

CLASIFICACION DE TRANSFORMADORES

RESUMEN

Los Transformadores generalmente se clasifican por tamaño, aislamiento y localización. Ciertamente los transformadores pueden ser clasificados en varias formas, pero su construcción básica es la misma, consistente de devanados y núcleos magnéticos los cuales se interconectan, aíslan y se implementan dependiendo de la carga.

Carlos Guarnido

Alexander Molina

PALABRAS CLAVES: Transformadores, clasificados.

ABSTRACT

Transformers are generally classified by size, insulation, and location. Certainly transformers can be classified in various ways, but their basic construction consists of windings, magnetic cores on which windings are coiled, insulation, and any special connections applying to the type of load.

KEYWORDS: *Transformers, classified.*

El transformador es básicamente un dispositivo eléctrico estático que consta de un devanado, o dos o mas devanados con o sin núcleo magnético para introducir un acoplamiento mutuo entre circuitos eléctricos.



Figura 1. Transformador trifásico

Los transformadores son usados en sistemas eléctricos de potencia para transferir potencia por inducción electromagnética entre circuitos de la misma frecuencia, usualmente con cambios de tensión y corriente.

Según la norma técnica colombiana NTC317 los transformadores se puede clasificar así:

1. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO.

1.1 Transformador reductor.

Transformador en el cual la transferencia de potencia es del circuito de mayor tensión al circuito de menor tensión.

1.2 Transformador elevador.

Transformador en el cual la transferencia de potencia es del circuito de menor tensión al circuito de mayor tensión.

1.3 Autotransformador.

Un transformador en el cual al menos dos devanados tienen una sección común.

1.4 Transformador de tensión constante.

Transformador que mantiene una relación de tensión aproximadamente constante sobre todo el intervalo, desde cero hasta la salida nominal.

1.5 Transformador de corriente constante.

Transformador que automáticamente mantiene la corriente aproximadamente constante en su circuito secundario, bajo condiciones de variación de la impedancia de la carga, cuando esta es suministrada desde una fuente de tensión constante.

1.6 Transformadores Especiales.

1.6.1 Transformador con cambiador de derivación bajo carga.

Transformador usado para variar por pasos la tensión, el ángulo de fase, o ambos, de un circuito regulado, por medio de un dispositivo que conecta las diferentes derivaciones del devanado sin interrupción de la carga.

1.6.2 Transformador Regulator.

Transformador usado para variar la tensión, el ángulo de fase, o ambos, de un circuito de salida (referido a un circuito regulado) controlando la salida y compensando las fluctuaciones de carga y tensión de entrada (y ángulo de fase) dentro de unos límites específicos.

1.6.3 Transformador de desplazamiento de fase.

Transformador que adelanta o atrasa el ángulo de fase de la tensión de un circuito con respecto al otro.

1.6.4 Transformador de horno.

Transformador diseñado para ser conectado a un horno de arco eléctrico.

Los transformadores para hornos para funcionamiento con arco prolongado en corriente alterna cuentan con un amplio espectro de aplicaciones. Desde la muy exigente y cíclica utilización de hornos de producción de acero de corriente alterna, con condiciones de cortocircuito frecuentes dentro del horno, hasta su utilización con arco sumergido en hornos para aleaciones de hierro y similares. Estos transformadores deben estar suficientemente protegidos de los armónicos y de las frecuentes sobretensiones (en los lados AT y BT) propios del proceso y las elevadas sollicitaciones mecánicas y térmicas deben contenerse mediante un diseño rígido.



Figura 2. Transformador para hornos de corriente continua de 87 MVA, 12 impulsos

1.6.5 Transformador rectificador.

Transformador que opera a la frecuencia fundamental de un sistema de corriente alterna y está diseñado para tener uno o más devanados de salida conectados a los electrodos principales de un rectificador.

1.6.6 Transformador Scott o conectado en T.

Conjunto utilizado para transferir energía de un circuito trifásico a un circuito bifásico o viceversa, o de un circuito trifásico a otro circuito trifásico. El Conjunto consta de un transformador principal con una derivación en su punto medio conectada directamente entre la derivación del punto medio del transformador principal y la tercera línea del circuito trifásico. Los otros devanados de los transformadores pueden conectarse para suministrar una salida bifásica o trifásica.

Alternativamente esto se puede lograr con un ensamble que utiliza un núcleo de tres columnas con ensambles de bobina principal y de bobina en conexión en T localizados sobre las dos columnas externas, con una columna central la cual no tiene bobinas y provee un circuito magnético común para las dos columnas externas.

1.6.7 Transformador de puesta a tierra.

Transformador construido para suministrar un punto neutro para propósitos de puesta a tierra.

1.6.8 Transformador de medida.

Transformador diseñado para reproducir, en su circuito secundario, la corriente o tensión de su circuito primario en una proporción definida y conocida, conservando sustancialmente las relaciones de fase y forma de onda.



Figura 3. Transformadores de Medida y Protección.

1.6.9 Transformador especializado.

Transformador diseñado, generalmente para suministrar potencia eléctrica, para controlar máquinas herramientas, clase 2, señalización, arranque, tubos luminosos, fuentes luminosas de cátodo frío, luminarias exteriores, propósitos generales en baja tensión y aplicaciones similares.

2. CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO.

2.1 Transformador de distribución.

Transformador para transferir energía de un circuito de distribución primario hasta un circuito de distribución secundario o circuito de servicio al consumidor.

Los transformadores de distribución están usualmente entre 5 kVA y 500 kVA.

2.2 Transformador de Potencia.

Transformador que transfiere energía eléctrica en cualquier parte del circuito entre el generador y los circuitos de distribución primaria.

3. CLASIFICACIÓN SEGÚN AISLAMIENTO.

3.1 Transformador sumergido en liquido.

Transformador en el cual el núcleo y las bobinas están sumergidas en un liquido aislante.



Figura 4. Transformadores sumergido.

3.2 Transformador tipo seco.

Transformador en el cual el núcleo y las bobinas están en un medio de composición aislante seco o gaseoso.

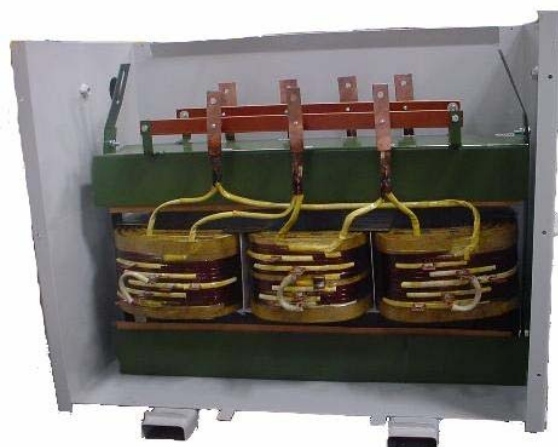


Figura 5. Transformadores tipo seco.

4. CLASIFICACIÓN SEGÚN LOCALIZACIÓN.

4.1 Transformador para instalación interior.

Transformador el cual, a causa de su construcción, debe ser protegido de la intemperie.

4.2 Transformador para instalación exterior.

Transformador cuya construcción es resistente a las condiciones climáticas y es adecuado para poner en servicio sin protecciones adicionales contra la intemperie.

4.3 Transformador tipo poste.

Transformador adecuado para instalar en poste o en una estructura similar.



Figura 5. Transformador tipo poste monofásico.

4.4 Transformador tipo estación.

Transformador diseñado para instalar en una estación o subestación.

4.5 Transformador unitario de subestación.

Transformador que esta conectado eléctrica y mecánicamente y coordinado su diseño con uno o más conjuntos de control de motores o una combinación de ambos.

4.6 Transformador sumergible.

Transformador construido para que opere satisfactoriamente cuando es sumergido en agua, bajo determinadas condiciones de presión y tiempo.

4.7 Transformador tipo bodega.

También llamado Transformador tipo ocasionalmente sumergible, construido para que opere ocasionalmente sumergido en agua, bajo condiciones específicas de tiempo y presión externa.

4.8 Transformador en red.

Transformador diseñado para usarse en una bodega para alimentar sistemas de capacidad variable de secundarios interconectados; Puede ser del tipo sumergible o tipo bodega, pero no siempre se usa como previsión para tener una protección de red.

4.9 Transformador bajo superficie.

Transformador empleado como parte de un sistema de distribución subterráneo, cuya conexión de alta y baja tensión es subterránea y está localizado bajo la superficie.

4.10 Transformador tipo pedestal.

Transformador para instalación exterior, utilizado como parte de un sistema de distribución subterráneo, con compartimientos sellados para alta y baja tensión, cuyos cables de alimentación entran por la parte inferior e instalando sobre una base o pedestal.



Figura 6. Transformado tipo pedestal.

4.11 Transformador directamente puesto a tierra.

Diseñado para ser puesto a tierra con cables de conexión.

5. CLASIFICACIÓN POR EL NÚCLEO.

Constructivamente en los transformadores existen varios tipos de núcleos fundamentales por los cuales se puede clasificar también en:

5.1 Tipo núcleo.

Este tipo de núcleo se representa en la figura 7, indicando el corte A-1 la sección transversal que se designa con S (cm²). Este núcleo no es macizo, sino que esta formado por un paquete de chapas superpuestas, y aisladas eléctricamente entre sí. Para colocarlas y poder ubicar el bobinado terminado alrededor del núcleo, se construyen cortadas, colocando alternadamente una sección U con una sección I. La capa siguiente superior cambia la posición I con respecto a la U.

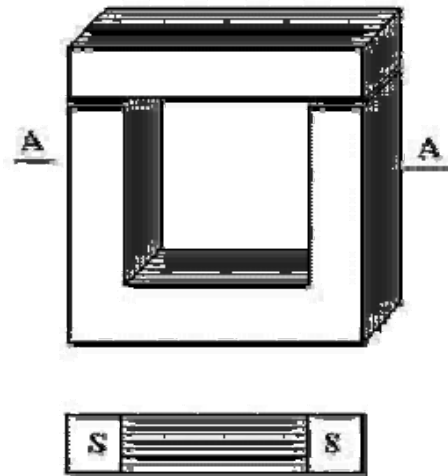


Figura 7. Vista y corte de un núcleo tipo núcleo.

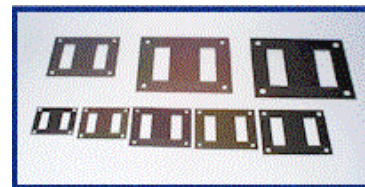


Figura 8. Laminas de acero al silicio.

El aislamiento entre chapas se consigue con barnices especiales, con papel de seda, o simplemente oxidando las chapas con un chorro de vapor.

5.2 Tipo acorazado.

Este tipo de núcleo es más perfecto, pues se reduce la dispersión, se representa en la figura 9, en vistas. Se

observa que las líneas de fuerza de la parte central, alrededor de la cual se colocan las bobinas se bifurcan abajo y arriba hacia los 2 costados, de manera que todo el contorno exterior del núcleo puede tener la mitad de la parte central. Esto vale para las 2 ramas laterales como también para las 2 cabezas. Para armar el núcleo acorazado también se lo construye en trozos, unos en forma de E y otros en forma de I, y se colocan alternados, para evitar que las juntas coincidan.

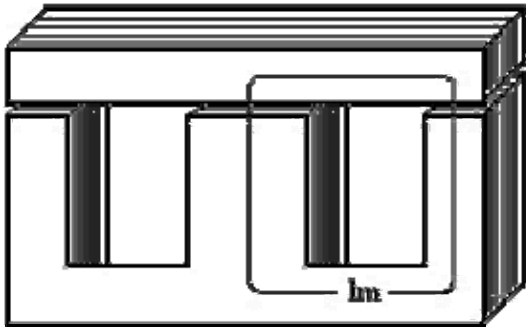


Figura 9. Vista de un núcleo tipo acorazado con indicación de la longitud magnética media.

El hecho que los núcleos sean hechos en dos trozos, hace que aparezcan juntas donde los fillos del hierro no coinciden perfectamente, quedando una pequeña luz que llamaremos entrehierro. Obsérvese que en el tipo núcleo hay dos entrehierros en el recorrido de las fuerzas, y que el acorazado también, porque los dos laterales son atravesados por la mitad de líneas cada uno.

5.3 Núcleo Enrollado.

Los transformadores con este tipo de núcleo se caracterizan porque el flujo magnético es paralelo al arrollamiento. Esta característica de tipo de núcleo es muy utilizada en transformadores de distribución.

5.4 Núcleo Apilado

Los transformadores con este tipo de núcleo se caracterizan por estar formados por columnas y yugos los cuales abrazan las bobinas.

En la figura 5, se aprecian los transformadores de 3 y 4 columnas apilados y el de 5 columnas de núcleo enrollado todos ellos trifásicos.

6. CLASIFICACIÓN POR RANGO DE VA.

Los Transformadores se agrupan básicamente en tres grupos basados en el rango de sus KVA o MVA en:

- Transformadores de baja Potencia: de 500 a 7500kVA.
- Transformadores de Media Potencia: 7500 kVA a 100 MVA.
- Transformadores de Gran Potencia: mas de 100 MVA.

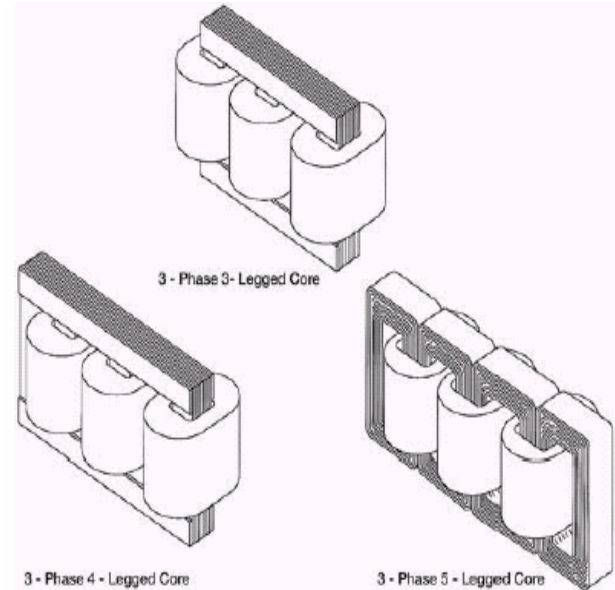


Figura 10. Transformadores de 3 y 4 columnas apilados y el de 5 columnas de núcleo enrollado todos trifásicos.

7. CLASIFICACIÓN POR REFRIGERANTES UTILIZADOS.

Los transformadores también se pueden clasificar por los refrigerantes que utilizan para mantener condiciones adecuadas de funcionamiento.

7.1 Aceite Mineral.

El aceite mineral rodea el núcleo del transformador de modo que se incrementa la fuerza dieléctrica de los devanados, además de prevenir la oxidación en el núcleo. El incremento dieléctrico ocurre a causa de que el aceite tiene una constante dieléctrica de 2.2 la cual es mayor que la del aire. Como resultado el estrés que sufren los aislamientos es disminuido cuando el aceite reemplaza a el aire en el sistema dieléctrico. Adicionalmente el aceite absorbe el calor de los conductores trasportándolo a la superficie del tanque del transformador por medio de autoconvección.

7.2 Ascareles

Como sustituto del aceite mineral en 1932 se introdujeron una clase de líquidos llamadas ascareles o PCB dado que no eran tan flamables como es el caso de los aceites. Aunque hoy en día no se utilizan dado la cantidad de contaminantes que producen.

7.2 Hidrocarburos para altas temperaturas (HTHC).

Esta entre los refrigerantes implementados como reemplazo de los ascareles en transformadores de distribución; también llamados hidrocarburos de gran peso molecular.

Estos refrigerantes estan clasificados por la NEC como “Poco flamables”; Sus desventajas incluyen el incremento del costo frente a la disminución de la capacidad refrigerante dada su gran viscosidad causada por su gran peso atómico.

7.3 Silicones.

Otro refrigerante el cual es solo utilizado ocasionalmente dado que exhibe persistencia biológica y mayores costos que el aceite mineral o los HTHC.

7.4 Fluidos Halogenados

Es una mezcla entre tetracloroetano y aceite mineral, el cual fue el reemplazo del aceite por unos cuantos años. Se descontinuo su uso dada que poco biodegradable y producía efectos negativos en la capa de ozono.

7.5 Esteres.

Son los mas costosos y son usados en Europa donde la capacidad de soportar altas temperaturas y la biodegradabilidad son mas importante que los costos.

8. OTRAS CLASIFICACIONES.

Otras clasificaciones que vale mencionar son:

- Numero de Fases: Pueden se monofásicos y trifásicos.
- Protección presente: Convencional, Autoprotegido “SP” y Autoprotegido “CP”

9. SIMBOLOGIA.

A Continuación se muestran las simbologías mas comúnmente utilizadas para representar los diferentes tipos de transformadores

Transformador de núcleo de aire	Transformador de núcleo de FE-SI
Transformador de núcleo	Transformador de

de ferrita	acoplamiento variable
Transformador apantallado	Transformador de núcleo de aire
Transformador de núcleo de aire	Transformador de núcleo de ferrita ajustable

Adicionalmente otras simbologías utilizadas para el diseño de sistemas de potencia se pueden apreciar a continuación:

Transformador	Transformador regulable
Autotransformador	Autotransformador

Transformador de intensidad	Autotransformador
Transformador de intensidad	Transformador regulable

Transformador regulable	Transformador de intensidad

10. BIBLIOGRAFÍA.

[1] Norma Eléctrica Colombiana NTC 317, “Electrotecnia. Transformadores de Potencia y distribución. Terminología.”

[2] Varios Autores, “Electric Power Transformer Engineering”, The Electric Power Engineering Series, CRC Press LLC.