

## PROTECCIONES

Las instalaciones eléctricas se diseñan y ejecutan para dos condiciones

1. Condiciones nominales ( $I_n$ ,  $U_n$ ,  $f_n$ ,  $z_n$ , etc) en las que deben funcionar permanentemente ( $t = \infty$ )

2. Condiciones de falla

En estas condiciones deben soportar las mismas periodos muy breves que varían desde mseg a minutos u horas.

2.1 Sobrecargas

El tiempo que pueden soportar la instalación varía desde segundos a horas

2.2 Cortocircuitos

El tiempo que puede soportar la instalación varía de mseg a seg.

2.3 Sobretensiones

El tiempo queda limitado por los descargadores  
 $t = \text{mseg}$

2.4 Fallas de aislamiento

El tiempo queda limitado por el sistema de puesta a tierra (factor de puesta a tierra) pudiendo variar de mseg. a horas

## PROTECCIONES

### PARTE DE UN RELE DE PROTECCION

- MEDICION : Mide la variable seleccionada
- COMPARACION: Compara la variable con un valor de ajuste
- ACCIONAMIENTO: En forma directa o a través de un contacto libre de potencial, sobre el interruptor.-

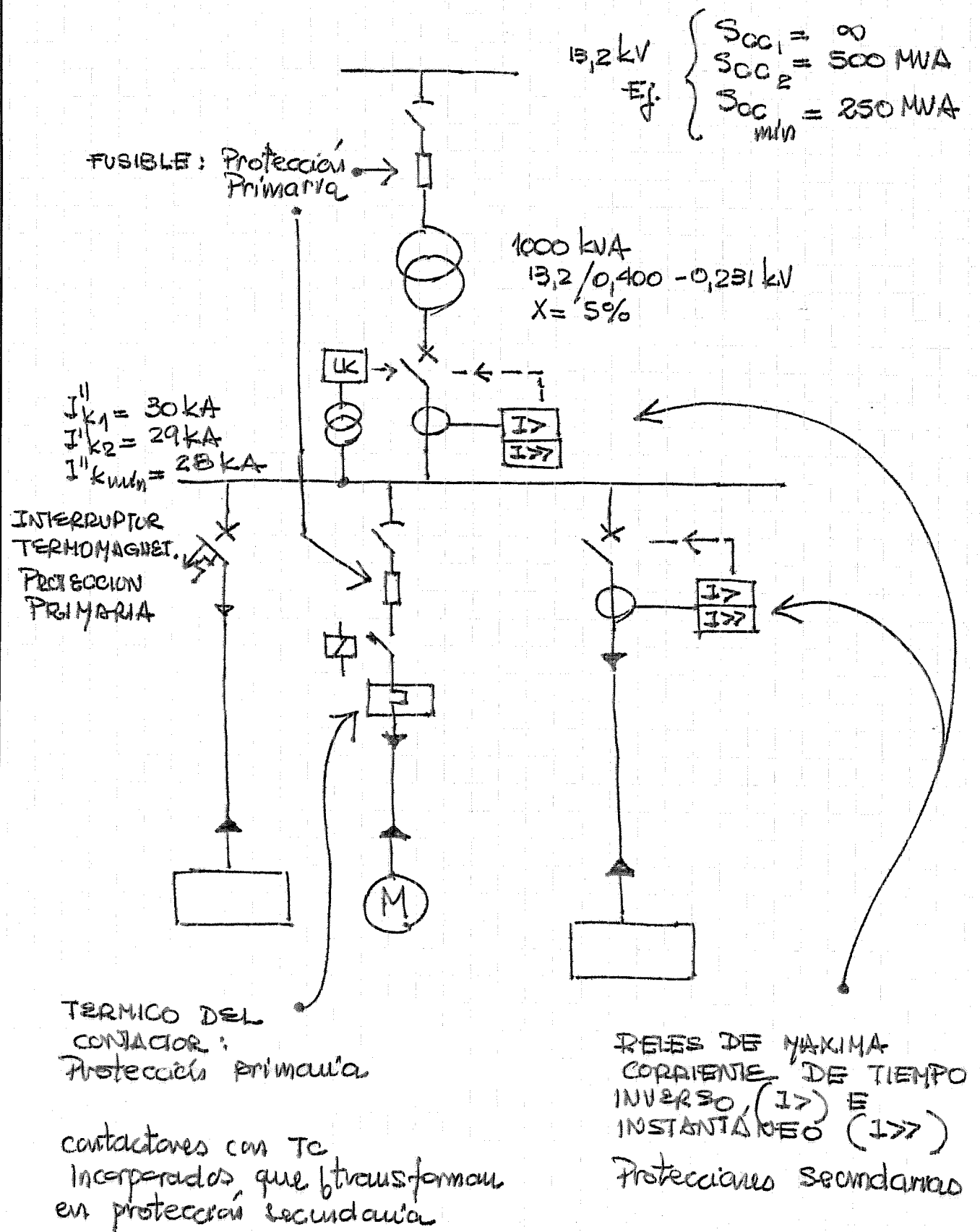
### CARACTERISTICAS OPERATIVAS

- SENSIBILIDAD: opera en condiciones mínimas de servicio ( $I_{kmin}$ )
- SELECTIVIDAD: discrimina entre fallas del o los equipos protegidos, de los adyacentes
- VELOCIDAD: rapidez en aislar el equipo fallado, minimizando su daño
- CONFIABILIDAD: la certeza que el relé opera correctamente con repetibilidad.
- SEGURIDAD: la habilidad de no operar por una falsa información

### TIPOS DE RELES

- PRIMARIOS: de acción directa sobre el interruptor.-  
La corriente de falla circula en forma directa por el relé
- SECUNDARIOS: de acción indirecta la corriente de falla y la tensión son medida a través de TC y TT.

FUNCION : PROTEGER EL EQUIPO O INSTALACION ELECTRICA, ABAJO DEL PUNTO DE INSTALACION



## PROTECCION POR SOBRECORRIENTES Y CORTOCIRCUITOS

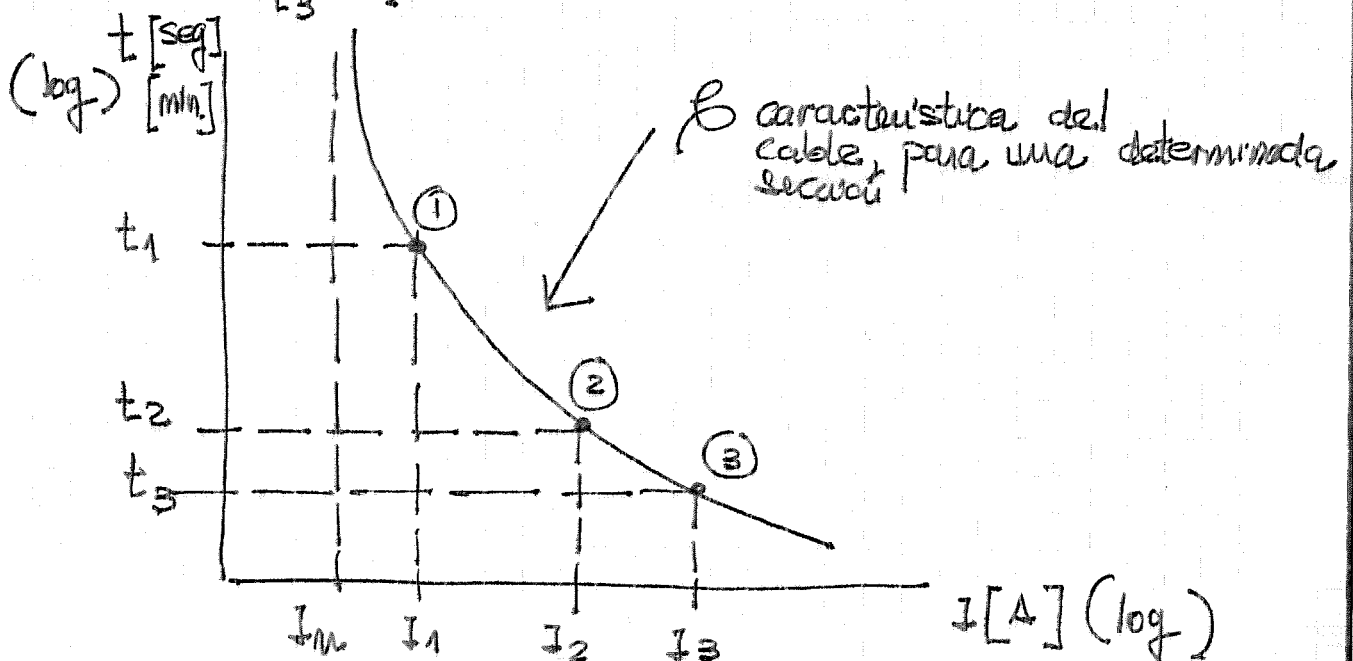
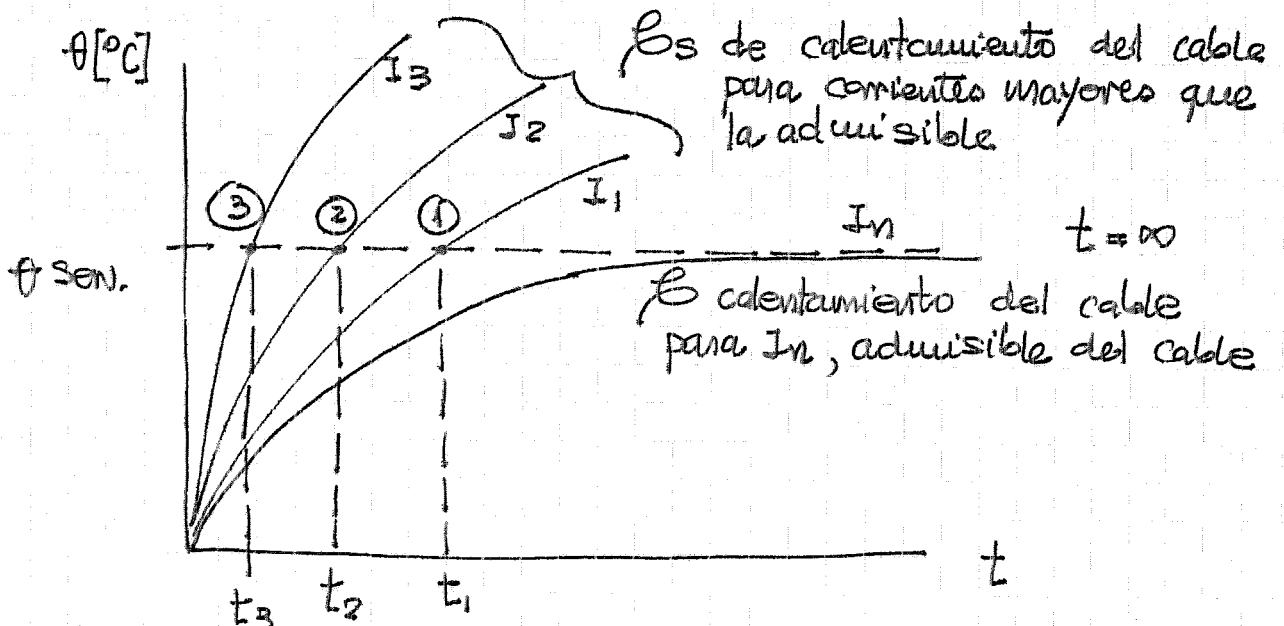
La instalación y equipamiento :

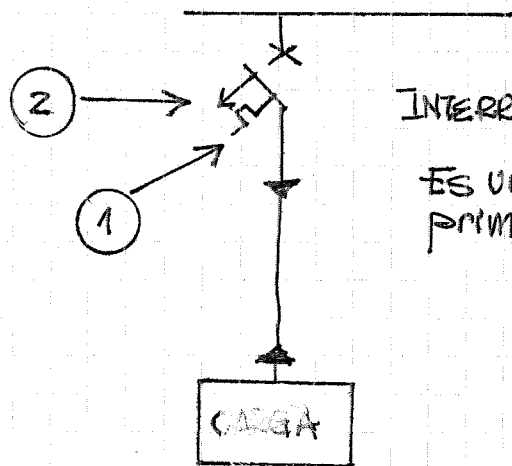
Se diseñan y eligen para la máxima corriente de cortocircuito

Los relés se ajustan para la mínima corriente de cortocircuito

## PROTECCION DE CABLES

aplicable a cualquier equipo, los conceptos vertidos



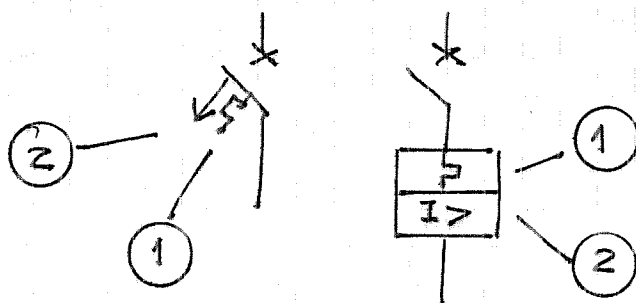


INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

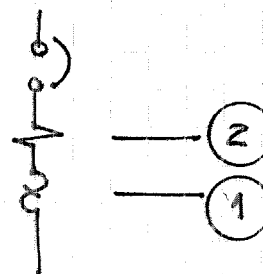
Es un interruptor con protección primaria

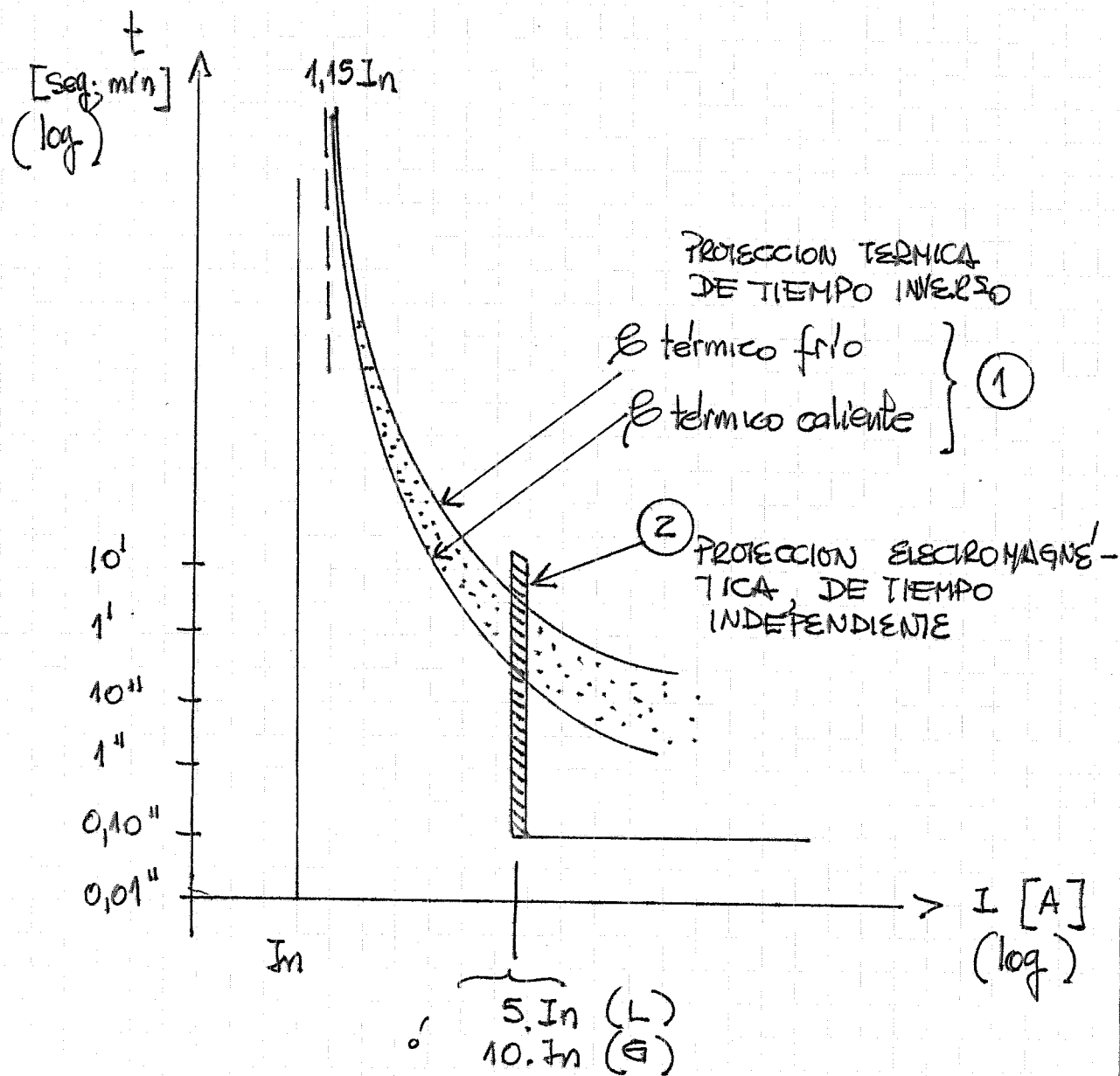
- ① Protección térmica (bimetal)  
es de tiempo inverso  
actúa por sobrecargas
- ② Protección magnética  
es de tiempo independiente  
actúa por cortocircuitos

IEC ó DIN



ANSI





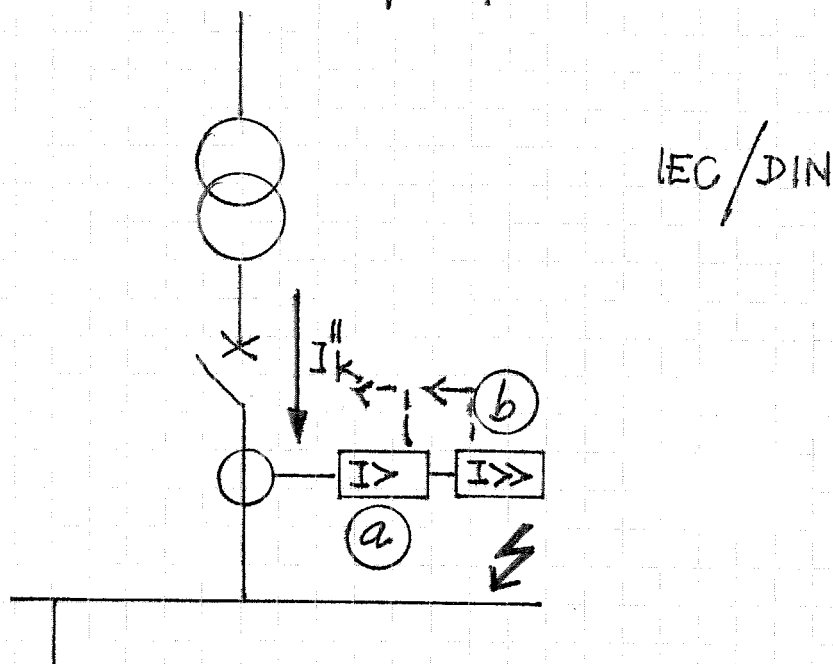
Termomagnéticas tipo L: para iluminación  
 tipo G: para motores [C]

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

CURVA DE ACTUACION DE LA PROTECCION

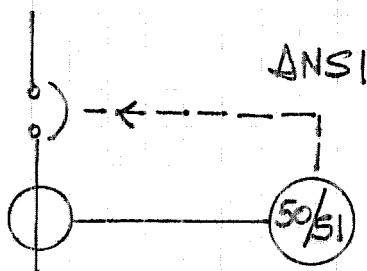
DEL TIPO PRIMARIO

# RELE DE MAXIMA CORRIENTE

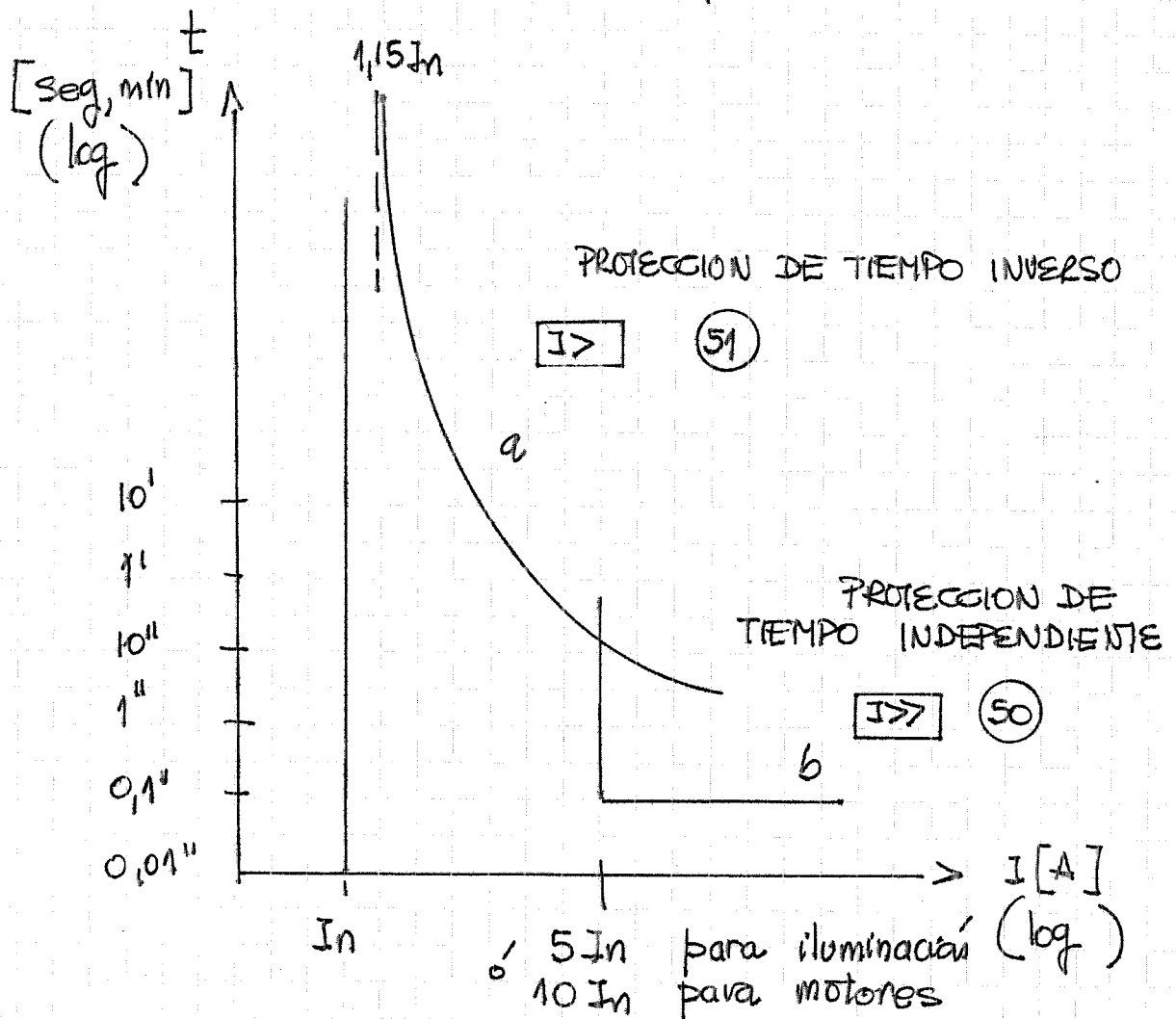


INTERRUPTOR CON PROTECCION SECUNDARIA, A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

- (51)  $I>$  RELÉ DE PROTECCION DE TIEMPO INVERSO
- (50)  $I>>$  RELÉ DE PROTECCION DE TIEMPO INDEPENDIENTE

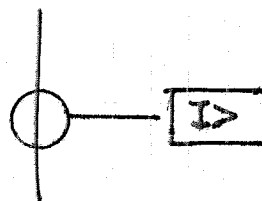


# RELE DE MAXIMA CORRIENTE

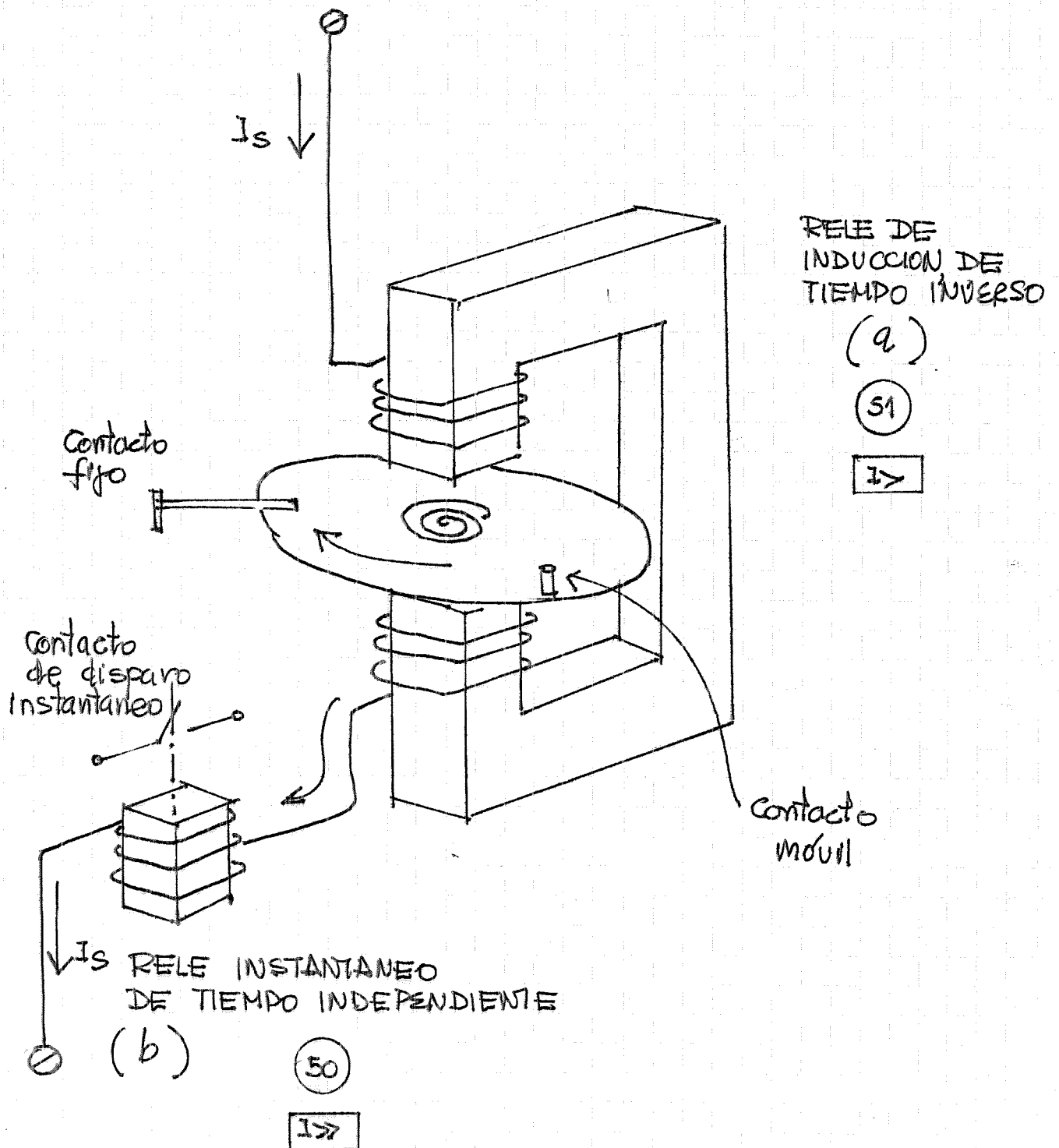


CURVAS DE ACTUACION DE LA PROTECCION SECUNDARIA DE UN INTERRUPTOR

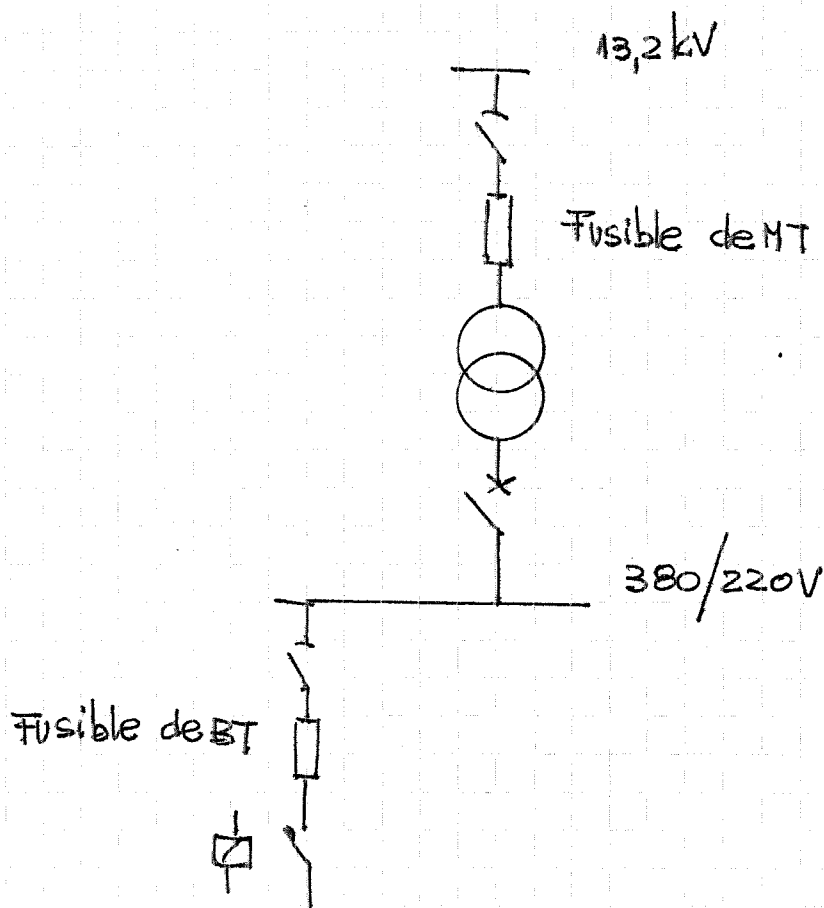
EL RELE DE MAXIMA CORRIENTE SE SIMBOLIZA GENERICAMENTE



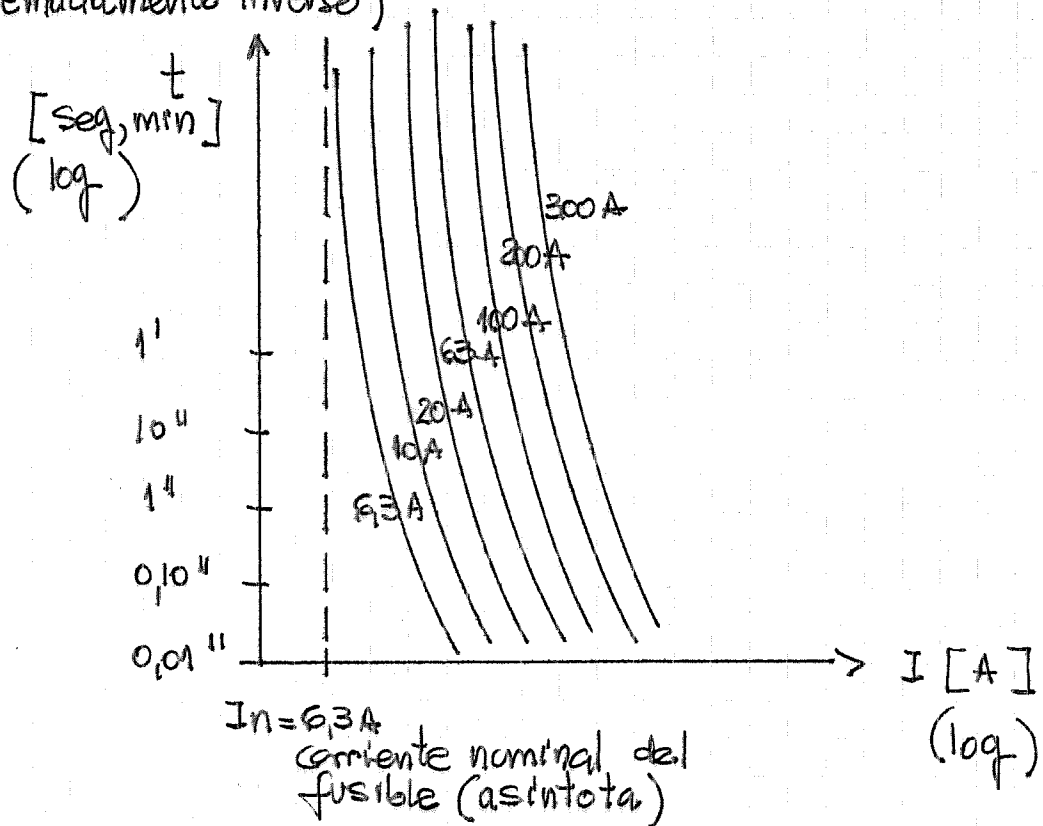
# RELE DE MAXIMA CORRIENTE ELECTROMAGNETICO



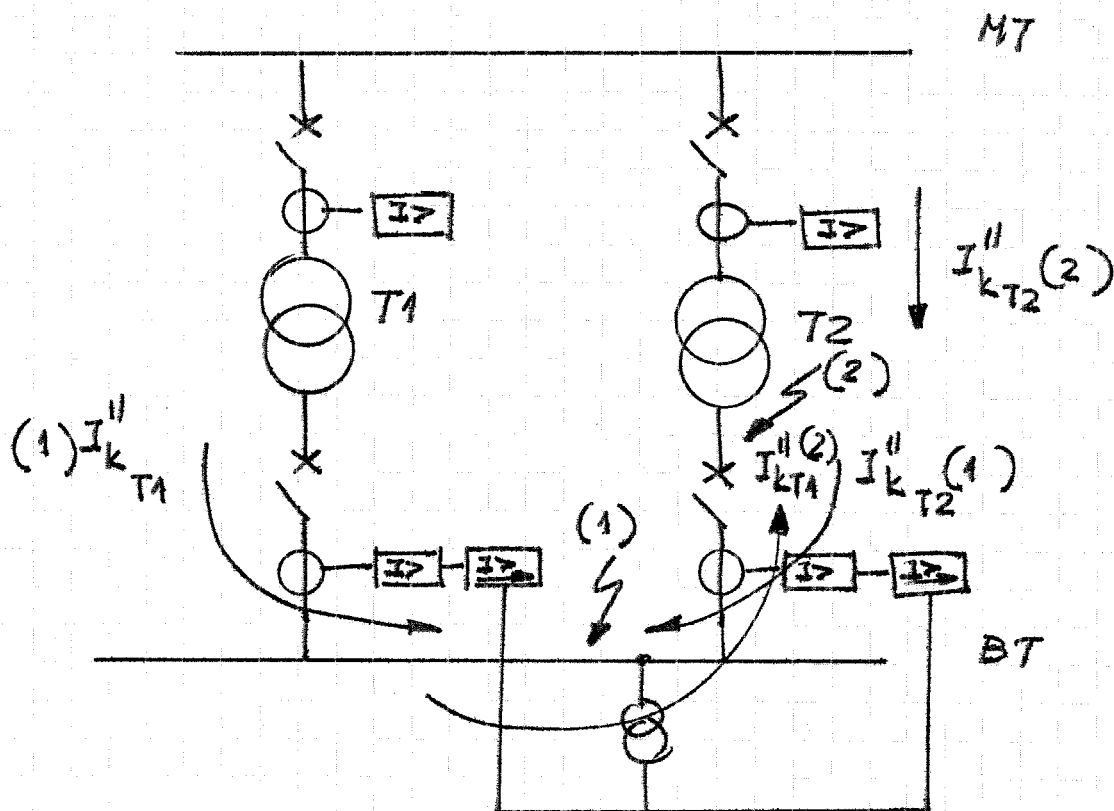
# FUSIBLES



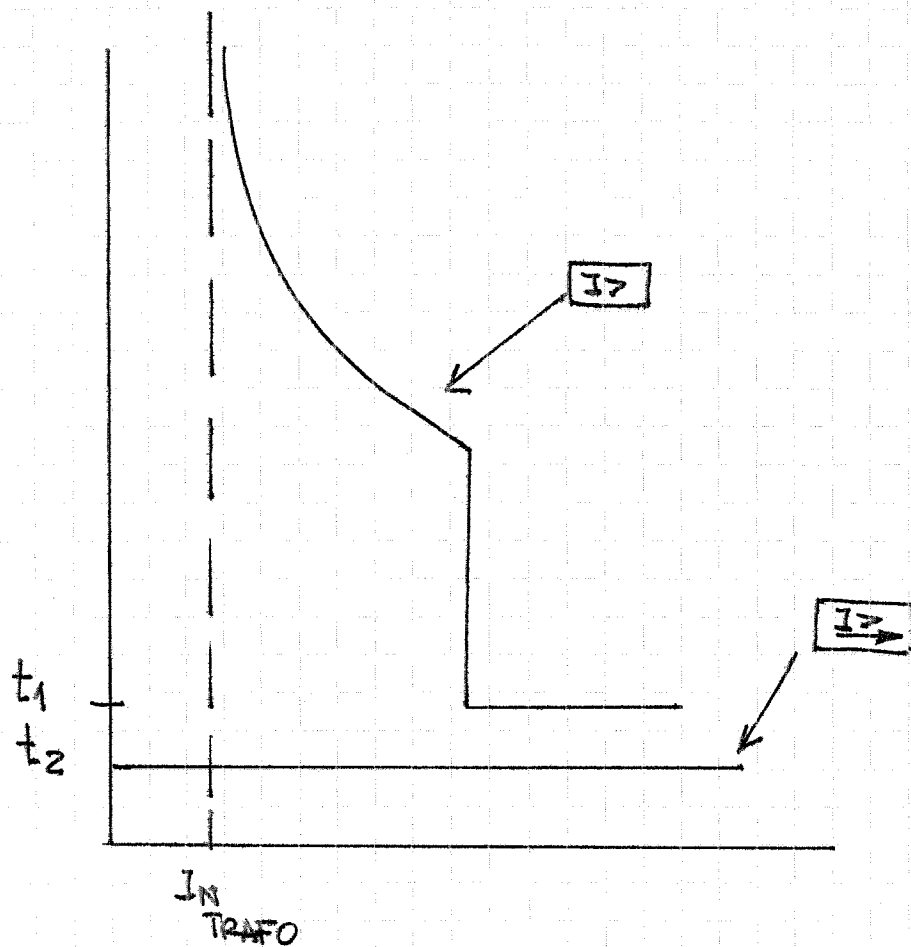
El fusible es una protección primaria, de tiempo inverso (extremadamente inverso)



# RELE DE MAXIMA CORRIENTE DIRECCIONAL ( caso aplicado a dos trafos en paralelo )



- (1) Cuando se tiene un cto.cto. en (1) actúan las dos protecciones  $I>$  del secundario de cada trafe. Se pierde la barra de BT por actuación de ambos interruptores.
- (2) Cuando se tiene un cto.cto. en (2) actúa primero la protección  $I>$  direccional del secundario del T2 abriendo los interruptores primario y secundario del T2. Se pierde el T2, pero la barra de BT queda alimentada por T1. El relé de máxima corriente direccional sólo ve fallas y actúa en menor tiempo que los demás relés cuando la corriente que circula responde a la direccionalidad preestablecida.



La actuación del  $I_2$  es instantánea para cualquier valor de corriente que circule en sentido contrario al de la alimentación normal. Su tiempo de actuación  $t_2$  es menor al instantáneo  $t_1$  del  $I_1$

El objetivo es detectar la falla en la rama que tiene el cortocircuito y mantener el servicio

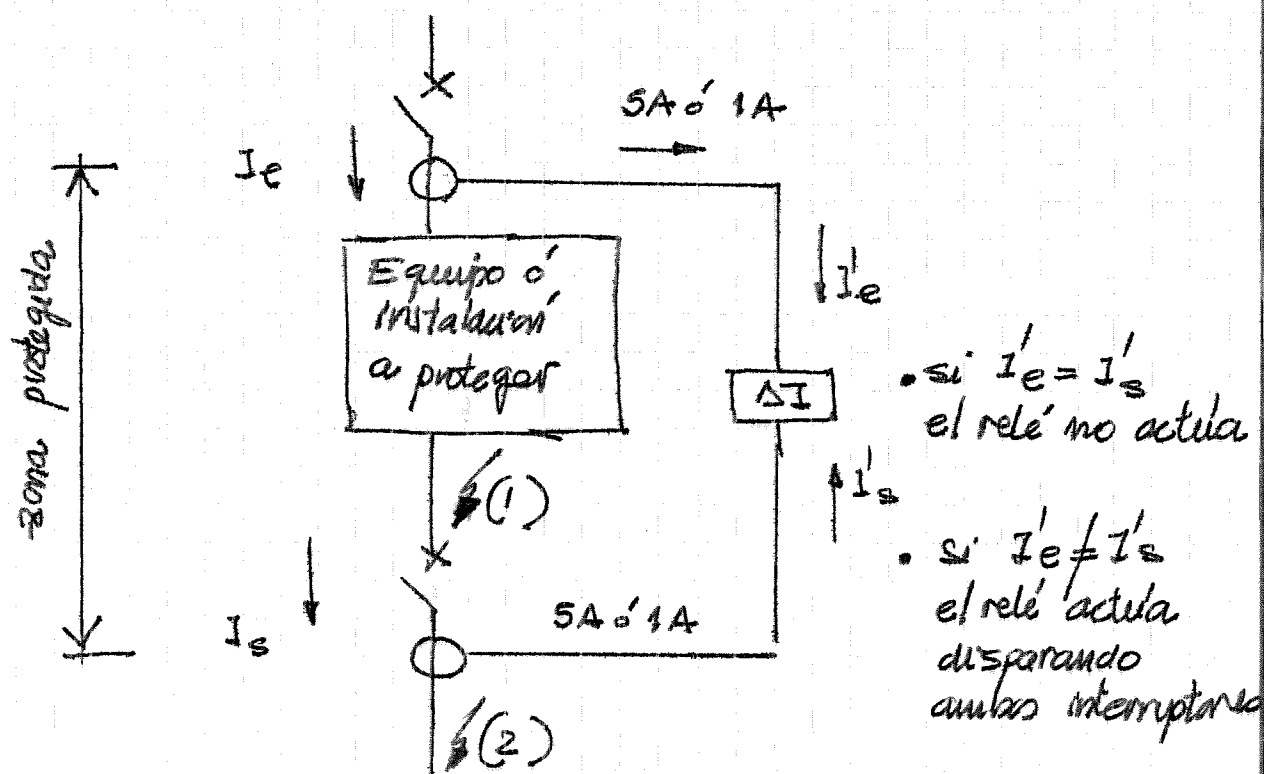
## RELES DIFERENCIALES

- Son relés de zona
- actúan en forma instantánea
- Se basa en las leyes de Kirchhoff

$$I_{entra} = I_{sale}$$

$$\sum i_{nodo} = 0$$

- El relé manda la apertura de todos los interruptores involucrados.



- (1) Cualquier falla entre los TC es detectada por el relé
- (2) Un cto. cto. fuera de la zona, el relé no actúa, ya que por ambos TC pasa la  $I''_k$

Simbología:

IEC



ANSI



T  
G  
C  
B

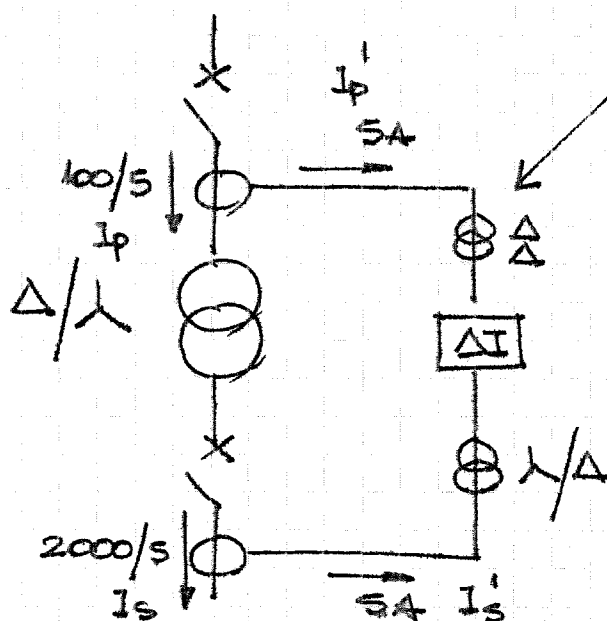
Transformador  
Generador  
Cable  
Barra

87T  
87G  
87C  
87B

## PROTECCION DIFERENCIAL DE TRANSFORMADORES

La comparación de las corrientes es en módulo y ángulo

Ejemplo



Transformador de adaptación. No necesario pero se instala para compensar el error que introduce el  $\Delta/\Delta$  adaptador.

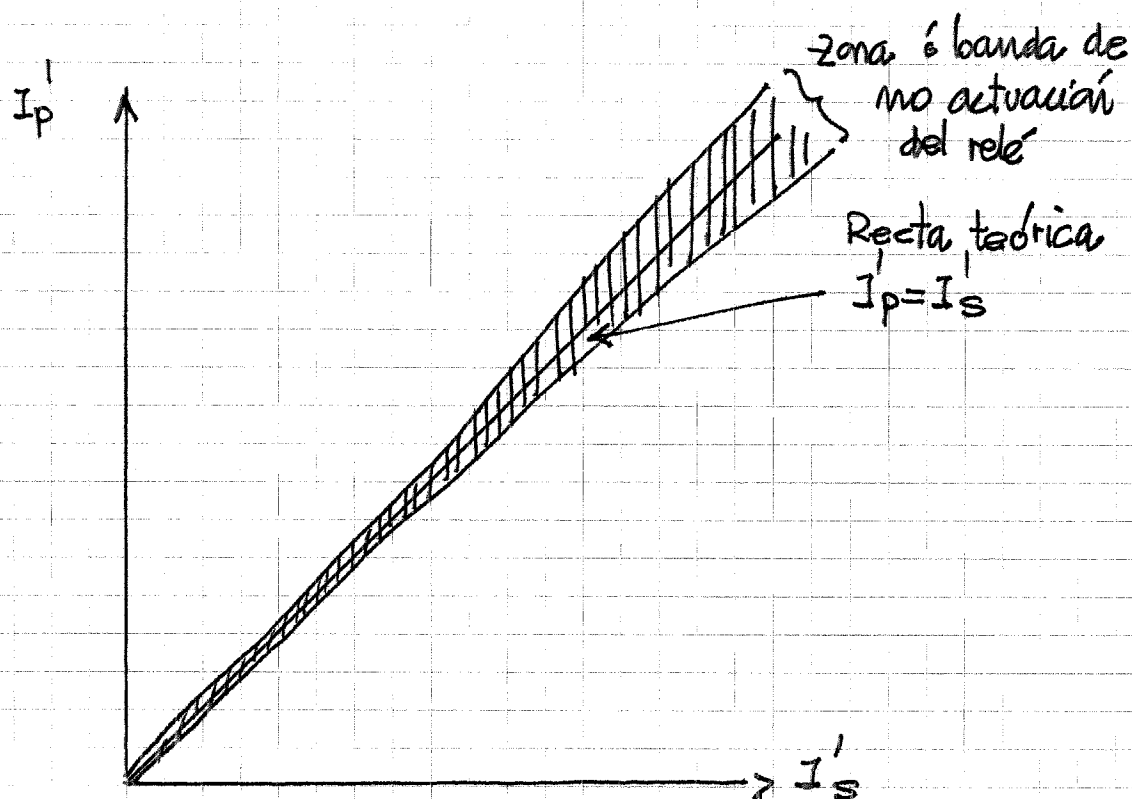
Transformador de adaptación relación 5/5A  $\Delta/\Delta$  para comparación de ángulo de fase

Se debe tener en cuenta que los secundarios de los TC instalados en ambos lados sean de igual valor de corriente (5A ó 1A)

El actuales relés de estado sólido (electrónicos) no necesitan transformadores de adaptación de ángulo de fase. El mismo se ajusta por software.

En algunos relés modernos tienen la posibilidad de poder conectar y/o medir simultáneamente los valores de 5A y 1A, situación que se presenta al instalar estos relés modernos en instalaciones existentes de vieja data.

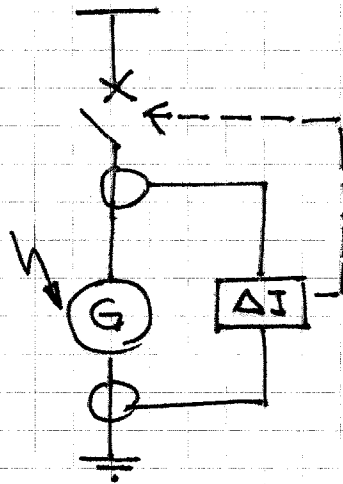
## CURVA DE ACTUACION DEL RELE DIFERENCIAL



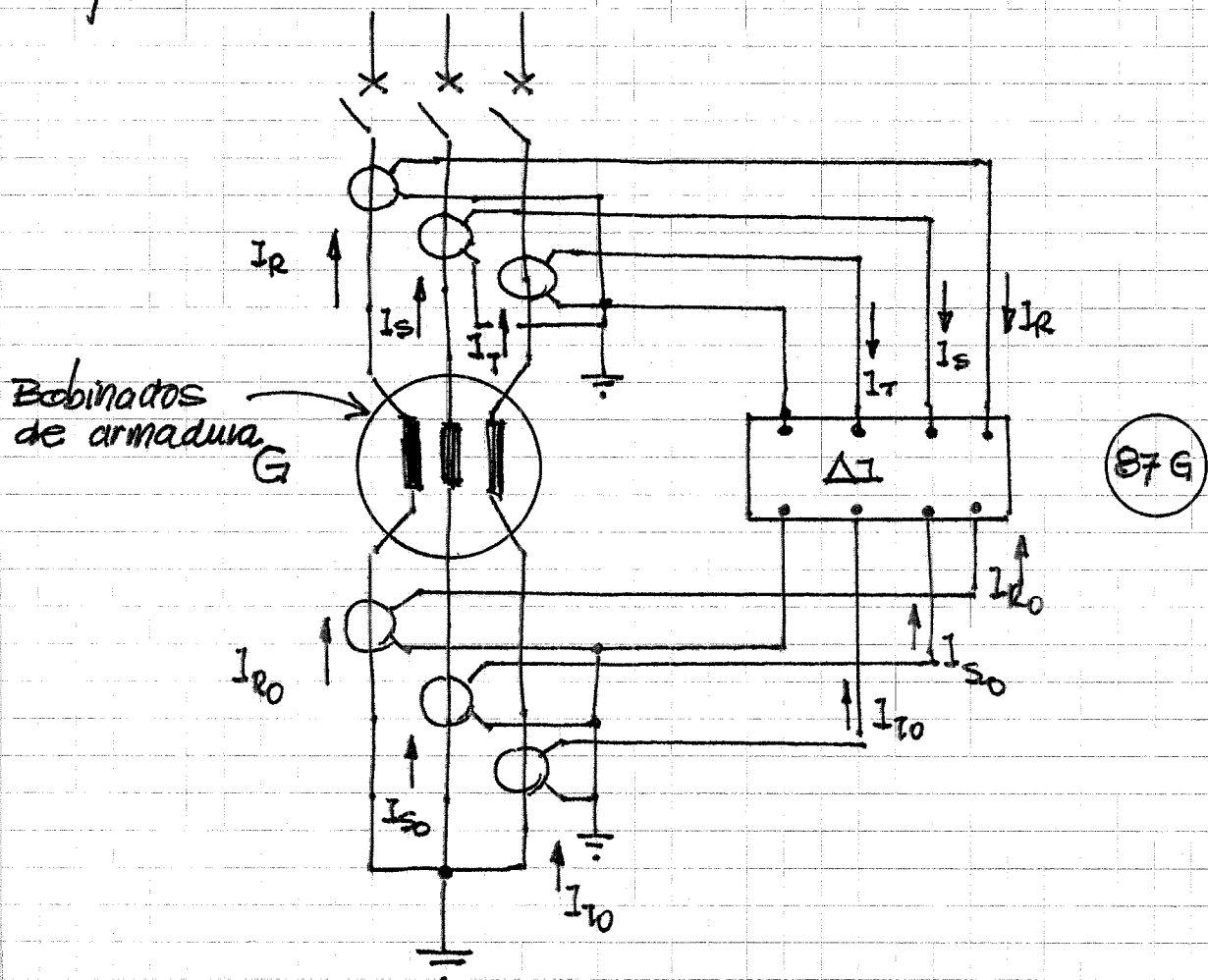
Si la comparación de las corrientes secundarias cae en un punto fuera de la recta teórica ó zona rayada, el relé actúa instantáneamente disparando ambos interruptores.

# PROTECCION DIFERENCIAL DE UN GENERADOR

Unifilar

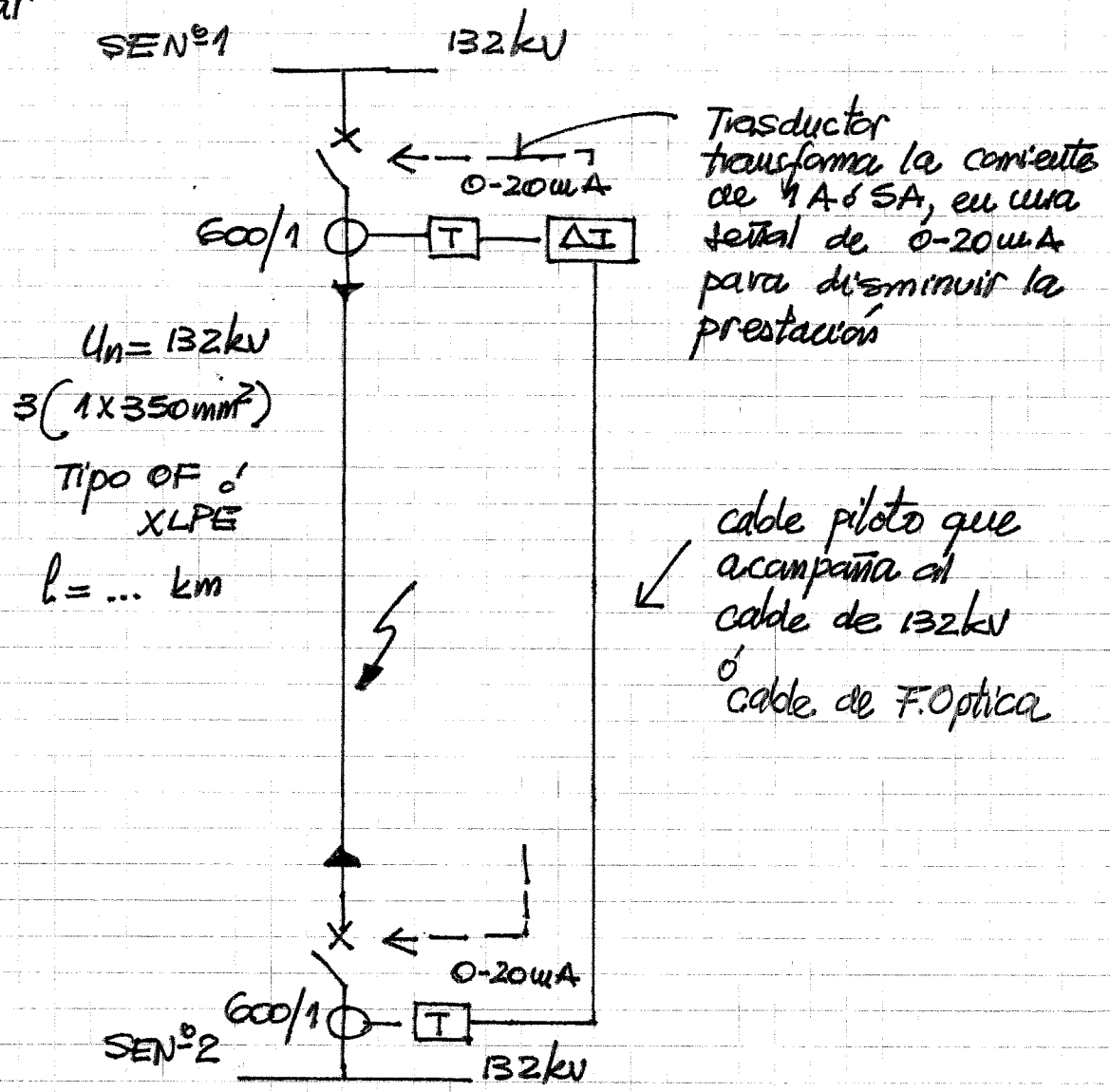


Trifilar



# PROTECCION DIFERENCIAL DE UN CABLE Interconexión entre subestaciones de 132 kV

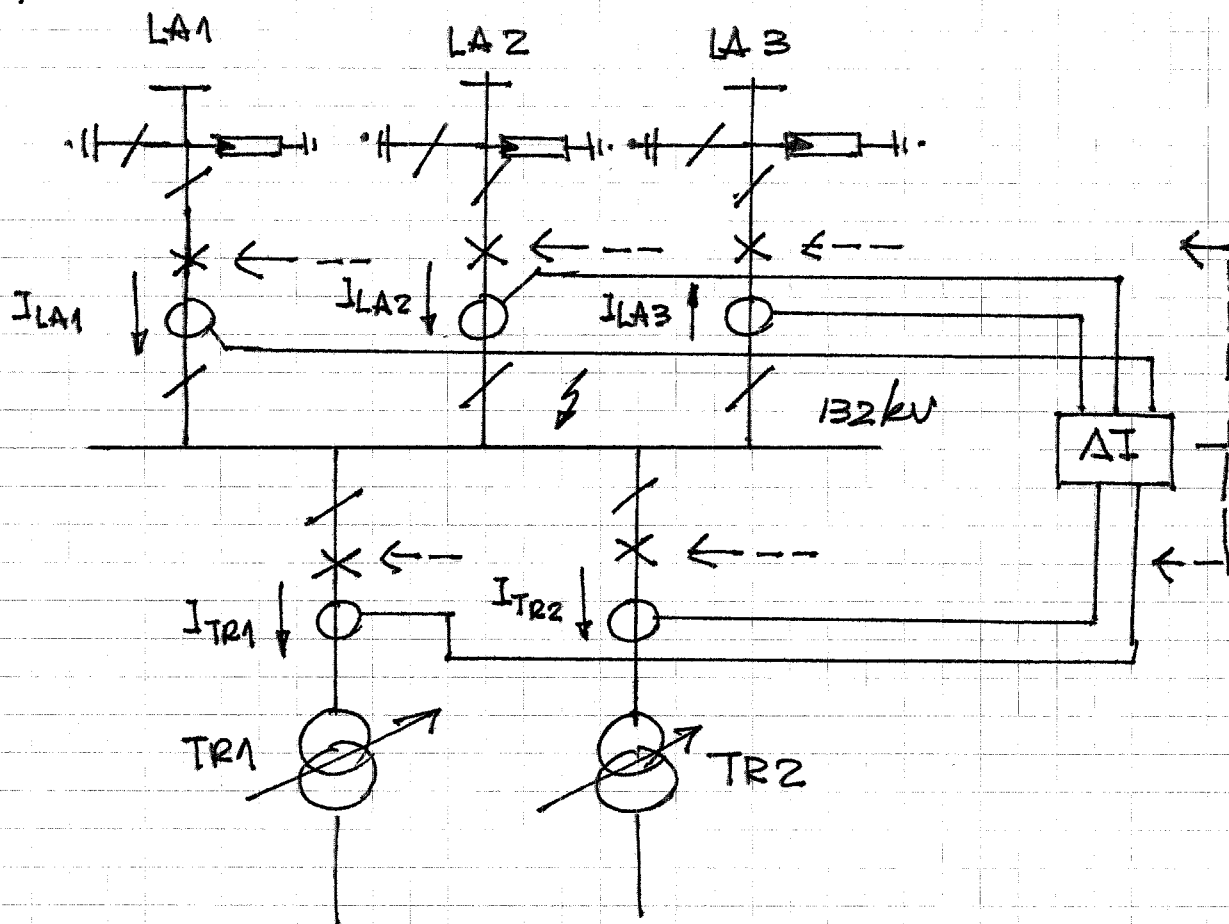
Unifilar



La protección diferencial sobre ambos interruptores

## PROTECCION DIFERENCIAL DE BARRAS

Ejemplo:

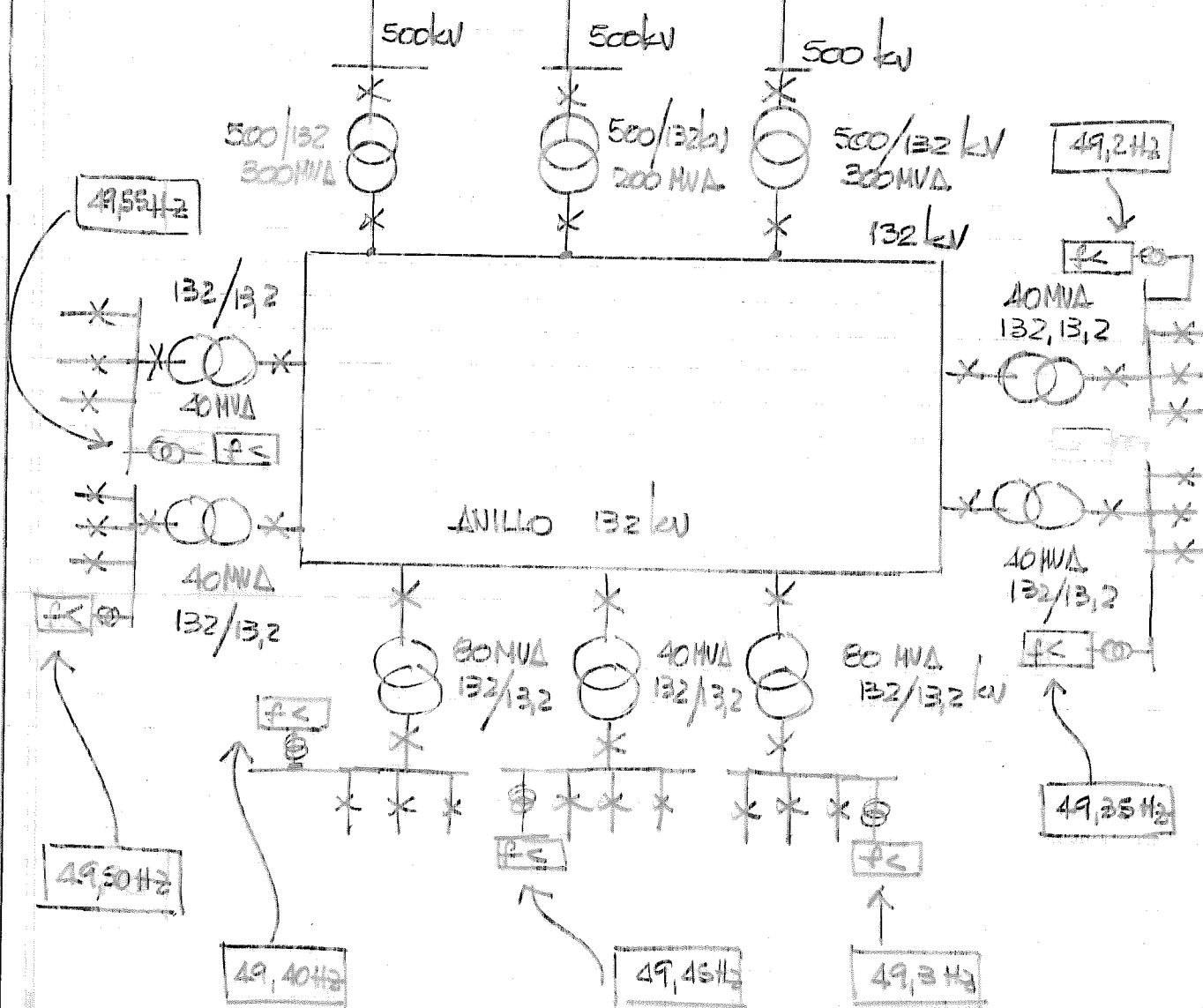
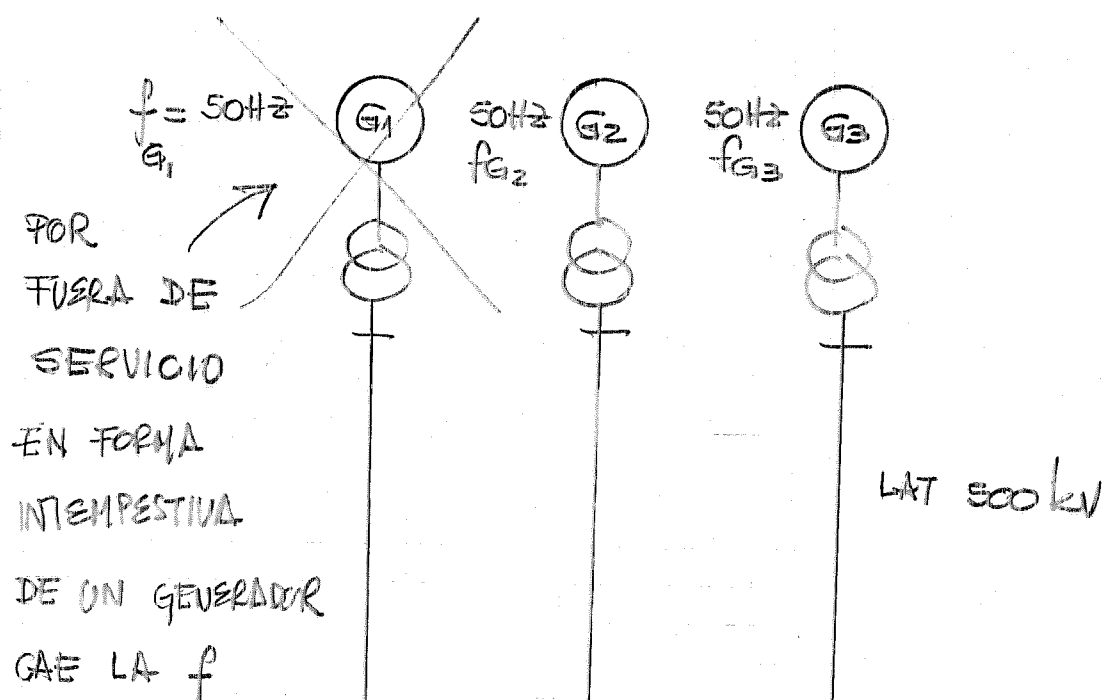


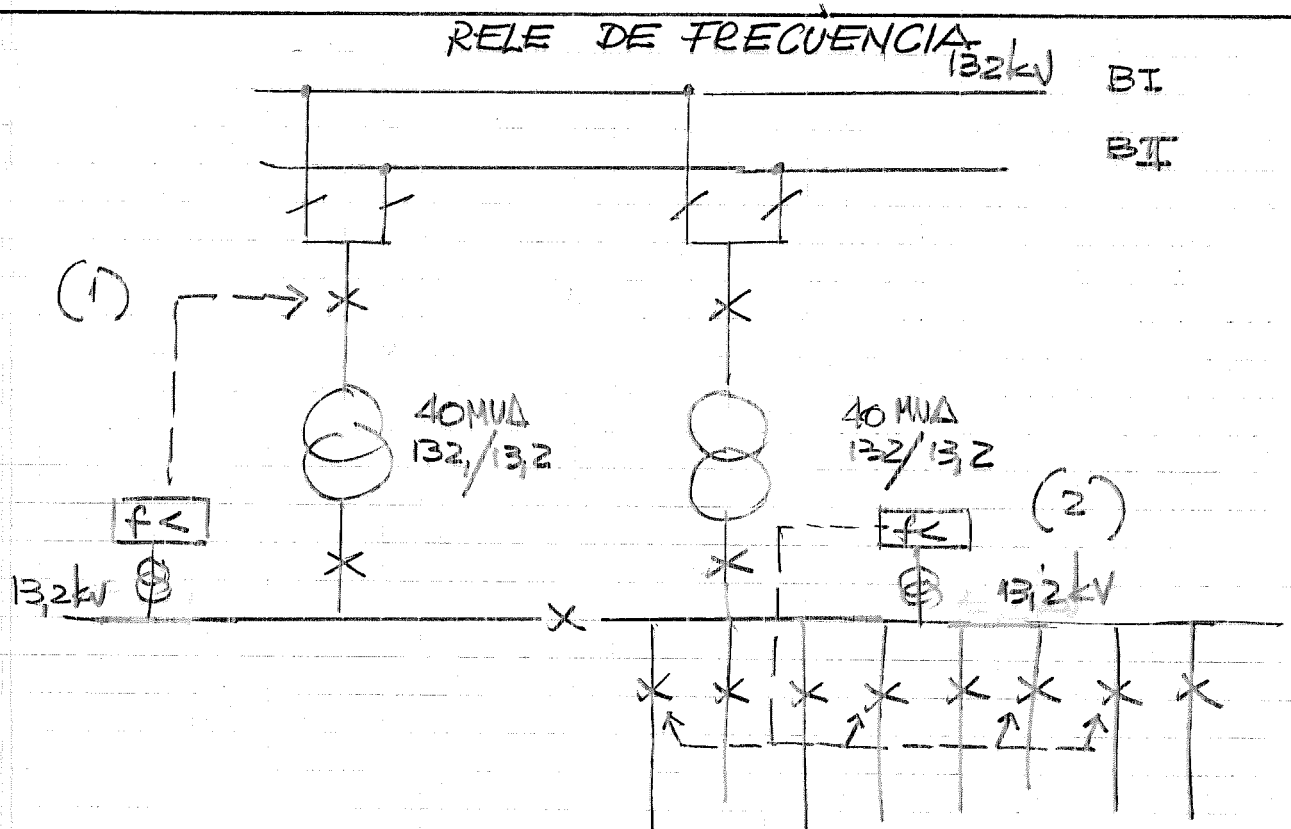
Se debe cumplir  $\sum I_i = 0$

Si  $\sum I_i \neq 0$  la protección diferencial de barras actúa mandando el disparo a todos los interruptores. Las operaciones de la estación, abrir/cerrar interruptores y/o modificar el tap de los transformadores no afectan a la protección diferencial (no actúa) ya que en todo momento  $\sum I_i = 0$ .

En esta configuración de simple barra, la actuación de la protección diferencial, hace perder la barra, es decir la subestación.

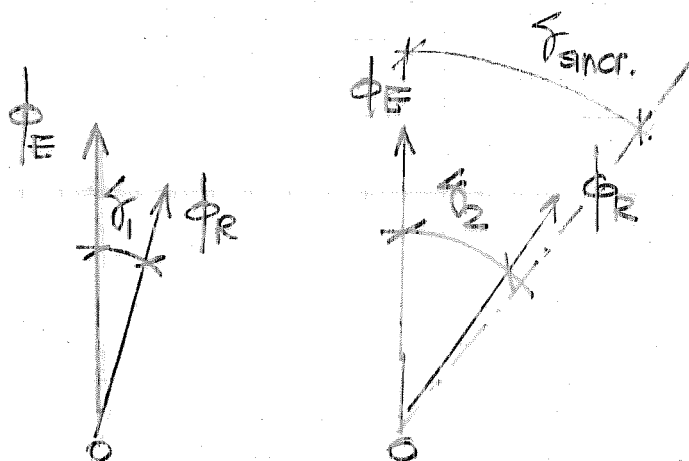
## RELE DE FRECUENCIA





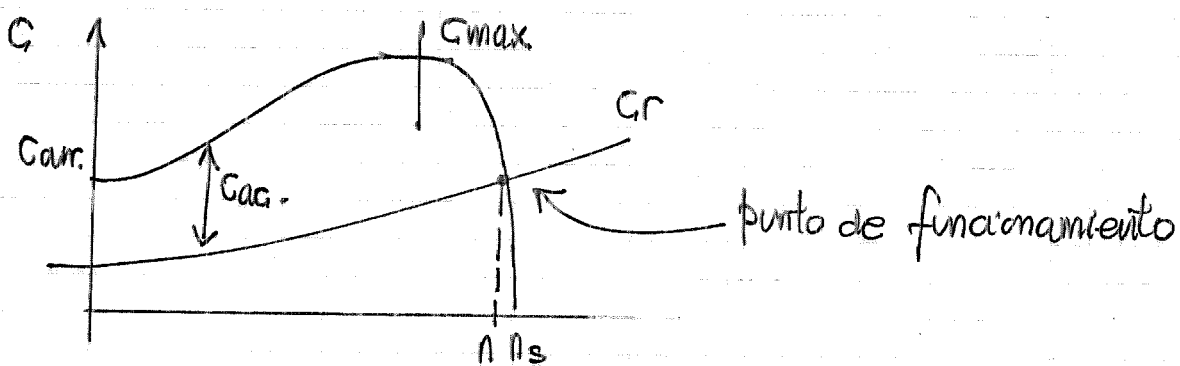
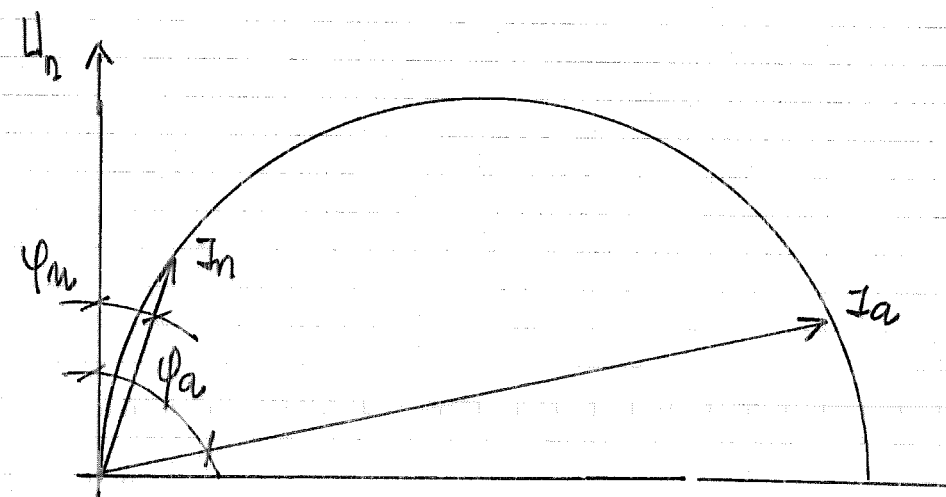
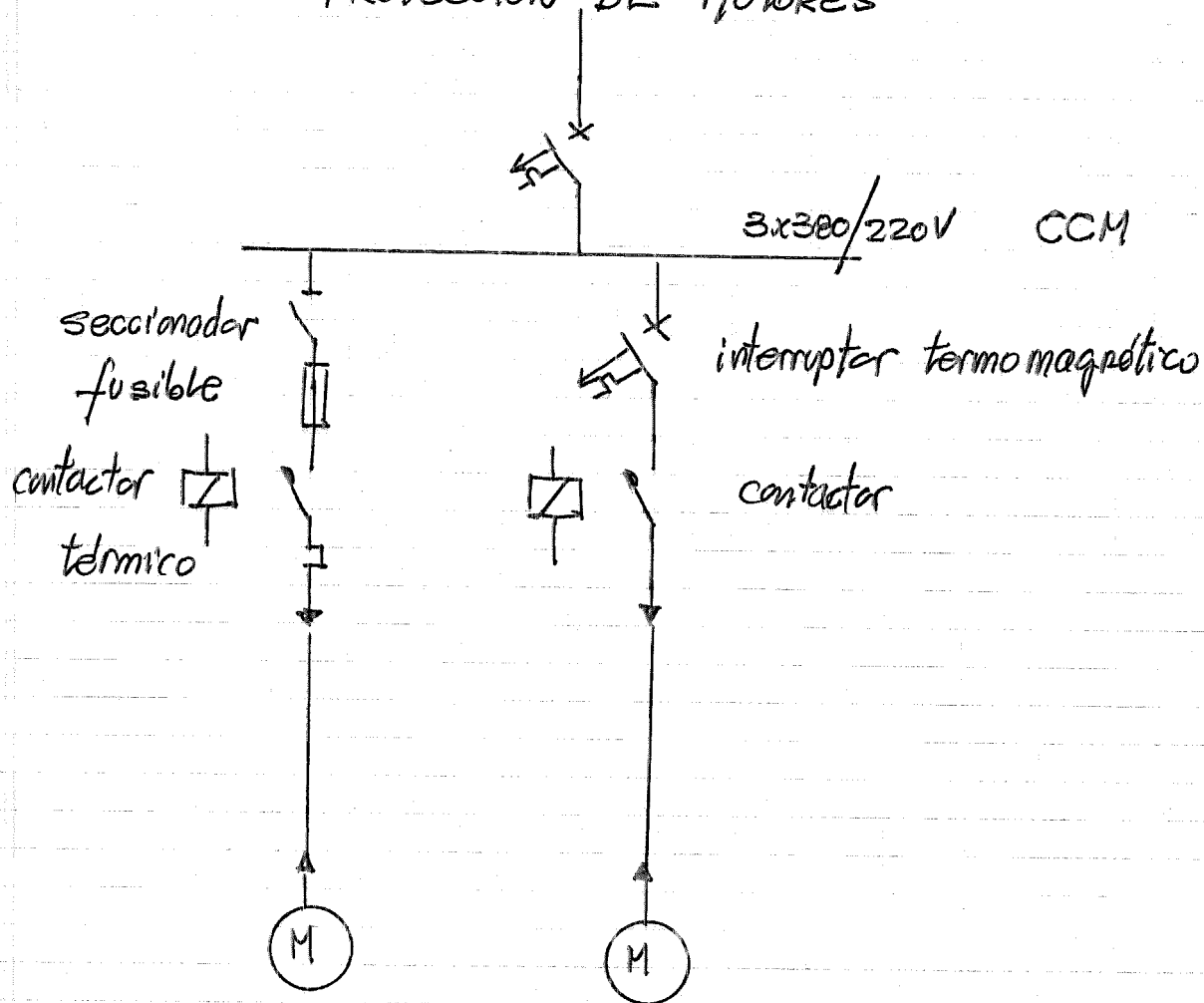
Alternativa (1) : El relé de frecuencia  $f <$  ó  $(81\text{U})$  saca fuera de servicio un transformador con su carga completa.

(2) : El relé de frecuencia desconecta cargas preseleccionadas.



$\delta_1$  Angulo de potencia de los generadores antes de la falla.  
 $\delta_2$  Angulo de potencia ante la pérdida de G1  
 $\delta_{sinc.}$  Angulo límite para la pérdida de sincronismo

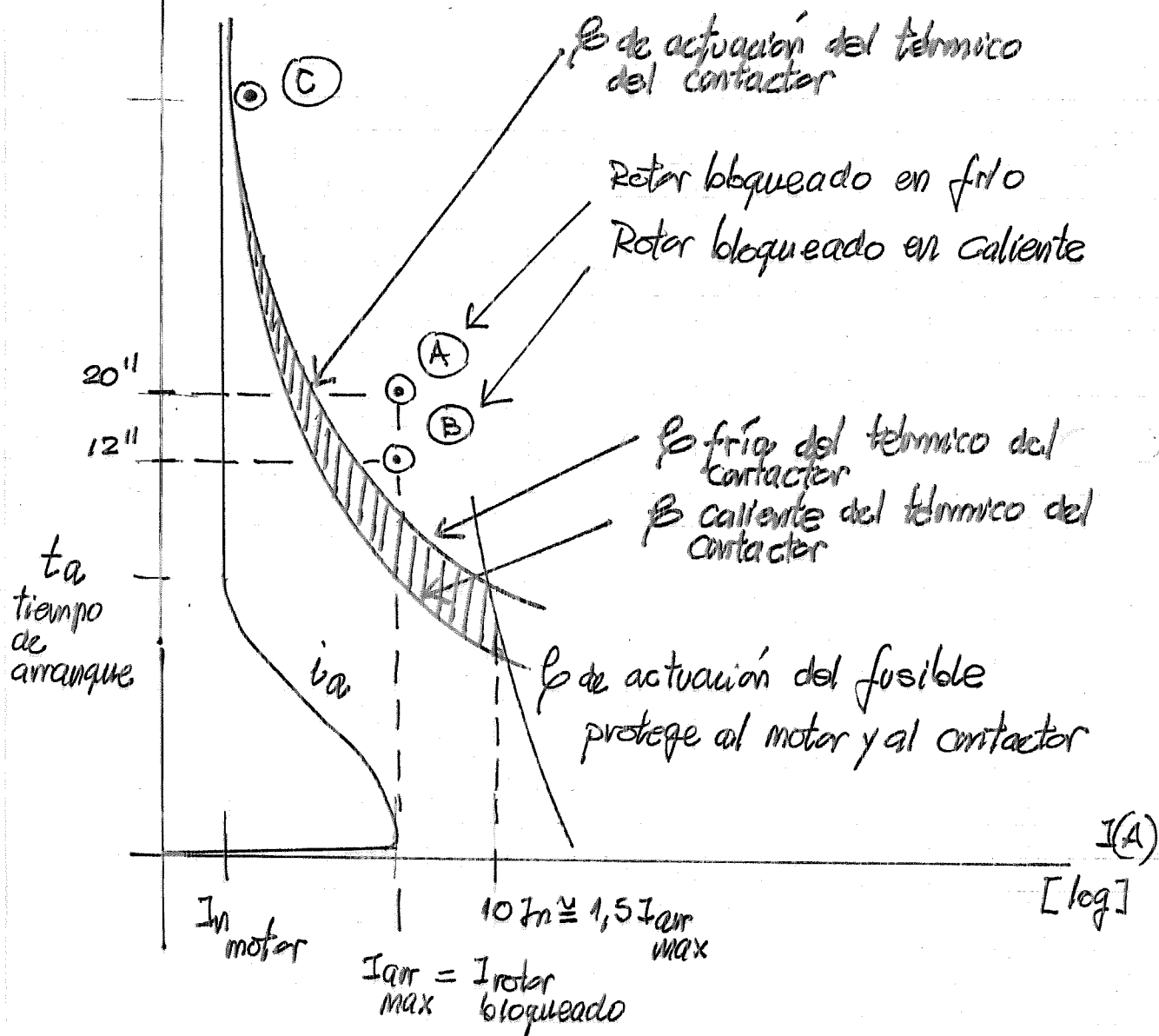
# PROTECCION DE MOTORES



# PROTECCION DE MOTORES

## PROTECCION y OPERACION CON CONTACTOR y FUSIBLE

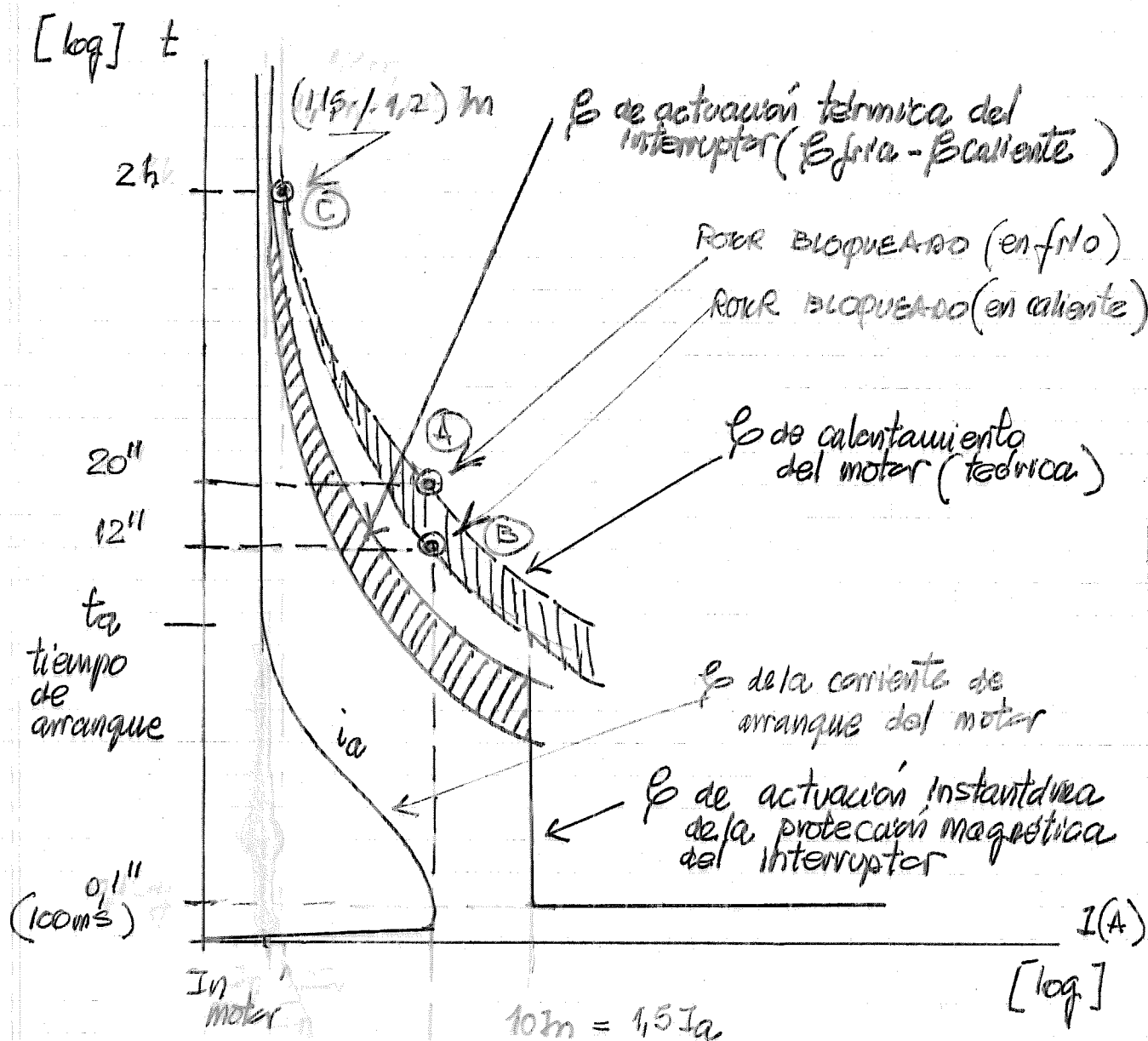
$[\log] t$



### PUNTOS CARACTERISTICOS DE LOS MOTORES

- (A)  $I_{rotor\ bloqueado}$  para  $t = 20''$  (motor frío)
- (B)  $I_{rotor\ bloqueado}$  para  $t = 12''$  (motor caliente)
- (C)  $I_{sobrecarga\ maxima}$  (1,15 a 1,2)  $I_n$  para 2h.

# PROTECCION DE UN MOTOR c/ Protección termomagnética

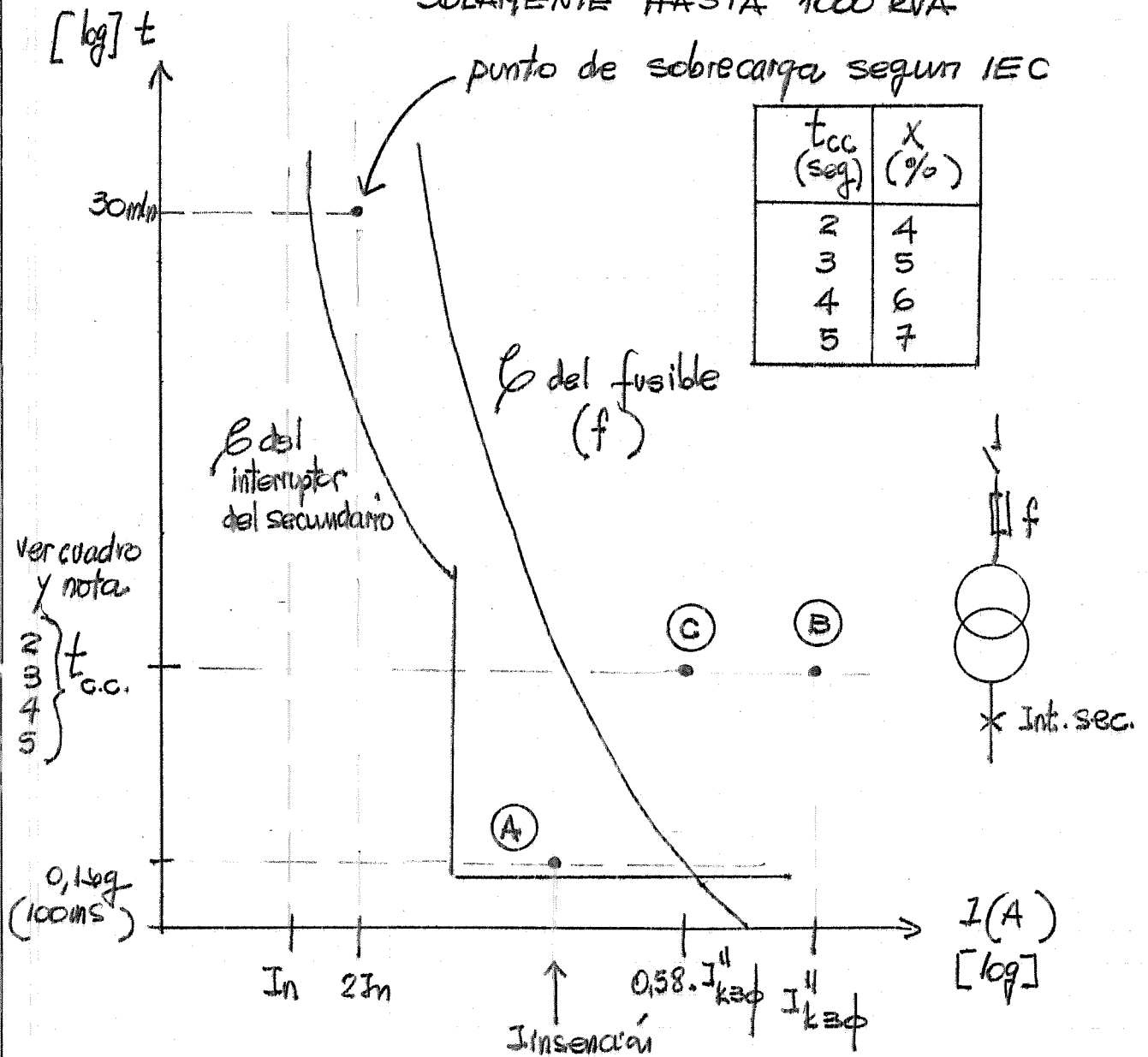


$$I_{arr} = (6-7) I_n = I_{rotor bloqueado \text{ máx}}$$

## PUNTOS CARACTERISTICOS DE LOS MOTORES

- Ⓐ  $I_{rotor bloqueado}$  para  $t = 20''$  (motor frío)
- Ⓑ  $I_{rotor bloqueado}$  para  $t = 12''$  (motor caliente)
- Ⓒ  $I_{descarga máxima}$  (1.15 a 1.2)  $I_n$  para 2 horas

# PROTECCION TRANSFORMADORES CON FUSIBLE EN EL PRIMARIO SOLAMENTE HASTA 1000 kVA



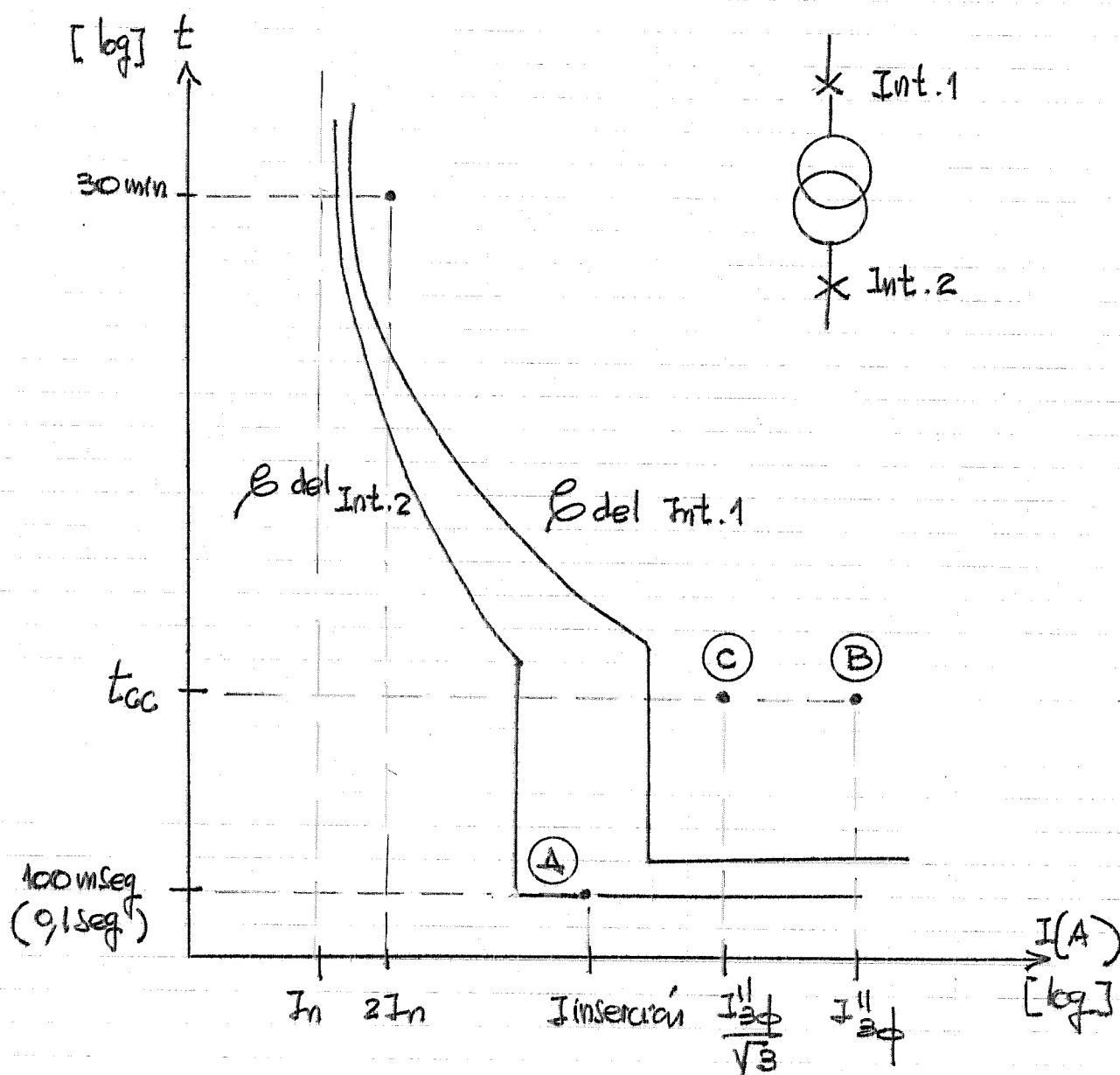
Intensidad (A) para trafos de  $< 2 MVA$  B:  $12 I_n$

para trafos de  $> 2 MVA$   $12 \div 14 I_n$

El punto (C) es sólo para transformadores  $\Delta$  que es el caso de distribución en BT

El fusible protege al transformador sólo por cortocircuitos  
El tiempo  $t_{cc}$  depende de la impedancia del transformador, y está estaldecido por la norma IRAM para transformadores hasta 1000 kVA

# PROTECCION DE TRANSFORMADORES CON INTERRUPTORES



La corriente de inserción sólo circula en el primario del trafo razón por la cual el instantáneo del Interruptor 2 no actúa a pesar que su curva de actuación la interfiere ó pase por debajo, como en el gráfico anterior

En el gráfico anterior la protección del fusible es sólo por cortocircuitos en el trafo y respaldo del interruptor del secundario. Por sobrecargas el trafo queda protegido por este interruptor.

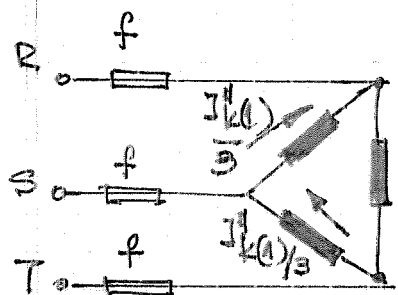
# PROTECCION DE TRANSFORMADORES

## DESPLAZAMIENTO DEL PUNTO (B) a (C)

GRUPO DE TRANSFORMADORES:

1.  $\Delta/\Delta$
2.  $\Delta/\Delta$
3.  $\Delta/\Delta$
4.  $\Delta/\Delta$
5.  $\Delta/\Delta$
6.  $\Delta/\Delta$

El desplazamiento se produce para este grupo de transformación

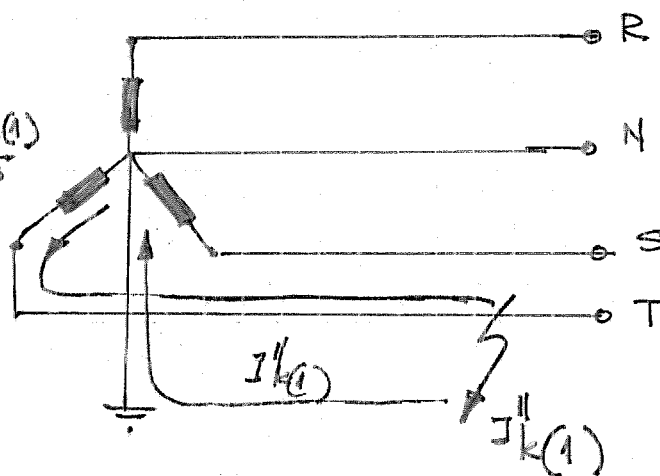


$$I_{falla} = \frac{\sqrt{3}}{3} I_{k(1)}''$$

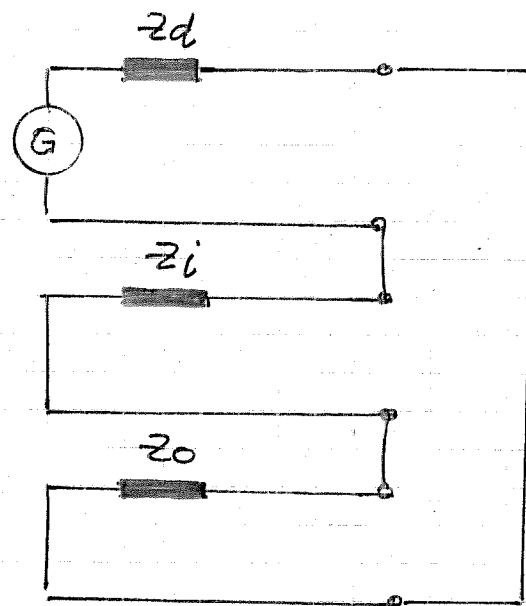
primario

$$I_{falla} = 0,58 I_{k(3)}''$$

primario



ciruito equivalente

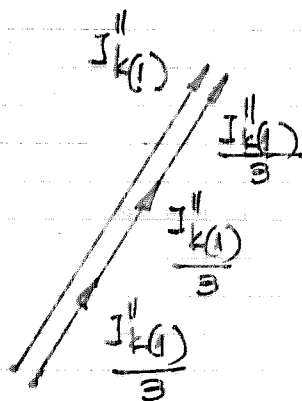


$$I_{falla} = I_f = I_{k(1)}''$$

$$Z_d = Z_i = Z_o$$

$$I_{k(1)}'' = I_f = \frac{3E}{Z_d + Z_i + Z_o} = \frac{3E}{3Z_d} = \frac{E}{Z_d} = I_{k(3)}''$$

$$I_{k(1)}'' = I_{k(3)}''$$



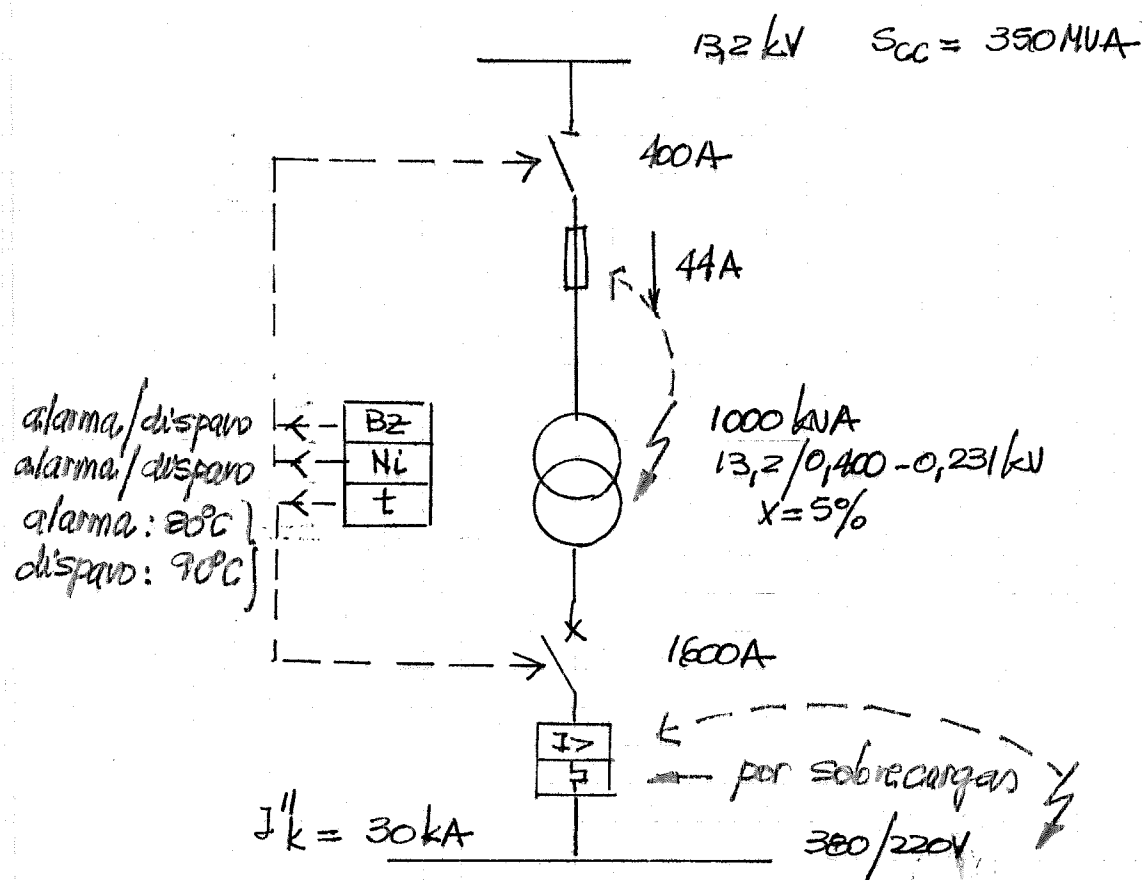
$$I_{fprimario} = \frac{\sqrt{3}}{3} I_{fsecundario}$$

$$I_{fprimario} = 0,58 I_{k(1)}''$$

$$I_{fprimario} = 0,58 I_{k(3)}''$$

En el primario del transformador se refleja el 58% de la corriente de falla del secundario, para cortocircuitos monofásicos. — ( $I_{k1}''$ )

## PROTECCIONES PROPIAS DE TRANSFORMADORES EN ACEITE



**B2** : Relé Buchholz. Detecta cortocircuitos entre espiras. Actúa por acción de una clapeta activada por las burbujas de aceite producida por el cortocircuito entre espiras.-

1º Da alarma para pequeñas cantidades de burbujas.-

2º Da disparo y actúa sobre el interruptor de entrada del transformador. Hasta transformadores de 1000 kVA se admite el disparo al seccionador bajo carga que debe ser de 400A.

**Ni** Nivel de aceite

1º Da alarma

2º Dispara el interruptor ó secionador bajo carga del transformador. Saca fuera de servicio el transformador, a seguridad del Buchholtz

**t** Temperatura del aceite. Es un termómetro a cuadrante

1º Da alarma a los 80°C

2º Manda el disparo, a los 90°C, al interruptor del secundario del transformador.

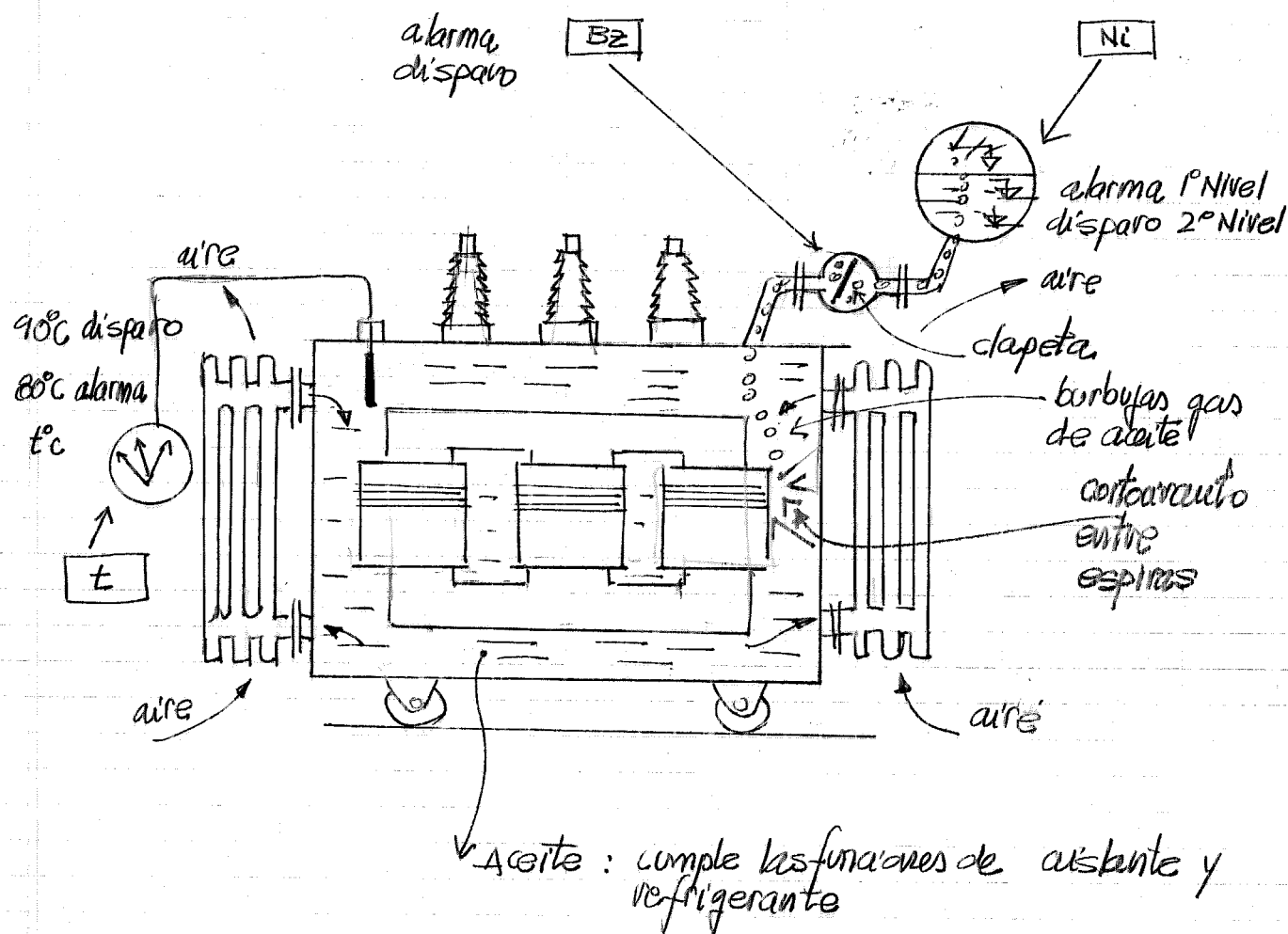
Puede mandarle tambien, el disparo al interruptor o secionador de MT que alimenta al trafo.

Es respaldo del termico del interruptor del secundario

. Por cortocircuitos en el transformador actúa el fusible de MT.

. Por sobrecargas en el transformador actúa la protección termica del interruptor del secundario

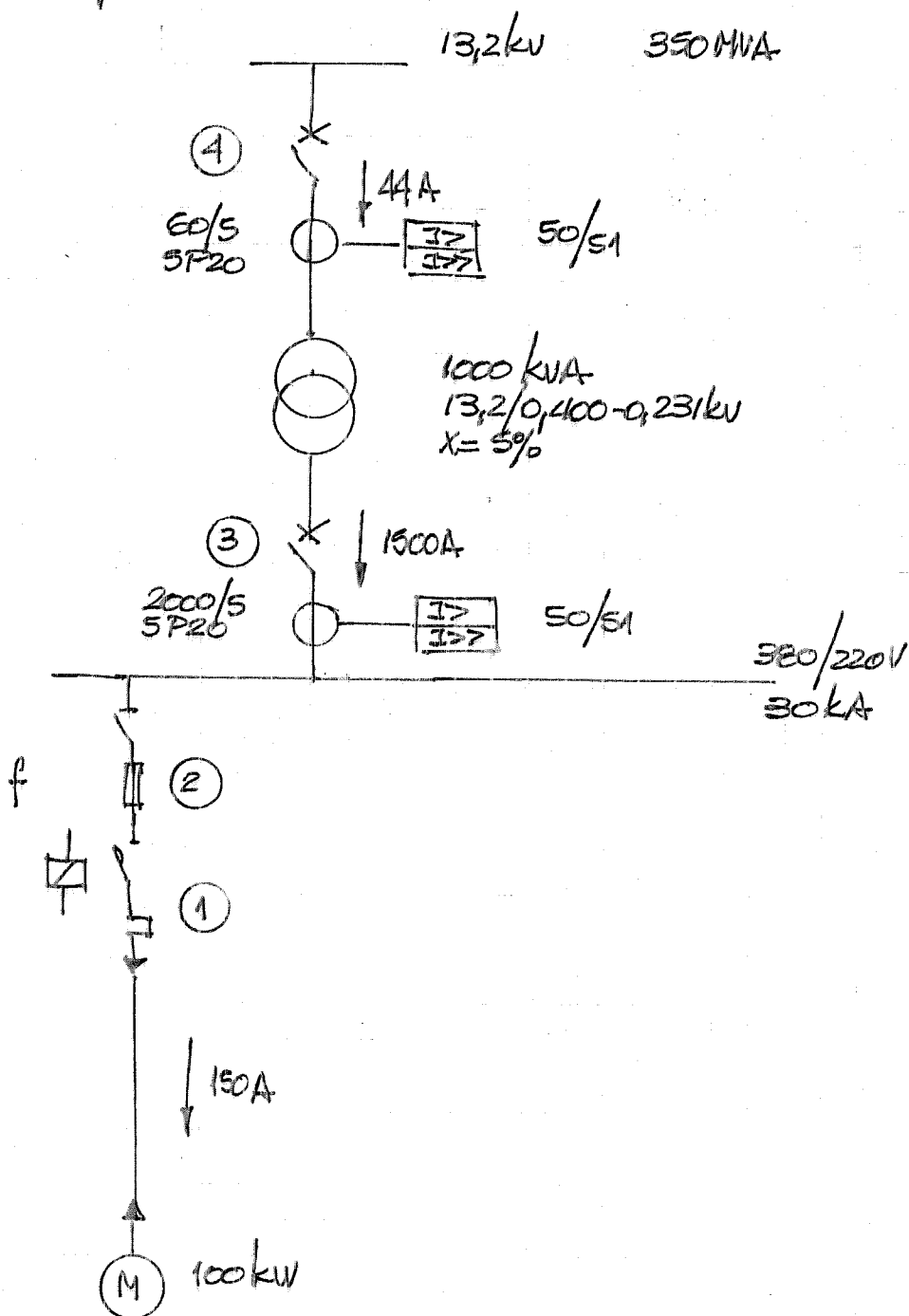
# PROTECCIONES PROPIAS - TRANSFORMADOR EN ACEITE



# COORDINACION DE PROTECCIONES

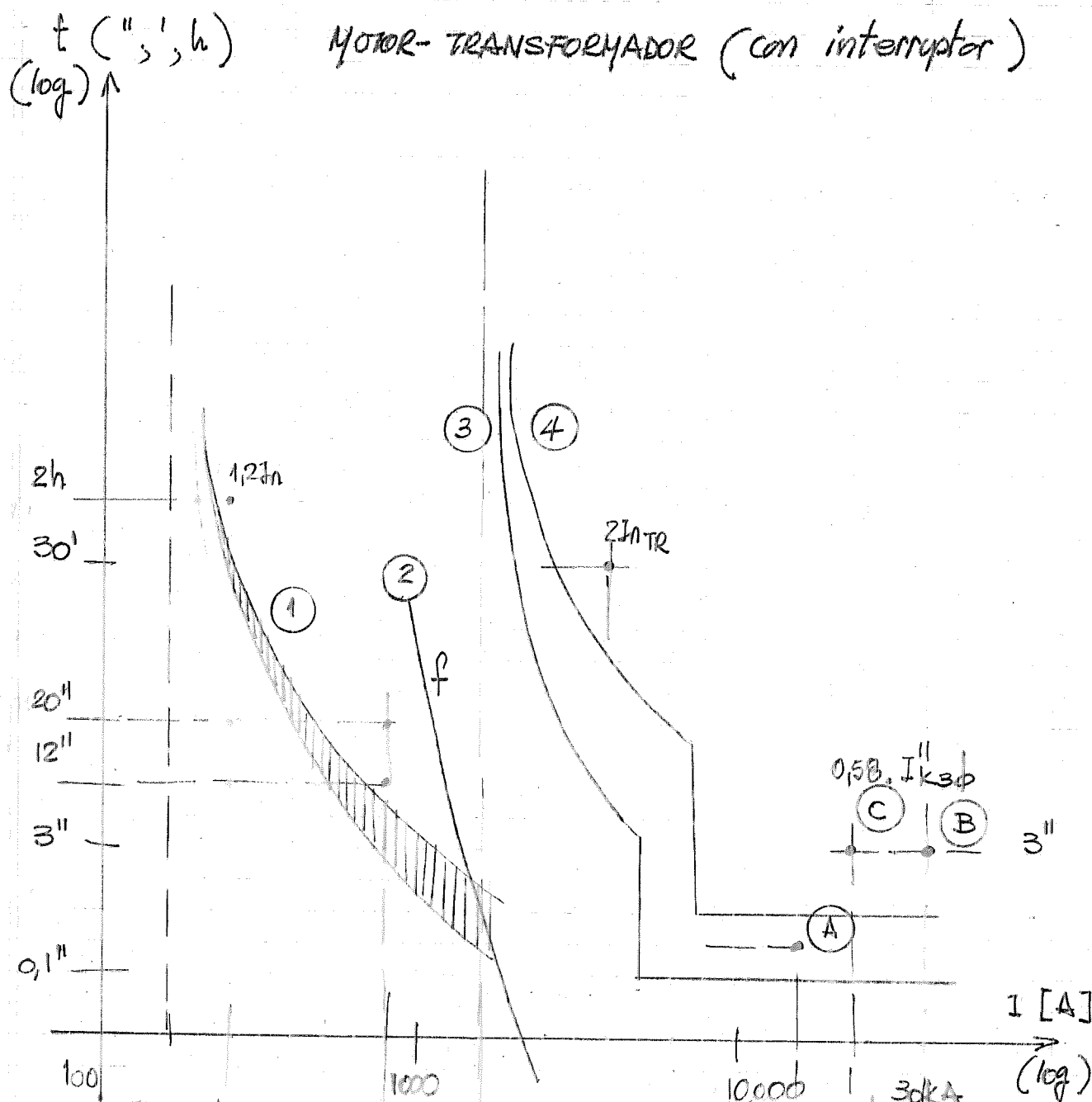
## MOTOR - TRANSFORMADOR (con Interruptor)

Esquema Unifilar



# CURVAS DE COORDINACION DE PROTECCIONES

MOTOR-TRANSFORMADOR (con interruptor)

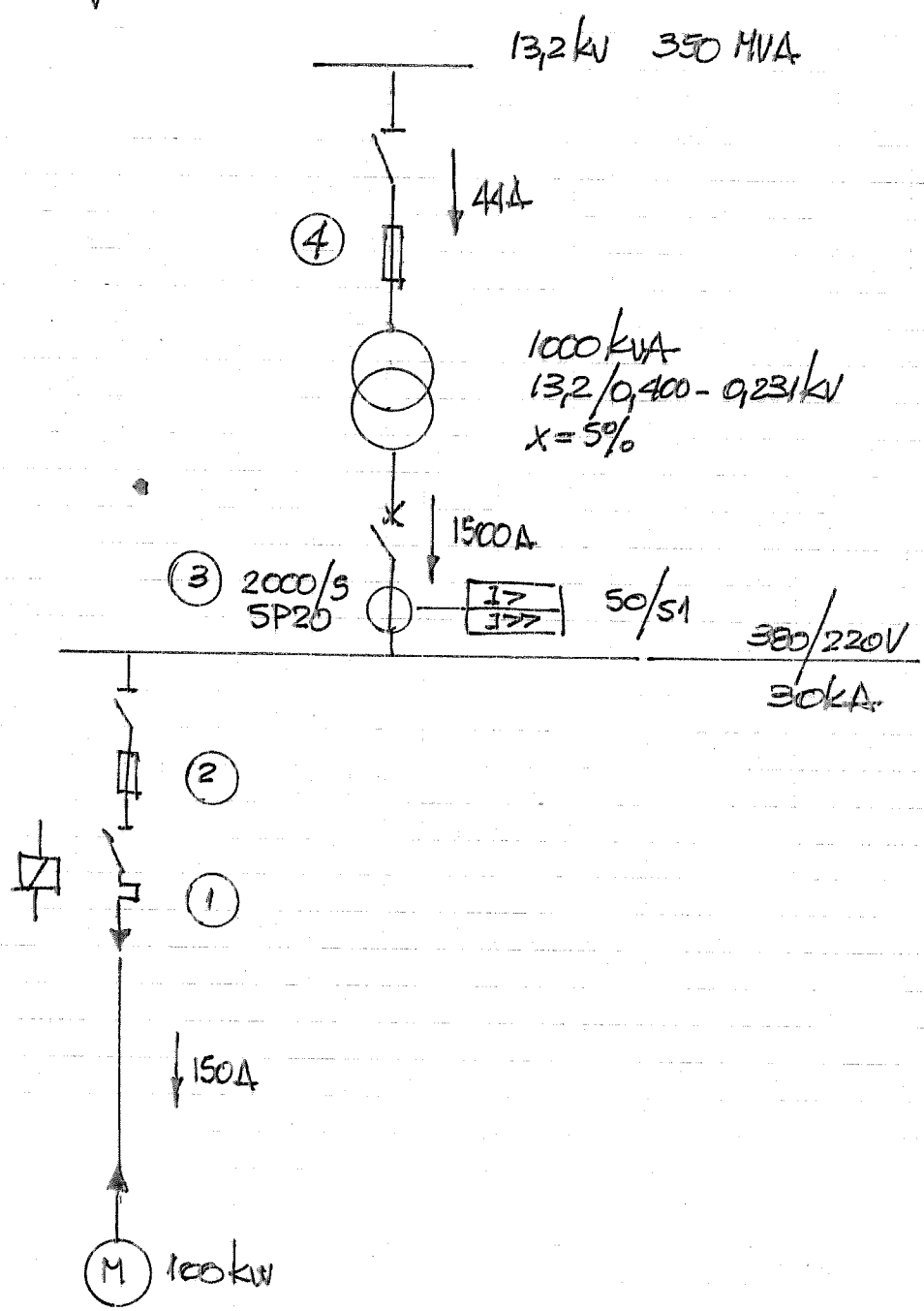


$$= 44A \cdot \left( \frac{13,2kV}{0,4kV} \right)$$

# COORDINACION DE PROTECCIONES

MOTOR - TRANSFORMADOR (con Seccionador fusible)

Esquema unifilar



# CURVAS DE COORDINACION DE PROTECCIONES

MOTOR-TRANSFORMADOR (con seccionador fusible)

