

Sexto Relatório de Física Experimental 2

Henrique da Silva
hpsilva@proton.me

26 de agosto de 2022

Sumário

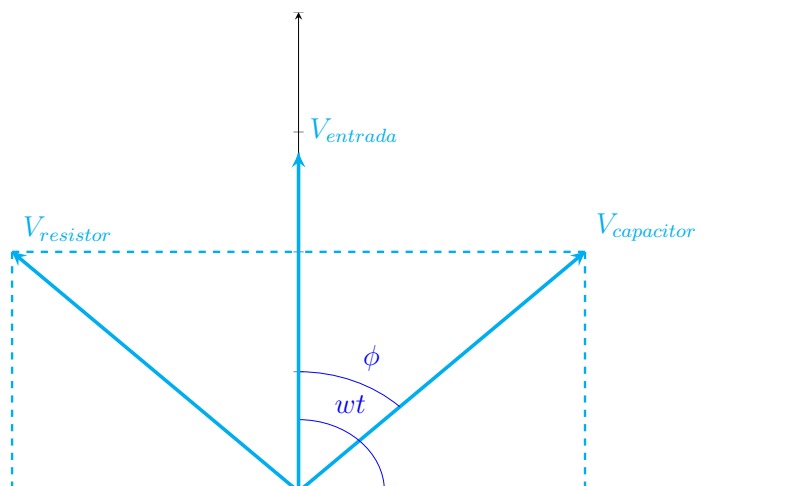
- 1 Introdução
- 2 Tarefas
 - 2.1 Diagrama Fasorial
 - 2.2 Equações para impedancia, função transferência e ângulo de defasagem
 - 2.3 Tabela de dados
 - 2.4 Frequência de corte
 - 2.5 Amplitude no resistor.
 - 2.6 Gráficos
 - 2.6.1 Grafico para V_e de forma quadrática
 - 2.6.2 Grafico para V_e de triangular
 - 2.7 Filtro passa baixa e filtro passa alta
 - 2.8 Graficos de V_0/V_e e ϕ para frequências de entrada

1 Introdução

Neste relatório, vamos discutir o funcionamento de um circuito RC , em particular suas funções como filtro e integrador de sinais de entrada.

2 Tarefas

2.1 Diagrama Fasorial



Podemos daí tirar a conclusão de que as tensões no capacitor mais a tensão no resistor será apenas a decomposição vetorial da tensão de entrada. Logo segue:

$$\begin{aligned} V_{entrada}^2 &= V_{resistor}^2 + V_{capacitor}^2 \\ V_{entrada}^2 &= (R * I_{entrada})^2 + (X_c * I_{entrada})^2 \\ I_{entrada} &= \frac{V_{entrada}}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} \end{aligned} \quad (1)$$

Também temos a seguinte relação entre a voltagem, impedância e corrente no capacitor. Não tenho certeza se por Lei de Ohm, mas por algo parecido que $V_c = I_m * X_c$. E como achamos uma função que descreve o I

de entrada, ou seja, o I_m acima. podemos então:

$$V_c = \frac{X_c V_m}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

$$V_{entrada}^2 = (R * I_{entrada})^2 + (X_c * I_{entrada})^2 \quad (2)$$

$$I_{entrada} = \frac{V_{entrada}}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

Tambem temos que:

$$W_0 = \frac{1}{RC} \quad (3)$$

Então finalmente substituindo acima:

$$\frac{V_{cm}}{V_m} = \frac{X_c}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{X_c^2}}} = \frac{1}{1 + \sqrt{1 + \frac{R^2}{X_c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{w^2}{w_0^2}}} \quad (4)$$

2.2 Equações para impedancia, função transferência e ângulo de defasagem

Impedancia: $\sqrt{R^2 + X_c^2}$

Funcao de transferencia: $\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{w^2}{w_0^2}}}$

ângulo de defasagem: $\arctan(\frac{w}{w_0})$ que no caso, e também claramente olhando pelo diagrama de fase será uma defasagem de $\frac{\pi}{4}$ em relação a tensão de entrada.

2.3 Tabela de dados

$F(Hz)$	$\frac{V_0}{V_e}(mV)$	ϕ (graus)	ϕ (rad)
50	$1 \pm 5 * 10^{-2}$	0 ± 4	$0 \pm 3 * 10^{-2}$
150	$0.97 \pm 5 * 10^{-2}$	13 ± 4	$0.33 \pm 3 * 10^{-2}$
250	$0.93 \pm 5 * 10^{-2}$	20 ± 4	$0.35 \pm 3 * 10^{-2}$
350	$0.88 \pm 5 * 10^{-2}$	30 ± 4	$0.52 \pm 3 * 10^{-2}$
400	$0.86 \pm 5 * 10^{-2}$	31 ± 4	$0.55 \pm 3 * 10^{-2}$
450	$0.87 \pm 5 * 10^{-2}$	32 ± 4	$0.56 \pm 3 * 10^{-2}$
500	$0.80 \pm 5 * 10^{-2}$	35 ± 4	$0.61 \pm 3 * 10^{-2}$
550	$0.81 \pm 5 * 10^{-2}$	40 ± 4	$0.70 \pm 3 * 10^{-2}$
600	$0.77 \pm 5 * 10^{-2}$	47 ± 4	$0.73 \pm 3 * 10^{-2}$
650	$0.75 \pm 5 * 10^{-2}$	45 ± 4	$0.78 \pm 3 * 10^{-2}$
700	$0.73 \pm 5 * 10^{-2}$	46 ± 4	$0.80 \pm 3 * 10^{-2}$
750	$0.7 \pm 5 * 10^{-2}$	48 ± 4	$0.84 \pm 3 * 10^{-2}$
800	$0.69 \pm 5 * 10^{-2}$	50 ± 4	$0.87 \pm 3 * 10^{-2}$
1000	$0.59 \pm 5 * 10^{-2}$	56 ± 4	$0.98 \pm 3 * 10^{-2}$
2000	$0.37 \pm 5 * 10^{-2}$	72 ± 4	$1.26 \pm 3 * 10^{-2}$
5000	$0.22 \pm 5 * 10^{-2}$	80 ± 4	$1.40 \pm 3 * 10^{-2}$
10000	$0.15 \pm 5 * 10^{-2}$	86 ± 4	$1.50 \pm 3 * 10^{-2}$
20000	$0.13 \pm 5 * 10^{-2}$	86 ± 4	$1.50 \pm 3 * 10^{-2}$
30000	$0.12 \pm 5 * 10^{-2}$	88 ± 4	$1.53 \pm 3 * 10^{-2}$
50000	$0.11 \pm 5 * 10^{-2}$	89 ± 4	$1.55 \pm 3 * 10^{-2}$

2.4 Frequência de corte

Achamos a frequência de corte em aproximadamente $700Hz$, mas poderia estar em qualquer frequência entre 600 e 800 Hz.

Apesar do $\frac{V_0}{V_e}$ para $750Hz$ estar mais próximo na tabela acima. Escolhemos o nosso valor de $700Hz$ por termos mais confiança na defasagem de fase do que nas medições de $\frac{V_0}{V_e}$

2.5 Amplitude no resistor.

Da equação (1) temos que $V_e^2 = V_c^2 + V_r^2$

No caso da frequência de corte. a tensão no capacitor será $V_e * \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$\text{Entao. } V_r = \sqrt{V_e^2 - \left(V_e * \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

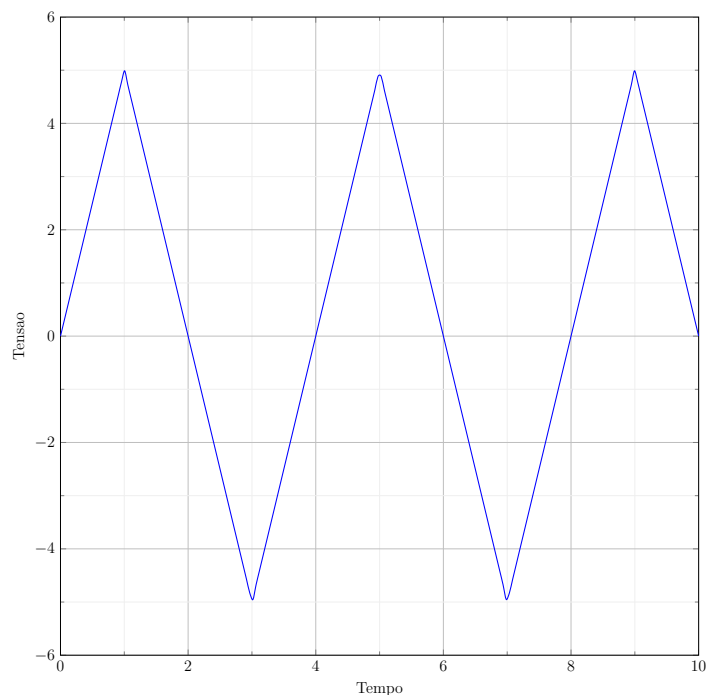
Vale notar também que para frequências de entrada baixas, a tensão do sistema inteiro estará no capacitor então $V_c = V_e$, e para frequências de entrada alta, a tensão inteira de entrada tenderá a estar no resistor então $V_r = V_e$

2.6 Gráficos

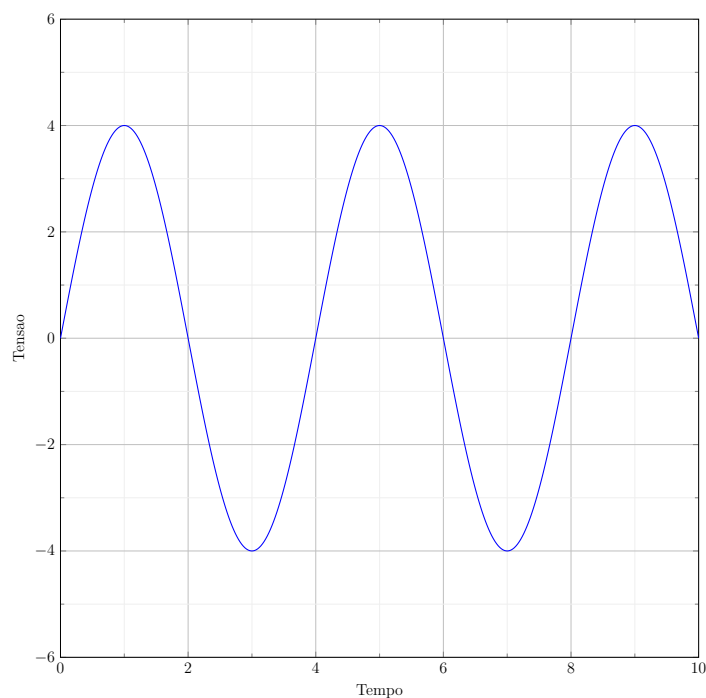
No regime de alta frequências, se houver uma tensão de entrada de forma quadrada, veremos uma tensão triangular no capacitor.

Se houver uma tensão triangular de entrada, veremos uma forma senoidal no capacitor.

2.6.1 Grafico para V_e de forma quadrática



2.6.2 Grafico para V_e de triangular

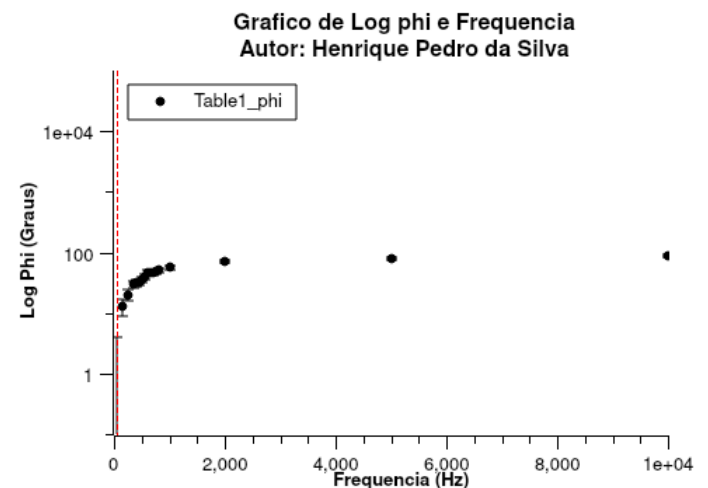
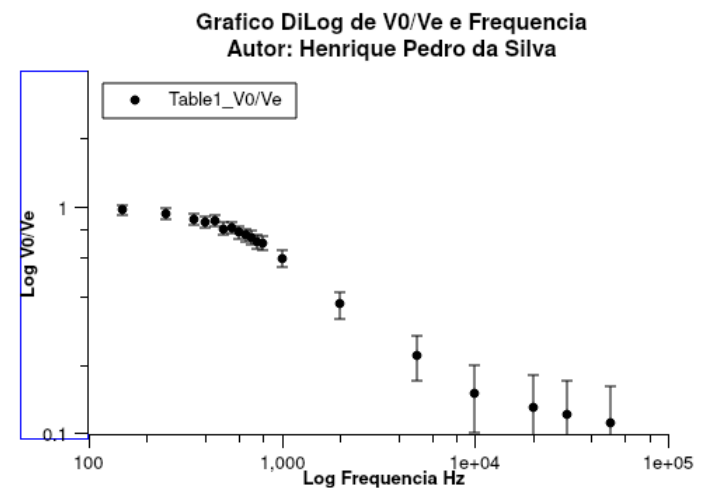


2.7 Filtro passa baixa e filtro passa alta

Como discutido na seção 5, frequências baixas terao sua tensão sendo "transferida" para a tensão do capacitor, enquanto frequências altas terão sua tensão sendo "transferida" para o resistor.

Então se quisermos filtrar frequências altas, medimos a tensão do capacitor, se quisermos filtrar frequências baixas, medimos a tensão no resistor.

2.8 Graficos de V_0/V_e e ϕ para frequências de entrada



Visualmente tive problemas para ver a frequência de corte. Mas fazendo o fit, obtive 734hz.