



TRANSFORMADORES DE MEDIDA

II. CARACTERÍSTICAS GENERALES



A. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

A.1. Transformadores de intensidad de medida y de protección

Los aparatos que suponen las cargas de los transformadores tienen diferentes finalidades según sean de protección o medida. Imaginemos que un transformador de corriente alimenta aparatos de medida y que en el primario del transformador circula una corriente de cortocircuito decenas de veces superior a la nominal. Esta corriente puede averiar el aparato de medida. Por el contrario un transformador que alimenta un relé de protección, necesita que la corriente secundaria sea una reproducción fidedigna de la del primario para que el relé pueda actuar con exactitud.

Por lo expuesto hay que diferenciar entre transformadores destinados a alimentar aparatos de medida o de protección:

- **Aparatos de medida**, son aparatos destinados a medir corrientes normales sin que, ante valores anormales, tengan que provocar respuestas correctoras.
- **Aparatos de protección**, estos aparatos ante valores anormales de la magnitud han de dar respuesta de aviso o de corrección.

Por su naturaleza los aparatos de medida no suelen soportar valores muy grandes de intensidad ni miden magnitudes anormalmente grandes. Por tanto el transformador que los alimenta ante valores anormalmente grandes de corriente en el primario ha de ser capaz de aumentar el error de relación, que la corriente en el secundario no aumente en la misma proporción que el primario, $K_{cc} \ll K_n$. Esto se consigue con un núcleo magnético saturable.

Por tanto en los transformadores de intensidad de protección desearemos que FS (factor de seguridad) sea lo mas grande posible.

En cambio, los aparatos de protección necesitan en todo momento un valor fidedigno de la magnitud para poder actuar en todo momento según conveniencia. La relación de transformación debe ser siempre constante independientemente de la intensidad primaria. Esto se consigue con un núcleo magnético que no sea saturable.

Por tanto en los transformadores de intensidad de medida desearemos que FS (factor de seguridad) sea lo mas pequeño posible.

Lo expuesto hace aconsejable no reunir en un mismo secundario de un transformador de intensidad aparatos de medida y de protección. Lo correcto es emplear dos transformadores o bien un transformador de corriente de doble núcleo, cada uno con las características constructivas adecuadas.

A.2. Improcedencia del secundario abierto

El secundario abierto equivale a tener una corriente en el secundario nula, es decir toda la corriente del primario es corriente de excitación del transformador. Por tanto la tensión que se induce en bornes del secundario es proporcional $N_p I_p$, puede llegar a ser de valores muy elevados. La saturación del núcleo magnético puede ayudar a que la tensión inducida en el secundario no sea tan alta.

A.3. Consumos de las bobinas amperimétricas de los aparatos alimentados

Son consumos que deben considerarse a nivel indicativo de las bobinas amperimétricas en VA para aparatos de tipo electromagnético. Los aparatos electrónicos suelen tener consumos mucho más reducidos.

Aparato o instrumento	Consumo en VA
Amperímetros indicadores	1-2
Amperímetros registradores	2-5
Amperímetros de precisión	0.2-0.5
Vatímetros indicadores	2-4
Vatímetros registradores	2-8
Vatímetros de precisión	1-2
Contadores de potencia activa y reactiva	1-1.5
Fasímetros indicadores	5-15
Fasímetros registradores	8-20
Relés de máxima intensidad, instantáneos	2-10
Relés de máxima intensidad, retardo independiente	3-20
Relés de máxima intensidad térmicos	3-7
Relés temporizables	2-5
Relés diferenciales	2-10
Relés de distancia	5-20
Los relés electrónicos no suelen consumir más de 5 VA	

No debe olvidarse que los conductores, de unión entre bornes secundarios del transformador, tienen su propio consumo, que habrá que agregar a los anteriores.

Adjuntamos, en la siguiente tabla, los consumos en VA, por metro de conductor de cobre (longitud a considerar ida más retorno).

Sección (mm ²)	Consumo en VA por m de conductor de Cu	
	Isn 5A	Isn 1A
2.5	0.18	0.007
4	0.11	0.0044
6	0.07	0.0029
10	0.044	0.00175

Cuando la longitud total de los conductores es grande es recomendable emplear Isn = 1A.

A.4. Usos de los transformadores de corriente, según clases de precisión

Transformadores para medida	
Clase de precisión	Usos más generales
0.1	Mediciones de precisión (laboratorio)
0.2	Contadores de precisión, en especial para grandes potencias (elevadas tensiones). Casos que son de prever factores de potencia bajos. Mediciones de laboratorio. Patrones portátiles.
0.5	Contadores normales. Aparatos de medida, y reguladores, sensibles.
1	Amperímetros, vatímetros y fasímetros.

Transformadores para protección	
Clase de precisión	Usos más generales
5P	Relés diferenciales, de distancia, direccionales, de contacto a tierra y otros de cierta precisión. En general todos aquellos que afecte el error de ángulo.
10P	Relés ordinarios de protección y otros. En general aquellos a los que no les afecte el error de ángulo.

B. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

B.1. Factores de tensión

Es el valor por el cual se tiene de multiplicar la tensión nominal y obtener el valor máximo de tensión a la cual el transformador debe cumplir con las prescripciones de calentamiento y precisión.

Los valores normales del factor de tensión son: 1.2 –1.5 –1.9.

Este factor de tensión está determinado por la tensión máxima de funcionamiento, la cual depende a su vez de la red y de la condiciones de puesta a tierra del arrollamiento primario del transformador.

Los valores normales de factor de tensión nominal apropiado en las diferentes condiciones de puesta a tierra de la red se indican en la tabla I, simultáneamente con la duración admisible de la tensión máxima de funcionamiento (es decir, duración nominal).

Factor de tensión nominal	Duración nominal	Modo de conexión del arrollamiento primario y condiciones de puesta a tierra de la red
1.2	continua	- Entre fases de una red cualquiera - Entre el punto neutro de los transformadores en estrella y tierra, en un red cualquiera
1.2	continua	- Entre fase y tierra, en una red con neutro efectivamente puesto a tierra
1.5	30 s	
1.2	continua	- Entre fase y tierra, en una red con neutro no efectivamente puesto a tierra con eliminación automática de defecto a tierra
1.9	30 s	
1.2	continua	- Entre fase y tierra, en una red con neutro aislado sin eliminación automática del defecto a tierra, o en una red con neutro puesto a tierra a través de una bobina de extinción sin eliminación automática de defecto a tierra.
1.9	8 h	

Tabla I. Valores normales del factor de tensión nominal

B.2. Consumos de las bobinas voltimétricas de los aparatos alimentados

Son consumos que deben considerarse a nivel indicativo de las bobinas voltimétricas en VA para aparatos del tipo electromagnético. Los aparatos electrónicos suelen tener consumos mucho más reducidos.

Aparato o instrumento	Consumo en VA
Voltímetros indicadores	3-10
Voltímetros registradores	0.3-20
Vatímetros indicadores	0.3-10
Vatímetros registradores	1-15
Contadores de potencia activa y reactiva	2.5-5
Vatímetros de precisión	1-2

Fasímetros	1-15
Frecuencímetros	1-10
Sincronoscopios	5-20
Voltímetros de nulo	5-30
Relés de mínima tensión	5-15
Relés de máxima tensión	5-15
Relés direccionales	5-30
Relés de contacto a tierra	10-30
Relés de distancia	10-30
Reguladores	30-70

B.3. Usos de los transformadores de tensión, según clases de precisión

Transformadores para medida	
Clase de precisión	Usos más generales
0.1	Mediciones de precisión (laboratorio)
0.2	Contadores de precisión, en especial para grandes potencias (elevadas tensiones). Casos que son de prever factores de potencia bajos. Mediciones de laboratorio. Patrones portátiles.
0.5	Contadores normales. Aparatos de medida y reguladores, sensibles.
1	Voltímetros, vatímetros y fasímetros de cuadro. Contadores industriales. Reguladores ordinarios.
3	Aparatos de gran consumo, sin grandes requerimientos. Aparatos de poca precisión o aquellos a los que no afecte el valor concreto de la tensión. Casos en los que no importan los errores de ángulo.

Transformadores para protección	
Clase de precisión	Usos más generales
3P	Relés que exigen cierta precisión y no excesivo error de ángulo (direccionales y de distancia)
6P	Relés de sobretensión o de mínima tensión, sin requerimientos especiales a cuanto ángulo de error