



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

FSC5194 - FÍSICA IV

PROF. NATALIA VALE ASARI

---

## FILTROS PASSIVOS (RLC)

---

Rômulo Cenci

Florianópolis, Santa Catarina – Brasil

2 de outubro de 2016

# 1 Introdução

Filtros são circuitos amplamente utilizados na eletrônica, seja para eliminar ruídos, ou simplesmente classificar sinais. Esses filtros utilizam a característica da reatância dos capacitores e indutores para atenuar a corrente para determinadas frequências. Os filtros eletrônicos podem ser classificados em duas categorias:

- Filtros passivos: constituídos apenas por elementos passivos como resistores, indutores e capacitores;
- Filtros ativos: aqueles que possuem elementos ativos como transistores, válvulas ou amplificadores.

O presente trabalho irá abordar apenas os filtros passivos, tendo em vista o aprendizado e familiarização com os componentes passivos (indutor, capacitor e resistor), e suas características em circuitos analógicos e com corrente senoidal. Além da classificação dada anteriormente, os filtros podem ser categorizados conforme as frequências não atenuadas, nesse caso eles podem ser:

- Filtros Passa-baixas;
- Filtros Passa-alta;
- Filtros Passa-faixa;
- Filtros Rejeita-faixa.

Nesse trabalho, todas essas categorias serão estudadas e descritas, porém apenas as duas primeiras serão testadas, visto que as demais podem ser entendidas como união das demais.

## 2 Teoria

Como visto anteriormente, os filtros são circuitos capazes de condicionar a amplitude de corrente elétrica para alguns valores de frequência. Para isso, eles utilizam a característica da reatância dos elementos passivos, que iremos apresentar agora.

- **Reatância Indutiva:** Pelo fato de um indutor guardar energia do circuito no campo magnético, e portanto sempre se opor a mudanças do valor da corrente, ele tende a se tornar mais reativo à medida em que essa amplitude varia mais rapidamente, ou seja, para altas frequências. Esse comportamento do indutor pode ser descrito pela seguinte fórmula:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad (2.1)$$

Como a frequência é proporcional à reatância, isso significa que para baixas frequências, o indutor terá baixa reatância e permitirá com mais facilidade a passagem de corrente, enquanto para altas frequências o sinal enfrentará mais resistência, podendo até nem ser capaz de atravessar o indutor.

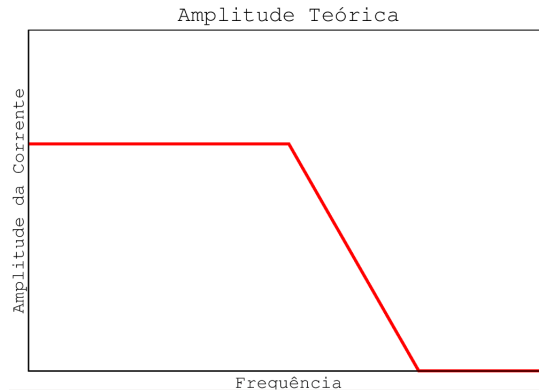
- **Reatância Capacitiva:** Assim como no indutor, o capacitor tem essa propriedade de guardar parte da energia do circuito, mas dessa vez no campo elétrico. E isso faz com que o capacitor possa ser carregado. Porém, quanto mais carga ele guarda no campo elétrico, maior é a diferença de potencial entre seus terminais, fazendo com que o mesmo vire um circuito aberto quando completamente carregado. Porém, quando se trata de frequências em um capacitor, nota-se que se a frequência é grande o capacitor pode carregar várias vezes, com polaridades alternadas, permitindo a passagem da corrente mais facilmente, enquanto para baixas frequências o capacitor ganha mais carga, sendo mais difícil para a corrente conseguir atravessá-lo. A reatância capacitiva pode ser descrita pela fórmula:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \quad (2.2)$$

Conhecendo essas propriedades dos elementos passivos, podemos agora entender como funciona o circuito dos filtros passivos.

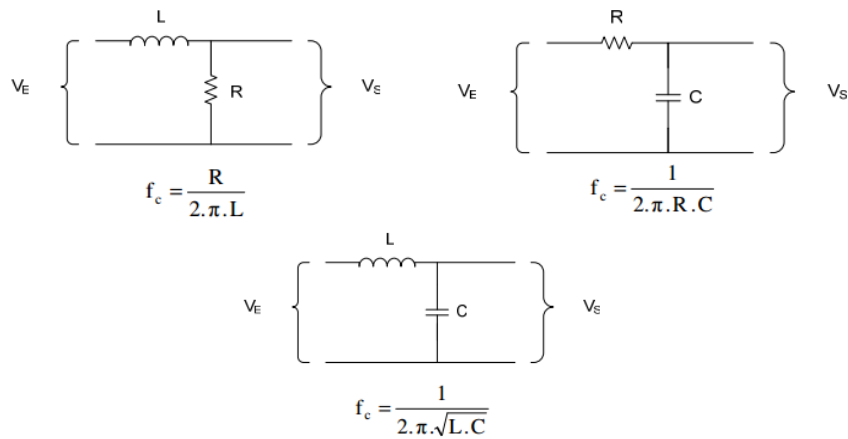
- Passa-baixa: Esse filtro tem a função de selecionar apenas as frequências mais baixas de entrada, atenuando todos os valores de frequência maiores que determinada frequência de corte.

Figura 1 – Gráfico da corrente pela frequência em um passa-baixa.



Um circuito passa-baixa pode ser feito de três maneiras diferentes, todos os circuitos da Figura 2 representam um passa-baixa.

Figura 2 – Esquemas elétricos de filtros passa-baixa.

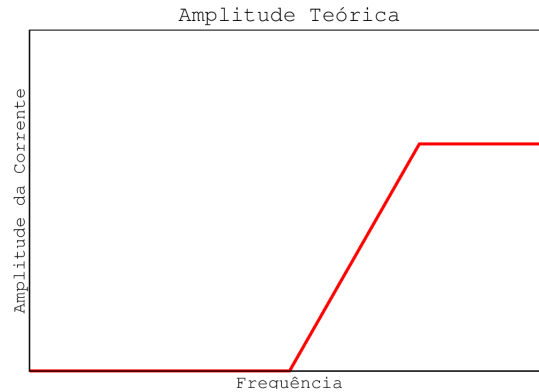


Fonte: Referência 1

As frequências de corte, mostradas abaixo de cada esquema, podem ser encontradas simplesmente igualando as reatâncias e resistências utilizadas nos filtros, sendo essa a configuração de ressonância do circuito.

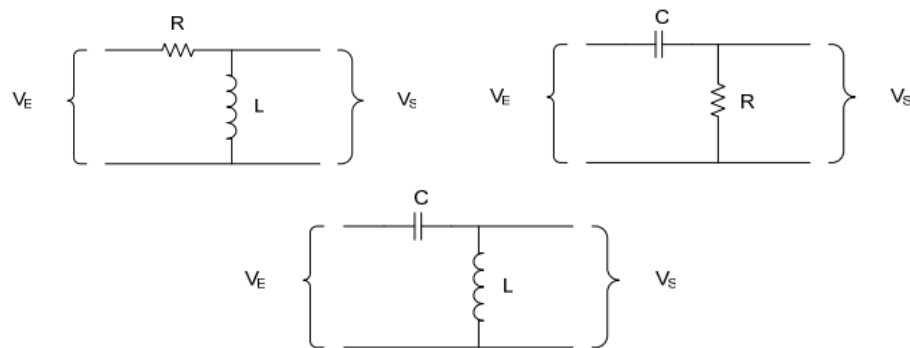
- Passa-alta: De forma contrária ao filtro passa-baixa, esse filtro atenua todas as frequências menores que a frequência de corte, e deixa passar apenas as frequências altas com amplitude constante.

Figura 3 – Gráfico da corrente pela frequência em um passa-alta.



O filtro passa-alta passivo pode também ser feito de três maneiras diferentes. E além disso, são parecidos com os filtros passa-baixa de mesmos componentes, porém com os componentes trocados de lugar.

Figura 4 – Esquemas elétricos de filtros passa-alta.

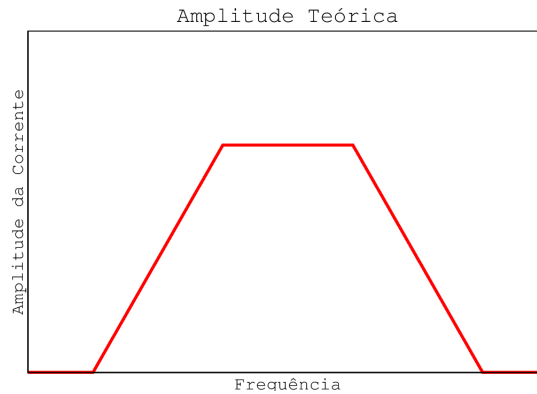


Fonte: Referência 1

A frequência de corte é a mesma dos circuitos equivalentes (com mesmos componentes).

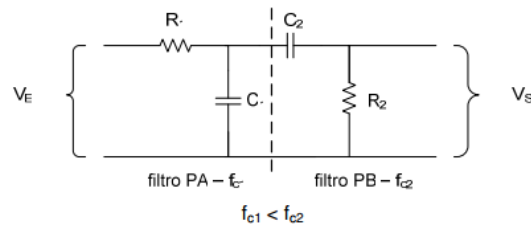
- Passa-faixa: Um circuito passa-faixa tem a função de deixar passar apenas certa faixa de frequências, proibindo as frequências mais altas e mais baixas do que a região de frequências permitidas.

Figura 5 – Gráfico da corrente pela frequência em um passa-faixa.



Pode-se notar que um passa-faixa é como uma união de um circuito passa-alta com um passa-baixa, onde o passa-baixa tem frequência de corte maior que a frequência de corte do primeiro, portanto:

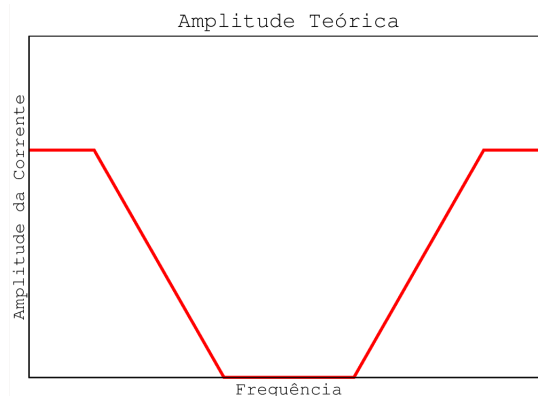
Figura 6 – Esquema elétrico de um filtro passa-faixa.



Fonte: Referência 1

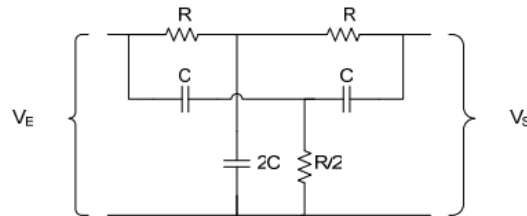
- Rejeita-faixa: De modo contrário a um filtro passa-faixa, um rejeita-faixa funciona atenuando a corrente para uma determinada faixa de frequências.

Figura 7 – Gráfico da corrente pela frequência em um rejeita-faixa.



E do mesmo modo que um passa-faixa, um rejeita-faixa pode ser visto como uma união de passa-alta com passa-baixa, porém aqui deve-se tomar cuidado. A ligação entre os dois filtros deve ser paralelo, já que a frequência de corte do passa-alta que deve ser maior.

Figura 8 – Esquema elétrico de um filtro rejeita-faixa.



Fonte: Referência 1

## 3 Hardware

- Protoboard: Placa para montagem de protótipos de circuitos elétricos;
- 2 Pontas de Cabos P2: Pontas de áudio, normalmente encontradas em caixas de som ou fones de ouvido;
- Capacitor de cerâmica de 100 nF;
- Resistor de 10 k $\Omega$ ;
- Capacitor de cerâmica de 1 nF;
- Resistor de 47 k $\Omega$ .



## 4 Software

Os softwares utilizados nesse trabalho foram:

### - Para Linux:

- Python2: Interpretador da linguagem computacional Python. Link para download e instruções de instalação: <<https://www.python.org/downloads/>>. (Outros interpretadores python também podem ser usados).
- SoX - Sound Exchange: Gerador de frequências de som para o computador. Para demais instruções sobre como instalar e download do programa, acesse <<http://sox.sourceforge.net/>>.
- FreqSeletor.py: Programado em python. Utiliza o programa SoX para manipular valores da frequência de saída do som. Pode ser executado através de qualquer interpretador python.
- Xoscope: Um simulador de osciloscópio para computador. Pode ser facilmente baixado através do terminal com o comando “sudo apt-get install xoscope”, ou o arquivo pode ser baixado através do link: <<http://xoscope.sourceforge.net/>> e executado posteriormente.

### - Para Windows:

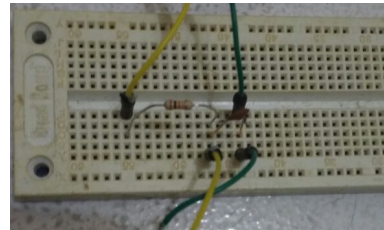
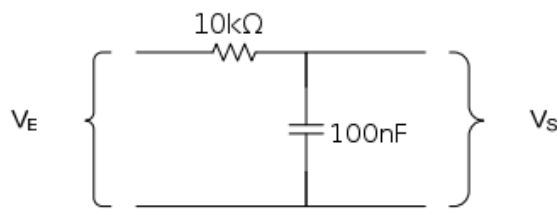
- Soundcard Oscilloscope: Um simulador de osciloscópio, conta também com um gerador de sinal. Uma versão de testes pode ser baixada em: <[https://www.zeitnitz.eu/scope\\_en](https://www.zeitnitz.eu/scope_en)>

## 5 Procedimento Experimental

Nessa parte do trabalho, será instruído ao leitor como montar e testar um filtro passa-baixa e um passa-alta compostos por resistores e capacitores, já que são componentes mais fáceis de serem encontrados para comprar. Inicialmente será explicado como fazer um passa-baixa e posteriormente como fazer o passa-alta.

- Passa-baixa: Primeiramente, conectam-se os componentes na protoboard segundo o esquema abaixo, caso precisar pode-se seguir a foto ao lado, que mostra o circuito já montado.

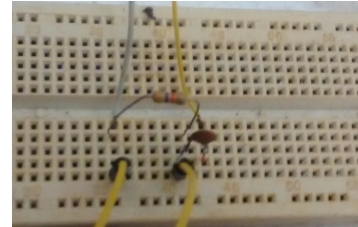
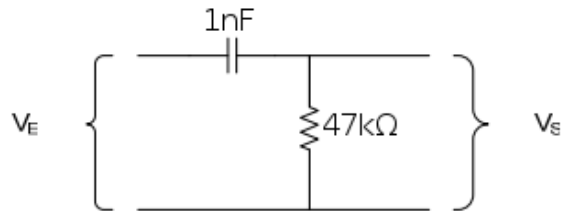
Figura 9 – Passa-baixa.



Então conectam-se os dois fios do cabo p2 da saída de som, um em cada uma das extremidades do circuito formado pelo resistor de  $10k\Omega$  e o capacitor de  $100nF$ , essa será a entrada do filtro, e os dois fios do cabo p2 de entrada no computador serão ligados um em cada terminal do capacitor, sendo essa a saída do filtro. Após essa montagem, basta ligar a entrada e a saída p2 no computador, executar o Xoscope e o FreqSeletor.py (instruções de como abrir os programas e mais comandos podem ser encontradas na seção Softwares Utilizados), então variando a frequência, pode-se perceber a variação da amplitude da corrente. No caso de utilizar o Soundcard Scope, basta abrir o programa, ir até a janela do gerador de sinais e configurar o mesmo para a frequência desejada.

- Passa-alta: a montagem do circuito passa-alta é muito parecida com a montagem do filtro anterior, a única diferença se dá na hora de ligar a entrada p2, já que a saída do filtro é agora no resistor, agora com o valor de  $47k\Omega$  e não mais no capacitor, com o valor de  $1nF$ , como mostra o circuito abaixo.

Figura 10 – Passa-baixa.



## 6 Conclusões

Depois de todo o procedimento seguido nesse trabalho, é possível observar e classificar o efeito dos filtros e a resposta de cada um deles a um sinal de entrada. Além de observar um exemplo prático do uso de capacitores, indutores e resistores, pode-se presenciar a realização de um efeito interessante e bastante utilizado na eletrônica.

Pelo fato de ser um projeto relativamente simples, porém bastante instrutivo, realmente valeu a pena fazê-lo, principalmente para testar o conhecimento, desenvolvido previamente na teoria explicada na matéria de Física IV. Como a teoria sobre esse assunto não chama muito a atenção dos alunos, fazer uma experiência dessas instiga o espírito investigativo e mostra que para se testar a ciência não são necessários muitos artifícios, basta ter uma ideia e experimentar. Lembrando sempre que é extremamente necessário possuir o acompanhamento de uma base teórica, mesmo que essa seja inicialmente fraca, pois, ao longo do experimento e do teste prático, se desenvolve o conhecimento até mais aprofundado que apenas teoria.

# Referências

- [1] SILVA, L. M. C. *Filtros Passivos*. 2007. Disponível em: <[http://www.cp.utfpr.edu.br/chiesse/Eletronica/Filtros\\_passivos.pdf](http://www.cp.utfpr.edu.br/chiesse/Eletronica/Filtros_passivos.pdf)>. Acesso em 10 de Setembro de 2016.
- [2] SILVA, C. *Amplificadores operacionais como filtros*. 2007. Disponível em: <<http://www.clubedaeletronica.com.br/Eletronica/PDF/Amp-OP%20IV%20-%20filtros.pdf>>. Acesso em 10 de Setembro de 2016.
- [3] ESPERANÇA, C. G. *Resposta em Frequência – Filtros Passivos*. 2004. Disponível em: <<http://intranet.ctism.ufsm.br/gsec/Apostilas/filtropassivo.pdf>>. Acesso em 10 de Setembro de 2016.