

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA  
EEL7013 – Laboratório de Transdutores

Aula 05 – FILTRAGEM DE SINAL

## 1 Introdução

A função de um filtro é selecionar ou excluir/atenuar determinadas frequências presentes em um sinal. Uma maneira simples de implementar um filtro é utilizar o que chamamos de componentes passivos, i.e., resistores, capacitores e/ou indutores.

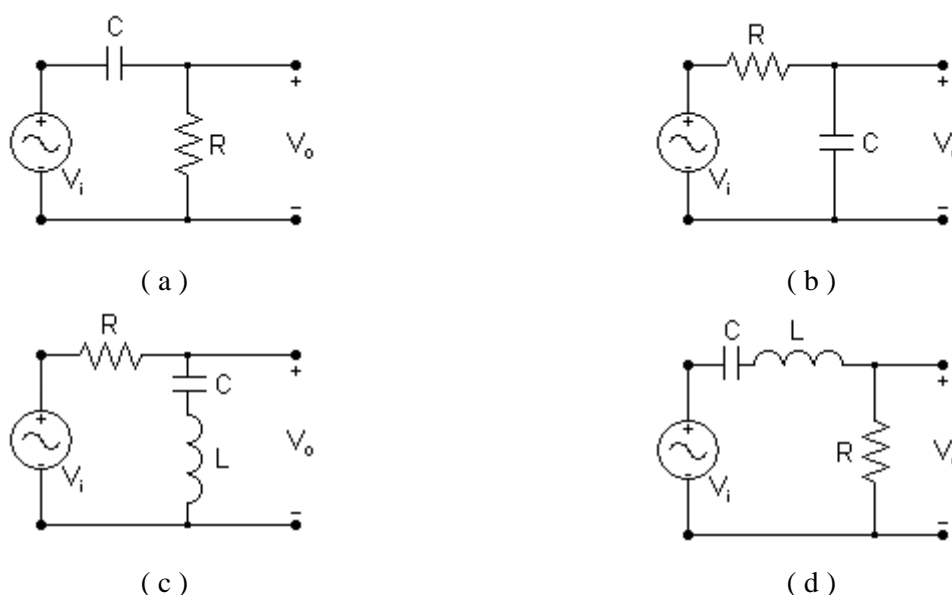


Figura 1 – Circuito dos filtros passivos (a) passa-altas, (b) passa-baixas, (c) rejeita-faixa e (d) passa-faixa.

Ao analisar a resposta de um filtro pode-se classificá-lo, basicamente, em quatro tipos principais (ilustrados na Figura 1):

- filtro passa-baixas, permite a passagem de frequências baixas, ou seja, atenua componentes do sinal superiores a uma frequência de corte determinada pelo projeto do filtro;
- filtro passa-altas, permite a passagem de frequências altas, ou seja, atenua componentes do sinal inferiores à frequência de corte;
- filtro passa-banda, permite a passagem de um determinado conjunto de frequências, ou seja, atenua componentes do sinal fora de uma faixa de frequências determinada por duas frequências de corte, e;
- filtro rejeita-banda, não permite a passagem de um determinado conjunto de frequências, ou seja, ao contrário do filtro mencionado anteriormente, as frequências canceladas são aquelas contidas dentro da largura de banda determinada por uma frequência de corte inferior e uma frequência de corte superior.

O que é a frequência de corte? A frequência de corte de um filtro é aquela frequência onde a amplitude do sinal de saída é 0,707 da amplitude do sinal de saída na banda de passagem. Para os filtros que iremos estudar, representados nas Figuras 1(a) e 1(b), a frequência de corte é aquela para a qual o sinal de saída tem amplitude igual a 0,707 vezes a amplitude do sinal de entrada ( $V_o = 0,707 \cdot V_i$ ). O valor teórico dessa frequência pode ser obtido através de equação característica do filtro que está sendo analisado.

Para facilitar o entendimento do funcionamento dos filtros podemos fazer algumas analogias. Imagine o nosso sinal (senoidal com uma única frequência) como grãos de areia com um diâmetro único. O filtro como uma peneira com uma tela que permite a passagem apenas de grãos de areia até um determinado tamanho (analogia com frequência de corte). Um exemplo simples, um filtro passa-baixa pode ser comparado a uma peneira de tela fina. Quando peneirarmos uma quantidade de sedimentos sólidos (sinal com várias frequências) apenas os grãos com pequeno diâmetro passarão pela peneira. Caso utilizemos grãos de mesmo tamanho, o diâmetro da tela na peneira (análogo à frequência de corte) permite ou não a passagem dos grãos.

Quanto aos filtros passa-altas, podemos pensar nos brinquedos de parques de diversões onde a altura dos indivíduos é a frequência do nosso sinal. Existem brinquedos que apenas indivíduos a partir de determinada altura (frequência de corte) podem entrar, em outras palavras, “passam” apenas indivíduos altos.

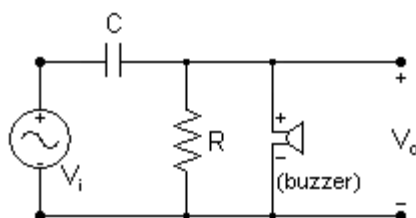
## 2 Parte experimental

Dados os circuitos de filtros passivos ilustrados abaixo e a fórmula da frequência de corte, determinar de forma ilustrativa a resposta em frequência desses filtros.

$$f_{corte} = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

### 2.1 Circuito 1 – filtro passa-alta

Monte o circuito indicado na Figura 2/ Figura 3 utilizando os componentes indicados. Analise os valores da entrada ( $V_i$ ), saída ( $V_o$ ) e o som produzido pelo *buzzer*.



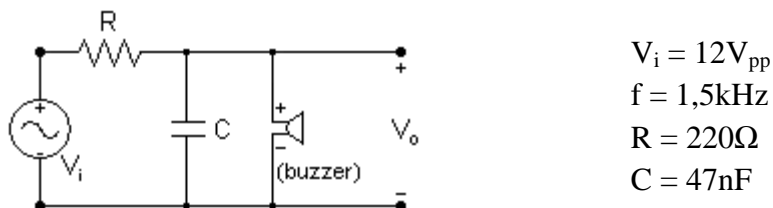
$V_i = 12V_{pp}$   
 $f = 1,5kHz$   
 $R = 3,3k\Omega$   
 $C = 680nF$

Figura 2 – Circuito do filtro passivo passa-alta.

Refaça o processo anterior alterando o valor do resistor para  $150\Omega$  e para  $33\Omega$ .

## 2.2 Circuito 2 – filtro passa-baixa

Monte o circuito indicado na Figura 3 utilizando os componentes indicados. Coloque as ponteiros do osciloscópio na entrada ( $V_i$ ) e saída ( $V_o$ ). Verifique o som produzido pelo *buzzer*.



**Figura 3 – Circuito do filtro passivo passa-baixa.**

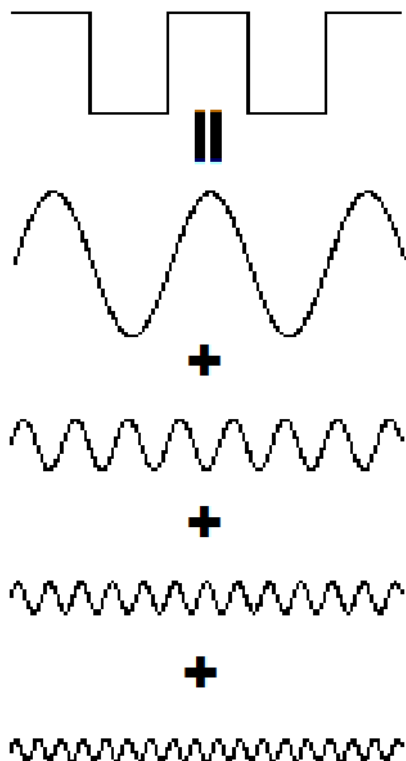
Varie a frequência do sinal e comente sobre variações no sinal de saída e no som produzido pelo *buzzer*.

Refaça o processo anterior alterando o valor do resistor para 2,2 k $\Omega$  e para 100 k $\Omega$ .

## 2.3 Filtragem de sinais

Retire o buzzer do circuito passa-baixa. Use  $R=2,2k\Omega$  e  $C=47nF$ . Altere o sinal de entrada para uma onda triangular de frequência 1kHz. Observe a forma de onda no sinal de saída. Em seguida aplique uma onda quadrada e registre os sinais de entrada ( $V_i$ ) e saída ( $V_o$ ) no gráfico 3.2.

Sabendo que todo sinal periódico pode ser escrito como uma soma ponderada de senóides, explique a forma de onda do sinal de saída.



### 3 FOLHA DE DADOS (entregar esta folha para o professor no final da aula)

Equipe: \_\_\_\_\_ Aula: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

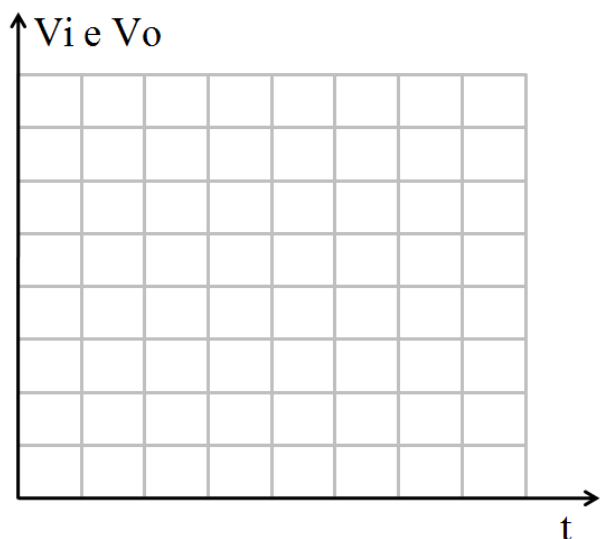
Nome: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

3.1 Preencha o quadro abaixo com os resultados obtidos com a implementação dos circuitos.

	<b>R(<math>\Omega</math>)</b>	<b>Freq. de corte</b>	<b>V<sub>o</sub>/V<sub>i</sub> @1,5kHz</b>	<b>Comentários sobre som e sinal de saída</b>
circuito 1	3,3k			
	150			
	33			
circuito 2	220			
	2,2k			
	100k			

3.2 Esboce os sinais de entrada e saída. Explique com suas palavras as diferenças entre estes sinais.

[illegible]