

FUNCIONAMIENTO DE LOS TRANSFORMADORES



Los transformadores eléctricos son indispensables en el sistema eléctrico

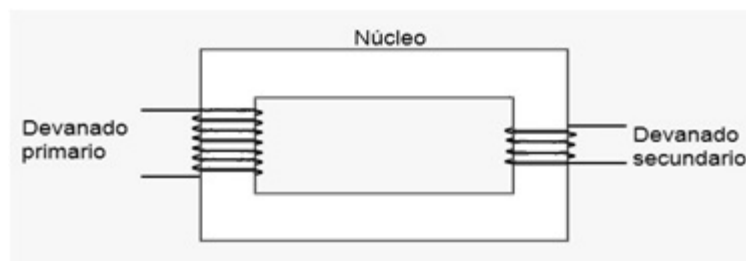
Un **transformador** es una máquina estática de **corriente alterno**, que permite variar alguna función de la corriente como [el voltaje o la intensidad](#), manteniendo la frecuencia y la potencia, en el caso de un transformador ideal.

Para lograrlo, transforma la electricidad que le llega al devanado de entrada en [magnetismo](#) para volver a transformarla en electricidad, en las condiciones deseadas, en el devanado secundario.

La importancia de los transformadores, se debe a que, gracias a ellos, ha sido posible el desarrollo de la industria eléctrica. Su utilización hizo posible la realización práctica y económica del [transporte de energía eléctrica](#) a grandes distancias.

Componentes de los transformadores eléctricos

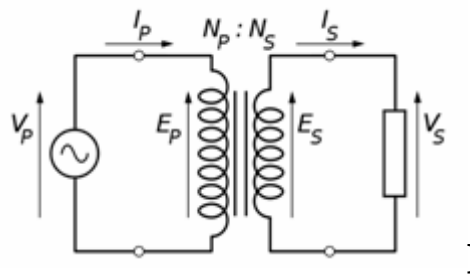
Los transformadores están compuestos de diferentes elementos. Los componentes básicos son:



Modelización de un transformador monofásico ideal

- **Núcleo:** Este elemento está constituido por **chapas de acero al silicio** aisladas entre ellas. El núcleo de los transformadores está compuesto por las **columnas**, que es la parte donde se montan los devanados, y las **culatas**, que es la parte donde se realiza la unión entre las columnas. El núcleo se utiliza para conducir el [flujo magnético](#), ya que es un gran conductor magnético.
- **Devanados:** El devanado es un hilo de cobre enrollado a través del núcleo en uno de sus extremos y recubiertos por una capa aislante, que suele ser barniz. Está compuesto por dos bobinas, la primaria y la secundaria. La relación de vueltas del hilo de cobre entre el primario y el secundario nos indicará la **relación de transformación**. El nombre de primario y secundario es totalmente simbólico. Por definición allá donde apliquemos la tensión de entrada será el primario y donde obtengamos la tensión de salida será el secundario.

Esquema básico y funcionamiento del transformador



Esquema básico de funcionamiento de un transformador ideal

Los transformadores se basan en la [inducción electromagnética](#). Al aplicar una fuerza electromotriz en el devanado primario, es decir una tensión, se origina un flujo magnético en el núcleo de hierro. Este flujo viajará desde el devanado primario hasta el secundario. Con su movimiento originará una fuerza electromagnética en el devanado secundario.

Según la [Ley de Lenz](#), necesitamos que la **corriente sea alterna** para que se produzca esta **variación de flujo**. En el caso de corriente continua el transformador no se puede utilizar.

La relación de transformación del transformador eléctrico

Una vez entendido el funcionamiento del transformador vamos a observar cuál es la relación de transformación de este elemento.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = r_t$$

Donde N_p es el número de vueltas del devanado del primario, N_s el número de vueltas del secundario, V_p la tensión aplicada en el primario, V_s la obtenida en el secundario, I_s la [intensidad](#) que llega al primario, I_p la generada por el secundario y r_t la relación de transformación.

Como observamos en este ejemplo si queremos ampliar la tensión en el secundario tenemos que poner más vueltas en el secundario (N_s), pasa lo contrario si queremos reducir la tensión del secundario.

Tipos de transformadores eléctricos

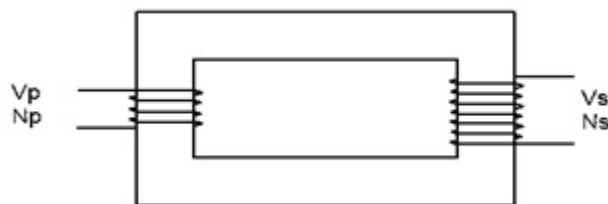
Hay muchos tipos de transformadores pero todos están basados en los mismos principios básicos, Pueden clasificarse en dos grandes grupos de tipos básicos: transformadores de potencia y de medida.

Transformadores de potencia

Los transformadores eléctricos de potencia sirven para **variar los valores de tensión** de un circuito de corriente alterna, **manteniendo su potencia**. Como ya se ha explicado anteriormente en este recurso, su funcionamiento se basa en el fenómeno de [la inducción electromagnética](#).

- **Transformadores eléctricos elevadores**

Los transformadores eléctricos elevadores tienen la capacidad de aumentar el voltaje de salida en relación al voltaje de entrada. En estos transformadores **el número de espiras del devanado secundario es mayor al del devanado primario**.

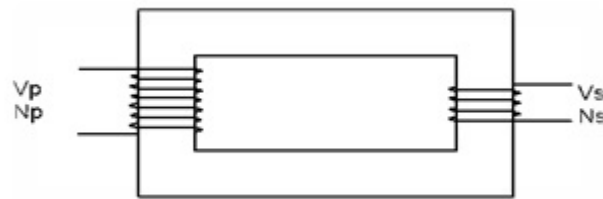


Modelización de un transformador elevador

- **Transformadores eléctricos reductores**

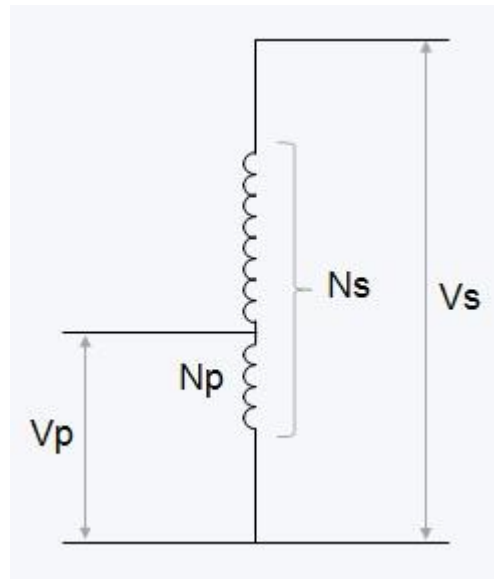
Los transformadores eléctricos reductores tienen la capacidad de disminuir el voltaje de salida en relación al voltaje de entrada. En estos transformadores **el número de espiras del devanado primario es mayor al secundario**.

Podemos observar que cualquier transformador elevador puede actuar como reductor, si lo conectamos al revés, del mismo modo que un transformador reductor puede convertirse en elevador.



Modelización de un transformador reductor

- **Autotransformadores**



Modelización de un autotransformador

Se utilizan cuando es necesario cambiar el valor de un [voltaje](#), pero en cantidades muy pequeñas. La solución consiste en montar las bobinas de manera sumatoria. La tensión, en este caso, no se introduciría en el devanado primario para salir por el secundario, sino que entra por un punto intermedio de la única bobina existente.

Esta tensión de entrada (V_p) únicamente recorre un determinado número de espiras (N_p), mientras que la tensión de salida (V_s) tiene que recorrer la totalidad de las espiras (N_s).

- **Transformadores de potencia con derivación**

Son transformadores de elevación o reducción, es decir, elevadores o reductores, con un número de espiras que puede variarse según la necesidad. Este número de espiras se puede modificar siempre y cuando el transformador no esté en marcha. Normalmente la diferencia entre valores es del 2,5% y sirve para poder ajustar el transformador a su puesto de trabajo.

Transformadores eléctricos de medida

Sirven para variar los valores de grandes tensiones o intensidades para poderlas medir sin peligro.

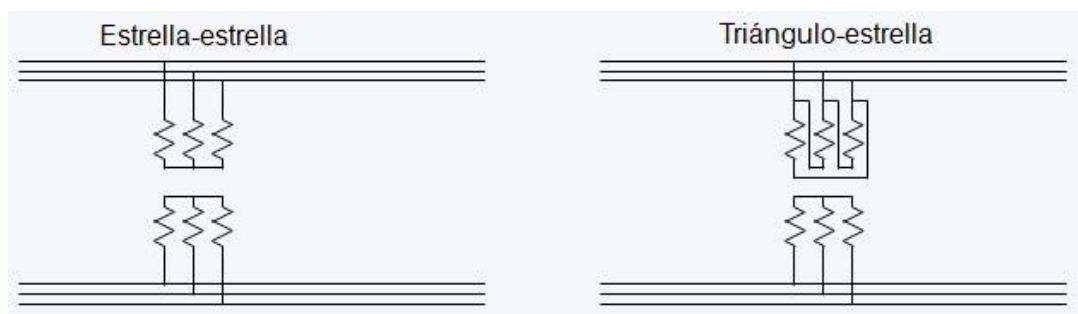
- **Transformadores eléctricos de intensidad**

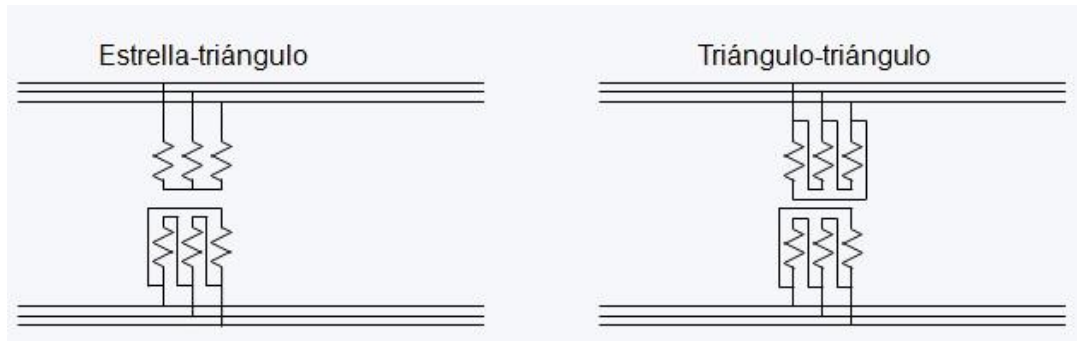
El transformador de intensidad toma una muestra de la corriente de la línea a través del devanado primario y lo reduce hasta un nivel seguro para medirlo. Su devanado secundario está enrollado alrededor de un anillo de material ferromagnético y su primario está formado por un único conductor, que pasa por dentro del anillo.

El anillo recoge una pequeña muestra del flujo magnético de la línea primaria, **que induce una tensión** y hace circular una corriente por la bobina secundaria.

- **Transformador eléctrico potencial**

Se trata de una máquina con un devanado primario de alta tensión y uno secundario de baja tensión. Su única misión es facilitar una muestra del primero que pueda ser medida por los diferentes aparatos.





Posibles conexiones de un transformador trifásico con la fuente de alimentación

Transformadores Trifásicos

Debido a que el transporte y generación de electricidad se realiza de forma trifásica, se han construido transformadores de estas características.

Hay dos maneras de construirlos: una es mediante tres transformadores monofásicos y la otra con tres bobinas sobre un núcleo común.

Esta última opción es mejor debido a que es más pequeño, más ligero, más económico y ligeramente más eficiente.

La conexión de este transformador puede ser:

- Estrella-estrella
- Estrella-triángulo
- Triángulo-estrella
- Triángulo-triángulo

Transformador ideal y transformador real

En un transformador ideal, **la potencia que tenemos en la entrada es igual a la potencia que tenemos en la salida**, esto quiere decir que:

$$N_p \cdot I_p = N_s \cdot I_s$$

Pero en la realidad, en los transformadores reales existen pequeñas pérdidas que se manifiestan **en forma de calor**. Estas pérdidas las causan los materiales que componen un transformador eléctrico.

En los conductores de los devanados existe una resistencia al paso del corriente que tiene relación con **la resistividad del material del cual están compuestos**. Además, existen efectos por dispersión de flujo magnético en los devanados. Finalmente, hay que considerar los posibles efectos por histéresis o **las corrientes de Foucault** en el núcleo del transformador.

Pérdidas en los transformadores reales

Las **diferentes pérdidas que tiene un transformador real** son:

- **Pérdidas en el cobre:** Debidas a la resistencia propia del cobre al paso de la corriente
- **Pérdidas por corrientes parásitas:** Son producidas por la resistencia que presenta el núcleo ferro magnético al ser atravesado por el flujo magnético.
- **Pérdidas por histéresis:** Son provocadas por la diferencia en el recorrido de las líneas de campo magnético cuando circulan en diferente sentido cada medio ciclo.
- **Pérdidas a causa de los flujos de dispersión en el primario y en el secundario:** Estos flujos provocan una auto inductancia en las bobinas primarias y secundarias.

Aplicaciones de los transformadores

Los transformadores son elementos muy utilizados en [la red eléctrica](#).

Una vez generada la electricidad en el **generador** de las centrales, y antes de enviarla a la red, se utilizan los transformadores elevadores para elevar la tensión y reducir así las pérdidas en el transporte producidas por el [efecto Joule](#). Una vez transportada se utilizan los transformadores reductores para darle a esta electricidad unos valores con los que podamos trabajar.

Los transformadores también son usados por la mayoría de **electrodomésticos y aparatos electrónicos**, ya que estos trabajan, normalmente, a tensiones de un valor inferior al suministrado por la red

Por último hacer mención a que uno de los elementos de seguridad eléctrica del hogar utiliza transformadores. Se trata del [diferencial](#) . Este dispositivo utiliza transformadores para comparar la intensidad que entra con la que sale del hogar. Si la diferencia entre estos es mayor a 10 mA desconecta el circuito evitando que podamos sufrir lesiones.