

# Transformador

es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. Funciona mediante el principio de la inducción electromagnética, donde un campo magnético variable en un núcleo ferromagnético induce una tensión en un devanado secundario.

## Componentes principales:

- **Núcleo:** Material ferromagnético que confina el flujo magnético y lo guía entre los devanados.
- **Devanados:** Bobinas de alambre conductor enrolladas alrededor del núcleo. El devanado primario recibe la corriente de entrada, mientras que el secundario entrega la corriente de salida a la carga.
- **Aislamiento:** Material aislante que separa los devanados y el núcleo para evitar descargas eléctricas.
- **Otros componentes:** Dependiendo del tamaño y tipo de transformador, puede incluir elementos como cambiadores de tomas, relés de protección, depósito de expansión, etc.

## Tipos de transformadores:

- **Transformador monofásico:** Dos devanados, uno primario y uno secundario.
- **Transformador trifásico:** Tres devanados primarios y tres secundarios, conectados en delta o estrella.
- **Transformador elevador:** Aumenta la tensión en el secundario.
- **Transformador reductor:** Disminuye la tensión en el secundario.
- **Transformador autotransformador:** Un solo devanado con tomas de derivación.

## Aplicaciones:

- **Transmisión de energía eléctrica:** Los transformadores elevadores se utilizan para aumentar la tensión de la energía eléctrica generada en las centrales eléctricas, permitiendo su transporte a largas distancias con menores pérdidas.
- **Distribución de energía eléctrica:** Los transformadores reductores se utilizan para disminuir la tensión de la energía eléctrica en las subestaciones, para su posterior distribución a los usuarios finales.
- **Electrónica:** Los transformadores se utilizan en una amplia variedad de dispositivos electrónicos, como amplificadores, radios, televisores, etc., para adaptar los niveles de tensión a las necesidades específicas de cada circuito.

### Fórmulas importantes:

- **Relación de transformación:** Relación entre la tensión de entrada (primaria) y la tensión de salida (secundaria). Se calcula como:

$$K = V_p / V_s$$

Donde:

- K es la relación de transformación.
- $V_p$  es la tensión primaria.
- $V_s$  es la tensión secundaria.
- **Potencia:** La potencia en el primario es igual a la potencia en el secundario (idealmente, sin pérdidas). Se calcula como:

$$P_p = P_s$$

Donde:

- $P_p$  es la potencia primaria.
- $P_s$  es la potencia secundaria.

### Consideraciones adicionales:

- Los transformadores reales tienen pérdidas de energía debido a la resistencia de los devanados, las corrientes parásitas y la histéresis del núcleo.
- La eficiencia de un transformador se define como la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.
- Los transformadores están diseñados para funcionar a una frecuencia específica (por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz).

## Transformadores: elevadores y reductores de tensión

Los fenómenos de la autoinducción y de la inducción mutua constituyen el fundamento del transformador eléctrico, un aparato que permite elevar o reducir tensiones alternas.

Un transformador consta, en esencia, de dos bobinas arrolladas a un mismo núcleo de hierro. La bobina o arrollamiento donde se aplica la f.e.m. alterna exterior recibe el nombre de primario y la bobina en donde aquélla aparece ya transformada se denomina secundario.

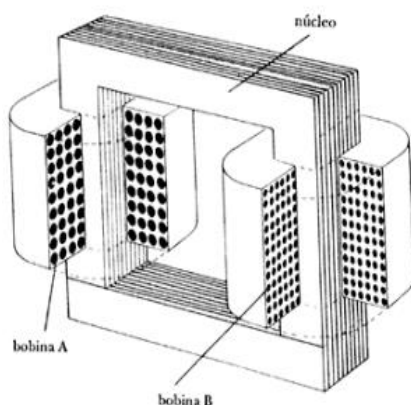
Cuando al primario se le aplica una fuerza electromotriz alterna, el flujo magnético variable que produce atraviesa tanto al primario como al secundario. Si  $N_1$  es el número de espiras del primario y  $N_2$  el del secundario, de acuerdo con la ley de Faraday-Henry, resultará para el primario la fuerza electromotriz auto inducida:  $\varepsilon_1 = - N_1 \cdot \Delta\Phi/\Delta t$  y para el secundario la fuerza electromotriz inducida por el primario:  $\varepsilon_2 = - N_2 \cdot \Delta\Phi/\Delta t$

La presencia del núcleo de hierro evita la dispersión del flujo magnético, por lo que puede aceptarse que es igual en ambos casos. Combinando las anteriores ecuaciones resulta:

$$\varepsilon_1/N_1 = \varepsilon_2/N_2$$

Esta expresión puede escribirse para un transformador ideal en la forma:  $V_1/N_1 = V_2/N_2$   
o también:  $V_1/V_2 = N_1/N_2$  (12.4)

En la práctica, como consecuencia de las resistencias de los circuitos correspondientes, la tensión  $V_1$  aplicada al primario es algo mayor que la f.e.m. inducida  $\varepsilon_1$  y la tensión  $V_2$  que resulta en el secundario es algo menor que la f.e.m.  $\varepsilon_2$  inducida en él. La expresión (12.4) indica que estando el circuito secundario abierto la relación entre la tensión aplicada en el primario y la tensión transformada disponible en los bornes del secundario, coincide con el cociente de sus respectivos números de espiras. Este cociente  $N_1/N_2$  recibe el nombre de relación de transformación. Según sea la transformación deseada, así habrá de ser la relación entre el número de espiras de los dos arrollamientos. En los elevadores ( $V_1 < V_2$ ) el número de espiras del primario ha de ser menor que el del secundario y la relación de transformación resulta, por tanto, menor que la unidad. En los reductores ( $V_1 > V_2$ ) sucede lo contrario.



En los transformadores comerciales el rendimiento es muy elevado, lo que significa que se pierde poca energía en el proceso de transformación. En tal supuesto la potencia eléctrica en el primario puede considerarse aproximadamente igual que en el secundario, es decir:  $V_1/I_1 = V_2/I_2$ .

Esta propiedad de la transformación eléctrica explica el hecho de que la energía eléctrica se transporte en líneas de alta tensión y baja intensidad de corriente. En las estaciones transformadoras situadas cerca de los núcleos de consumo, es posible convertirla, de acuerdo con la anterior expresión, en otra de menor tensión y mayor intensidad con poca pérdida de potencia. El transporte a baja intensidad reduce considerablemente las pérdidas en forma de calor (efecto Joule) a lo largo del trayecto que separa las centrales eléctricas de las ciudades. La fabricación de un transformador se consigue situando en el núcleo de hierro dos bobinas, el primario y el secundario, tales que efectúen la elevación o la reducción de tensión deseada. Se dispone de una bobina de 2,200 vueltas y se desea construir en ella un reductor que permita conectar a la red de 220 V un motor que funcione con 125 V. Determinar el número de espiras que ha de tener el secundario para que efectúe la transformación deseada. Si la intensidad que circula por el primario una vez conectado es de 2 A, ¿cuál será la intensidad de la corriente inducida en el secundario?

En todo transformador las tensiones  $V_1$  y  $V_2$  en los bornes del primario y del secundario respectivamente, son proporcionales a su número de espiras, es decir:

$$V_1/V_2 = N_1/N_2 \Rightarrow 220/125 = 2200/N_2 \Rightarrow N_2 = 2200 \cdot 125 / 220 \Rightarrow N_2 = 1250 \text{ vueltas}$$

Cuando se desprecia la dispersión del flujo magnético entre el primario y el secundario, la potencia eléctrica en una y otra bobina es la misma, por tanto,  $V_1/I_1 = V_2/I_2 \Rightarrow 220 \cdot 2 = 125 \cdot I_2 \Rightarrow I_2 = 220 \cdot 2 / 125 \Rightarrow I_2 = 3,5 \text{ A}$

