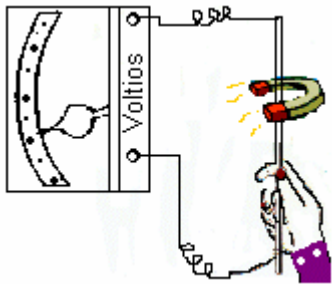


Descripción de los transformadores NEC Artículo 450



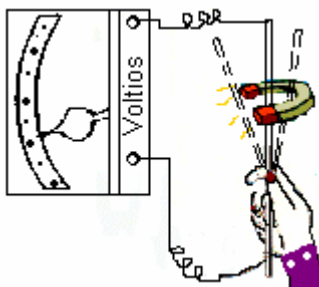
Son dispositivos, que convierten energía eléctrica en energía magnética (Lado primario) y energía magnética en energía eléctrica (Lado secundario.) Funcionan bajo el principio de inducción mutua y tienen la función de aumentar o disminuir el voltaje aplicado en el lado primario.



Michael Faraday, William Gilbert, Hans Christian Orstedt, todos estos son nombres de científicos que estudiaron el comportamiento y los efectos producidos por el magnetismo y establecieron los principios básicos necesarios para la construcción de los transformadores, los mismos que hoy usamos en la industria eléctrica.

Faraday descubrió, que si hacia pasar un conductor eléctrico a través del campo magnético de un imán, de modo que el conductor al pasar en ambas direcciones corte las líneas de fuerza magnéticas, el instrumento registra la presencia de una corriente en el sistema.

Faraday llamó al conductor eléctrico **inductor** y al fenómeno que estaba ocurriendo en ese momento, **inducción**.



Para que se dé el fenómeno de inducción, el campo magnético debe ser cortado primero en una dirección y luego en la otra dirección. Se puede decir también, que debe haber un movimiento alterno, constante.

Campo magnético alterno.

Los transformadores usados en el sistema eléctrico, solamente pueden funcionar con corriente alterna.

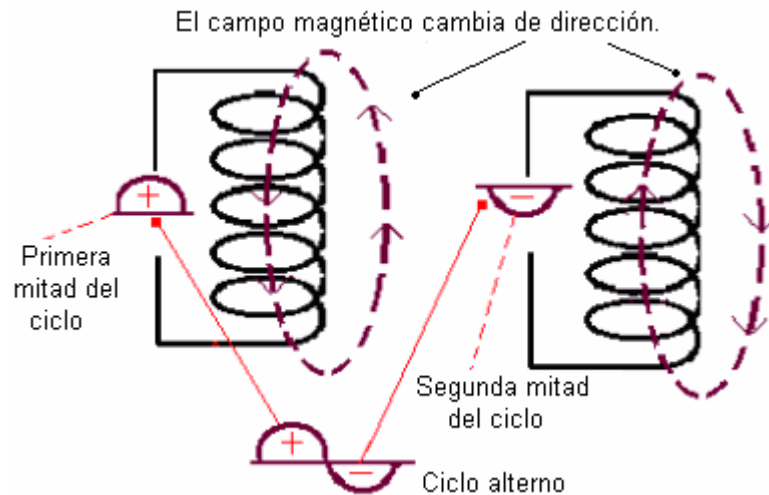
Como aprendimos anteriormente, la corriente alterna esta constantemente cambiando de polaridad y dirección a razón de 60 ciclos por segundo.

Como sabemos que un ciclo alterno esta formado por dos crestas, una positiva y una negativa, entonces hay 120 crestas o cambios de polaridades en una corriente de 60 ciclos por segundos.

(60 ciclos x 2 crestas cada ciclo = 120 cambios de polaridades en un segundo)

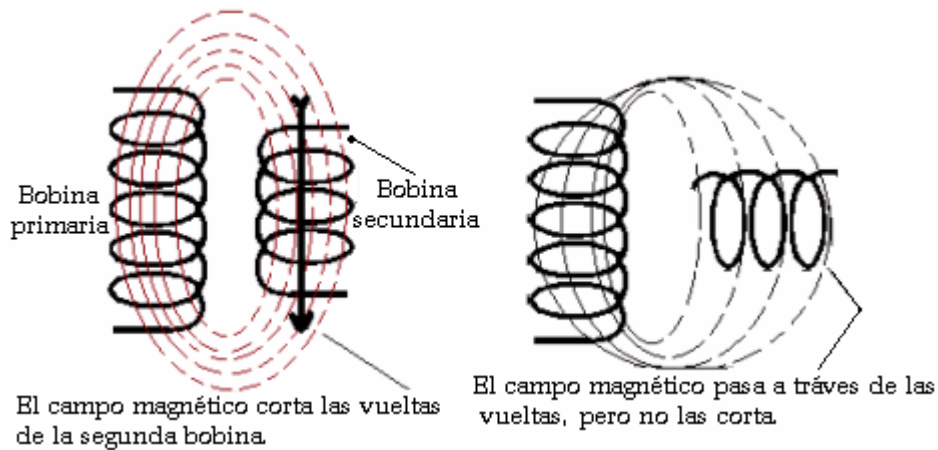
Cuando se alimenta una bobina con corriente alterna, el campo magnético resultante también será alterno. Puesto que la corriente alterna cambia de dirección constantemente, el campo magnético estará fluyendo durante la primera mitad del ciclo en una dirección y luego en la otra mitad fluirá en dirección contraria.

Estos cambios están sucediendo en la misma bobina a razón de 120 veces por segundo, conforme se comporta el ciclo de la corriente alterna en el circuito.



Inducción mutua.

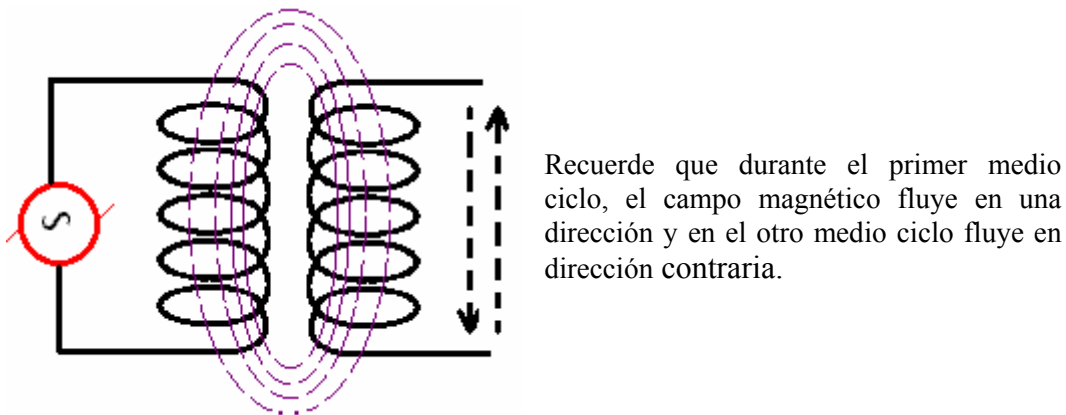
Los transformadores eléctricos funcionan bajo el principio de inducción mutua. Esto se da cuando alimentamos una bobina con corriente alterna y acercamos otra bobina de tal modo que las líneas de fuerza del campo magnético alterno de la primera bobina, corten las vueltas de la segunda bobina. Hay una diferencia entre cortar las vueltas y pasar a través de ellas. Observe con atención la imagen abajo.



Pudimos ver en la lección anterior que si aemos pasar un conductor eléctrico atravesando el campo magnético de un imán, se registra una salida de corriente en el instrumento de medición.

De igual forma, si logramos que el campo magnético alterno de una bobina primaria, corte las vueltas de una bobina secundaria se crea el efecto de inducción mutua y aparecerá un voltaje en la bobina secundaria.

Se le llama bobina primaria, a la que recibe el voltaje de una fuente alterna y bobina secundaria, a la que recibe el voltaje por inducción del lado primario.



Partes del transformador.

Las tres (3) partes principales de un transformador son:

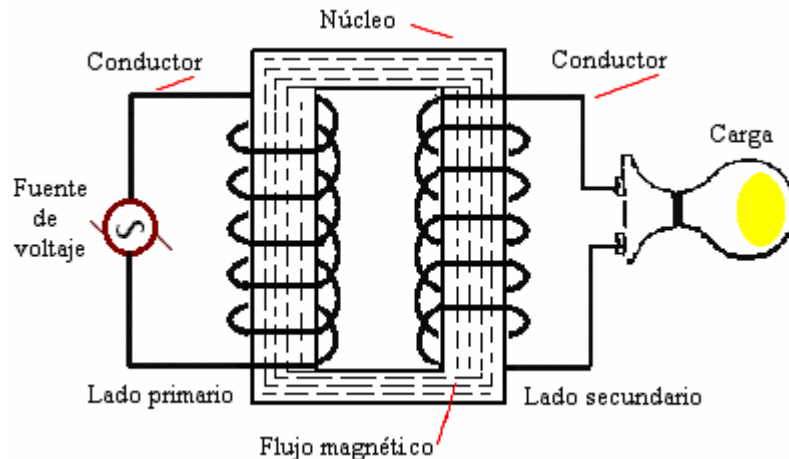
1. El núcleo, el cual forma un circuito de baja reluctancia al flujo magnético.

(La oposición que ofrece un cuerpo al paso de las líneas magnéticas se llama reluctancia.)

2. El arrollamiento primario, es la bobina que recibe la energía de una fuente de alimentación.

3. El arrollamiento secundario, es la bobina que recibe el voltaje por inducción del circuito primario.

Los núcleos de los transformadores están contruidos de láminas de acero de silicio. Pueden ser del tipo CORE TYPE o SHELL TYPE, figuras página 242 centro.



También encontraremos en un circuito de transformadores, una fuente de voltaje alterno que alimenta la bobina primaria y una carga, (Artefacto que utiliza y convierte la energía eléctrica.)

Se utilizan como parte del circuito, conductores de electricidad adecuados para interconectar el transformador con la carga, y con la fuente de voltaje alterno que suplirá la energía al lado primario del transformador.

Ratio: de transformación.

Un transformador puede usarse para aumentar o reducir el voltaje, según el devanado que se utilice como primario, si el secundario tiene menos vueltas que el primario, se reducirá el voltaje; Pero si el secundario tiene un número mayor de vueltas se aumentará el voltaje. La relación entre el número de vueltas primarias y el número de vueltas secundarias determina la relación entre el voltaje primario y el secundario del transformador. A esta relación en vueltas se le llama (Ratio, de transformación.)

Para calcular el **Ratio**: Se utiliza la siguiente ecuación matemática.

$$Ratio : \frac{Np}{Ns} = \frac{Ep}{Es} = \frac{Is}{Ip}$$

(Np = Vueltas primarias) (Ns = Vueltas secundarias)
 (Ep = Voltaje primario) (Es = Voltaje secundario)
 (Is = Corriente secundaria) (Ip = Corriente primaria)

Se puede calcular utilizando el número de vueltas (N) si tiene este dato. Puede usar también el voltaje primario (Ep) y el voltaje secundario (Es) dividiendo el mayor entre el menor.

La corriente es otro dato que se puede usar para calcular el ratio de transformación, dividiendo la mayor entre la menor.

El voltaje de funcionamiento esta usualmente escrito en la placa que coloca el fabricante en el transformador.



$$Ratio = \frac{Ep}{Es} = \frac{2,400}{240} = 10 : 1$$

El resultado se expresa (10:1) esto quiere decir diez a uno, Por cada diez voltios en el lado primario hay uno en el lado secundario.

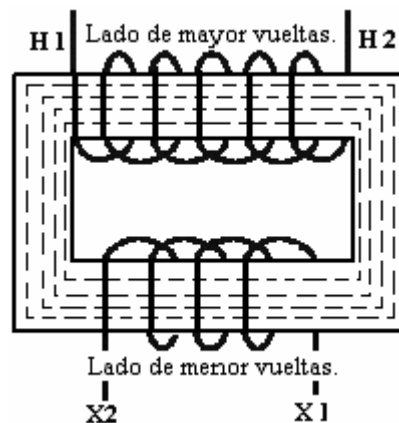
Identificación de los terminales.

Una vez el transformador esta terminado y listo para instalarlo, solamente el que lo fabricó, sabe cuantas vueltas contienen sus bobinas. Tendríamos que acudir a los manuales de diseño, que son poco accesibles.

Este es el modo típico, mediante el cual los fabricantes de transformadores marcan el lado de mayores vueltas y el lado de menores vueltas.

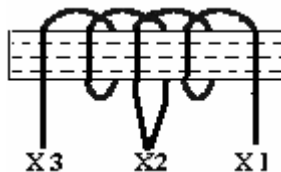
Las H "High" representan el lado que contiene más cantidad de vueltas.

Las X representan las bobinas que contienen la cantidad menor de vueltas.



Algunos transformadores tienen una derivación en la bobina con menores vueltas, llamada en inglés "TAP".

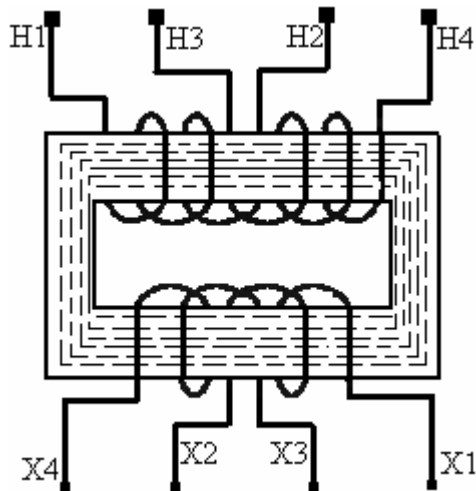
En este caso, las marcas estarán según esta figura.



Transformador para dos voltajes.

Seria conveniente tener un transformador que supla dos voltajes, en lugar de tener un almacén lleno con transformadores de diferentes voltajes.

Alguien soluciono esto, dividiendo el embobinado del transformador en dos mitades.



El lado primario tiene una bobina marcada con los terminales H1 y H2. Más otra con los terminales H3 y H4.

El lado secundario tiene las marcas X1 y X2 en una bobina. Más X3 y X4 en la otra.

Estos transformadores que por lo general son del tipo seco (Enfriados por aire) la placa colocada por el fabricante, indica dos voltajes de funcionamiento, uno alto y otro bajo.

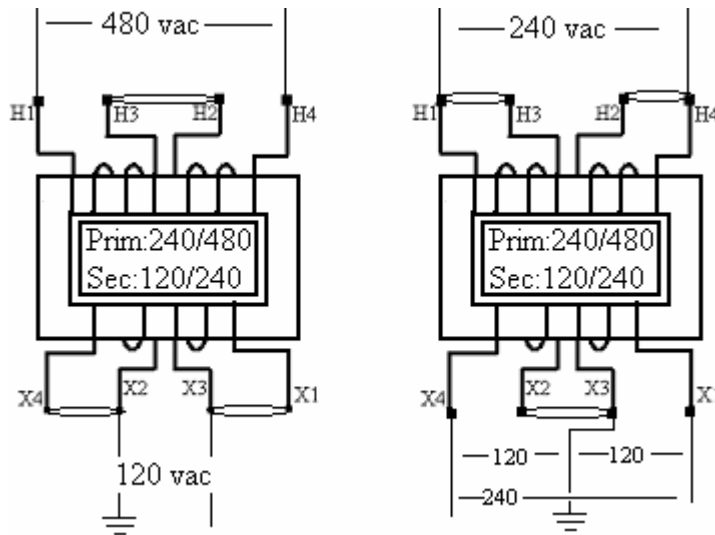
Una combinación de voltajes típicos es: 240/480 (En el lado de mayor vueltas) donde 480 es el voltaje alto y 240 el voltaje bajo.

Otra combinación es 120/240 (En el lado de menor vueltas) donde 120 es el voltaje bajo y 240 es el voltaje alto.

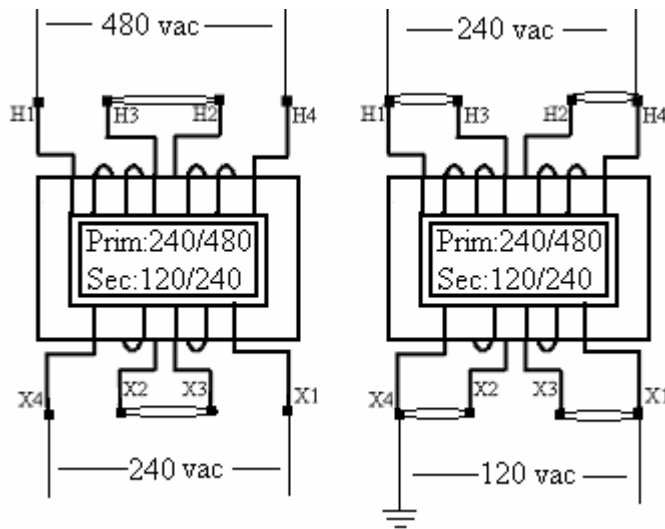
Para que el transformador funcione con el voltaje alto, las bobinas se combinan en serie. H2 con H3 en lado con más vueltas. X2 con X3 en lado con menos vueltas.

Cuando queremos el voltaje bajito, las bobinas se combinan en paralelo. (X1 con X3) y (X2 con X4) en el lado de menores vueltas. (H1 con H3) Y (H2 con H4) en el lado de mayores vueltas. Fijese que aquí, en la combinación paralela, lo que hicimos fue combinar los números nones juntos (1y3) y los números pares juntos (2y4)

Combinaciones comunes.



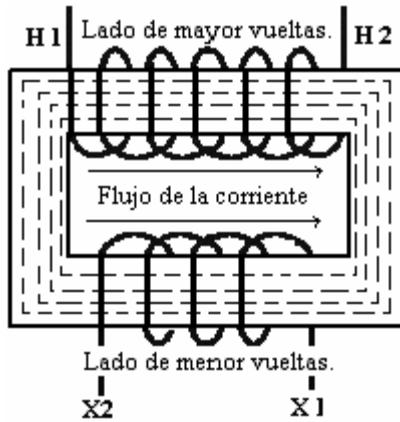
Transformador para dos voltajes del tipo seco.



Observe que en todas las combinaciones 120 VAC secundarias, un terminal del transformador está conectado a tierra.

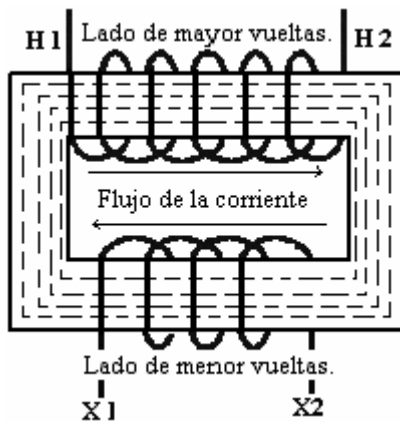
Polaridad aditiva.

La dirección en la cual fluye la corriente en la bobina mayor, con respecto a la bobina menor, tiene un efecto de polaridad en el sistema. Cuando la corriente en la bobina mayor fluye en la misma dirección que la corriente en la bobina menor, el transformador es de polaridad **aditiva**. Esto quiere decir que las dos corrientes se suman.



Cuando el transformador es de polaridad aditiva, la corriente en ambas bobinas viajan en la misma dirección y las marcas (H1) y (X1) están localizadas en la diagonal del tanque o gabinete.

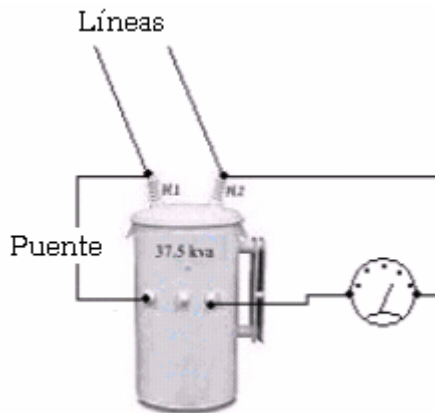
Por otro lado, cuando la corriente en ambas bobinas viaja en direcciones contrarias, el transformador será de polaridad **sustractiva**. Esto quiere decir que se restan las corrientes.



Cuando el transformador es de polaridad sustractiva, las marcas (H1) Y (X1) Están en la vertical, en el mismo lado del tanque o gabinete.

Prueba de polaridad.

Algún día se encontrara con un transformador al cual se le borraron o alguien le pinto o removió las marcas de polaridad. Hay una prueba muy sencilla de hacer, la cual le ayudará a restaurar e identificar las marcas en los terminales del transformador.



1. Coloque un puente entre el terminal primario H1 y el terminal secundario en el mismo lado del transformador.
2. Coloque el voltímetro entre los terminales H2 primario y el terminal secundario en el mismo lado del transformador.
3. Aplique voltaje (240) en H1 y H2 del transformador y observe la lectura en el voltímetro.

Observación:

1. Si la lectura es igual a la suma del voltaje secundario más el voltaje primario, el transformador es **aditivo**. Se marcara X1 en el mismo lado del tanque donde esta H2.
2. Al mirar el voltímetro indica que el voltaje secundario se restó del voltaje primario, esto nos dice que el transformador es **sustractivo**. Marcaremos X1 en el mismo lado del tanque donde esta H1.

¡Esta prueba se realiza bajo estricta supervisión del maestro!

No intente energizar líneas eléctricas sin la supervisión del maestro.

Capacidad en KVA del transformador.

La capacidad de un transformador para hacer trabajo, se mide en:

Voltio / ampere (VA)

Kilo voltios / amperes (KVA)

Megavoltios / amperes (MVA)

Siendo el más común en nuestro trabajo el KVA.

La placa puesta en el transformador por el fabricante, nos dice el voltaje primario y secundario máximo que pueden soportar las bobinas. También nos dicen la capacidad del transformador en KVA.

Si conocemos el voltaje y los KVA del transformador, podemos entonces calcular la corriente primaria y secundaria que pueden suplir los embobinados, usando la siguiente ecuación matemática.

$$I = \frac{KVA \times 1,000}{E}$$

Si estamos calculando la corriente primaria usamos: Voltaje primario. **Ep**

Pero si calculamos la corriente secundaria usaremos: Voltaje secundario **Es**

Tomemos un transformador de 2,400 voltios en el lado primario y 120 voltios en el lado secundario con 50KVA de capacidad.

¿Cuánto es la corriente en el lado primario? I_p

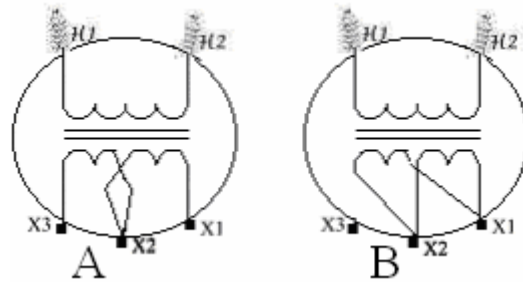
$$I_p = \frac{KVA \times 1000}{E_p} = \frac{50 \times 1,000}{2,400} = \frac{50,000}{2,400} = 20.83 \text{ amp.}$$

¿Cuánto es la corriente en el lado secundario? I_s

$$I_s = \frac{KVA \times 1,000}{E_s} = \frac{50 \times 1,000}{120} = \frac{50,000}{120} = 416.666 \text{ amp.}$$

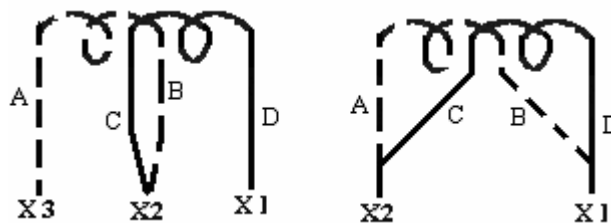
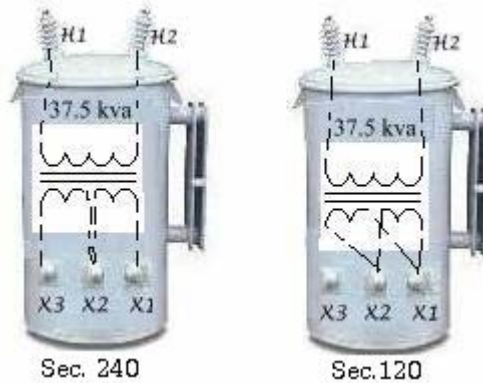
Combinación de las bobinas secundarias.

Los fabricantes proveen el modo de combinar las bobinas secundarias, mediante tornillos o barras, de tal forma, que se pueda obtener más de un voltaje en su salida.



Cuando se trabaja el transformador para conseguir el voltaje mayor en la salida secundaria, sus bobinas se conectan en serie, figura (A).

Si estamos trabajando para conseguir el voltaje menor, entonces combinamos las bobinas secundarias en paralelo, figura (B).



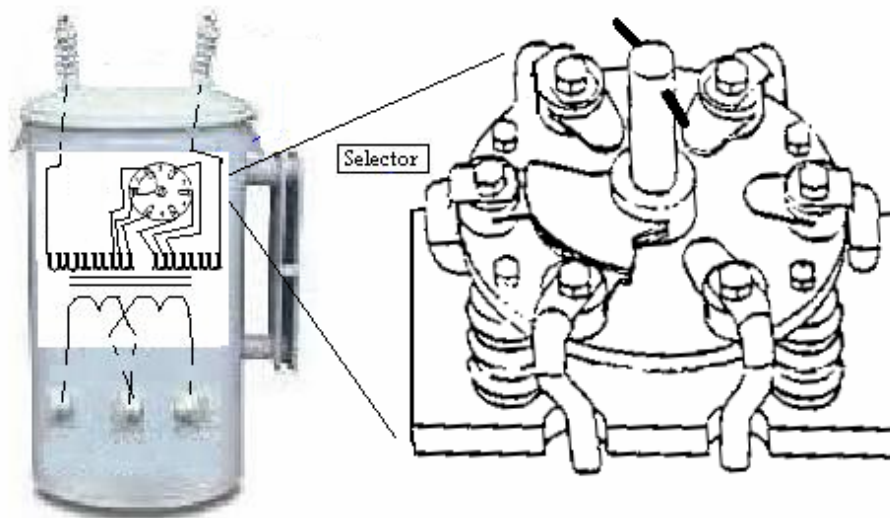
Si remueve la tapa del tanque, notará que los terminales de conexión están marcados con las letras (A – B) en una bobina y (C – D) en la otra.

“Taps” del transformador

Cuando las líneas primarias que alimentan los diferentes transformadores comienzan a extenderse, entonces se producen caídas considerables de voltajes.

Los transformadores de distribución proveen la forma de corregir estas caídas de voltajes. Dado que existe una relación entre vueltas primarias y vueltas secundarias, bastará reducir o aumentar el número de vueltas en las bobinas, para producir los cambios de voltajes necesarios.

Los fabricantes proveen dentro del transformador la forma de alargar o acortar la bobina. Cada vez que el 2.5% del voltaje de línea se cae, se conecta una derivación, “TAPS” en la bobina para corregir esta caída. Pueden hacerse hasta cuatro ajustes que equivalen a un 10% del voltaje nominal de la línea.



Tenemos otro sistema que consiste de tres barras de cobre que se ajustan de acuerdo al diagrama que provee el fabricante. Este sistema es más común en los transformadores secos. (No todos los diagramas corresponden al mismo patrón de conexión.)



Pérdidas en el transformador.

El Transformador usado en sistemas eléctricos, es un dispositivo formado por piezas mecánicas bien delineadas y bien organizadas. Por factores naturales todo lo que esta formado por la mano del hombre tiene fallas. La falla mayor en los transformadores son sus pérdidas de capacidad cuando esta en plena operación.

Las pérdidas más importantes son:

1. El factor de acoplamiento. (Este es un factor de diseño.)

La posición relativa de ambas bobinas en el núcleo y el grado de perfección en el manejo del ensamblaje general son factores de diseño que afectan la eficiencia del transformador. El grado de perfección con que se aprovecha el flujo magnético para inducir voltaje en otra bobina se llama coeficiente de acoplamiento. El máximo acoplamiento ocurre cuando todo el flujo de líneas magnéticas que circulan por el núcleo, cortan todas las vueltas de la bobina secundaria, en un orden determinado.

El orden de transformación debe ser:

- A. Voltaje aplicado →
- B. Corriente en la bobina primaria →
- C. Flujo magnético a través del núcleo →
- D. Voltaje en la bobina secundaria, inducido por la primaria →
- E. Corriente secundaria, si hay una carga conectada.

Recuerde:

- La relación en el grado de inducción entre dos bobinas se llama inducción mutua.
- La intensidad de FEM inducida en un transformador dependerá de la posición relativa de ambas bobinas.
- El transformador es un aparato que funciona en virtud del principio de inducción mutua.
- No tiene partes mecánicas en movimiento.
- No funciona con corriente directa. (DC)

Pérdidas en el transformador.

2. Las corrientes Parásitas:

Afectan la estructura del transformador, el núcleo principalmente.

Mientras mayor sea el área de un material, menor será su resistencia, y un número más grande de electrones fluirán en su cuerpo. Para que un cuerpo libere sus electrones, solamente se necesita aplicar una energía externa o presión. (Luz, calor, presión, magnetismo...)

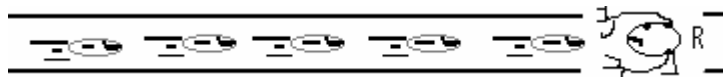
El núcleo de los transformadores se construye de hierro o acero de silicio, ambos son materiales conductores de electricidad. La presión del campo magnético en el primario del transformador, es suficiente para hacer que los electrones contenidos por el núcleo se pongan en movimiento. Esto logra originar en el núcleo, una corriente de corto circuito, ya que la única resistencia es la que contiene el cuerpo del núcleo.

Estas corrientes son llamadas corrientes parásitas, porque roban energía (Volts - amperes) de las bobinas del transformador.

Un material conductor, si le reducimos el área, su resistencia aumentará, por lo cual la corriente disminuirá. Mientras más pequeña sea el área de un conductor, menos corriente fluirá a través de él.

El núcleo de un transformador se corta en delgadas láminas, las cuales se les ponen un revestimiento aislante para convertirlas en pequeños conductores por separado. Desde este momento las corrientes parásitas estarán confinadas en las delgadas láminas del núcleo, por separado, y tendrán que dominar la alta resistencia en el circuito si quieren moverse.

De esta manera se logra reducir considerablemente las corrientes parásitas en los transformadores y se obtiene una eficiencia más elevada.



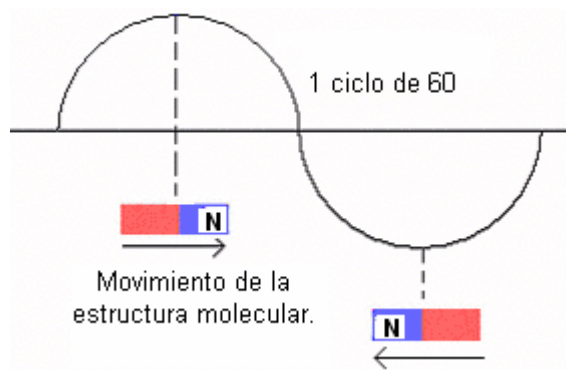
La resistencia se opone al flujo de los electrones a través de un cuerpo, mientras mayor sea el área del cuerpo, más electrones se moverán, mientras más delgado sea el cuerpo, mayor será la resistencia y los electrones no fluirán con facilidad.

Pérdidas en el transformador.

3. Pérdidas como resultado de Histéresis:

El núcleo de hierro de un transformador, cuando funciona bajo la presión de una corriente alterna, tiende a mover su estructura molecular en la misma dirección del flujo de la corriente.

La corriente alterna de 60 ciclos por segundos, cambia 120 veces de polaridad en un segundo.



Las moléculas se comportan como unos pequeños imanes, cuando cambia el sentido de la dirección en el flujo magnético las moléculas se viran de una dirección a la otra.

El atraso de las moléculas para alinearse respecto al flujo magnético, recibe el nombre de histéresis. (Histéresis: Invertir el orden lógico de las cosas.)

La energía que roban las moléculas para moverse y alinearse con el campo magnético se llama pérdidas por histéresis del núcleo. Mientras más energía, utilicen las moléculas para su movimiento, mayores serán las pérdidas.

El movimiento de la estructura atómica del núcleo, como causa del campo magnético, ocasiona un zumbido típico en el transformador que se puede convertir en un sonido de chicharra, cuando los remaches que sujetan las láminas, están sueltos.

Pérdidas en el transformador.

4. Pérdidas por causa del calor:

El calor es una forma de energía que guarda estrecha relación con el movimiento molecular de la materia. El núcleo del transformador, lógicamente por la actividad electromagnética generada en él, es la parte que más se calienta en el sistema. El calor en el núcleo es un tipo de energía desperdiciada ya que no produce ninguna función de utilidad. Realmente, se acude a varios métodos para deshacernos de este calor.

Uno de los métodos más usado, es el enfriamiento por aceite mineral de ASKAREL. Se sumergen las bobinas con el núcleo, en un tanque que contiene un nivel predeterminado de aceite. Este aceite es aislante y buen conductor de calor.

El transformador se enfría por medio de convección, esta es la forma como el calor viaja a través de los líquidos desde una zona de alta temperatura, hasta otra zona de menor temperatura.

El aceite transporta el calor desde el núcleo hasta las paredes del tanque, donde el calor es intercambiado con el medio ambiente que rodea el transformador. Coloque los tanques siempre en un ambiente ventilado y fresco.



Aceite mineral de ASKAREL:

Usado para enfriar y aislar las bobinas y el núcleo del transformador. Esta formado generalmente de 60 a 70% de PCB y 30 a 40 % de benzinas clorinadas.

PCB se refiere a bifenil policlorinado, es la mezcla de uno o dos átomos clorinados con una molécula de bifenil.

Regulaciones de la EPA.

La Agencia de Protección Ambiental determinó, que el PCB es tóxico y dañino para la salud.

En el 1982 la EPA promulgó lo siguiente:

Se prohibió el uso de transformadores con concentraciones mayores de 500 PPM. (Partes por millón) en áreas de alimentos y medicamentos. Desde octubre de 1985.

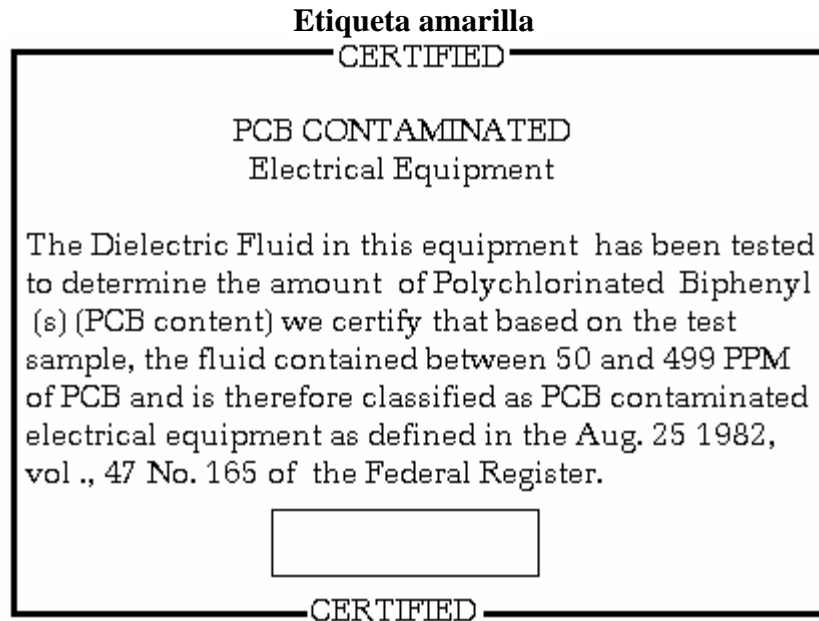
EPA clasifica los transformadores en tres categorías:

1. Transformadores de PCB:

Estos son transformadores con más de 500 PPM y deben ser inspeccionados cuatro veces al año para visualizar derrames y llevar archivos de estos.

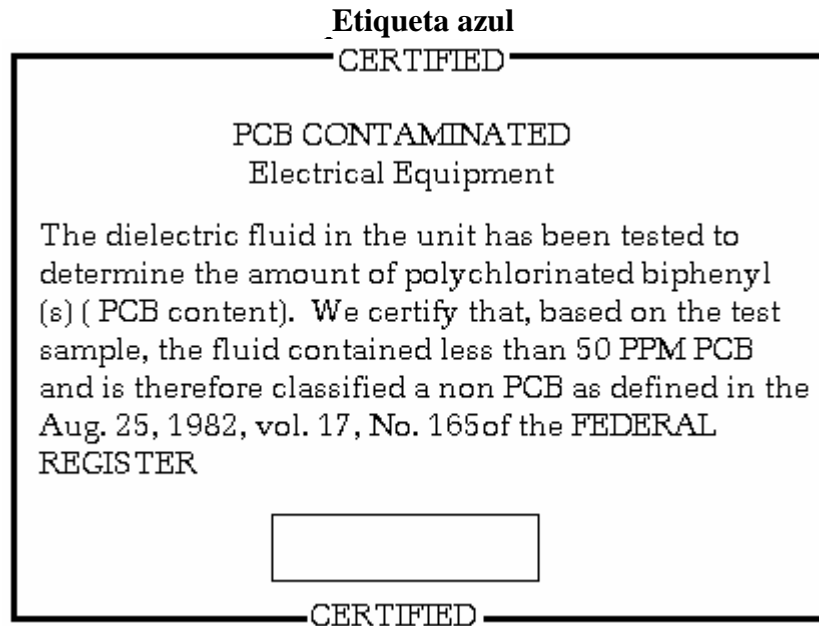
2. Transformador Contaminado: Etiqueta de color amarilla.

Este tiene entre 50 a 499 PPM y requiere una inspección anual. Las reglas de disposición, mantenimientos y reportes son menos rigurosas que en el transformador de PCB. Se les colocará este letrero en la parte frontal.



3. Transformadores no contaminados:

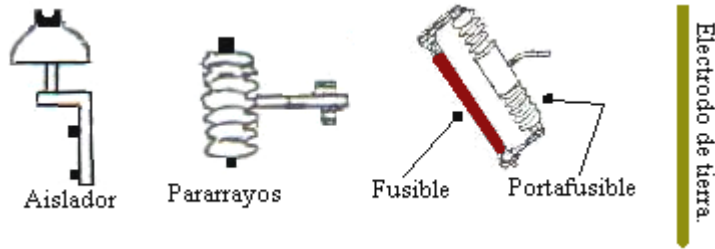
Transformadores con concentraciones menores de 50 PPM no están sujetos a las mismas regulaciones que los transformadores anteriores. Se les colocará este letrero de color azul en la parte frontal.



Notas:

1. Se considera un transformador de PCB, si contiene más de 500 partes por millón de PCB. 500/1, 000, 000. Deben ser inspeccionados 4 veces al año.
2. Se considera contaminado, si tiene entre 50 y 499 partes por millón de PCB.
3. El transformador contaminado tendrá una etiqueta amarilla con letras negras.
4. El transformador que contiene menos de 49 partes por millón, se considera "limpio" y tendrá una etiqueta de color azul con letras blancas.
5. Estas etiquetas serán de 6" x 6" mínimo.
6. La tierra donde hubo un derrame se considera limpia, si tiene menos de 2 partes por millón de PCB.

Dispositivos básicos, usados en la instalación.



1. Los aisladores: Se utilizan para sujetar las líneas eléctricas a una estructura y para proveer la separación adecuada entre las líneas que suplen energía. Usualmente están contruidos de cerámica.



2. El pararrayos: Se utiliza para conducir a tierra los excesos de voltaje en las líneas eléctricas. Están contruidos con cerámica y metal oxide. De hecho, este es un pararrayo metal oxide.



L = Línea eléctrica.

A = Extintores de explosión. Cuando hay una descarga, ayudan a extinguir la llama que se crea en el interior.

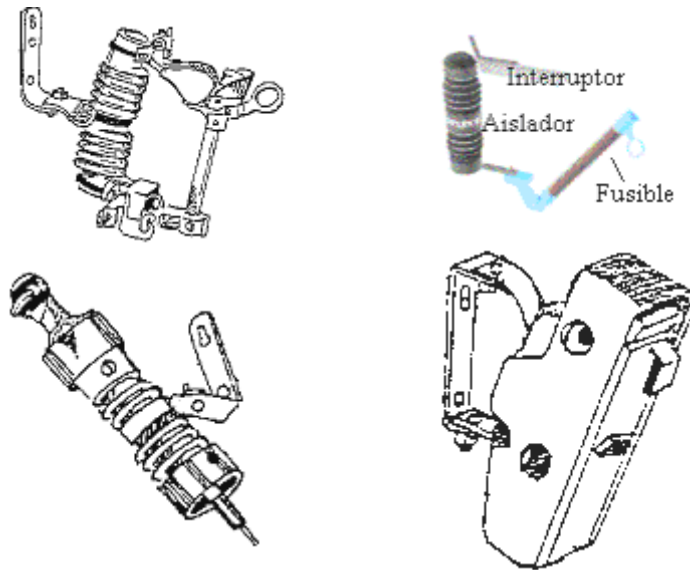
B = Electrodo, están calibrados para soportar la diferencia de potencial entre los dos terminales.

C = Resistores: Estos evitan que otros potenciales descargados en tierra, suban al sistema.

Gnd = Conexión al electrodo de tierra.

Dispositivos básicos, usados en la instalación.

3. Fusibles: Son los dispositivos usados para protección del sistema.



La función principal del fusible “Cut-Out” es proteger las líneas, los ramales, aéreos o soterrados y los transformadores. Funcionan como cualquier otro fusible en el mercado. Tiene un elemento dentro del cartucho que esta en serie con el circuito y se derrite cuando la corriente sobrepasa los límites establecidos por el diseño. Estos elementos son reemplazables. Se consiguen desde ½ ampere hasta 200 amperes.

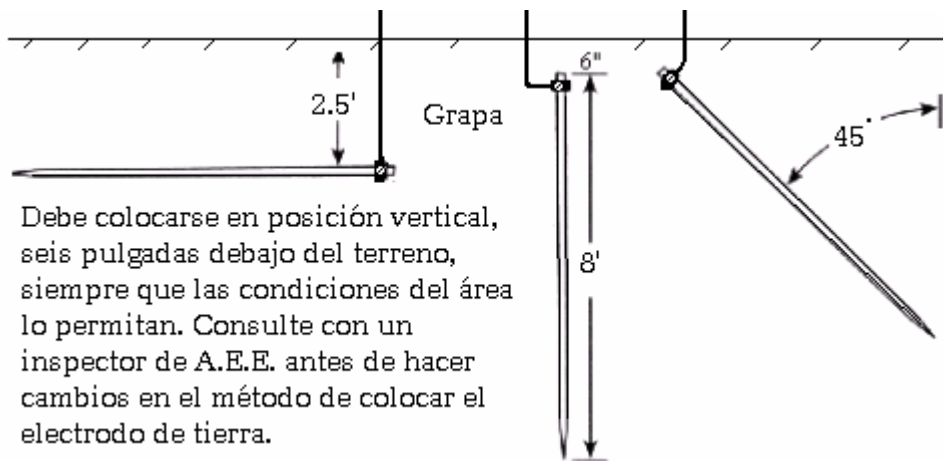
Los fusibles para bancos de transformadores usualmente son del tipo “**Power fuse**”. Están contruidos de un elemento de plata dentro de un cartucho que contiene los terminales para su instalación.

El arco que se crea al fundirse el elemento de plata, hace que el **bórax** (Revestimiento interior del cartucho) se vaporice y **deionice** el espacio dentro del cartucho, logrando que el arco eléctrico se rompa. Hay que reemplazar toda la unidad ya que el elemento no es removible. Los fusibles para unidades seccionadoras son también del tipo “Power Fuse”. En estos sistemas solamente se reemplaza el elemento del fusible.

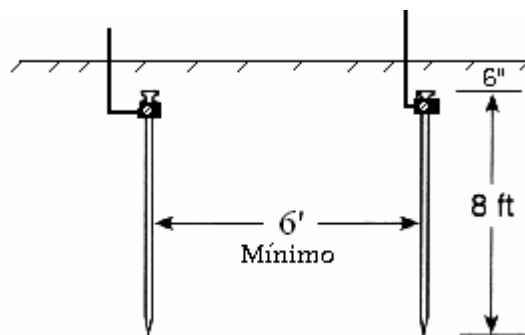
Nota: En sistemas primarios de 4,160vac o mayores, los fabricantes de cada sistema de protección, proveen su propia tabla para la selección de fusibles y pararrayos. Procúrela al vendedor o distribuidor.

Electrodo de tierra.

4. La varilla o electrodo de tierra: Consiste en una varilla de acero de 8' de largo por 5/8" de grueso, revestida de cobre "Copperweld". Hay otros métodos aprobados por el Código Eléctrico Nacional pero son incompatibles con nuestros terrenos y demás situaciones geográficas, estos otros métodos no son aprobados por la AEE.

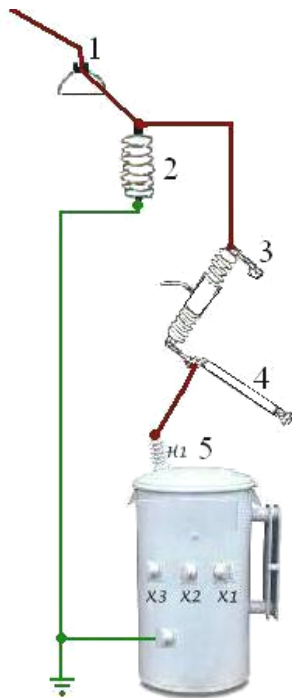


Debe mantenerse una separación mínima de seis pies entre dos electrodos de tierra instalados en una misma área.



Conexiones monofásicas.

Orden de entrada para las conexiones.



1. Línea primaria
2. Pararrayo
3. Interruptor
4. Fusible
5. Carga o transformador

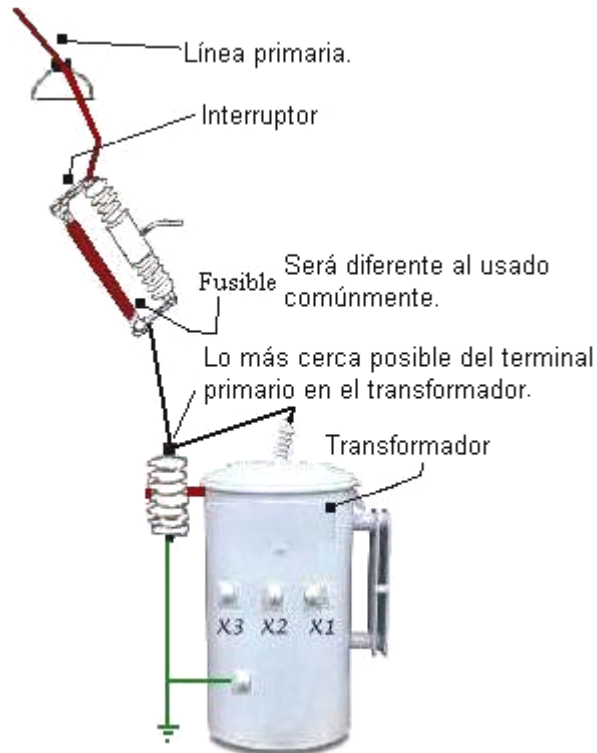
Este es el orden lógico como se harán las conexiones desde las líneas primarias, hasta los diferentes dispositivos de control y de protección. La conexión de tierra del pararrayo y de la caja del transformador terminará en la varilla de tierra designada.

Este es el orden correcto, al día de hoy.

(1.) La línea es sujeta correctamente por un aislador de cerámica. **(2.)** La línea viva entra primero al pararrayos para que este pueda descargar a tierra cualquier potencial superior al establecido por el diseño. **(3.)** La línea viva alimenta primero el interruptor, para que podamos retirar el fusible, sin que este energizado. **(4.)** Al cerrar el interruptor el transformador recibe energía a través del fusible y de esta forma queda protegido.

Este orden aplica y es **requerido para cada línea viva en el circuito**, recuerde que el lado neutro y el de tierra, nunca tendrán conectado ningún dispositivo como fusible o interruptor.

Cambio propuesto para el orden de entrada.



Un orden de entrada semejante a este esta propuesto, pero todavía no es requerido por el reglamento de la AEE.

Como buen profesional este al tanto de las nuevas revisiones en los manuales y reglamentos.

Asista a los seminarios de Educación Continua que coordina el Colegio de Peritos Electricistas de Puerto Rico

Lea los comunicados en la tabla de boletines que se publican en las oficinas técnicas de la AEE.

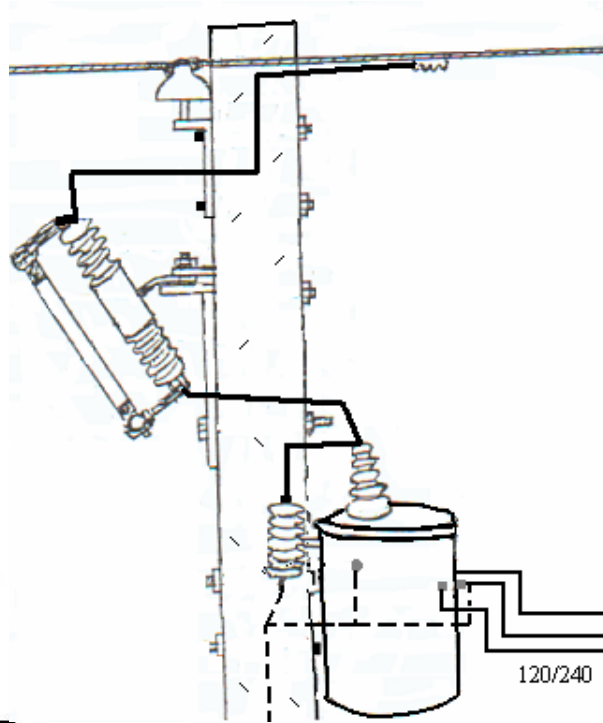
Revise las páginas de Internet, que proveen información.

<http://www.tld.net/users/dabatech>

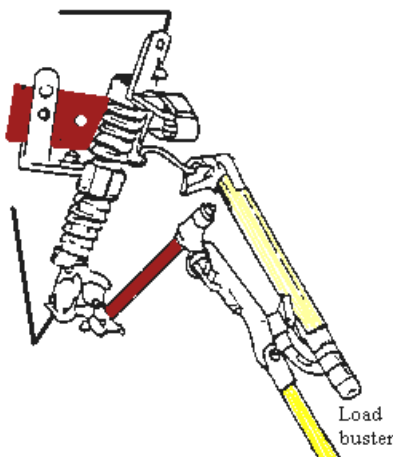
<http://www.acepr.com>

Estrella primaria monofásica.

Cuando el voltaje en la placa del transformador multiplicado por la raíz cuadrada de tres, es igual al voltaje de la línea, el transformador se conectará en estrella.



Esta es una conexión realizada de fase a tierra. Observe los dos sistemas.



Load buster: Cuando se tiene que abrir un machete o fusible en un sistema primario y hay carga conectada, se usa esta herramienta instalada en serie con el fusible, que nos permite interrumpir hasta un máximo de 200 amperes. Revise el manual del fabricante para determinar cuantas operaciones soporta el dispositivo.

Tiene un límite de intervenciones.