



INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE
BUENOS AIRES

Trabajo Práctico N° 6

Teoría de Circuitos I
25.10

Grupo N° 2

Juan Bautista Correa Uranga
Juan Ignacio Caorsi
Rita Moschini

Legajo: 65016
Legajo: 65532
Legajo: 67026

12 de noviembre de 2025

Resumen

Índice

1.. Introducción	3
1.1. Instrumental	3
1.2. Marco teórico	3
2.. Desarrollo	5
2.1. Procedimiento	5
2.2. Datos recolectados	6
2.3. Cálculos	8
3.. Análisis	8
4.. Conclusiones	8

1. Introducción

1.1 Instrumental

En esta experiencia se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Osciloscopio Keysight (Agilent) DSO6014A
- Generador de ondas con resistencia interna de 50Ω
- Analizador de impedancias LCR.
- Resistencia de 100Ω (nominal y medido).
- Capacitor de $2,2\text{ nF}$.
- Inductor de inductancia entre $0,5\text{ mH}$ y 2 mH

1.2 Marco teórico

El modelo de transformador estudiado a lo largo de este trabajo práctico consiste en dos bobinados alrededor de un núcleo. Si se conecta uno de estos bobinados a una fuente de alterna, el campo magnético variable debido al carácter alterno de la excitación genera un flujo de campo magnético variable a través del mismo, y el cual induce una corriente en el núcleo. Dicha corriente se llama **corriente de Eddy** o corriente de Foucault, y se obtiene mediante la ecuación

$$I = I_1 \cdot N_1 + I_2 \cdot N_2 = \frac{\phi l}{A\mu}$$

donde N_1 y N_2 representan el número de vueltas del bobinado primario y el secundario respectivamente, I_1, I_2 las corrientes que circulan por los mismos, A la sección transversal del núcleo, l la longitud del mismo y ϕ el flujo de campo magnético a través del mismo. En base a esto, se define la reluctancia R como

$$R = \frac{l}{A\mu}$$

La corriente de Eddy es un efecto no deseable de la configuración física del transformador, ya que disipa potencia que no es aprovechada. Es por esto que se busca que μ sea muy grande, ya que en ese caso $I=0$ y

$$0 = I_1 \cdot N_1 + I_2 \cdot N_2 = \frac{\phi l}{A\mu} \Rightarrow I_2 = \frac{-N_1}{N_2} I_1$$

Los materiales que tienen μ grande se denominan materiales mu-magnéticos.

Defino la constante $n = \frac{N_2}{N_1}$ que establece una relación entre el número de vueltas de ambos bobinados. Las 3 relaciones de transformación son:

$$V_2 = nV_1 \quad I_2 = \frac{-I_1}{n} \quad S_2 = -S_1$$

Nótese que si $N_2 > N_1 \Rightarrow n > 1 \Rightarrow V_2 > V_1 \wedge I_2 < -I_1$ es decir, si el bobinado secundario tiene mayor cantidad de vueltas que el primario, la caída de tensión en el secundario es mayor que en el primario, y lo contrario sucede con la corriente. Al bobinado que tiene mayor tensión se le dice **reductor**, ya que si se conecta una tensión de alimentación al mismo, la tensión en el otro bobinado se verá reducida; de manera análoga, al bobinado con menor tensión se lo denomina **elevador**.

Un transformador ideal no tiene efecto inductivo entre las bobinas. Sin embargo, el campo magnético generado por la corriente I_1 también atraviesa el bobinado secundario, y viceversa. Esto resulta en la presencia de la inductancia mutua M , de manera que se considera el siguiente modelo

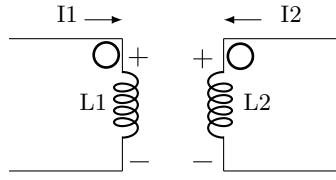


Figura 1: Modelo de transformador sin corrientes de Eddy, con inductancia mutua, ambas corrientes “entrando por el punto”.

la ubicación de los puntos indica el signo del término con M ; si en un inductor la corriente entra por el punto \circlearrowleft en el otro “sale por el punto”, entonces el signo del término con M es contrario al del término sin M en la tensión dada. En el caso de la figura 1, las ecuaciones son

$$\begin{cases} V_1 = L_1 \frac{dI_1}{dt} + M \frac{dI_2}{dt} \\ V_2 = M \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_2}{dt} \end{cases}$$

en cambio, en la figura 2

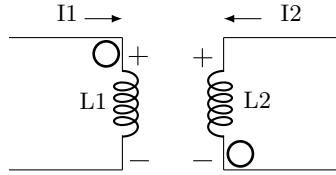


Figura 2: Modelo de transformador sin corrientes de Eddy, con inductancia mutua, una corriente “entrando por el punto” y la otra “saliendo”.

las ecuaciones de las tensiones son

$$\begin{cases} V_1 = L_1 \frac{dI_1}{dt} - M \frac{dI_2}{dt} \\ V_2 = -M \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_2}{dt} \end{cases}$$

en este trabajo práctico, se utilizó el modelo de la figura 1.

Un factor que influye en la inductancia mutua M es el acoplamiento de las bobinas. Se puede despejar a partir de las ecuaciones ya dadas la ecuación $M = \sqrt{L_1 L_2}$; sin embargo, en la práctica se observa que $M \leq \sqrt{L_1 L_2}$, pues no todo el campo magnético generado por cada bobinado pasa también por el otro. Esto sucede por la no idealidad de los materiales, y porque es imposible asegurar que ambos bobinados se mantengan perfectamente alineados. Para describir que tanto se acercan las condiciones del experimento a las ideales, se define el acoplamiento K

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

Como $M \leq \sqrt{L_1 L_2} \Rightarrow 0 \leq K \leq 1$. Las condiciones ideales en las que $K = 1$ se denominan **acoplamiento perfecto**.

Una ventaja esencial del uso de transformadores es el aislamiento eléctrico. Esto quiere decir que si por ejemplo en la figura 3 se quema la resistencia R_1 , esto no afectaría a R_2 , sino que simplemente dejaría de circular corriente a través del transformador.

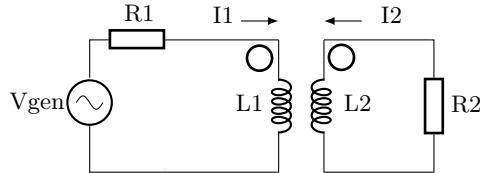


Figura 3: Ejemplo de circuito con cargas conectadas a ambos bobinados.

Otra característica de los transformadores es que si se agrega un offset a la señal que alimenta el bobinado primario del esquema, como el offset es esencialmente una señal que continua que se superpone con la alterna, y los inductores se comportan como cortocircuitos en régimen de continua, esa tensión adicional no afecta al acoplamiento, y no se transmite al bobinado secundario.

2. Desarrollo

2.1 Procedimiento

El procedimiento de este TP se dividió en 3 secciones:

- En la primera sección se midieron los parámetros del inductor. Para ello, primero se midieron los valores de inductancia de ambos lados del inductor. Eso realizó mediante el medidor LRC configurándolo a 50kHz. Seguido a eso, midió la tensión de salida de cada lado, al conectar un generador de señal senoidal de 1,5V pico con una frecuencia de 50kHz en el lado opuesto.
- En la segunda parte se conectó una resistencia adicional 47Ω entre el generador y la entrada del transformador del lado elevador. Seguidamente, se varió el offset (se tomaron valores de -5v a 5v) a la señal usada en la primera sección y se midió la tensión de salida. La salida se consideró como circuito abierto.
- En la tercera parte (COMPLETA)

2.2 Datos recolectados

Parametros del inductor

Se midieron los siguientes parámetros en la primera sección. En primer lugar se obtuvieron los siguientes valores de inductancia a 50kHz con el medidor LRC.

- $L_1 = 0,135 \text{ mH}$
- $L_2 = 1,931 \text{ mH}$

Luego, con el generador de ondas configurado con una onda senoidal de 3 V_{pp} a 50kHz con offset nulo, se midieron los siguientes valores (Observar tabla 1)

	V_{L1}	V_{L2}
V_{L1} entrada	$2,10 \text{ V}_{pp} \angle 0^\circ$	$4,34 \text{ V}_{pp} \angle 182^\circ$
V_{L2} entrada	$0,45 \text{ V}_{pp} \angle 181^\circ$	$3,10 \text{ V}_{pp} \angle 0^\circ$

Tabla 1: Tensiones medidas en cada bobina con sus respectivas fases.

Fuente de tensión con offset

En la segunda parte al analizar variar el offset, se obtuvieron las siguientes mediciones:

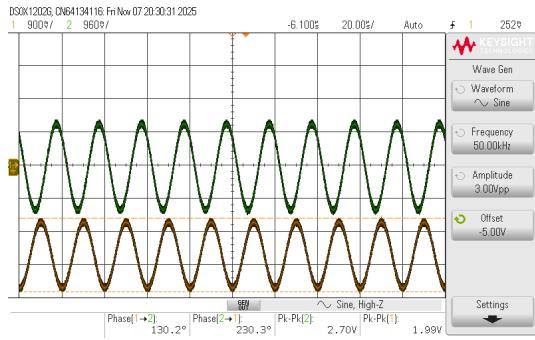


Figura 4: Fuente con offset de -5 V.

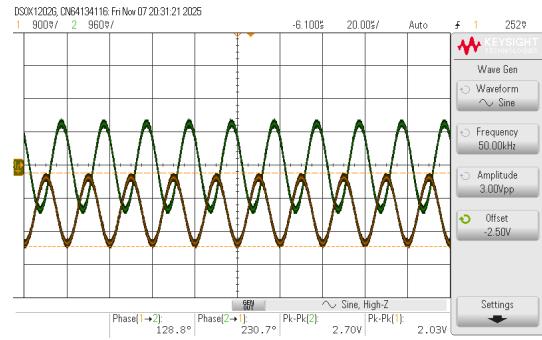


Figura 5: Fuente con offset de -2,5 V.

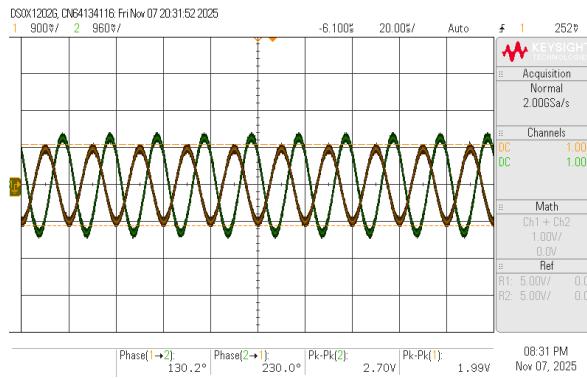


Figura 6: Fuente con offset de 0 V.

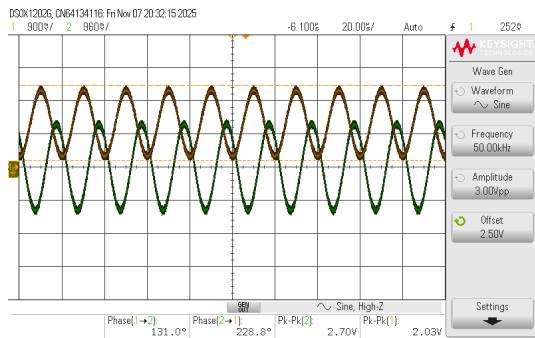


Figura 7: Fuente con offset de 2,5 V.

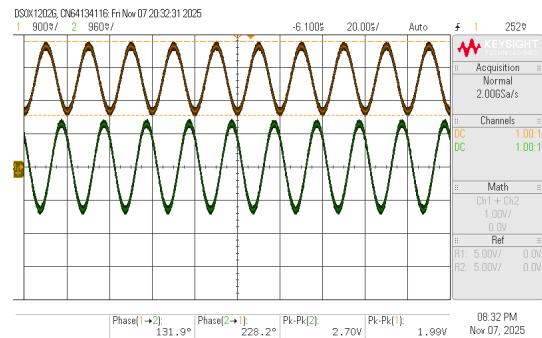


Figura 8: Fuente con offset de 5 V.

Salida con carga

2.3 Cálculos

3. Análisis

4. Conclusiones