Laboratório de Circuitos Elétricos - 02/2024 - Turma 05

Experimento 6

12/12/2024

Grupo 5:

Yuri Shumyatsky - 231012826

Vinicius de Melo Moraes - 231036274

1 Introdução

2 Materiais

- National Instruments Elvis II
- 1 capacitor de 100nF
- 2 resistores de 47Ω
- 1 indutor de 1mH

3 Procedimentos

Como usual, os componentes têm suas grandezas medidas para efeito de comparação. Os resultados são adicionados à Tabela 1.

Grandeza	Valor calculado	Valor medido	Erro (%)
R_1	47Ω	46,50Ω	1,06
R_2	47Ω	45,68Ω	2,81
C	100nF	96,50nF	3,50
L	1mH	0,992mH	0,80

Tabela 1: Valores dos componentes

Em seguida, é montado o circuito da Figura 1 e liga-se o gerador de funções do Elvis para obter uma onda senoidal com $2V_{pp}$ e frequência de 14kHz.

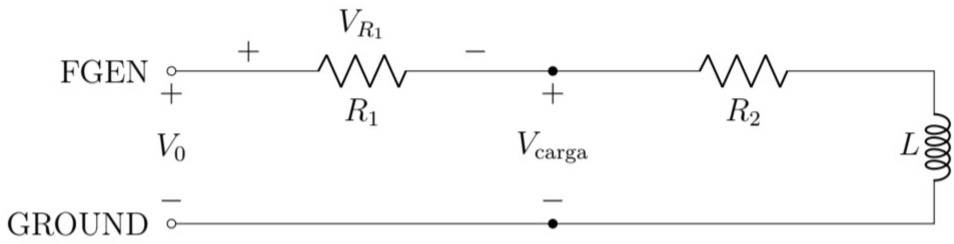

Figura 1: Circuito sem capacitor

Fazendo análise nodal nesse circuito, são encontradas V_0 e V_{carga}, que serão usadas para encontrar V_{R_1}.

$$\frac{V_{carga} - V_0}{47} + \frac{V_{carga} - V_2}{47} = 0$$
$$\frac{V_2 - 0}{j14} - \frac{(V_{carga} - V_2)}{47} = 0$$
$$\frac{V_0 - 1}{50} - \frac{(V_{carga} - V_0)}{47} = 0$$

De onde obtém-se o seguinte sistema:

$$\begin{cases} 2V_{carga} - V_0 - V_2 = 0 \\ -\frac{V_{carga}}{47} + \frac{V_0}{97} = \frac{1}{50} \\ -\frac{V_{carga}}{47} + V_2\left(-\frac{1}{47} - j\frac{1}{14}\right) = 0 \end{cases}$$

De onde obtemos os resultados

$$V_0 = 0,63930 + j0,02704 = 0,640\angle 2,42^{\circ}$$

$$V_{carga} = 0,30024 + j0,05245 = 0,305\angle 9,91^{\circ}$$

$$V_2 = -0,038820 + j0,077870 = 0,087\angle -63,50^{\circ}$$

Com V_0 e V_{carga} podemos encontrar $V_{R_1} = V_0 - V_{carga}$
Portanto $V_{R_1} = 0,33906 - j0,02541 = 0,340\angle -4,29^{\circ}$

Para senoides, o valor eficaz é simplesmente sua amplitude dividida por $\sqrt{2}$. Portanto, esses valores são calculados e dispostos na Tabela 2.

Com esses valores já pode ser montado o Gráfico 1, em que a senoide vermelha representa V_0 e a azul V_{carga}.

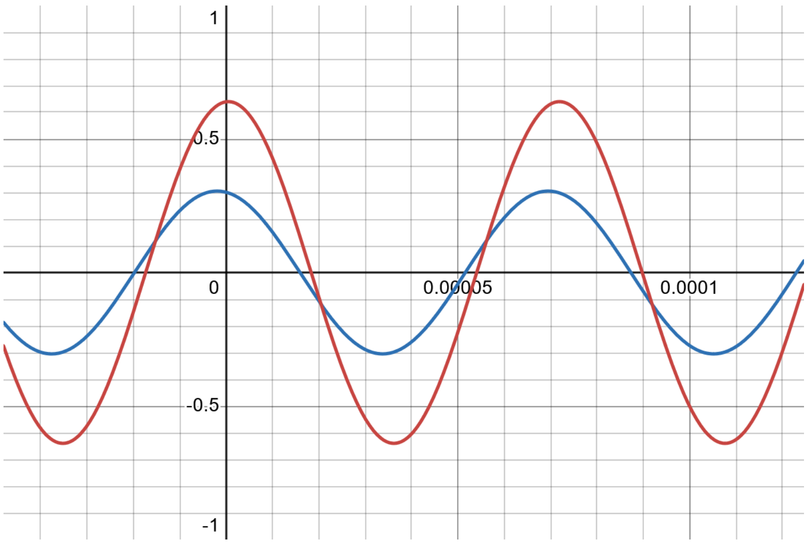

Gráfico 1: Circuito sem capacitor (teórico)

Para obter o fator de potência, usa-se a seguinte fórmula:

$$fp = \frac{|V_0|^2 - |V_{R_1}|^2 - |V_{carga}|^2}{2|V_{R_1}||V_{carga}|}$$

que é consequência do triângulo de potência, em que o fator de potência é o ângulo $\theta_v - \theta_i$

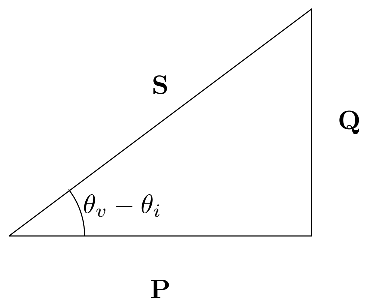

Figura 2: Triângulo de potência

Como $fp = cos(\theta_v - \theta_i) = \frac{P}{S}$ e sabendo que $V_0 = V_{R_1} + V_{carga}$,
temos que $(V_0)^2 = (V_{R_1} + V_{carga})^2$

$$\implies |V_0|^2 = |V_{R_1}|^2 + |V_{carga}|^2 + 2|V_{R_1}||V_{carga}|cos(\theta)$$

Isolando $cos(\theta)$ temos

$$fp = cos(\theta) = \frac{|V_0|^2 - |V_{R_1}|^2 - |V_c arga|^2}{2|V_{R_1}||V_{carga}|}$$

Portanto, usando os valores encontrados anteriormente, obtemos o valor de fp para o circuito e eles são dispostos na Tabela 2.

Usando o osciloscópio do Elvis, são medidas as tensões V_0 e V_{carga}, obtidas no Gráfico 2. Esses valores são usados para obter V_{R_1} e são encontrados na Tabela 2.

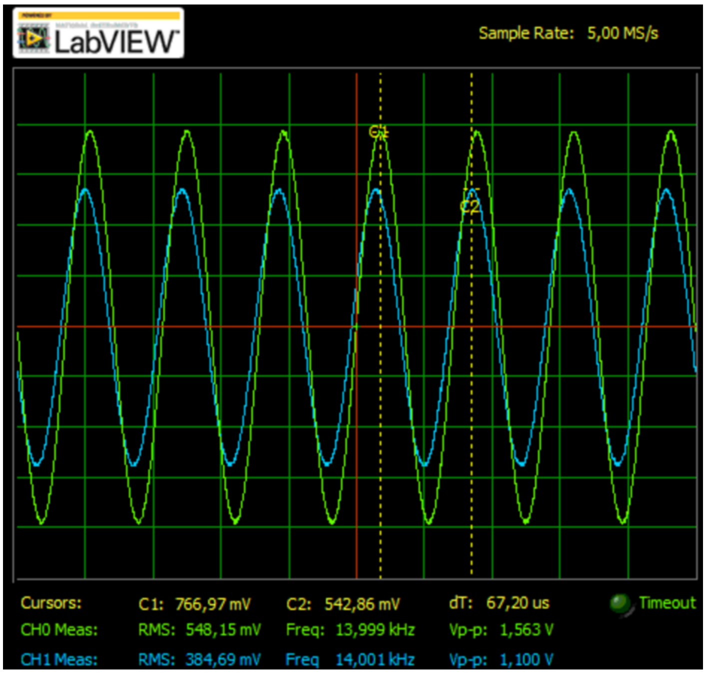

Gráfico 2: Circuito sem capacitor

Assim, pode-se observar que experimentalmente os valores são $V_{0RMS} = 0,553\angle 0°$ e $V_{cargaRMS} = 0,389\angle 21,31°$, simplesmente como antes dividindo a amplitude por $\sqrt{2}$ e a fase é encontrada facilmente convertendo o dt de 4,22μs para graus, usando a frequência de 14000Hz.

De forma análoga ao anterior, encontra-se $V_{R_1} = V_0 - V_{carga}$ e seu valor RMS é simplesmente dividir esse valor por $\sqrt{2}$.

Grandeza	**Valor calculado**	**Valor medido**	**Erro (%)**
Valor eficaz de V_0	0,452	0,553	22,34
Valor eficaz de V_{carga}	0,216	0,389	80,09
Valor eficaz de V_{R_1}	0,240	0,164	31,67
Fase de V_{carga} em relação a V_0	9,91°	21,31°	115,04
Fase de V_{R_1} em relação a V_0	-4,29°	-42,80°	897,67
Fator de potência da carga	0,969	0,688	28,99

Tabela 2: Valores do primeiro circuito

Em seguida, é introduzido o capacitor no circuito, como indicado na Figura 3.

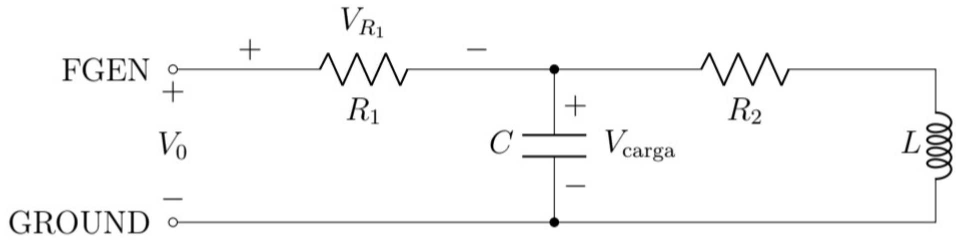

Figura 3: Circuito com capacitor

Usando análise de malhas para descobrir V_0 e V_{carga} obtemos o seguinte sistema:

$$\begin{cases} 50\mathbf{I}_1 + 47\mathbf{I}_2 - j(\mathbf{I}_1 - \mathbf{I}_2) = 1 \\ -\dfrac{j}{1,4 \cdot 10^{-3}}(\mathbf{I}_2 - \mathbf{I}_1) + (47 + j14)\mathbf{I}_2 = 0 \end{cases}$$

Resolvendo esse sistema, obtemos os valores para as correntes:

$$\mathbf{I}_1 = 0,0068254 - j0,0005160$$

$$\mathbf{I}_2 = 0,0068955 - j0,009891$$

Com esses valores, usamos as relações $1 - V_0 = 50\mathbf{I}_1$ e $V_{carga} = (\mathbf{I}_1 - \mathbf{I}_2) \cdot \frac{-j}{14 \cdot 10^{-3}}$ para encontrar $V_0 = 0,659 + j0,0258 = 0,659\angle 2,24°$ e $V_{carga} = 0,338 + j0,050 = 0,342\angle 8,41°$.

De forma análoga ao feito anterior, $V_{R_1} = V_0 - V_{carga} = 0,321 - j0,024 = 0,322\angle -4,28°$. As amplitudes, fases e valores RMS são todas calculadas da mesma forma e dispostas na tabela 3.

4 Conclusão

5 Bibliografia

6 Bibliografia

- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física. 10. ed. v. 3. Rio de Janeiro: LTC, 2016.