

EL TRANSFORMADOR

El transformador es un componente que convierte la tensión alterna, de alta tensión a baja tensión o viceversa. Está compuesto de por lo menos dos bobinas arrolladas a un núcleo magnético hecho de material ferromagnético (generalmente hierro).

Una de las bobinas del transformador se llama bobina primaria y a ella se conecta la fuente de tensión alterna, cuya potencia se quiere transformar. Los cambios de corriente en la bobina crean cambios en el flujo magnético en el núcleo, de acuerdo a la ley de Faraday.

Sobre la bobina primaria o a la par de esta, se devanada otra bobina llamada bobina secundaria. Los cambios en el flujo magnético que se crean en el núcleo, debido a la corriente en la bobina primaria, aparecen también en el núcleo de la bobina secundaria dejando una tensión alterna.

A partir de lo anterior se obtienen las siguientes relaciones:

$$V_2 = N_2 \frac{1}{N_1} V_1$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = n$$

n = es la relación del número de vueltas entre las dos bobinas.

V_1 = tensión alterna en la bobina primaria.

N_1 = número de vueltas de la bobina primaria.

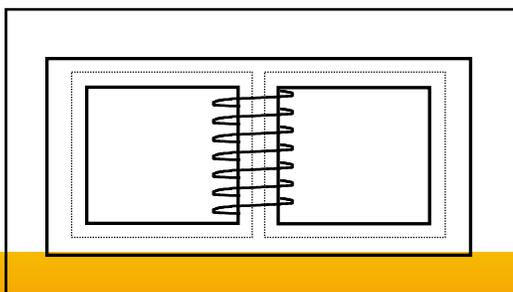
V_2 = tensión alterna en la bobina secundaria.

N_2 = número de vueltas de la bobina secundaria.

El campo magnético (H) que se crea, depende del número de vueltas de la bobina, de la potencia de la corriente alterna y de la longitud de las líneas de integración, según la fórmula:

$$H = \frac{N_i}{l}$$

La línea de integración es la longitud promedio de las líneas de flujo magnético. Para disminuir esta línea, generalmente arrollamos, la bobina sobre el núcleo de hierro en la forma siguiente:





El núcleo de hierro hace que el flujo magnético fluya por el camino más corto posible (trayecto del núcleo). Recibiremos un campo magnético máximo, que creará un flujo magnético máximo de acuerdo con la fórmula:

$$\phi = \mu H * A = \mu N_i * \frac{A}{l}$$

ϕ : Flujo magnético.

μ : Constante que depende de la calidad del núcleo.

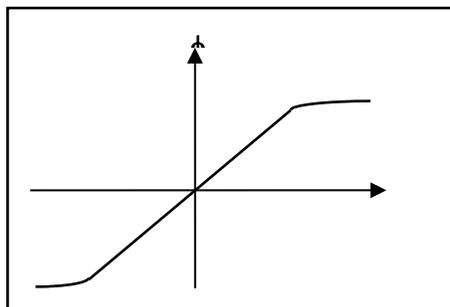
H: Campo magnético.

A: Área de corte transversal del núcleo.

Una parte del flujo magnético se pierde y crea pérdidas en el paso de la bobina primaria a la bobina secundaria. Por lo tanto, cuanto mayor es el flujo la pérdida relativa es menor.

Esta es la razón por la que aspiramos a aumentar el número de devanados y el área del núcleo y disminuir la longitud del núcleo. La corriente se da de acuerdo al circuito eléctrico como veremos a continuación. Existe aquí una contradicción específica. Cuanto más aumentemos el número de vueltas, mayor será el tamaño y por lo tanto, tendremos que aumentar la longitud del núcleo. El aumento en el número de devanados aumentará también los costos.

Por otra razón, tampoco podemos aumentar el número de devanados. El flujo magnético entra en un grado de saturación de $N * i$. El comportamiento ideal del flujo en el núcleo (sin el efecto de histéresis como se demostrará a continuación), se muestra en el siguiente gráfico:

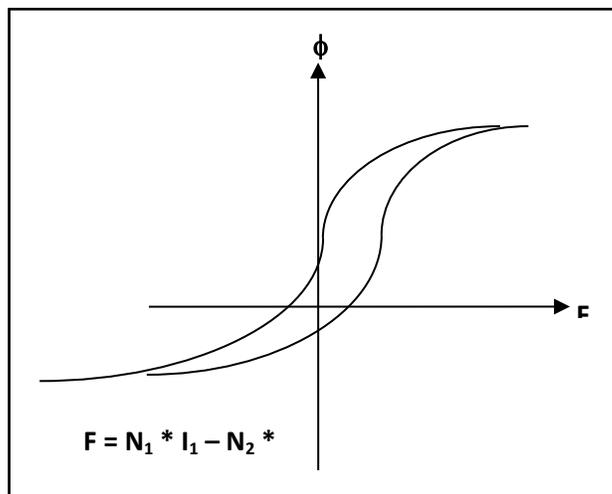


Cuando el núcleo se satura, los cambios de corriente no crean cambios en el flujo magnético y se sobreentiende que no influyen en la bobina secundaria.



Por lo tanto, se adecua el número de devanados de tal manera que se cree un flujo magnético máximo, pero donde el núcleo no se sature por la corriente máxima que se ha diseñado para el transformador.

Otras pérdidas se dan como consecuencia de otro fenómeno. El núcleo tiene un fenómeno de magnetismo remanente, que se denomina histéresis. El significado de este magnetismo remanente es que queda un flujo magnético después que la fuerza magnética que lo creó, desaparece.



Para poder cambiar la dirección del flujo magnético, hay que entregar una fuerza magnética en sentido contrario hasta que el flujo magnético se anule y entonces comienza a crecer el flujo magnético con el aumento de la fuerza magnética en sentido contrario. Otra fuerza magnética que entregamos, crea pérdidas de energía, llamadas pérdidas en el hierro.

Cuanto más angosto es el magnetismo remanente (el residuo magnético es menor) menores serán las pérdidas en el hierro. Esta es la razón por la que el núcleo se hace de un hierro liviano, cuya característica es dejar un menor residuo magnético.

Debido a la tensión regulada, en el núcleo queda un potencial de corriente eléctrica. Estas corrientes se llaman corrientes de drenaje. Para reducir la resistencia del núcleo a estas corrientes y para reducir estas corrientes y las pérdidas de energía que se crean por las pérdidas de corriente, se construye el núcleo del transformador a base de placas bañadas en barniz. Si el núcleo fuera construido de una sola pieza habría una resistencia eléctrica pequeña.

Otras pérdidas de energía que existen en el transformador son las pérdidas en los cables de cobre, como consecuencia de la resistencia óhmica de estos. Estas pérdidas se llaman pérdidas en el cobre. Esta es la razón por la que cuando el transformador está hecho para corrientes más altas, los cables tienen que ser más gruesos para disminuir las pérdidas en el cobre. Este mismo principio se aplica para la bobina.



A pesar de lo mencionado, es posible acercar en forma razonable las bobinas, de tal forma que las pérdidas de energía sean pequeñas en relación con la misma energía que pasa de la bobina primaria a la secundaria. El suministro entregado a la bobina primaria es aproximadamente igual al suministro recibido por la bobina secundaria, se obtienen entonces las siguientes relaciones:

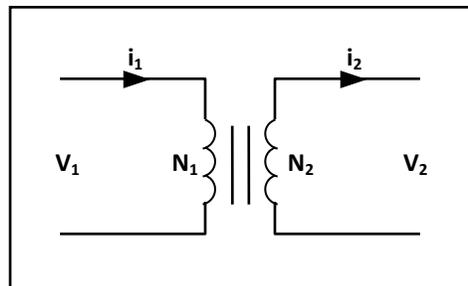
$$V_p * I_p = V_s * I_s$$

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

La relación entre las corrientes es opuesta a la relación entre las tensiones y la relación del número de vueltas.

Si el transformador reduce la tensión ($V_s < V_p$, $N_s < N_p$, $n < 1$), entonces la corriente secundaria es más alta que la corriente primaria por el índice de transformación. En este tipo de transformador, los cables secundarios son más anchos que los cables primarios.

El transformador se dibuja esquemáticamente de la siguiente manera:



Las dos líneas entre las bobinas representan el núcleo de hierro.

Cuando no existe carga en la bobina secundaria (vacío), entonces la corriente en la bobina primaria está desfasada.

$$i_1 = \frac{V_1}{Z_1}$$



De cualquier modo, aparece una tensión en la bobina secundaria.

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} * V_1 = n * V_1$$

Cuando conectamos una carga R_L a la bobina secundaria, fluye una corriente en la bobina secundaria que es:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2}$$

Y esto aumenta la corriente en la bobina primaria hasta el punto en que se pueda desprestigiar la corriente que se creó a partir del desfase en la bobina. En este caso:

$$I_1 = \frac{N_2}{N_1} * I_2 = n * I_2$$

En las fuentes de poder, el transformador se usa para disminuir la tensión de la red a la tensión requerida. Cuanto mejor diseñado está el transformador, las pérdidas de energía son menores. Estas pérdidas se manifiestan con el calentamiento del transformador. Un transformador sin pérdidas de energía no se calentaría en absoluto.

El fabricante indica los valores nominales del transformador. Estos valores generalmente son el índice de transformación y la corriente máxima secundaria.

Por ejemplo:

220V / 12V; 0.5A

Se sobre entiende, que si conectamos a la bobina primaria otra tensión, recibiremos en el secundario una tensión V_2 correspondiente. Por ejemplo, si conectamos a este transformador una tensión de 110V, recibiremos en su bobina secundaria una tensión de 6V.

La corriente antes mencionada es **la corriente máxima permitida en el secundario**. La acción de la corriente en el secundario se fija por medio de un circuito eléctrico conectado a él.

El transformador es un componente bidireccional. Si proveemos una tensión alterna a la bobina secundaria, recibiremos en la bobina primaria una alta tensión en la misma relación. Por ejemplo, si proveemos a la bobina secundaria del transformador con una tensión de 12V, recibiremos en la bobina primaria del transformador una tensión de 220V.

Existen transformadores que incluyen más de una bobina secundaria. No necesariamente todos están hechos para la misma tensión secundaria. Por ejemplo:

