

Alvaro Acosta Agón

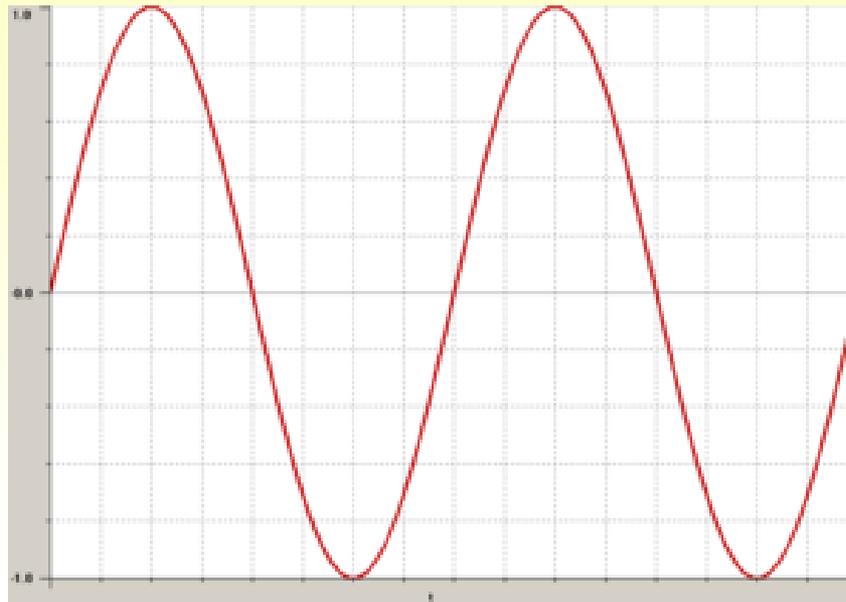
Magister en Educación

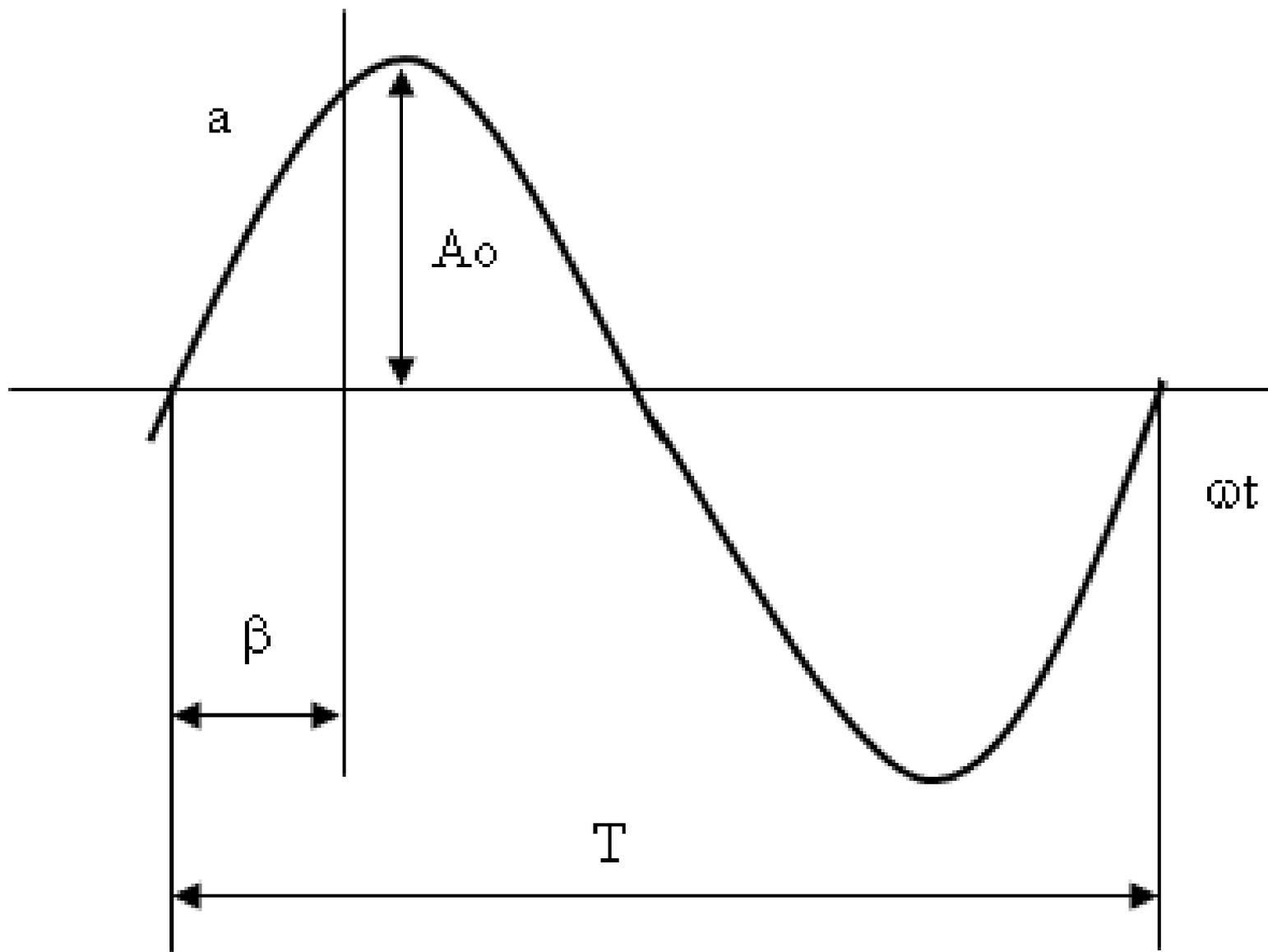
Magister en Educación

CORRIENTE ALTERNA

Se denomina **Corriente Alterna** (**AC**: Altern Current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente.

La AC se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna.





Una señal sinusoidal, $a(t)$, tensión, $v(t)$, o corriente, $i(t)$, se puede expresar matemáticamente como una función del tiempo por medio de la siguiente ecuación:

$$a(t) = A_0 \cdot \sin(\omega t + \beta)$$

A_0 es la *amplitud* en voltios o amperios
(también llamado *valor máximo o de pico*),

ω la pulsación en radianes/segundo,

t el tiempo en segundos, y

β el ángulo de fase inicial en radianes.

Valor Instantáneo ($a(t)$): Es el que toma la ordenada en un instante, t , determinado.

Valor pico a pico (A_{pp}): Diferencia entre su pico o máximo positivo y su pico negativo. Una señal sinusoidal que oscila entre $+A_0$ y $-A_0$.
 $A_{pp} = 2 \times A_0$.

Valor Medio (A_{med}): El valor medio de una onda sinusoidal se refiere a un semiciclo. Mediante el cálculo integral se puede demostrar que su expresión es la siguiente:

$$A_{med} = \frac{2A_0}{\pi}$$

Valor Eficaz (A): Matemáticamente, el valor eficaz de una magnitud variable con el tiempo, se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de los valores instantáneos alcanzados durante un período:

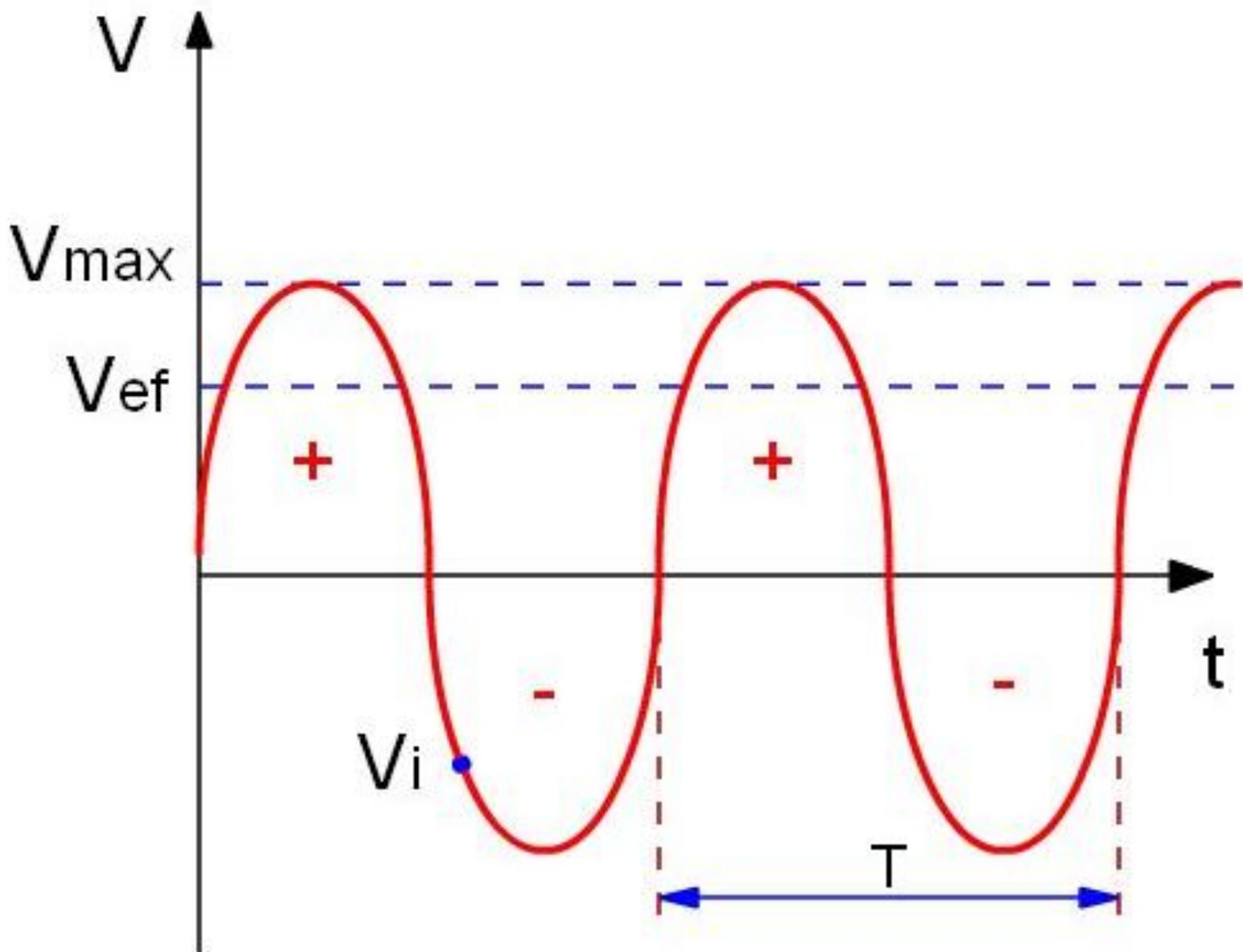
$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

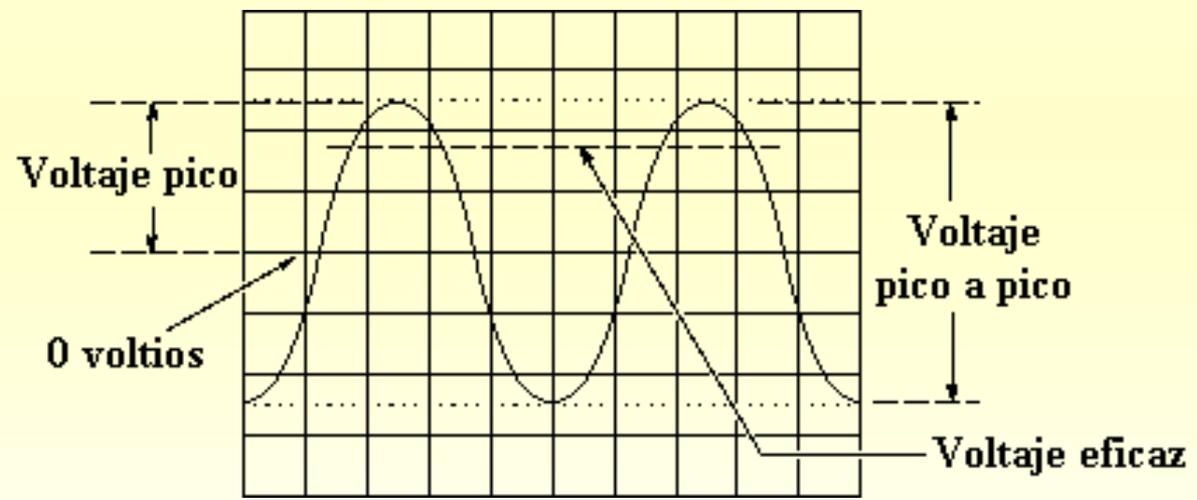
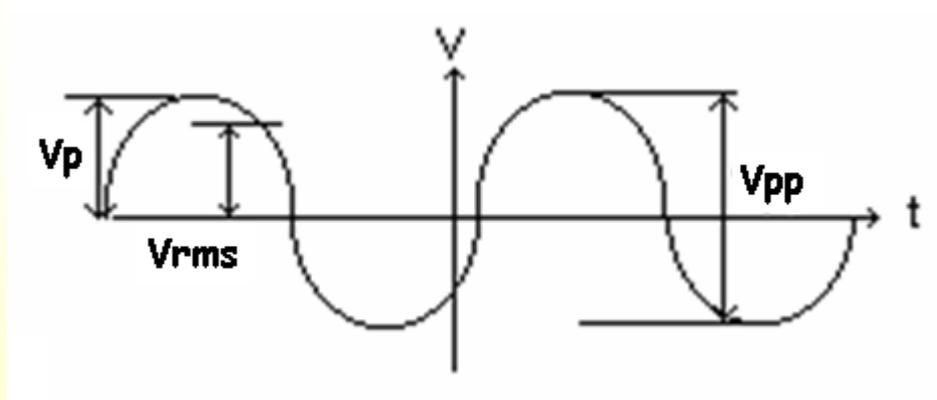
En la literatura inglesa este valor se conoce como **R.M.S.** (**root mean square**, valor cuadrático medio). En el campo industrial, el valor eficaz es de gran importancia ya que casi todas las operaciones con magnitudes energéticas se hacen con dicho valor. De ahí que por rapidez y claridad se represente con la letra mayúscula de la magnitud que se trate (I, V, P, etc.). Matemáticamente se demuestra que para una corriente alterna senoidal el valor eficaz viene dado por la expresión:

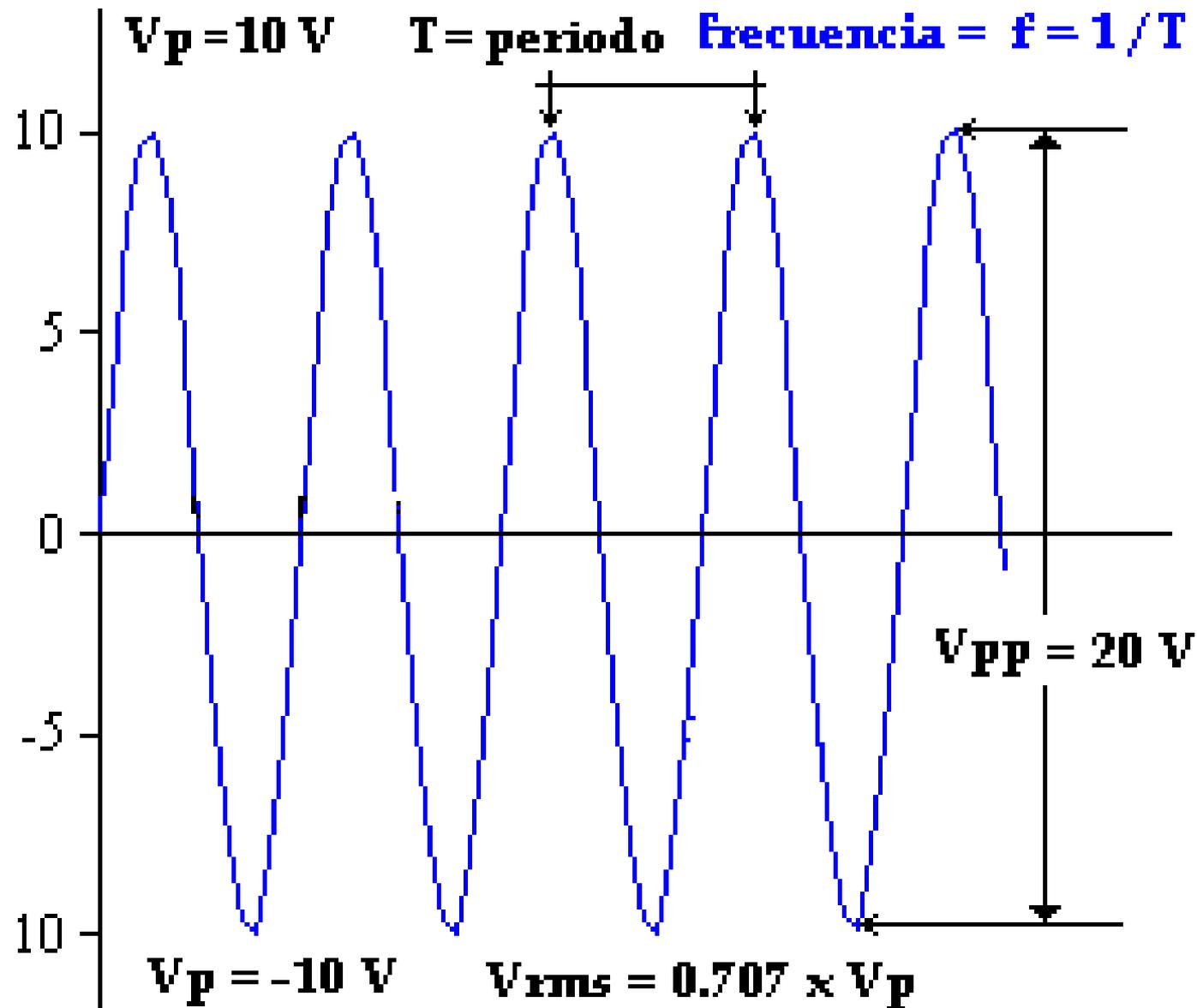
$$V_0 = V_{rms} \cdot \sqrt{2}.$$

Para una red de 230 V AC, la *tensión de pico* es de aproximadamente 325 Vp y de 650 Vpp (el doble) la *tensión de pico a pico*.

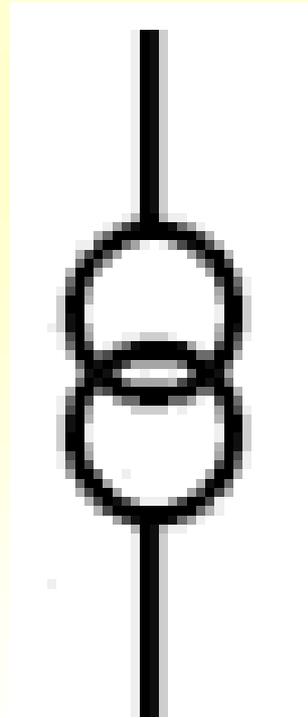
Para una red 120 V AC, la *tensión de pico* es de aproximadamente 170 Vp y de 340 pp.



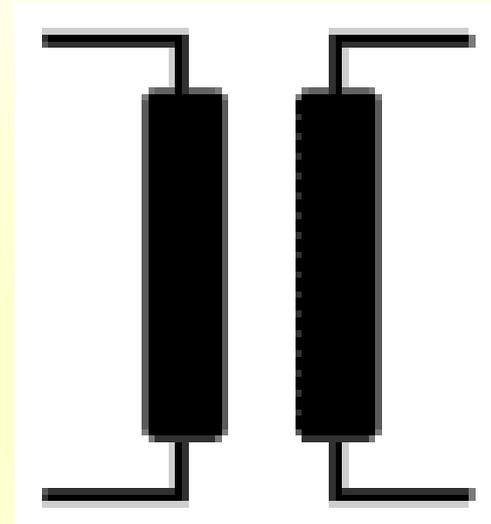
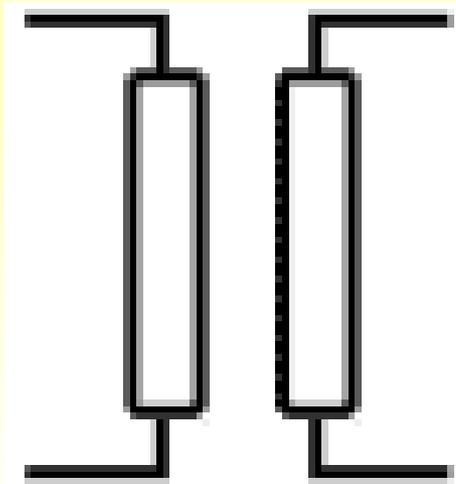
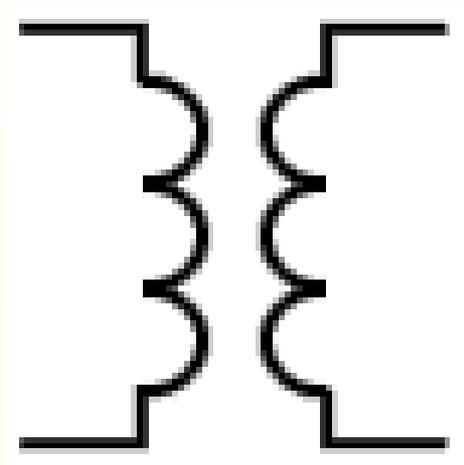




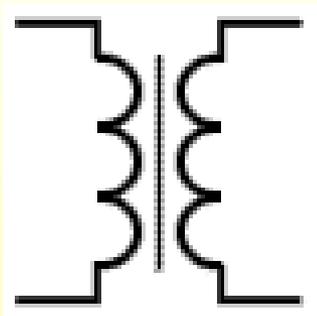
TRANSFORMADORES



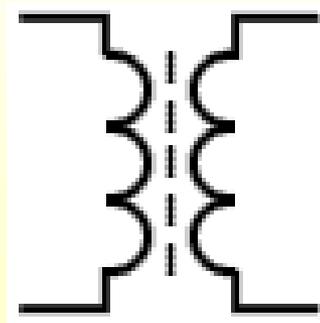
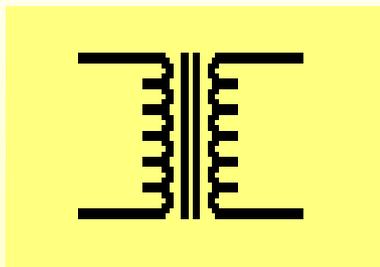
Transformador Núcleo de Aire



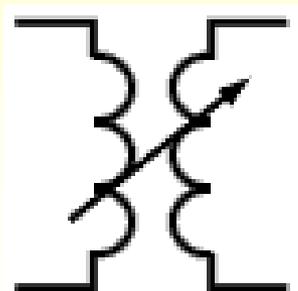
Transformador núcleo de Fe-Si



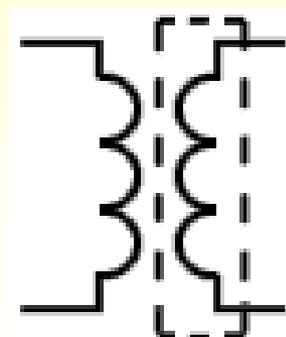
Transformador núcleo Ferrocube



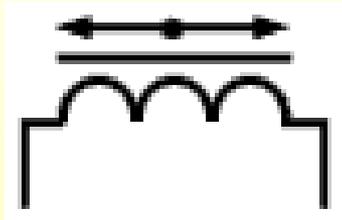
Transformador acoplamiento variable



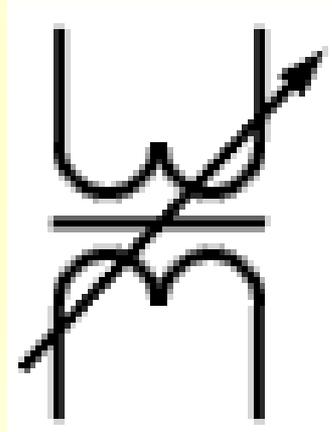
Transformador Apantallado



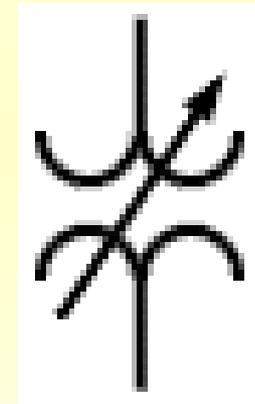
Transformador con imán móvil



Transformador monofásico con regulación continua de corriente



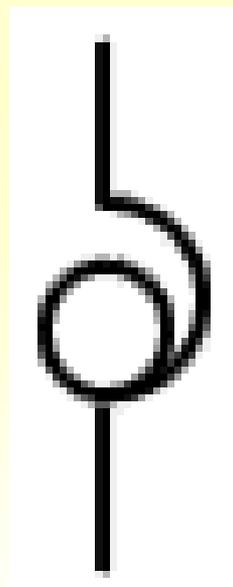
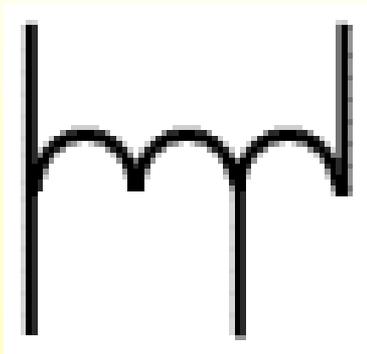
Transformador monofásico con regulación continua de corriente



Polaridad de bobinado



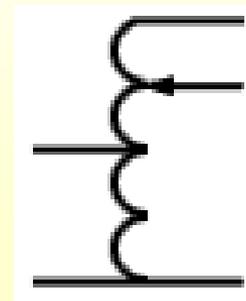
Autotransformador



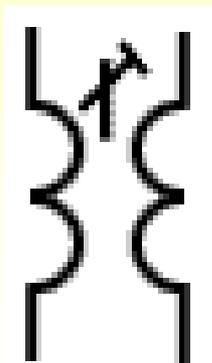
Transformador variable



Autotransformador variable



Transformador con núcleo ajustable



Transformador con núcleo ajustable



TRANSFORMADOR

Es una máquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

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 de hierro dulce o hierro silicio (material ferromagnético). Las bobinas o devanados se denominan *primario* y *secundario* según correspondan a la tensión alta o baja, respectivamente. También existen transformadores con más devanados, en este caso puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario.

Es un dispositivo que convierte energía eléctrica de un cierto nivel de voltaje, en energía eléctrica de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético.

Componente que consiste en dos o más bobinas acopladas por inducción magnética. Se utiliza para transferir energía eléctrica.

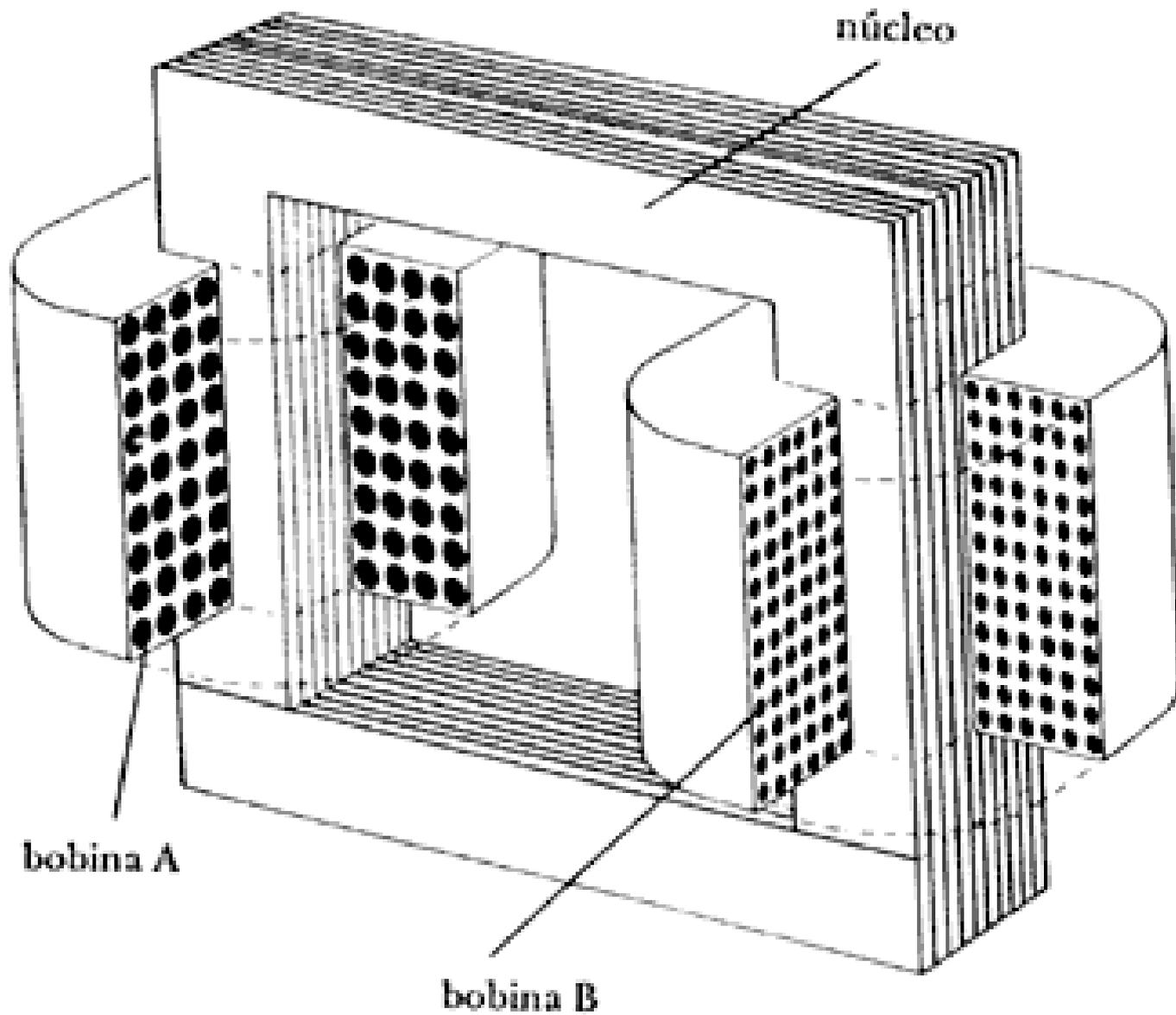
Funcionamiento

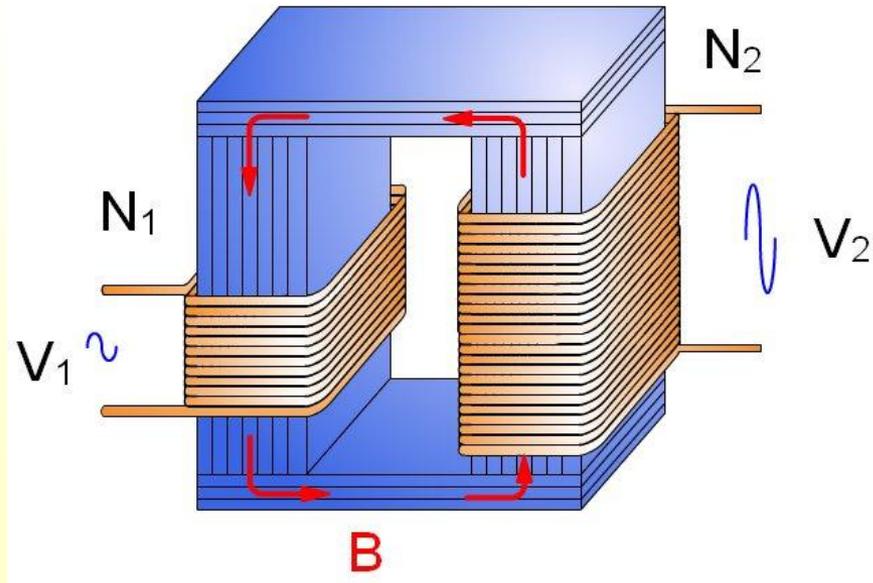
Si se aplica una fuerza electromotriz alterna en el devanado primario, las variaciones de intensidad y sentido de la corriente alterna crearán un campo magnético variable dependiendo de la frecuencia de la corriente. Este campo magnético variable originará, por inducción, la aparición de una fuerza electromotriz en los extremos del devanado secundario.

El principio de acción se debe al fenómeno de inducción mutua entre dos bobinas de distinto número de espiras. Las corrientes inducidas en el secundario solo aparecen cuando el campo magnético creado en el primario es variable, por lo cual un transformador sólo funciona con corriente alterna.

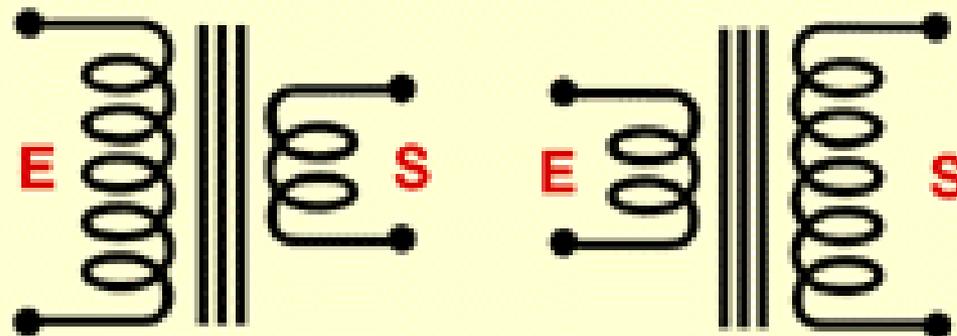
Si la corriente fuera continua, se produciría un campo magnético constante o estático semejante al que se origina en un imán permanentemente.

¿Por qué los núcleos no se construyen macizos, sino en láminas (chapas de hierro)? para evitar la formación de corrientes de FOUCAULT (corrientes parásitas). Las variaciones del campo magnético del primario originan corrientes inducidas en el secundario (autoinducción), corrientes inducidas en el mismo primario (autotransformación) y corrientes en el núcleo magnético (corrientes parásitas)



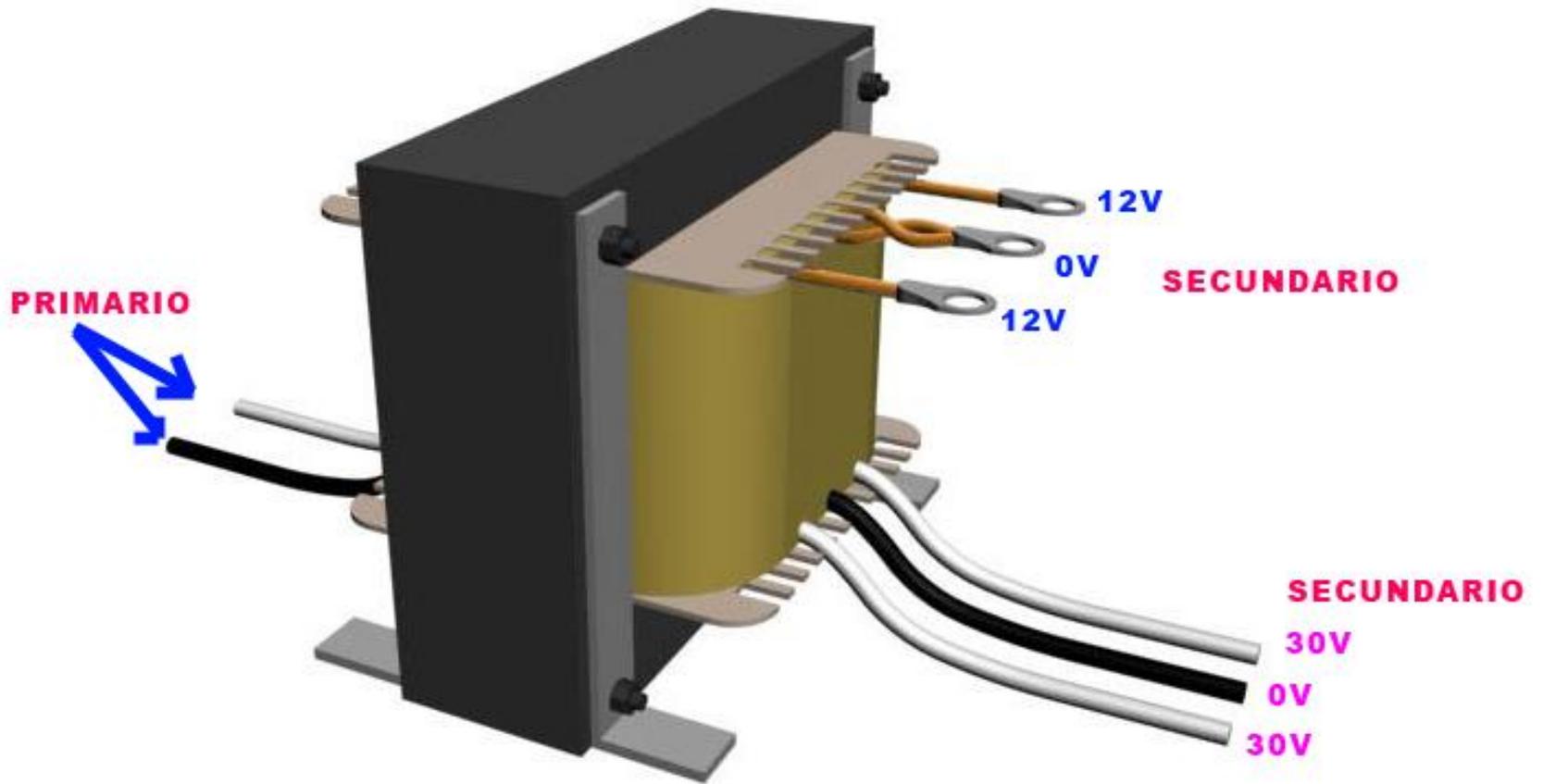


**SÍMBOLO DEL TRANSFORMADOR MONOFÁSICO
(con núcleo de hierro al silicio)**

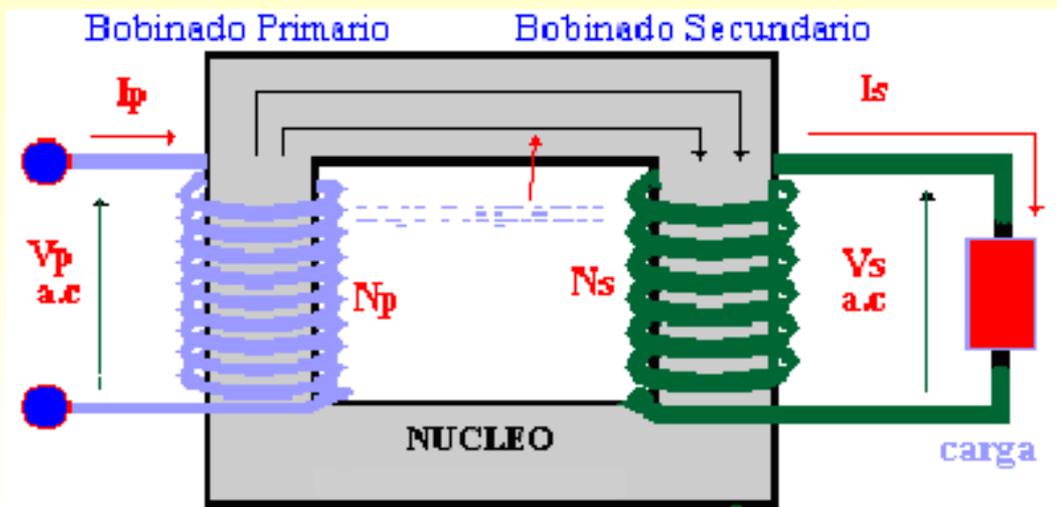
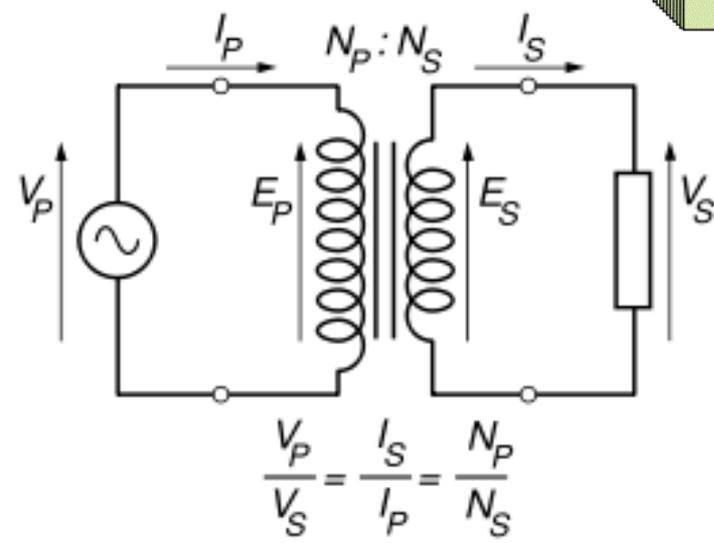
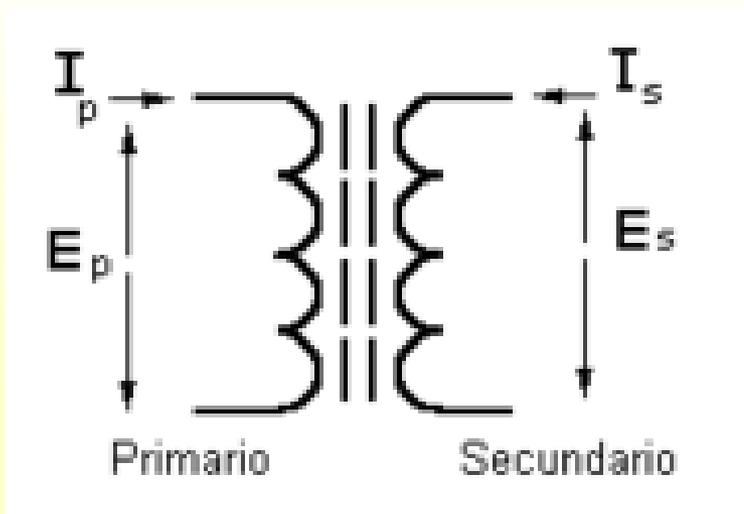
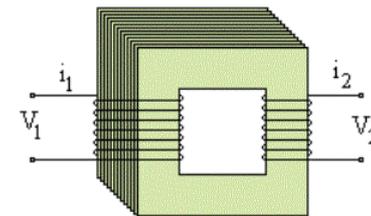


Reductor de tensión

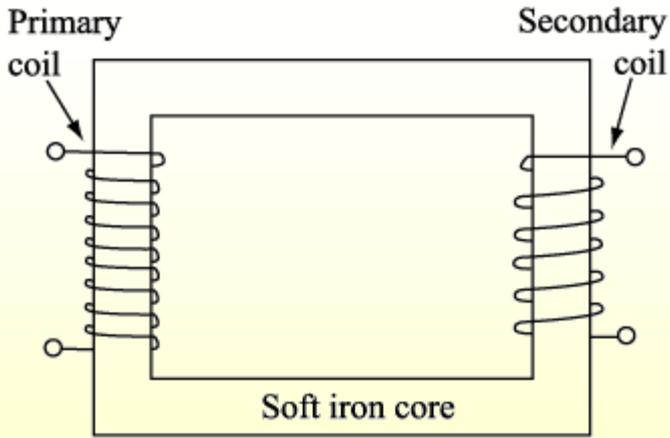
Elevador de tensión



RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN



La potencia 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.



- La Bobina primaria recibe un voltaje alterno que hará circular, por ella, una corriente alterna.
- Esta corriente inducirá un flujo magnético en el núcleo de hierro
- Como el bobinado secundario está arrollado sobre el mismo núcleo de hierro, el flujo magnético circulará a través de las espiras de éste.
- Al haber un flujo magnético que atraviesa las espiras del "Secundario", se generará por el alambre del secundario un voltaje. Habría una corriente si hay una carga (el secundario está conectado a una resistencia por ejemplo)

Recibe el nombre de bobina primaria la que esta conectada a la fuente de voltaje de CA

Y bobina secundaria aquella donde la corriente es inducida.

Los transformadores se utilizan para elevar o disminuir el voltaje en un circuito de AC. Si lo elevan se denomina de elevación, si lo disminuyen se llaman de reducción.

Cuando el secundario tiene un mayor numero de vueltas que el primario, el voltaje en aquel es mayor que en el primario y, por consiguiente, el transformador aumenta el voltaje. Cuando el secundario tiene un numero menor de vueltas que el primario, el transformador reduce el voltaje. Sin importar cual sea el caso, la relación siempre se da en términos del voltaje en el primario, el cual puede aumentarse o reducirse en el devanado secundario.

Relación de Transformación

$$\frac{\text{Número de espiras del primario (Np)}}{\text{Número de espiras del secundario (Ns)}} = \frac{\text{Tensión del primario (Vp)}}{\text{Tensión del secundario (Vs)}}$$

La razón de la transformación del voltaje entre el bobinado "Primario" y el "Secundario" depende del número 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.

$$P_i = P_s$$

En un transformador ideal la potencia que se le entrega es igual a la que se obtiene de él (se desprecian las pérdidas por calor y otras).

$$P = V \times I \text{ (en watts)}$$

Si tenemos los datos de corriente y voltaje de un dispositivo, se puede averiguar su potencia

La única manera de mantener la misma potencia en los dos bobinados es de que cuando el voltaje se eleve la corriente se disminuya en la misma proporción y viceversa.

$$\frac{\text{Número de espiras del primario (Np)}}{\text{Número de espiras del secundario (Ns)}} = \frac{\text{Corriente en el secundario (Is)}}{\text{Corriente en el primario (Ip)}}$$

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

(1). Calcular la relación de vueltas de un transformador con primario a 480 V y secundario a: 120V; 240V; 480V; 48V

(2). Calcular el número de vueltas que debe tener el secundario de un transformador si el primario es de 120V con 250 vueltas y el secundario es de:
12V; 5V; 24V; 240V

(3). Calcular la corriente del primario en un transformador ideal con primario a 600V y secundario a 120V si la carga conectada al secundario consume:
12A; 65A; 90A; 5A

(4). Un transformador tiene $N_1 = 40$ espiras en el arrollamiento primario y $N_2 = 100$ espiras en el arrollamiento secundario. Calcular:

a. La FEM secundaria si se aplica una tensión de 48 V (No tener en cuenta las pérdidas en el núcleo, los flujos de dispersión y en los arrollamientos).

(5). Se pretende dimensionar un transformador 1000/120 V, para una frecuencia de 50 Hz. Si tiene un arrollamiento primario de 866 espiras. Calcular:

a. El arrollamiento del secundario

(6). Una máquina monofásica de 240V que consume 50A debe alimentarse de un sistema eléctrico de 480V cuyo tablero de distribución se encuentra a 50 metros de distancia, a través de un transformador. El cableado se hará con conductores THWN. Determinar:

a. La potencia mínima que debe tener el transformador

b. El calibre de los conductores del secundario con un margen de sobrecarga del 25%

c. El calibre de los conductores que alimentan el primario

No. AWG	Ampere
14	15
12	20
10	30
8	50
6	65
4	85
2	115

TIPOS DE TRANSFORMADORES

SEGÚN SUS APLICACIONES

TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO. Proporciona aislamiento galvánico entre el primario y el secundario, de manera que consigue una alimentación o señal "flotante". Suele tener una relación 1:1. Se utiliza principalmente, como medida de protección, en equipos que trabajan directamente con la tensión de red. También para acoplar señales procedentes de sensores lejanos, en equipos de [electromedicina](#) y allí donde se necesitan tensiones flotantes entre sí.

TRANSFORMADOR DE ALIMENTACIÓN. Pueden tener uno o varios secundarios y proporcionan las tensiones necesarias para el funcionamiento del equipo. A veces incorporan [fusibles](#) que cortan su circuito primario cuando el transformador alcanza una temperatura excesiva, evitando que éste se queme, con la emisión de humos y gases que conlleva e, incluso, riesgo de incendio. Estos fusibles no suelen ser reemplazables, de modo que hay que sustituir todo el transformador.

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 de 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 varían.

TRANSFORMADOR DE PULSOS. Es un tipo especial de transformador con respuesta muy rápida (baja [autoinducción](#)) destinado a funcionar en régimen de pulsos.

TRANSFORMADOR DE LÍNEA. Es un caso particular de transformador de pulsos. Se emplea en los **televisores con TRC (CRT)** para generar la alta tensión y la corriente para las bobinas de [deflexión horizontal](#). Además suele proporcionar otras tensiones para el tubo (Foco, filamento, etc).

TRANSFORMADOR CON DIODO DIVIDIDO. Es un tipo de transformador de línea que incorpora el [diodo](#) rectificador para proporcionar la tensión continua directamente al tubo. Se llama diodo dividido porque está formado por varios diodos más pequeños repartidos por el bobinado y conectados en serie, de modo que cada diodo sólo tiene que soportar una tensión inversa relativamente baja. La salida del transformador va directamente al ánodo del tubo, sin diodo ni triplicador. .

TRANSFORMADOR DE IMPEDANCIA. Este tipo de transformador se emplea para adaptar [antenas](#) y [líneas de transmisión](#) (Tarjetas de red, teléfonos...) y era imprescindible en los amplificadores de válvulas para adaptar la alta [impedancia](#) de los tubos a la baja de los altavoces.

ESTABILIZADOR DE TENSIÓN. Es un tipo especial de transformador en el que el núcleo se satura cuando la tensión en el primario excede su valor nominal. Entonces, las variaciones de tensión en el secundario quedan limitadas. Tenía una labor de protección de los equipos frente a fluctuaciones de la red. Este tipo de transformador ha caído en desuso con el desarrollo de los reguladores de tensión electrónicos, debido a su volumen, peso, precio y baja eficiencia energética.

TRANSFORMADOR HÍBRIDO O BOBINA HÍBRIDA. Es un transformador que funciona como una [híbrida](#). De aplicación en los teléfonos, tarjetas de red, etc.

BALUN. Es muy utilizado como [balun](#) para transformar líneas equilibradas en no equilibradas y viceversa. La línea se equilibra conectando a masa la toma intermedia del secundario del transformador.

TRANSFORMADOR ELECTRÓNICO: Este posee bobinas y componentes electrónicos. Son muy utilizados en la actualidad en aplicaciones como cargadores para celulares. No utiliza el transformador de núcleo en sí, sino que utiliza bobinas llamadas Filtros de red y bobinas CFP (Corrector factor de potencia) de utilización imprescindible en los circuitos de fuente de alimentaciones conmutadas.

SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN

AUTOTRANSFORMADOR. El primario y el secundario el transformador están conectados en serie, constituyendo un bobinado único. Pesa menos y es más barato que un transformador y por ello se emplea habitualmente para convertir 220V a 125V y viceversa y en otras aplicaciones similares. Tiene el inconveniente de no proporcionar aislamiento galvánico entre el primario y el secundario.

TRANSFORMADOR TOROIDAL. El bobinado consiste en un anillo, normalmente de compuestos artificiales de ferrita, sobre el que se bobinan el primario y el secundario. Son más voluminosos, pero el flujo magnético queda confinado en el núcleo, teniendo flujos de dispersión muy reducidos y bajas pérdidas por [corrientes de Foucault](#).

TRANSFORMADOR DE GRANO ORIENTADO. El núcleo está formado por una chapa de hierro de grano orientado, enrollada sobre sí misma, siempre en el mismo sentido, en lugar de las láminas de hierro dulce separadas habituales. Presenta pérdidas muy reducidas pero es costoso.

TRANSFORMADOR DE NÚCLEO DE AIRE. En aplicaciones de alta frecuencia se emplean bobinados sobre un carrete sin núcleo o con un pequeño cilindro de [ferrita](#) que se introduce más o menos en el carrete, para ajustar su inductancia.

TRANSFORMADOR DE NÚCLEO ENVOLVENTE. Están provistos de núcleos de ferrita divididos en dos mitades que, como una concha, envuelven los bobinados. Evitan los flujos de dispersión.

TRANSFORMADOR PIEZOELÉCTRICO. Para ciertas aplicaciones han aparecido en el mercado transformadores que no están basados en el flujo magnético para transportar la energía entre el primario y el secundario, sino que se emplean vibraciones mecánicas en un cristal [piezoeléctrico](#). Tienen la ventaja de ser muy planos y funcionar bien a frecuencias elevadas. Se usan en algunos convertidores de tensión para alimentar los fluorescentes del backlight de ordenadores portátiles

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Descripción:

Se utilizan para subtransmisión y transmisión de energía eléctrica en alta y media tensión. Son de aplicación en subestaciones transformadoras, centrales de generación y en grandes usuarios.

Características Generales:

Se construyen en potencias normalizadas desde 1.25 hasta 20 MVA, en tensiones de 13.2, 33, 66 y 132 kV. y frecuencias de 50 y 60 Hz.



TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN

Se denomina transformadores de distribución, generalmente los transformadores de potencias iguales o inferiores a 500 KVA y de tensiones iguales o inferiores a 67 000 V, tanto monofásicos como trifásicos. Aunque la mayoría de tales unidades están proyectadas para montaje sobre postes, algunos de los tamaños de potencia superiores, por encima de las clases de 18 KV, se construyen para montaje en estaciones o en plataformas. Las aplicaciones típicas son para alimentar a granjas, residencias, edificios o almacenes públicos, talleres y centros comerciales.

Descripción:

Se utilizan en intermedia o interior para distribución de energía eléctrica en media tensión. Son de aplicación en zonas urbanas, industrias, minería, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

Características Generales:

Se fabrican en potencias normalizadas desde 25 hasta 1000 KVA y tensiones primarias de 13.2, 15, 25, 33 y 35 KV. Se construyen en otras tensiones primarias según especificaciones particulares del cliente. Se proveen en frecuencias de 50-60 Hz. La variación de tensión, se realiza mediante un conmutador exterior de accionamiento sin carga.



Transformadores Secos ***Encapsulados en Resina Epoxi***

Descripción:

Se utilizan en interior para distribución de energía eléctrica en media tensión, en lugares donde los espacios reducidos y los requerimientos de seguridad en caso de incendio imposibilitan la utilización de transformadores refrigerados en aceite. Son de aplicación en grandes edificios, hospitales, industrias, minería, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

Características Generales:

Su principal característica es que son refrigerados en aire con aislación clase F, utilizándose resina epoxi como medio de protección de los arrollamientos, siendo innecesario cualquier mantenimiento posterior a la instalación. Se fabrican en potencias normalizadas desde 100 hasta 2500 KVA, tensiones primarias de 13.2, 15, 25, 33 y 35 KV y frecuencias de 50 y 60 Hz.



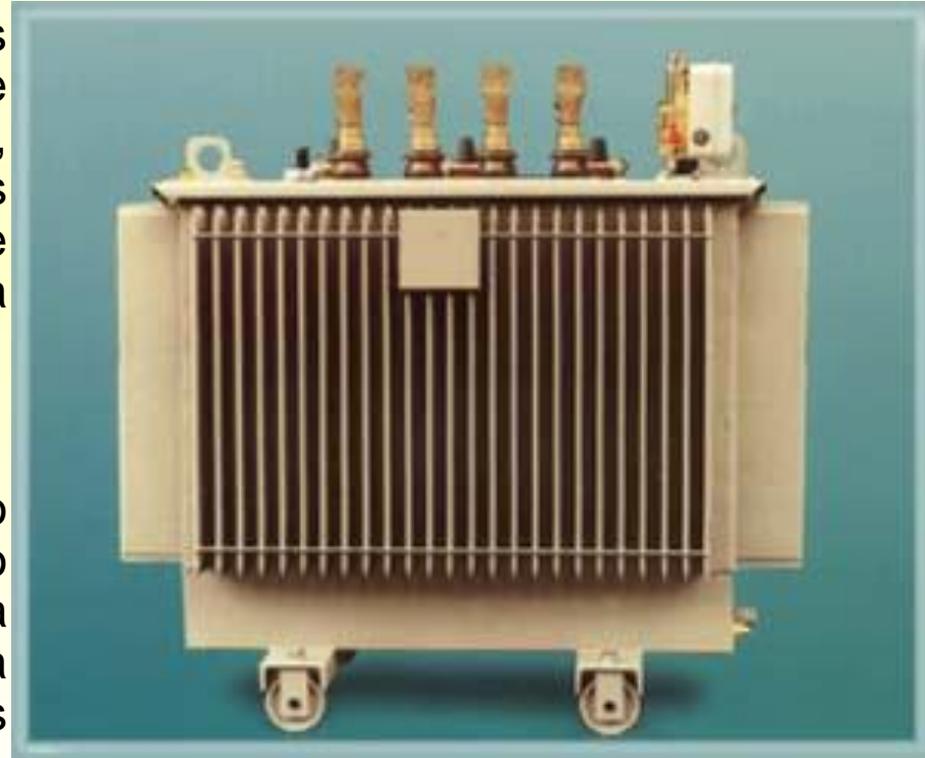
Transformadores Herméticos **Transformadores Herméticos** *de Llenado Integral*

Descripción:

Se utilizan en intemperie o interior para distribución de energía eléctrica en media tensión, siendo muy útiles en lugares donde los espacios son reducidos. Son de aplicación en zonas urbanas, industrias, minería, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

Características Generales:

Su principal característica es que al no llevar tanque de expansión de aceite no necesita mantenimiento, siendo esta construcción más compacta que la tradicional. Se fabrican en potencias normalizadas desde 100 hasta 1000 KVA, tensiones primarias de 13.2, 15, 25, 33 y 35 KV y frecuencias de 50 y 60 Hz.



Transformadores Rurales



Descripción:

Están diseñados para instalación monoposte en redes de electrificación suburbanas monofilares, bifilares y trifilares, de 7.6, 13.2 y 15 KV.

En redes trifilares se pueden utilizar transformadores trifásicos o como alternativa 3 monofásicos

Transformadores Subterráneos

Aplicaciones

Transformador de construcción adecuada para ser instalado en cámaras, en cualquier nivel, pudiendo ser utilizado donde haya posibilidad de inmersión de cualquier naturaleza.

Características

Potencia: 150 a 2000KVA

Alta Tensión: 15 o 24,2KV

Baja Tensión: 216,5/125; 220/127;
380/ 220; 400/231V



Transformadores Auto Protegidos



Aplicaciones

El transformador incorpora componentes para protección del sistema de distribución contra sobrecargas, corto-circuitos en la red secundaria y fallas internas en el transformador, para esto posee fusibles de alta tensión y disyuntor de baja tensión, montados internamente en el tanque, fusibles de alta tensión y disyuntor de baja tensión. Para protección contra sobretensiones el transformador está provisto de dispositivo para fijación de pararrayos externos en el tanque.

Características

Potencia: 45 a 150 KVA

Alta Tensión: 15 o 24,2 KV

Baja Tensión: 380/220 o 220/127V

AUTOTRANSFORMADORES



Los autotransformadores se usan normalmente para conectar dos sistemas de transmisión de tensiones diferentes, frecuentemente con un devanado terciario en triángulo. De manera parecida, los autotransformadores son adecuados como transformadores elevadores de centrales cuando se desea alimentar dos sistemas de transporte diferentes. En este caso el devanado terciario en triángulo es un devanado de plena capacidad conectado al generador y los dos sistemas de transporte se conectan al devanado, autotransformador. El autotransformador no sólo presenta menores pérdidas que el transformador normal, sino que su menor tamaño y peso permiten el transporte de potencias superiores.

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TT/CC



Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros dispositivos de medida y control. Ciertos tipos de transformadores de corriente protegen a los instrumentos al ocurrir cortocircuitos.

Los valores de los transformadores de corriente son:

Carga nominal: 2.5 a 200 VA, dependiendo su función.

Corriente nominal: 5 y 1A en su lado secundario. se definen como relaciones de corriente primaria a corriente secundaria. Unas relaciones típicas de un transformador de corriente podrían ser: 600/5, 800/5, 1000/5.



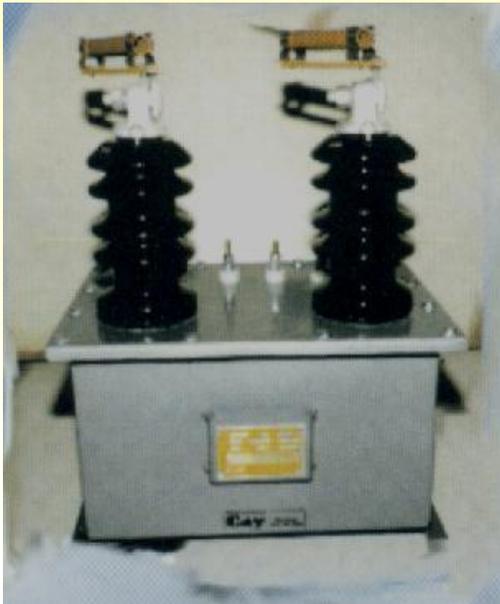
Usualmente estos dispositivos vienen con un amperímetro adecuado con la razón de transformación de los transformadores de corriente, por ejemplo: un transformador de 600/5 está disponible con un amperímetro graduado de 0 - 600A.

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

TT/PP

Es un transformador devanado especialmente, con un primario de alto voltaje y un secundario de baja tensión. Tiene una potencia nominal muy baja y su único objetivo es suministrar una muestra de voltaje del sistema de potencia, para que se mida con instrumentos incorporados.

Además, puesto que el objetivo principal es el muestreo de voltaje deberá ser particularmente preciso como para no distorsionar los valores verdaderos. Se pueden conseguir transformadores de potencial de varios niveles de precisión, dependiendo de que tan precisas deban ser sus lecturas, para cada aplicación especial.



**OTROS
TRANSFORMADORES**

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE CONSTANTE

Un transformador de corriente constante es un transformador que automáticamente mantiene una corriente aproximadamente constante en su circuito secundario, bajo condiciones variables de impedancia de carga, cuando su primario se alimenta de una fuente de tensión aproximadamente constante. El tipo más usual, la disposición de «bobina móvil», tiene separadas las bobinas del primario y secundario, que tienen libertad para moverse entre sí, variando por tanto la reactancia de dispersión magnética del transformador.

Existen disponibles tipos para subestación que proporcionan unos modelos compactos integrales, que llevan incluidas los accesorios necesarios para el control y protección del transformador. Los accesorios normales comprenden un interruptor a solenoide primario, una protección. contra apertura del circuito, fusibles o cortacircuitos con fusibles en el primario y descargadores de sobretensiones en el primario y en el secundario.

Los transformadores de corriente constante de tipo estático no tienen partes móviles y funcionan según el principio de una red resonante. Esta red normalmente consta de dos reactancias inductivas y dos capacitivas, cada una de igual reactancia para la frecuencia de alimentación. Con tal red, la corriente secundaria es independiente de la impedancia de la carga conectada, pero es directamente proporcional a la tensión del primario.

TRANSFORMADORES PARA HORNOS

Los transformadores para hornos suministran potencia a hornos eléctricos de los tipos de inducción, resistencia, arco abierto y arco sumergido. Las tensiones secundarias son bajas, ocasionalmente menores de 100 V, pero generalmente de varios centenares de Volts.

La gama de tamaños varía desde algunos KVA a más de 50 MVA, con corrientes en el secundario superiores a 60 000 A. Las corrientes elevadas se obtienen conectando en paralelo muchas secciones de devanado. La corriente es recogida por barras internas y llevada a través de la tapa del transformador mediante barras o mediante bornes de gran corriente.

TRANSFORMADORES DE PUESTA A TIERRA

Un transformador de puesta a tierra es un transformador ideado principalmente con la finalidad de proporcionar un punto neutro a efectos de puesta a tierra. Puede ser una unidad de dos devanados con el devanado secundario conectado en triángulo y el devanado primario conectado en estrella que proporciona el neutro a efectos de puesta a tierra o puede ser un autotransformador trifásico de un solo devanado con devanados en estrella interconectada, o sea en zig-zag.

TRANSFORMADORES MÓVILES

Transformadores móviles y subestaciones móviles.

Los transformadores o autotransformadores móviles están montados normalmente sobre semirremolques y llevan incorporados pararrayos y seccionadores separadores. Una subestación móvil tiene, además, aparamenta y equipo de medida y de protección. La unidad se desplaza por carretera arrastrada por tractores. Los reglamentos estatales y federales sobre transporte por carretera limitan el peso y tamaño máximos. Las unidades móviles se usan para restablecer el servicio eléctrico en emergencias, para permitir el mantenimiento sin interrupción de servicio, para proporcionar servicio durante las construcciones importantes y para reducir las inversiones en el sistema.

La unidad móvil está proyectada de manera que constituye una unidad compacta de aplicación múltiple que proporciona la máxima potencia en KVA, para el peso admisible.

TRANSFORMADORES PARA RADIO

Transformadores de energía. La finalidad del transformador de energía en las aplicaciones de los radiorreceptores consiste en variar la tensión de la red doméstica a un nivel tal que, cuando se aplique a una válvula de vacío o a un rectificador de semiconductores (ya sea de media onda o de onda completa) y esté adecuadamente filtrada, pueda usarse para alimentar las tensiones y corrientes de polarización para los dispositivos activos (válvulas, transistores, etc.) de la radio. El transformador de energía también puede usarse para cambiar la tensión de la red a un valor adecuado para los filamentos de las válvulas o lámparas que pueda haber en la radio.

Transformadores de frecuencias de audio. Pueden emplearse tres tipos de transformadores de frecuencias de audio en los receptores de radio: de entrada, de etapas intermedias y de salida. En el receptor normal sólo se usa el transformador de salida. El acoplamiento entre etapas de amplificación se consigue mediante impedancias comunes a los circuitos de entrada y salida de las etapas de amplificación.

Transformadores de entrada. Funcionan entre la fuente de tensión de A.C. (más comúnmente el último amplificador de frecuencia intermedia en una radio) y la primera válvula de vacío o transistor de amplificación del amplificador de audio. La relación de espiras para este transformador viene determinada por la tensión normal aplicada sobre el primario y el valor deseado de tensión que debe aplicarse a la rejilla de la primera válvula o a la base del primer transistor.

Transformadores de etapas intermedias. Todo lo dicho antes para el transformador de entrada se aplica a los transformadores de etapas intermedias, con la excepción de que los transformadores de etapas intermedias se usan entre etapas de amplificación de los amplificadores de audio.

Transformadores de salida. Funcionan entre la última etapa de válvulas de vacío o transistores del amplificador de audio y el circuito de carga, que en los radios es la bobina del altavoz. Normalmente, el transformador de salida para una etapa de salida de potencia tiene una relación reductora, debido a que la impedancia del altavoz es relativamente baja en comparación con la impedancia de la salida de un amplificador, ya sea de válvulas o de transistores.

Transformadores de radiofrecuencia. Este término se usa para describir una clase de transformadores que funcionan a una frecuencia muy superior a la de la gama de audio. Esta es la frecuencia de la portadora de la señal de radio recibida o, en los radios superheterodinos, es la diferencia entre la frecuencia de la portadora entrante y la frecuencia del oscilador de la radio. Esta frecuencia diferencia se denomina frecuencia intermedia y los transformadores a través de los cuales pasa se denominan transformadores de frecuencia intermedia.

Los transformadores de radiofrecuencia realizan esencialmente las mismas funciones que los transformadores de frecuencia de audio (relación de espiras determinada por las tensiones deseadas), pero presentan tres diferencias importantes. Como se ha mencionado anteriormente, trabajan con frecuencias muy superiores. Además, operan con potencias considerablemente menores que los transformadores de audio. Finalmente, uno o ambos devanados de un transformador de radiofrecuencia a menudo están shuntados mediante un condensador, de manera que se forma un circuito sintonizado que atenúa todas las frecuencias menos la deseada.

TRANSFORMADORES PARA RECTIFICADORES

Los transformadores para rectificadores suministran energía a los rectificadores a la tensión de entrada de A.C., requerida para la tensión de salida de C.C., deseada. Están contruidos en tamaños que llegan hasta los 15 000 KVA y a veces superiores. La tensión del secundario generalmente es baja, variando desde menos de 50 V, para algunos procesos electrolíticos, hasta 1000 V para otras aplicaciones. La corriente secundaria generalmente es elevada y puede alcanzar muchos miles de amperes.

Pueden usarse conexiones de transformador que producen desfases para conseguir 12 fases, 24 o incluso más, a fin de reducir los armónicos de la corriente en la entrada de A.C. Pueden usarse transformadores auxiliares o conexiones entre los devanados de fase de los propios transformadores del rectificador. Cuando se usan dos devanados secundarios (como en el circuito en doble estrella) debe haber la misma impedancia entre el primario y cada devanado del secundario, para obtener ángulos de conmutación y tensiones de C.C. iguales en los dos circuitos del secundario.

TRANSFORMADORES ESPECIALES



Los transformadores especiales de aplicación general

Son transformadores de distribución de tipo seco que generalmente se usan con los primarios conectados a los circuitos de distribución de baja tensión, para alimentar cargas de alumbrado y pequeñas cargas a tensiones todavía más bajas. Existen transformadores para tensiones del primario de, 120, 240, 480 y 600 V, con potencias nominales comprendidas entre 25 VA y 500 KVA, a 60 Hz.

Los transformadores de control son transformadores de aislamiento de tensión constante y tipo seco. Generalmente se usan con los devanados primarios conectados a circuitos de distribución de baja tensión de 600 V o menos. La elección adecuada de un transformador de control facilitará la alimentación con la potencia correcta a tensión reducida para cargas de alumbrado y de control hasta 250 VA.



Los transformadores para máquinas herramientas son similares a los transformadores de control con capacidades de hasta 1500 VA para alumbrado localizado y para dispositivos de control de máquinas tales como solenoides, contactores, relés, tanto sobre herramientas portátiles como fijas. Principalmente se usan para proporcionar salidas de 120 V a partir de relés de 240 a 480 V a 60 Hz. También existen para funcionamiento a distintas tensiones con 25 y 50 Hz.

Los transformadores de clase 2 son transformadores de aislamiento de tipo seco adecuados para usar en los circuitos de clase 2 del National Electrical Code. Estos transformadores se usan generalmente en control remoto, en alimentación de pequeñas potencias y en los circuitos de señal para el accionamiento de timbres, campanas, controles de hornos, válvulas, relés, solenoides y similares. Son unidades con el primario a 120 V tanto del tipo limitador de energía como del tipo no limitador.

Los transformadores para señalización son transformadores de aislamiento, reductores, de tensión constante y tipo seco, que generalmente se usan con sus devanados primarios conectados a circuitos de distribución de baja tensión para alimentar sistemas de señalización no sujetos a las limitaciones de los circuitos de clase 2. Existen para circuitos de 120 ó de 240 V. Llevan una selección de tensiones de salida de 4, 8, 12, 16, 20 ó 24 V, conectando adecuadamente los cuatro terminales de salida. Existen unidades de hasta 1000 VA.

Los transformadores para tubos luminiscentes, para suministrar energía a anuncios de neón o de otros gases, se fabrican en tamaños que comprenden desde los 50 a los 1650 VA. Las gamas de tensiones en el secundario están comprendidas entre 2 000 y 15 000 V. La tensión depende de la longitud del tubo que forma el circuito; es decir, cuanto mayor sea la longitud del tubo, mayor tensión se necesita. La corriente suministrada por los transformadores está comprendida entre 18 y 120 mA.



Los transformadores para ignición son transformadores elevadores de tipo seco, de alta reactancia, usados para el encendido de los quemadores de gas o de fuel-oil domésticos. Tales transformadores están limitados a las tensiones primarias de 120 ó 240 V. Las tensiones secundarias están limitadas a 15 400 V y normalmente la gama va desde los 6 000 a los 14 000 V. La gama de corrientes nominales en el secundario va desde 20 a 28 mA y la de potencias de 140 a 430 VA.

Los transformadores para juguetes son transformadores reductores, del tipo secundario de baja tensión, cuya principal finalidad es suministrar corriente a juguetes accionados eléctricamente. Normalmente son portátiles y, debido a su uso previsto, se pone una especial atención en su construcción en lo relativo a seguridad y a eliminación del peligro de incendio; la entrada al devanado primario debe estar limitada por construcción a 660 W, incluso cuando el devanado del secundario esté cortocircuitado, condición que debe ser soportada sin crear peligro de incendio. Tales transformadores no están autorizados para tensiones del primario superiores a 150 V y las tensiones del secundario no pueden ser superiores a 30 V entre dos terminales de salida cualquiera

TRANSFORMADORES PARA ENSAYOS

Los transformadores para ensayos, usados para realizar pruebas de tensiones elevadas a baja frecuencia, han sido desarrollados para tensiones superiores, para hacer posible el estudio de aplicaciones de tensiones de transporte cada vez mayores. A menudo se necesitan tensiones de 1 500 000 o más volts. Se han construido unidades para 1000 KV respecto a tierra, pero normalmente resulta más económico obtener tales tensiones conectando dos o más unidades en «cascada» o en «cadena». Los transformadores para ensayo, normalmente están proyectados para aplicaciones de corta duración. Sin embargo, para aplicaciones especiales, puede requerirse una potencia de varios miles de KVA y el tiempo de aplicación puede ser continuo.

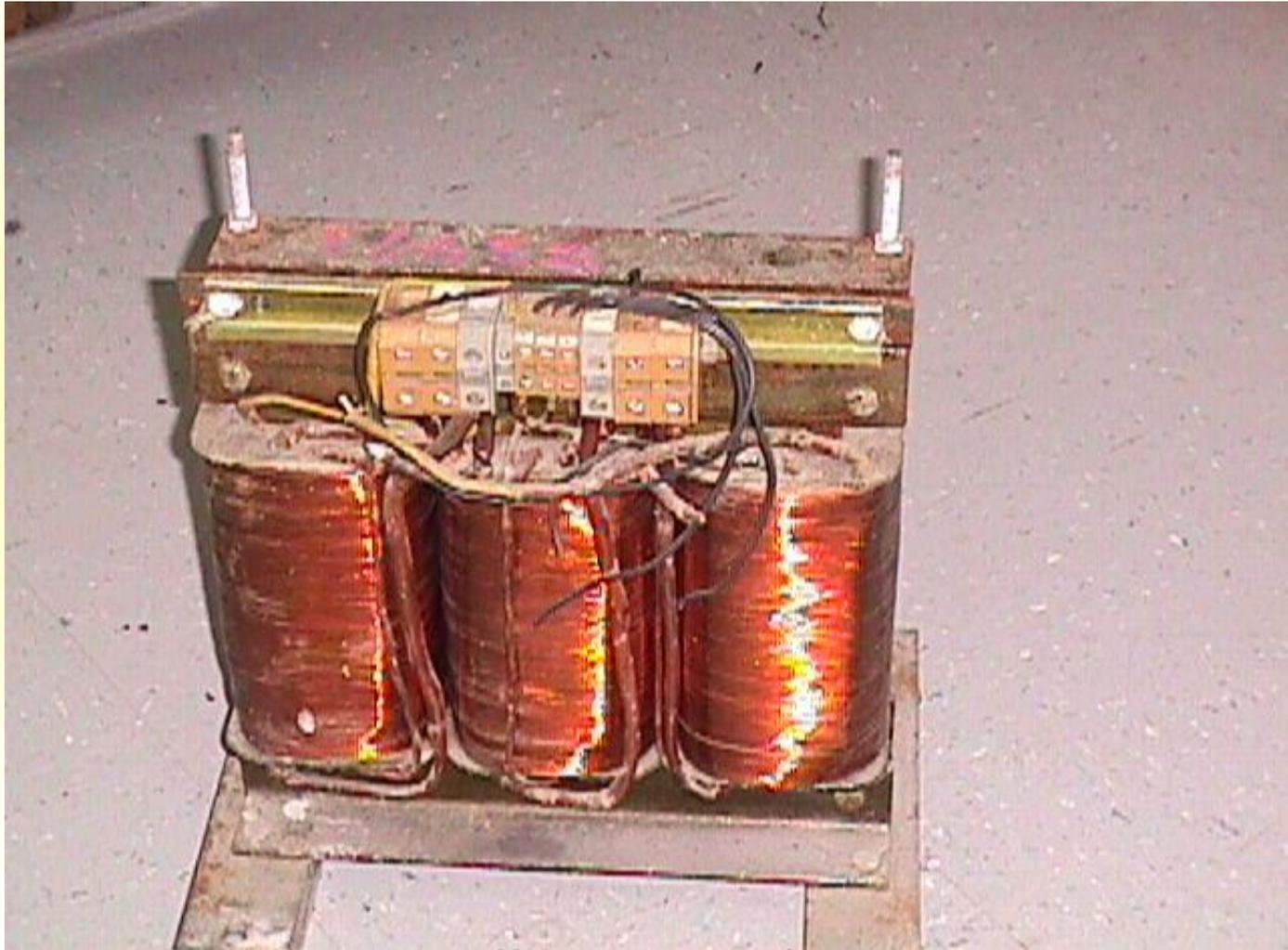
Transformador de Corriente típico de laboratorio



Transformador de Corriente típico de laboratorio



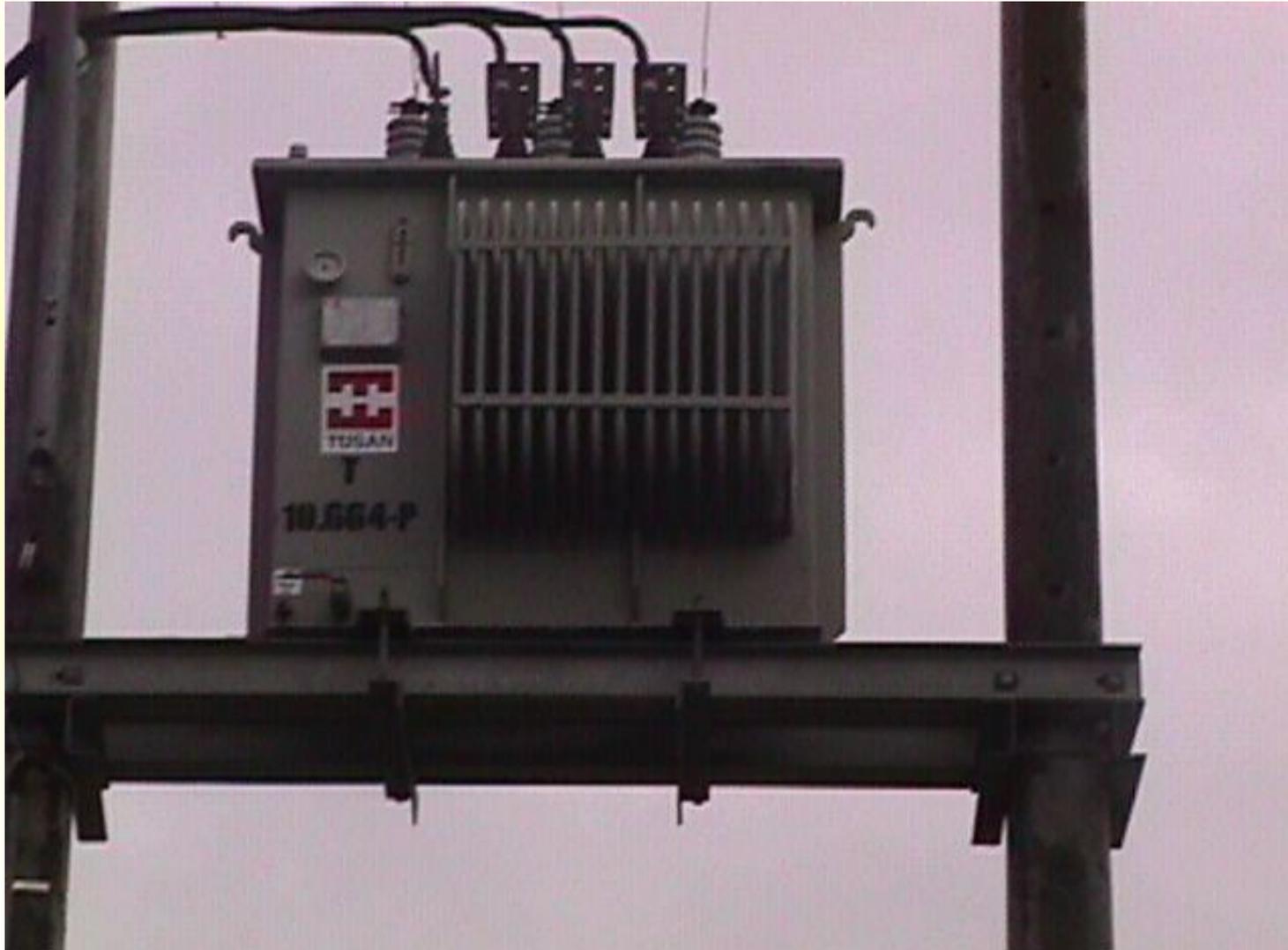
Transformador Trifásico de laboratorio



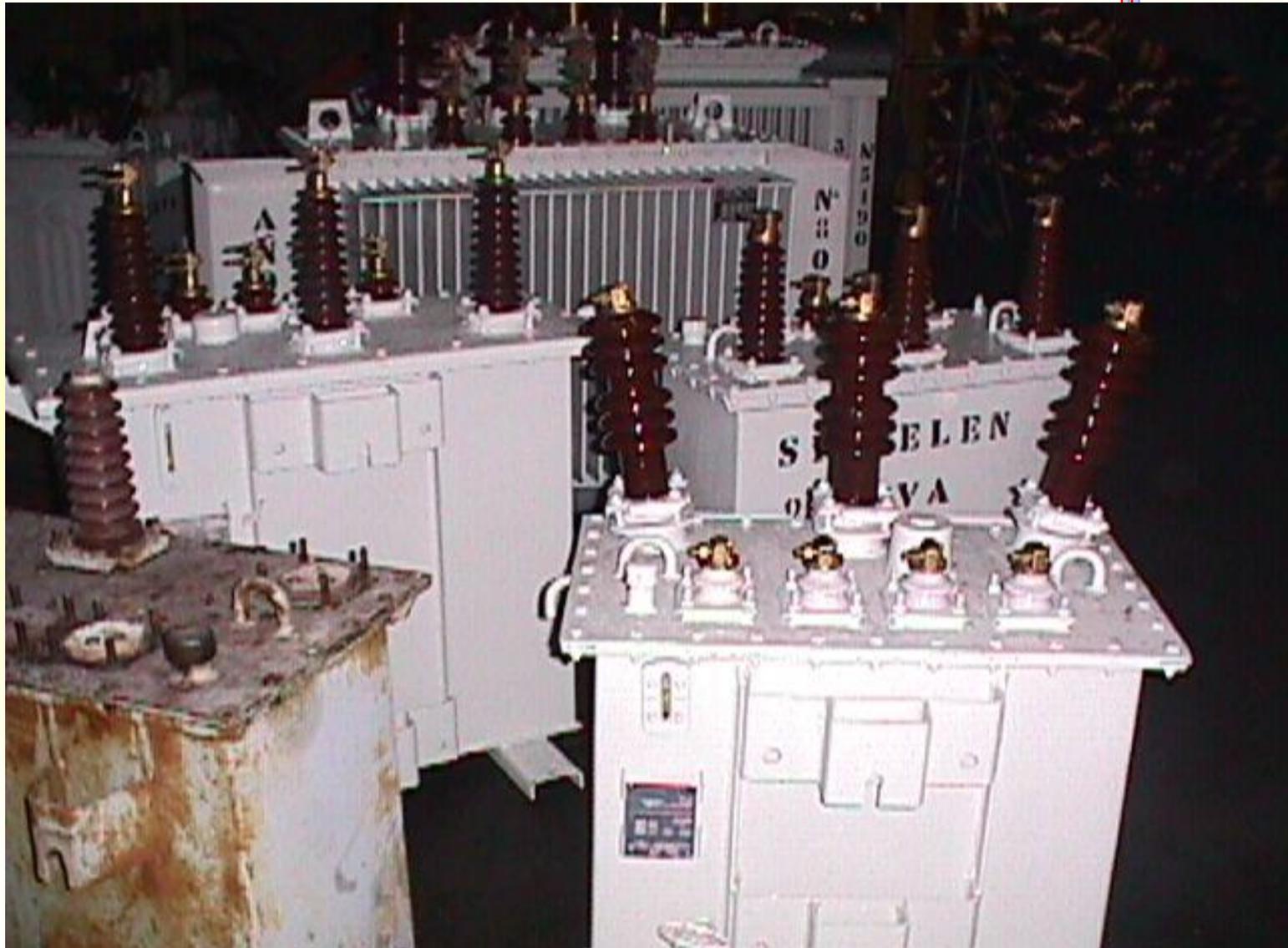
Transformador Monofásico de laboratorio



Transformador de Distribución común



Transformador de Distribución en la empresa



Autotransformador de laboratorio



Transformador de Potencia



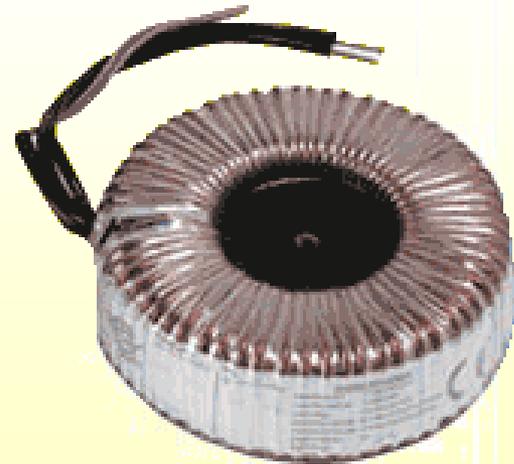


Transformador Trifásico de Distribución



Toroidal





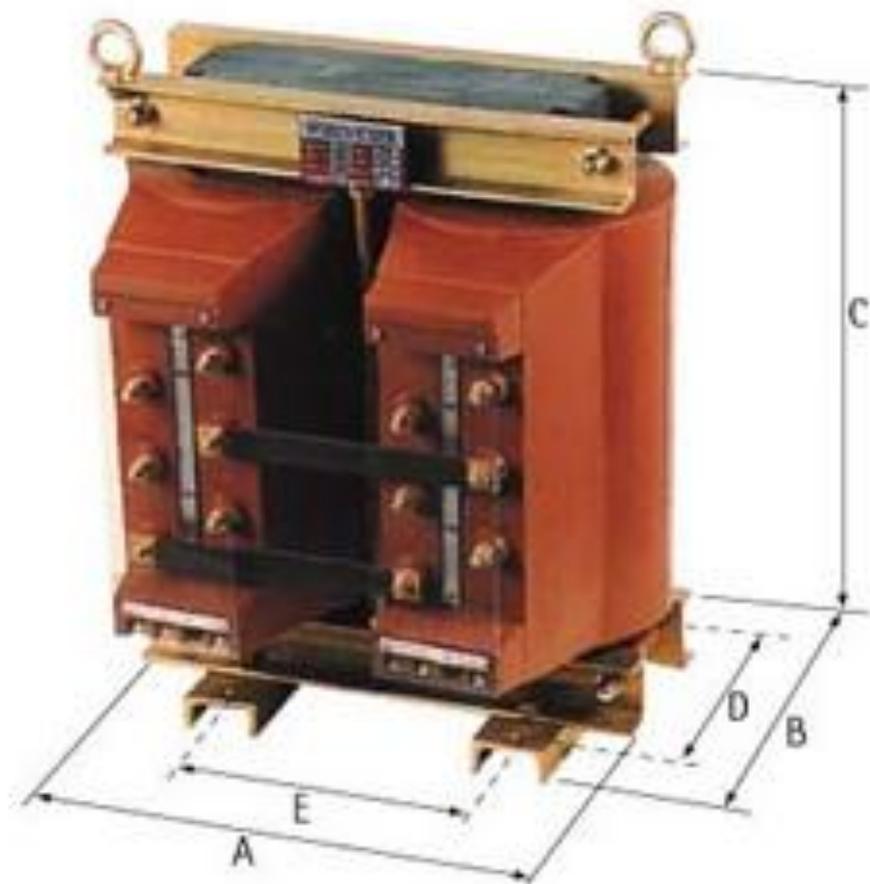
Hay dos tipos de transformador, los de armadura F o E-I y los toroidales O, estos últimos tienen un mejor rendimiento, no obstante esto no es determinante, por otra parte, es importante que los devanados estén separados físicamente y deben ser de hilo de cobre, no de aluminio, lo que reduciría el rendimiento.

Transformadores de Radiofrecuencias



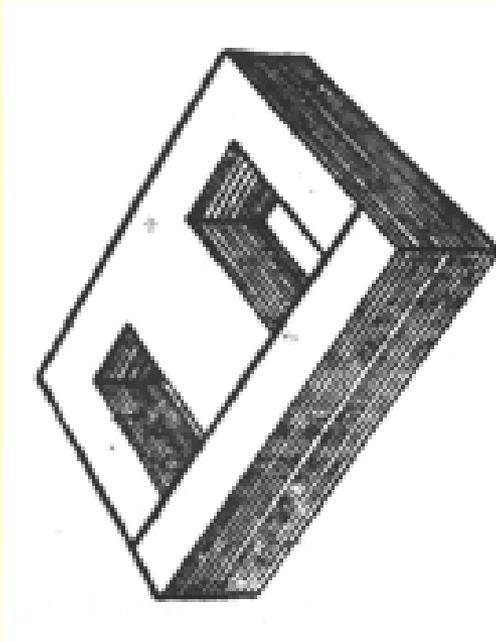
Los transformadores de alta frecuencia, radiofrecuencia o. frecuencias de radio, como su nombre indica, cuando se acoplan a. la antena de un radioreceptor sirven para captar las ondas de radio. que emiten diferentes estaciones difusora comerciales y no. comerciales destinadas a prestar variados servicios. El dibujo de. la parte superior de la ilustración muestra los enrollados de un. transformador de radiofrecuencia insertados en un núcleo de. ferrita, mientras que en la parte inferior se puede ver también una. foto real de este tipo de transformador instalado en el circuito. correspondiente a la antena en la placa del circuito impreso de un. radioreceptor

Además de los transformadores de fuerza o potencia ya mencionados para uso en corriente alterna de baja frecuencia (50 ó 60 Hz), existen también otros transformadores de pequeño tamaño que trabajan con corrientes de frecuencias muy altas del orden de los miles o millones de hertz (kHz o MHz. Esas corrientes se conocen también como de radiofrecuencia o de frecuencias de radio y en la mayoría de los casos funcionan con milésimas de volt (mV). Es muy común encontrar este tipo de transformador acoplado a la antena de un radioreceptor para captar las señales que transmiten las emisoras comerciales de radio o de cualquier otro tipo para que a continuación se puedan amplificar y convertir en audibles a través de uno o varios altavoces.

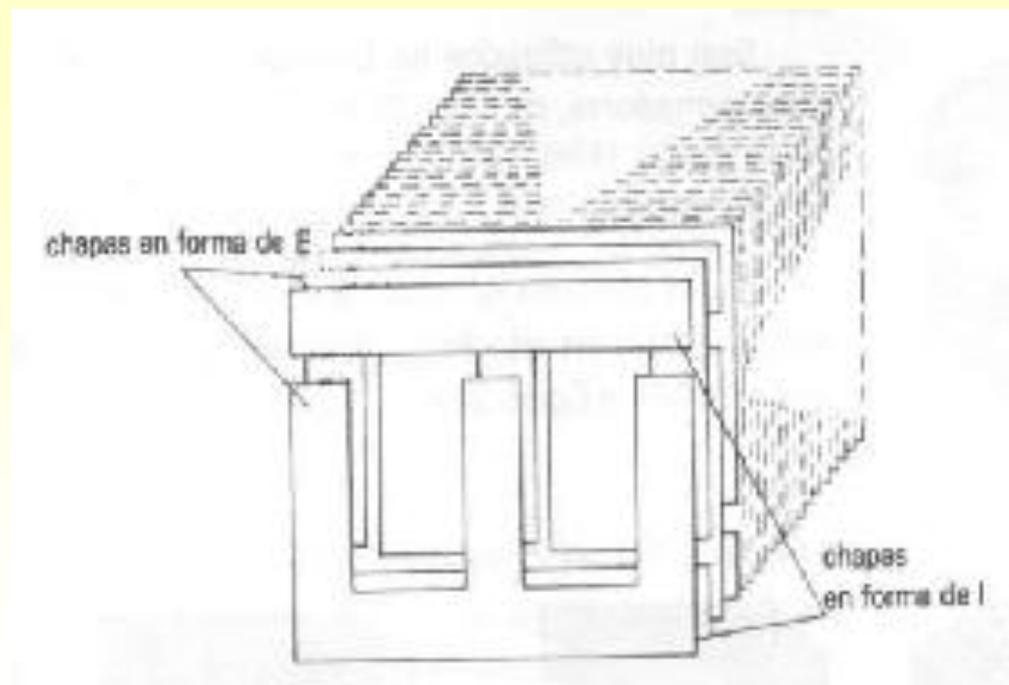


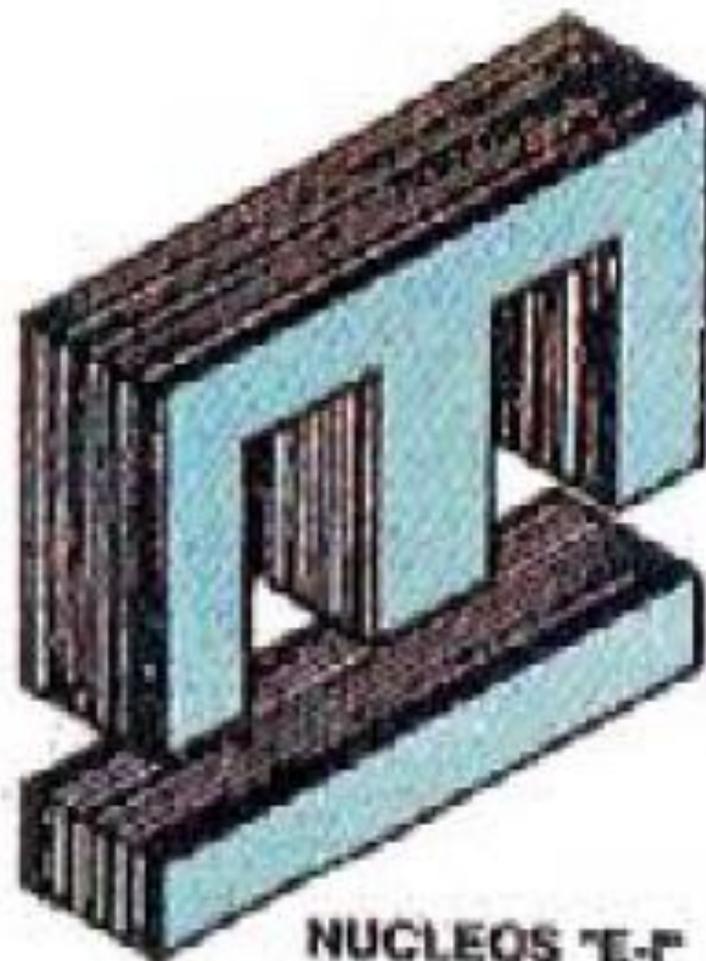
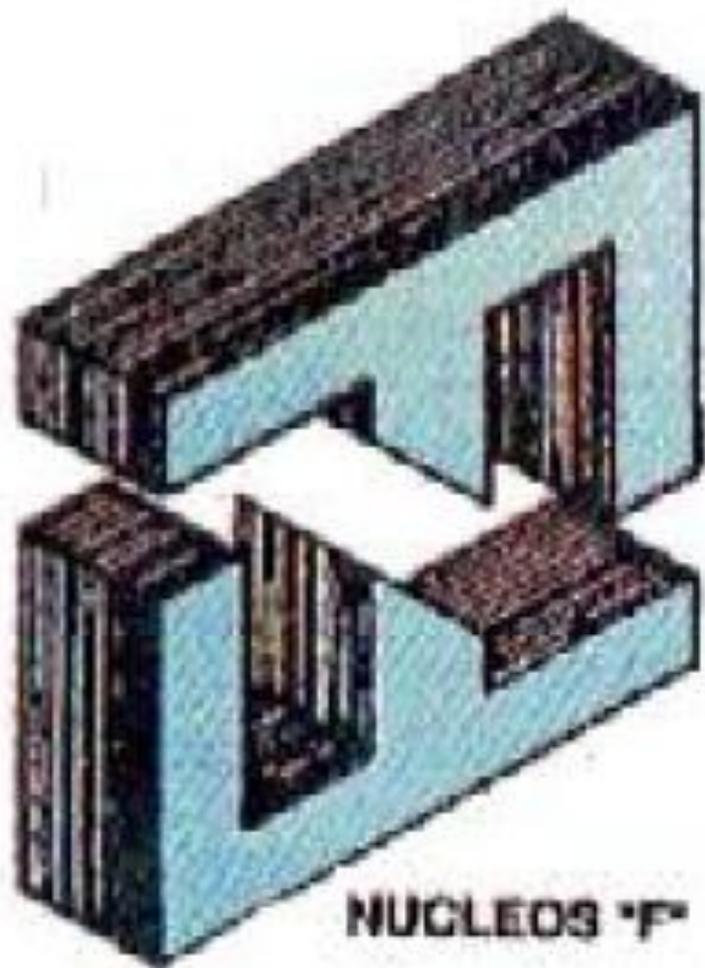
NÚCLEOS

Para atenuar los efectos de las corrientes de Foucault, los núcleos no se construyen de una sola pieza de hierro, sino que está formado por una serie de chapas de este metal, apiladas formando un solo bloque. Estas chapas pueden estar cortadas en forma de E y de I o en forma de F.



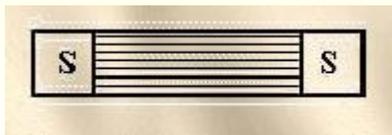
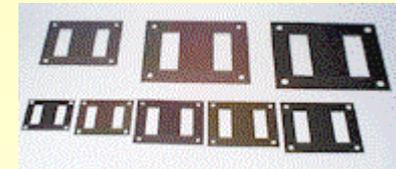
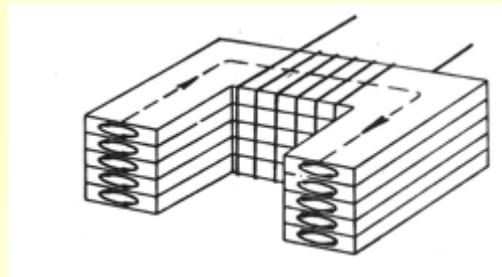
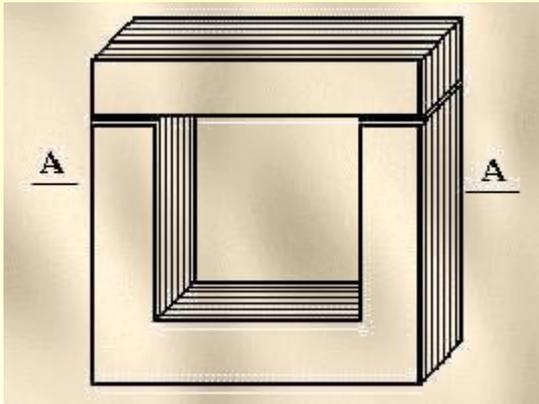
En la práctica, para disminuir al máximo las pérdidas por histéresis magnética se recurre al uso de núcleos de materiales capaces de imanarse y desimanarse fácil y rápidamente, tal como el hierro silicio





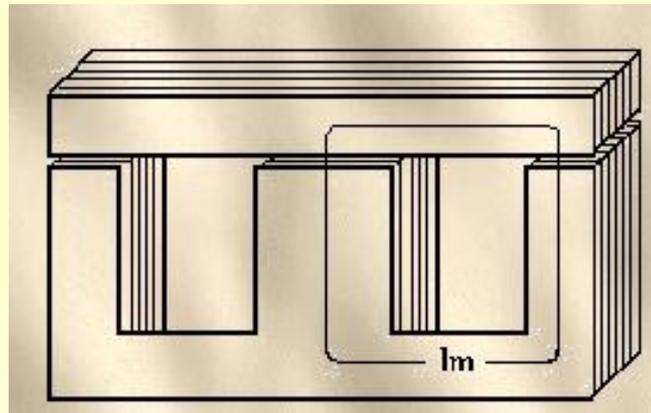
Existen dos tipos de núcleos fundamentales de estructura del transformador ellos son el tipo núcleo y el tipo acorazado.

TIPO NÚCLEO: este tipo de núcleo se representa, indicando el corte A-1 la sección transversal que se designa con S (cm^2). Este núcleo no es macizo, sino que está 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.

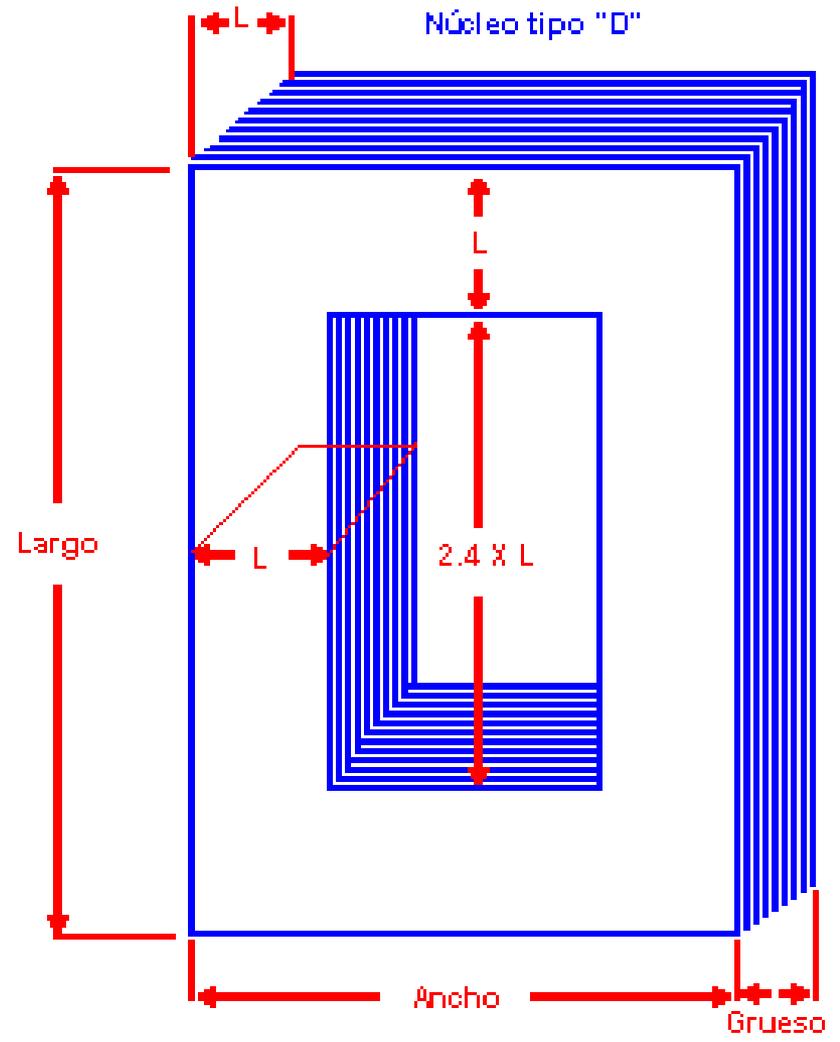
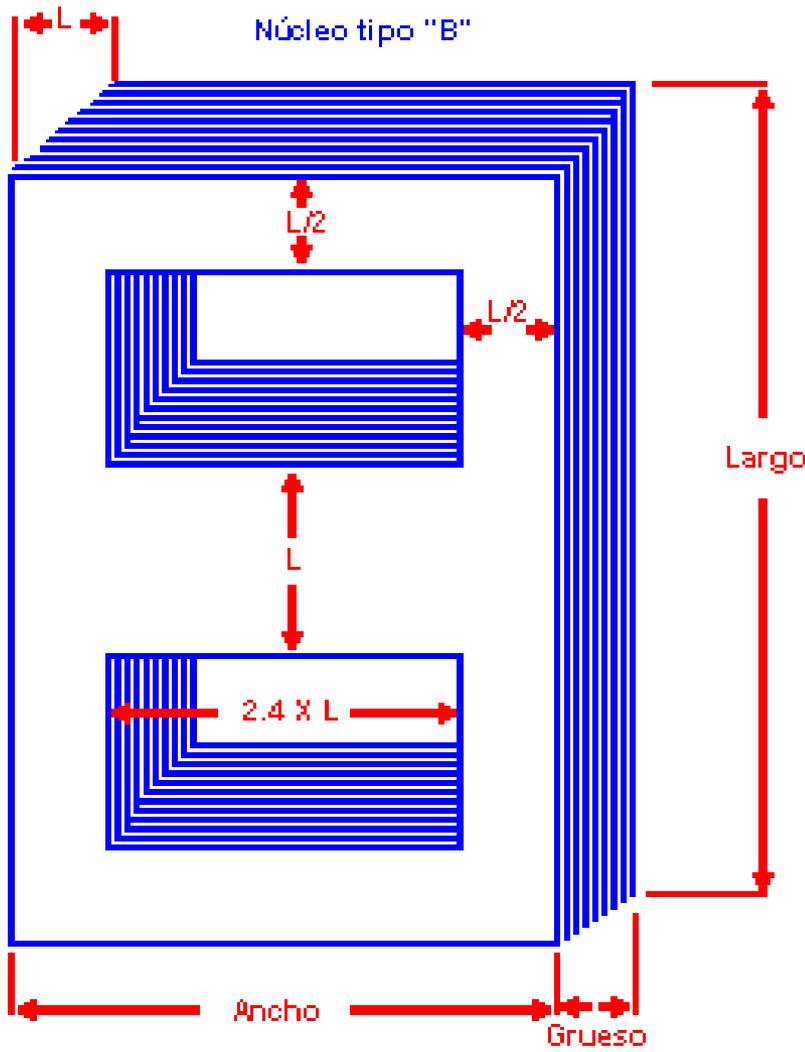


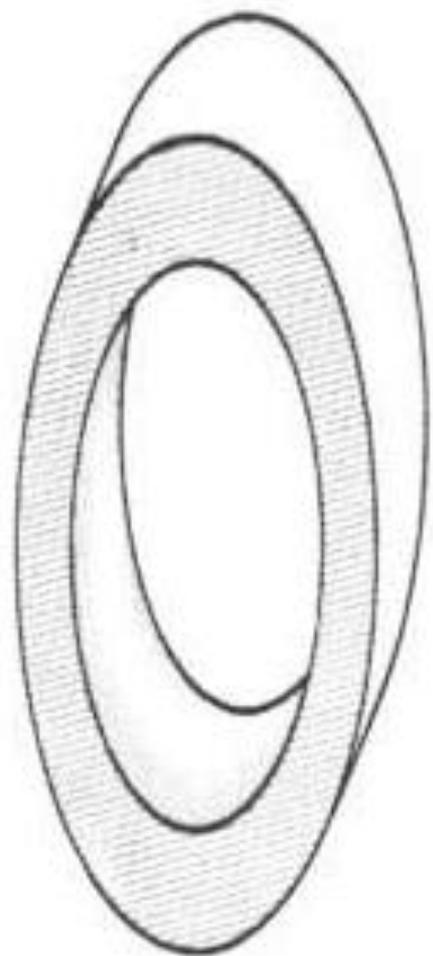
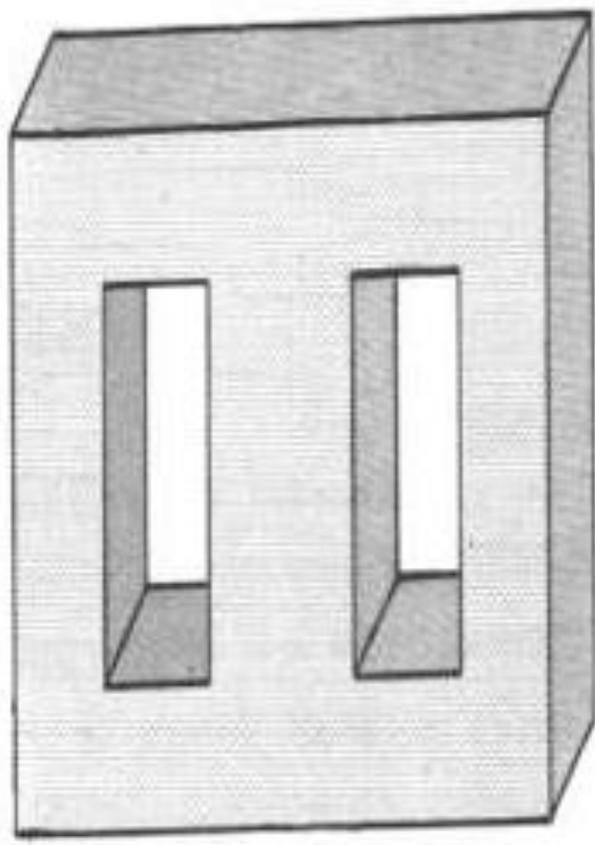
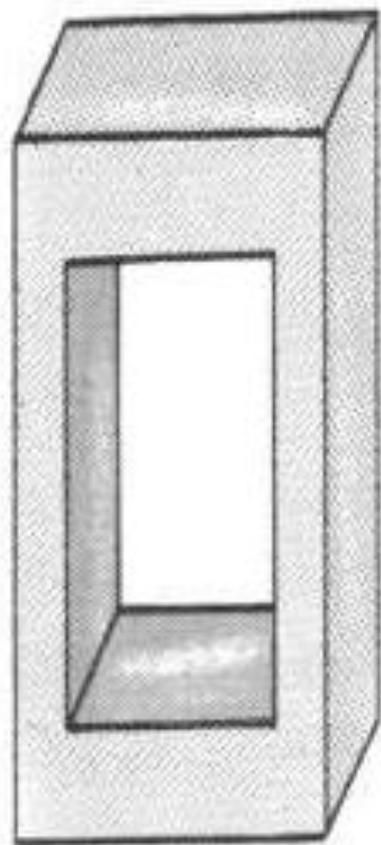
La aislación entre chapas se consigue con barnices especiales, con papel de seda, o simplemente oxidando las chapas con un chorro de vapor.

NÚCLEO TIPO ACORAZADO: Este tipo de núcleo es más perfecto, pues se reduce la dispersión. Obsérvese 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.

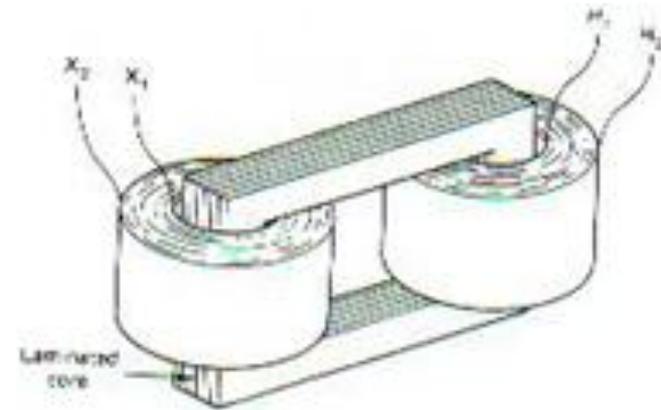


El hecho que los núcleos sean hechos en dos trozos, hace que aparezcan juntas donde los filos del hierro no coinciden perfectamente, quedando una pequeña luz que llamaremos entrehierro. Obsérvese que en el tipo núcleo hay dos entrehierros en el recorrido de las fuerzas, y que el acorazado también, porque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

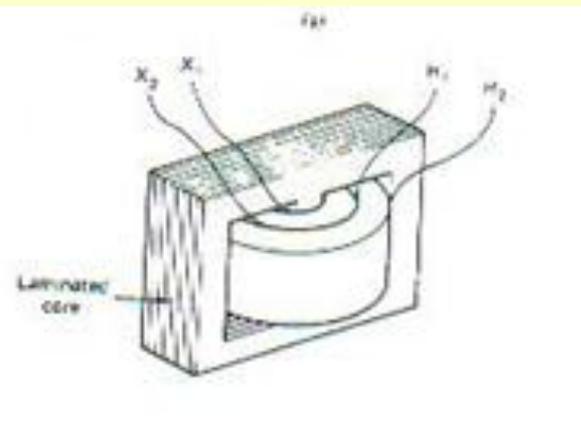


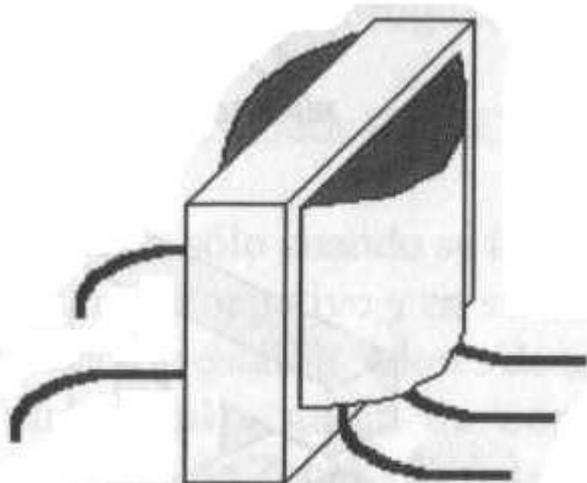


Los devanados primarios y secundarios se pueden enrollar en lados opuestos del núcleo como la figura de arriba. Esta configuración recibe el nombre de core.



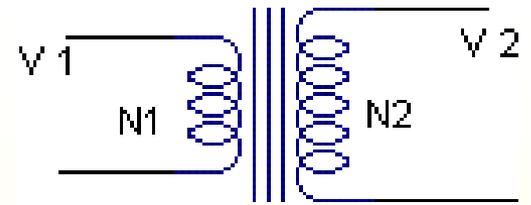
Otra forma enrollar los devanados es en forma concéntrica. El secundario se enrolla encima del primario. Esta configuración recibe el nombre de shell y tiene la ventaja sobre la primera que tiene menos "leake flux", que como se verá mas adelante reduce la inductancia en serie y por tanto mejora la regulación de voltaje.





**Transformador De Poder
Para Transistores.**

CONCEPTOS



Relación de transformación: Es la relación entre el número de espiras del primario y del secundario, la cual es igual a la relación entre la tensión del primario y del secundario sin carga.

Relación entre corrientes: Es inversa a la relación de transformación.

Rendimiento: Nos dice cuanta potencia se aplica al transformador y cuanta entrega este a la carga. La diferencia se pierde en los devanados en forma de calor por efecto JOULE, debido a que estos no tienen una resistencia nula, y también en el núcleo debido a histéresis y corrientes de Foucault.

Núcleos: Son las chapas de material ferro-magnético, hierro al que se añade una pequeña porción de silicio. Se recubre de barniz aislante que evita la circulación de corrientes de Foucault.

Fórmulas

$$A = * \sqrt{\text{pot}}$$

Area = A

donde * = 0.8 si el núcleo es fino y

* = 1.2 si el núcleo es de inferior calidad.



Se da en cm^2 y está determinada por los lados del sector azul de la figura. Es el resultado de $L \times L$.

El número de vueltas por voltio = $A \times 0.02112$

El voltaje deseado para cada caso se dividirá por el resultado de este número.

Ejemplo real:

Embobinar un transformador de 200 W con un V primario = 115V y un V secundario=50V.

Comenzamos por el área del transformador:

$$A = \sqrt{\text{pot}}$$

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{\text{pot}} \\ A &= \sqrt{200} \\ A &= 14.14 \end{aligned}$$

Número de vueltas por voltio:

$$A \times 0.02112 = 14.14 \times 0.02112 = 0,29$$

Entonces:

$$115 \text{ V} / 0.29 = 396 \text{ vueltas en el primario.}$$

$$50 \text{ V} / 0.29 = 172 \text{ vueltas en el secundario.}$$

Ahora sabiendo la potencia (200W) podemos calcular la corriente presente en ambos devanados. $I = W / V$

$$I = 200 / 115$$

$$I = 1.73 \text{ amperios en el primario.}$$

$$I = 200 / 50$$

$$I = 4 \text{ amperios en el secundario.}$$

AWG	Diam. mm	Amperaje
1	7.35	120
2	6.54	96
3	5.86	78
4	5.19	60
5	4.62	48
6	4.11	38
7	3.67	30
8	3.26	24
9	2.91	19
10	2.59	15
11	2.30	12
12	2.05	9,5
13	1.83	7,5
14	1.63	6,0
15	1.45	4,8

AWG	Diam. mm	Amperaje
16	1.29	3,7
17	1.15	3,2
18	1.024	2,5
19	0.912	2,0
20	0.812	1,6
21	0.723	1,2
22	0.644	0,92
23	0.573	0,73
24	0.511	0,58
25	0.455	0,46
26	0.405	0,37
27	0.361	0,29
28	0.321	0,23
29	0.286	0,18
30	0.255	0,15