

F 429: Experimento III

Sumário

1	Introdução	2
2	Instrumentos e Componentes	2
2.1	Medidas	2
2.1.1	Resistências	2
2.1.2	Capacitância	2
2.1.3	Resistência em série do indutor (R_L)	2
2.1.4	Indutâncias	3
2.1.5	Tensões no transformador	3
2.1.6	Histerese	4

Lista de Figuras

1	Circuito transformador: Medidas de ganho de tensão e resposta em frequência .	3
2	Gráfico $V_{saída}$ versus $V_{entrada}$	4
3	Histereses	5

Lista de Tabelas

1	Tabela de dados $V_{entrada}$ e $V_{saída}$	4
---	---	---

1 Introdução

Neste experimento estudamos os conceitos de um transformador. Este é um dispositivo de corrente alternada que opera baseado nos princípios eletromagnéticos da Lei de Faraday^I e da Lei de Lenz^{II}. Ele transmite energia ou potência elétrica de um circuito a outro. Apesar de poder ter diferentes configurações, neste experimento foi estudado apenas um transformador composto de duas bobinas (primária e secundária) e um núcleo férrio para acoplá-las.

2 Instrumentos e Componentes

Os instrumentos e componentes utilizados estão listados abaixo com seus respectivos valores nominais.

- Gerador de Funções Tektronix CFG 253.
- Osciloscópio digital Tektronix TDS1000.
- Resistências nominais de 150Ω , 4Ω , 7Ω , $1k\Omega$, $5k\Omega$ e $100k\Omega$.
- Indutores de $50mH$ e $3mH$.
- Capacitores de $0.22\mu F$ e $24\mu F$.
- Multímetro

2.1 Medidas

2.1.1 Resistências

Para cada resistor utilizado medimos, utilizando o multímetro, as respectivas resistências.

- $R_{4,7} \approx 5.1\Omega \pm 0.15\Omega$
- $R_{150} \approx 149.3\Omega \pm 1.59\Omega$
- $R_{1k} \approx 1001\Omega \pm 10.11\Omega$
- $R_{5k} \approx 5.07k\Omega \pm 57.1\Omega$
- $R_{100k} \approx 98.3k\Omega \pm 983.1\Omega$

2.1.2 Capacitância

Esta foi medida previamente em experimentos anteriores $C_{022} = 0.2236\mu F \pm 0.0191\mu F$

2.1.3 Resistência em série do indutor (R_L)

O cálculo das resistências internas dos indutores de $50mH$ e $3mH$ são, $R_{L50} = 46.5\Omega$ e $R_{L3} = 3.3\Omega$, respectivamente. Para estas medidas, também, foi utilizado o multímetro.

^ILei que se entende a produção de corrente elétrica em um circuito colocado sob efeito de um campo magnético variável ou por um circuito em movimento em um campo magnético constante

^{II}O sentido da corrente é o oposto da variação do campo magnético que lhe deu origem

2.1.4 Indutâncias

Nas medidas de indutâncias utilizamos o método da figura de Lissajous. Montamos um circuito RLC em série com o capacitor de $0.22\mu\text{F}$ [2.1.2] e um resistor qualquer^{III}. Dado que^{IV},

$$\text{I } L = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C}$$

$$\text{II } \Delta L = L \cdot \sqrt{\left(\frac{2\Delta f_0}{f_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{C}\right)^2} \approx L \frac{\Delta C}{C}$$

Obtivemos, $f_{050} \approx 1.5554\text{kHz}$ e $f_{03} \approx 6.2411\text{kHz}$, então, $L_{50} \approx 46.82\text{mH} \pm 3.99\text{mH}$ para o indutor de valor nominal 50mH e $L_3 \approx 2.91\text{mH} \pm 0.25\text{mH}$ para o de 3mH .

2.1.5 Tensões no transformador

Montamos o circuito conforme o esquema abaixo, utilizamos $N_2 \approx 1600\text{voltas}$ e $N_1 \approx 400\text{voltas}$. Para as medidas das tensões primeiramente utilizamos o resistor de R_{5k} [2.1.1]. Porém, não

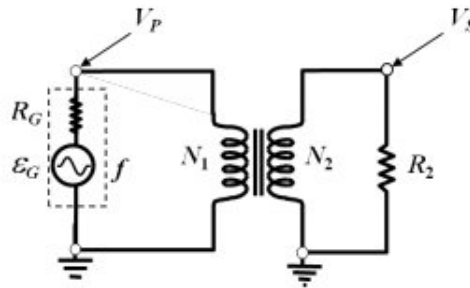


Figura 1: Circuito transformador: Medidas de ganho de tensão e resposta em frequência

conseguimos atingir a tensão máxima de 20.0V , com isso trocamos o resistor pelo R_{1k} [2.1.1]. O problema, entretanto, não foi resolvido pois, o último resistor limitava a tensão máxima em $V_{\text{entrada}} \approx 9.0\text{V}$, ou seja, o mesmo atuava como um divisor de tensão. Logo, retornamos as medidas utilizando o resistor de valor dado em sala de aula (R_{5k}) e variamos V_{entrada} entre 1.0V e 11V . Plotamos a tabela acima no gráfico, visto em seguida, e calculamos utilizando o método dos mínimos quadrados^V, como descrito abaixo:

1. $\bar{y} = b\bar{x} + a$
2. $b = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$

^{III}Bons resultados são obtivos com $R < 1k\Omega$

^{IV}http://www.ifi.unicamp.br/~gustavo/disciplinas/f429/sobre_erros_hugo_fragnito.pdf

^Vhttp://pt.wikipedia.org/wiki/Metodo_dos_minimos_quadrados

$V_{entrada}$ [Volt]	Escala [Volt/div]	V_{saida} [Volt]	Escala [Volt/div]
1.06	200mili	3.5	500mili
2.00	500mili	7.68	1
3.00	500mili	10.2	2
4.04	1	13.80	2
5.00	1	17.40	5
6.00	1	21.20	5
8.00	2	28.40	5
9.12	2	32.00	5
10.10	2	35.80	5
11.00	2	39.6	5

Tabela 1: Tabela de dados $V_{entrada}$ e V_{saida}

Obtivemos os seguintes valores:

1. Coeficiente angular $b \approx 0.2793; b^{-1} \approx 3.5809$

2. $a \approx 0.0792$

Portando, temos $A_V \approx 3.5809 \frac{V}{V} \pm 0.0792s$

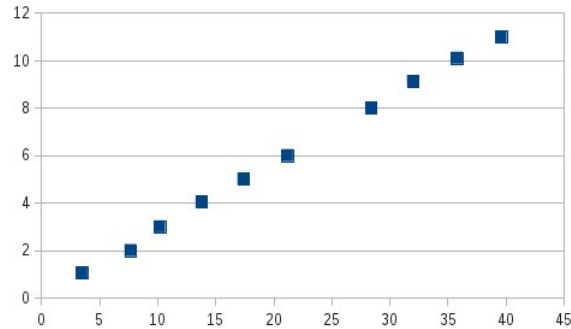


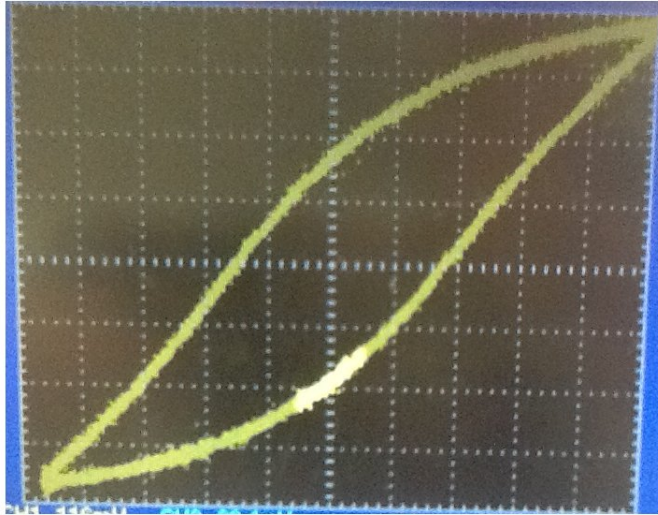
Figura 2: Gráfico V_{saida} versus $V_{entrada}$

Para espiras invertidas, onde $N_2 < N_1$, obtivemos $V_{entrada} = 1.02V(200.0 \frac{mV}{div})$ e $V_{saida} = 206.0mV(50, 0 \frac{mV}{div})$. Logo, temos um ganho $A_V \approx 0.2019$.

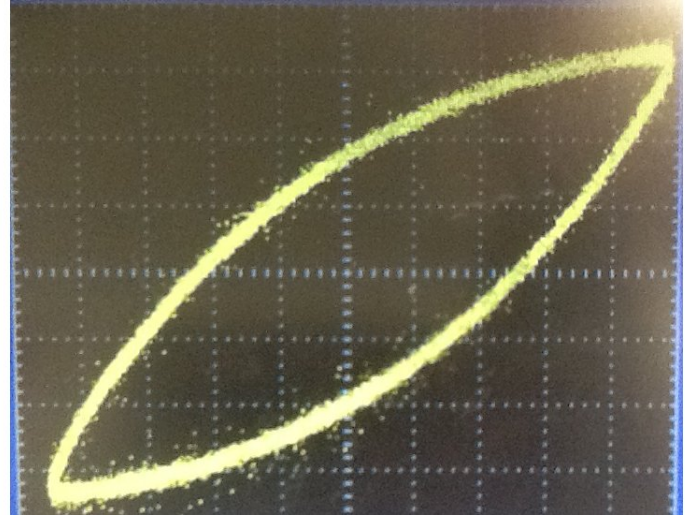
2.1.6 Histerese

Quando um material ferromagnético é exposto a um campo magnético e em seguida esse campo diminui de intensidade, o campo magnético \mathbf{H} diminui mais rapidamente do que a densidade do fluxo magnético \mathbf{B} , sendo assim quando \mathbf{H} chega a zero, observamos uma densidade de fluxo remanescente B_R . Uma força, denominada coercisa, deve ser aplicada para reduzir \mathbf{B} a zero.

Esse fenômeno que causa o atraso entre \mathbf{B} e \mathbf{H} é denominada **histerese magnética** e abaixo observamos o **ciclo de histerese**^{VI}.



(a) $f \approx 20Hz$



(b) $f \approx 60Hz$

Figura 3: Histereses

^{VI}<http://en.wikipedia.org/wiki/Hysteresis>