



EL TRANSFORMADOR

1. Objetivos

Estudiar el funcionamiento del transformador y comprobar la relación de transformación de tensiones.

2. Fundamentos teóricos

2.1. Ley de Faraday

Hacia 1830 Michael Faraday y Joseph Henry, trabajando independientemente, descubrieron que si el flujo Φ de campo magnético a través de un circuito varía con el tiempo, mientras dura esta variación, aparece una corriente en el circuito.

El hecho de que aparezca una corriente en el circuito se debe a que la variación del flujo magnético da lugar a una fuerza electromotriz (fem) en dicho circuito, denominada *fuerza electromotriz inducida (o fem inducida)*. La **ley de Faraday** establece que *la fuerza electromotriz inducida en un circuito es igual a menos la derivada del flujo magnético con respecto al tiempo*,

$$\mathcal{E}_{ind} = - \frac{d\Phi}{dt} \quad [1]$$

2.2. El transformador

Un **transformador** es un dispositivo usado para variar tensiones y corrientes alternas. En la figura se muestra un transformador simple formado por dos bobinas de hilo conductor arrolladas sobre un núcleo de hierro común.

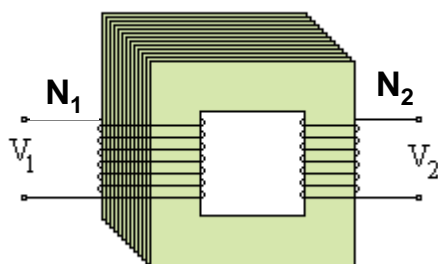


Figura 1

Si sobre una de las bobinas (**bobina primaria**) se aplica una tensión alterna, la corriente alterna que circula por ella dará lugar a un campo magnético variable en el tiempo y, por tanto, a un flujo magnético variable en el tiempo. El núcleo de hierro se usa para que las líneas de campo magnético (y, por tanto, el flujo magnético) queden encerradas dentro de él. De este modo, a través de las espiras de la segunda bobina (**bobina secundaria**) pasarán las mismas líneas de campo (mismo flujo) que a través de las espiras de la bobina primaria. Como dicho flujo varía con el tiempo, se tendrá una

fem inducida en la bobina secundaria. Se puede demostrar que la relación entre la tensión alterna V_1 aplicada en el circuito primario y la tensión V_2 en el secundario es:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1 \quad [2]$$

donde N_1 , N_2 son el número de espiras de las bobinas primaria y secundaria, respectivamente.

Si $N_2 > N_1$, $V_2 > V_1$ con lo que la tensión en el secundario será mayor que en el primario (**transformador elevador o de alta**). Si, por el contrario, $N_2 < N_1$, la tensión en el secundario será menor que en el primario y el transformador recibe el nombre de **transformador reductor o de baja**. De este modo, se puede utilizar un transformador para aumentar o disminuir una tensión alterna.

El resultado que acabamos de discutir corresponde a un transformador ideal, para el que se supone que todas las líneas de campo magnético (y, por tanto, el flujo magnético) quedan encerradas dentro del núcleo del transformador. Sin embargo, en un transformador real, una parte de las líneas de campo puede escapar del núcleo de hierro, por lo que no pasarán a través de las espiras de la bobina. El resultado es que el flujo magnético y la tensión inducida V_2 en la bobina secundaria serán menores que en el caso ideal. Si designamos por f la fracción de las líneas de campo (flujo magnético) encerradas dentro del núcleo del transformador, se tendrá:

$$V_2 = f \frac{N_2}{N_1} V_1 \quad [3]$$

La cantidad $100f$ (porcentaje de voltaje inducido en la bobina secundaria respecto al caso ideal) es lo que denominaremos como **rendimiento del transformador**.

3. Para saber más...

- P.A. Tipler, G. Mosca, FÍSICA, Vol. 2 (Capítulo 29, Sección 29.7), 5ª edición, Ed. Reverté, Barcelona, 2005.
- R.A. Serway, J.W. Jewett, Jr., Vol. 2 (Capítulo 23), 3ª edición, Ed. Thomson, Madrid, 2002.

En internet:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/acoplados/acoplados.htm>

http://www.fisicanet.com.ar/fisica/electrodinamica/ap04_transformadores.php

http://www.selectividad.tv/swf/F_1_2_3.swf?logo=swf/educared.swf

<http://farside.ph.utexas.edu/teaching/302l/lectures/node90.html> (en inglés)

<http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/transformers.html> (en inglés)

4. Material

1. Núcleo de hierro del transformador
2. Bobinas de 200, 400, 800, 1600 y 3200 espiras
3. Osciloscopio
4. Generador de frecuencias
5. Cables de conexión

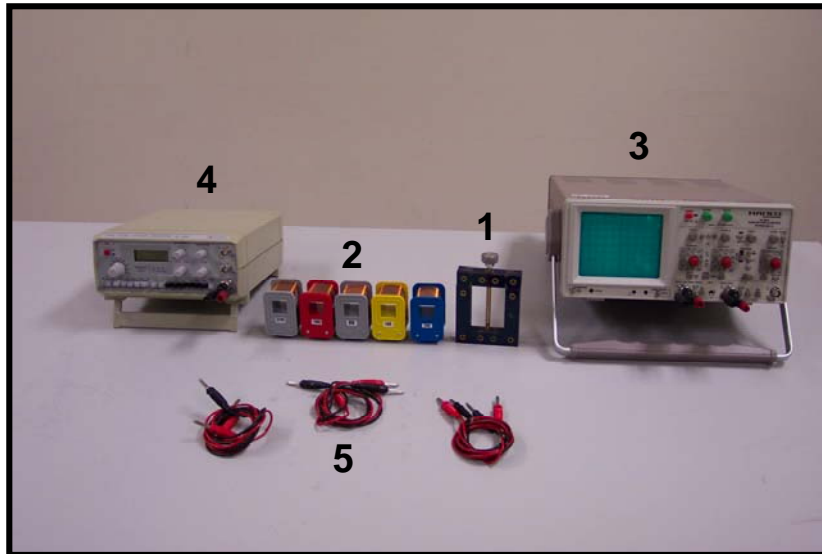


Figura 2

5. Método experimental

A continuación, comprobaremos la relación (3) estudiando cómo varía la tensión V_2 en la bobina secundaria en función de N_2 , N_1 y V_1 . Determinaremos en cada caso el rendimiento del transformador.

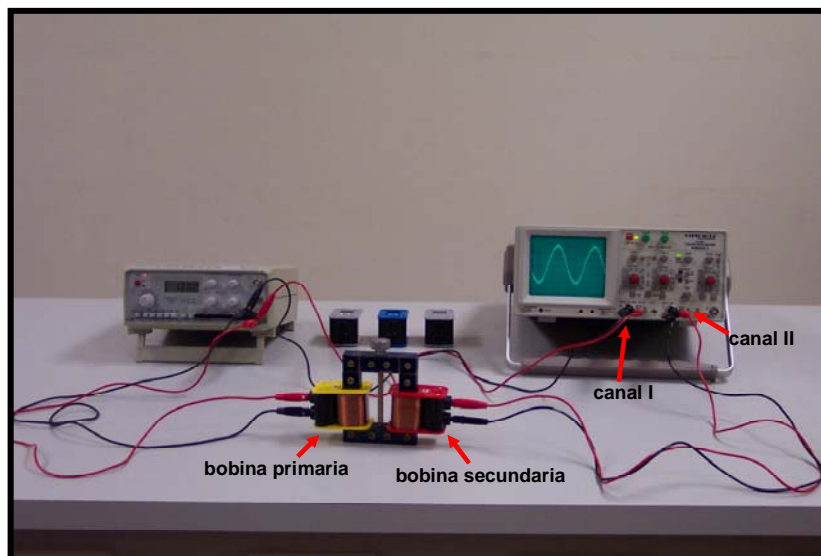


Figura 3

5.1. Estudio de V_2 en función de N_2

1. Escoger la bobina de 200 espiras como bobina primaria y la bobina de 400 espiras como bobina secundaria, e introducirlas en el núcleo de hierro.
2. Conectar la bobina de 200 espiras al generador de frecuencias y al canal I del osciloscopio, y la bobina secundaria al canal II del osciloscopio.
3. Encender el generador de frecuencias y seleccionar una salida sinusoidal (alterna) de frecuencia $f_0 = 100$ Hz. Observar en el osciloscopio la señal de entrada en la bobina primaria (visualizar canal I del osciloscopio). Determinar el voltaje pico a pico V_{pp} y la amplitud V_1 de las oscilaciones: $V_1 = V_{pp} / 2$.
4. Observar ahora la tensión de salida en la bobina secundaria (visualizar canal II del osciloscopio). Medir el período de las oscilaciones y determinar su frecuencia. Comprobar que se trata de una señal también sinusoidal (alterna) con la misma frecuencia que la de entrada ($f_0 = 100$ Hz). Medir el voltaje pico a pico V_{pp} y calcular la amplitud de la señal: $V_2 = V_{pp} / 2$.
5. Repetir los pasos anteriores, pero cambiando la bobina secundaria por las bobinas de $N_2 = 800$, 1600 y 3200 espiras. **IMPORTANTE: mantener en todos los casos la misma tensión V_1 en la bobina primaria.**

5.2. Estudio de V_2 en función de N_1

1. Realizar el mismo montaje que en el caso anterior usando como bobina primaria la bobina de 200 espiras y como bobina secundaria la bobina de 3200 espiras. Utilizar nuevamente como señal de entrada una señal sinusoidal de frecuencia $f_0 = 100$ Hz. Determinar la tensión V_1 en la bobina primaria y la tensión V_2 en la bobina secundaria.
2. Repetir las mismas medidas cambiando la bobina primaria por las bobinas de $N_1 = 400$, 800 y 1600 espiras. **IMPORTANTE: mantener en todos los casos la misma tensión V_1 en la bobina primaria.**

5.3. Estudio de V_2 en función de V_1

1. Realizar el mismo montaje que en los dos apartados anteriores usando como bobina primaria la bobina de 200 espiras y como bobina secundaria la bobina de 3200 espiras, y utilizando como señal de entrada en la bobina primaria una señal sinusoidal de frecuencia $f_0 = 100$ Hz.
2. Medir la tensión V_2 en la bobina secundaria para distintos valores (al menos 5) de la tensión primaria V_1 (entre 0.1 y 1 V).