Instituto Politécnico

Universidad Nacional de Rosario Universidad Nacional de

UNIDAD 2: Transformadores

5º Año

Cód. 21503-19

Accionamientos Electromecánicos

Felipe de la Torre

Dpto. de Electrotecnia

Masterización: RECURSOS PEDAGOGICOS

Contenidos

Contenidos 1

Introducción 2

Tensión y corriente alterna 3

Funcionamiento del Transformador 4

Bibliografía 9

Libros 9

Sitios WEB 9

Introducción

Un transformador es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir **la tensión** en un circuito eléctrico de **corriente alterna**. Los hay de muy pequeña potencia como de elevada potencia.

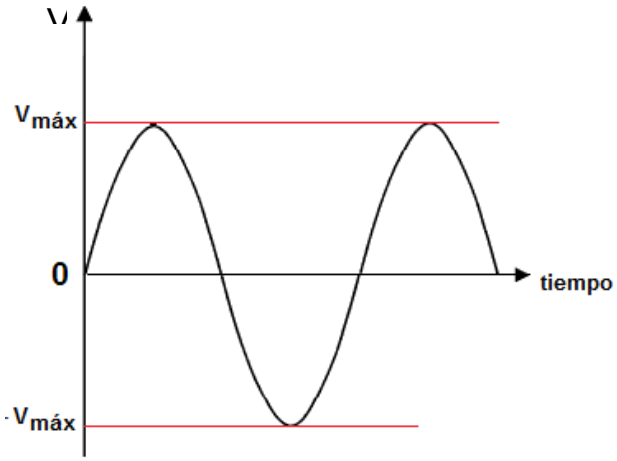
Las líneas de transmisión eléctricas transmiten potencia eléctrica (P), esto quiere decir corriente (I) a un determinado voltaje (V). Recordemos que P=V.I
Entonces surge la pregunta, ¿Si tengo que transportar grandes paquetes de potencia, que conviene? ¿Que la tensión sea alta y por ende la corriente baja o viceversa?

Para la transmisión a grandes distancias es deseable usar un voltaje tan elevado y una corriente tan pequeña como sea posible, ya que esto reduce las pérdidas i^2R (Efecto Joule) en las líneas de transmisión, y permite utilizar alambres delgados, con lo cual se reducen los costos de los materiales. Las líneas de transmisión actuales operan de manera rutinaria con voltajes eficaces del orden de 500 kV. Por otro lado, consideraciones de seguridad y requerimientos de aislamiento imponen voltajes relativamente bajos en el equipo de generación y en las líneas de distribución domésticas e industriales. Es por esto que se transmite la potencia en muy altos voltajes (500kv) y luego, mediante transformadores, se va reduciendo la tensión, y por ende aumentando la corriente, hasta los 220V domiciliarios.

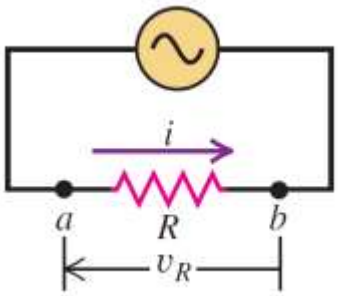
Como veremos más adelante, los transformadores solo funcionan con corriente alterna (CA) y no con corriente continua (CC). Esta es la ventaja crucial de la CA en la distribución de energía eléctrica, ya que el transformador permite subir y bajar los voltajes de forma sencilla y eficiente.

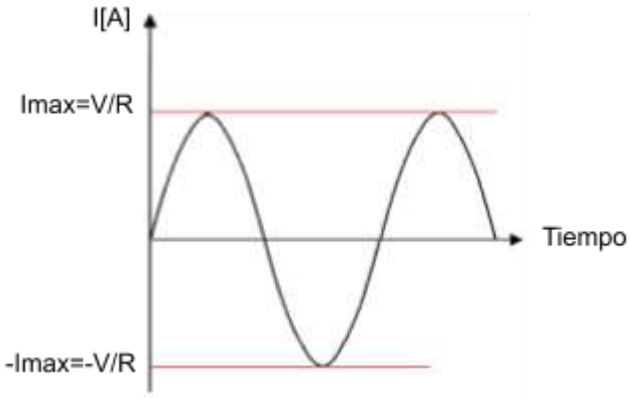
Tensión y corriente alterna

A modo de pequeño resumen, recordamos que la tensión alterna es la tensión que cambia de magnitud y sentido de forma cíclica y senoidal. En la siguiente imagen vemos una gráfica de la tensión vs el tiempo:



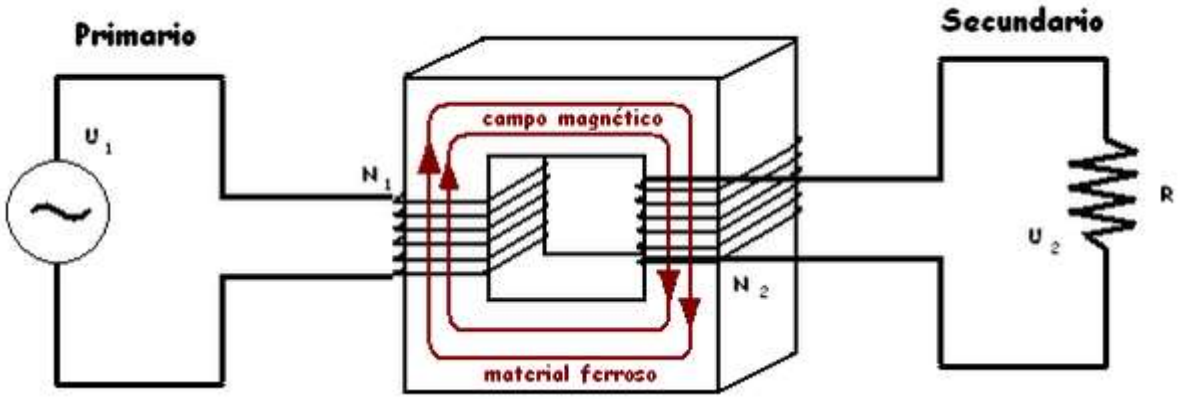
La corriente alterna (CA) es la que se establece en un circuito que está siendo alimentado por una fuente de tensión alterna:



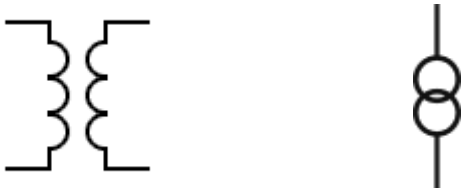


Se conoce como **frecuencia** a la cantidad de ciclos por segundo que realiza la tensión o la corriente. En nuestro país la tensión de nuestras casas es de 220V y la frecuencia de 50 HZ, lo que implica que en 1 segundo la tensión cambia de positivo (+220V) a negativo (-220V) 50 veces.

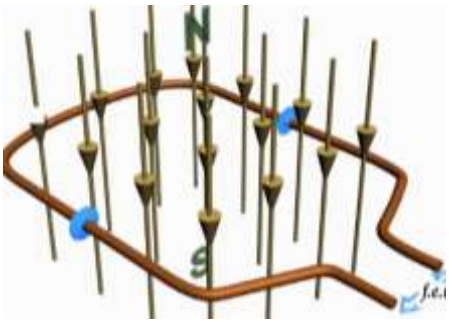
Funcionamiento del Transformador



Sus componentes clave son dos bobinas o devanados, aislados eléctricamente uno del otro, pero enrollados en el mismo **núcleo**, que por lo general está hecho de un material, como el hierro. Esto mantiene las líneas del campo magnético, generadas por la corriente que circula por uno de los devanados, casi completamente dentro del núcleo. Por consiguiente, casi todas las líneas de este campo pasan a través del otro devanado. El devanado que suministra energía se llama **primario**, y el devanado que toma energía recibe el nombre de **secundario**. Suelen utilizarse los siguientes símbolos para representar un transformador:



Al tener corrientes alternas circulando por espiras, ¿Cómo va a ser el campo magnético que se genere? Veamos el siguiente GIF:



En el GIF vemos como una **fem alterna** genera una **corriente alterna** en la espira (flechas azules). Esta corriente alterna genera un **campo magnético variables**. Este campo magnético varía a la misma **frecuencia** que la tensión y la corriente (50 Hz)
Este mismo GIF se puede pensar al revés: Lo que tenemos es un campo magnético que varía a 50 Hz (de dónde sale este campo magnético, no nos interesa. Suponemos que está y tiene la forma y variación del GIF). El campo magnético es enlazado por la espira, cómo es un campo magnético variables induce una fem en la espira (Ley de Faraday). Este fem genera una corriente alterna en la espira.
Este mismo fenómeno se puede ver para una bobina en el siguiente GIF:

Ahora vayamos al funcionamiento del transformador: Observado la imagen del núcleo ferroso con los bobinados primarios y secundarios, tenemos una **fuente de tensión alterna** que genera una corriente alterna en el primario, lo que establece un **flujo magnético alterno** o variable en el núcleo (como vimos en el GIF). Este flujo es enlazado por la bobina del secundario, y como explica la ley de Faraday, se induce una **fem variable** en el devanado secundario.

La fem inducida en el secundario da lugar a una **corriente alterna** en el secundario (ya que el flujo es alterno), y esto entrega energía al dispositivo al que está conectado el secundario (R). Todas las corrientes, fem y campos magnéticos tienen la misma frecuencia que la fuente de tensión alterna (50 Hz).

Veamos cómo se consigue en un transformador que el voltaje entre los extremos del secundario tenga una amplitud mayor o menor que el voltaje entre los extremos del primario. La intensidad del flujo magnético está relacionada con la cantidad de espiras que posee el primario (**N1**), a mayor cantidad de espiras, mayor será el flujo magnético. Por otro lado, la fem inducida en el secundario está relacionada con la cantidad de espiras del secundario (**N2**), a mayor cantidad de espiras, mayor será la fem inducida en el secundario. De forma experimental y también teórica se define:

DEFINICIÓN
Transformador

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

La ecuación se puede reescribir de la siguiente forma:

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

Donde m recibe el nombre de **relación de transformación.**

La primera ecuación se reescribe de la siguiente forma:

$$V_2 = \frac{V_1}{m} \qquad donde\ m = \frac{N_1}{N_2}$$

Es así que modificando la relación entre el número de espiras del primario y del secundario se logra que la tensión del secundario sea mayor a la del primario (transformador elevador) o que la tensión del secundario sea menor a la del primario (transformador reductor).

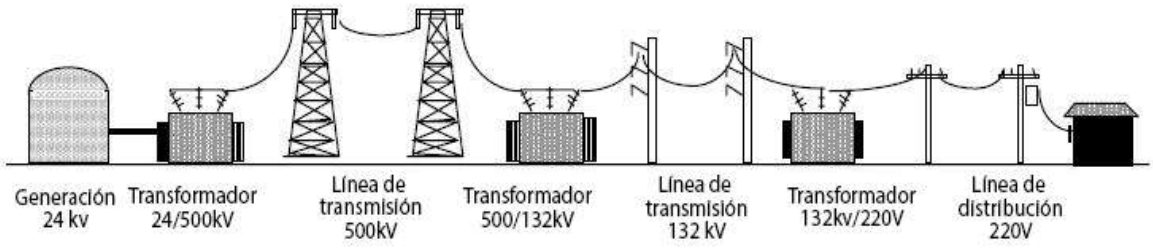
Si se considera que el circuito secundario posee una carga (en este caso la resistencia R), existe una circulación de corriente por el circuito secundario (I_2):

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

Por otro lado, si consideramos que no hay pérdidas de energía en el transformador, la potencia eléctrica del primario ($P_1 = V_1 \cdot I_1$) debe ser igual a la potencia eléctrica del secundario ($P_2 = V_2 \cdot I_2$). Igualando:

$$V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2$$

A continuación, podemos ver un esquema general de la Generación, Transmisión y Distribución de la energía eléctrica:



Video recomendado (del minuto 0 al 1:55):
https://www.youtube.com/watch?v=DD71yosoo0U

Ejercicio 1: Si compro por aliexpress una cafetera y por desgracia el aparato está diseñado para operar en una línea de 110 V y obtener 960 W de potencia eléctrica, voy a necesitar un transformador que lleve los 220V de mi casa a 110V.

a) Realiza un esquema que contenga todos los elementos involucrados.

b) Si el primario del transformador tiene 100 espiras, ¿Cuántas espiras debe tener el secundario?

c)Si el secundario tiene 100 espiras ¿Cuántas espiras debe tener el primario?

d) ¿Cuál es la potencia eléctrica en el primario? ¿Cómo es en relación a la del secundario y por qué?

e) ¿Cuál es la corriente que consume la cafetera en el secundario? ¿Cómo es la corriente en el primario?

f) ¿Cuál es la resistencia de la cafetera?

Ejercicio 2: Un transformador conectado a una línea de CA de 220 V debe suministrar 12 V a un dispositivo electrónico portátil. La resistencia del dispositivo es de 5 Ω.

a) Realice un esquema del problema
b) ¿Cuál debe ser la relación de transformación m del transformador?
c) ¿Cuál es la corriente en el secundario?
d) ¿Cuál es la corriente en el primario?
e) ¿Cuál es la potencia que se entrega a la carga?

Ejercicio 3: Un transformador conectado a una línea de CA de 220 V debe suministrar 13 kV para un cartel de neón. El cartel consume una potencia de 78 Watts.

a) Realiza un esquema del problema
b) ¿Cuál es la relación de transformación m del transformador?
c) ¿Cuál es la corriente que consume el cartel?
d) ¿Cuál es la resistencia del cartel?
e) ¿Qué valor tiene la corriente en el primario del transformador?

Bibliografía

Libros

Sears, Zemansky (2009) *Física universitaria con física moderna*

Serway, R. A., Jewett, J. W. (2008) *Física para ciencias e ingeniería.*

Sitios WEB

https://www.learnengineering.org/