

Transformadores

en la primera bobina depende de la inductancia mutua (LM),

Mariú Correa, Danny Jiménez, David López

Resumen – En este artículo se dará a conocer el tema de transformadores, se denomina transformador a una máquina eléctrica estática y reversible que funciona por medio de electromagnetismo, permite aumentar o disminuir el voltaje y la intensidad de corriente alterna, manteniendo la potencia constante.

Índice de Términos –
Inductancia mutua
Devanado

I. INTRODUCCION

En este espacio estudiaremos la inductancia mutua, que es la base para el funcionamiento de un transformador, ya que los transformadores se utilizan en todo tipo de aplicaciones, como suministro de energía, distribución de energía y acoplamiento de señales en sistemas de comunicación.

Su funcionamiento se basa en el principio de la inductancia mutua lo cual ocurre si 2 o más bobinas están cercanas entre sí, un transformador simple consta solo de 2 bobinas que están acopladas electromagnéticamente a través de su inductancia mutua.

Dado que no hay contacto eléctrico entre las dos bobinas acopladas magnéticamente, la transferencia de energía de una bobina a la otra se puede lograr en el caso de un aislamiento eléctrico completo.

Al hablar de transformadores se utiliza el término devanado o bobina a menudo para describir el primario y secundario

Inductancia mutua

Cuando la segunda bobina se coloca junto a la primera bobina, las líneas cambiantes del campo magnético pasan a través de la segunda bobina, estas bobinas se acoplan magnéticamente e inducen un voltaje. Si dos bobinas están acopladas magnéticamente, estarán aisladas eléctricamente porque no hay conexión eléctrica entre ellas, solo acoplamiento magnético. Si la corriente que fluye a través de la primera bobina es una onda sinusoidal, el voltaje inducido en la segunda bobina también es una onda sinusoidal. La cantidad de voltaje inducido en la segunda bobina debido a la corriente

que es la inductancia que existe entre las dos bobinas. La inductancia de cada bobina y la cantidad de acoplamiento (k) entre las dos bobinas establecen una inductancia mutua. Para maximizar el acoplamiento entre las dos bobinas, se enrollan en un núcleo de hierro común.

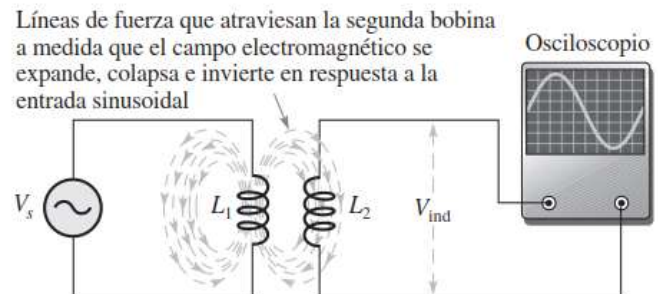


Figura 1

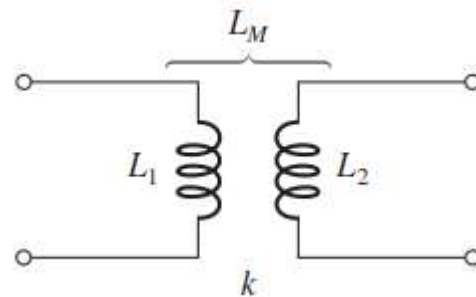


Figura 2

Formula

$$L_M = k\sqrt{L_1 L_2}$$

Donde k es el coeficiente de acoplamiento

$$k = \frac{\phi_{1-2}}{\phi_1}$$

Transformador basico

Es un dispositivo eléctrico contruido a partir de 2 bobinas de alambre (**devanado**) acopladas magnéticamente, de modo que se genera una inductancia mutua para la transferencia de potencia.

A continuación se ilustra las bobinas las cuales se denominan devanado primario y secundario.

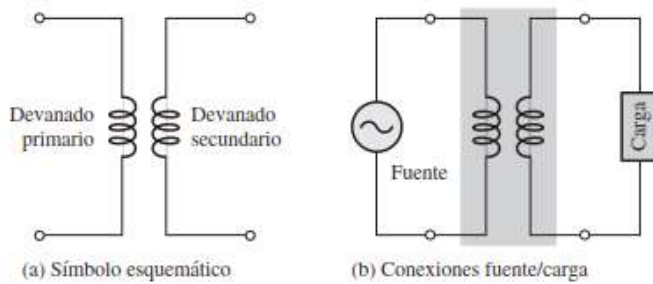


Figura 3

Los devanados del transformador se forman al rededor del nucleo que proporciona una estructura fisica para colocar los devanados como una trayectoria magnetica para que el flujo magnetico se concentre cerca de las bobinas, existen tres categorias generales de nucleos.

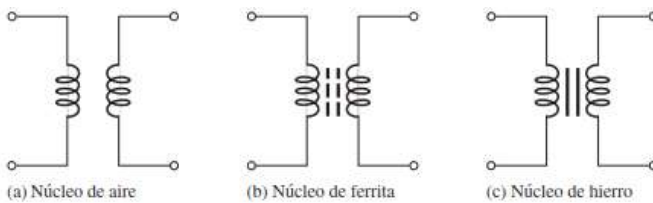


Figura 4

Relacion de vueltas

Es un parametro que es util para entender como funciona un transformador, se define como la relacion de vueltas que hay en el devanado secundario al de vueltas presentes en el devanado primario

$$n = \frac{N_{sec}}{N_{pri}}$$

Direccion de los devanados

Es otro parametro importante en el cual se colocan los devanados alrededor del nucleo, los devanados determinan la polaridad del voltaje atravez del devanado secundariocon respecto al voltaje del primario.

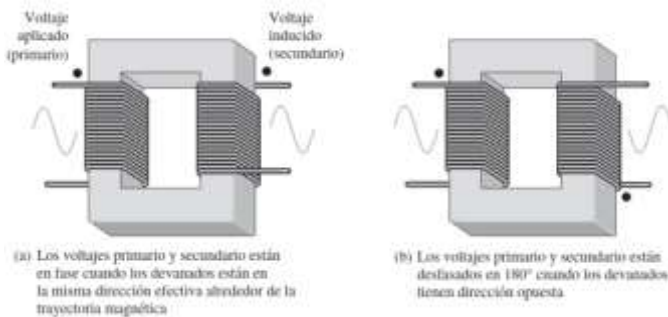


Figura 5

Transformadores elevadores y reductores

Tranformador elevador

Tienen la capacidad de aumentar el voltaje de salida en relación con el voltaje de entrada. En estos transformadores, el número de vueltas del devanado secundario es mayor que el número de vueltas del devanado primario.

La relación del voltaje secundario (V_{sec}) y el voltaje primario (V_{pri}) es igual a la relación de vueltas del devanado secundario (N_{sec}) y el devanado primario (N_{pri})

$$\frac{V_{sec}}{V_{pri}} = \frac{N_{sec}}{N_{pri}}$$

Recordemos que N_{sec}/N_{pri} es igual al numero de vueltas n , entonces

$$V_{sec} = nV_{pri}$$

Tranformador reductor

Su voltaje de secundario es menor que el voltaje primario, la cantidad que se reduce es proporcional a la relacion de vueltas

la ecuacion $V_{sec} = nV_{pri}$ tambien es aplicable.

La relacion de vueltas del transformador reductor siempre es menor que 1

Carga del devanado secundario

Quando la resistencia de carga está conectada al devanado secundario, la corriente fluye a través del circuito secundario final debido al voltaje inducido en el devanado secundario. Se puede demostrar que la relación de la corriente primaria I_{pri} a la corriente secundaria I_{sec} es igual a la relación del número de vueltas, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\frac{I_{pri}}{I_{sec}} = n$$

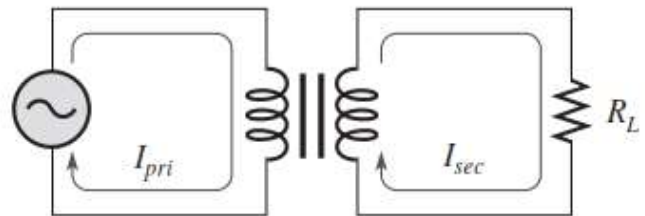


Figura 6

Corriente reflejada

Desde el punto de vista principal, la carga conectada a través del devanado secundario del transformador parece tener una resistencia no necesariamente igual a la resistencia real de la carga. La carga real se "refleja" en el lado primario y está determinada por la relación de vueltas. La carga reflejada es lo que realmente ve la fuente de alimentación principal y

determina la cantidad de corriente en la fuente de alimentación principal.

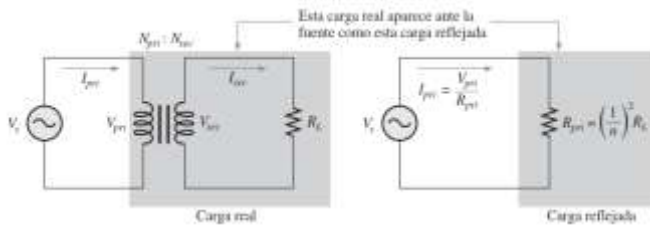


Figura 7

Características de un transformador real

Resistencia de devanado

En el devanado primario como en el secundario de un transformador práctico tienen resistencia de devanado se representa de la siguiente manera

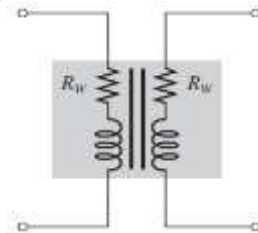


Figura 8

Pérdidas en el núcleo

Siempre hay alguna conversión de energía en el material del núcleo de los transformadores prácticos. Esta transformación se manifiesta como calentamiento del núcleo de ferrita y hierro, pero no ocurre en el núcleo hueco. Parte de esta conversión de energía se produce debido a la inversión continua del campo magnético provocada por el cambio en la dirección de la corriente primaria. Esta parte de la conversión de energía se llama pérdida por histéresis. De acuerdo con la ley de Faraday, la energía restante se convierte en calor debido a la corriente parásita generada cuando se induce un voltaje en el material del núcleo al cambiar el flujo magnético.

Dispersión del flujo magnético

En un transformador real, algunas líneas de flujo magnético escapan del núcleo de hierro y regresarán al otro extremo del devanado a través del aire circundante para absorber el campo magnético generado por la corriente primaria. La dispersión del flujo magnético hará que disminuya el voltaje secundario.

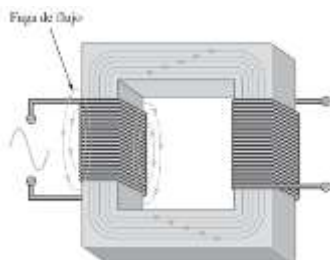


Figura 9

Capacitancia de devanado

Siempre hay una capacitancia parásita entre las vueltas adyacentes del devanado, estas capacitancias parásitas provocan una capacitancia efectiva en paralelo con cada devanado del transformador como se indica

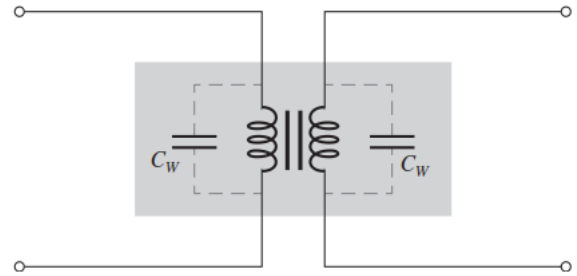


Figura 10

Eficiencia del transformador

Con las características no ideales que se analizaron prueban pérdida de potencia en el transformador, la potencia de salida siempre es menor que la potencia de entrada la eficiencia se mide de la siguiente forma.

$$\eta = \left(\frac{P_{sal}}{P_{ent}} \right) 100\%$$

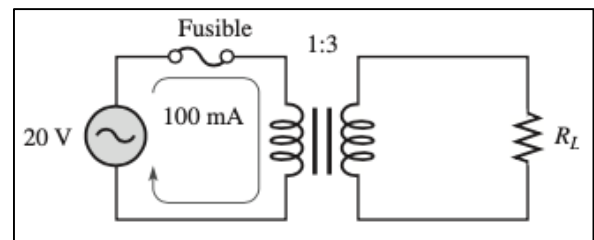
II. EJERCICIOS

1.- Determine el coeficiente de acoplamiento cuando $L_M = 1\mu H$, $L_1 = 8\mu H$, y $L_2 = 2\mu H$.

$$L_M = k\sqrt{L_1 L_2} \rightarrow k = \frac{L_M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

$$k = \frac{1\mu H}{\sqrt{(8\mu H)(2\mu H)}} = \frac{1}{4} \rightarrow k = 0.25$$

2.- Determine I_s en la figura 14-45. ¿Cuál es el valor de R_L ?

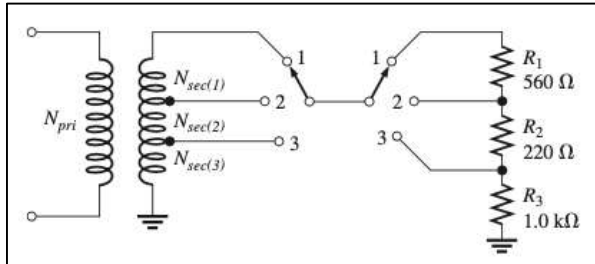


$$I_{sec} = \left(\frac{1}{n} \right) I_{pri}$$

$$I_{sec} = \left(\frac{1}{3} \right) 100mA$$

$$I_{sec} = 33.33 mA$$

3.- Encuentre la relación de vueltas apropiada en cada una de las posiciones mostradas en la figura 14-50 para transferir potencia máxima a cada carga cuando la resistencia de fuente es de 10Ω . Especifique el número de vueltas requerido para el devanado secundario si el devanado primario tiene 1000 vueltas.



$$n_1 = \sqrt{\frac{R_{L1}}{R_{pri}}} = \sqrt{\frac{560}{10}} = 7,48$$

$$n_2 = \sqrt{\frac{R_{L1}}{R_{pri}}} = \sqrt{\frac{220}{10}} = 4.69$$

$$n_3 = \sqrt{\frac{R_{L1}}{R_{pri}}} = \sqrt{\frac{1000}{10}} = 10$$

$$n = \frac{N_{sec}}{N_{pri}} \rightarrow N_{sec} = n * N_{pri} = 7.48 * 1000 = 7480$$

$$n = \frac{N_{sec}}{N_{pri}} \rightarrow N_{sec} = n * N_{pri} = 4.69 * 1000 = 4690$$

$$n = \frac{N_{sec}}{N_{pri}} \rightarrow N_{sec} = n * N_{pri} = 10 * 1000 = 10000$$

III. CONCLUSIONES

- Existe una diferencia en la construcción de transformadores, la cual depende del material del núcleo.
- Se evidencio que existen dos tipos de transformadores el ideal en el cual no existen perdidas de potencia y el real en el cual si existen perdidas de potencia.
- La razón de transformación del voltaje depende del número de vueltas entre el devanado primario y el devanado secundario