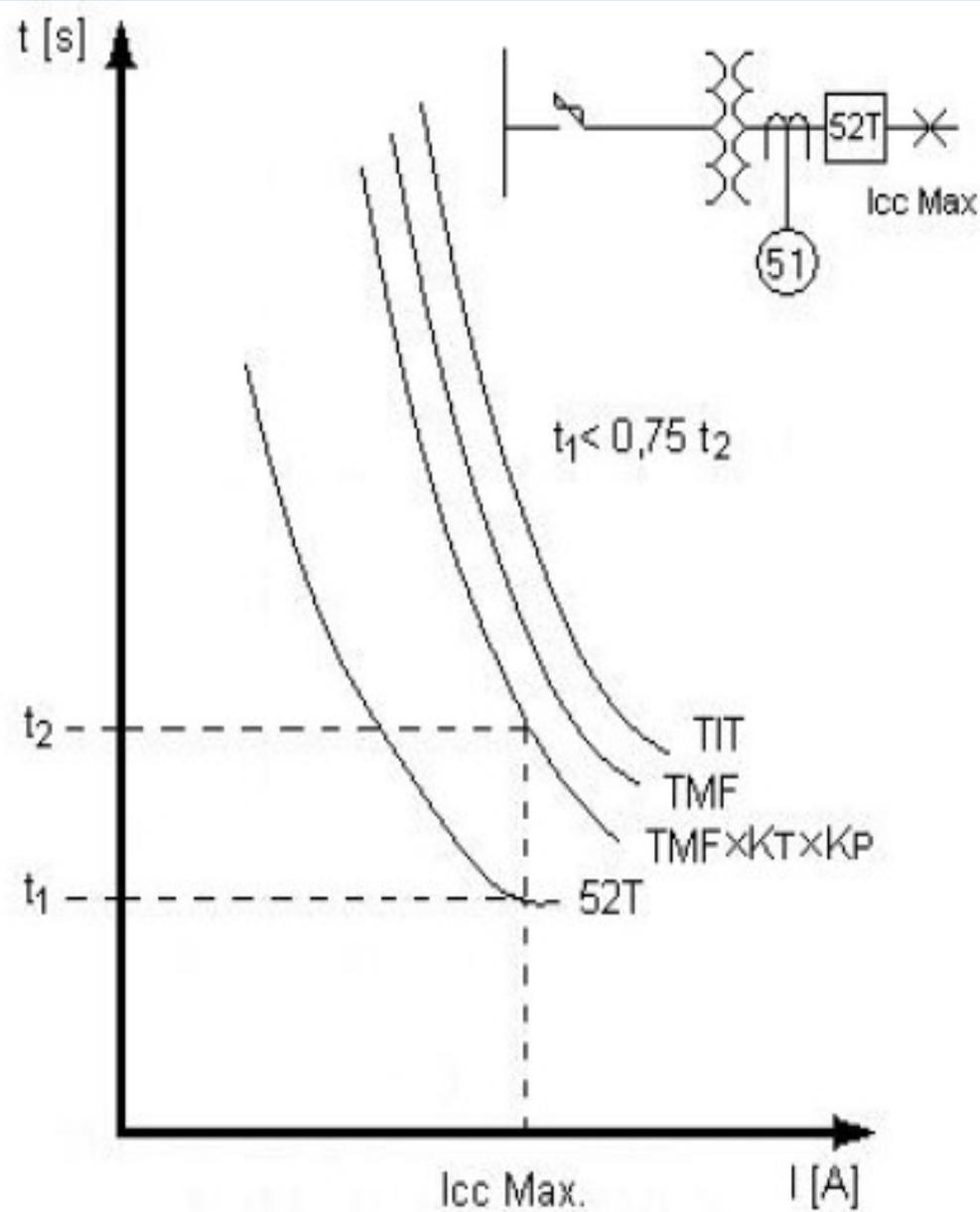


Figura 4.7 Criterio de coordinación fusible-relevador, aplicando factores de corrección.

Coordinación de reconectador con fusible en el lado fuente

- Para el estudio de coordinación en este caso, es necesario considerar las fallas en el lado carga del reconectador, para lo cual se deben referir las curvas de tiempo mínimo de fusión del fusible ubicado en el lado de alta del transformador
- La curva de tiempo mínimo de fusión del fusible debe estar por sobre la curva de operación lenta del reconectador en todo el rango de corriente de cortocircuito

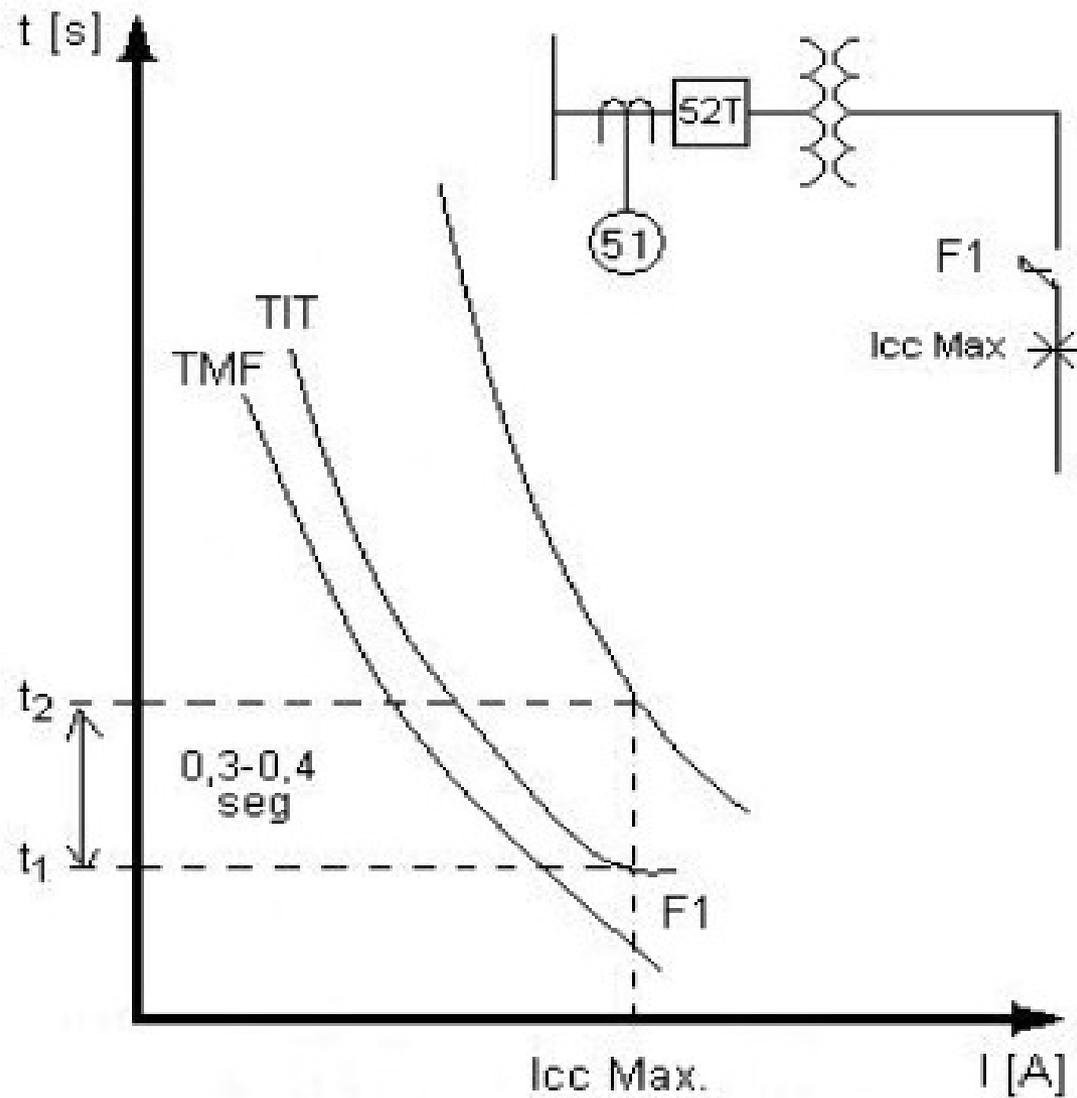


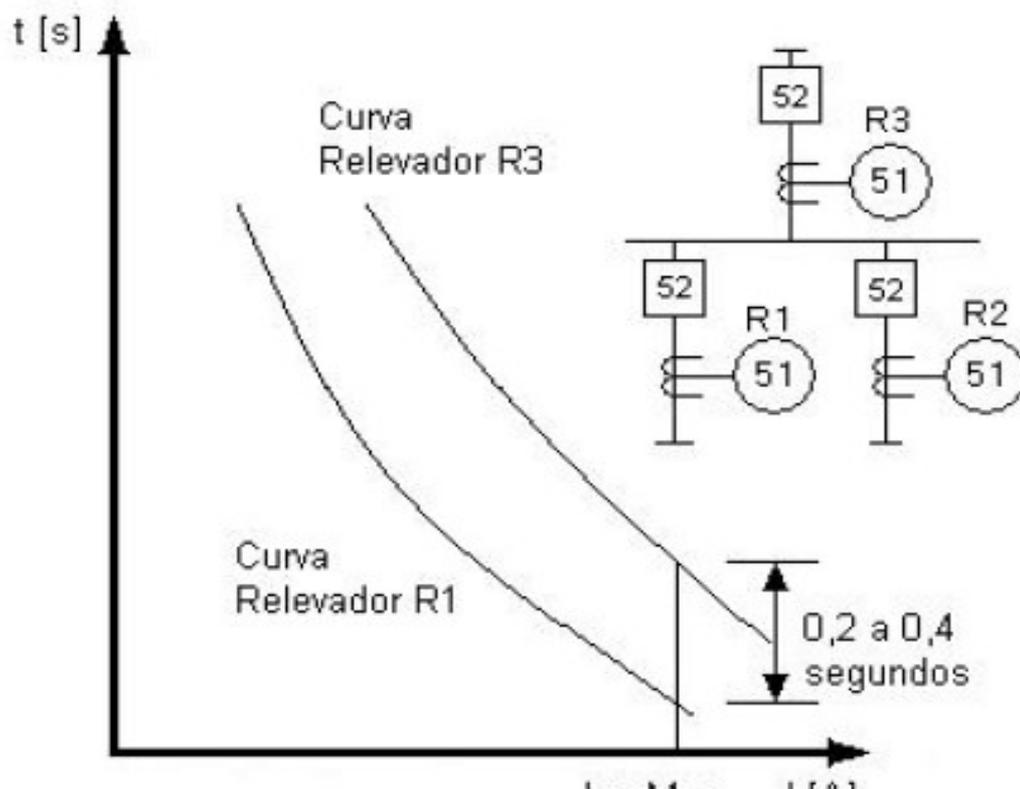
Figura 4.8 Criterio de coordinación relevador-fusible.

TMF = Tiempo Mínnimo de Fusión

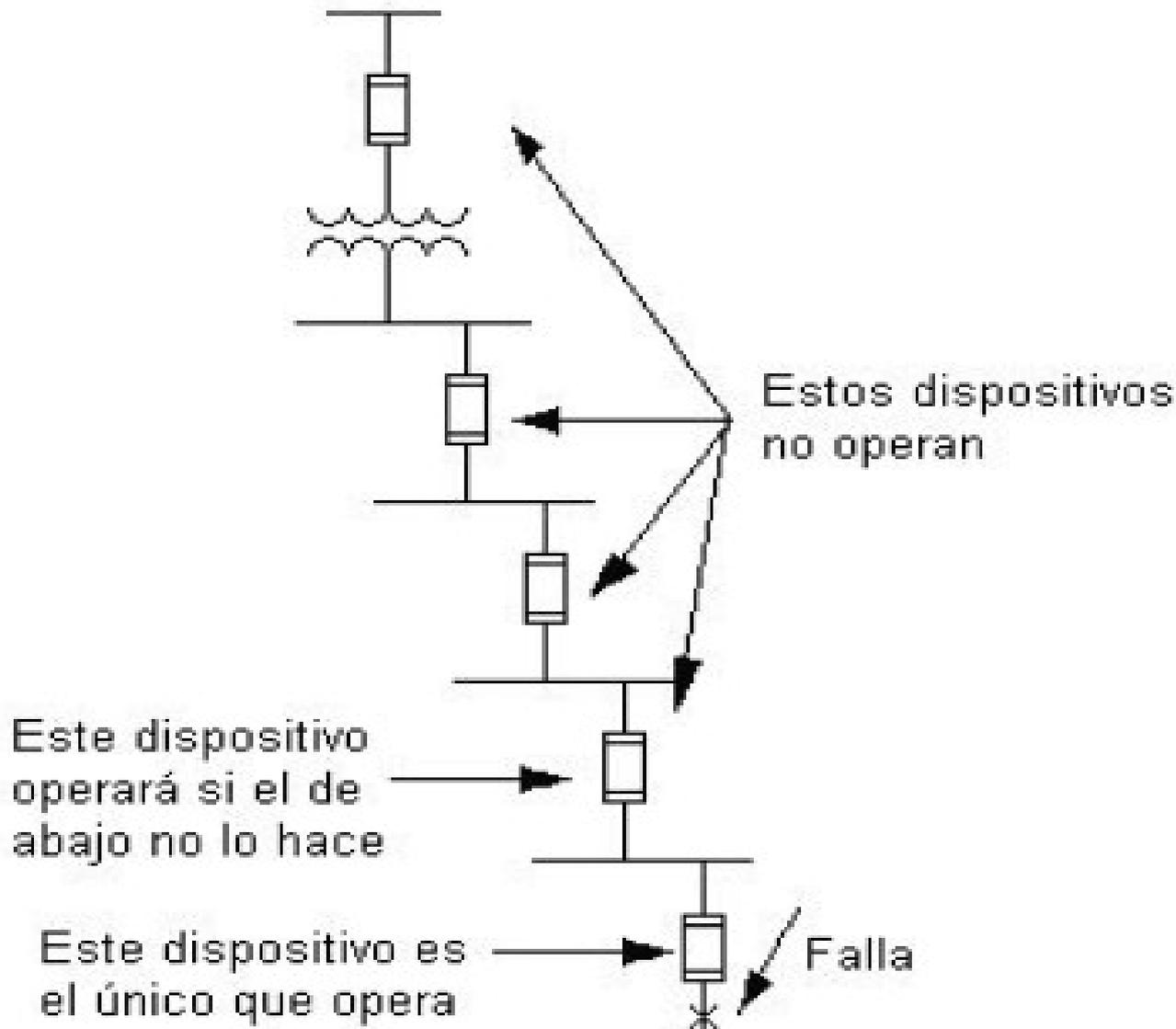
TIT = Tiempo de Interrupción Total

Coordinación Relé Relé

Cuando se usan relevadores de sobrecorriente en serie, se establece un margen de tiempo entre 0,2 segundos y 0,4 segundos al valor máximo de falla que se presente, este tiempo incluye el tiempo de operación del interruptor (alrededor de 0,12 segundos) y el tiempo del relevador (0,10 segundos), aun cuando puede haber diferencias entre fabricantes, esto se observa en la figura 4.11.



Proceso de selectividad cuando ocurre una falla



Porcentaje de coordinación

Tiempo relevador: 0,029 segundos

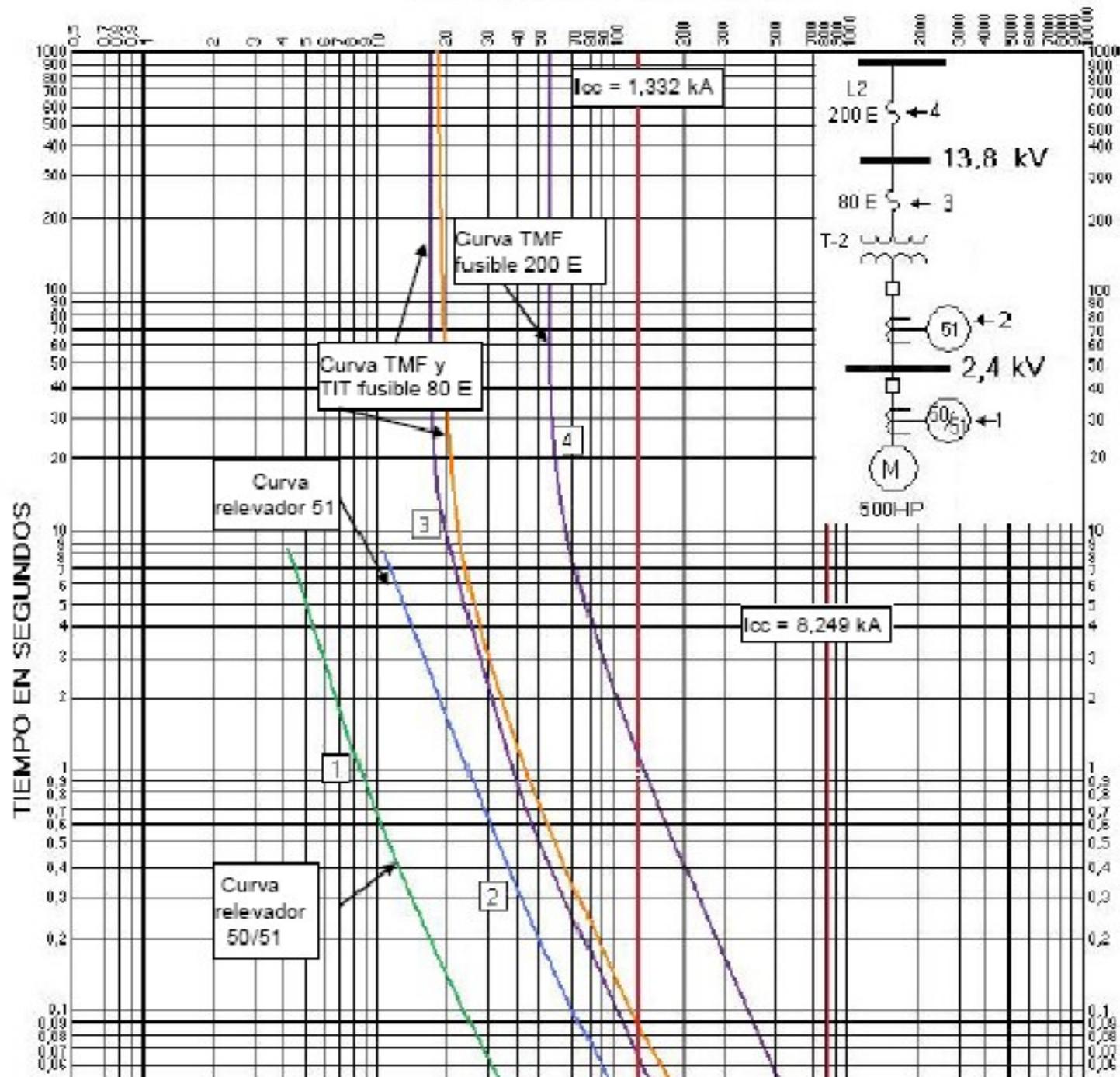
Tiempo fusible 80 E: 0,065 segundos

Con estos tiempos de operación se emplea la ecuación 4.1 para obtener el porcentaje de coordinación entre protecciones.

$$\%Coordinacion = \frac{\text{tiempo relevador}}{\text{tiempo fusible respaldo (TMF)}} \times 100 \quad 4.1$$

$$\%Coord = \frac{0,029 \text{ s}}{0,065 \text{ s}} \times 100 = 44,61\%$$

CORRIENTE EN AMPERES x10



Coordinación entre reconectadores y fusibles

- Se pueden distinguir dos casos, reconectador-fusible y fusible-reconectador.
- En ambos, se usa el método de trazado de curvas del reconectador y del fusible, con el fin de obtener el rango de corrientes de cortocircuito en que existe coordinación

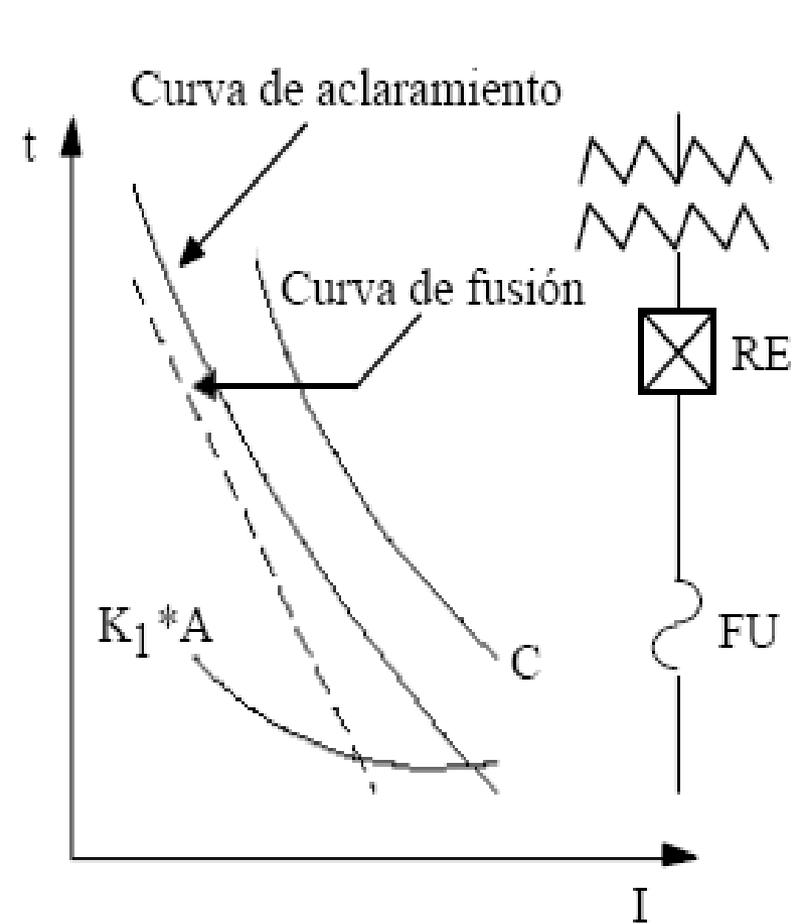


Figura 6.17.- Coordinación reconectador-fusible

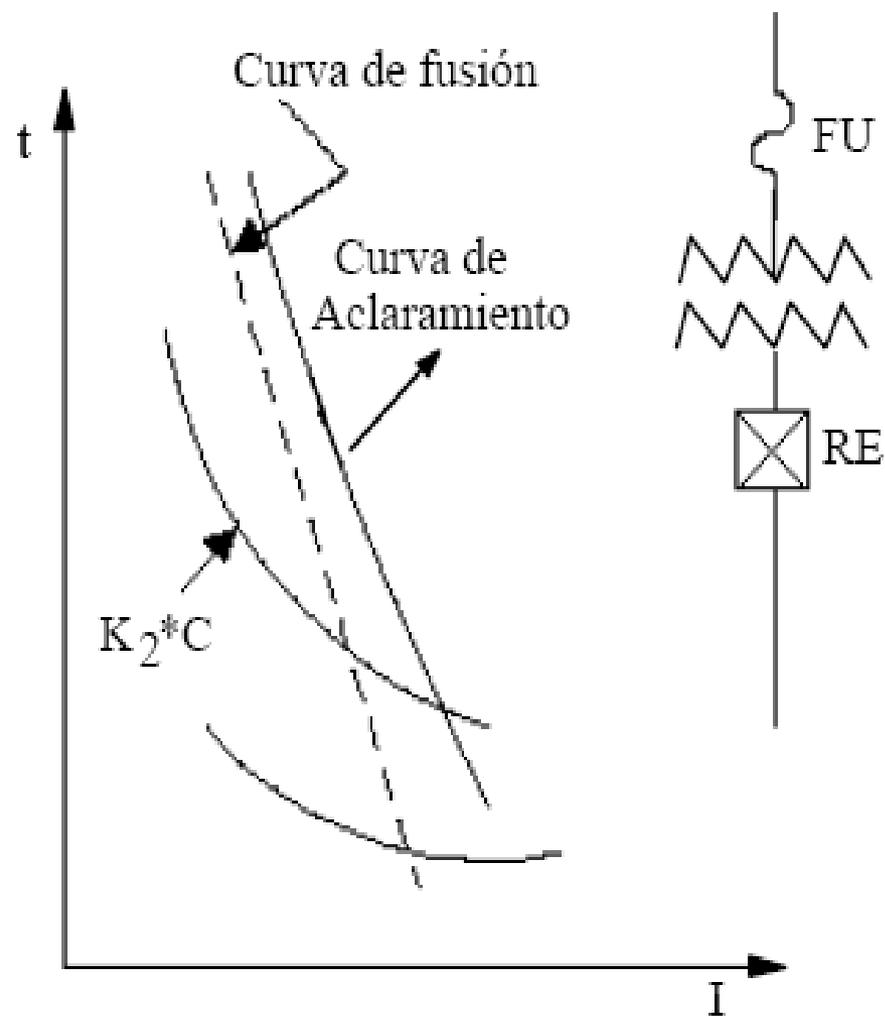


Figura 6.18.- Coordinación fusible-reconectador

t1 = tiempo de operación del reconectador

t2 = tiempo mínimo de fusión del fusible

$$t1 \leq 0,75t2$$

KT: corrección por factor de temperatura

Kp: corrección por corriente de pre falla

a.- Coordinación de reconectador con fusible en el lado carga (reconectador-fusible)

- En este caso el reconectador deberá detectar las fallas ocurridas en su zona y también las de la zona
- del fusible.
- Por lo tanto, el fusible debe operar después de la característica rápida y antes de la lenta del reconectador, como se muestra en la Figura 6.17. Para ello se debe cumplir lo siguiente:

- Para todo el rango de corriente de falla de la zona protegida por el fusible, su tiempo mínimo de fusión debe ser mayor que el tiempo de operación del reconectador en su característica rápida, multiplicada por el factor $K1$, dado por el fabricante, que se indica en la Tabla 6.5 y su valor depende de la secuencia de operación y del tiempo de la primera reconexión.
- La intersección de esta curva con la de tiempo mínimo de fusión del fusible determina el punto de corriente máxima de coordinación

Tabla 6.5.- Valores del Factor de corrección K_1

| Tiempo de Reconexión (ciclos) | Una operación rápida | | Dos operaciones rápidas | |
|----------------------------------|----------------------|--------|-------------------------|--------|
| | Promedio | Máximo | Promedio | Máximo |
| 25-30 | 1,3 | 1,2 | 2,0 | 1,80 |
| 60 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,35 |
| 90 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,35 |
| 120 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | 1,35 |

Los valores de la columna “promedio” se aplican cuando las curvas rápidas son dibujadas para valores promedio y la columna “máximo”, cuando la curva rápida se grafica para valores máximos.

- Para todo el rango de corriente de falla de la zona protegida por el fusible, su tiempo máximo de aclaramiento, debe ser menor que el tiempo de operación del reconectador en su característica lenta.
- Si estas curvas pasan muy cerca, el reconectador deberá dejarse con a lo menos 2 operaciones lentas, para que pueda operar simultáneamente con el Fusible.
- De esta forma, el reconectador podrá reponer el servicio al resto del sistema. Determina el punto de corriente mínima de coordinación

b. Coordinación de reconectador con fusible en el lado fuente (fusible-reconectador)

- Para el estudio de coordinación en este caso, es necesario considerar las fallas en el lado carga del
- reconectador, para lo cual se deben referir las curvas de tiempo mínimo de fusión del fusible ubicado en el
- lado de alta del transformador, al voltaje del lado de baja tensión, donde está ubicado el reconectador.
- Para una adecuada coordinación se debe cumplir que:

- La curva de tiempo mínimo de fusión del fusible debe estar por sobre la curva de operación lenta del reconectador en todo el rango de corriente de cortocircuito.
- Esta última debe ser modificada, por un factor de
- corrección K_2 , dada en la Tabla 6.6, antes de comparar ambas curvas ya referidas a una tensión base común.
- El factor K_2 depende de la secuencia de operaciones elegidas en el reconectador y los tiempos de calentamiento y enfriamiento del fusible.

Tabla 6.6.- Valores del Factor de corrección K_2

| Tiempo de Reconexión (ciclos) | Secuencia de operación | | |
|-------------------------------|------------------------|------|------|
| | 22 | 13 | 04 |
| 20 | 2,70 | 3,20 | 3,70 |
| 25 | 2,60 | 3,10 | 3,50 |
| 50 | 2,10 | 2,50 | 2,70 |
| 75 | 1,85 | 2,10 | 2,20 |
| 100 | 1,70 | 1,80 | 1,90 |
| 200 | 1,40 | 1,40 | 1,45 |
| 500 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |