

1 Introducción Teórica

En este trabajo se procedió a medir las características de un transformador, en particular, la inductancia L_1, L_2 de las bobinas que lo componían, el coeficiente de acoplamiento, k , y el coeficiente de inductancia mutua, M . Se estudió, además la variación de dichos parámetros probando distintos materiales como núcleo del transformador.

2 Metodo experimental

2.1 Primera conexión

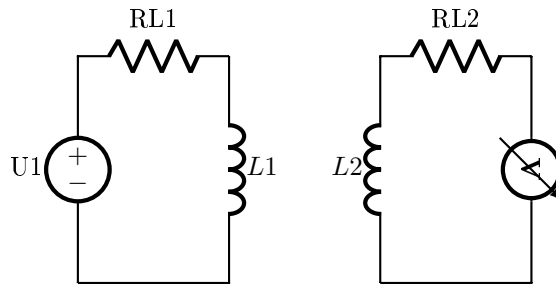


Figure 1: circuito con fuente de continua

Se procedió, en primer lugar a identificar el punto del transformador. Para ello se alimentó al transformador a una corriente continua, y mediante la medición en un breve lapso del sentido de la tensión del bobinado secundario se pudo deducir el sentido de la bobina. Además, se observó la diferencia de la magnitud de la tensión del bobinado secundario con el transformador con y sin núcleo.

2.2 Obtención de la inductancia

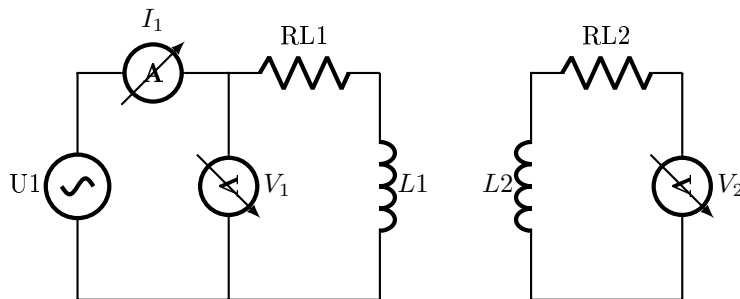


Figure 2: Circuito en vacio

Se procedió a medir, en vacío la tensión y las corrientes del circuito de la figura 2 con las dos bobinas, y luego invirtiendo sus roles. Midiendo además $RL2$ y $RL1$ se pudo despejar el valor de las inductancias.

$$U_1^2 = V_{L1}^2 + V_{RL1}^2 \Rightarrow V_{L1} = \sqrt{U_1^2 - V_{RL1}^2}$$

$$V_{L1} = I_1 w L \Rightarrow L = \frac{\sqrt{U_1^2 - (I_1 R_1^2)}}{w I_1} \quad (1)$$

Además, con las mediciones de la tensión en el bobinado secundario se pudo determinar M

$$V_{L2} = w M I_1 \Rightarrow M = \frac{V_{L2}}{w I_1} \quad (2)$$

2.3 Mediciones con carga

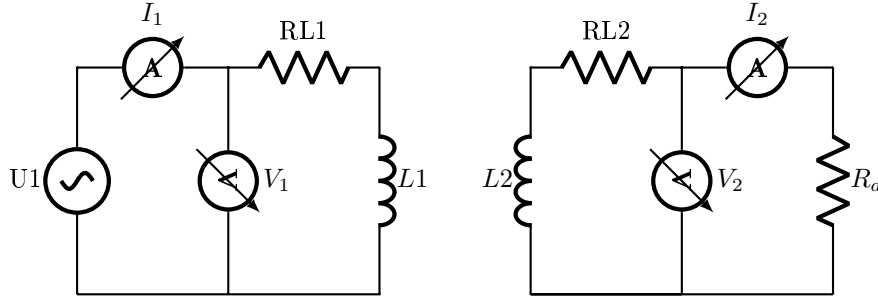


Figure 3: Circuito con carga

Se conectó una resistencia de carga al bobinado secundario, $R_d = 200\Omega$ y, con distintos núcleos mediante las mediciones de las tensiones y las corrientes se pudo calcular el M y el k del transformador

$$\pm j w M I_1 = \underbrace{+I_2(R_{L2} + R_d)}_{\angle 0} + \underbrace{j w L_2 I_2}_{\angle 90} \Rightarrow w M I_1 = \sqrt{(I_2 R_{L2} + I_2 R_d)^2 + (w L_2 I_2)^2}$$

$$M = \frac{I_2 \sqrt{(R_{L2} + R_d)^2 + (w L_2)^2}}{w I_1} \quad (3)$$

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad (4)$$

3 Análisis de resultados

3.1 Mediciones directas

Se obtuvieron los siguientes resultados. Salvo en el primer caso, siempre el bobinado primario fue $L1$, el secundario $L2$

Medición	$V_1(V)$	$I_1(mA)$	$V_2(V)$	$I_2(mA)$
Hierro solido, vacio, trafo invertido	100 ± 1	145 ± 5	\emptyset	\emptyset
Hierro solido, vacio	100 ± 1	150 ± 5	18.4 ± 0.1	\emptyset
Nucleo laminado, vacio	100 ± 1	135 ± 5	20.5 ± 0.1	\emptyset
Sin nucleo, vacio	100 ± 1	285 ± 5	5.2 ± 0.1	\emptyset
Hierro solido, carga conectada	100 ± 1	145 ± 5	11.1 ± 0.1	55 ± 1
Nucleo laminado, carga conectada	100 ± 1	150 ± 5	13.4 ± 0.1	67 ± 1

Ademas, midiendo la resistencia interna de las bobinas se obtuvo.

R_{L1}	R_{L2}
22 ± 0.1	64.9 ± 0.1

3.2 Cálculo de $L1$, $L2$

Utilizando la expresion (1), con los resultados de las primeras dos mediciones y los valores de R_{L1}, R_{L2} , se pudo calcular $L1$ y $L2$

$L_1(H)$	$L_2(H)$
2.120 ± 0.007	2.185 ± 0.007

3.3 Cálculo de M y de k

Utilizando las expresiones (3) y (4), con los resultados de todas las mediciones, excepto la primera, se pudo determinar M y k del transformador

Medición	$M(H)$	k
Hierro solido, vacio	$0.39 \pm$	$0.18 \pm$
Nucleo laminado, vacio	$0.48 \pm$	$0.22 \pm$
Sin nucleo, vacio	$0.058 \pm$	$0.026 \pm$
Hierro solido, carga conectada	$0.88 \pm$	$0.409 \pm$
Nucleo laminado, carga conectada	$1.04 \pm$	$0.485 \pm$

4 Anexo: Formulas para la propagaci de errores utilizadas

Para conseguir el error de L

$$\Delta L^2 = \Delta U^2 \frac{U^2}{w^2 I_1^2 (U^2 + I_1^2 R_1^2)} + \Delta I_1^2 \frac{U^4}{w^2 I_1^4 (U^2 + I_1^2 R_1^2)} + \Delta R_1^2 \frac{I_1^2 R_1^2}{w^2}$$