

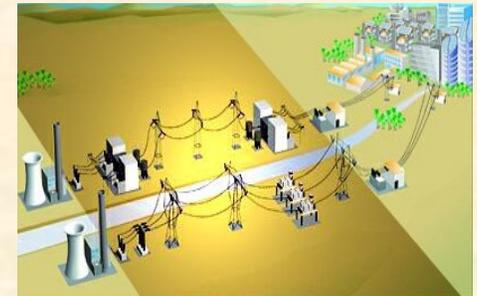


PROTECCION DE SOBRECORRIENTE

Dr. Arturo Conde Enríquez

INTRODUCCIÓN

Históricamente, los relevadores de sobrecorriente fueron una de las primeras formas de protección en sistemas eléctricos de potencia y, en la actualidad, son uno de los dispositivos más utilizados en los sistemas de protección del sistema.



El diseño de los relevadores digitales tiene como objetivo emular la operación de los dispositivos de protección electromecánicos de sobrecorriente.

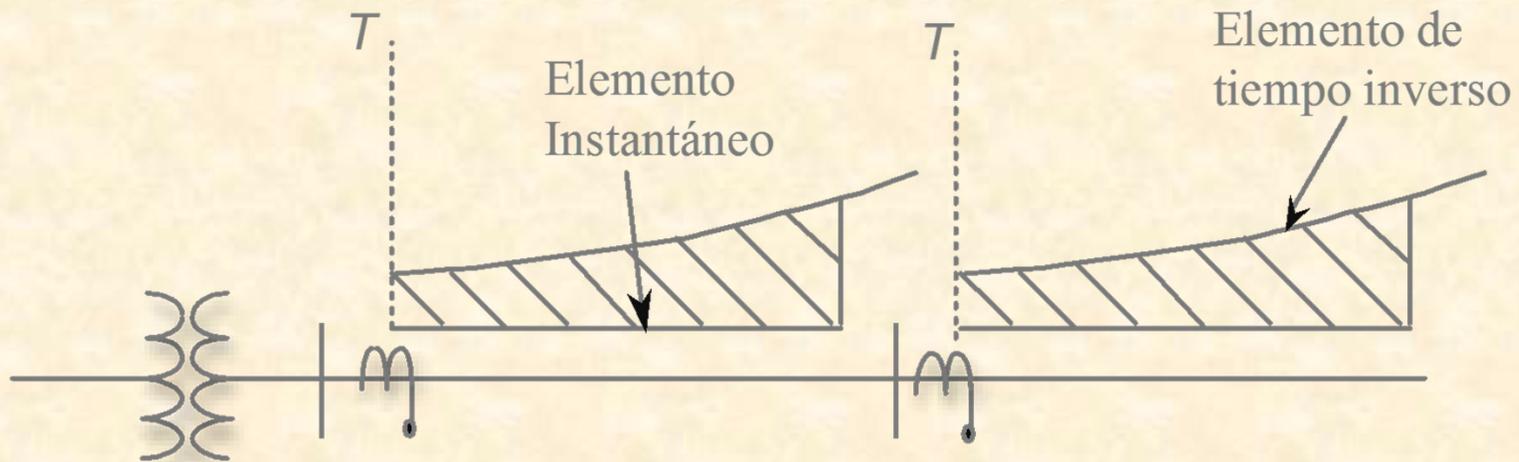
El modelo de relevador debe comprender:

- Estado dinámico de operación, ante corrientes de falla variables en el tiempo
- Estado de restauración, que se origina al ser eliminada la falla.

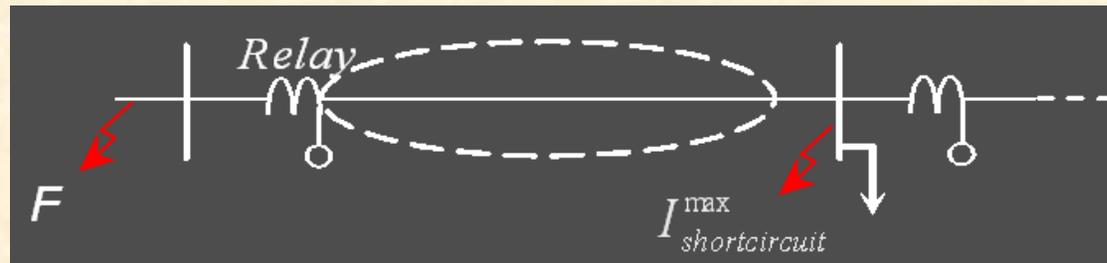


Relevador instantáneo de sobrecorriente (50)

El relevador instantáneo es usado como protección primaria para reducción el tiempo de disparo del relevador de sobrecorriente de tiempo inverso.



Cálculo de parámetros de ajuste. 50 Criterios



Relevador instantáneo de sobrecorriente

Corriente:
$$I_{pickup}^{inst} = k I_{shortcircuit}^{max} \quad K \quad (1.1 \text{ a } 1.3)$$

Tiempo: 0.015 – 0.05 s

k es un factor de seguridad que depende de la respuesta del 50 a asimetrías en la corriente de falla y del criterio conservador.

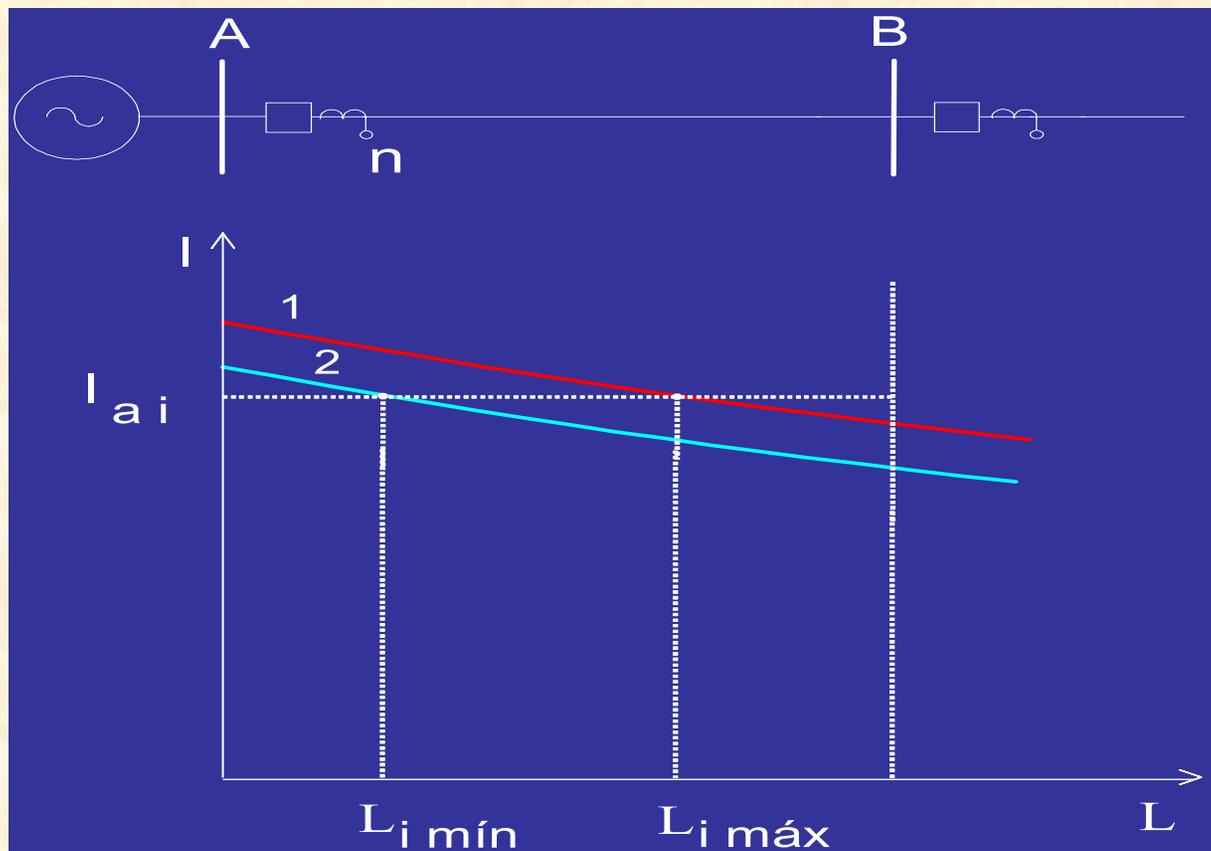
Si el valor de ajuste es menor que la máxima magnitud del cortocircuito en F no es requerida la direccionalidad.

Es importante evaluar el alcance de la protección en regimenes normales de operación.

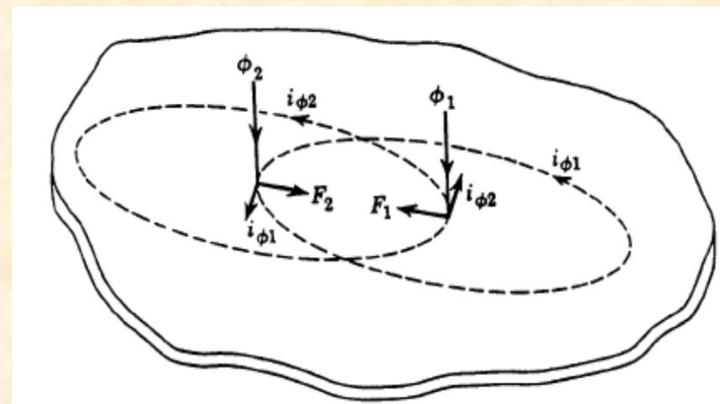
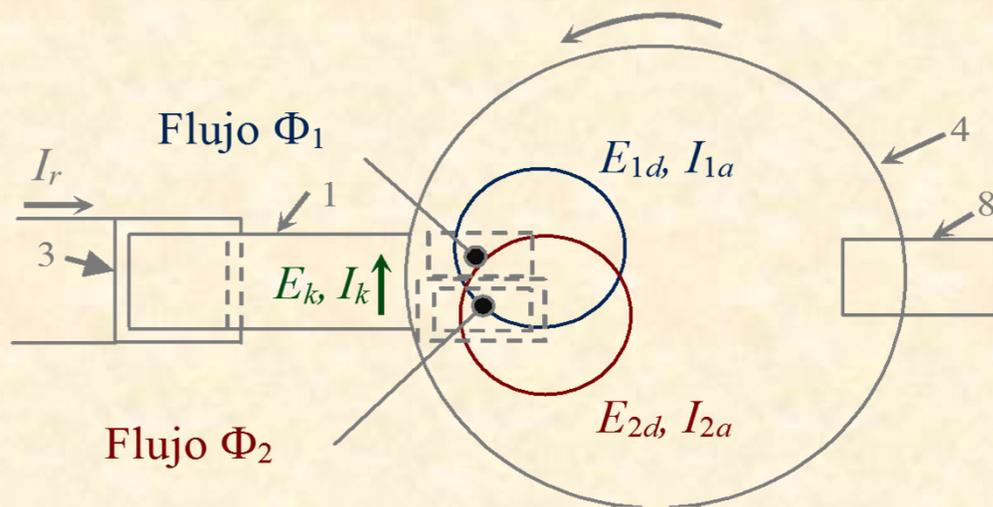
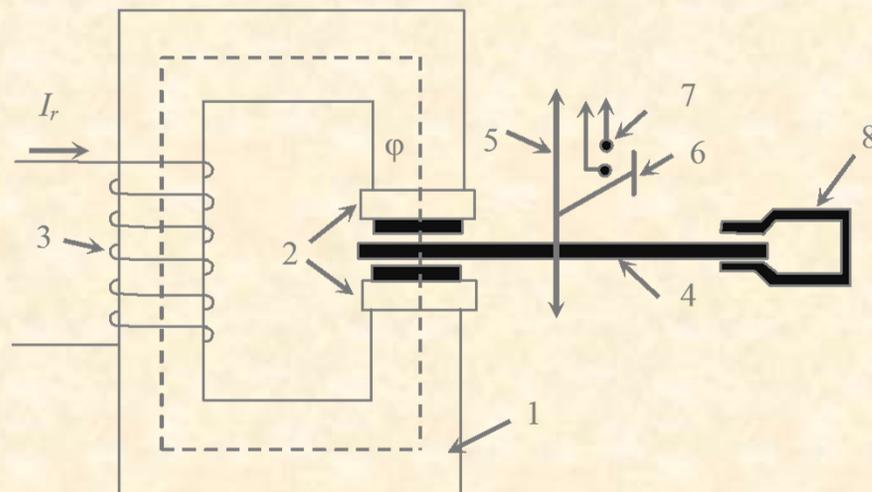
Relevador instantáneo de sobrecorriente

La protección de sobrecorriente usa la corriente como único indicador de la ubicación de la falla.

Sin embargo, la corriente de falla depende del voltaje de pre-falla y la impedancia de Thevenin en el punto de falla.



Relevador de sobrecorriente de tiempo inverso (51)



Relevador Digital de Sobrecorriente

Std. IEEE

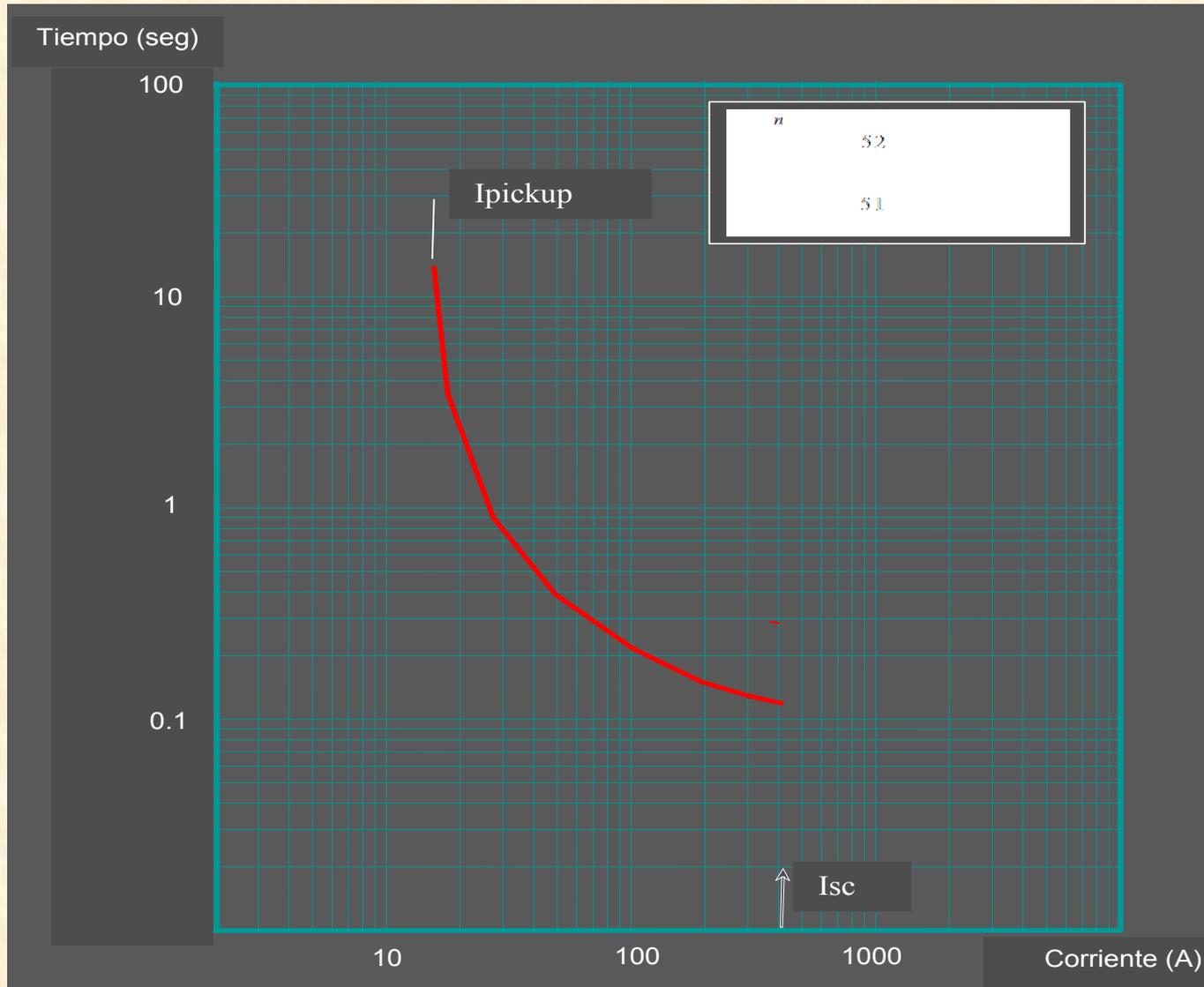
$$t(I) = \frac{A}{I^n - 1} + B$$

Std. IEC

$$t(I) = \frac{A}{(M^2 - 1)}$$

Tipo de Curva	IEC	ANSI
NI Normal Inversa	$t = TD * \frac{0.14}{(M^{0.02} - 1)}$	$t = TD * \left[\frac{5.95}{(M^2 - 1)} + 0.180 \right]$
VI Muy Inversa	$t = TD * \frac{13.5}{(M - 1)}$	$t = TD * \left[\frac{3.922}{(M^2 - 1)} + 0.0982 \right]$
EI Extremadamente Inversa	$t = TD * \frac{80}{(M^2 - 1)}$	$t = TD * \left[\frac{5.64}{(M^2 - 1)} + 0.02434 \right]$
LI Inversa de largo tiempo	$t = TD * \frac{120}{(M - 1)}$	$t = TD * \left[\frac{5.6143}{(M^1 - 1)} + 2.18592 \right]$
SI Inversa de tiempo corto	$t = TD * \frac{0.05}{(M^{0.04} - 1)}$	$t = TD * \left[\frac{0.00342}{(M^{0.02} - 1)} + 0.00262 \right]$
I Moderadamente Inversa		$t = TD * \left[\frac{0.0104}{(M^{0.02} - 1)} + 0.0226 \right]$

Relevador Digital de Sobrecorriente



Características de operación

- Las características tiempo-corriente se dan en forma de familias de curvas publicadas por los fabricantes.
- Los relevadores electrónicos analógicos y digitales se diseñan para emular las características de los relevadores analógicos con el objetivo de facilitar la coordinación.
- Las características tiempo-corriente de los relevadores de sobrecorriente electromecánicos están determinadas por la dinámica del desplazamiento del disco de inducción.

Características de operación

Estándares IEEE

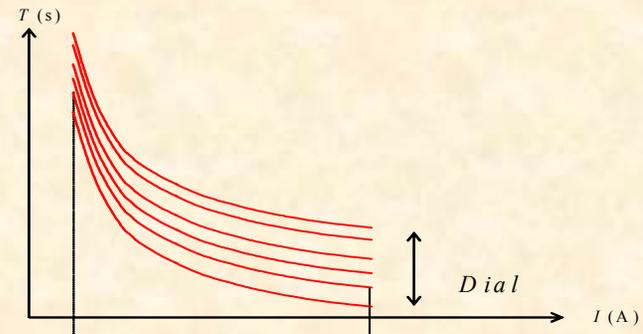
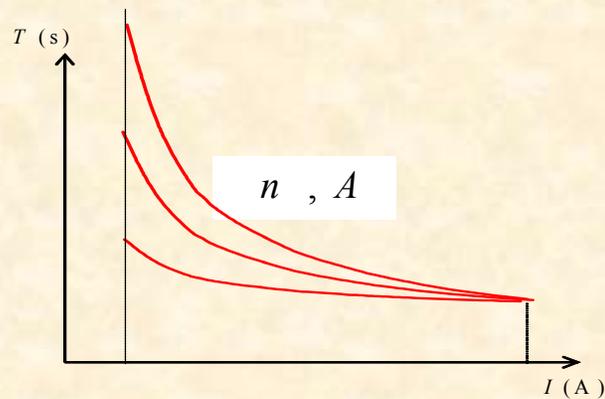
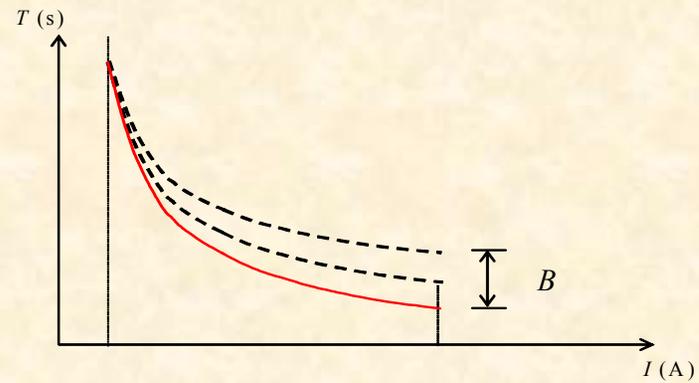
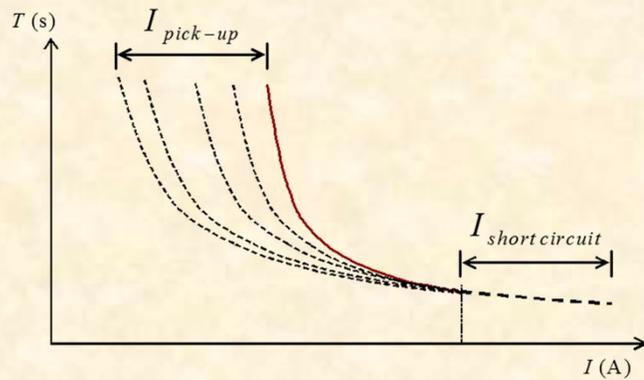
IEEE Std C37.112-1996

donde:

$$I = \frac{I_{short\ circuit}}{I_{pick-up}}$$

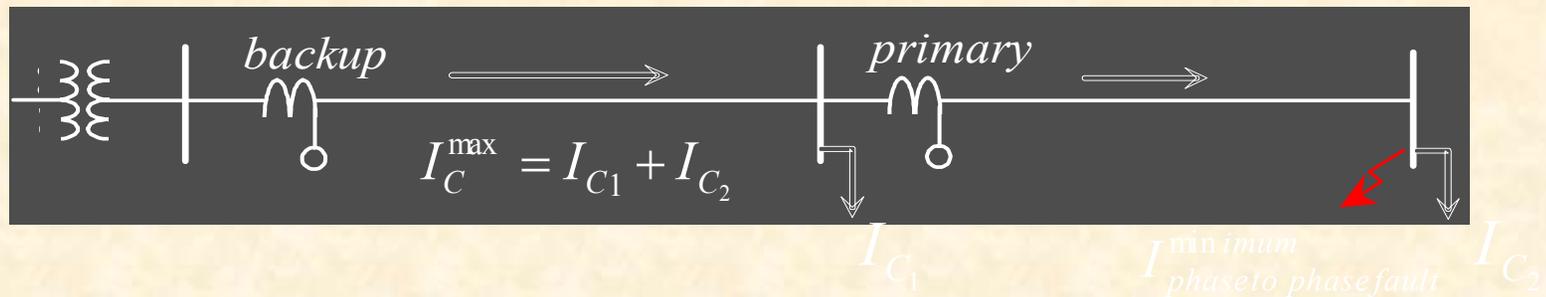
$$T = \left[\frac{A}{I^n - 1} + B \right] dial$$

Estudio Paramétrico



Cálculo de parámetros de ajuste. 51

Coordinación por corriente



Relevador de sobrecorriente de tiempo inverso

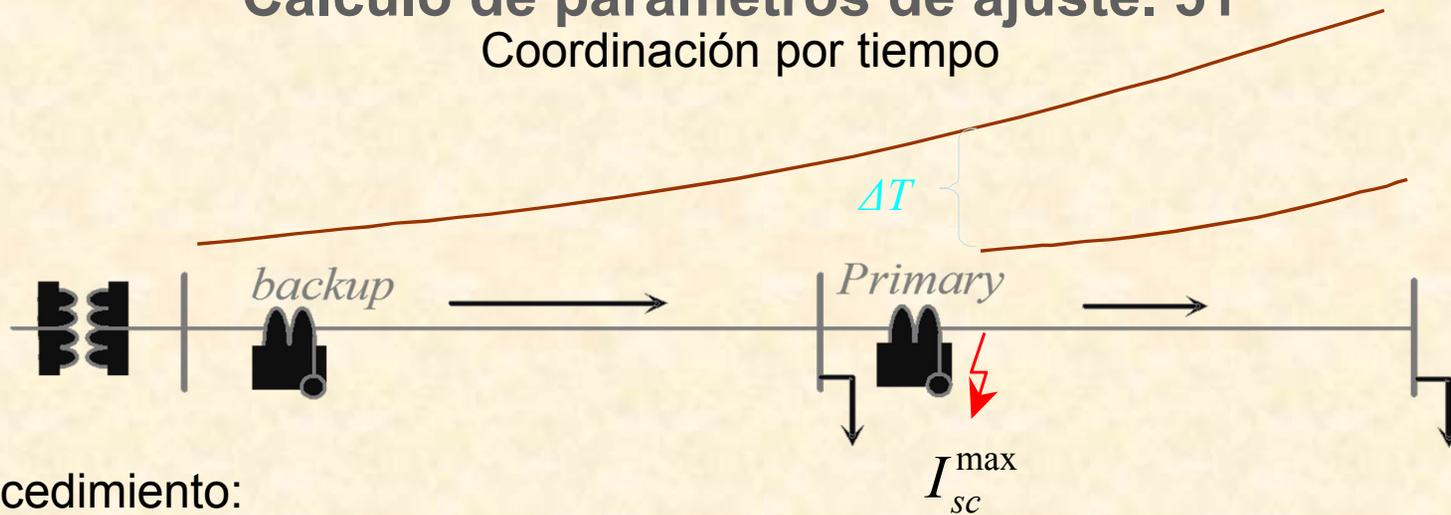
Corriente: $I_{pickup}^{backup} = k I_C^{\max}$ $I_{pickup}^{backup} \geq I_{pickup}^{primary}$

Sensibilidad:

$$Sensitivity = \frac{I_{phase\ to\ phase\ fault}^{minimum}}{I_{pickup}}$$

Cálculo de parámetros de ajuste. 51

Coordinación por tiempo



Procedimiento:

1) Determinar tiempo de rele primario

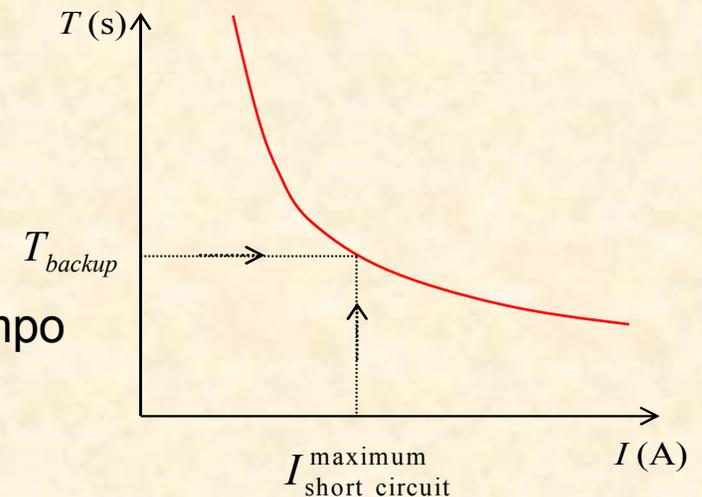
$$T_{primary} = \frac{A}{I^n - 1} + B$$

2) Determinar tiempo de rele de respaldo

$$T_{backup} = T_{primary} + CTI$$

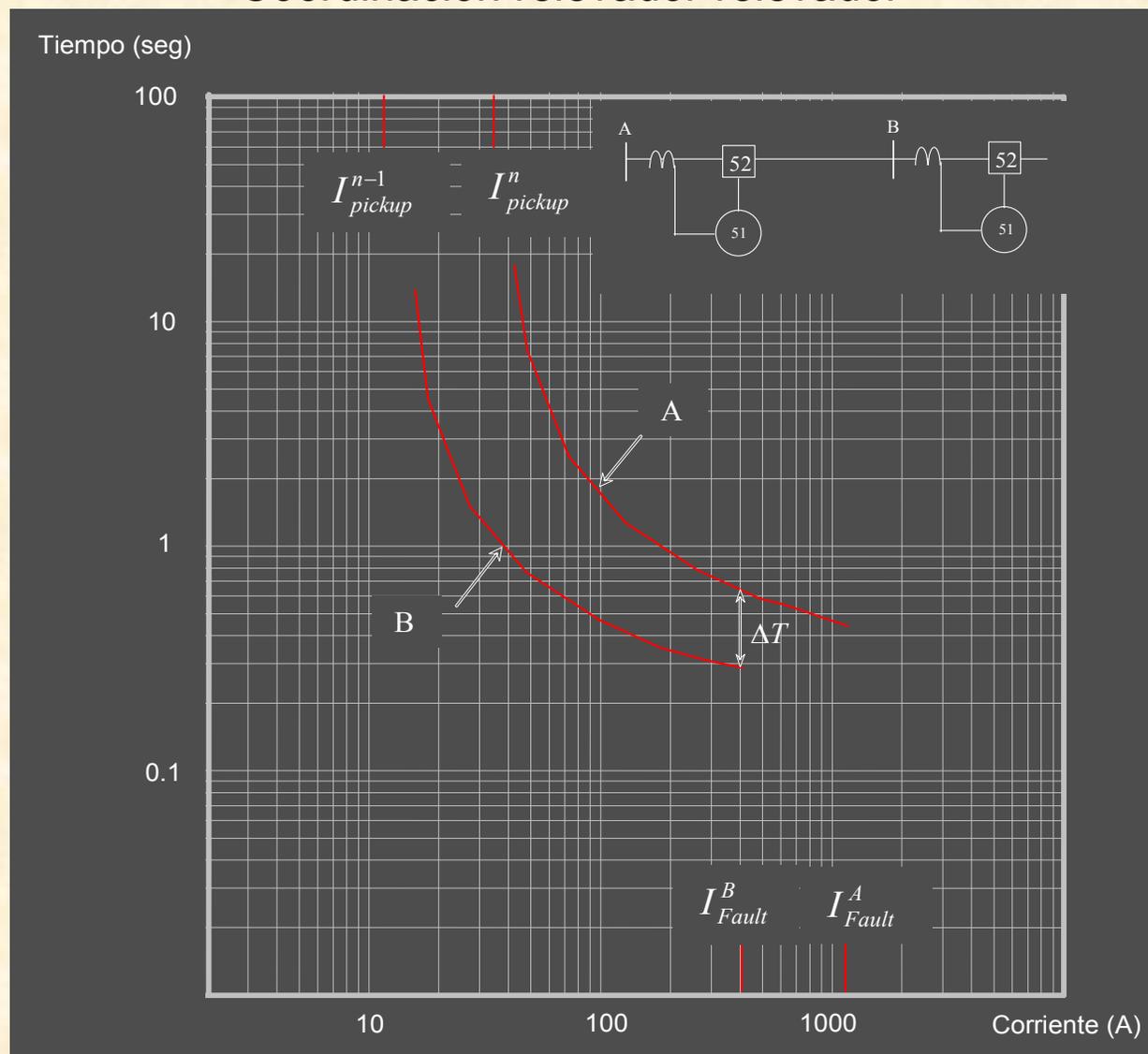
3) Con T_{backup} y I_{sc} determinar la palanca de tiempo

$$Dial = T_{backup} / \left(\frac{A}{\left(\frac{I_{sc}^{max}}{I_{pickup}^{backup}} \right)^n - 1} + B \right)$$



Coordinación de dispositivos de sobrecorriente

Coordinación relevador-relevador



Cálculo de parámetros de ajuste. 51

Criterios

CTI	{	0.033 – 0.133 s (2 a 8 ciclos) Operación del 52
		0.03 – 0.06 s Sobreviaje
		Diferentes TC, errores de equipo, errores en magnitud de corrientes de falla.

CTI=0.2 a 0.5 s comunmente 0.3s

Otros criterios:

La corriente de falla calculada debe considerar las condiciones operativas que resulten en mayor magnitud de falla.

Cuando la coordinación no sea posible (redes anillo) debe utilizarse otro principio de protección (pe. Protección piloto)

Cargabilidad del sistema: Usualmente con duración de 1 h o mas.

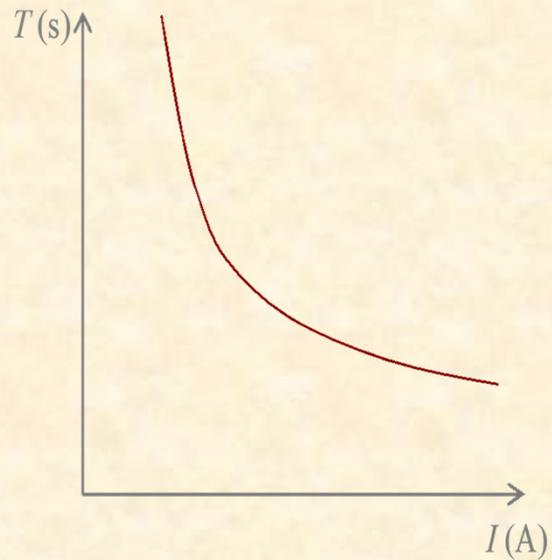
Corriente de magnetización de transformadores

En circuitos con carga fría es necesario que sea 1.25 a 1.5 veces la corriente máxima de arranque, es necesario el uso de características muy inversas.

Relevador Digital de Sobrecorriente

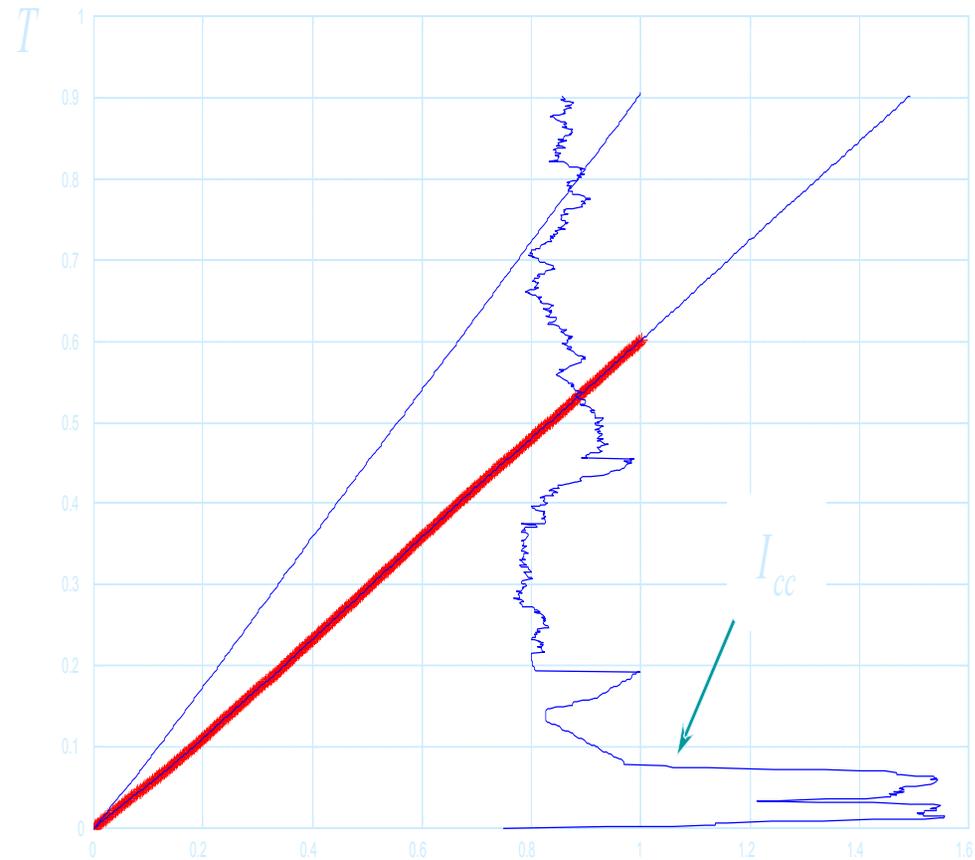
Para I_F constante:

$$T = F(I)$$

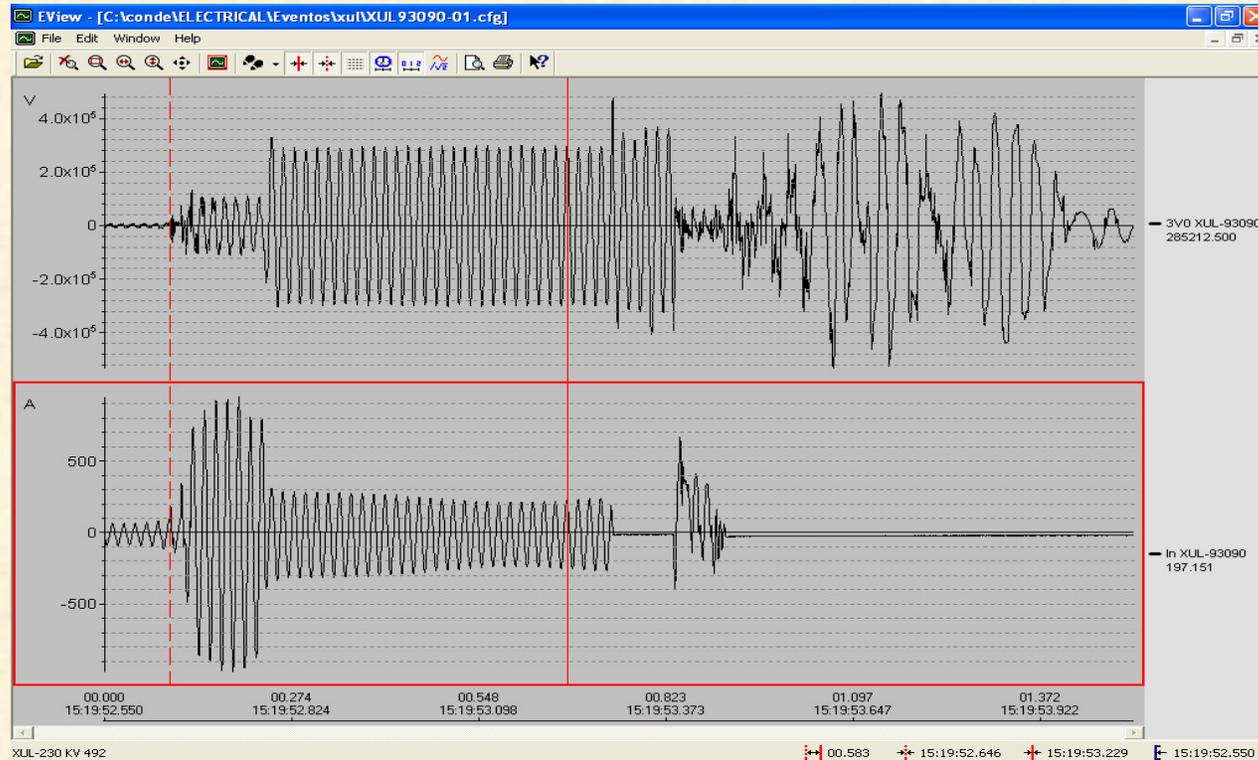


Para I_F variable:

$$\Delta t \sum_{k=1}^{k_{op}} \frac{1}{F(I_k)} = 1$$



Operación del 51



Los ajustes del 67N son:

**Relevador direccional de sobrecorriente
de tierra 67N**

$I_{pickup} = 92 \text{ A}$

**Curva Moderadamente inversa [7],
Dial=0.2**

El registro muestra el tiempo real de operación
de la protección, el tiempo registrado fue de

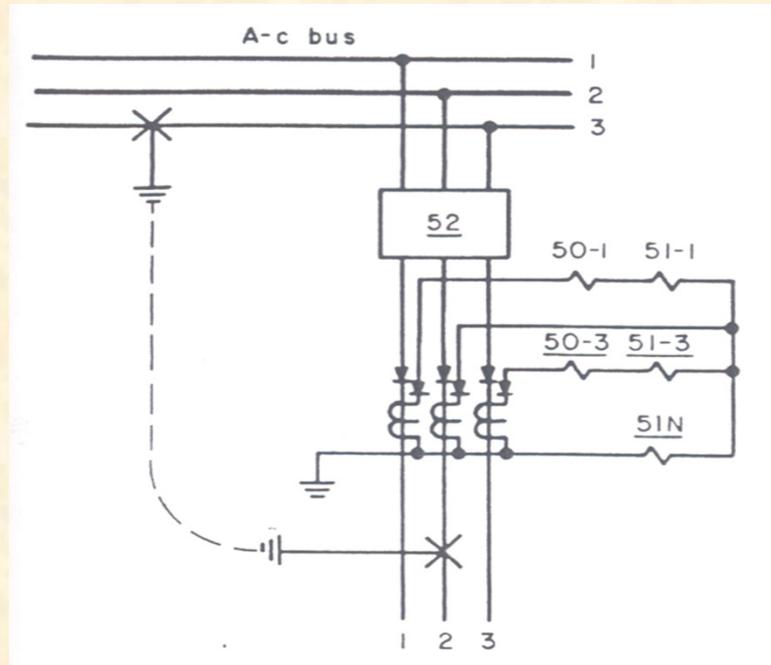
**Tiempo = 0.583 s o
34.98 ciclos (f=60hz).**

$$T = \left(\frac{0.0515}{\left(\frac{700}{92} \right)^{0.020} - 1} + 0.1140 \right) \times 0.2 = 0.2715 \text{ s}$$

Cálculo de parámetros de ajuste. 51N

Criterios

Protección de tierra



La corriente de arranque debe ser mayor a la máxima corriente de desbalance de secuencia cero tolerable por el sistema. Típicamente 0.1 a 0.5 I_{carga}

Las conexiones en delta de los transformadores interrumpen el lazo de coordinación de relevadores.

Cálculo de parámetros de ajuste. 51 Secuencia Negativa

Criterios

La coordinación no está influenciada por consideraciones de carga.

Considere el 51 de secuencia negativa como un elemento de sobrecorriente de fase "equivalente". Obtener pickup, Dial, tipo de curva, o retardo para coordinar con el primario.

Consideraciones sobre carga y el arranque en frío pueden no tenerse en cuenta.

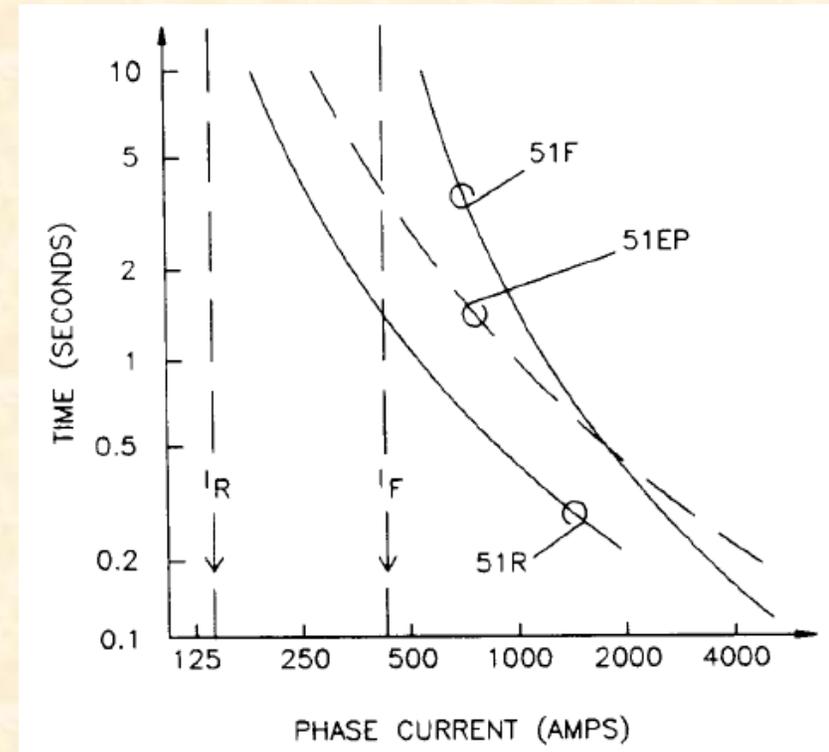
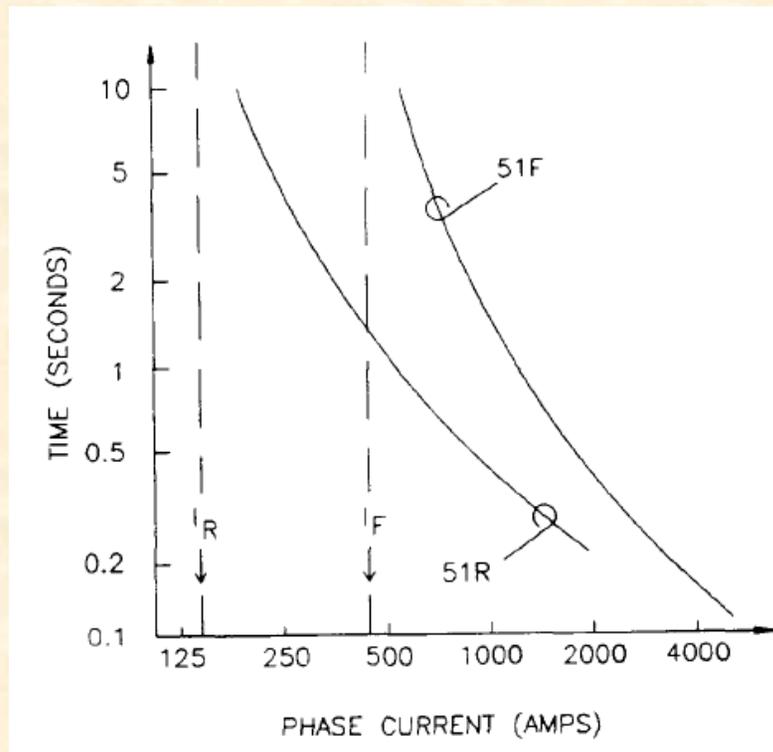
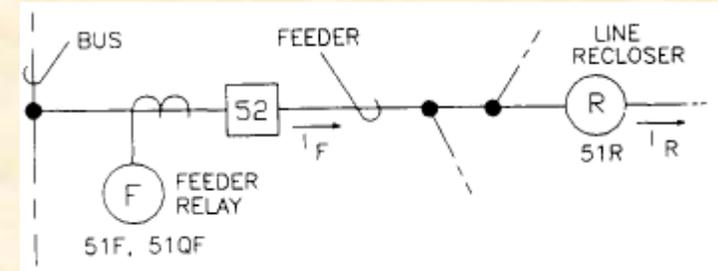
Multiplique el rele "equivalente" por $\sqrt{3}$ para convertirlo en el pickup de Sec (-).

**Negative-sequence = $\sqrt{3}$ ("equivalent" phase
overcurrent overcurrent
element pickup element pickup)**

Cálculo de parámetros de ajuste. 51 Secuencia Negativa

Cualquier dial, tipo de curva, o retardo calculado para el "equivalente" también se utiliza para el elemento de sobrecorriente de secuencia negativa sin factor de conversión aplicado.

Ajuste el siguiente elemento de sobrecorriente de secuencia negativa aguas arriba coordinando con el Rele de sec(-) aguas abajo.



LIMITACIONES DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

Sensibilidad

La magnitud de la corriente en estado estable y transitorio es variable

Tiempo de operación

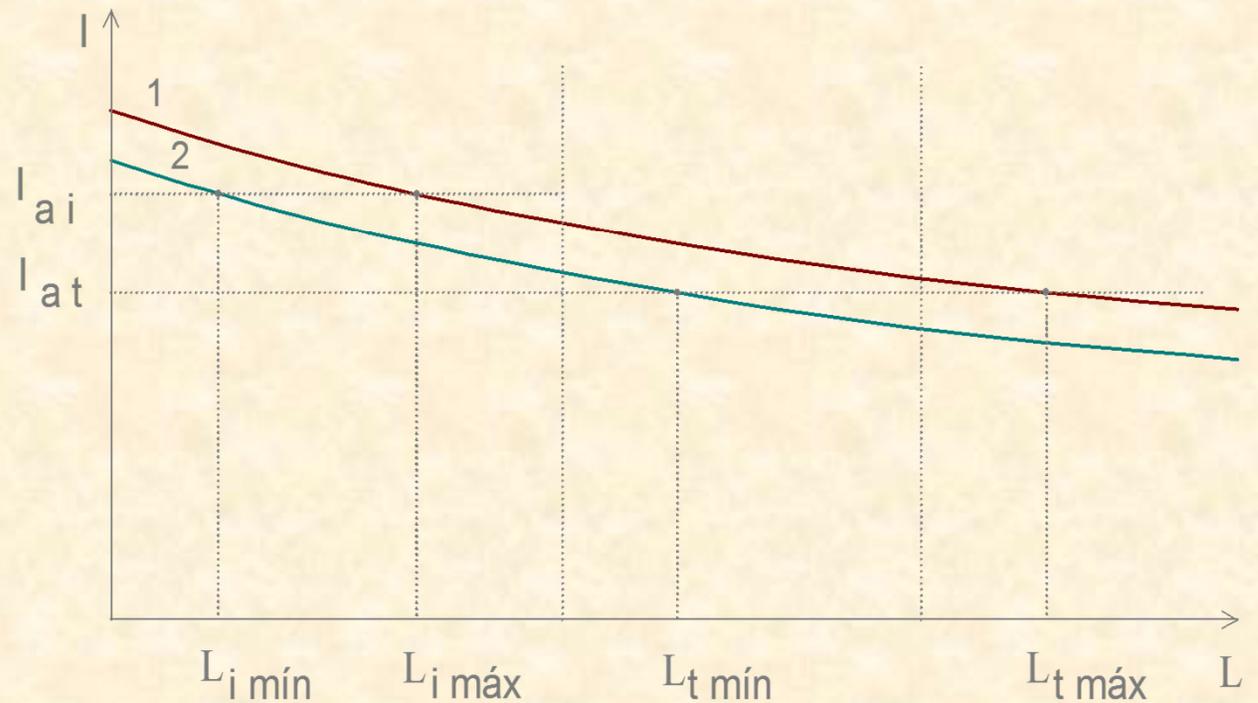
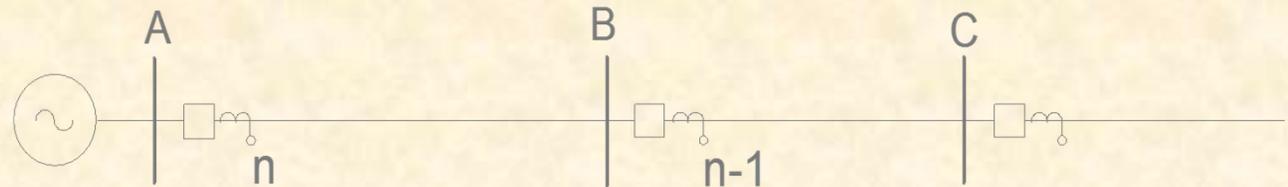
La coordinación con dispositivos de protección con características de operación diversas

LIMITACIONES DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

Sensibilidad

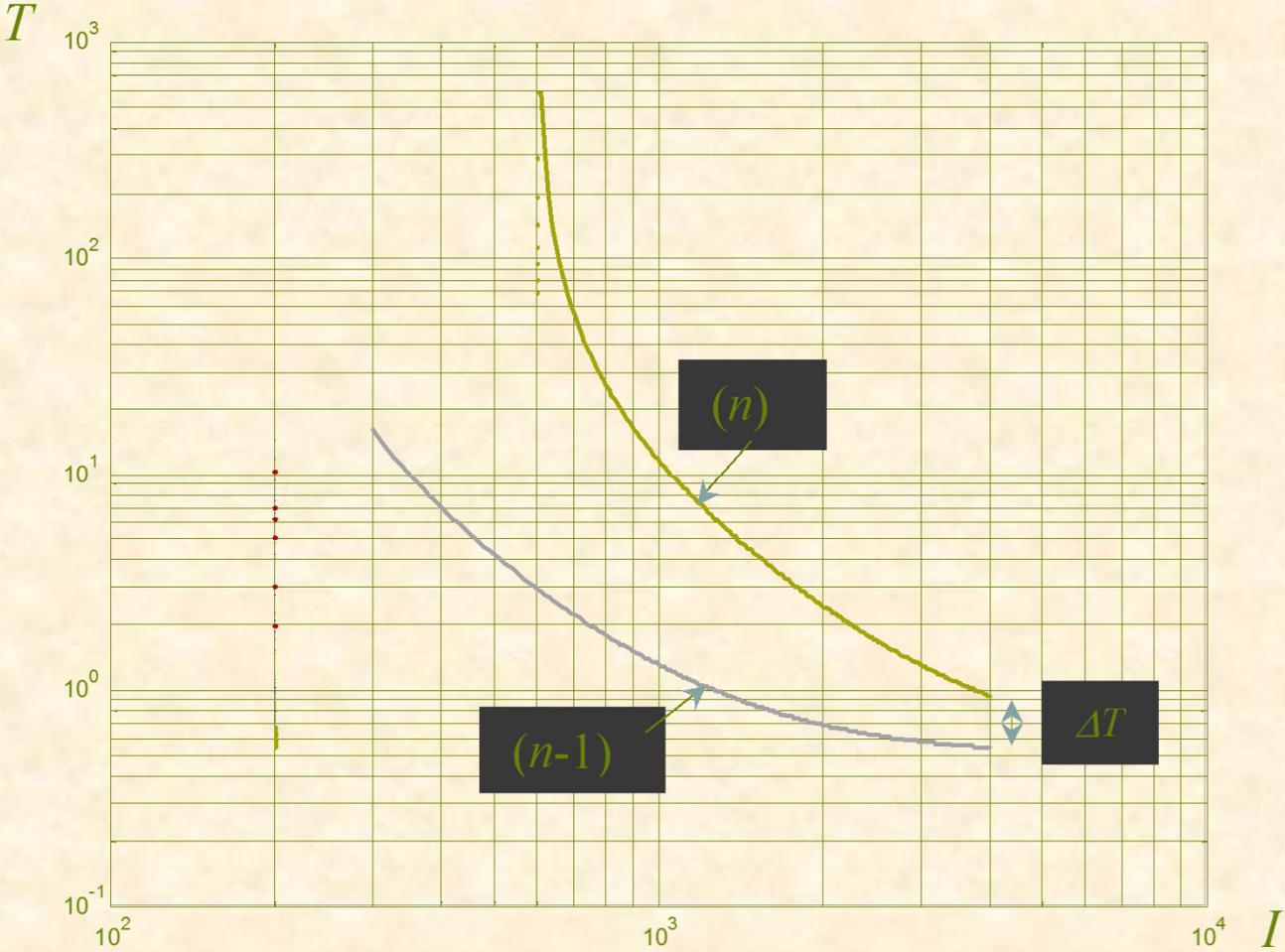
Corriente de carga \Rightarrow Valores elevados de la

Corriente de falla



LIMITACIONES DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

Tiempo de operación



Tiempo (seg)

100

10

1

0.1

10

100

1000

Corriente (A)

Fusible

Relevador de tiempo inverso

Relevador de tiempo definido

Restaurador

Relevador instantáneo

