

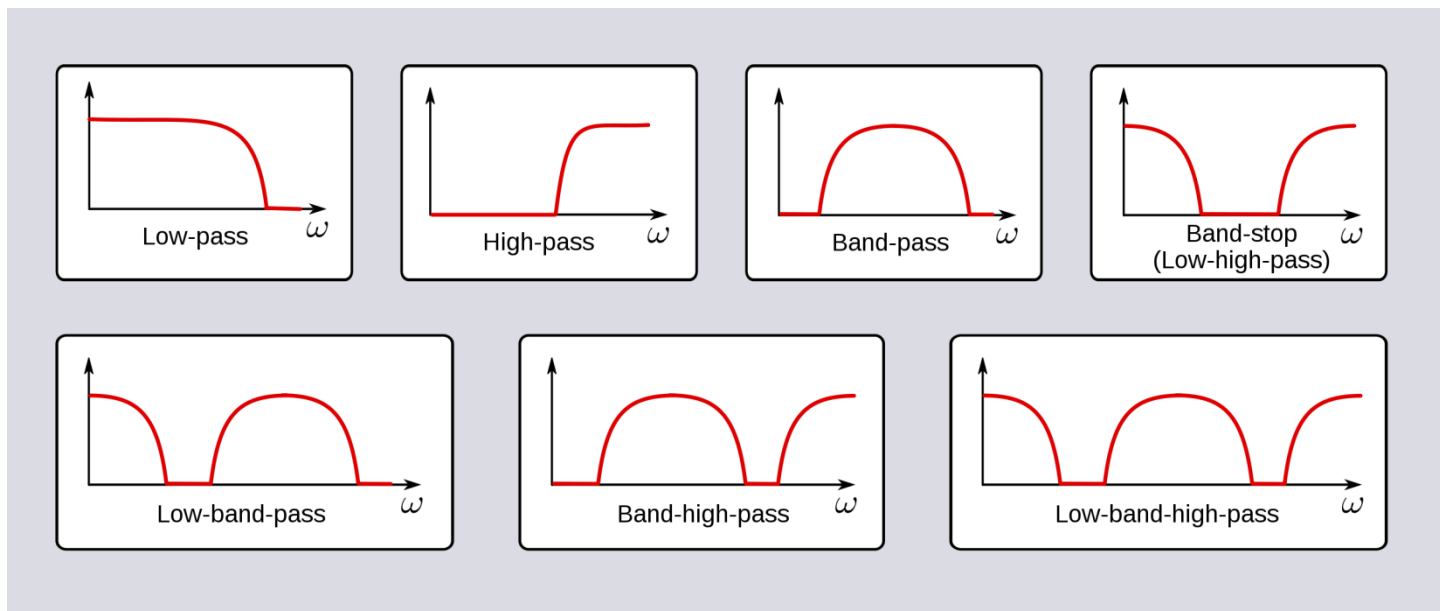
FILTRO RC PASSA BAIXA

Material Utilizado:

- um gerador de sinais senoidais (0–10 kHz)
- um capacímetro (0–1000 μF)
- um ohmímetro (1 $\text{M}\Omega$)
- um quadro de conexões elétricas (LEYBOLD 576 75)
- um capacitor para encaixe em quadro de conexões elétricas (1 μF , 100 V) (LEYBOLD 578 15)
- um resistor (10 Ω , 10 W)
- uma caixa de resistência com décadas de 10 Ω , 1 Ω e 0,1 Ω (YEW modelo 2786)

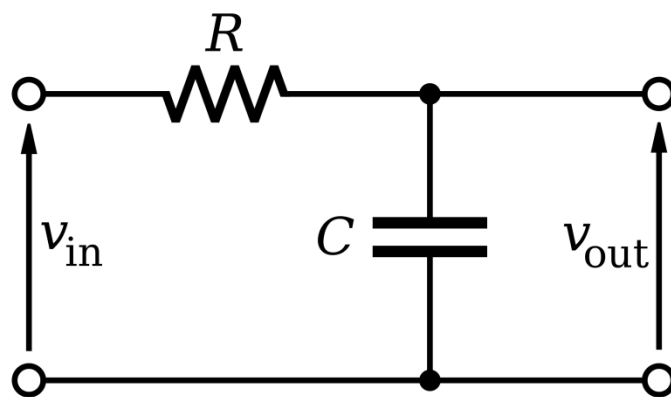
Objetivo do Experimento: Investigar a resposta de um filtro RC passa–baixa.

Definições e Referências



Diferentes tipos de filtros

[*Bandform template* (2009–SpinningSpark) (commons.wikimedia.org)]



Circuito para um filtro passa-baixa simples

[*1st Order Lowpass Filter RC* [2008–Inductiveload (author)] (commons.wikimedia.org)]

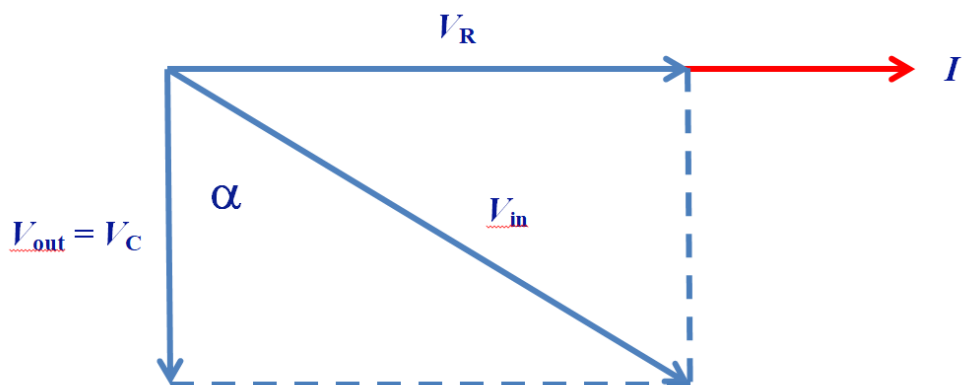


Diagrama fasorial para o filtro acima

$$\text{Impedância do circuito: } Z(\omega) = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Voltagens de entrada e de saída:

$$V_{\text{in}}(t) = V_0 \cos(\omega t), \quad V_{\text{out}}(t) = V_{C0} \cos(\omega t - \alpha), \quad \text{tg} \alpha = \omega RC$$

$$\frac{V_{C0}(\omega)}{V_0} = \frac{X_C(\omega)}{Z(\omega)} = \frac{\left(\frac{1}{\omega C}\right)}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

$$\text{Frequência de corte: } \nu_{\text{corte}} = \frac{1}{2\pi RC}$$

PROCEDIMENTO

Curva de Resposta de um Filtro RC Passa–Baixa

1. Registre os valores nominais da capacitância C e da resistência R a serem utilizadas no experimento. Registre medidas diretas (fazendo uso do ohmímetro e capacímetro) das grandezas correspondentes.
2. Monte o circuito do filtro passa–baixa conforme representado na figura da página anterior.
4. Meça (e registre) o valor teórico (a partir dos valores medidos de R e C) para a frequência de corte ν_{corte} ($\frac{1}{2\pi RC}$) do filtro. Neste experimento você levantará a dependência da voltagem de saída $V_{C0}(\nu)$ do filtro com a frequência ν da voltagem de entrada. Considere o intervalo de frequências dado por $0 \leq \nu \leq 3\nu_{\text{corte}}$. Fora deste intervalo a resposta $\frac{V_{C0}}{V_0}$ do circuito torna-se relativamente pequena. Definimos então este intervalo como o intervalo de interesse da curva $\frac{V_{C0}(\nu)}{V_0}$ versus ν .
5. Ligue o gerador de funções e selecione a forma de onda senoidal. Aumente um pouco, a partir da posição de mínimo, a amplitude da f.e.m. senoidal fornecida, atuando no potenciômetro de amplitude. Aumente gradualmente a frequência do sinal fornecido, procurando identificar a ressonância de corte no intervalo de frequência de interesse. Prepare o osciloscópio para registrar as seguintes grandezas: frequência dos sinais (ν), valores pico–a–pico dos sinais correspondentes às diferenças de potencial na fonte e no trecho capacitor (V_0 e V_C , respectivamente).

Para tanto, consulte o manual de instrução do osciloscópio (*TEKTRONIX TDS1000B and TDS2000B series digital storage oscilloscopes*). As páginas 54–57 apresentam exemplos de configurações similares à acima descrita.

6. Diminua a frequência ν do sinal até alcançar o extremo inferior do intervalo de interesse. A partir deste ponto você deverá coletar dados para a curva de resposta do filtro. É importante cobrir esta curva de forma razoavelmente completa e bem distribuída. Para tanto, divida o intervalo de interesse (de largura $3\nu_{\text{corte}}$) em um número grande N (pelo menos 20) de pequenos intervalos de forma que os valores de frequência selecionados para medição estarão separados por passos aproximadamente iguais a $3\nu_{\text{corte}}/N$. Aumente gradualmente, a partir do extremo inferior do intervalo, a frequência do sinal e, para cada valor de frequência ν selecionado, meça e registre os valores correspondentes de ν , $\frac{\Delta t}{T}$, V_0 e V_C na tabela apropriada da folha de resultados. (Δt e T são, respectivamente, a separação temporal entre os dois sinais e o período dos mesmos, expressos na mesma unidade (ms, por exemplo) e $\frac{\Delta t}{T}$ é a separação temporal relativa entre eles). Especificamente para a medição da separação temporal Δt acima mencionada, fazendo uso do recurso CURSOR, veja o exemplo descrito na página 37 do manual do referido osciloscópio.

7. Complete a tabela da folha de resultados, calculando os valores “reduzidos” (adimensionais) de frequência, $x = \frac{\nu}{\nu_{\text{corte}}}$ da voltagem de saída $V_{\text{Cred}}(x) = \frac{V_{\text{Co}}}{V_0}$, e da diferença de fase $\alpha (= 2\pi\nu\Delta t = 2\pi\frac{\Delta t}{T})$.

8. Para cada um dos casos estudados construa um gráfico $V_{\text{Cred}}(x)$ versus x e um gráfico $\text{tg}\alpha(x)$ versus x .

9. Note que podemos escrever $\frac{V_{\text{Co}}(\omega)}{V_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\nu}{\nu_{\text{corte}}}\right)^2}}$ (onde $\omega = 2\pi\nu$), ou seja,

$V_{\text{Cred}}(x) = \frac{1}{\sqrt{1 + x^2}}$. Considere a dependência $V_{\text{Cred}}(x)$ versus x . Teste a validade desta teoria efetuando um ajuste experimental, propondo como função de ajuste

$$f(x) = \frac{A}{\sqrt{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^2}},$$

onde A e x_0 são parâmetros de ajuste. Efetue para a curva experimental um ajuste baseado nesta proposta e obtenha os valores dos parâmetros de ajuste. Ao utilizar o programa de ajuste é adequado que você proponha como valores *iniciais* dos parâmetros, seus valores teóricos, isto é, a unidade para A e x_0 .

10. Note que podemos escrever $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{v_{\text{corte}}}$, ou seja, $\operatorname{tg}[\alpha(x)] = x$. Considere a dependência $\operatorname{tg}[\alpha(x)]$ versus x . Teste a validade desta teoria efetuando um ajuste experimental, propondo como função de ajuste

$$g(x) = E + Fx,$$

onde E e F são parâmetros de ajuste. Efetue um ajuste para a curva experimental $\operatorname{tg}[\alpha(x)]$ versus x e obtenha os valores dos parâmetros de ajuste.

11. Complete a tabela “PARÂMETROS DO FILTRO RC”.

Nota: Todos os cálculos devem ser explicitados, exceto aqueles indicados nos itens 6 e 7.

FOLHA DE DADOS E RESULTADOS

Experimento: O FILTRO RC PASSA BAIXA

ELEMENTOS DE CIRCUITO

	Valor Nominal	Medida
C (μF)		
R (Ω)		

FREQUÊNCIA DE CORTE (Valor Teórico)

$$v_{\text{corte}} = (\text{_____} \pm \text{____}) \text{ kHz}$$

PARÂMETROS DO FILTRO RC (Valores Teóricos e Experimentais)

$R (\Omega)$		teoria	experimento (ajuste)
	A		
	x_0		
	E		
	F		

CURVAS DE RESPOSTA DO FILTRO RC PASSA-BAIXA

[illegible]