2014

TRANSFORMADORES

Máquinas Eléctricas I

Editado por Ing Leonardo Charris

Autor:

CARLOS JHONATHAN GOMERO GOMERO

TRANSFORMADORES

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 3

TRANSFORMADORES 5

CLASES DE TRANSFORMADORES 8

VENTAJAS Y DESVENTAJAS 11

TIPOS DE TRANSFORMADORES 14

BIBLIOGRAFÍA.....16

Introducción

Uno de los componentes de mayor importancia en la red eléctrica de cualquier compañía, que en la mayoría de los casos es olvidado, es el transformador de potencia, componente principal de la subestación. La falla del transformador, por cualquier circunstancia paraliza las operaciones productivas en cualquier factoría.

La conservación del buen estado de operación de cualquier equipo eléctrico y en especial del transformador depende de que se le realice cada mantenimiento preventivo correspondiente; se debe evitar a toda costa el mantenimiento correctivo. Como es bien sabido, los transformadores carecen de partes móviles, salvo algunas excepciones, como es en aquellos de gran potencia que cuentan con circulación forzada en aceite, cambiadores de derivación bajo carga, etc.

Estás característica representan una de las grandes ventajas de los transformadores, en cuanto a operación y mantenimiento se refiere; también podemos considerar como una importancia favorable de los mismo, que se encuentren alojados en tanques herméticos.

Los factores anteriores, unidos a los de sobre-carga que su diseño les permite soportar durante ciertos períodos, hacen que los transformadores requieran de poco servicio de mantenimiento y por tal motivo, generalmente, el personal se olvide por completo de su cuidado.

En cuanto al equipo adicional del transformador, su mantenimiento también es importante y mucho depende de él, el buen funcionamiento del mismo y basándose en ello, se incluyen algunos datos, que basados en experiencia han dado resultados satisfactorios.

Las partes que determinan la vida de un transformador son sus aislamientos, y son estos sin lugar a duda, las partes más delicadas y vulnerables de todo el conjunto. Las características eléctricas que definen un aislamiento se ven afectadas principalmente por: la humedad, temperatura, oxigeno, gases, impurezas y contaminación, y son estos factores también los que determinan la velocidad del envejecimiento de los aislamientos.

Una vez iniciada la degradación de los aislamientos, los productos de la descomposición, actúan como catalizadores, acelerando cada vez más el envejecimiento de los aislantes. El mantenimiento que se le debe dar a un transformador, está dirigido directamente o indirectamente a la conservación de sus aislamientos desde el punto de vista eléctrico, químico y mecánico. Este empieza realmente desde el momento de la puesta en servicio.

El mantenimiento que se le debe dar a un transformador, está dirigido directamente o indirectamente a la conservación de sus aislamientos desde el punto de vista eléctrico, químico y mecánico. Este empieza realmente desde el momento de la puesta en servicio.

Las técnicas y cuidados empleados en esta operación determinarán la vida del transformador en la periodicidad del mantenimiento posterior.

El presente trabajo pretende ser una guía para el desarrollo y aplicación de un programa de mantenimiento preventivo periódico para transformadores de potencia en aceite. Conjuntamente con las actividades pertenecientes al mantenimiento preventivo, se analizan diferentes procedimientos y procesos útiles a la hora de realizar un mantenimiento correctivo del transformador.

Dos de los temas que son necesariamente estudiados previo al análisis del mantenimiento preventivo un transformador de potencia en aceite son los elementos constitutivos de esta clase de transformador, junto con los factores que producen un deterioro de su sistema de aislamiento (aceite y papel), ya que, un buen conocimiento de ambos temas, facilita tanto el desarrollo como la aplicación del programa de mantenimiento del equipo.

TRANSFORMADOR

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño, tamaño, etc.



El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética.

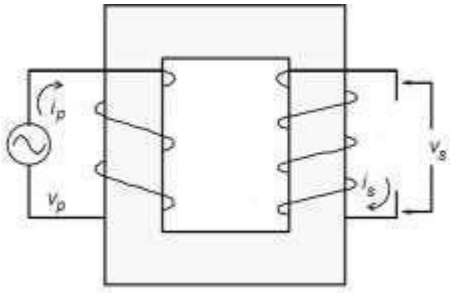
Se dice que el transformador es un equipo BI-DIRECCIONAL, es decir, el mismo equipo uno lo puede utilizar como elevador o como reductor de tensión.

El TRF, trafo o transformador está constituido por dos o más bobinas de material conductor, aisladas entre sí eléctricamente y por lo general enrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.

Los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado, fabricado bien sea de hierro dulce o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético. Las bobinas o devanados se denominan *primario* y *secundario* según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. También existen transformadores con más devanados; en este caso, puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario.

FUNCIONAMIENTO

Si se aplica una fuerza electromotriz alterna en el devanado primario, circulará por éste una corriente alterna que creará a su vez un campo magnético variable. Este campo magnético variable originará, por inducción, la aparición de una fuerza electromotriz en los extremos del devanado secundario.



RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

La relación de transformación nos indica el aumento ó decremento que sufre el valor de la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada, esto quiere decir, por cada voltio de entrada cuántos voltios hay en la salida del transformador.

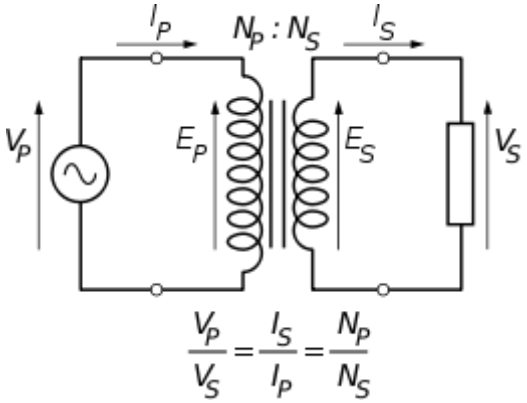
La relación entre la fuerza electromotriz *inductora* (Ep), la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz *inducida* (Es), la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario (Np) y secundario (Ns) .

$$\frac{Ep}{Es} = \frac{Np}{Ns}$$

La relación de transformación (m) de la tensión entre el bobinado primario y el bobinado secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{Np}{Ns} = \frac{Vp}{Vs} = \frac{I_s}{I_p} = m$$

Donde: (Vp) es la tensión en el devanado primario ó tensión de entrada, (Vs) es la tensión en el devanado secundario ó tensión de salida, (Ip) es la corriente en el devanado primario ó corriente de entrada, e (Is) es la corriente en el devanado secundario ó corriente de salida.



Esta particularidad se utiliza en la red de transporte de energía eléctrica: al poder efectuar el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades, se disminuyen las pérdidas por el efecto Joule y se minimiza el costo de los conductores.

Así, si el número de espiras (vueltas) del secundario es 100 veces mayor que el del primario, al aplicar una tensión alterna de 230 voltios en el primario, se obtienen 23.000 voltios en el secundario (una relación 100 veces superior, como lo es la relación de espiras). A la relación entre el número de vueltas o espiras del primario y las del secundario se le llama *relación de vueltas* del transformador o *relación de transformación*.

Ahora bien, como la potencia eléctrica aplicada en el primario, en caso de un transformador ideal, debe ser igual a la obtenida en el secundario, el producto de la fuerza electromotriz por la intensidad (potencia) debe ser constante, con lo que en el caso del ejemplo, si la intensidad circulante por el primario es de 10 amperios, la del secundario será de solo 0,1 amperios (una centésima parte).

CLASES DE TRANSFORMADORES

Existen dos clases de transformadores, los secos y en aceite:

TRANSFORMADORES SECOS



Los transformadores de distribución de este rango se utilizan para reducir las tensiones de distribución suministradas por las compañías eléctricas a niveles de baja tensión para la distribución de potencia principalmente en áreas metropolitanas (edificios públicos, oficinas, subestaciones de distribución) y para aplicaciones industriales.

Los transformadores secos son ideales para estas aplicaciones porque pueden ser ubicados cerca del punto de utilización de la potencia lo cual permitirá optimizar el sistema de diseño minimizando los circuitos de baja tensión y alta intensidad con los correspondientes ahorros en pérdidas y conexiones de baja tensión. Los transformadores secos son medio ambientalmente seguros, proporcionan un excelente comportamiento a los cortocircuitos y robustez mecánica, sin peligro de fugas de ningún tipo de líquidos, sin peligro de fuego o explosión y son apropiados para aplicaciones interiores o exteriores. En muchos países es obligatorio instalar transformadores secos cuando las subestaciones están situadas en edificios públicos.

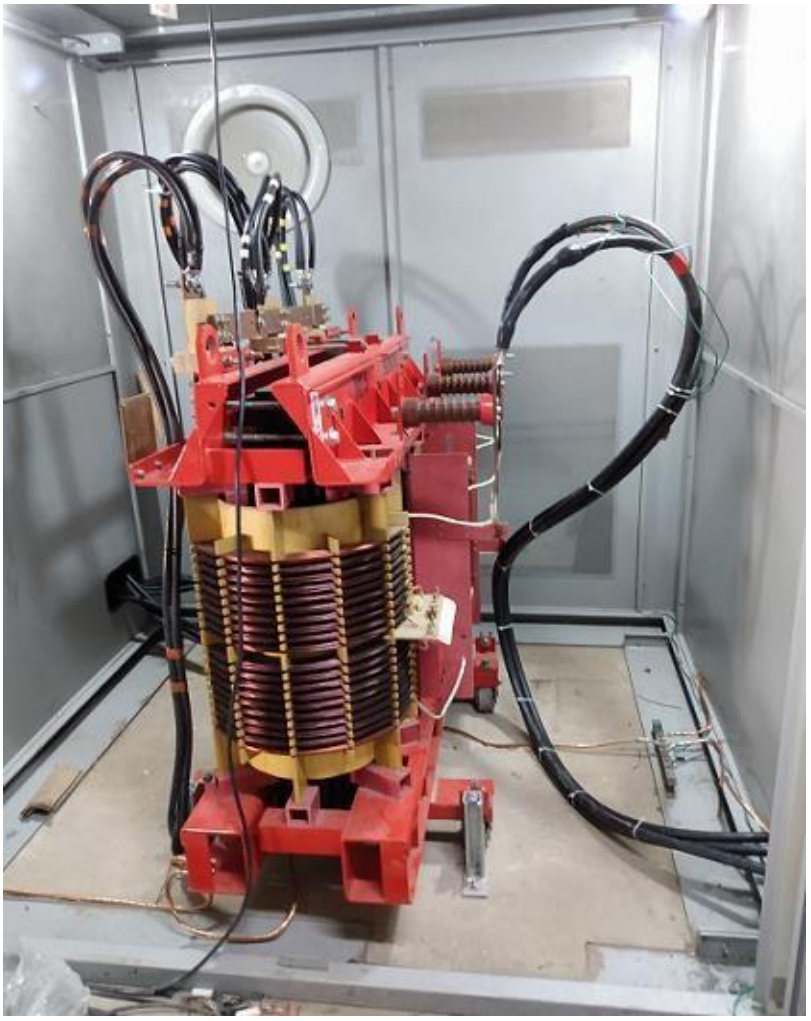
Los transformadores de tipo seco encapsulado al vacío están diseñados a prueba de humedad y son adecuados para funcionar en ambientes húmedos o muy contaminados. Son los transformadores idóneos para funcionar en ambientes que presenten una humedad superior al 95 % y en temperaturas por debajo de los -25 °C.

Resumiendo algunas de sus características:

- Los que menos espacio necesitan.
- Los que menos trabajo de ingeniería civil precisan.
- No requieren características de seguridad especiales (detección de incendios, foso anti derrames de aceite, muros corta fuego, puerta corta fuegos, compuertas de ventilación con fusibles).
- Exentos de mantenimiento (Clase F) o muy mínimo (Clase H).
- Una vida útil de los transformadores más larga gracias a un bajo envejecimiento térmico.
- Puede instalarse cerca del lugar de consumo reduciendo las pérdidas de carga.
- Un diseño óptimo sujeto a mejoras constantes tan pronto como se dispone de nuevos materiales.
- Son seguros y respetan el medio ambiente.
- Contaminación medioambiental reducida.
- Sin riesgo de fugas de sustancias inflamables o contaminantes.
- Fabricación segura para el medio ambiente (sistema cerrado).
- Apropiados para zonas húmedas o contaminadas.
- Sin peligro de incendio.
- Los transformadores son incombustibles.
- Alta resistencia a los cortocircuitos.
- Gran capacidad para soportar sobrecargas.
- Buen comportamiento ante fenómenos sísmicos.
- Capaces de soportar las condiciones más duras de balanceo y vibraciones.
- Impactos medioambientales mínimos.
- Alto reciclado (90 %).

Los transformadores de tipo seco encapsulado al vacío marca ABB varían desde 50 kVA hasta 30 MVA con tensiones de trabajo de hasta 52 kV.

TRANSFORMADOR SECO. EN MALAMBO – ATLANTICO.



TRANSFORMADORES EN ACEITE

Este tipo de transformadores tienen todos sus componentes eléctricos o partes activas sumergidas en un aceite dieléctrico, el cual cumple dos funciones principales: Refrigerante y aislante eléctrico.

Actualmente se fabrican aceites dieléctricos cuyos componentes principales son derivados del petróleo. También se están fabricando aceites sintéticos así como aceites dieléctricos formulados con aceites vegetales en un porcentaje superior al 99 %.

Antes de los años 80 se producían aceites con unos peligrosos componentes llamados PCB. Hoy en día en Colombia esos tipos de aceites están prohibidos.

Transformador en baño de aceite Vs Transformador seco



Transformador en baño de aceite



Transformador seco

En esta entrada haremos una comparación entre los transformadores en baño de aceite y los transformadores secos, analizando sus ventajas y desventajas.

Transformadores en baño de aceite: Ventajas y desventajas.

Ventajas frente a los transformadores secos:

- menor costo unitario. En la actualidad su precio es del orden de la mitad que el de uno seco de la misma potencia y tensión.
- menor nivel de ruido.
- menores pérdidas de vacío.
- mejor control de funcionamiento.
- pueden instalarse a la intemperie.
- buen funcionamiento en atmósferas contaminadas.
- mayor resistencia a las sobretensiones, y a las sobrecargas prolongadas.

Los transformadores en baño de aceite se construyen para todas las potencias y tensiones, pero para potencias y/o tensiones superiores a los de distribución MT/BT para CT, siguen siendo con depósito o tanque conservador.

Desventajas frente a los transformadores secos:

- La principal desventaja, es la relativamente baja temperatura de inflamación del aceite, y por tanto el riesgo de incendio con desprendimiento elevado de humos. Según la norma UNE, el valor mínimo admisible de la temperatura de inflamación del aceite para transformadores, es de 140 ºC. Por este motivo (también por razones medioambientales), debajo de cada transformador, debe disponerse un pozo

o depósito colector, de capacidad suficiente para la totalidad del aceite del transformador, a fin de que, en caso de fuga de aceite, por ejemplo, por fisuras o rotura en el tanque o cuba del transformador, el aceite se colecte y se recoja en dicho depósito.

- En la embocadura de este depósito colector acostumbra a situarse un dispositivo apaga llamas para el caso de aceite inflamado, que consiste en unas rejillas metálicas cortafuegos, las cuales producen la auto extinción del aceite, al pasar por las mismas, o, como mínimo, impiden que la llama llegue a la caja del transformador y le afecte (efecto cortafuegos). En muchas ocasiones, estas rejillas metálicas cortafuegos o apaga llamas se sustituyen por una capa de piedras por entre las cuales pasa el aceite hacia el depósito colector. Actúan pues como apaga llamas o cortafuegos en forma similar a las mencionadas rejillas metálicas.
- Este depósito colector representa un incremento significativo en el coste de la obra civil del CT, y en ocasiones, cuando la haya, una cierta invalidación de la planta inferior a la del CT.
- El riesgo de incendio obliga también a que las paredes y techo de la obra civil del CT sean resistentes al fuego.
- Debe efectuarse un control del aceite, pues está sujeto a un inevitable proceso de envejecimiento que se acelera con el incremento de la temperatura. Asimismo, aunque se trate de transformadores herméticos, sin contacto con el aire, puede producirse un incremento en su contenido de humedad, debido al envejecimiento del aislamiento de los arrollamientos, ya que la degeneración de la celulosa, desprende agua que va al aceite.
- En efecto, en los transformadores en baño de aceite, los aislantes de los arrollamientos acostumbran a ser de substancias orgánicas tales como algodón, seda, papel y análogos, que en la clasificación de los aislantes para transformadores figuran comprendidos en la «clase A». Esto obliga a una labor de mantenimiento con controles periódicos del aceite, como mínimo de su rigidez dieléctrica, pues ésta disminuye mucho con el contenido de agua (humedad), y de su acidez (índice de neutralización), ya que los ácidos orgánicos, que por oxidación aparecen en el aceite, favorecen activamente el deterioro de los aislantes sólidos de los arrollamientos.

Transformadores secos: Ventajas y desventajas

Ventajas frente a los transformadores en baño de aceite:

- menor coste de instalación al no necesitar el depósito colector en la obra civil, antes mencionado,
- Mucho menor riesgo de incendio. Es su principal ventaja frente a los transformadores en baño de aceite. Los materiales empleados en su construcción (resina epoxy, polvo de cuarzo y de alúmina) son auto extinguibles, y no producen gases tóxicos o venenosos. Se descomponen a partir de 300 ºC y los humos que producen son muy tenues y no corrosivos. En caso de fuego externo (en el entorno), cuando la resina alcanza los

350 ºC arde con llama muy débil y al cesar el foco de calor se autoextingue aproximadamente a los 12 segundos.

- Puede decirse que este menor riesgo de incendio fue la principal razón y objetivo que motivó su desarrollo.

Desventajas frente a los transformadores en aceite:

- mayor coste, en la actualidad del orden del doble,
- Mayor nivel de ruido,
- Menor resistencia a las sobretensiones,
- Mayores pérdidas en vacío,
- No son adecuados para instalación en intemperie, ni para ambientes contaminados.
- En la actualidad, disponibles sólo hasta 36 kV y hasta 15MVA.

Atención: Estando el transformador seco en tensión, no deben tocarse sus superficies exteriores de resina que encapsulan los arrollamientos de Media Tensión. En este aspecto, presentan menos seguridad frente a contactos indirectos que los transformadores en aceite dentro de caja metálica conectada a tierra.

De la comparación entre ambos tipos, se desprende que cada uno presenta ventajas e inconvenientes. No puede decirse pues, que uno sea en todo superior al otro. En consecuencia, el proyectista del Centro de transformación debe establecer previamente unas prioridades, y a partir de ellas efectuar la elección del tipo de transformador.

TIPOS DE TRANSFORMADORES

Según sus aplicaciones

Transformador elevador/reductor de tensión

Son empleados por empresas transportadoras eléctricas en las subestaciones de la red de transporte de energía eléctrica, con el fin de disminuir las pérdidas por efecto Joule. Debido a la resistencia de los conductores, conviene transportar la energía eléctrica a tensiones elevadas, lo que origina la necesidad de reducir nuevamente dichas tensiones para adaptarlas a las de utilización.



Un transformador con PCB, como refrigerante en plena calle.

Transformadores elevadores

Este tipo de transformadores nos permiten, como su nombre lo dice elevar la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada. Esto quiere decir que la relación de transformación de estos transformadores es mayor a uno. Se usan en S.E. de transmisión. Hoy se usan mucho en granjas solares.

Transformadores variables

También llamados "Variacs", toman una línea de tensión fija (en la entrada) y proveen de tensión de salida variable ajustable.

Transformador trifásico

Tienen tres bobinados en su primario y tres en su secundario. Pueden adoptar forma de estrella (Y) (con hilo de neutro o no) o delta -triángulo- (Δ) y las combinaciones entre ellas: Δ-Δ, Δ-Y, Y- Δ y Y-Y. Hay que tener en cuenta que aún con relaciones 1:1, al pasar de Δ a Y o viceversa, las tensiones de fase varían en el transformador trifásico.

En Colombia está normalizado la conexión de los transformadores en la combinación **DELTA – ESTRELLA.** Delta en el primario, Estrella en el secundario.

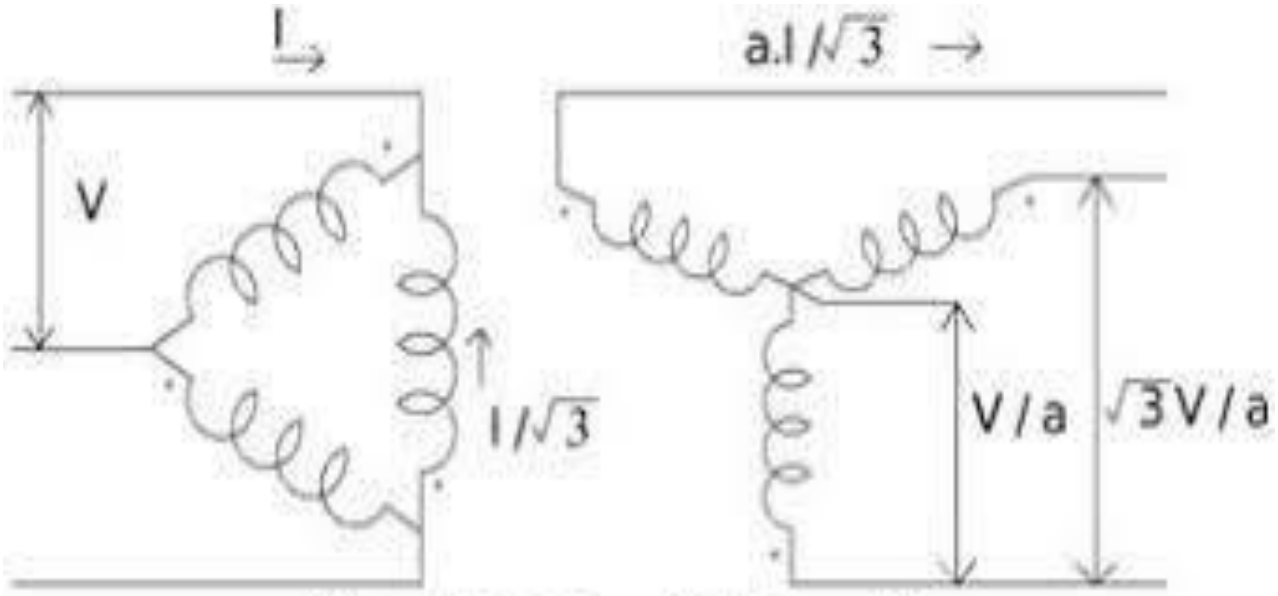
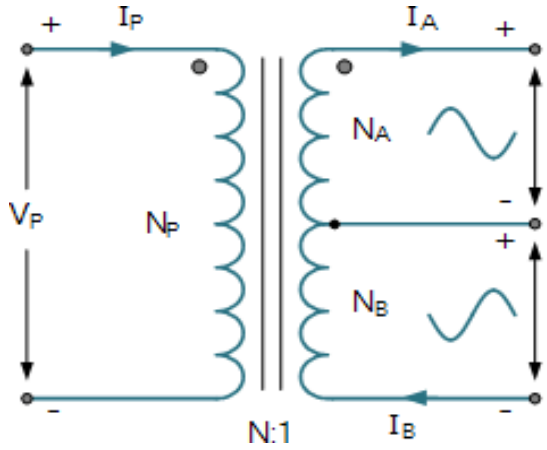


Figura N° 3: Conexión Delta – Ye.

TRANSFORMADOR MONOFASICO



$$V_A = \frac{N_A}{N_P} V_P$$

$$V_B = \frac{N_B}{N_P} V_P$$

Bibliografía

Vades, Carlos J., “Transformadores, Operaciones y Uso”, Editorial Sestes, Madrid, España, 1999

“Transformadores y Bobinas, Mc Grawhill, Madrid, España, 2001

“Guía Practica de Energía y Electrónica” Págs. 154-167, Editorial Cultura, 1995, Madrid España.

http://www.alipso.com/monografias/transforma/

http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador

http://www.monografias.com/trabajos11/tradi/tradi.shtml