

APLICACIÓN DE FUSIBLES EN EL PRIMARIO DE TRANSFORMADORES [12], [14]

En Chile se acostumbra a proteger transformadores de hasta 66KV y potencias de hasta 4 a 5 MVA, con fusibles instalados en el lado de alta tensión y, desde luego, sin interruptor. en baja tensión se protege mediante fusibles o un interruptor automático.

Para seleccionar adecuadamente el fusible, se debe considerar las siguientes recomendaciones generales:

- 1) El fusible debe ser capaz de conducir el 150% de la corriente nominal de transformador.
- 2) Debe ser capaz de soportar sin quemarse, durante 0.1 segundo, la corriente de conexión del transformador (inrush) que es del orden de 8 a 12 veces la corriente nominal [3].
- 3) Debe quemarse por un tiempo determinar y una corriente igual a seis veces la nominal, siempre que la impedancia del transformador sea menor o igual a 6%; y cuatro a seis veces la corriente nominal para transformadores de impedancias comprendidas entre 6% y 12% [3].
- 4) El fusible debe quemarse para valores de corrientes de cortocircuito y tiempos indicados en la tabla 6.

Los valores de corrientes dados en tabla 6 deben reducirse a un 50% en caso de transformadores pertenecientes al grupo de conexiones estrella-triángulo.

Zcc (%)	Veces la corriente nominal	Tiempo (seg)
4.0	25.0	2.0
5.0	20.0	3.0
5.5	18.2	3.5
5.75	17.4	4.0
6.0	16.6	5.0
7.0	14.4 6 menos	5.0

Una vez elegido el fusible, se grafican sus características de operación de manera que pueda efectuarse el estudio de la coordinación con otros elementos de protección aguas arriba o aguas abajo del transformador.

1. Modificación de la Norma C37 respecto a la Protección de Transformadores

Modificaciones de la norma ANSI/IEEE estándar C57.12-1980 para las especificaciones de transformadores de distribución y de poder, con respecto a la capacidad de sobrecarga durante condiciones de falla, las que fueron modificadas en 1977. En la siguiente tabla se indican las modificaciones que están vigentes a la fecha.

Capacidad de sobrecarga, modificación de la norma ANSI/IEEE C57.12.00 a partir de 1989

Veces la corriente nominal	Imped. del transformador (% en base propia)	Corrientes máx. admisibles (seg.)	
		1977 (1980)	1973
25	4	2	2
20	5	2	3
16	6	2	4
14 o menos	8 o mayor	2	5

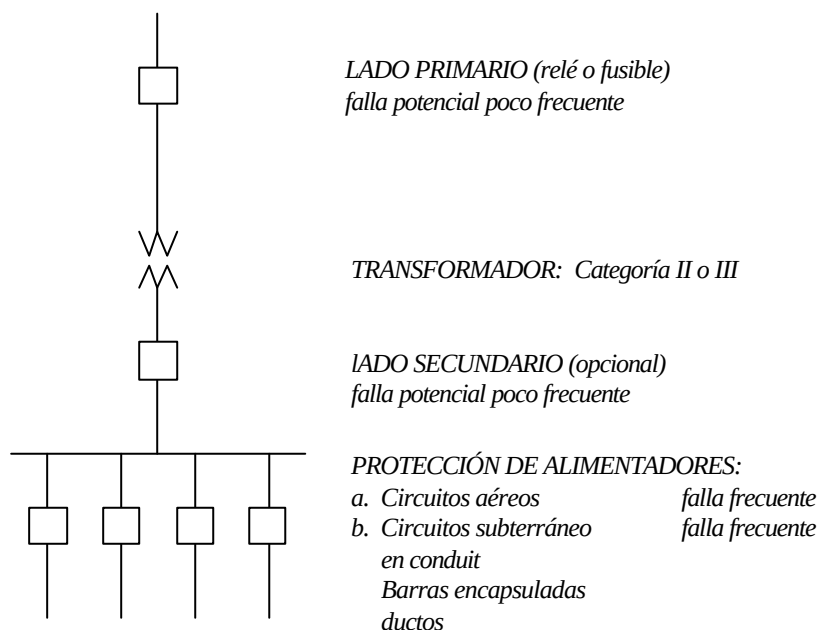
En éste, los límites presentan la condición más crítica, puesto que están calculados para una falla en terminales suponiendo que la impedancia de la fuente es cero; condición que es bastante difícil que se de

en la práctica, pero puede llegar a ser muy pequeña en comparación a la impedancia del banco de transformadores, en especial para sistema a nivel industrial o para subestaciones de distribución conectadas directamente a sistemas de transmisión.

Limites de sobrecargas admisibles clasificadas según categoría

Categoría	Potencia en KVA		Frecuencia de Falla	Curva punteada aplicada a partir de:
I	Monofásica	Trifásica		25 a 50% donde $t = \frac{1250 \cdot f}{60 \cdot I^2}$
II	501-1667	501-5000	10	70 a 100% de la falla máxima posible donde $I^2 t = K$; "K" es determinada para la corriente de falla máxima en 2 (seg.)
III	1668-10000	5001-30000	5	50 a 100 % de falla máxima posible donde $I^2 t = K$; donde "K" es determinada para la corriente máxima en 2 (seg.)
IV	Sobre 10 MVA	Sobre 30 MVA		Idem a categoría III

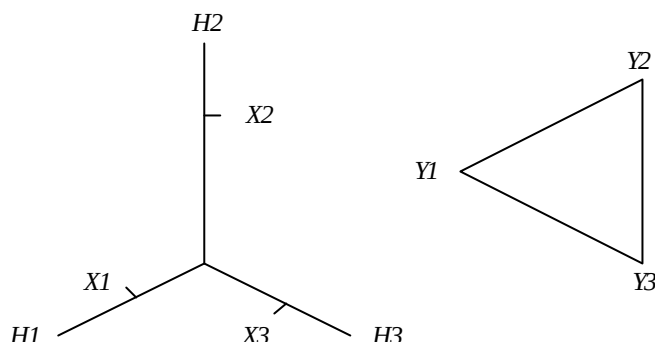
Guía para determinar las posibles zonas de frecuencia de fallas



Procedimiento:

1. Determinar la categoría
2. Si la categoría es II o III, determine si el servicio está propenso a fallas frecuentes o poco frecuentes.
3. Selecciones la curva correspondiente
4. Redibuje esta curva en papel Log.log referida a la corriente base del transformador
5. Selecciones el fusible o curva del relé apropiada para proteger el transformador y que coordine con los demás elementos de protección.

Ejemplo: Protección de un autotransformador mediante fusible



Autotransformador trifásico Y y D, OA/FA/FOA, de 50 Hz, 75 MVA-60 MVA/30 MVA, con tensiones nominales 132000 Y_0 / 6000 / y_0 / 38100 – 13200 d .

H (MVA)	X (MVA)	Y (MVA)	(°C)	Refrigeración
75	60	30	55°	Natural
100	40	40	55°	FA
125	100	50	55°	FOA
140	100	56	65°	FOA

Impedancia Z%	Tensión base (Volts)	Potencia base (MVA)
5	132000Y – 6600 y_0	60
7.94	13200Y – 13200	30
11.43	66000 y_0 - 13200	30

Solución

1^{er} paso : Se selecciona la categoría desde el mínimo valor nominal del bobinado principal (75 MVA corresponde a Categoría IV).

2^{do} paso : Se selecciona la impedancia que se empleará para dibujar la curva de la Categoría IV correspondiente. (132000/13200 a 30 MVA $\rightarrow z = 7.94\%$.

3^{er} paso : Se debe calcular la constante “K” para la máxima falla para un tiempo de 2 (seg.)

$$K = \frac{1}{7.94^2} 2 = 317.24 \text{ a } 2 \text{ seg.}$$

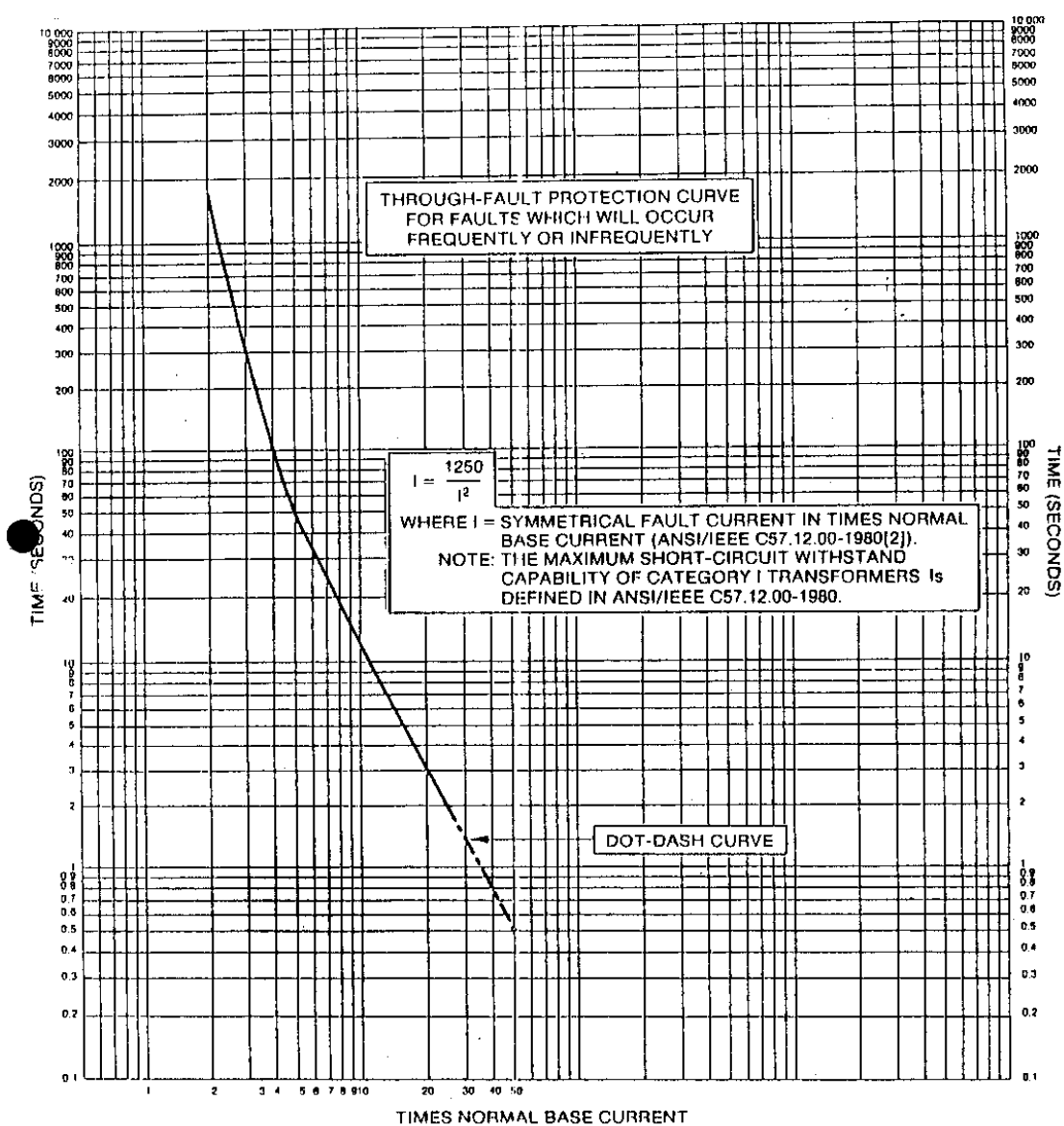
4^{to} paso : Determinar la corriente base normal para $t = 2 \text{ seg.}$

Del gráfico, para $Z = 7.94\%$ se obtiene 12.59 amp., para 2 seg.

5^{to} paso : Determinar el tiempo correspondiente para el porcentaje de corriente base indicada en el gráfico, según la categoría. Para este caso el porcentaje indicado es de un 50%, es decir:

$$t = \frac{K}{I^2} = \frac{317.24}{\left(\frac{12.59}{2}\right)^2} = 8 \text{ seg.}$$

I/I_b	t (seg.)	I_b en 13.2 KV	I amp. 13.2 KV	I amp. 13.2 KV
12.59	2	1310	16493	953
6.29	8		8240	476.3
6.29	28		8240	476.3
5	50		6550	378.4
3	300		3930	227.2
2	1700		2620	151.4



IEEE
C37.91-1985

REQUIREMENTS TO POWER TRANSFORMERS

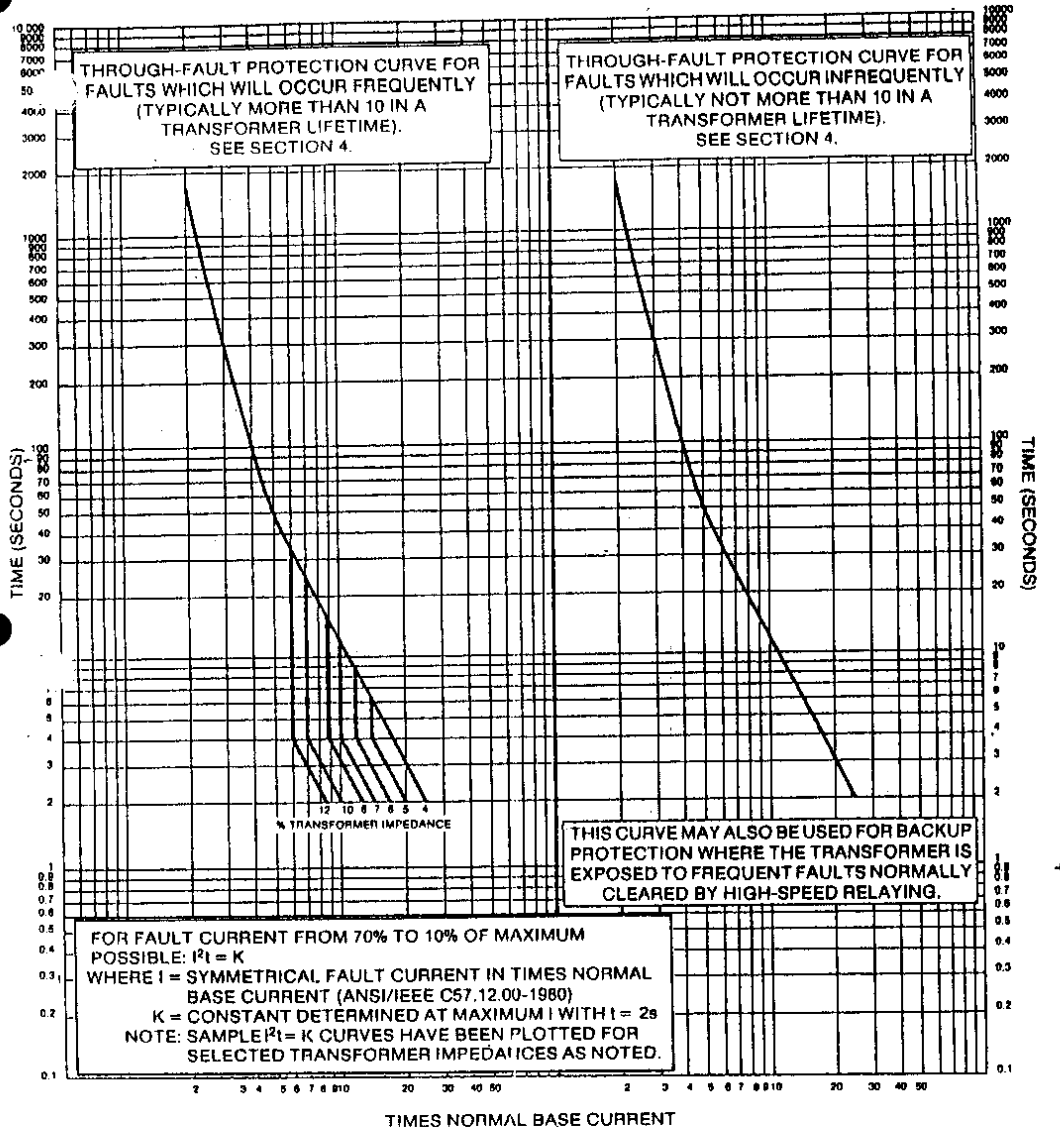


Fig A2
Category II Transformers
501 to 1667 kVA Single-Phase
501 to 5000 kVA Three-Phase

IEEE
37.91-1985

IEEE GUIDE FOR PROTECTIVE

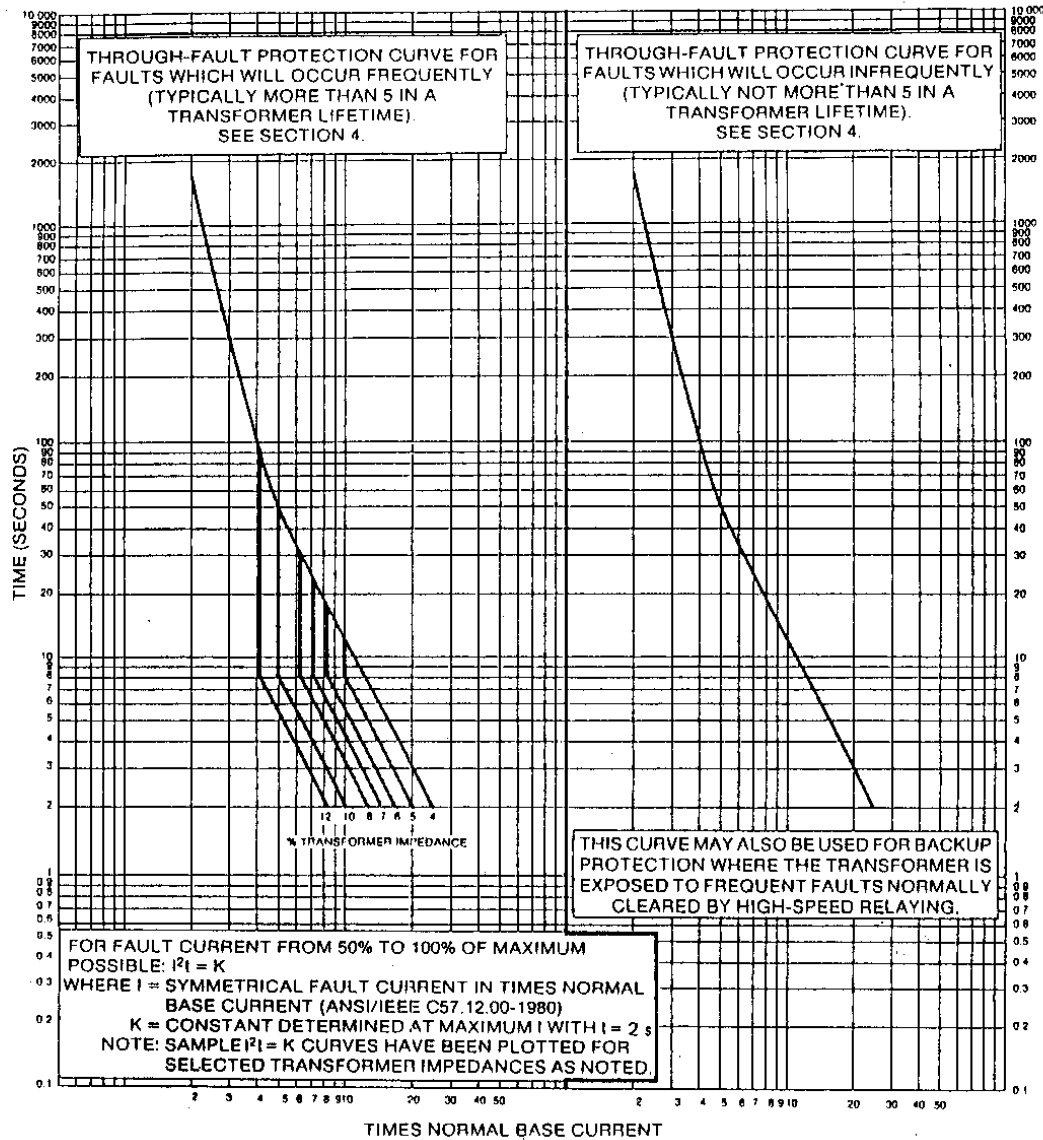


Fig A3
Category III Transformers
1668 to 10000 kVA Single-Phase
5001 to 30000 kVA Three-Phase

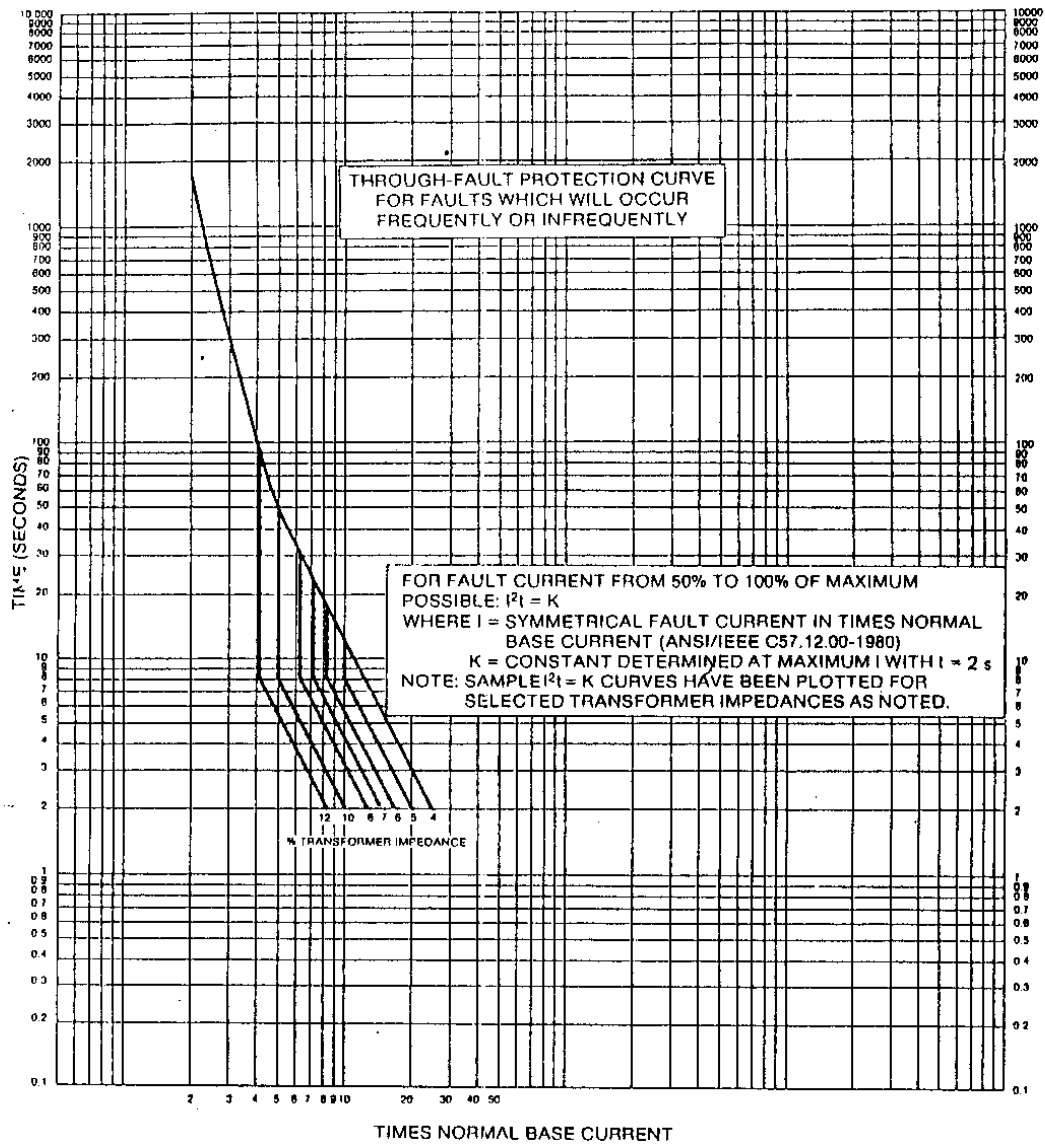


Fig A4
Category IV Transformers
Above 10000 kVA Single-Phase
Above 30000 kVA Three-Phase