

5. Protección de subestaciones de distribución

Subestación de distribución

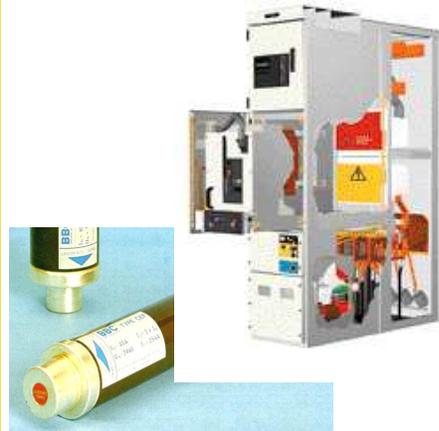
- La protección de una subestación de distribución la podemos clasificar en dos partes:
 - *Protección en media tensión.*
 - *Protección en baja tensión.*



cchilet@tecsup.edu.pe

Protección en media tensión

- Para la protección en media tensión podemos emplear
 - *fusibles de potencia o*
 - *interruptores automáticos comandados por relés de protección.*



cchilet@tecsup.edu.pe

3

Protección con fusibles de potencia

Protección con fusibles limitadores

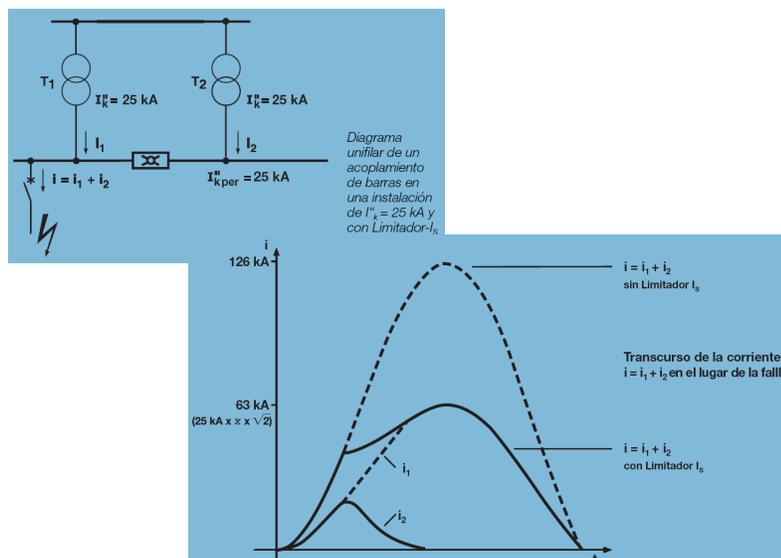


- Fusibles de media tensión.
- Alta capacidad de ruptura.
- Combinación con seccionadores bajo carga.
- Protección contra cortocircuitos de líneas de salida y transformadores.
- También en combinación con seccionadores para mediciones de tensión en barras colectoras.

cchilet@tecsup.edu.pe

5

¿Corrientes de Cortocircuito demasiado elevadas?



6

Definiciones básicas (1)

- **Un: tensión nominal**

- Es la tensión entre fases (en kV) más elevada de la red en la que podrá ser instalado el fusible.
- En la gama M.T., las tensiones nominales preferenciales que han sido fijadas son: 3,6 - 7,2 - 12 - 17,5 - 24 - 36 kV

STRIKER - SCHLAGSTIFT	ABB	TYPE CEF
	$I_N = 63A$ $U_N = 12kV$	$I_3 < 3 \times I_N$ $I_1 = 50kA$
	INDOOR - INNENRAUM	
	ABB	

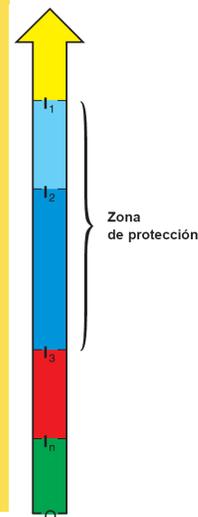
cchilet@tecsup.edu.pe

7

Definiciones básicas (2)

- **In: Intensidad nominal**

- Es el valor de la intensidad que el fusible puede soportar permanentemente sin calentamiento anormal. Generalmente $65\text{ }^\circ\text{C}$ de incremento para las caperuzas por encima de la temperatura ambiente, (65 K).



cchilet@tecsup.edu.pe

8

Definiciones básicas (3)

I3: Intensidad mínima de corte

- *Es el valor mínimo de intensidad presunta que provoca la fusión y el corte del fusible.*
- *Esos valores están comprendidas entre 3 y 5 veces el valor de I_n .*
- *Nota: no es suficiente que un fusible limitador de M.T. tipo acompañamiento se funda para interrumpir la intensidad. Para corrientes inferiores a I3, el fusible se funde, pero puede no cortar.*
- *Se mantendrá un arco hasta que una intervención del exterior interrumpa la intensidad.*
- *Por tanto, es imprescindible evitar su funcionamiento entre I_n e I3.*

cchilet@tecsup.edu.pe

9

Definiciones básicas (4)

• I2: Intensidad crítica

- *Intensidad que produce la máxima energía de arco en el fusible. Esta intensidad es la que somete al fusible a una mayor sollicitación térmica y mecánica. El valor de I2 varía entre 20 y 100 veces el valor de I_n , según la concepción del elemento fusible. Si el fusible puede cortar esta intensidad, puede también garantizar el corte de toda intensidad situada en toda la zona entre I3 e I1.*

cchilet@tecsup.edu.pe

10

Definiciones básicas (5)

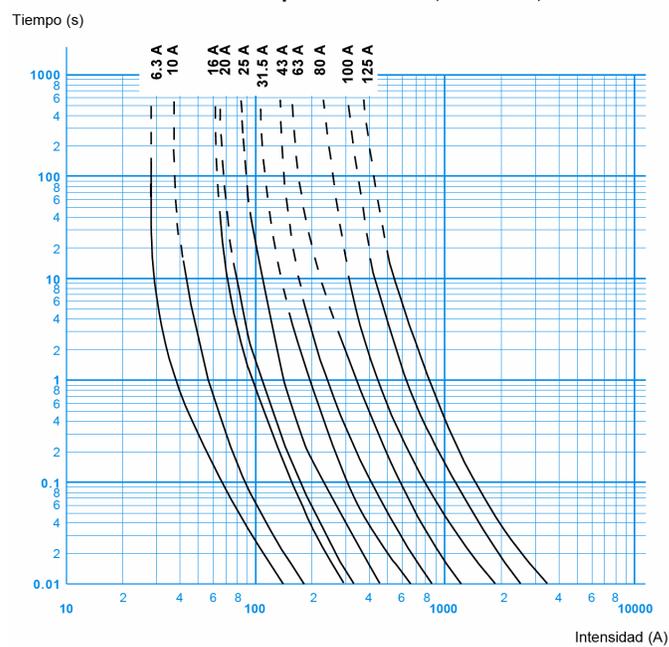
- **I1: intensidad máxima de corte asignada**

- *Es la intensidad presunta de defecto máxima que el fusible puede interrumpir.*
- *Es el valor máximo de ensayo.*
- **Nota:** *es imprescindible asegurarse de que el intensidad de cortocircuito de la red no sea más elevado que la I1 del fusible utilizado.*

cchilet@tecsup.edu.pe

11

Curvas características tiempo-intensidad 7,2 - 12 - 17,5 - 24 - 36 kV



12

Protección de transformadores (1)

- Para el dimensionamiento de los fusibles, los fabricantes indican para cada potencia nominal del transformador la máxima y mínima intensidad nominal de los fusibles.
- La mínima intensidad nominal del fusible (I_n) está dimensionada según las intensidades INRUSH al conectarse el transformador.
- La intensidad de fusión del fusible, a 0,1 segundos debe de ser mayor que 12 veces la intensidad nominal del transformador.

$$I_f(0,1 \text{ s}) > 12 \times I_n \text{ transf.}$$

- (I_n) está entre 1,5 y 2 veces la intensidad nominal del transformador.

cchilet@tecsup.edu.pe

13

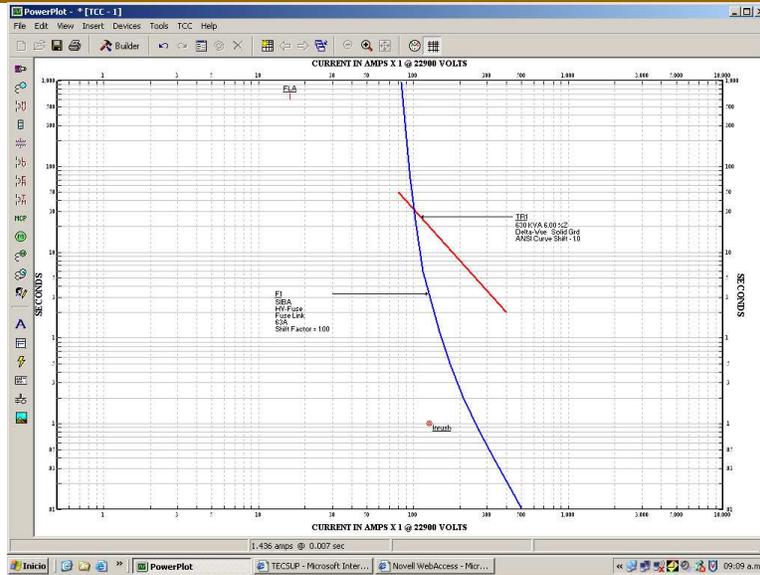
Protección de transformadores (2)

Fusibles CF/normativa DIN para la protección del transformador (intensidad en A) ^{(1) (2) (3)}

Tensión de servicio (kV)	Tensión nominal (kV)	Potencia del transformador (kVA)																	
		25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
3	7,2	16	25	31,5	40	50	63	63	80										
		20	31,5	40	50	63	80	80	100	100	125	125	160	200	250				
		25	40	50	63	80	100	100	125	160	160								
5	7,2	16	25	31,5	40	50	63	63	80										
		10	20	31,5	40	50	63	80	80	100	100	125	160	200	250				
		16	25	40	50	63	80	100	100	125	160	160							
6	7,2	16	20	25	31,5	40	50	63	63	80									
		10	20	25	31,5	40	50	63	80	80	100	100	125	125	160	200	250		
		25	31,5	40	50	63	63	80	100	100	125								
6,6	7,2	16	20	25	25	31,5	40	50	63	63	80								
		10	20	25	31,5	40	50	63	63	80	100	100	125	125	160	200	250		
		25	31,5	40	40	50	63	80	80	100	125								
10	12	6,3	10	16	20	25	31,5	40	50	63	63								
		16	20	25	31,5	40	50	63	80	80	100	100	125	125	160				
		10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63								
11	12	6,3	10	16	20	25	31,5	40	50	63	63	80	80	100	125	125	160		
		20	25	31,5	40	40	50	63	80	80	100	100	125						
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								
13,2	17,5	4	10	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	80	100				
		25	25	31,5	40	40	50	63	80	80	100	100							
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								
13,8	17,5	6,3	10	10	16	20	25	25	31,5	40	50	63	80	100	100				
		4	10	16	20	25	31,5	40	50	63	80	80	100	100					
		20	25	31,5	40	40	50	63	80	80	100	100							
15	17,5	4	6,3	10	16	20	20	25	31,5	40	50	50	63	80	100	100			
		10	16	20	25	25	31,5	40	50	63	63	80							
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								
20	24	6,3	10	10	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	80	100			
		16	20	25	25	31,5	40	50	63	80	80	100	100						
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								
22	24	6,3	6,3	10	16	16	20	25	31,5	40	50	63	63	80	80	100			
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63	80	80	100	100				
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								
25	36	4	6,3	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	50	63	63	63			
		16	20	25	25	31,5	40	50	63	63									
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								
30	36	4	6,3	6,3	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	50	63	63			
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								
		10	16	16	20	25	25	31,5	40	50	63								

14

Protección de transformadores (3)



15

Protección de transformadores (4)

- Para fijar la máxima intensidad nominal debe tenerse en cuenta que, en caso de cortocircuitos en el lado secundario del transformador o en la zona de las barras colectoras de la instalación, ésta debe ser mayor a la intensidad mínima de corte (I_3).
- Por regla general (I_3) está entre 4 a 5 veces la corriente nominal del transformador.

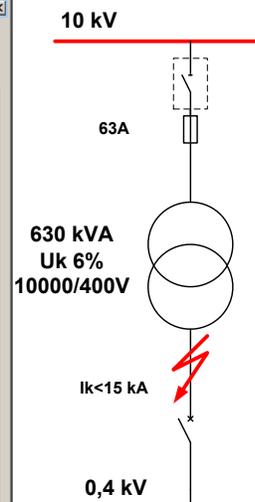
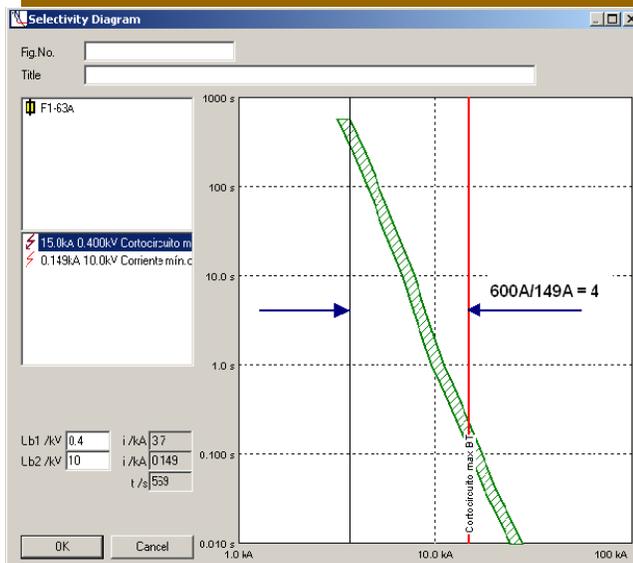
Protección de transformadores (5)

- Margen de seguridad
 - Entre las Características tiempo de fusión-intensidad y las características de otros dispositivos de protección.
 - La I_n de los fusibles debe elegirse del tal forma que la $I_{cc\ max}$ en el lado de BT (reflejada en el lado de MT) debe ser por lo menos $1,25 \cdot (I_3)$

cchilet@tecsup.edu.pe

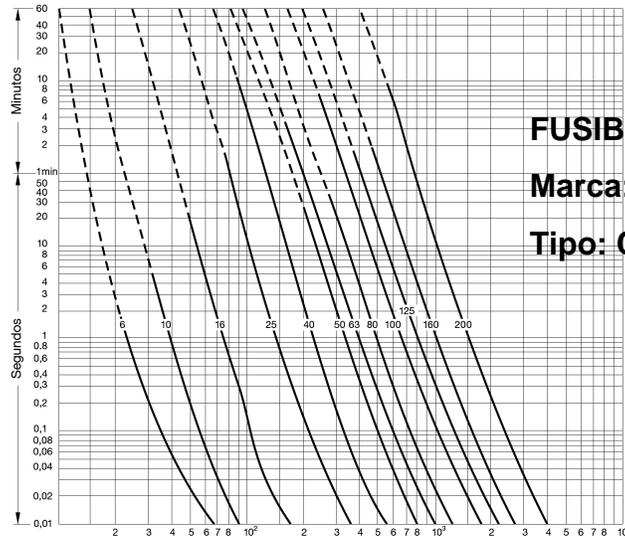
17

Protección de transformadores (6)



18

Protección de transformadores (7)



FUSIBLE MT

Marca: ABB

Tipo: CEF

19

Protección de transformadores (8)

Referencia	Tensión nominal (kV)	Tensión de servicio (kV)	Intensidad nominal (A)	Capacidad máx. de corte I ₁ (kA)	Capacidad mín. de corte I ₂ (A)
CF-3,6/250*	3,6	3/3,6	250	50	2,000
CF-7,2/4			4		20
CF-7,2/6,3			6,3		36
CF-7,2/10			10		34
CF-7,2/16			16		46
CF-7,2/20			20		55
CF-7,2/25			25		79
CF-7,2/31,5			31,5		101
CF-7,2/40			40		135
CF-7,2/50			50		180
CF-7,2/63	63	215			
CF-7,2/80	80	280			
CF-7,2/100	100	380			
CF-7,2/125**	125	650			
CF-7,2/160**	160	1,000			
CF-7,2/200**	200	1,400			
CF-7,2/250**	250	2,200			
CF-12/4	12	6/12	4	63	20
CF-12/6,3			6,3		36
CF-12/10			10		34
CF-12/16			16		46
CF-12/20			20		55
CF-12/25			25		79
CF-12/31,5			31,5		101
CF-12/40			40		135
CF-12/50			50		180
CF-12/63			63		215
CF-12/80	80	280			
CF-12/100	100	380			
CF-12/125**	125	650			
CF-12/160**	160	1,000			
CF-12/200**	200	1,400			
CFR-17,5/10			10	40	34

FUSIBLE MT

Marca: MESA

Tipo: CF

curfillet@tecsup.edu.pe

20

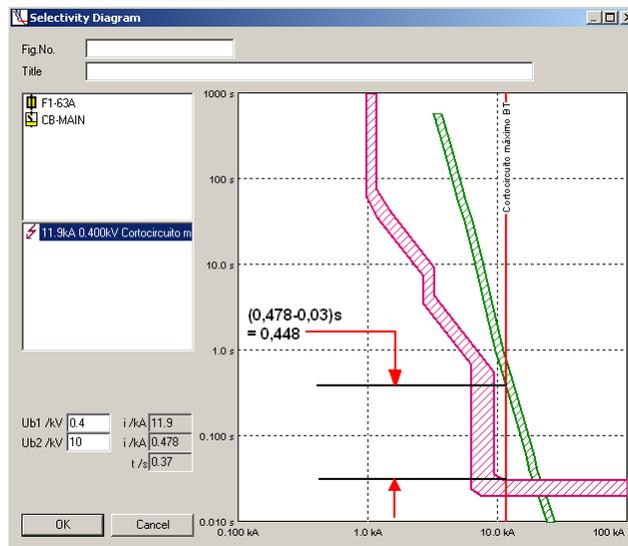
Protección de transformadores (9)

- Selectividad entre fusible de MT e interruptor de baja tensión.
 - Para el cortocircuito máximo en BT, debe existir una diferencia de tiempos de actuación entre el fusible de MT y el disparo instantáneo del CB de BT de aprox. 100ms.

cchilet@tecsup.edu.pe

21

Protección de transformadores (10)



cchilet@tecsup.edu.pe

22

Protección con relés

Protección contra sobrecarga (51P)

- El ajuste de esta unidad se elige para $1,2 I_n$ del transformador. El retardo se elige considerando dos aspectos:
 1. *que la protección no opere para la corriente I_{NRUSH} .*
 2. *La curva de actuación se encuentre debajo de la curva de daño, en la zona de sobrecarga.*
- estos ajustes se deben corroborar con un estudio de cortocircuito que garantice que exista coordinación con los relés de protección del sistema adyacentes al transformador.

Protección de la unidad instantánea (50P).

- El ajuste *en los transformadores*, por ejemplo, se debe elegir entre un 20 al 30% superior a la máxima corriente de falla ocurrida en el lado de BT, pero reflejada en el lado de baja tensión.

$$I_{50} \approx 1,2 \rightarrow 1,3 I_{F.MAX}$$

Protección de la unidad instantánea (50P).

- Una vez definida la zona de actuación de la unidad instantánea, o sea el TAP deberá ser escogido satisfaciendo las dos condiciones siguientes:

$$TAP_{IF} > I_{2\phi ASIM} / RTC \quad TAP_{IF} > I_{INRUSH} / RTC$$

- TAP_{IF} : es el tipo de la unidad instantánea de fase (50P).
- I_{rush} : es el valor de la corriente INRUSH de todos los transformadores.
- $I_{2\phi ASIM}$: es la corriente de cortocircuito 2 ϕ asimétrico en el límite de la zona de protección de la unidad instantánea.
- R. T. C.: es la relación de transformación del T. C.

Protección de falla a tierra (51N)

- El valor de arranque de los relés de sobrecorrientes de tierra se recomienda en un valor del 40% de la corriente nominal del transformador.
- El TMS y la curva se determinan de acuerdo con el estudio de corto circuito.

cchilet@tecsup.edu.pe

27

Curvas de daño de transformadores ANSI/IEEE C57.12.00

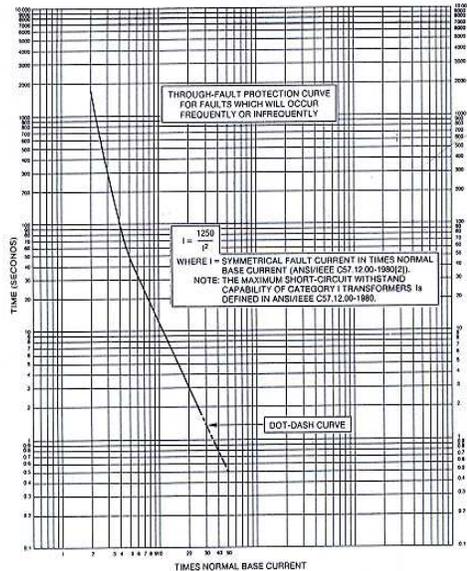


Fig A1
Category I Transformers
5 to 500 kVA Single-Phase
15 to 500 kVA Three-Phase

cch

3

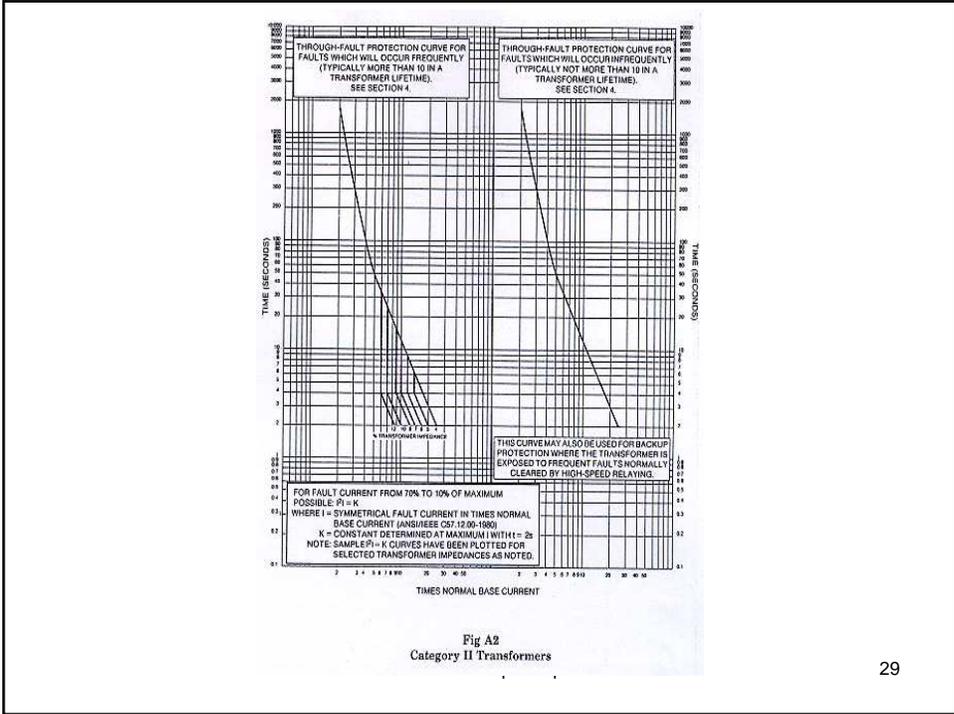


Fig A2
Category II Transformers