

# TP4 - Teoría de Circuitos 1

## Acoplamiento Magnético y Cuadripolos

Autores:

Pla, Juan Ignacio (63486)

Torino, Joaquín (63140)

Caviglia, Facundo (63178)

Belsito, Ramiro (62641)

Actualizado: November 9, 2023

### 1 Introducción

El objetivo de este experimento es trasladar los conocimientos teóricos sobre el acoplamiento magnético y sobre los cuadripolos a la práctica. Por restricciones de tiempo, la sección del estudio de cuadripolos no se pudo realizar.

Para desarrollar el experimento, se utilizarán bobinas que nos permitan intercambiar el núcleo, de forma tal que los mismos bobinados cambiarán su comportamiento según la permitividad magnética del aluminio, del hierro y del hierro laminado. Se analizará la reacción del transformador ante una carga en el circuito secundario, mediante la medición de las caídas de tensión en la carga y el cálculo previo de las inductancias propias y mutuas con el núcleo correspondiente.

### 2 Materiales utilizados

- Fuente de tensión alterna regulable, configurada en  $V_{ef} = 30\text{v}$  y a  $f = 50\text{Hz}$ .
- Dos bobinados con núcleo abierto y resistencias internas de  $21,5\Omega$  y  $23\Omega$  respectivamente.
- Núcleo de hierro sólido, de hierro laminado y de aluminio.
- Multímetros digitales en los modos de: Óhmetro, Voltímetro y Amperímetro.
- Resistencia de  $200\Omega$ .

### 3 Desarrollo

## 4 Propiedades de las Inductancias

### 4.1 Sentido de la Inductancia Mutua

Antes de analizar el circuito, se debe determinar la homología de las inductancias. Para ello, se llevará a cabo una conexión del primer bobinado a la fuente de tensión variable, de  $f = 50\text{Hz}$ , con el segundo bobinado acoplado magnéticamente mediante el núcleo compartido por ambos.

A continuación, se determinará la homología midiendo la tensión entre uno de los bornes del primer inductor y cada uno de los bornes del segundo. Concluyendo que el par homólogo se encuentra en aquel borne cuya tensión es menor.

Por lo tanto, por las ecuaciones de ley de mallas queda:  
PONER ECUACIONES DE LEY DE MALLAS

Mediante mediciones experimentales, pudimos identificar las grandes diferencias que existen en utilizar distintos núcleos para acoplar magnéticamente los bobinados. Los resultados podrán verse en las tablas en las siguientes secciones. Pero, teóricamente hablando, esto se debe a que hay núcleos, como el hierro, con mayor permitividad magnética  $\mu$ , la cual permite un mayor flujo de campo magnético.

### 4.2 Cálculo de Inductancias

Para obtener los valores de inductancia propia, se realizó un ensayo con el circuito secundario abierto y el primario conectado a la fuente de tensión variable. Se midió la caída de tensión en los bornes del primario con el voltímetro y la corriente que circulaba por el mismo con un amperímetro.

De esta forma, considerando que la corriente en el circuito secundario es nula, dado que este se encuentra abierto, se conocen los valores de resistencia, tensión y corriente del circuito primario. Aplicando la ecuación de mallas correspondiente, se puede obtener el valor de la inductancia propia del primario, siendo este el único valor desconocido de la ecuación.

Para calcular el valor de la inductancia propia del segundo bobinado, se realizó el mismo ensayo pero con la fuente de tensión variable conectado a este y el circuito primario abierto. Luego se hizo uso de la ley de mallas con los valores obtenidos para el circuito secundario.

En el caso de la inductancia mutua, se utilizó el mismo ensayo que nos permitió determinar la inductancia propia del primer bobinado y se obtuvo el valor de la caída de tensión en los bornes del bobinado secundario abierto. Por ende, considerando que dicha caída corresponde a: INSERTAR ECUACION DE CALCULO DE INDUCTANCIA MUTUA

### 4.3 Resultados Obtenidos

En esta tabla se pueden observar todos los datos obtenidos en el experimento, tanto los valores medidos como los calculados.

Núcleo	V1 (v)	I1 (mA)	V2 (v)	I2 (mA)	L1 (H)	L2 (H)	R1 (ohm)	R2 (ohm)	M (H)	K
Hierro Laminado	30	150	30	110	0,633	0,865	21,5	23	0,307	0,415
Hierro No Laminado	30	120	30	170	0,793	0,557	21,5	23	0,400	0,363
Aluminio	30	310	30	290	0,3	0,321	21,5	23	0,090	0,083
Aire	30	310	30	280	0,3	0,333	21,5	23	0,096	0,091

Fig. 1: Resultados obtenidos

## 5 Conexión de Resistencia en el Secundario

En el siguiente experimento, se conectó una resistencia de  $R_d = 200\Omega$  en el circuito secundario y se midió la caída de tensión determinada como V2. Se hizo un análisis de la caída de potencial V2 y también de la corriente que circula por el circuito secundario, para cada uno de los núcleos utilizados.

### 5.1 Mediciones Experimentales

Núcleo	V1 (v)	I1 (mA)	V2 (v)	I2 (mA)	Rd (ohm)	M (H)	K
Hierro Laminado	30	160	8,3	41,5	200	0,307	0,415
Hierro No Laminado	30	130	6	30	200	0,400	0,363
Aluminio	30	320	2,1	10,5	200	0,090	0,083
Aire	30	300	2,4	12	200	0,096	0,091

Fig. 2: Resultados obtenidos con  $R_d$  conectado en el circuito secundario

### 5.2 Análisis de Resultados

Puede notarse en las tablas anteriores, que cada resultado depende enormemente del núcleo utilizado. Esto se debe a que dependiendo de las propiedades del mismo, las bobinas compartirán mayor o menor flujo de campo magnético, lo cual afecta a la inductancia mutua y por ende el coeficiente de acoplamiento, como puede verse en los resultados obtenidos por la Figura 1. Por ejemplo, el núcleo de hierro laminado ayuda a disminuir pérdidas por corrientes de Foucault y flujo disperso.

En la Figura 2 se puede observar que la caída de tensión y la corriente en el circuito secundario son mayores cuando se utilizan los núcleos de hierro. Por otro lado, las menores se obtienen con el núcleo de aluminio que posee una baja permeabilidad magnética.

## 6 Conclusión