

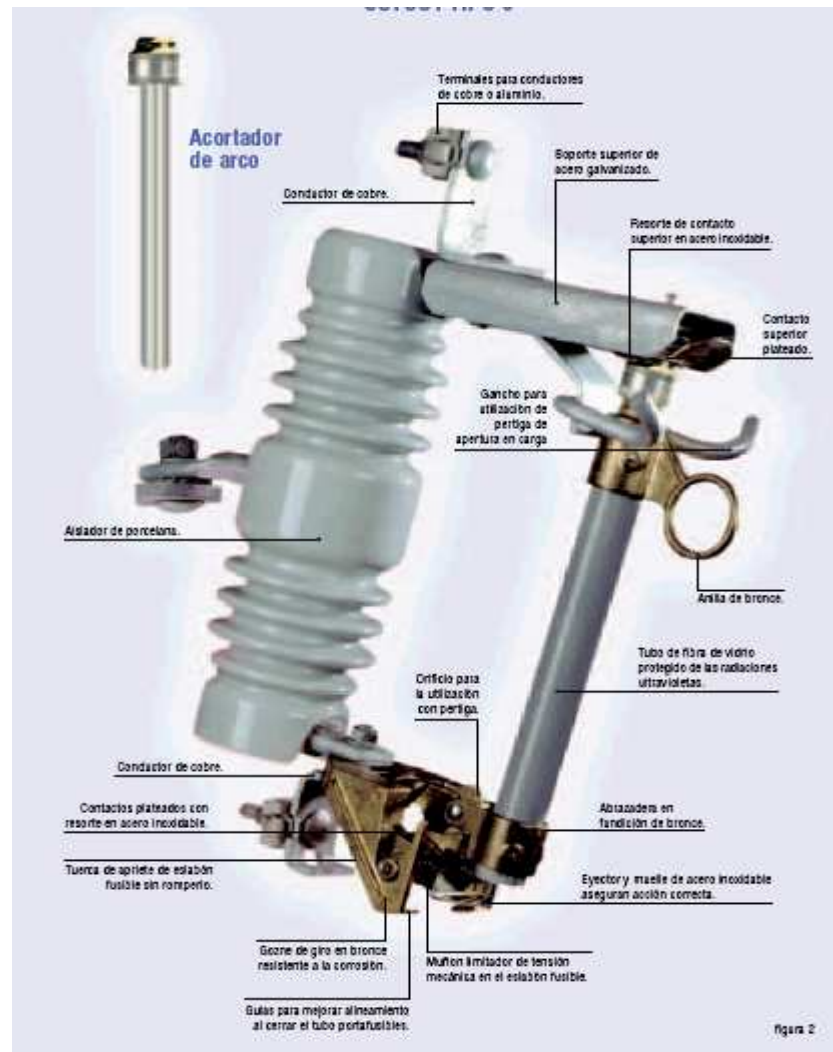
Sobrecorriente instantánea 50 y sobrecorriente temporizada 51

Protección de sobrecorriente

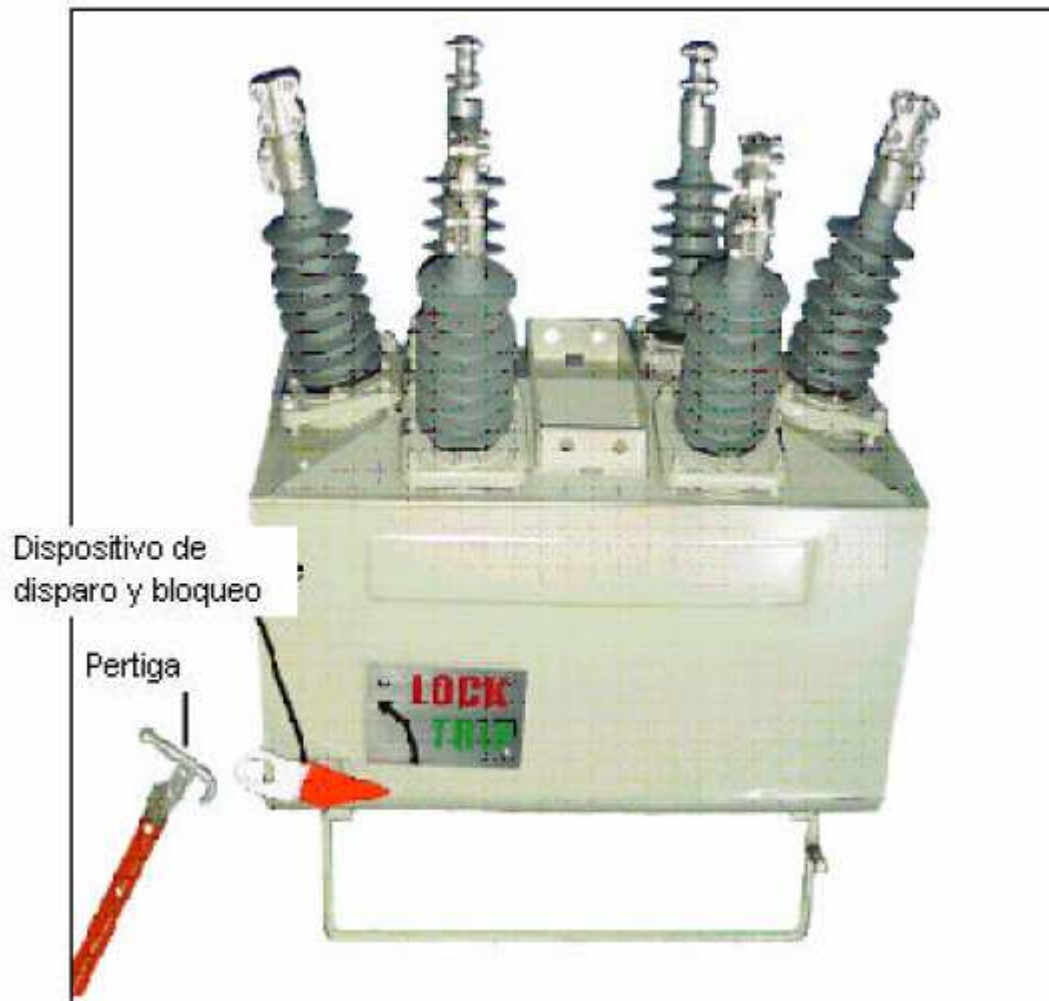
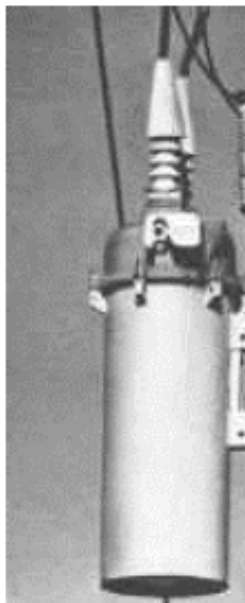
Se utilizan para proteger los circuitos de las sobrecorrientes causadas durante anomalías. Esta se puede utilizar como protección principal en alimentadores radiales de distribución y en transformadores de poca potencia. Como protección principal, se utiliza en generadores, transformadores de mayor potencia, líneas de media tensión, etc.

- Fusibles
- Reconectores (Reclosers)
- Seccionalizadores
- Relés de Sobrecorriente

Fusibles



Reconectores



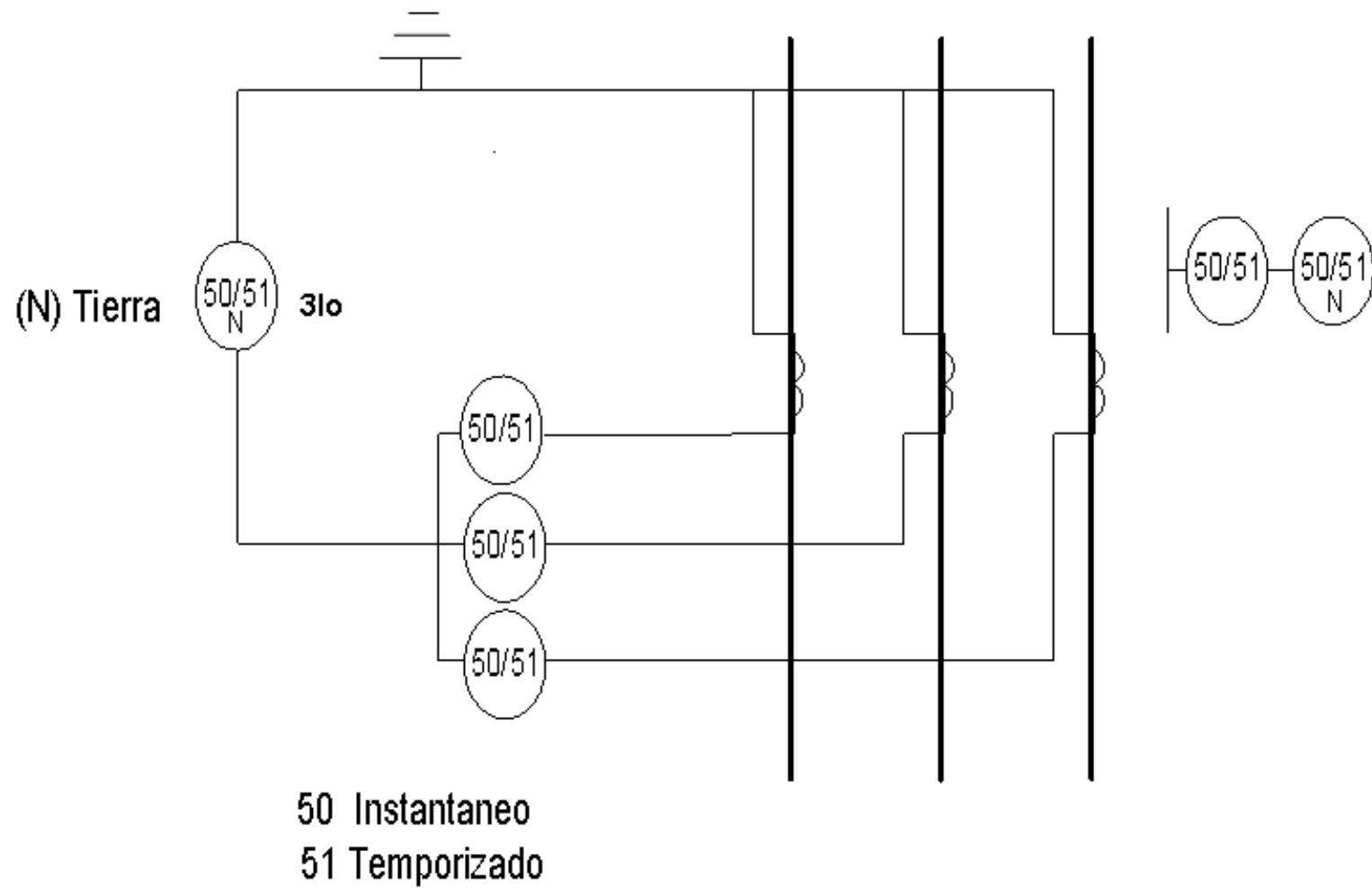
Seccionalizador



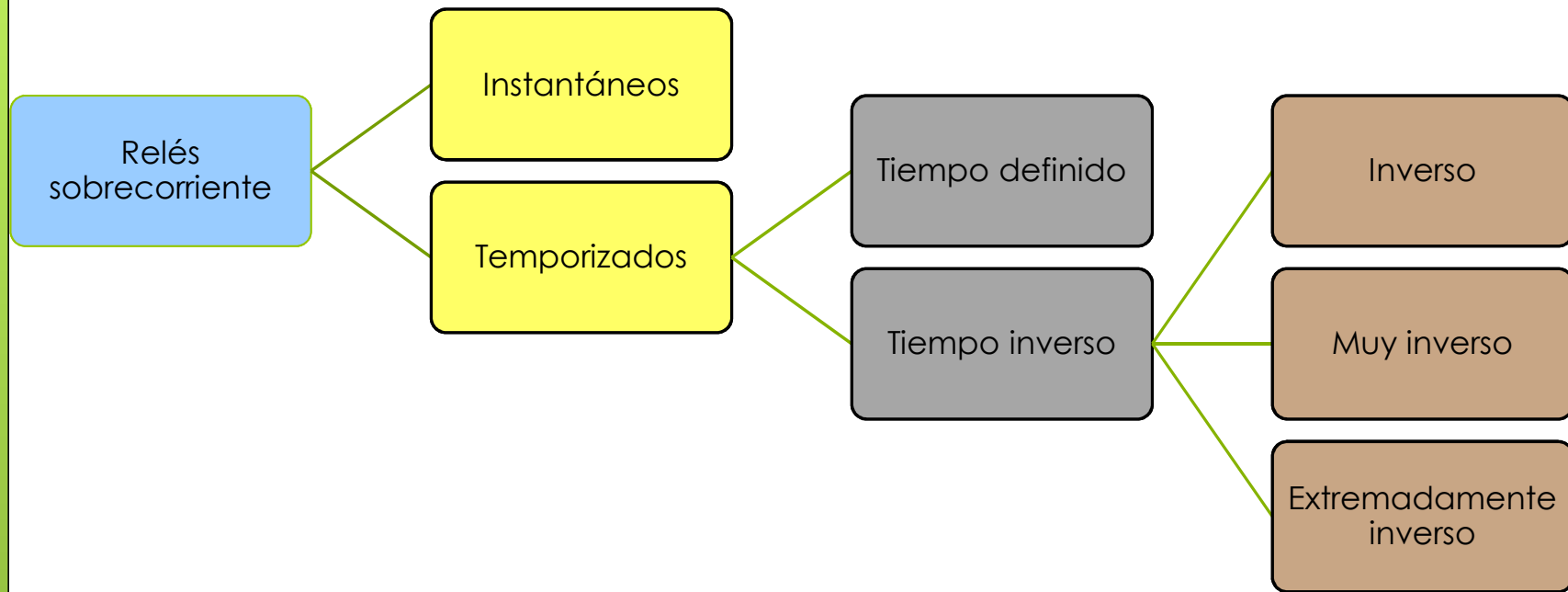
Relés de sobrecorriente

La función principal de estos relés, es proteger los elementos del sistema contra fallas y no contra sobrecarga (capacidad térmica de máquinas y líneas). Sin embargo, los ajustes establecen algún compromiso para establecer ambas anomalías.

Esquema de conexión



Tipos de relés de sobrecorriente



-Instantaneos

-Tiempo definido

-Tiempo inverso

-Tiempo muy inverso

-Tiempo extremadamente inverso

$t=0$

$t=k$

$t= k / I$

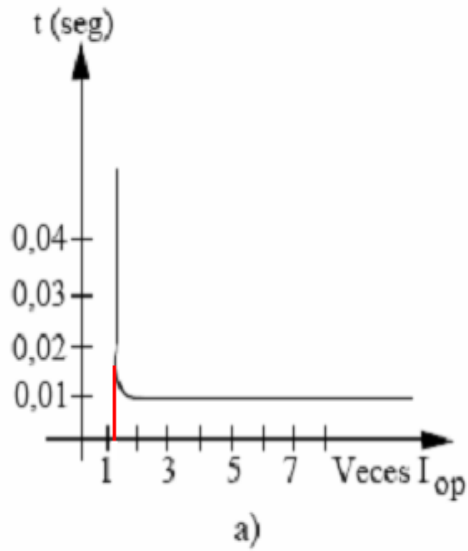
$t=k / I^2$

$t =k / I^3$

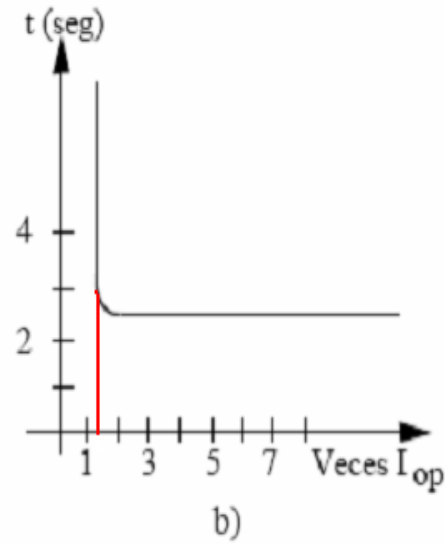
para $I \geq I_{oper}$

para $I \geq I_{oper}$

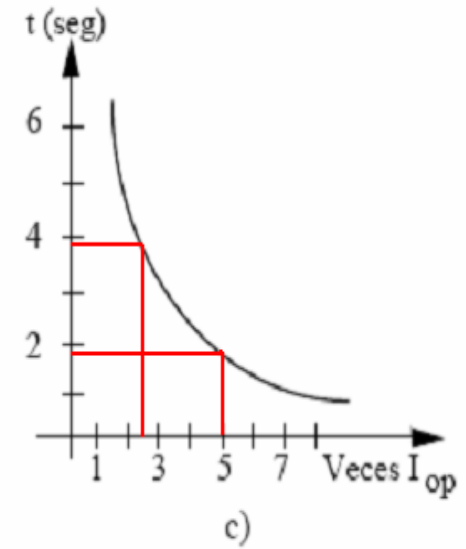
Gráficas de los relés de sobrecorriente



Instantáneo



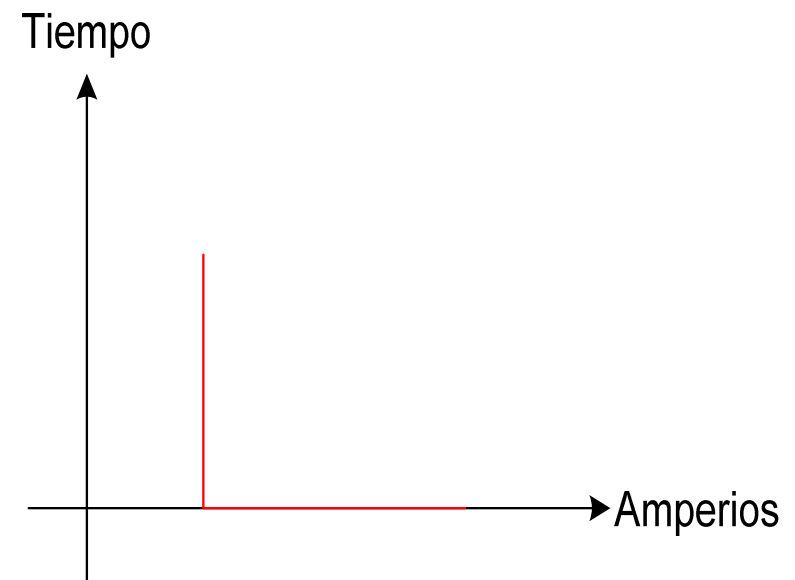
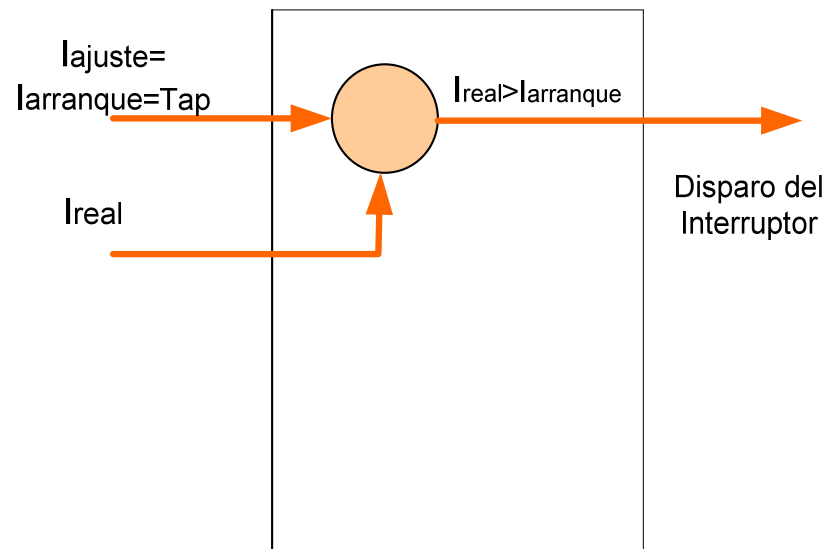
Tiempo definido



Tiempo inverso

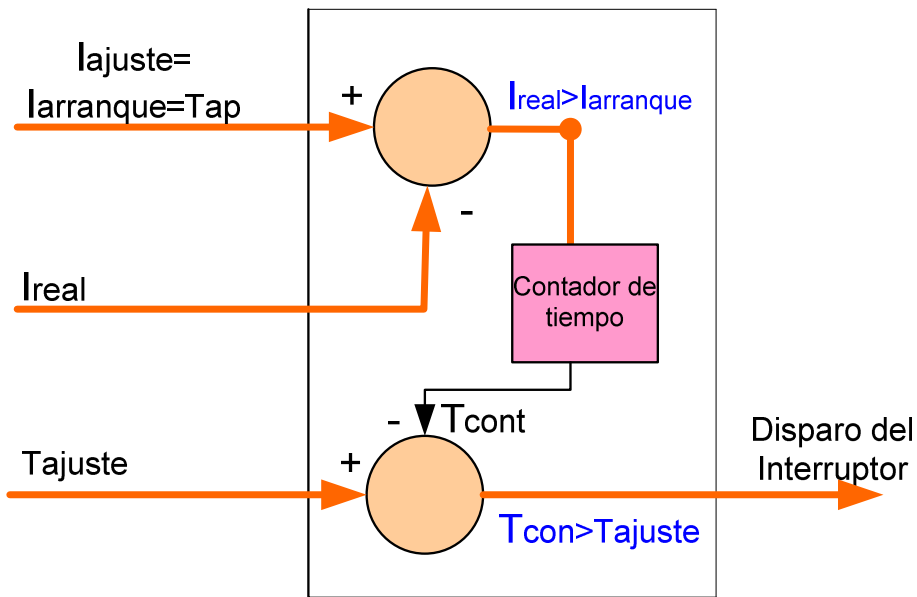
Relé de corriente definida

Opera cuando alcanza un valor de corriente en forma instantánea. Los tiempos de operación son de 10 a 60 milisegundo.

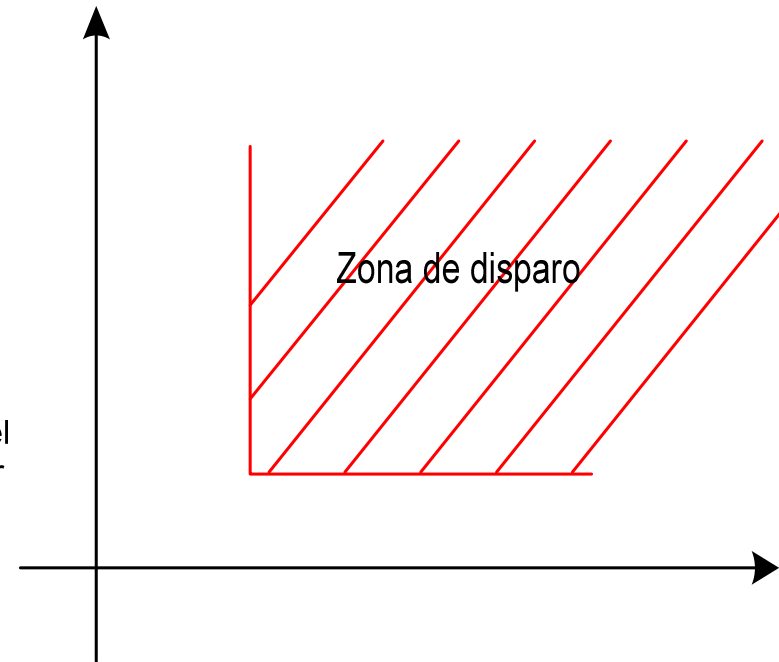


Relé de tiempo definido

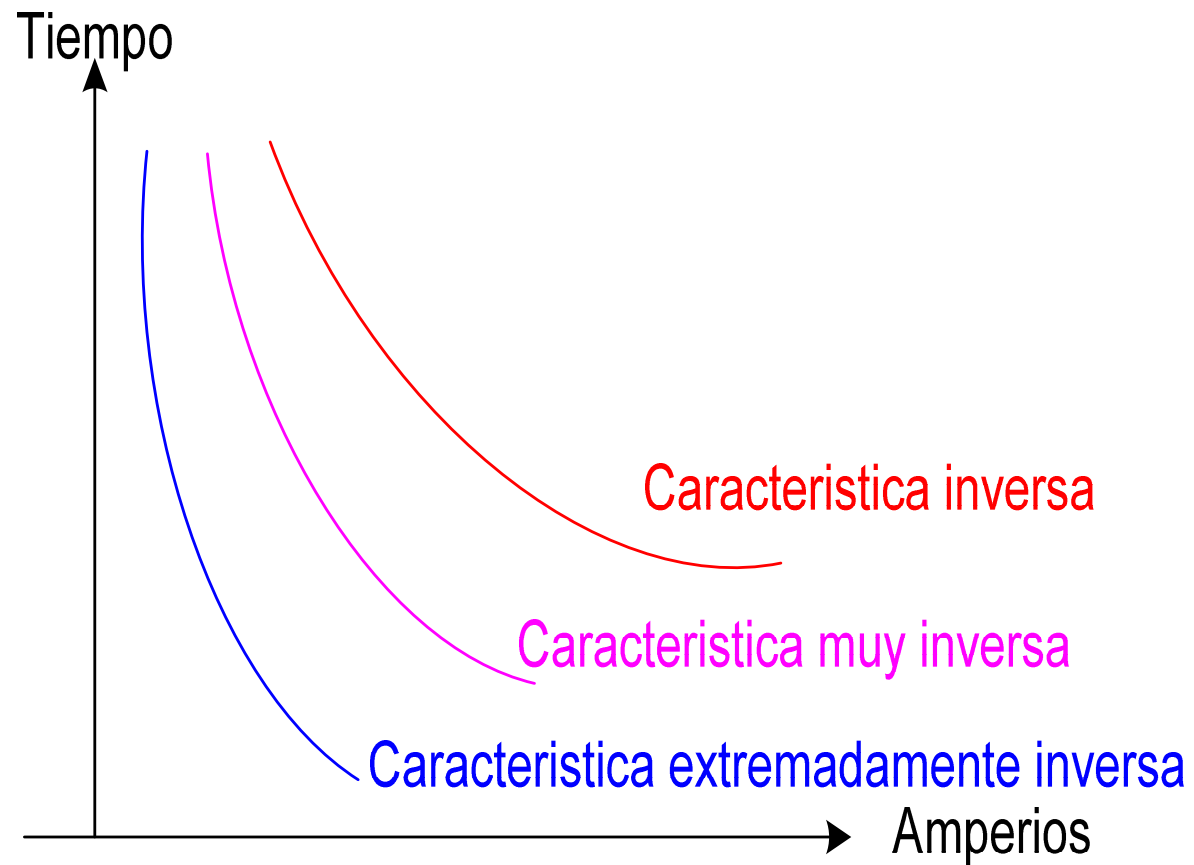
Opera cuando la corriente alcanza un valor mayor que el de ajuste y permanece por un tiempo definido. Este relé se ajusta para corrientes por encima de 10 veces la corriente nominal de operación.



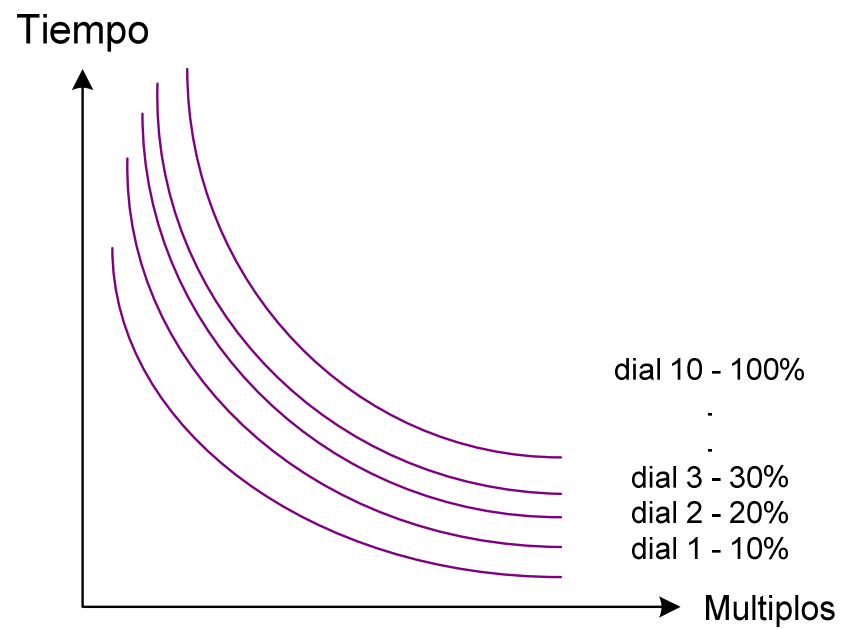
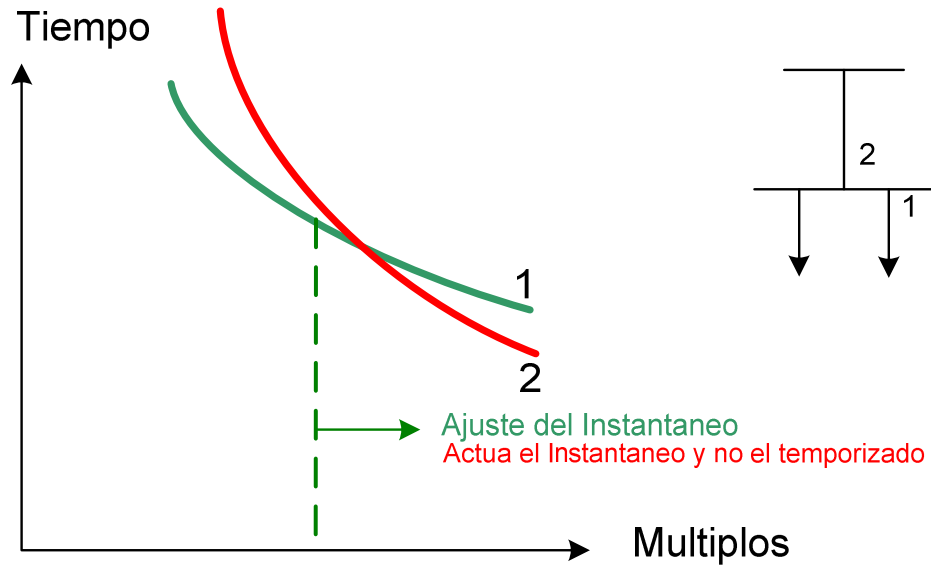
Tiempo



Relé de tiempo inverso



Instantáneos y temporizados



50 instantáneo

50 Φ (Fase) **lcc3 Φ**

50N (Neutro) **lcc1 Φ**

El ajuste se hace con base en la lcc3 Φ ó lcc1 Φ y se compara con 10 Inominal y se escoge el mayor.

Se ajusta TAP (**larranque**) **3 Φ**

- 51 temporizado

-

- 51 Φ (Fase) **Isobrecarga**

- 51N (Neutro)

El ajuste se hace con base en la corriente de carga considerando la sobrecarga.

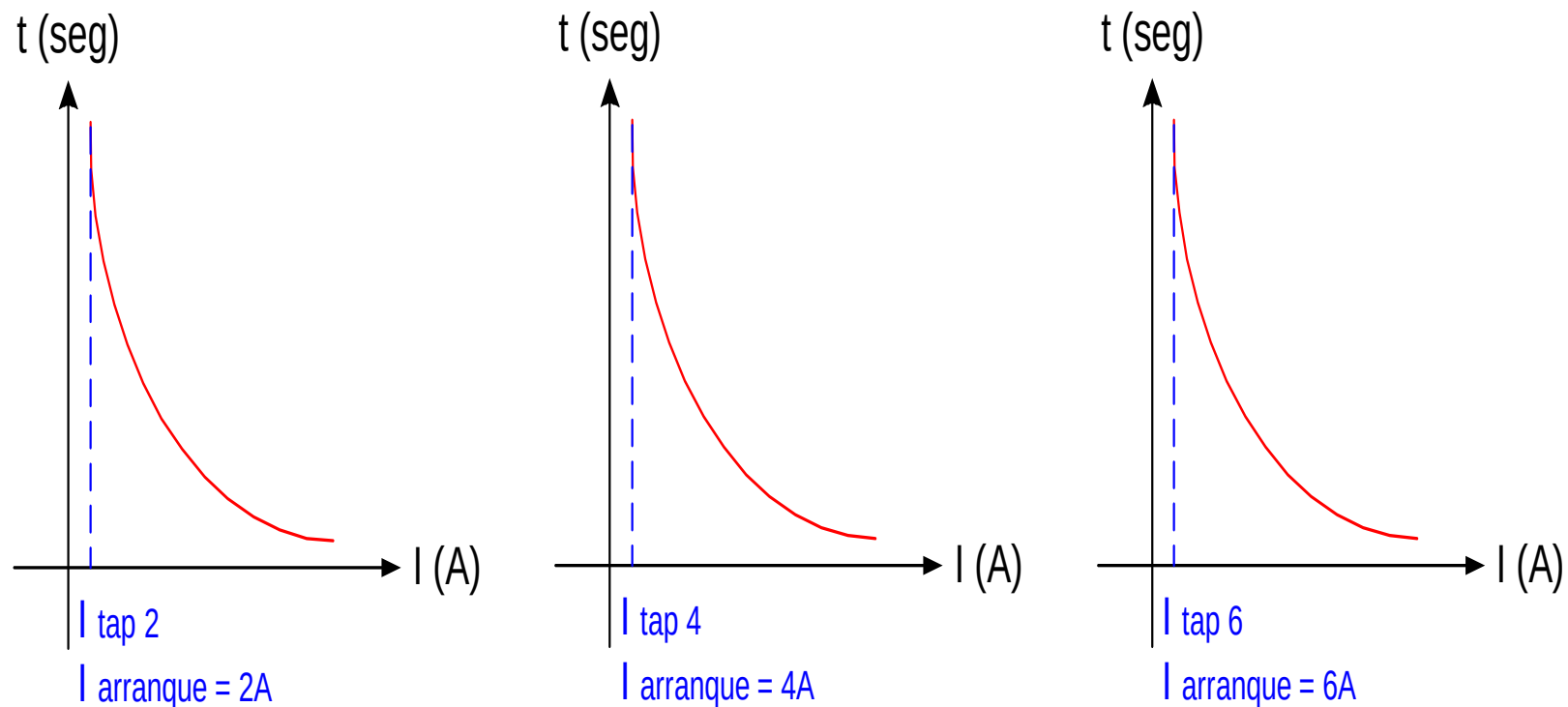
Se ajusta

- TAP (**larranque**)

- DIAL (**Tiempo**)

Ajustes del tap

TAP: Es el valor de corriente que establece el arranque del relé.



Luego $I_{\text{tap2}} < I_{\text{tap4}} < I_{\text{tap6}}$

Ajuste relés tiempo inverso

Estas curvas se pueden desplazar en el eje de tiempo de acuerdo con el recorrido del disco (familia de curvas).

Una curva por cada posición o localización del contacto móvil.

Para evitar tener diferentes curvas, el fabricante normaliza el eje de las abscisas y de esta manera se obtiene una sola curva. Esta normalización, se realiza a través del múltiplo, el cual se define como:

$$\text{Múltiplo} = \frac{\text{Corriente que circula por el rele (A)}}{\text{Tap de ajuste del rele (A)}}$$

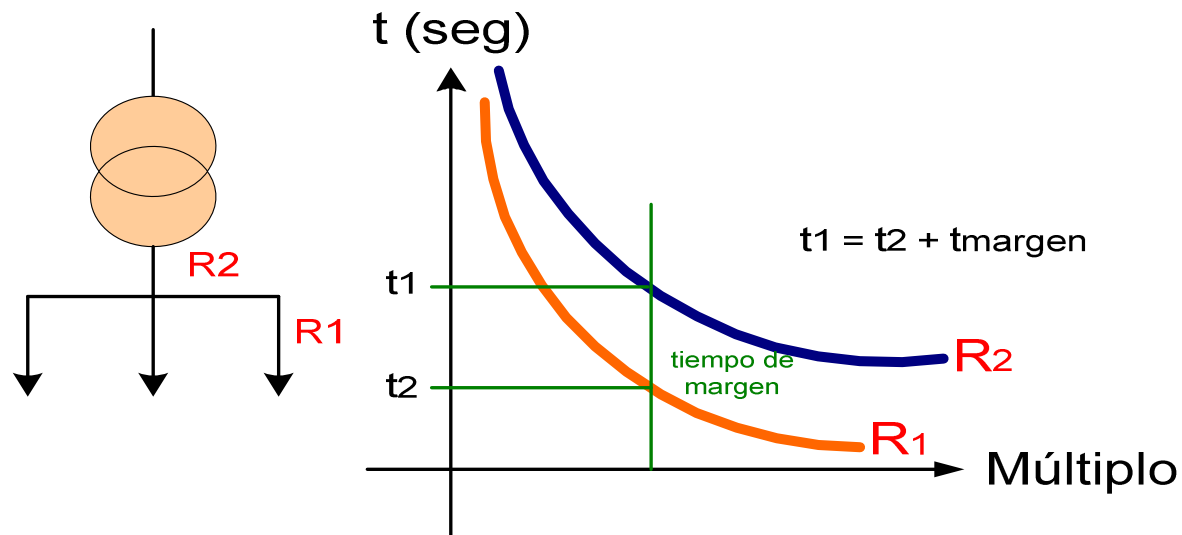
Múltiplos de los relés

Múltiplo	Tap (A)	I relé (A)
1	2	2 (I arranque)
1	4	4 (I arranque)
1	6	6 (I arranque)
.	.	.
.	.	.
.	.	.
2	2	4
2	4	8
2	6	12
.	.	.
.	.	.
.	.	.

Ajustes del Dial del relé

DIAL: Representa cada una de las curvas del relé, de tal forma que la de menor DIAL implica tiempos de operación más cortos, para un mismo valor de corriente de cortocircuito.

Si se tiene el siguiente sistema:



Tiempo margen

Tiempo de Respaldo o de Margen

La diferencia en tiempos que debe existir entre dos relés consecutivos para lograr la correcta selectividad esta dada por:

$$T1 = T2 + \frac{(I2 + SG1 + FS)}{FC}$$

T1 = tiempo de operación del relé que se esta ajustando.

T2 = tiempo de operación del relé adyacente.

FC = Factor de coordinación (I2 + SG1 + FS)

I2 = Tiempo de operación del interruptor adyacente.

SG1 = Sobregiro o sobrecarrera del relé que se esta ajustando (relés electromagnéticos).

FS = Factor de seguridad.

Determinación del factor FC

<i>FACTORES</i>	<i>TIEMPO EN SEGUNDOS</i> T_2	
	<i>5 CICLOS</i>	<i>8 CICLOS</i>
I₂ (Tiempo de Apertura)	0.08	0.13
SG₁ (Sobrecarrera o Sobregiro)		
Electromecánico	0.10	0.10
Estado Solidó	0.00	0.00
FS (Factor de seguridad)		
Mínimo	0.07	0.07
Máximo	0.17	0.17
I₂ + SG₁ + FS (Factor de seguridad)		
Mínimo Electromecánico	0.25	0.30
Máximo Electromecánico	0.35	0.40
Mínimo Estado Sólido	0.15	0.20
Máximo Estado Sólido	0.25	0.30
<i>Utiliza Factor de 0.4 electromecánico (0.3)</i>		
<i>0.2 para estado solidó para efectuar la coordinación.</i>		

Criterio de ajuste de la unidad instantánea-temporizada

Unidad Instantánea – Temporizada.

El ajuste de las unidades temporizadas e instantáneas de los relés de sobre corriente (tiempo inverso) depende del punto de ubicación del relé y del elemento que se va a proteger. Se definen fundamentalmente los siguientes equipos:

- Líneas ubicadas entre subestaciones.
- Líneas de distribución.
- Transformadores, Generadores.

Protección de Líneas con reles de sobrecorriente

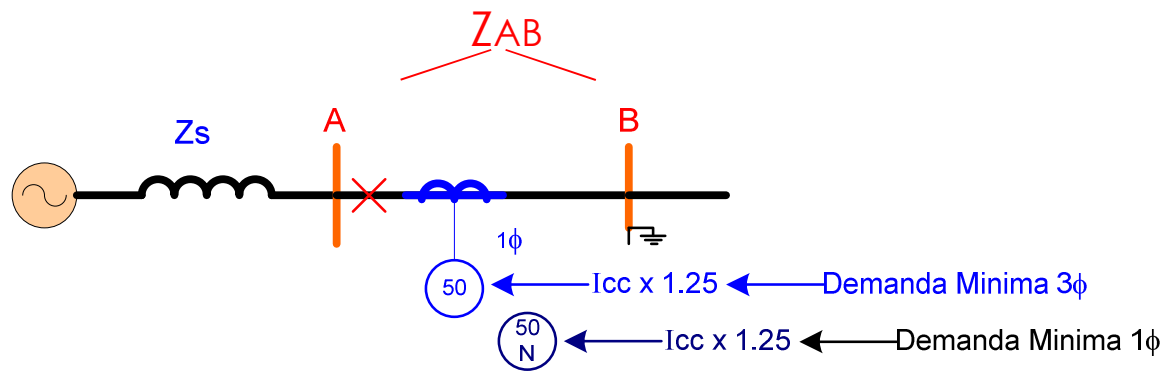
Se utiliza en líneas de baja tensión o como respaldo en líneas de media y alta tensión. Para líneas es una protección simple y económica, pero también es la mas lenta y requiere ajustes periódicos al incrementarse la capacidad de cortocircuito del sistema o el aumento de las líneas de transmisión.

Ajuste del instantáneo del relé de sobrecorriente

Redes radiales

Líneas entre subestaciones

Se toma el 125% del valor de corriente para el máximo nivel de falla, existente en la subestación siguiente. Se inicia desde la ultima subestación hasta la fuente.



Porcentaje de cubrimiento líneas de transmisión

Cuando para el nivel de sobre corriente del sistema, se cruzan las características de operación de dos relés, debe ajustarse el instantáneo del relé de la subestación más alejada de la fuente, para que opere con un nivel de cortocircuito un poco menor. De esta forma se garantiza la correcta coordinación.

El porcentaje de cubrimiento de una unidad instantánea que protege una línea, se debe determinar a partir de los siguientes parámetros:

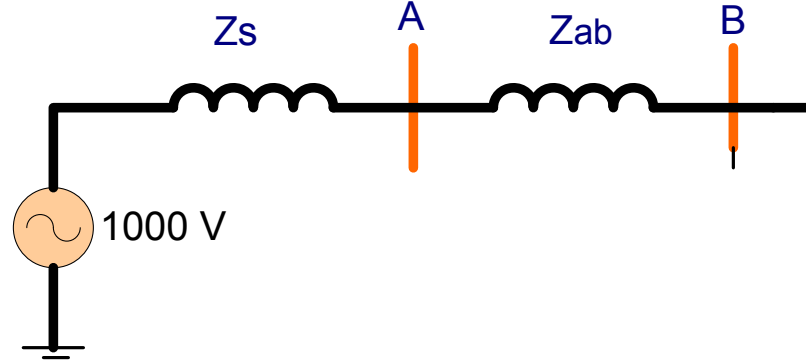
% de cubrimiento

$$\text{de la línea protegida} = \frac{K_s(1 - K_i) + 1}{K_i}$$

$$K_i = \frac{I_{\text{arranque}}}{I_{\text{extremo}}}$$

$$K_s = \frac{Z_{\text{fuente}}}{Z_{\text{elemento}}}$$

Cálculo del porcentaje de cubrimiento



V= Voltaje en el punto del relé

Zs= Impedancia de la fuente

Zab= Impedancia del elemento a proteger

X= % porcentaje de la línea protegida

$$I_{\text{arranque}} = \frac{V}{Z_s + X Z_{ab}}$$

$$I_{\text{extremo}} = \frac{V}{Z_s + Z_{ab}}$$

$$K_i = \frac{Z_s + Z_{ab}}{Z_s + X \cdot Z_{ab}} \rightarrow X = \frac{Z_s + Z_{ab} - Z_s \cdot K_i}{Z_{ab} \cdot K_i}$$

$$K_s = \frac{Z_s}{Z_{ab}} \rightarrow X = \frac{K_s (1 - K_i) + 1}{K_i}$$

Instantáneos líneas de distribución

LÍNEAS DE DISTRIBUCION:

Estas líneas son los extremos del sistema y se ajustan con El mayor de uno de estos dos valores.

- 50% del nivel de corriente máxima de cortocircuito, que se presenta en el punto de ubicación del relé.
- Entre 5 y 10 veces el valor de la corriente de carga máxima del circuito.

Instantáneos de los transformadores

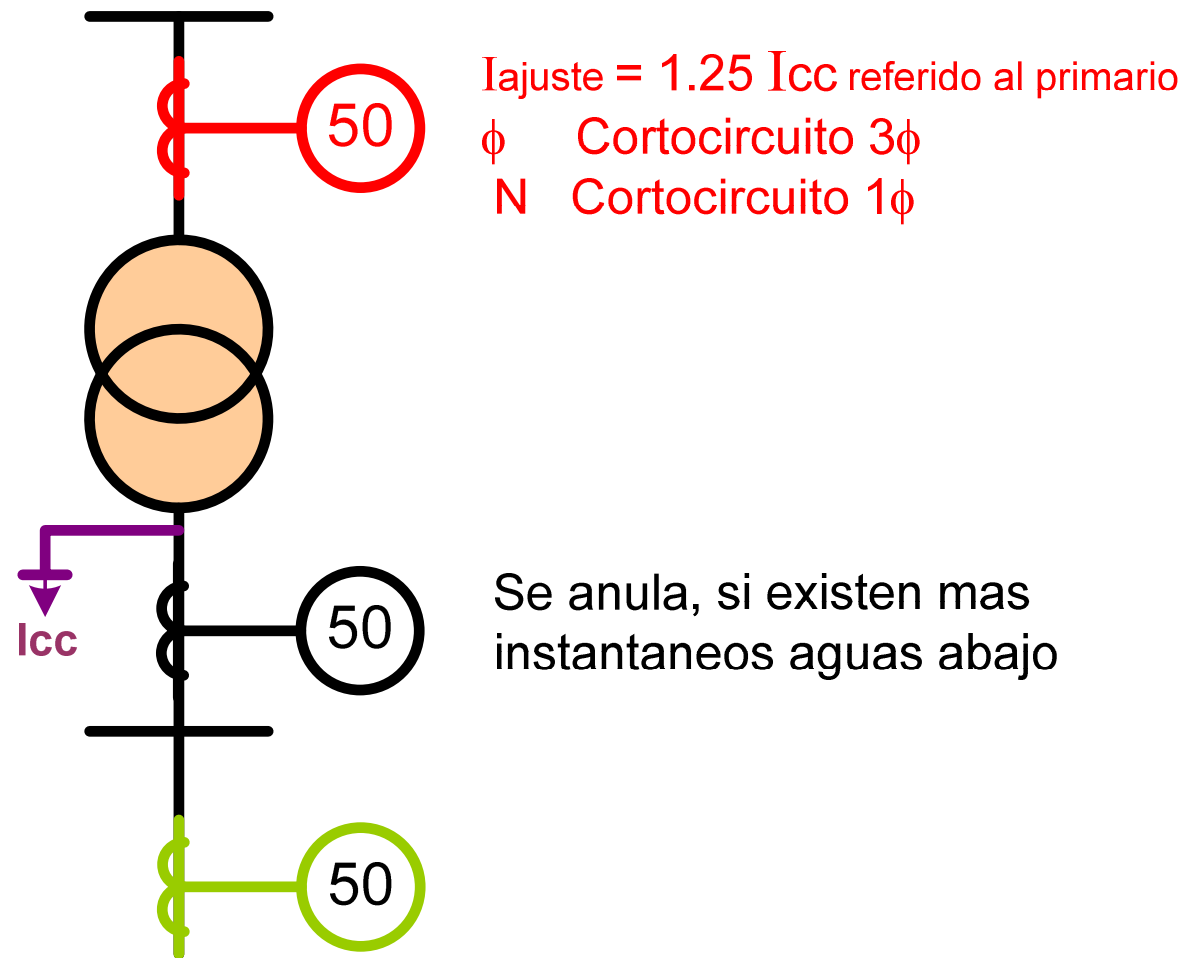
TRANSFORMADORES:

Las unidades instantáneas de los relés de sobre corriente instaladas en el lado primario, se ajustan tomando el 125% de la corriente de corto existente en el barraje del lado de baja, referido al lado de alta.

Las unidades instantáneas de los relés instalados en los secundarios de los transformadores se anularan, cuando se tenga que el nivel de cortocircuito máximo para el cual deben operar estos relés, sea igual al nivel para el cual deben operar los relés de los alimentadores.

De esta manera, se evitan perdidas de selectividad.

Ajustes de los instantáneos



Ajustes de los instantáneos

		<u>Instantaneo</u> (50φ) (50N)
Líneas entre S/E		$\phi \square = 1.25 \times I_{cc3\phi}$ (demanda mínima) barra adyacente
		$N = 1.25 \times I_{cc1\phi}$ (demanda mínima)
Trafos	ALTA	$\phi = 1.25 \times I_{cc3\phi}$ según vista primaria (demanda mínima)
		$N = 1.25 \times I_{cc1\phi}$ según vista primaria (demanda mínima)
	BAJA	Anulan si existen otros aguas abajo
Linea de Distr.		$\phi \square = 0.5 \times I_{cc3\phi}$ barra (demanda mínima), sino se conoce el valor de ICC cc3φ se toma 10 veces la corriente de carga
		$N = 0.5 \times I_{cc1\phi}$ barra (demanda mínima)

Ajustes de los temporizados

Se utiliza para líneas entre subestaciones, transformadores de potencia, circuitos de distribución.

TAP es la corriente de puesta de trabajo del relé y se utiliza como referencia para expresar las corrientes del relé, como múltiplos de este. Se selecciona para **los relés de fase** con base en la corriente nominal considerando un margen de sobrecarga.

$$\phi = TAP = 1.5 \cdot I_{\text{nominal demanda maxima}} \cdot RTI$$

RTI = Relación de transformación del TI del rele.

1.5 = Factor de seguridad que involucra la sobrecarga.

En sistemas de distribución en donde ocurren condiciones de emergencia puede aumentarse el factor entre 1.5 – 2.

Ajuste de temporizados de relés de tierra

El **relé de tierra** se debe ajustar con las corrientes en falla monofásica (se tiene en cuenta la I_{carga} en sistemas de distribución en donde pueden ocurrir grandes desbalances).

$$TAP = (0.3 - 0.5) I_{carga} \times RTI$$

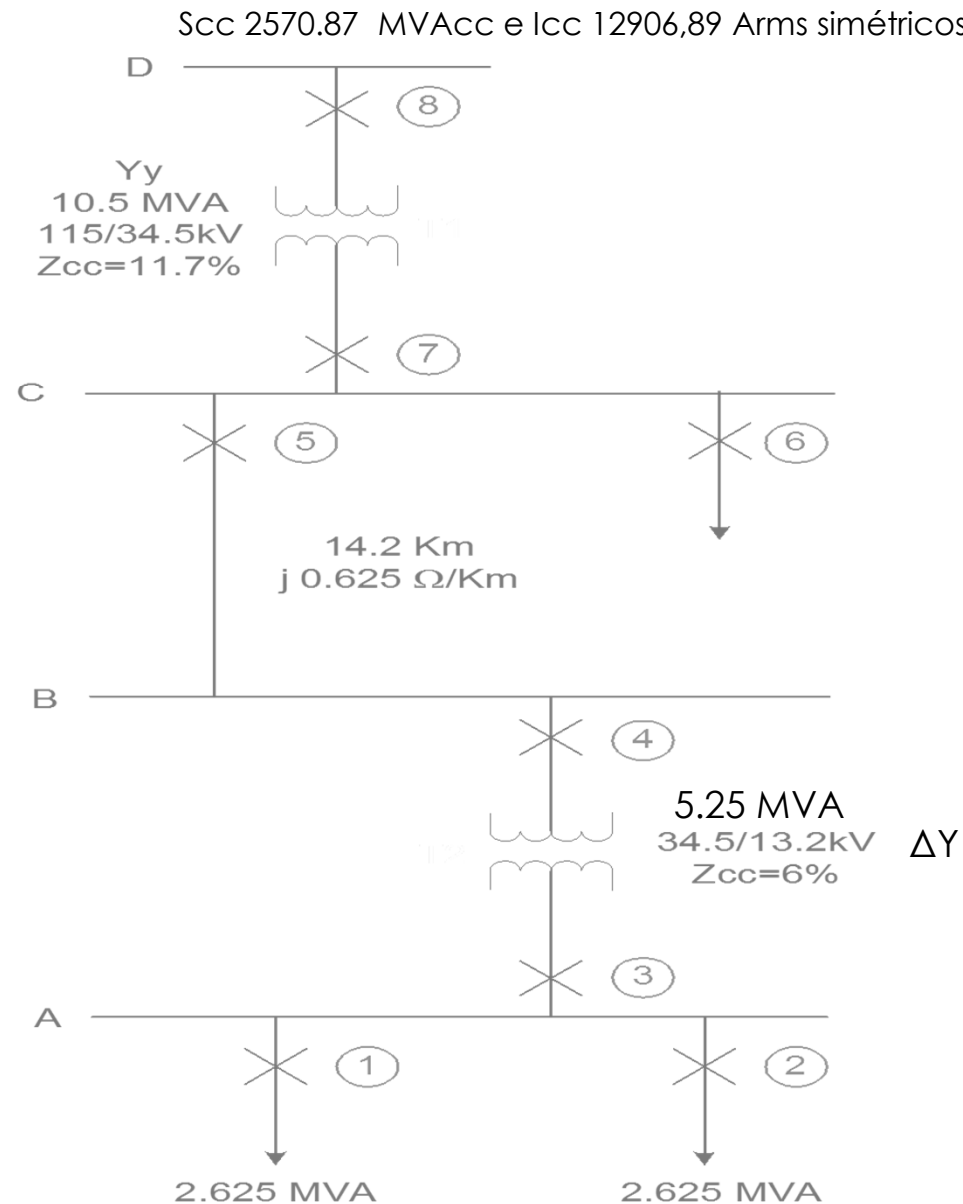
Resumen de ajustes de temporizados

		<u>Temporizado</u> (51ϕ) (51N)
Líneas entre S/E		$\phi \square = 1.5 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$
		$N = 0.3 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$
Trafos	ALTA	$\phi \square = 1.5 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$
		$N = 0.3 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$
	BAJA	$\phi \square = 1.5 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$
		$N = 0.3 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$
Líneas de Distr.		$\phi \square = 1.5 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$
		$N = 0.3 \times I_{\text{carga (demanda máxima)}} \times RTI$

Ejemplo 1

Ajustes y coordinación del relé de sobrecorriente

Diagrama de sistema de potencia radial



Preguntas del ejemplo 1

- 1 Calcular las corrientes de cortocircuito trifásicas, en los barrajes A, B, y C. La corriente de cortocircuito en el barraje D es 12906.9 A, simétricos (2570.9 MVA).
- 2 Valores máximo de pico a que pueden estar sometidos los interruptores 1, 5 y 8, también calcular sus valores RMS asimétricos, para la clarificación de la falla a los 5 ciclos. Asumir una relación $L/R = 0.2$.
- 3 Calcular las relaciones de transformación de los TI's asociados a los interruptores del 1 – 8 . El TI del interruptor # 6 es de 100/5. Las relaciones disponibles en los primarios son múltiplos de 50 hasta 400 y de ahí en adelante múltiplos de 100, los secundarios son a 5 A.

Preguntas del ejemplo 1

- 4 Realizar los ajustes de la unidad instantánea, tap y dial de los relés de fase para garantizar una protección coordinada. Considere un tiempo de margen de 0.4 s. Dibujar la curva del relé 6, referido a 13.2 KV.
- 5 Calcular el porcentaje de la línea de 34.5 protegido por la unidad instantánea del relé de sobre corriente, asociado al interruptor 5.

- Ajustes del relé 6 son: TAP 7, DIAL 5 INST 1000 A primarios
Todos los relés son de tiempo inverso, con las siguientes características: Whestinghouse co-11. Tap's de 1 – 12 en pasos de 1 A. Dial según figura. Inst 6 – 44 en pasos de 1 A

El ajuste de las unidades instantáneas de los relés, se debe

realizar considerando 0.5 Icc en el baraje A.

Curva del relé Westinghouse CO-11

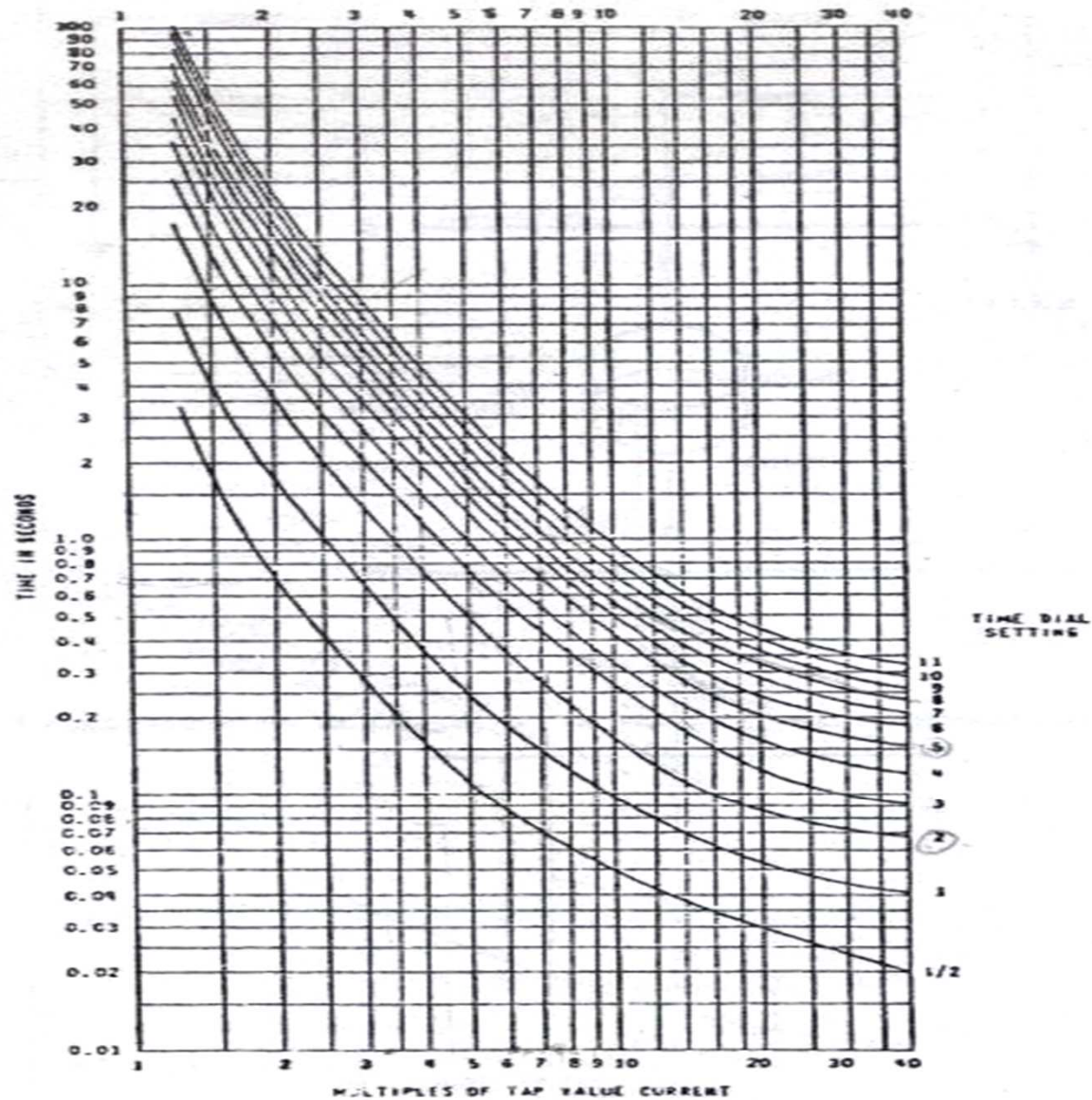
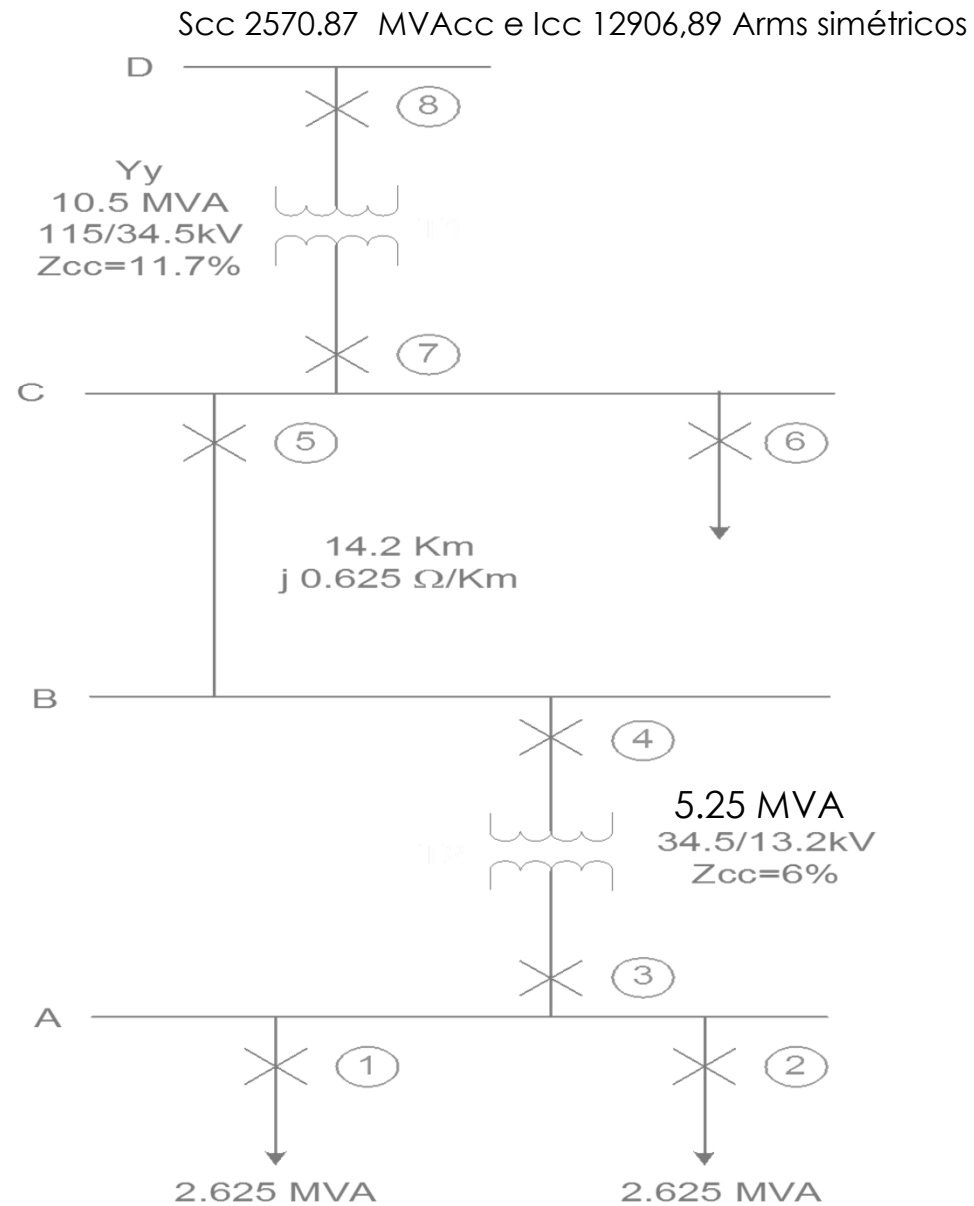


Fig. 5.10 CURVA TIPICA DEL RELE WESTINGHOUSE TIPO CO - 11

Solución del ejemplo



Ejemplo 1

Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Scc 2570.87 MVAcc e Icc 12906,89 Arms simétricos



Impedancia Thevenin del sistema

$$Z_{th_{115kv}} = \frac{V}{\sqrt{3} * I_{cc3\phi}}$$

Referida a 115KV:

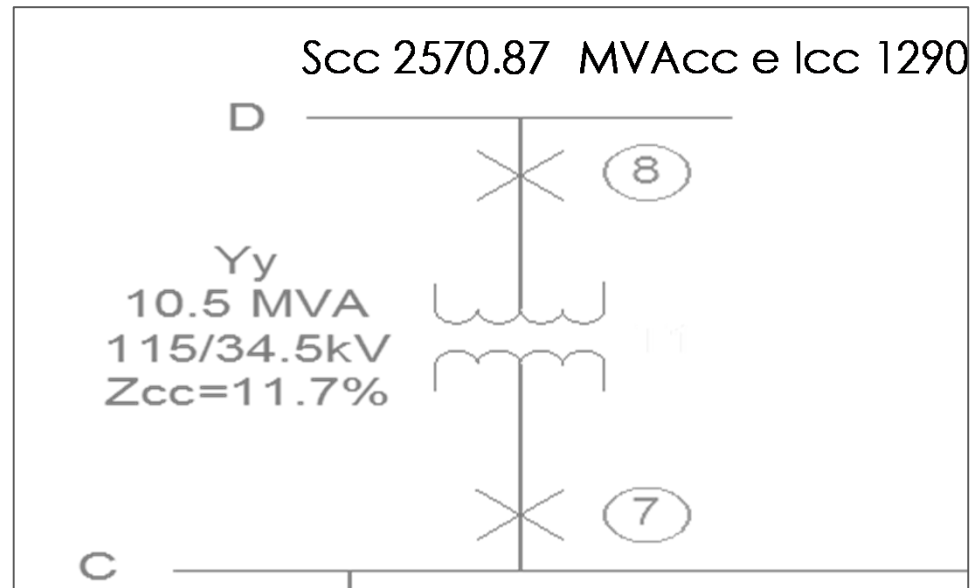
$$Z_{th_{115kv}} = \frac{115kV}{\sqrt{3} * 12906,89} = 5,14 \text{ ohm}$$

Referida a 34,5KV:

$$Z_{th_{34,5kv}} = 5,14 * \left(\frac{34,5kV}{115kV} \right)^2 = 0,463 \text{ ohm}$$

Impedancia del transformador 1

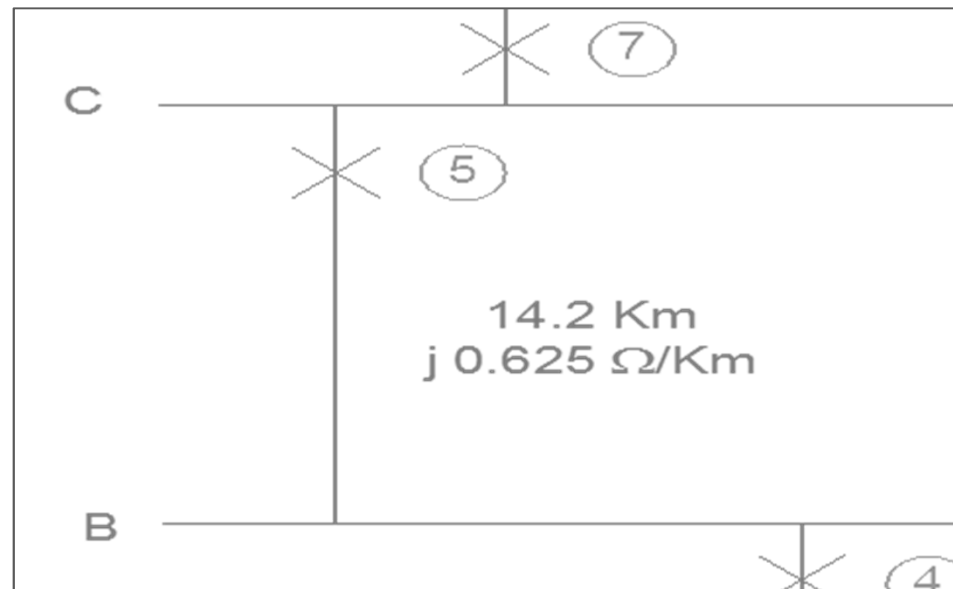
Impedancia del transformador 1:



$$Z_t = \frac{V^2}{S} \cdot Z_{cc_t}$$

$$Z_{t_{34.5}} = \frac{(34.5KV)^2}{10.5MVA} \cdot 0.117 = 13.26\Omega$$

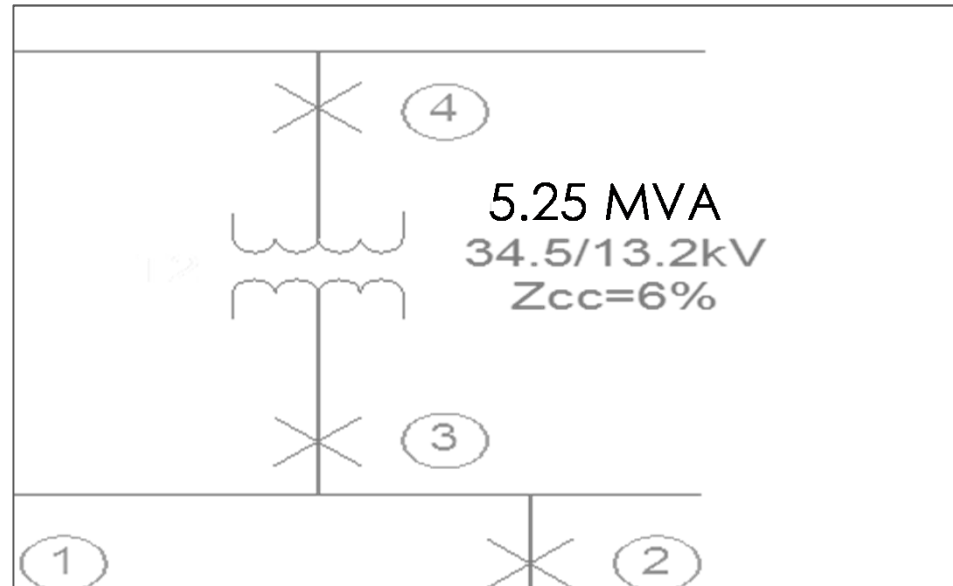
Impedancia de la línea



Impedancia de la línea:

$$Zl_{34.5} = 14.2 \text{ Km} * (j0.625 \Omega / \text{Km}) = j8.875 \Omega$$

Impedancia del transformador 2



Impedancia del transformador 2:

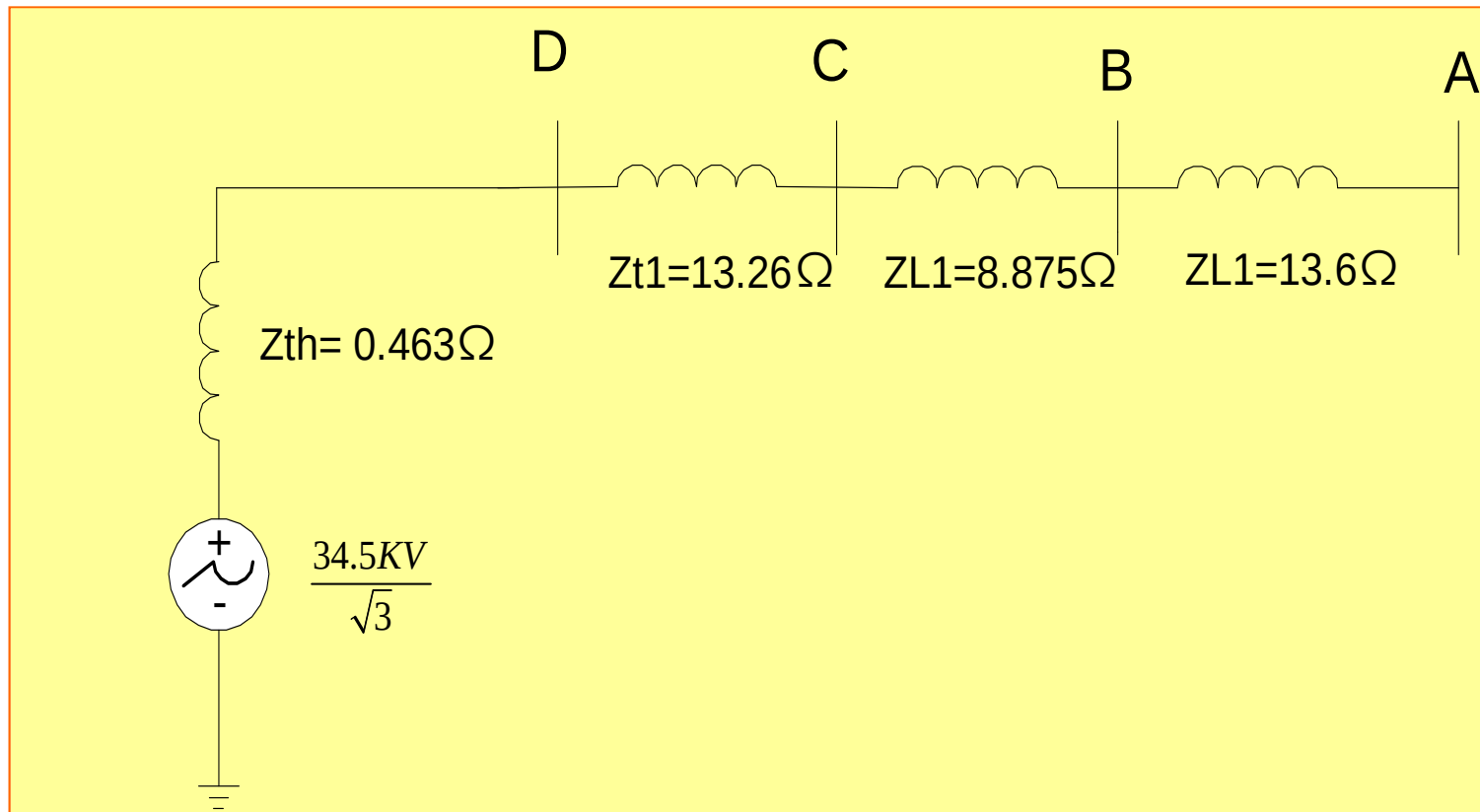
$$Z_t = \frac{V^2}{S} \cdot Z_{cc_t}$$

$$Z_{t_{34.5}} = \frac{(34.5KV)^2}{5.25MVA} \cdot 0.06 = 13.6\Omega$$

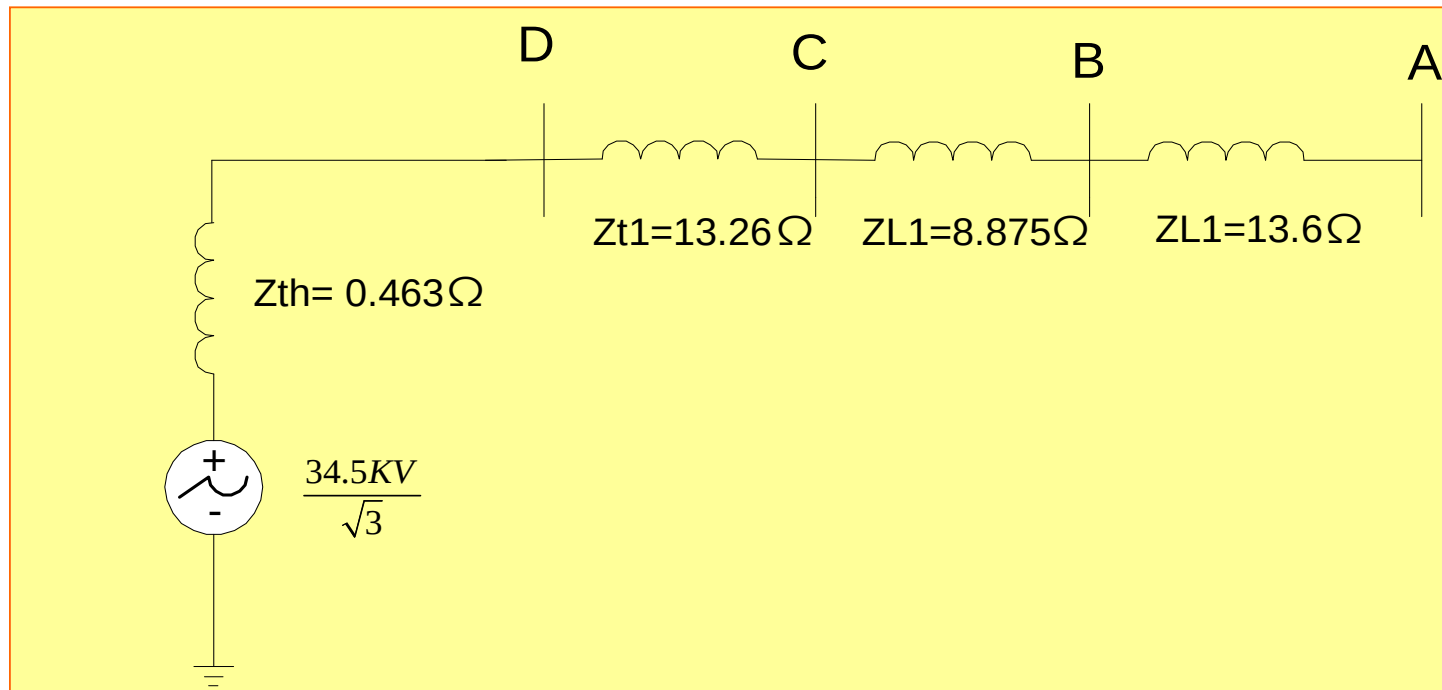
*

Diagrama de secuencia positiva

El diagrama de secuencia positiva



Cálculo de la corriente de la barra A

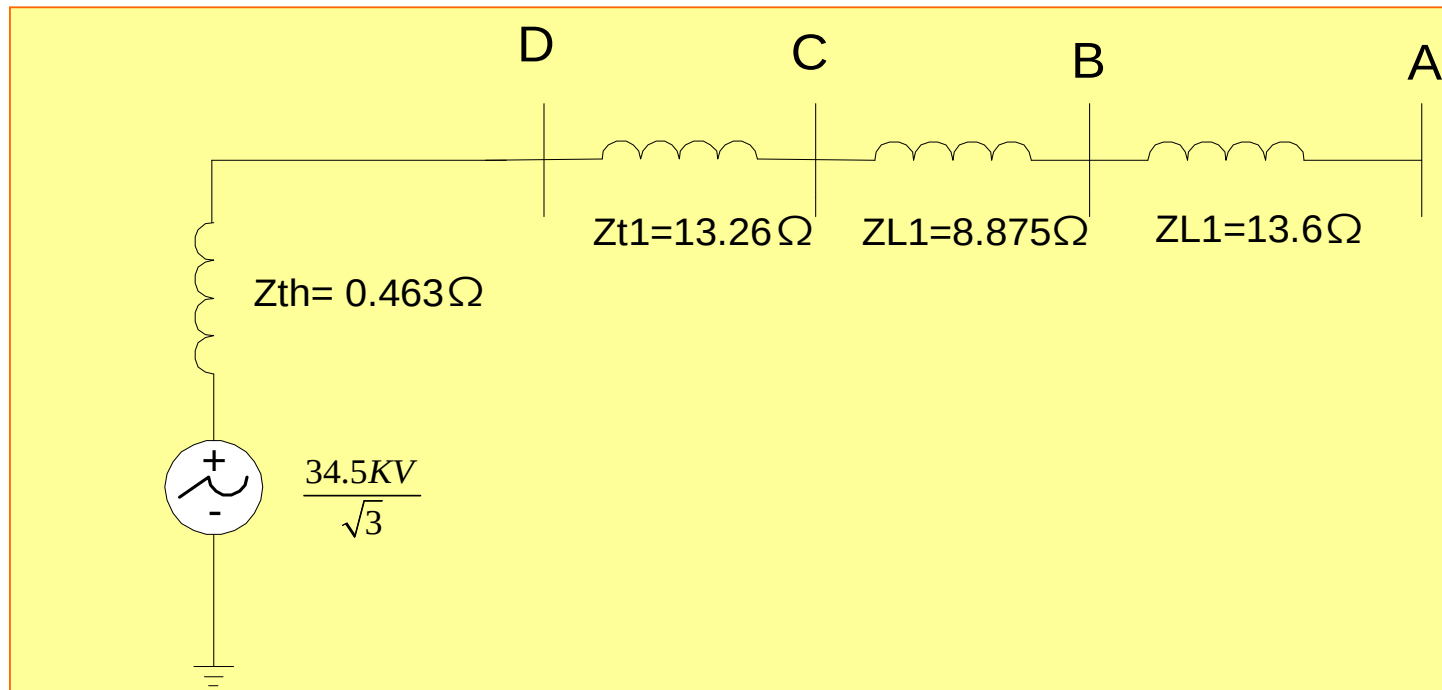


1. Corriente de cortocircuito en la Barra A:

$$I_{A_{34.5KV}} = \frac{34500}{\sqrt{3} \cdot (0.463 + 13.26 + 8.875 + 13.6)} = 550.26 A$$

$$I_{A_{13.2KV}} = 550.26 \cdot \frac{34.5}{13.2} = 1438.19 A$$

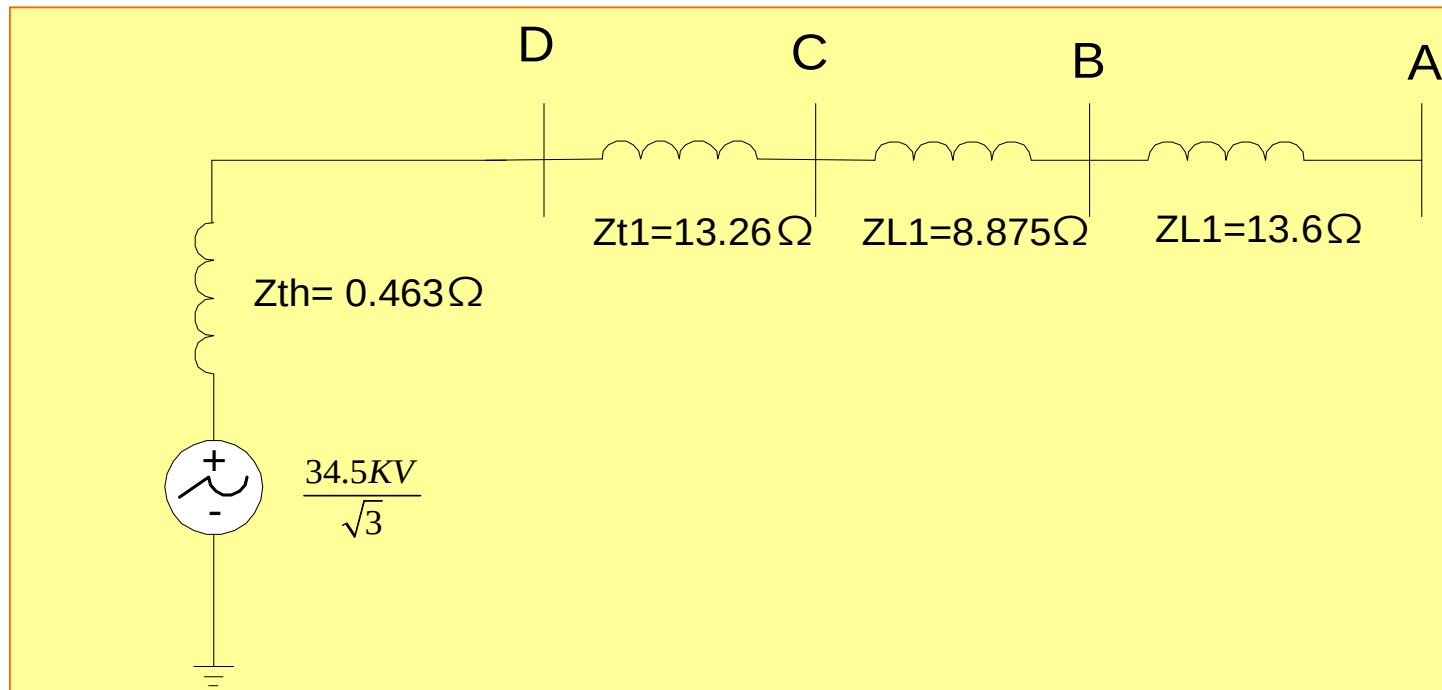
Corriente de cortocircuito en la barra B



Corriente de cortocircuito en la Barra B:

$$I_{B_{34.5KV}} = \frac{34500}{\sqrt{3} \cdot (0.463 + 13.26 + 8.875)} = 881.43A$$

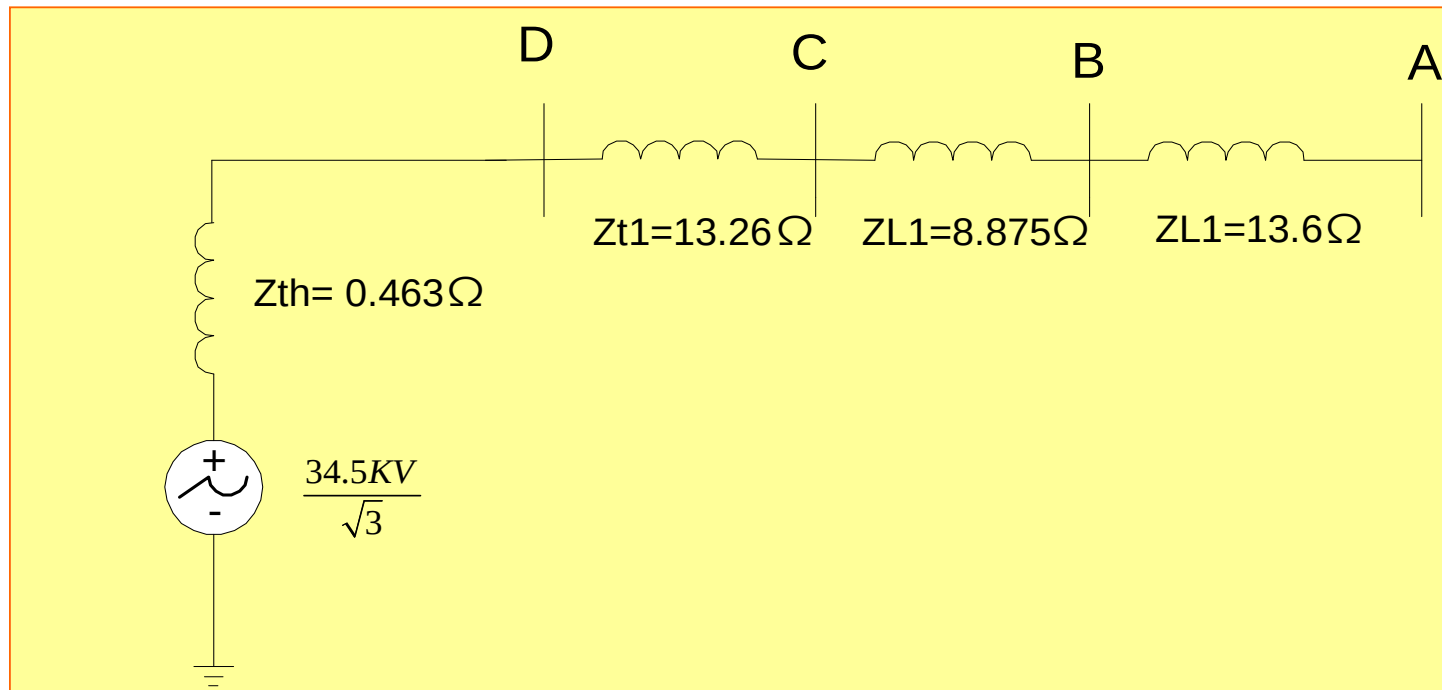
Corriente de cortocircuito en la barra C



Corriente de cortocircuito en la Barra C:

$$I_{C_{34.5KV}} = \frac{34500}{\sqrt{3} \cdot (0.463 + 13.26)} = 1451.47 A$$

Corriente de cortocircuito en la barra D



Corriente de cortocircuito en la Barra D:

$$I_{D_{34.5 \text{KV}}} = \frac{34500}{\sqrt{3} \cdot (0.463)} = 43020.7 \text{ A}$$

$$I_{D_{115 \text{kV}}} = 43020.7 \cdot \frac{34.5}{115} = 12906.9 \text{ A}$$

- Cálculo de la corriente nominal en el relé 2:

$$I_{nom2_{13.2KV}} = \frac{2.625 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot (13200)} = 114.81A$$

- Cálculo de la corriente nominal en el relé 3:

$$I_{nom3_{13.2KV}} = \frac{5.25 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot (13200)} = 229.62A$$

- Cálculo de la corriente nominal en el relé 4

$$I_{nom4_{13.2KV}} = 229.6 \cdot \frac{13.2}{34.5} = 87.85A$$

- Cálculo de la corriente nominal en el relé 5

$$I_{nom5_{13.2KV}} = 87.85 A$$

- Cálculo de la corriente nominal en el relé 6:

$$I_{nom6} = I_{nom7} - I_{nom5} = 175.7 - 87.85 = 87.85 A$$

- Cálculo de la corriente nominal en el relé 7:

$$I_{nom7_{13.2KV}} = \frac{10.5 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot (34500)} = 175.7 A$$

Resumen de cálculos parciales

RELÉ	I_{nom}	I_{cc}	$I_{cc} / 20$	TI
1	114.81	1438.19	71.9	150 / 5
2	114.81	1438.19	71.9	150 / 5
3	229.62	1438.19	71.9	250 / 5
4	87.85	881.43	44.07	100 / 5
5	87.85	1451.47	72.57	100 / 5
6	87.85	1451.47	72.57	100 / 5
7	175.71	1451.47	72.57	200 / 5
8	52.71	12906.9	645.34	700 / 5

Ajustes de la unidad instantánea, TAP y dial de los relés de fase para garantizar una protección coordinada. Considere un tiempo de margen de 0.4 sg. Dibujar la curva del relé 6, referido a 13.2 KV.

- **Cálculo del TAP en el relé 1:**

$$TAPR_1\emptyset = 1.5 * 114.8 * \frac{5}{150} = 5.74A \rightarrow TAPR_1\emptyset = 6A$$

- **Cálculo del TAP en el relé 2:**

$$TAPR_2\emptyset = 1.5 * 114.8 * \frac{5}{150} = 5.74A \rightarrow TAPR_2\emptyset = 6A$$

- **Cálculo del TAP en el relé 3:**

$$TAPR_3\emptyset = 1.5 * 229.62 * \frac{5}{250} = 6.88A \rightarrow TAPR_3\emptyset = 7A$$

- Cálculo del TAP en el relé 4:

$$TAPR_4\varnothing = 1.5 * 87.85 * \frac{5}{100} = 6.58A \rightarrow TAPR_4\varnothing = 7A$$

- Cálculo del TAP en el relé 5:

$$TAPR_5\varnothing = 1.5 * 87.85 * \frac{5}{100} = 6.58A \rightarrow TAPR_5\varnothing = 7A$$

- Cálculo del TAP en el relé 6:

$$TAPR_6\varnothing = 7A$$

- Cálculo del TAP en el relé 7:

$$TAPR_7\varnothing = 1.5 * 175.71 * \frac{5}{200} = 6.58A \rightarrow TAPR_7\varnothing = 7A$$

- Cálculo del TAP en el relé 8:

$$TAPR_8\varnothing = 1.5 * 52.71 * \frac{5}{700} = 0.5647 A \rightarrow TAPR_8\varnothing = 1A$$

Cálculo de los Instantáneos y Dial:

- Relé 1:

$$INSTR_1\varnothing = 0.5 * 1438.2 * \frac{5}{150} = 23.97 A \rightarrow INSTR_1\varnothing = 24 A$$

$$I_{instaR1vistaprim}\varnothing = 24 * \frac{150}{5} = 720 A$$

$$MultiploR_1 = 720 * \frac{5}{150} * \frac{1}{6} = 4 veces$$

Según la curva, para mínimo dial $R1=1/2$ y múltiplo 4 veces:
topeaciónR1= 0.16 s.

Relé 2:

$$INSTR_2 \varnothing = 0.5 * 1438.2 * \frac{5}{150} = 23.97 A \rightarrow INSTR_2 \varnothing = 24 A$$

$$I_{instaR2vistaprim} \varnothing = 24 * \frac{5}{150} = 720 A$$

$$\begin{aligned} MultiploR_2 &= I_{instaR2vistaprimario} * RTIR_2 * \frac{1}{tapR_2} \\ &= 720 * \frac{5}{150} * \frac{1}{6} = 4 veces \end{aligned}$$

Según la curva, para mínimo dial $R2=1/2$ y múltiplo 4 veces:
topeaciónR2= 0.16 s.

- Relé 3:

$t_{\text{operación del relé 3}}$:

$$t_{\text{operación relé 3}} = t_1 + t_{\text{margen}} = 0.16 \text{ s} + 0.4 \text{ s} = 0.56 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{Multiplo}_{R_3} &= I_{\text{insta}R_2} \text{vista}_{\text{primario}} * RTIR_3 * \frac{1}{t_{\text{ap}R_3}} \\ &= 720 * \frac{5}{250} * \frac{1}{7} = 2.05 \text{ veces} \end{aligned}$$

Según la curva del relé, para un múltiplo de 2.05 veces y $t_{\text{operación}}$ de 0.56 sg, se tiene un dial de $R3 = 1/2$.

El instantáneo del R3 se anula por estar en el lado de baja del transformador. Como el transformador es Dy y la corriente de falla mínima es bifásica, se debe multiplicar por $\frac{\sqrt{3}}{2}$ la corriente de la barra siguiente.

$$\begin{aligned}
 \text{Multiplo}_{R3 \text{ falla } 2\phi} &= \frac{\sqrt{3}}{2} * I_{CC3\phi R2} * RTIR_3 * \frac{1}{TAPR_3} \\
 \text{Multiplo}_{R3 \text{ falla } 2\phi} &= \frac{\sqrt{3}}{2} * I_{CC3\phi R2} * RTIR_3 * \frac{1}{TAPR_3} \\
 \text{Multiplo}_{R3 \text{ falla } 2\phi} &= \frac{\sqrt{3}}{2} * 1438.19 * \frac{5}{250} * \frac{1}{7} = 3.53 \text{ veces}
 \end{aligned}$$

Para un múltiplo de 3.53 veces y dial de $\frac{1}{2}$, se obtiene un tiempo de operación de :

$$t_{\text{operación } R3 \text{ falla } 2\phi} = 0.2 \text{ s}$$

-Relé 4:

toperación relé 4 = 0.2 s + 0.4 s = 0.6 s

$$Multiplo_{R4\ fallaR3vistaR4} = I_{CC_{3\phi R3}} * RTI_{Trans.pot} * RTIR_4 * \frac{1}{TAPR_4}$$

$$Multiplo_{R4\ fallaR3vistaR4} = 1438.19 * \frac{13.2}{34.5} * \frac{5}{100} * \frac{1}{7} = 3.53 veces$$

Según la curva del relé, para un múltiplo de 3.93 veces y toperación de 0.6 sg, se tiene un dial R4= 2.

El cálculo de instantáneo del Relé 4 es:

$$INSTR_4 \emptyset = 1.25 * I_{CC3 \emptyset_{R3}} * Rela.Trans.pot * RTIR_4$$

$$INSTR_4 \emptyset = 1.25 * 1438.19 * \frac{13.2}{34.5} * \frac{5}{100} = 34.38A \rightarrow INSTR_4 \emptyset = 35A$$

$$I_{instvistaprimR4} \emptyset = 35 * \frac{100}{5} = 700A$$

$$MultiploR_4 = I_{instvistaprimR4} * RTIR_4 * \frac{1}{TapR_4} = 700 * \frac{5}{100} * \frac{1}{7} = 5veces$$

Para un múltiplo de 5 veces y dial de 2, se obtiene un tiempo de operación de:

$$t_{operación R4 falla3refR4} = 0.5 s$$

-Relé 5:

-Cálculo del tiempo de operación del relé de respaldo: toperación

$$\text{Relé 5} = 0.5 \text{ s} + 0.4 \text{ s} = 0.9 \text{ s}$$

$$I_{instvistaprimR4} \emptyset = 35 * \frac{100}{5} = 700 A$$

$$INSTR_5 \emptyset = 1.25 * 881.43 * \frac{5}{100} = 55.08 A \rightarrow \text{INSTR}_5 = 55 A$$

$$I_{instvistaprimR5} \emptyset = 55 * \frac{100}{5} = 1100 A$$

$$\begin{aligned} \text{Multiplo}_{R5 \text{ falla } R4} &= I_{instR4} * RTIR_5 * \frac{1}{TapR_5} \\ &= 700 * \frac{5}{100} * \frac{1}{7} = 5 \text{ veces} \end{aligned}$$

Según la curva del relé, para un múltiplo de 5 veces y toperación=0.9 sg, se tiene un **dial R5 de 4**.

El cálculo de instantáneo del Relé 5 es:

Según la curva del relé, para un múltiplo de 5 veces y toperación=0.9 sg, se tiene un dial R5 de 4.

El cálculo de instantáneo del Relé 5 es:

$$INSTR_5 \emptyset = 1.25 * 881.43 * \frac{5}{100} = 55.08A \rightarrow INSTR_5 = 55A$$

$$Inst_{vistaprimR5} \emptyset = 55 * \frac{100}{5} = 1100A$$

-Relé 6:

El relé 6 tiene la configuración definida:

$I_{primR6} = 1000 \text{ A}$

Dial R6 = 5

$TAPR6 = 7 \text{ A}$

$$I_{InstaR_5} \emptyset = 1100 \text{ A}$$

$$I_{InstaR_6} \emptyset = 1000 \text{ A}$$

-Relé 7:

Este relé debe servir de respaldo para los relés 5 y 6, por lo tanto debe coordinarse con la menor corriente de cortocircuito de estos relés:

Se selecciona $I_{INSTR6} \emptyset = 1000 \text{ A}$ y se verifica el tiempo

de los dos relés para esta corriente.

Tiempo de operación del rele R5:

$$Multiplo_{R5} = I_{inst}R_5 * RTIR_5 * \frac{1}{Tap_5} = 1000 * \frac{5}{100} * \frac{1}{7} = 7.14 veces$$

Según la curva del relé, para un múltiplo de 7.14 veces y un dial de 4, se tiene un **tiempo de operación R5=0.5 s.**

Tiempo de operación del rele R6:

$$Multiplo_{R6} = I_{inst}R_6 * RTIR_6 * \frac{1}{Tap_6} = 1000 * \frac{5}{100} * \frac{1}{7} = 7.14 veces$$

Según la curva del relé R6, para un múltiplo de 7.14 veces y un dial de 5, se tiene un **tiempo de operación R6=0.67 s.(mayor)**

Se selecciona el tiempo mas demorado entre los dos rele, que es el de R6 = 0.67 s.

Por lo tanto, el relé 7 debe operar en un tiempo de respaldo de R6
 $t_{\text{respaldoRelé7}} = 0.67 \text{ s} + 0.4 \text{ s} = 1.07 \text{ s}.$

$$\text{Multiplo}_{R7} = I_{\text{insta}R6} \cdot RTIR_7 * \frac{1}{\text{Tap}R_7} = 1000 * \frac{5}{200} * \frac{1}{7} = 3.57 \text{ veces}$$

Según la curva del relé, para un múltiplo de 3.57 veces y un toperación R7 de 1.07 s, se tiene un **dial R7= 3.**

El instantáneo para el relé 7 SE ANULA.

Múltiplo R7 para la $I_{cc3\Phi}$ en la barra C ó $I_{cc}R6$.

$$\text{Multiplo}R_7 = I_{cc_{3\Phi R6}} * RTI_7 * \frac{1}{\text{Tap}R_7} = 1451.47 * \frac{5}{200} * \frac{1}{7} = 5.18 \text{ veces}$$

Según la curva del relé R7, para un múltiplo de 5.18 veces y un dial de 3, el toperación R7 = 0.7 s.

- Relé 8:

El relé 8 tiene un tiempo de respaldo de:

$$t_{operaciónRelé8} = 0.7 \text{ s} + 0.4 \text{ s} = 1.1 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} Multiplo_{R8} &= I_{cc_{3\phi}} R_6 * RTI_{trans.pot} * RTIR_8 * \frac{1}{TapR_8} \\ &= 1451.47 * \frac{34.5}{115} * \frac{5}{700} * \frac{1}{1} = 3.11 veces \end{aligned}$$

Según la curva del relé, para un múltiplo de 3.11 veces y toperación de 1.1 s, se tiene un **dial R8=2**.

- Relé 8:

El relé 8 tiene un tiempo de respaldo de:

$$\text{tooperaciónRelé8} = 0.7 \text{ s} + 0.4 \text{ s} = 1.1 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{Multiplo}_{R8} &= I_{cc_{3\phi}} R_6 * RTI_{trans.pot} * RTIR_8 * \frac{1}{TapR_8} \\ &= 1451.47 * \frac{34.5}{115} * \frac{5}{700} * \frac{1}{1} = 3.11 \text{ veces} \end{aligned}$$

Según la curva del relé, para un múltiplo de 3.11 veces y tooperación de 1.1 s, se tiene un **dial R8=2**.

El cálculo de instantáneo del Relé 8 es:

$$\begin{aligned} INSTR_8 &= 1.25 * I_{cc_{3\phi}} R_7 * RTI_{trans.pot} * RTI_8 \\ &= 1.25 * 1451.47 * \frac{34.5}{115} * \frac{5}{700} = 3.88 \rightarrow INSTR_8 = 4A \end{aligned}$$

$$InstR_{8vist\ prim} = 4 * \frac{700}{5} = 560A$$

Resumen de resultados finales

RELÉ	TAP	DIAL	INST	I _{PRIM}
1	6	1/2	24	720
2	6	1/2	24	720
3	7	1/2	-	-
4	7	2	35	700
5	7	4	55	1100
6	7	5	50	1000
7	7	3	-	-
8	1	2	4	560