

PROTECCIÓN POR SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR SEGÚN NEC.

Introducción

La protección de sobrecorriente requerida por los transformadores no necesariamente protegerá el primario o los conductores del lado secundario.

Cuando se energiza un transformador, el hierro de éste normalmente se satura produciendo una gran corriente (inrush) durante el primer medio ciclo (aprox. 0.01 segundo) y va decreciendo progresivamente en los siguientes ciclos (aprox. 1 segundo) hasta llegar a la corriente normal de magnetización del transformador. Para acomodarse a esta corriente (inrush), los fusibles son a menudo seleccionados con valores de al menos 12 veces la corriente primaria para 0.1 segundo y 25 veces para 0.01 segundos, algunos pequeños transformadores del tipo seco tienen mayores corrientes inrush.

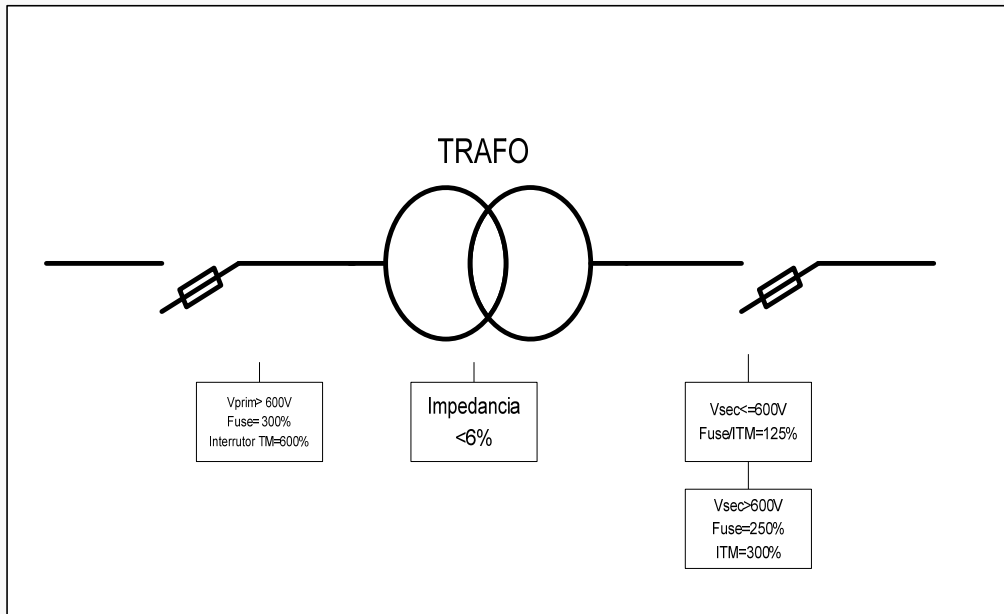
Para evitar conductores sobredimensionados. Los dispositivos de sobrecorriente deben ser seleccionados en alrededor de 110 a 125% de la corriente de plena carga del transformador y éstos deben ser del tipo time-delay (en el lado primario) para compensar las corrientes inrush que se acercan a las 8 o 10 veces la corriente de plena carga del transformador por aprox. 0.1 seg en el momento de la energización.

La protección de los conductores secundarios tiene que ser completamente separada de cualquier protección primaria.

Una instalación supervisada es aquella donde las condiciones de mantenimiento y supervisión esté realizada por personal calificado que vigilará y atenderá la subestación. La protección de sobrecorriente para un transformador en el primario es típicamente un fuse (para media tensión) o un interruptor Termomagnético (baja tensión) o un fusible.

Es importante notar que el dispositivo de protección sobrecorriente en el lado primario debe ser dimensionado en base a los KVA del transformador y no en base a la carga del secundario.

Protección de sobrecorriente de transformadores > 600V (NEC450.3A)

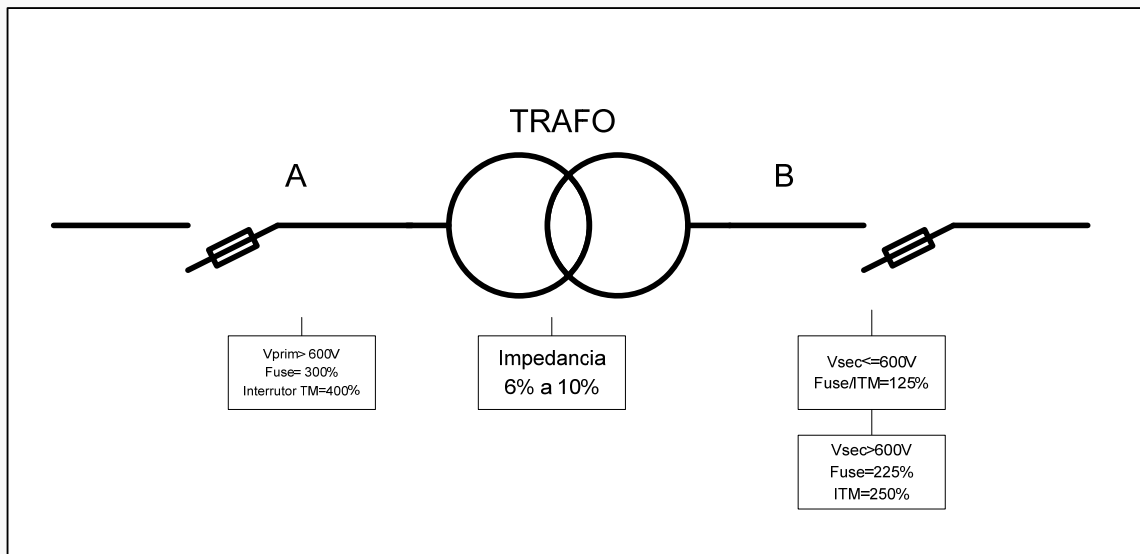


- **Protección de sobrecorriente en el lado primario ($V_p > 600V$):**
- Fusible primario = 300% de la cte primaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado.
- O interruptor TM (circuit breaker) = 600% de la cte primaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado.
- **Protección de sobrecorriente en el lado secundario ($V_s \leq 600V$):**
- Fusible secundario/ interruptor TM = 125% de la cte de plena carga o el tamaño siguiente mayor normalizado.
- **Protección en el lado secundario ($V_{sec} > 600V$):**
- Fusible secundario = 250% de la cte secundaria de plena carga o el tamaño siguiente mayor normalizado.
- O interruptor TM (circuit breaker) = 300% de la cte secundaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado.

Ejemplo: TRANSFORMADOR de 150KVA 13.2KV/440V y $Z\%=5\%$

- Cte Primaria = $150000/(\sqrt{3} \times 13200) = 6.56^a$
- Fusible primario = $3 \times 6.56 = 19.68 \Rightarrow$ fusible normalizado = 20A 15KV
- O interruptor TM = $6 \times 6.56 = 39.4 \text{ A} \Rightarrow$ interruptor normalizado = 40 A
- Cte de plena carga secundario = $I_{sec} = 150000/(\sqrt{3} \times 440) = 197 \text{ A}$
- Fusible en el secundario/ Interruptor TM = $1.25 \times 197 \text{ A} = 246 \text{ A} \Rightarrow$ tamaño normalizado = 150 A

2) Transformador no supervisado (Impedancia 6% a 10%)



Protección de sobrecorriente en el lado primario (Vp>600V)

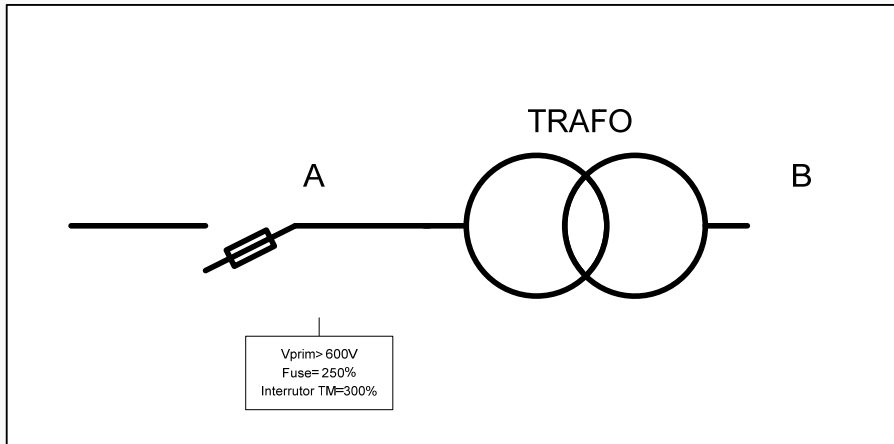
- Fusible primario en A = 300% de la cte primaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado
- O interruptor TM (circuit breaker) en A = 400% de la cte primaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado.
- **Protección de sobrecorriente en el lado secundario (Vs≤600V):**
- Fusible secundario/ interruptor TM en B = 125% de la cte de plena carga o el tamaño siguiente mayor normalizado.
- **Protección en el lado secundario (Vsec>600V):**
- Fusible secundario en B = 225% de la cte secundaria de plena carga o el tamaño siguiente mayor normalizado.
- O interruptor TM (circuit breaker) en B = 250% de la cte secundaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado.

Ejemplo: Transformador de 500 KVA 34.5KV/13.2KV y Z%=6%

- Cte de plena carga primaria = $500000/(\sqrt{3} \times 34500) = 21.9 \text{ A}$
- Fusible primario = $3 \times 21.9 \text{ A} = 65.7 \text{ A}$ tamaño estándar = 70 A
- O interruptor TM (circuit breaker) = $6 \times 21.9 \text{ A} = 131.4 \text{ A}$ tamaño estándar = 150 A
- Cte de plena carga en el lado secundario = $500000/(\sqrt{3} \times 13200) = 21.9 \text{ A}$

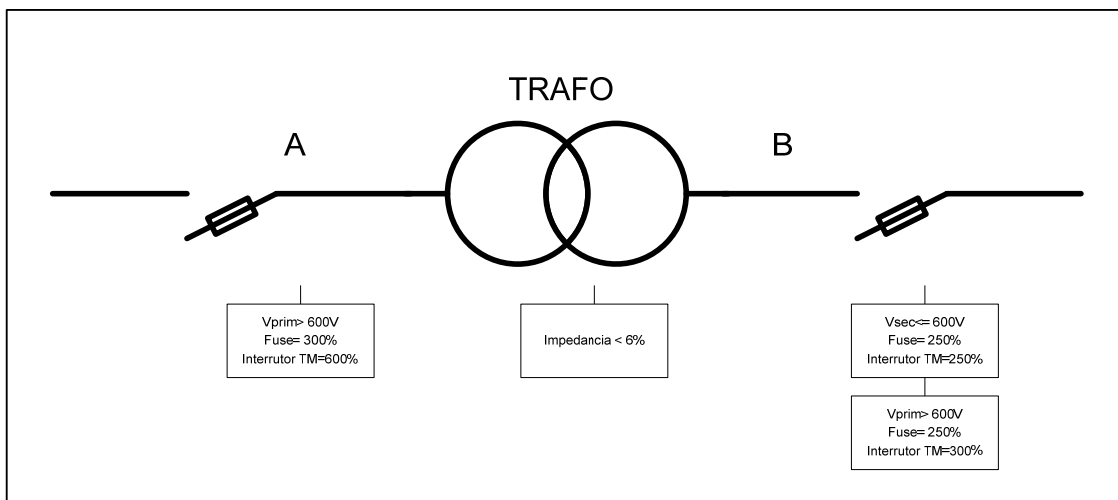
- Fusible secundario = $2.25 \times 21.9 = 49.3$ A tamaño estándar = 50 A
- O interruptor TM (circuit breaker) = 2.5×21.9 A = 54.8 A tamaño estándar = 60 A

3) instalación supervisada (en el lado primario solamente)



- **Protección de sobrecorriente en el lado primario ($V_p > 600V$)**
- Fuse primario en A = 250% de la cte primaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado.
- Interruptor TM (circuit breaker) en A = 300% de la cte primaria de plena carga o el siguiente tamaño más alto normalizado

4) Transformador supervisado (impedancia hasta 6%)



Protección de sobrecorriente en el lado primario (Vp>600V)

- Fusible primario en A = 300% de la cte primaria plena carga o siguiente tamaño estándar.
- Interruptor TM (circuit breaker) en A = 600% de la cte primaria de plena carga o tamaño menor estándar.

Protección de sobrecorriente en el lado secundario (Vsec <=600V)

- Fusible secundario / interruptor TM en B = 250% de la cte de plena carga secundaria o valor siguiente mayor estandarizado.

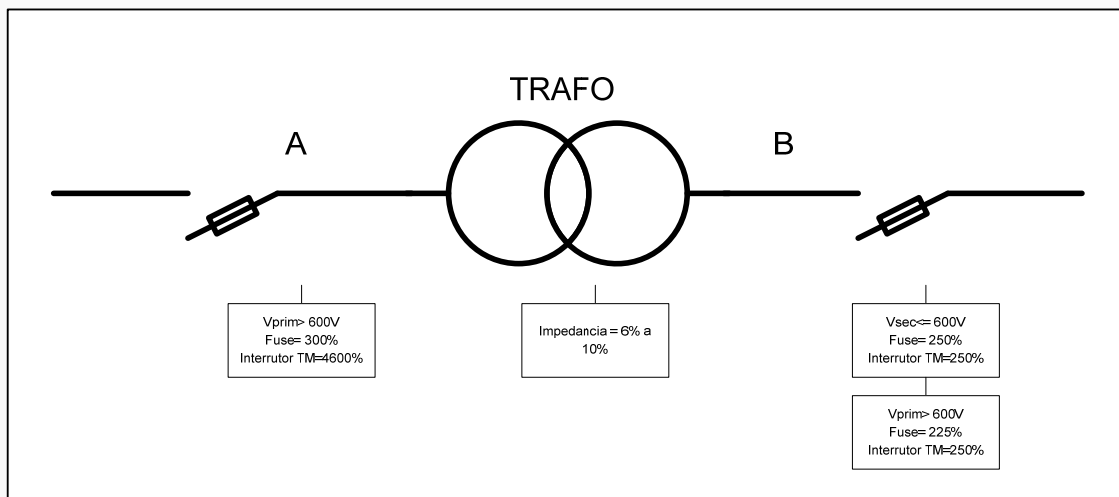
Protección en el lado secundario (V sec >600V)

- Fusible secundario en B = 250% de la cte de plena carga secundaria o tamaño menor estandarizado.
- Interruptor TM (circuit breaker) en B = 300% de la cte de plena carga secundaria o tamaño menor estandarizado.

Ejemplo: Transformador de 750 KVA 13.2 KV/480V y Z=5%

- Cte primaria = $750000/(\sqrt{3} \times 13200) = 32.8 \text{ A}$
- Fusible primario = $3 \times 32.8 = 98.4 \text{ A}$ o valor estándar más cercano 90 A
- O interruptor TM (circuit breaker) = $32.8 \times 6 = 196.8 \text{ A}$ o valor menor estándar = 175^a
- Cte plena carga secundaria = $750000/(\sqrt{3} \times 480) = 902 \text{ A}$
- Fusible secundario / Interruptor TM = $2.5 \times 902 \text{ A} = 2255 \text{ A}$ o tamaño estándar=2250 A

5) Transformador supervisado (Z = 6 a 10%)



- **Protección de sobrecorriente en el lado primario ($V_p > 600V$)**
- Fusible primario en A = 300% de la cte primaria de plena carga o valor siguiente menor estándar.
- Interruptor TM en A = 400% de la cte primaria de plena carga o valor siguiente menor estándar.

Protección de sobrecorriente en el lado secundario ($V_{sec} \leq 600V$)

- Fusible secundario / interruptor TM en B = 250% de la cte de plena carga secundaria o valor siguiente mayor estandarizado.

Protección en el lado secundario ($V_{sec} > 600V$)

- Fusible secundario en B = 225% de la cte de plena carga secundaria o tamaño menor estandarizado.
- Interruptor TM (circuit breaker) en B = 250% de la cte de plena carga secundaria o tamaño menor estandarizado.
- **Ejemplo: Transformador de 750KVA 11KV/415V y $Z=8\%$**
- $Cte\ primaria = 750000 / (\sqrt{3} \times 11000) = 39\ A$
- $Fusible\ primario = 3 \times 39\ A = 118\ A \rightarrow$ valor estándar más cercano menor = 110 A.
- $O\ interruptor\ TM = 4 \times 39\ A = 156\ A$ valor estándar menor = 150 A.
- $Cte\ secundaria = 750000 / (\sqrt{3} \times 415) = 1043.4\ A$.
- $Fusible\ secundario / Interruptor\ TM = 1043 \times 2.5 = 2609$, así el valor más cercano estándar menor = 2500 A.

Diferencia entre transformador supervisado y No supervisado

Hay dos condiciones para seleccionar los Fusibles o Interruptores en subestaciones o locales Supervisados o No Supervisados.

Primero, **la protección primaria**. En los **No Supervisados** el fusible primario es **300%** de la cte primaria o el **valor siguiente mayor estándar** y en los **Supervisados** es 300% de la cte primaria o el **valor siguiente menor**. **Aquí la protección primaria es la misma en ambas condiciones pero la selección del tamaño del Fusible/Interruptor es diferente.**

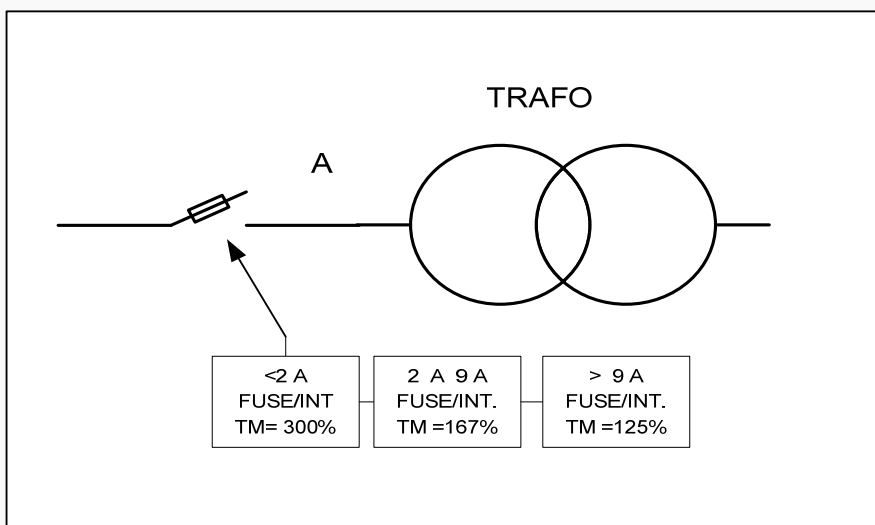
RESUMEN DE LA PROTECCION POR SOBRECORRIENTE CON V>600 V

Máximo valor de la Protección para transformadors de más de 600 Voltios						
Local Limitaciones	Transformador Impedancia	Protección Primaria (V> 600 Volts)		Protección Secundaria		
		Int. TM	Fuse Rating	V> 600V	V< 600V	Int. TM o Fuse
Cualquier local	< 6%	600%(SM)	300%(SM)	300 % (SM)	250%(SM)	125%(SM)
	6% a 10%	400%(SM)	300%(SM)	250%(SM)	225%(SM)	125%(SM)
Supervisado solamente	cualquiera	300%(SM)	250%(SM)	No requiere	No requiere	No requiere
	< 6%	600%	300%	300%	250%	250%
	6% a 10%	400%	300%	250%	225%	250%

SM: Siguiete mayor tamaño estándar.

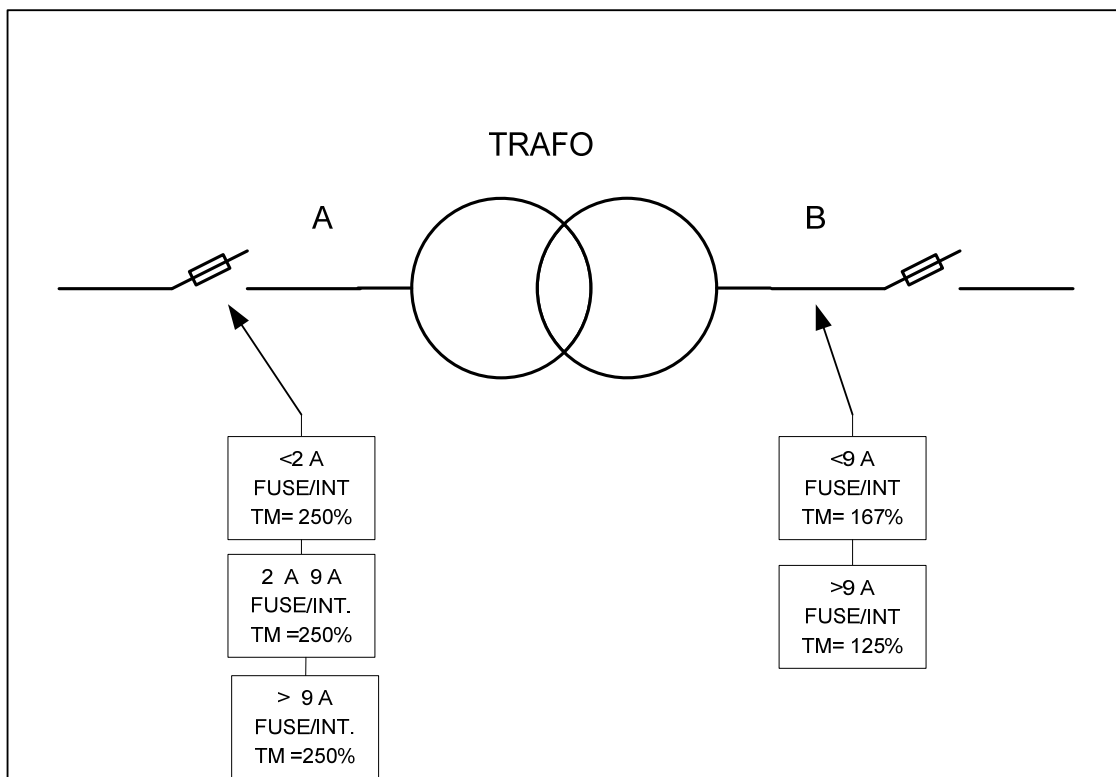
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE TRANSFORMADORES < 600V (NEC 450.3B)

1) PROTECCIÓN SÓLO EN EL LADO PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR



- **Protección de sobrecorriente en el lado primario (<2 A)**
- Dimensión del fuse primario / interruptor TM en A = 300% de la cte primaria de plena carga o el siguiente valor menor estándar.
- Ejemplo: Transformador de 1 KVA 480/277 V trifásico, cte plena carga primario = 1 A
- Fusible primario = $3 \times 1 = 3$ A.
- Protección de sobrecorriente en el lado primario (2 a 9 A)
- Fusible primario/ Interruptor TM en A = 167% de la corriente de plena carga o el valor estándar más cercano menor.
- Ejemplo: 3 KVA, 220/127 V, corriente de plena carga en el primario = 7.9 A
- Valor del fuse / Interruptor TM en A = $1.67 \times 7.9 = 13.2$ A o el valor más cercano menor = 13 A.
- Protección de sobre corriente en el lado primario ($I_p > 9$ A):
- Valor Fuse / Interruptor TM en A = 125% de la corriente de plena carga primario o valor próximo mayor estándar.
- Ejemplo: Transformador 10 KVA, 440/254 V = 13.12 A
- Valor Fuse / Interruptor TM = 13×1.25 A = 16.4 A o valor estándar superior = 20 A.

2) PROTECCIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA DEL TRANSFORMADOR CON V < 600 Voltios.



- **PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL PRIMARIO ($I_p < 2$ A):**
- Valor Fuse / Interruptor TM en A = 250% de la Corriente primaria de plena carga o valor menor más próximo estándar.
- **PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL PRIMARIO ($I_p = 2$ a 9 A):**
- Valor Fuse / Interruptor TM en A = 250% de la Corriente primaria de plena carga o valor menor más próximo estándar.
- **PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL PRIMARIO ($I_p > 9$ A):**
- Valor Fuse / Interruptor TM en A = 250% de la Corriente primaria de plena carga o valor menor más próximo estándar.
- Ejemplo: Transformador de 25 KVA, 480/230V → $I_p = 30$ A.
- Fuse / Int. TM = 2.5×30 A = 75 A. o valor estándar más cercano menor = 70 A.

- **PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL SECUNDARIO ($I_s < 9$ A):**
- Valor Fuse / Interruptor TM en B = 167% de la Corriente secundaria de plena carga o valor menor más próximo estándar.
- Ejemplo: Transformador de 5 KVA 440/254V → $I_{sec} = 6.6$ A.
- Fuse / Int. TM = 1.67×6.6 A = 11 A. o valor estándar más cercano menor = 10 A.

- **PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL SECUNDARIO ($I_s > 9$ A):**
- Valor Fuse / Interruptor TM en B = 125% de la Corriente secundaria de plena carga o valor mayor más próximo estándar.
- Ejemplo: Transformador de 5 KVA 440/254V → $I_{sec} = 6.6$ A.
- Fuse / Int. TM = 1.25×6.6 A = 8.25 A. o valor estándar más cercano mayor = 10 A.

• RESUMEN DE LA PROTECCIÓN PARA TRANSFORMADORES DE < 600 V

Máximo valor para la Protección de Transformadores de < 600 Volts					
Protección Método	Protección Primaria			Protección Secundaria	
	Más de 9A	2A a 9A	Menos de 2A	Más de 9A	Menos de 9A
Primario solamente	125%(SM)	167%	300%	No requiere	No requiere
Primario y secundario	250%	250%	250%	125%(SM)	167%

SM: Siguiendo valor mayor estándar.

Fuente: NEC 2008.