



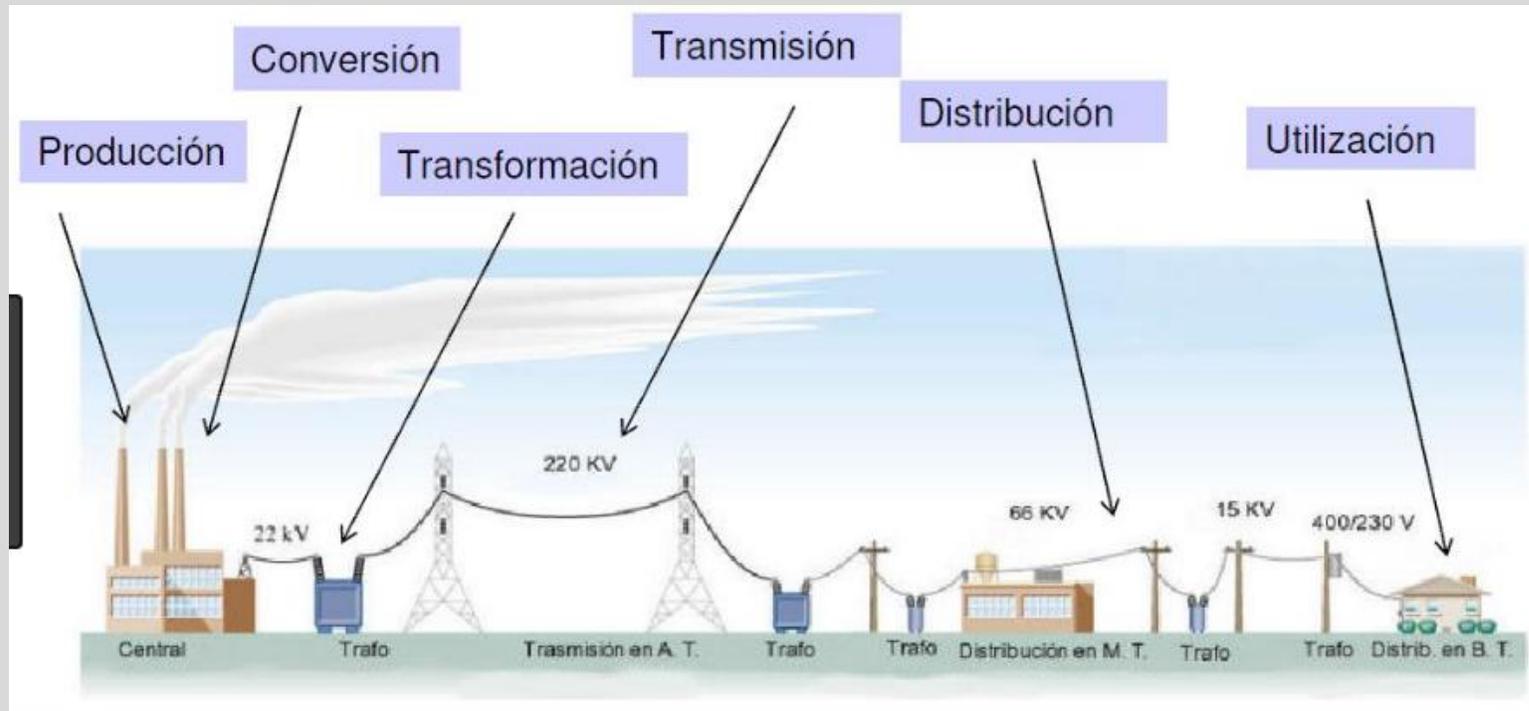
Protecciones eléctricas de transformadores de potencia, criterios y premisas para la elaboración de estudios de coordinación



Simposio sobre Inteligencia Artificial aplicada a la Ingeniería
Asunción - 2019

Ing. Elisandro E. Rodriguez B.

Introducción



Los transformadores de potencia son los **equipos vitales** para el normal funcionamiento del sistema eléctrico de potencia.

Cuando ocurre una falla en un transformador, el **daño es normalmente severo**.

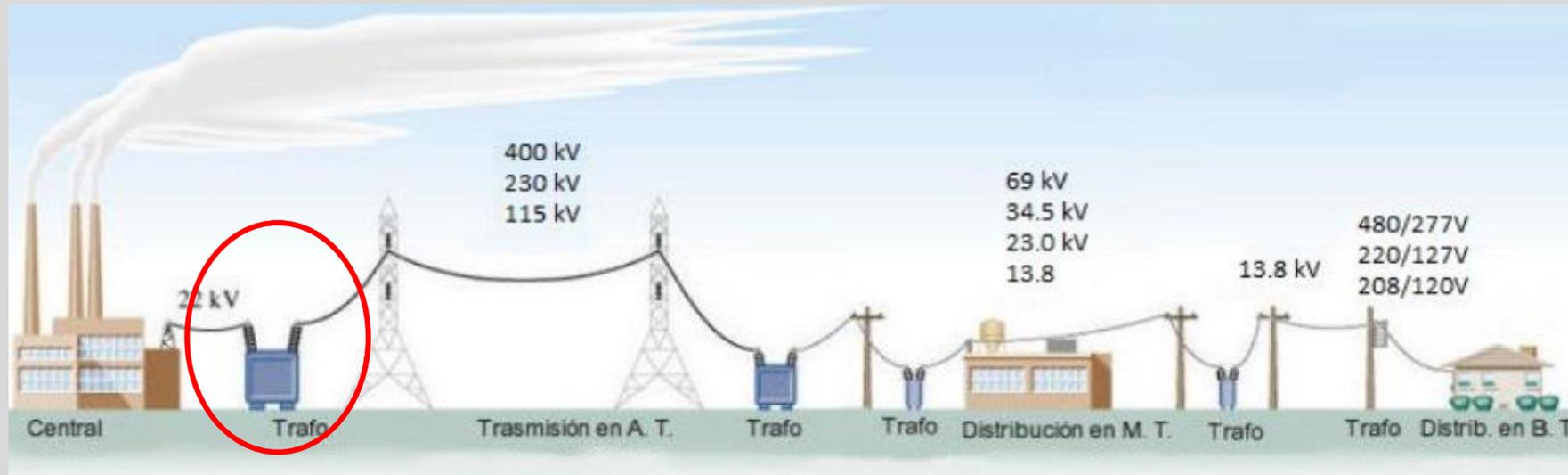
Operar un sistema de trasmisión con un transformador **fuera de servicio** es siempre muy **complicado**.

Algunos efectos de fallas en un transformador



- 1- Expansión y contracción debido al ciclo térmico
- 2- Calentamiento debido al flujo magnético
- 3- Fuerzas debido a corrientes de faltas pasantes
4. Calentamiento debido a sobrecarga o refrigeración inadecuada

Objetivo del sistema de protección



- **proteger el sistema de potencia** de las fallas en el transformador.
- **proteger el transformador** debido a las perturbaciones que ocurren en el sistema de potencia.
- **proteger al transformador** de fallas incipientes dentro del mismo.

Definiciones

DEFINICIÓN DEL RELÉ

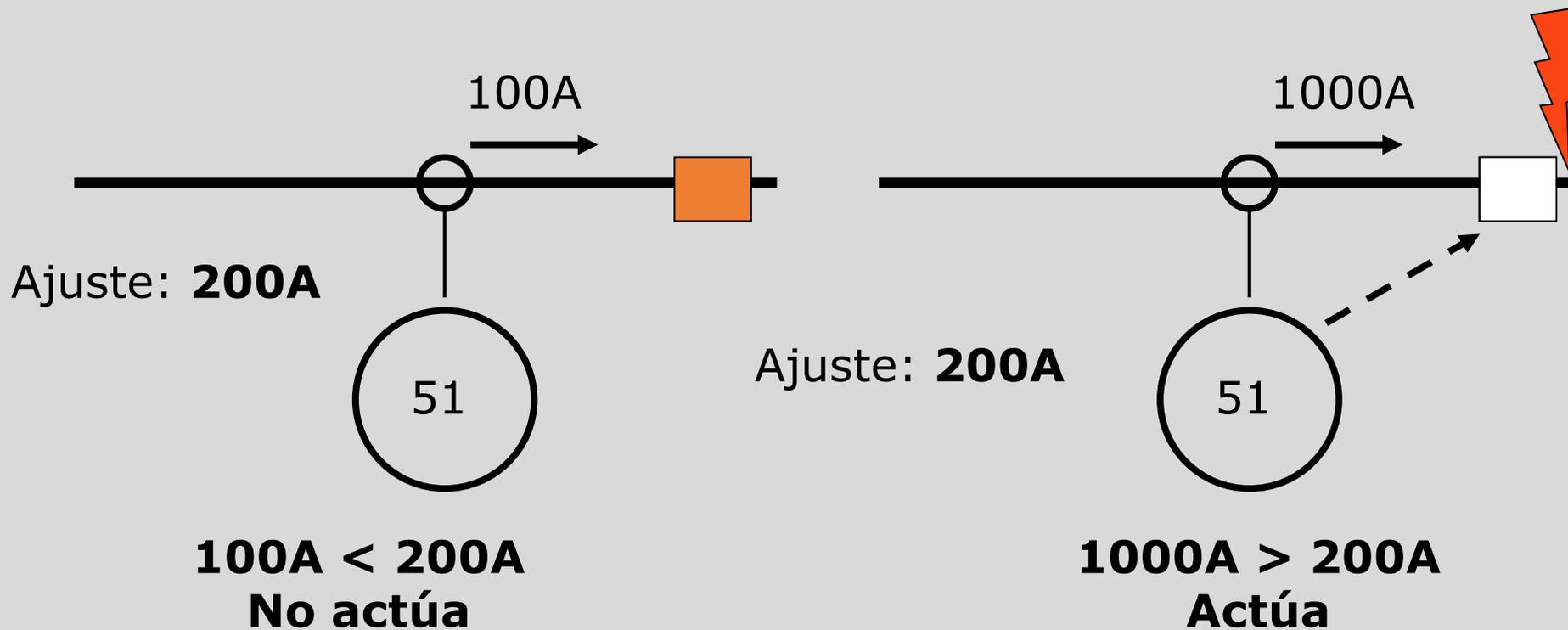
Los relés son dispositivos digitales compactos que son conectados a través de los sistemas de potencia para detectar condiciones intolerables o no deseadas dentro de un área asignada.



Definiciones

Actúan para una **corriente** predeterminada

Comparan la **corriente** del sistema con un valor especificado



Tipo de Protección según la potencia

POTÊNCIA	PROTEÇÃO
$S < 2500 \text{ KVA}$	fusíveis
$2500 < S < 5000 \text{ KVA}$	relés de sobrecorrente
$5000 < S < 10000 \text{ KVA}$	relés de sobrecorrente em conexão residual.
$S > 10 \text{ MVA}$	relé diferencial percentual com restrição harmônica, relés auxiliares (pressão, temperatura, etc.)

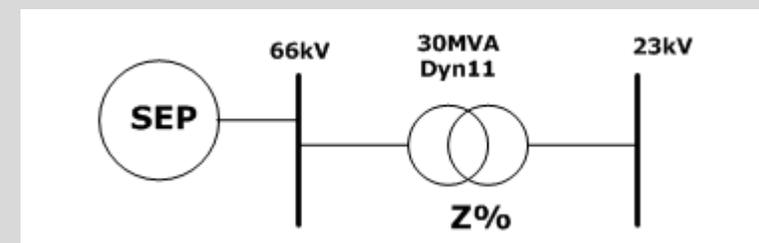
Protecciones de sobrecorriente (sobreintensidad)

Motivo de aplicación:

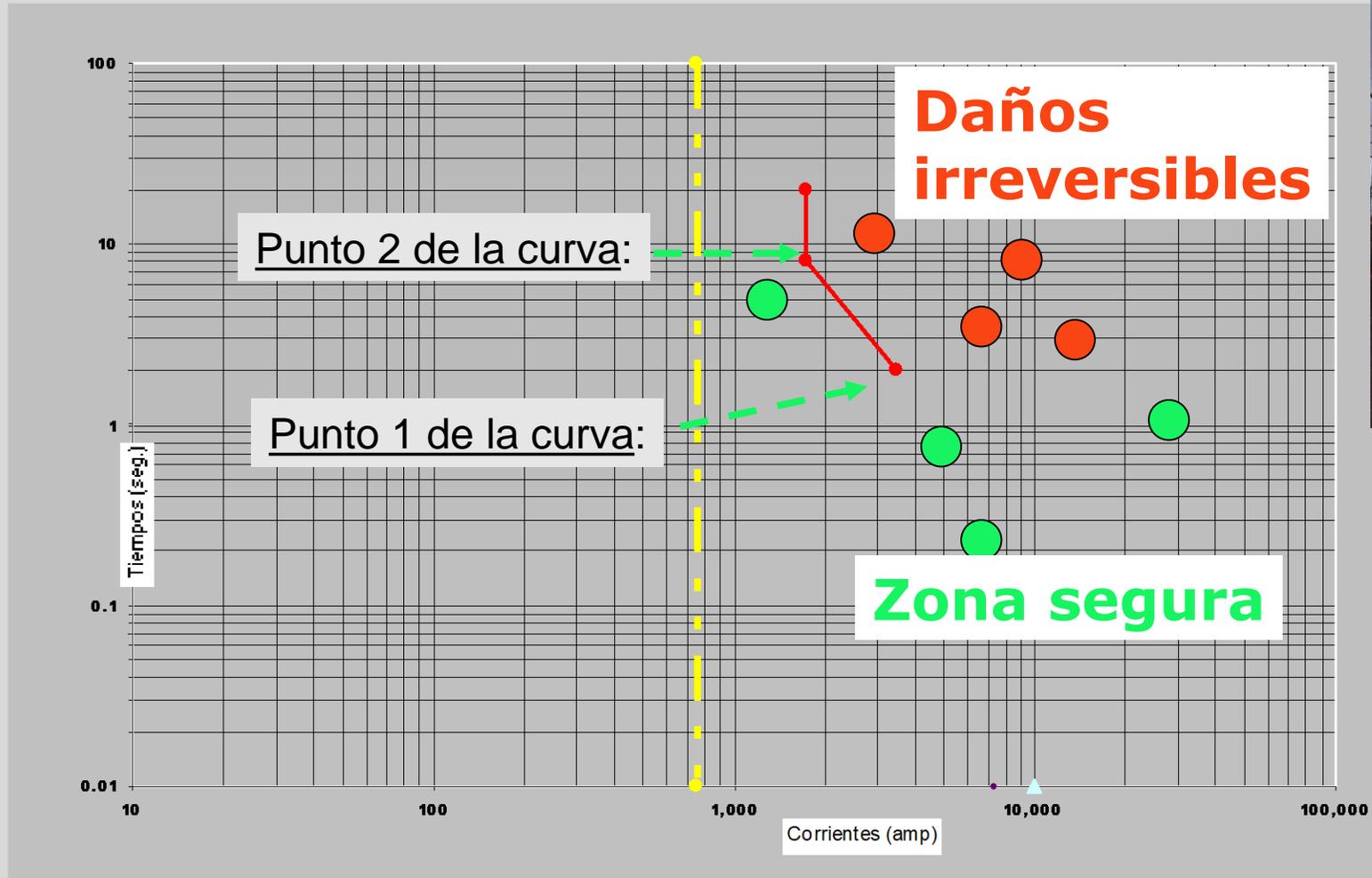
- Protección contra sobrecargas excesivas.
- Fallas externas persistentes.

Criterios (relés 51):

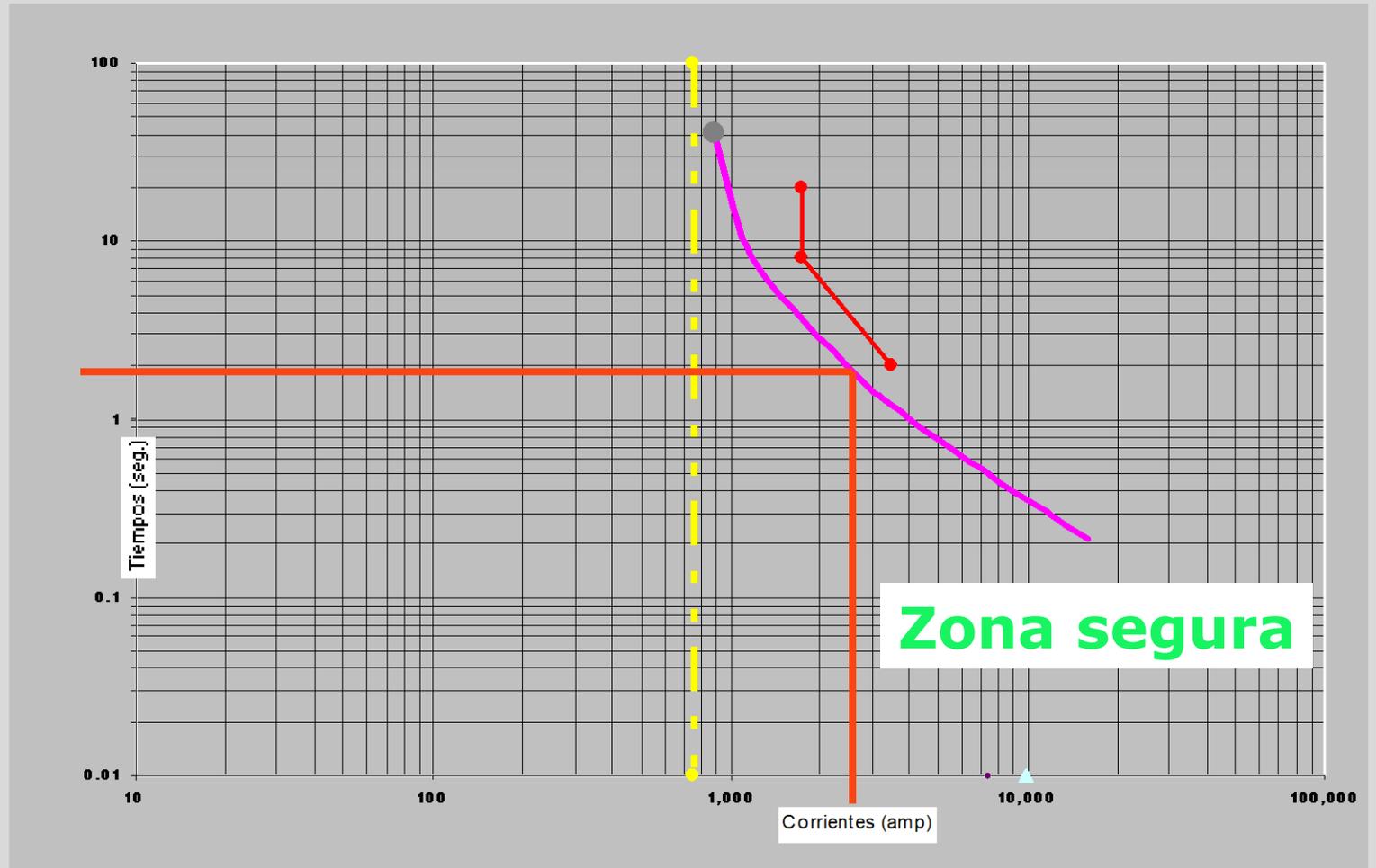
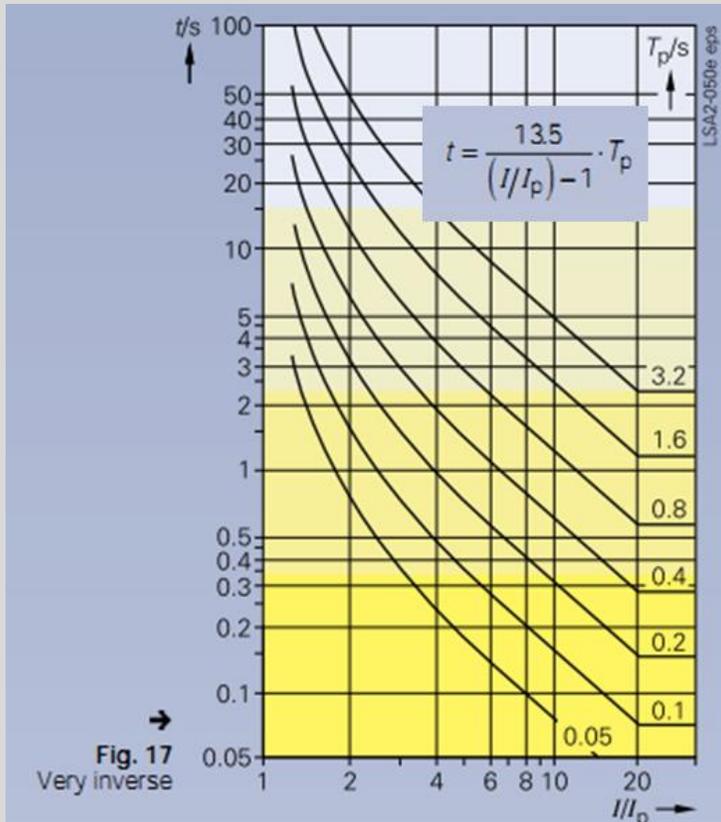
- $I_{pickup} = 120\% \text{ a } 150\%$ de la I_{nom} del TR.
- Verificar curva de soportabilidad térmica/ mecánica.



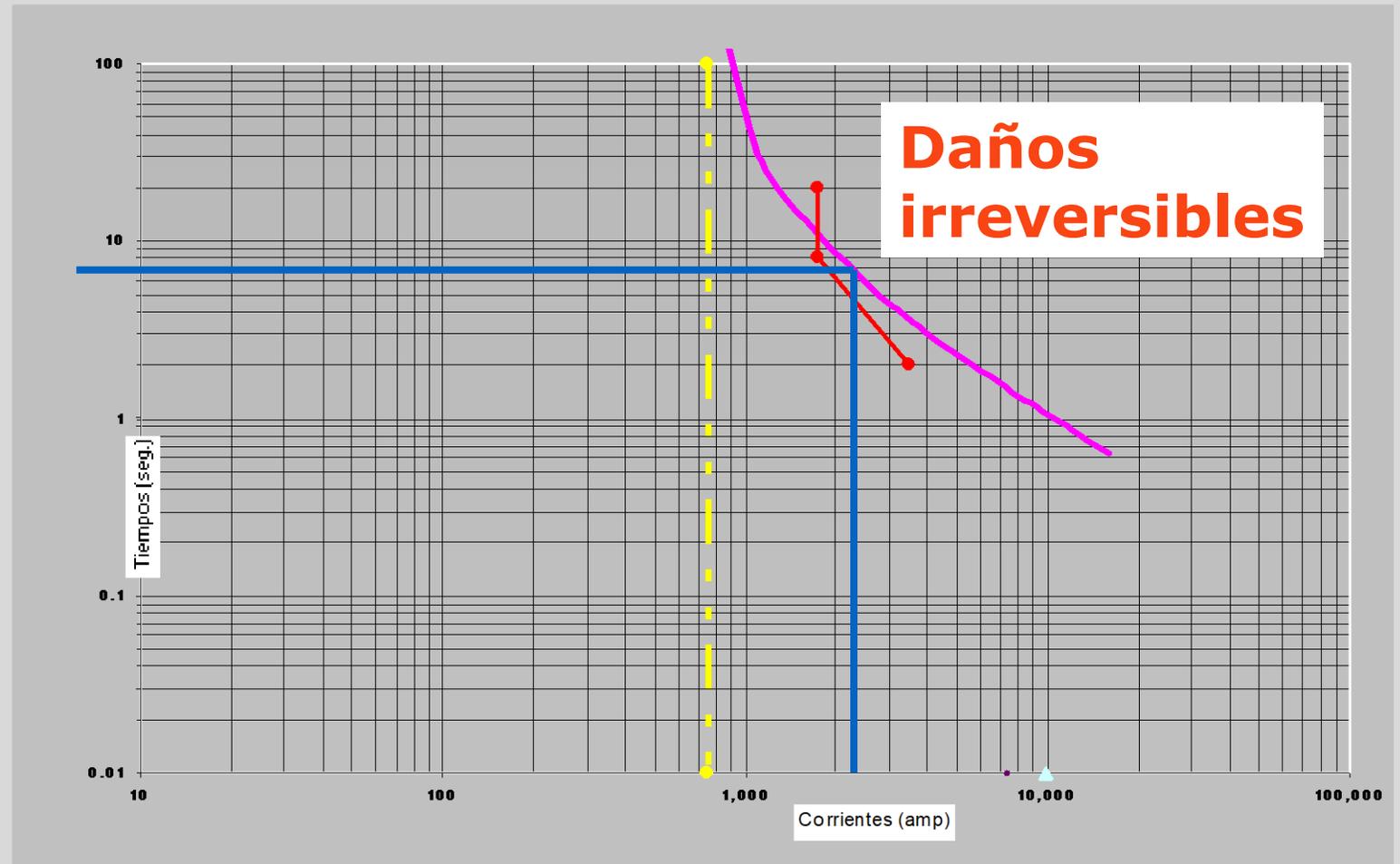
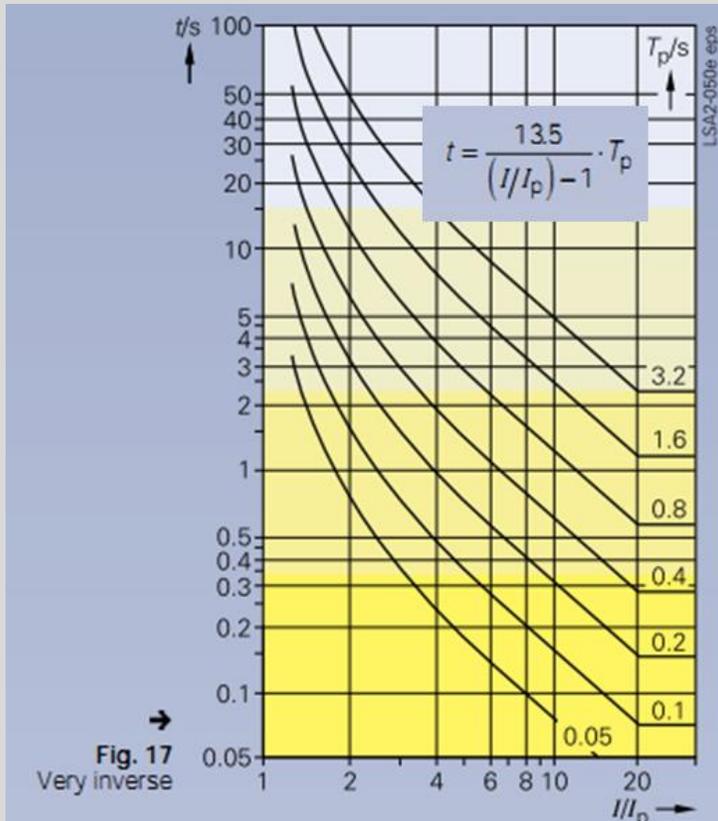
Curva de soportabilidad térmica/ mecánica



Curva de soportabilidad térmica/ mecánica

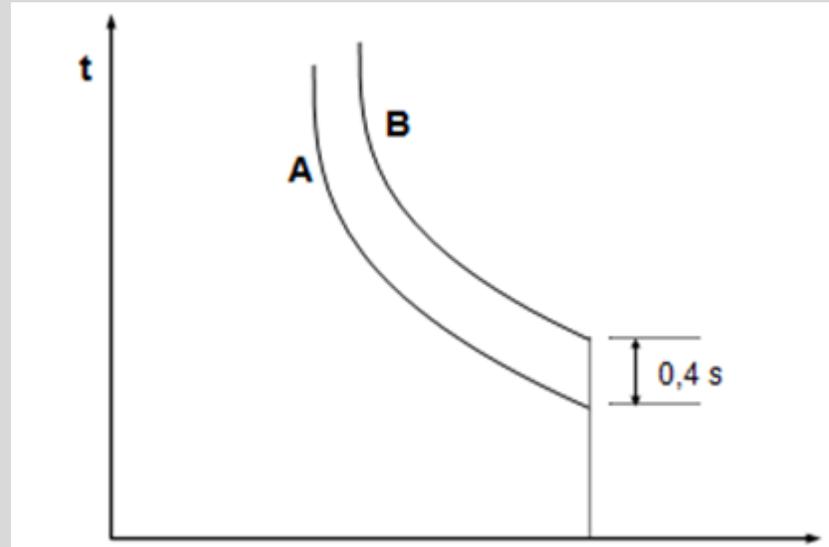
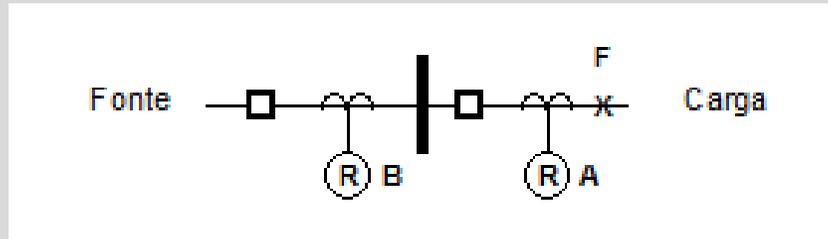


Curva de soportabilidad térmica/ mecánica



Coordinación entre relés de sobrecorriente

A- Cronométrica:



tempo de interruptor: 0,13 s

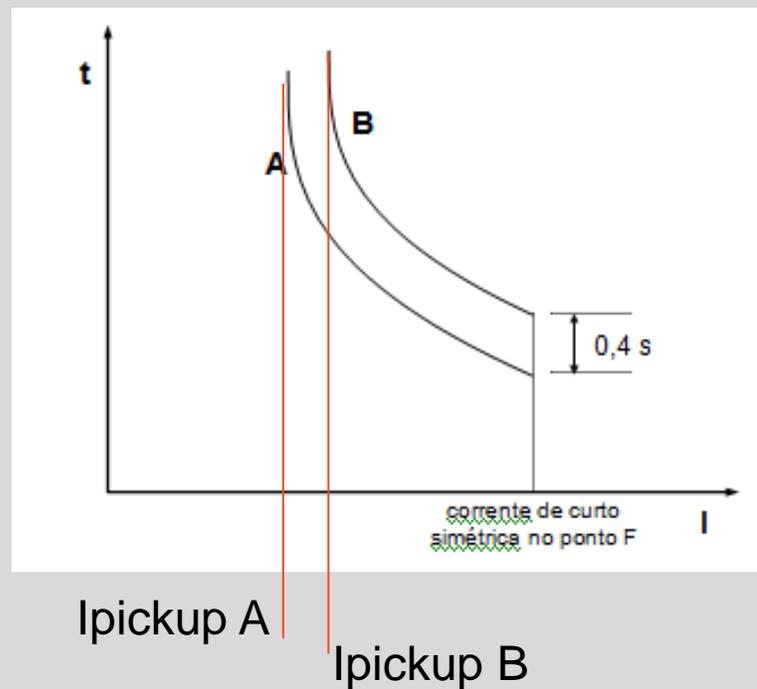
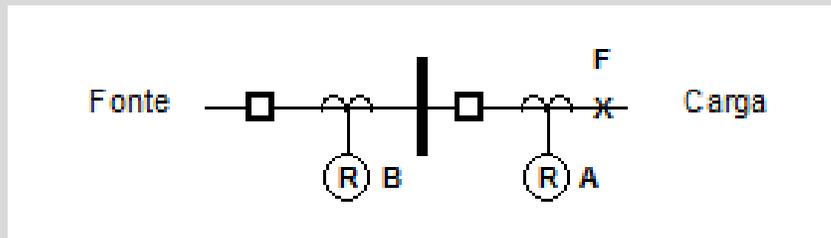
tolerancia de fabricación: 0,10 s

seguridad de proyecto: 0,17 s

TOTAL: 0,40 s

Coordinación entre relés de sobrecorriente

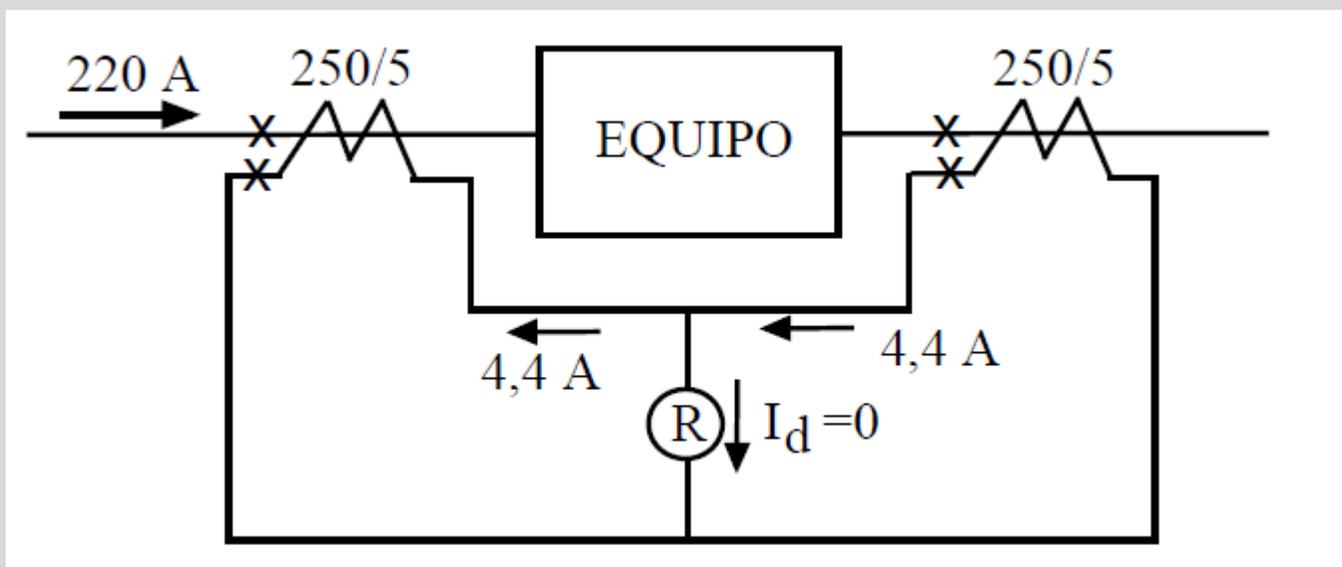
B- Amperométrica:



$$I_{pickup A} \leq I_{pickup B}$$

C- Lógica: conseguida con relés numéricos que se comunican entre si

Función Diferencial



Altamente **selectiva**

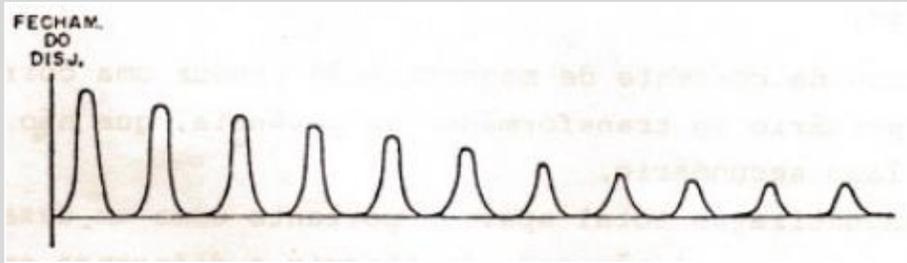
Actúa ante pequeños valores de **cortocircuito** dentro de la zona comprendida **entre** ambos **TC**

No actúa ante **cortocircuitos** **fuera** de la **zona** comprendida entre ambos TC

No actúa en condiciones normales de **carga**

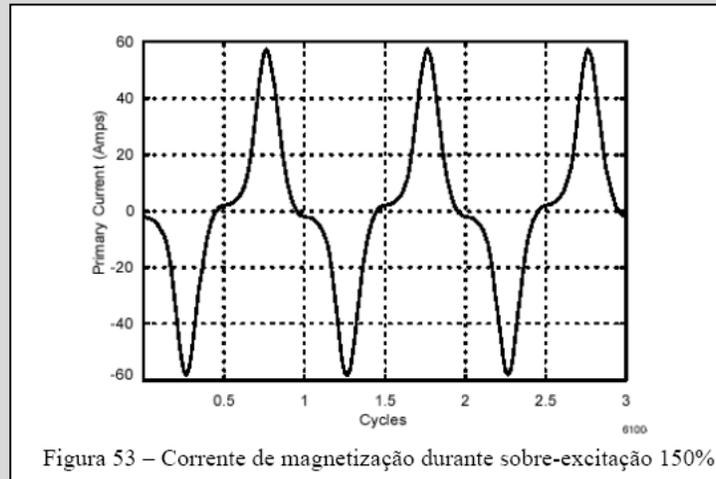
Función Diferencial

A- Corriente de magnetización durante energización (inrush)



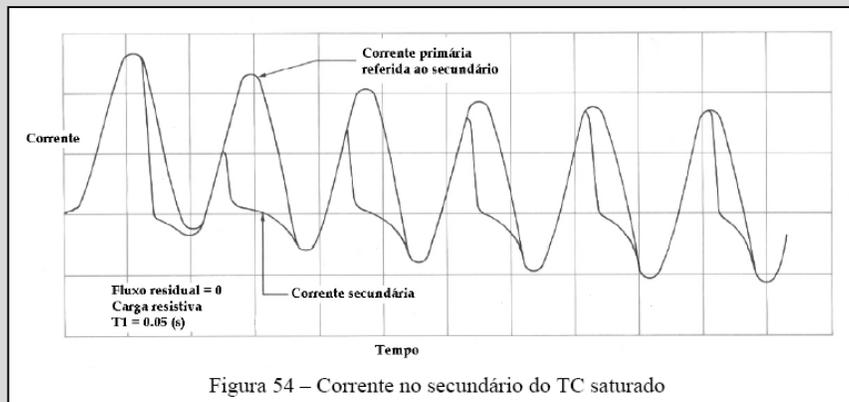
Harmonic Component	Amplitude in Percent of Fundamental
2nd	63.0
3rd	26.8
4th	5.1
5th	4.1
6th	3.7
7th	2.4

B- Sobreexcitación del TR



Función Diferencial

C- Saturación de TC



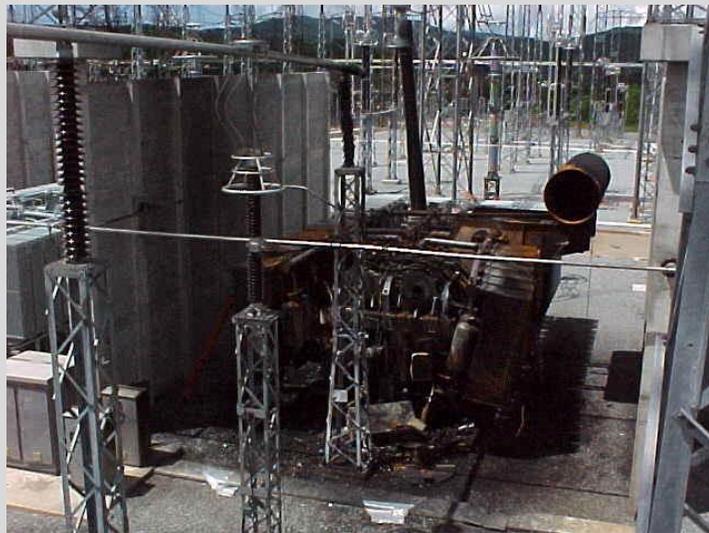
D- Corriente en vacío

E- Corriente de secuencia cero y grupo de conexión

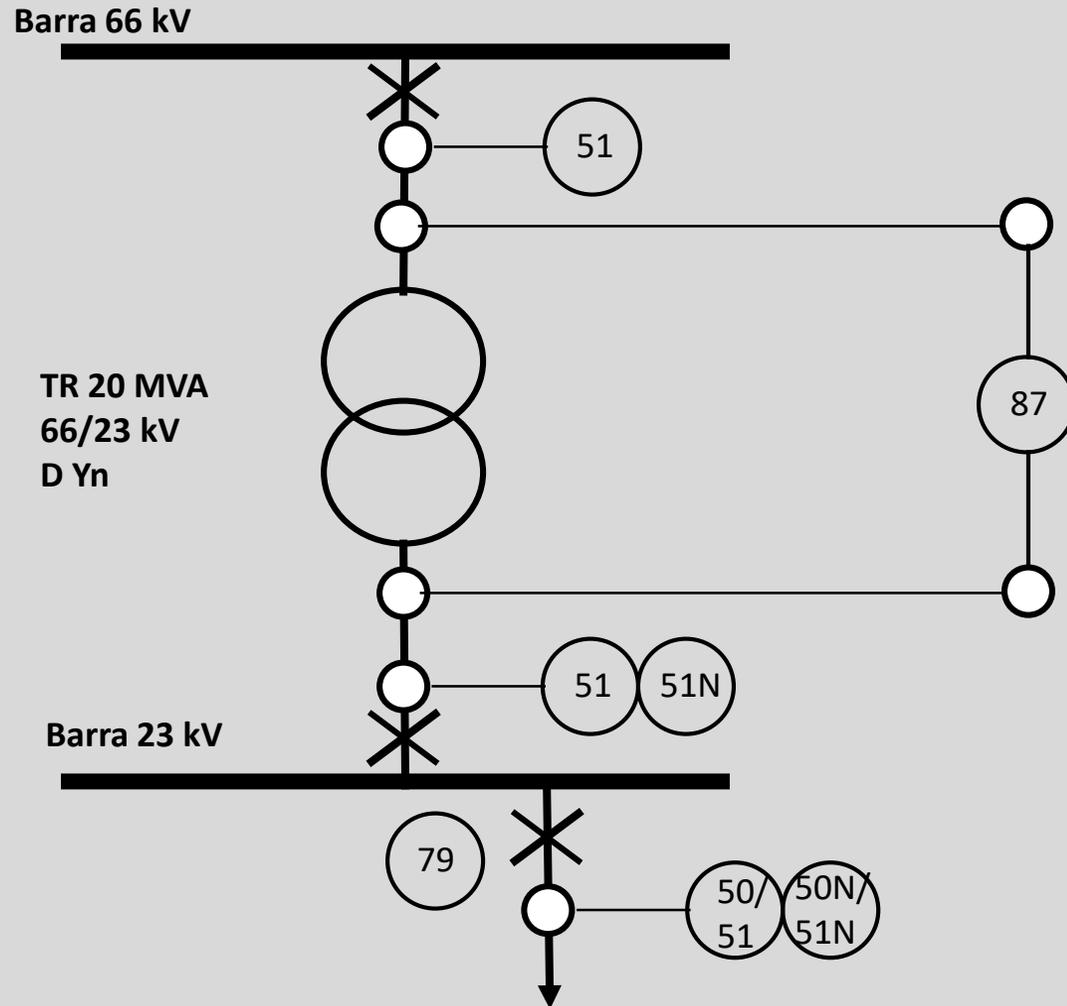
Índice horario (grados)	Símbolo acoplam.	Diagrama fasorial		Índice horario (grados)	Símbolo acoplam.	Diagrama fasorial	
		A.T.	B.T.			A.T.	B.T.
0 (0°)	Dd0			6 (180°)	Dd6		
	Yy0				Yy6		
	Dz0				Dz6		
5 (150°)	Dy5			11 (330°)	Dy11		
	Yd5				Yd11		
	Yz5				Yz11		

TABLA N° 3 Tipos de acoplamientos de transformadores trifásicos

Consideraciones Finales



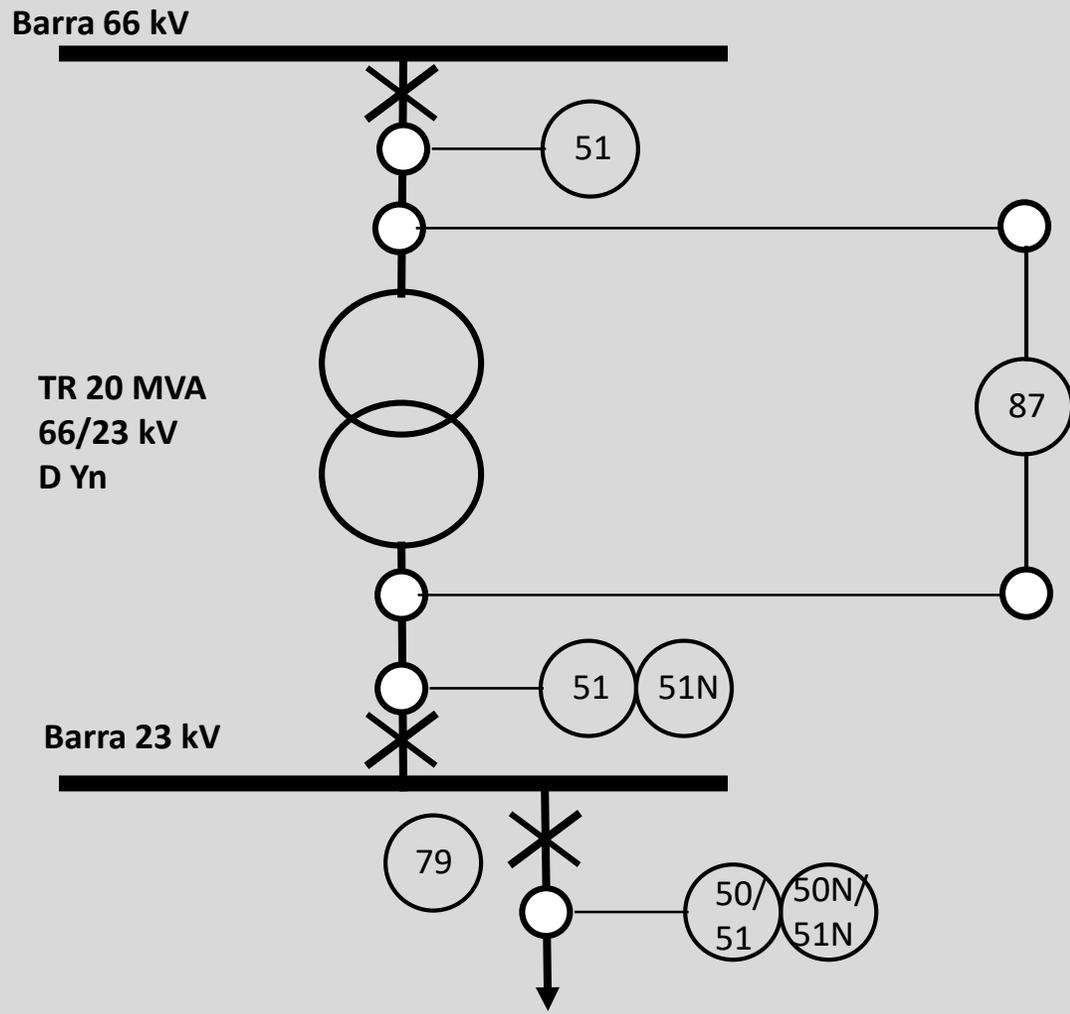
Consideraciones Finales



Las **Protecciones** tienen como tarea **evitar la destrucción** de un conjunto de equipos o dispositivos interconectados en una tarea común por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada.

Debe **aislar** la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible la red.

Consideraciones Finales



Dependabilidad

Seguridad

Selectividad

Velocidad

Simplicidad

Economía

Mi intención no es la de asombrarte con mis ideas -aunque tal vez algunas te subleven un poco- sino obligarte a repensar las tuyas y sistematizar aquellas en las que coincidimos (Bucay, Jorge).

Muchas Gracias