



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



David Maykon Krepsky Silva
Havena Louise Pavão

Título do Experimento

Data de realização do experimento:
12 de maio de 2016
Série/Turma:
1000/1011
Prof. Me. Jaime Laelson Jacob

7 de junho de 2016

Resumo

Neste trabalho foi realizado o estudo de filtros passivos compostos indutores e capacitores (filtros LC) de forma a analisar a resposta em frequência para filtro passa baixas (FPB), filtro passa alta (FPA) e filtro passa faixa (FPF). A metodologia utilizada consiste em realizar o projeto do filtro normalizado, transformar para o tipo de filtro requerido e simular o circuito no software Orcad. Durante o laboratório foi possível observar as diferentes respostas em frequência para cada tipo de filtro estudado. Também foi visualizado a melhora no fator Q de filtros em cascata em relação a um único filtro de ordem mais alta.

Sumário

Resumo	1
1 Introdução	3
2 Teoria	4
2.1 Filtros Passivos	4
2.2 Frequência de Corte e Largura de Banda	5
3 Metodologia Experimental	6
3.1 FPB	6
3.2 FPA	6
3.3 FPF em cascata	6
3.4 FPF	6
4 Resultados e Análise de Dados	7
5 Discussão e Conclusão	8
Referências	8

1 Introdução

O experimento tem como objetivo desenvolver o conhecimento dos alunos sobre filtros passivos, em específico, filtros do tipo LC. Tais filtros são fundamentais para a área de engenharia elétrica sendo amplamente utilizados nos campos de telecomunicações, instrumentação, controle e etc.

2 Teoria

2.1 Filtros Passivos

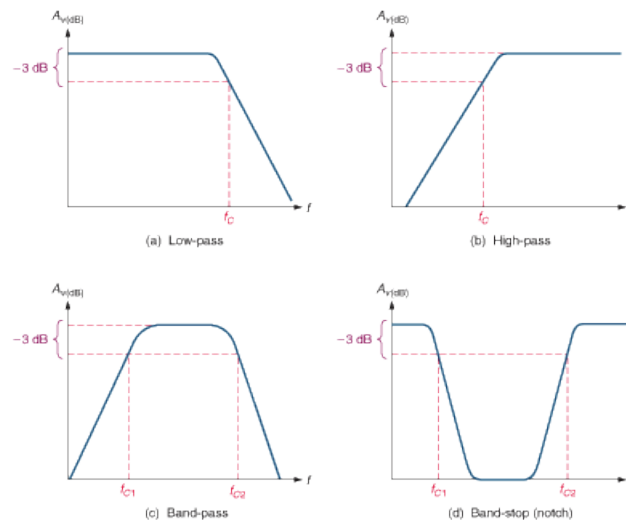
Filtros passivos são circuitos que removem uma porção indesejada do sinal sem inserir energia no mesmo. São compostos por resistores, capacitores e indutores que utilizam as propriedades de armazenamento de energia (em forma de campo elétrico nos capacitores e campo magnético nos indutores) para alterar a amplitude do sinal de acordo com a frequência. Os filtros ativos diferem dos passivos pois possuem eletrônica de modo a amplificar (aumentar a energia) do sinal, porém, para frequências muito altas o uso de filtros ativos se torna inviável, dado a grande quantidade de capacitância parasita nos dispositivos semi-condutores.

Os filtros passivos são classificados de acordo com a faixa de frequências a qual o filtro atenua, sendo elas:

- **Passa-Baixas (FPB)** o qual permite a passagem das frequências abaixo de f_c (frequência de corte);
- **Passa-Altas (FPA)** o qual permite a passagem das frequências acima de f_c ;
- **Passa-Faixa (FPF)** que atenua frequências abaixo de f_1 e frequências acima de f_2 ;
- **Rejeita-Faixa (FRF)** que permite a passagem de frequências entre f_1 e f_2 .

A figura 1 mostra os tipos de resposta em frequência para os filtros citados.

Figura 1: Resposta em frequência para filtros FPA, FPB, FPF e FRF



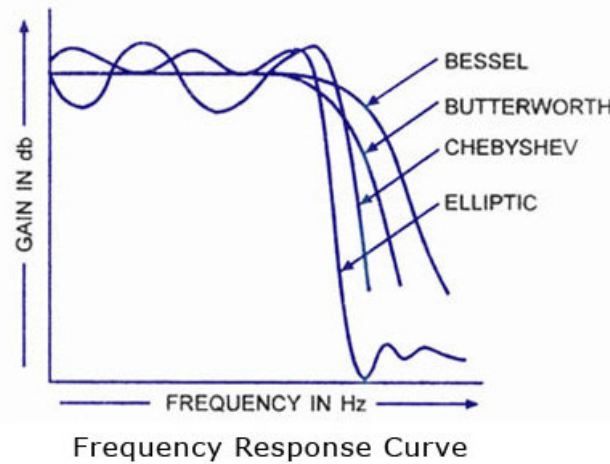
Fonte: www.dreamitdesignitbuildit.wordpress.com.

Uma segunda classificação para os filtros é relacionada ao *ripple* e a defasagem da resposta em frequência. Os tipos mais comuns empregados na prática são:

- **Butterworth**;
- **Chebyshev (tipo I ou II)**;
- **Bessel**.

A figura 2 mostra as características da resposta em frequência para os filtros citados acima.

Figura 2: Características dos filtros Butterworth, Chebyshev, Bessel e Elíptico



Fonte: <http://www.circuitstoday.com>

2.2 Frequência de Corte e Largura de Banda

A frequência de corte (f_c) é a frequência para qual o filtro apresentará uma atenuação de 3dB e é o parâmetro fundamental para o projeto de filtros. Outro parâmetro importante para os filtros do tipo passa-faixa e rejeita-faixa é a largura da banda de passagem, a qual é composta por uma frequência de corte inferior (denominada f_1) e uma superior (f_2).

3 Metodologia Experimental

3.1 FPB

Projetar um FPB com resposta Butterworth de 3a. ordem utilizando apenas um indutor, terminações como no caso anterior, isto é, $R_S = 50\Omega$ e $R_L = 470\Omega$ e $f_c = 5,4 \text{ kHz}$. Implemente e caracterize a resposta em frequência do filtro passivo, determinando experimentalmente os parâmetros que caracterizam o filtro FPB:

- frequência de corte;
- atenuação fora da faixa de passagem (dB/década);
- atenuação na faixa de passagem;
- defasagem ao longo de toda a faixa de frequências (de passagem e rejeição).

3.2 FPA

Refaça o item anterior para um FPA com resposta Butterworth de 3a. ordem utilizando apenas um indutor, terminações $R_S = 470\Omega$ e $R_L = 50\Omega$ e $f_c = 4,6 \text{ kHz}$. Implemente e caracterize a resposta em frequência do filtro passivo, anotando os parâmetros que caracterizam o filtro FPA.

3.3 FPF Cascata

Conecte os dois filtros em série (cascata) observando as impedâncias e meça a resposta em frequência do conjunto. Qual a função de transferência correspondente? Quais a(s) nova(s) frequência(s) de corte.

3.4 FPF

Projete um filtro Butterworth com a função de transferência resultante da associação dos filtros do item anterior a partir dos valores tabelados para os elementos LC de protótipo.

- implemente novamente o filtro, agora utilizando os elementos de projeto do item 4.
- compare a resposta em frequência (módulo) com a obtida no item 3a.

4 Resultados e Análise de Dados

Os dados experimentais obtidos devem ser apresentados nesta parte, procurando colocá-los em tabelas, com legenda, título etc. Deixe claro todas as etapas seguidas durante a análise dos dados. Não há necessidade de apresentar os cálculos explicitamente. Entretanto, o leitor deve ser capaz de repeti-los com as indicações do texto. Apresente claramente os resultados em tabelas, gráficos etc. Evite deixar os resultados espalhados no meio dos cálculos. Dê uma atenção bastante especial para as estimativas de erro nos valores obtidos (procure durante a realização da experiência verificar cuidadosamente as fontes de erro que afetam as medidas).

5 Discussão e Conclusão

Conclui-se que o calculo para o projeto de filtros passivos possui fundamento, pois a resposta obtida na simulação é bastante próxima da resposta desejada. Observou-se também que pode-se utilizar de vários filtros em cascata para obter uma determinada resposta em frequência. Isso ajuda a reduzir a ordem do filtro, tornando-os mais baratos e a melhorar o fator de qualidade (Q) do filtro. Sendo assim, vimos nesse laboratório conceitos fundamentais para o engenheiro eletricista, de modo a firmar os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas.

Referências

- [1] MALVINO, A. P. ELETRÔNICA. 4ª EDIÇÃO. VOLUME 1. MAKRON BOOKS.
- [2] SEDRA, A. S. SMITH, K. C. MICROELETRÔNICA. 4ª EDIÇÃO. MAKRON BOOKS.
- [3] ABRÃO, T. CIRCUITOS DE COMUNICAÇÃO. 2002