

Instituto Federal de Santa Catarina
Curso Técnico em Telecomunicações
PRT- Princípios de Telecomunicações

Filtragem Analógica

Profa. Deise Monquelate Arndt

São José, abril de 2016

FILTRO

- Em uma definição simples, o filtro é um circuito que apresenta um comportamento típico em função da frequência do sinal aplicado a ele;
- Permite a passagem de sinais em determinadas frequências enquanto atenua sinais em outras frequências;

Classificação dos Filtros

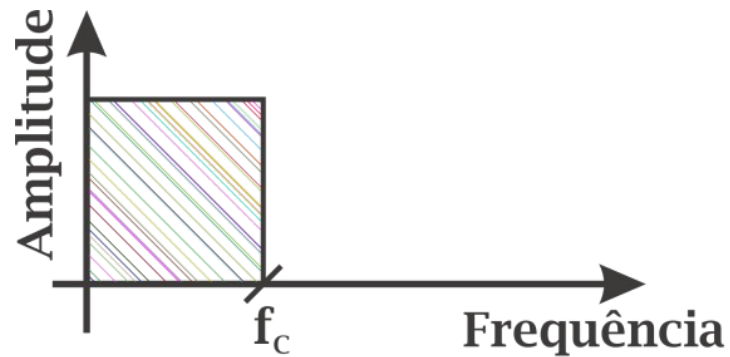
- Os filtros são classificados:

1. Quanto à tecnologia:

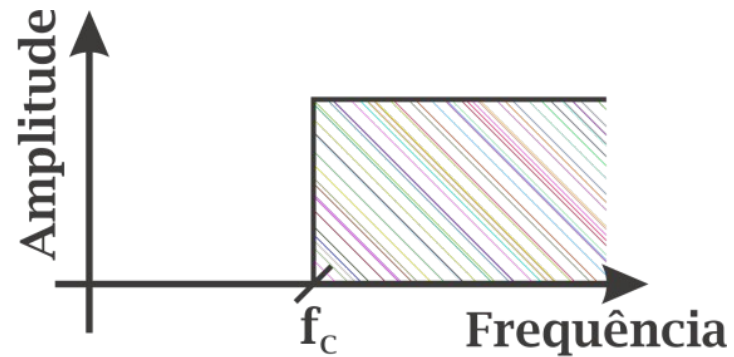
- Passivos → Filtros construídos apenas com elementos passivos dos circuitos (resistores, capacitores e indutores). Seus elementos não produzem energia;
- Ativos → Filtros que empregam em sua construção algum elementos passivos associados a algum elemento ativo, ou seja, que atue como fonte de energia. (transistores, amplificadores operacionais);
- Digitais – Filtros que utilizam tecnologia digital em sua construção. Estes filtros são implementados através de programação em dispositivos programáveis.

2. Quanto ao tipo de resposta:

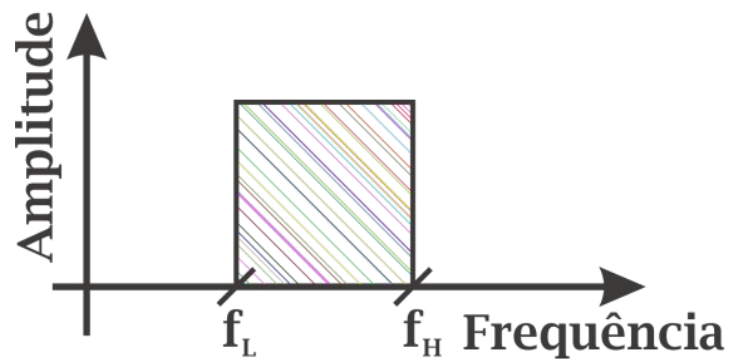
2.1 Resposta ideal dos filtros quanto ao ganho de amplitude (Ganho Linear)



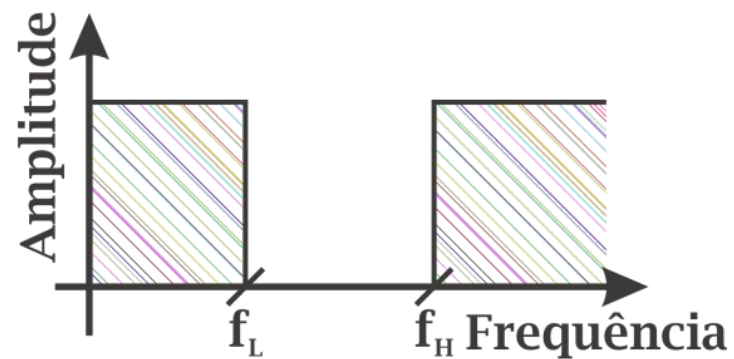
(a) Filtro Passa-Baixas (LPF)



(b) Filtro Passa-Altas (HPF)

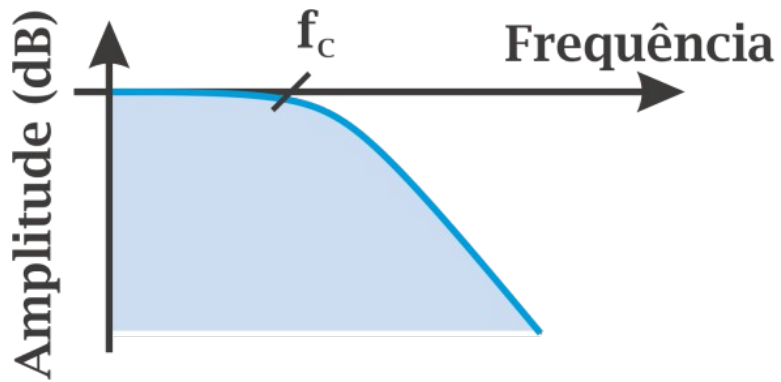


(c) Filtro Passa-Banda (BPF)

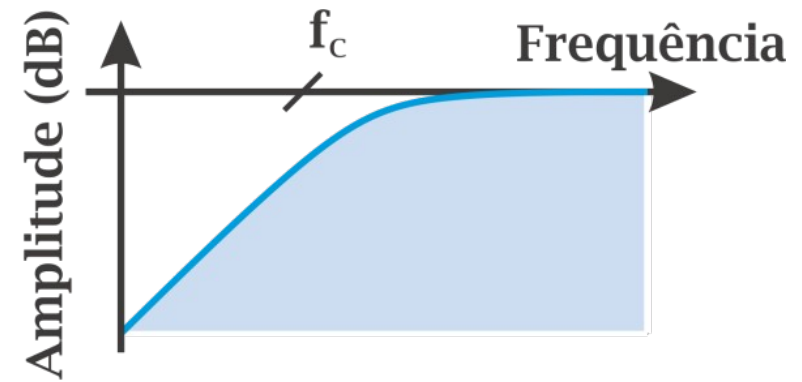


(d) Filtro Rejeita-Banda (BSF)

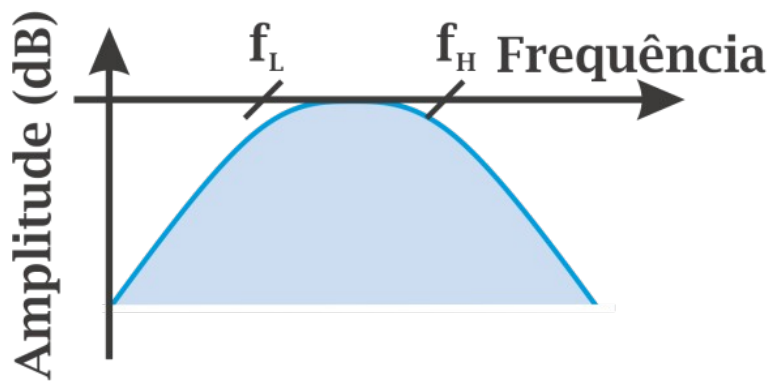
2.1 Resposta Real dos filtros quanto ao ganho de amplitude (Ganho em dB)



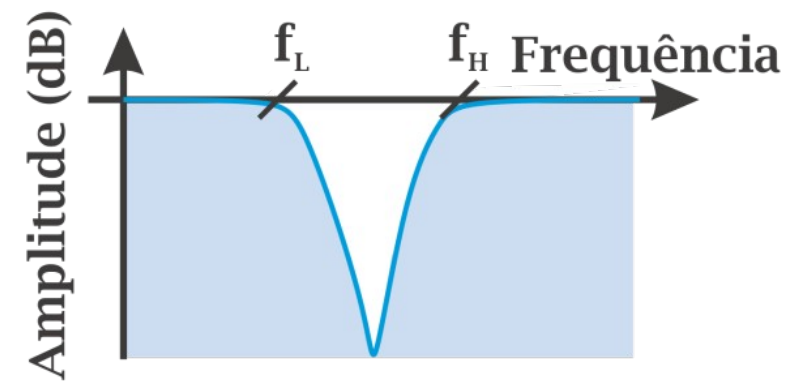
(a) Filtro Passa-Baixas (LPF)



(b) Filtro Passa-Altas (HPF)



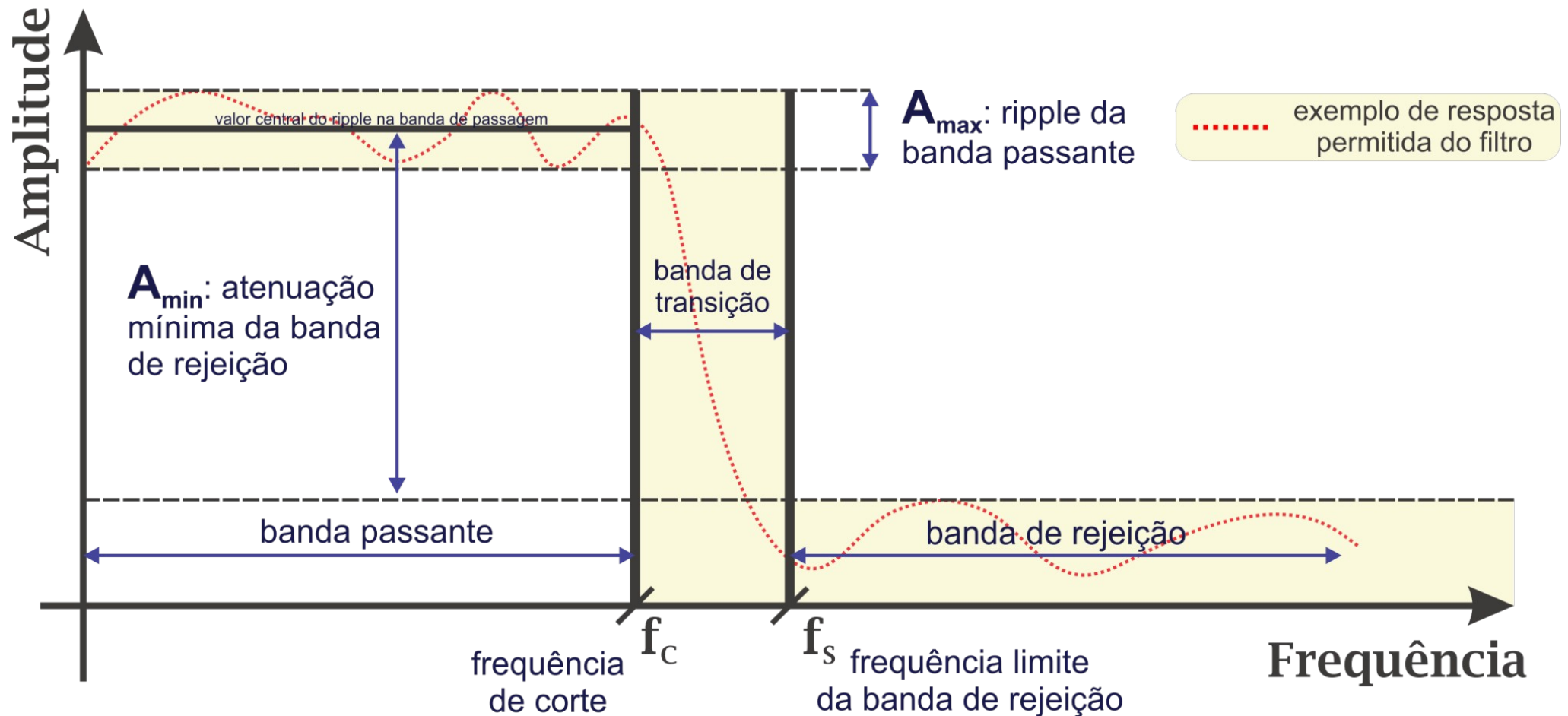
(c) Filtro Passa-Banda (BPF)



(d) Filtro Rejeita-Banda (BSF)

GABARITO DE UM FILTRO

Gabarito de amplitude da função de transferência de um filtro

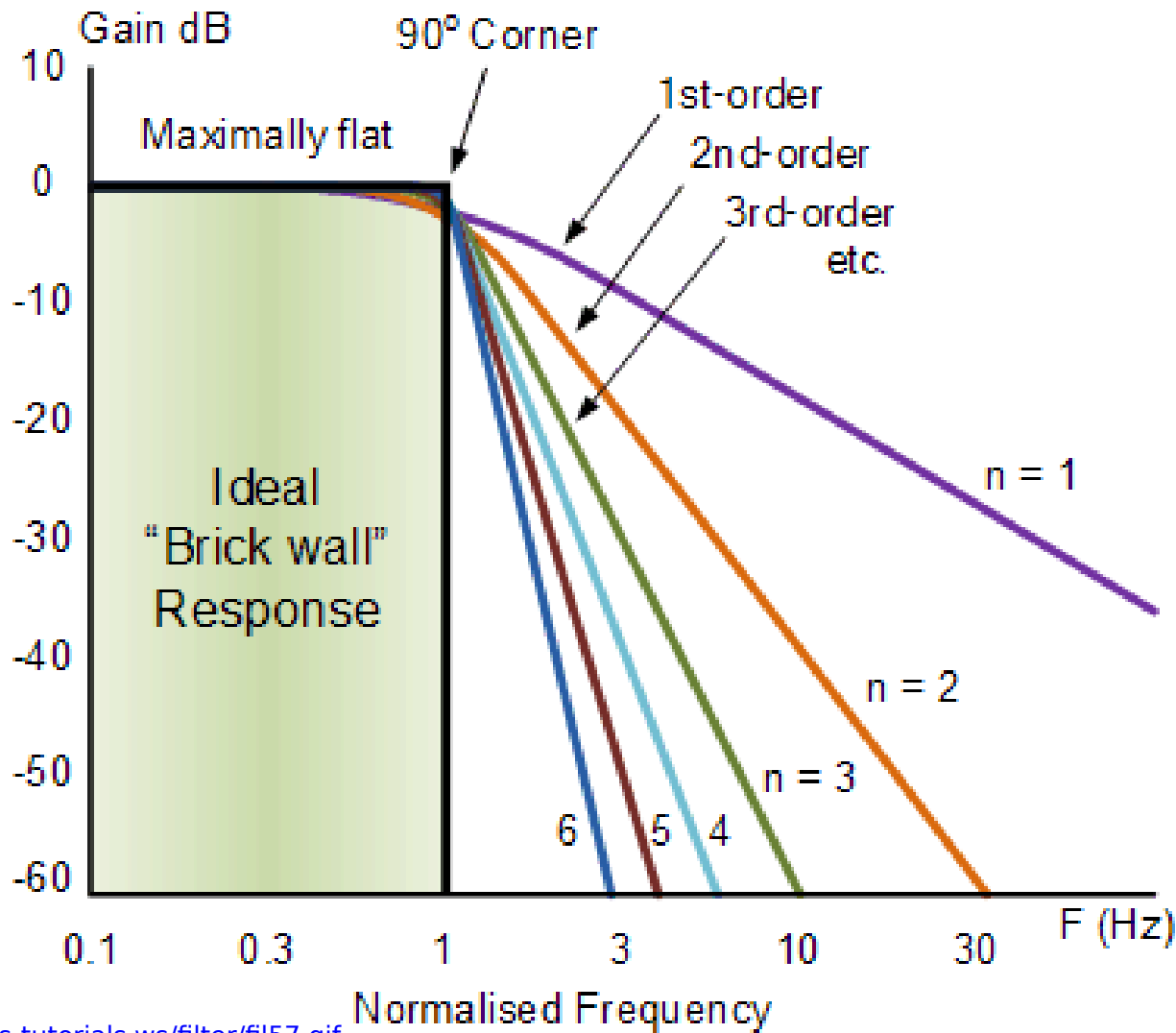


ORDEN E SÍNTESE DE UM FILTRO

- Os Filtros possuem ordem e síntese:
 - A ordem do filtro determina sua taxa de ganho ou atenuação em função da frequência. Quanto maior a ordem, maior a complexidade do filtro;
 - A síntese buscar aproximar a resposta dos filtros reais a dos filtros ideais. Existem vários tipos de métodos de síntese de filtros analógicos;

Order de Filtro (n)

- Exemplo filtro *butterworth*:



Frequência de corte FPB e FPA

- Para os filtros passivos de ordem 1 (RL ou RC) a frequência de corte (ω_c ou f_c) é dada pelo inverso da constante de tempo do circuito τ

$$\omega_c = \frac{1}{\tau} \text{ (Radianos)} \quad f_c = \frac{1}{2\pi\tau} \text{ (Hertz)}$$

Onde:

$$\tau_{RL} = \frac{L}{R}$$

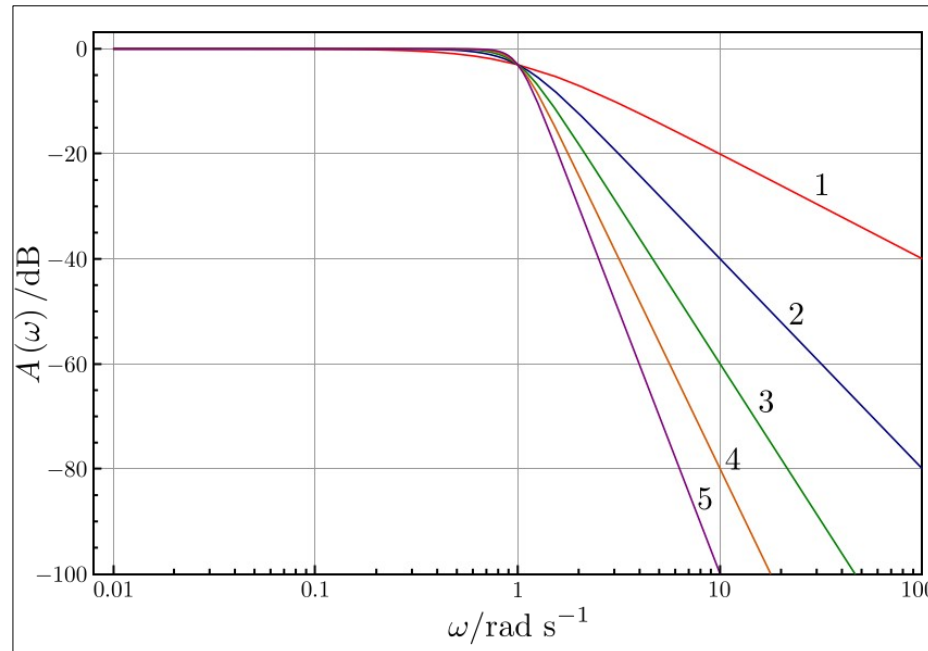
$$\tau_{RC} = RC$$

TIPOS DE SÍNTESE DE FILTROS ANALÓGICOS

- Algumas das sínteses para filtros analógicos são:
 - Filtros Butterworth
 - Filtros Chebyshev
 - Filtros Elípticos (Cauer)
 - Filtros de Bessel

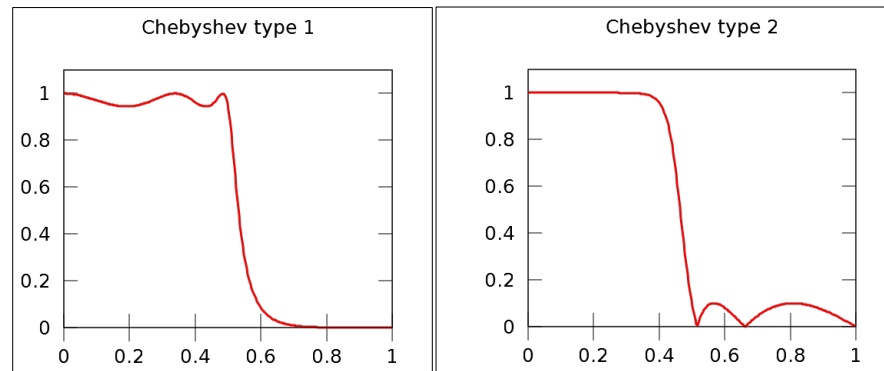
Filtro Butterworth

- Principais características:
 - Resposta maximamente plana na banda de passagem.
 - Lento (banda de transição)



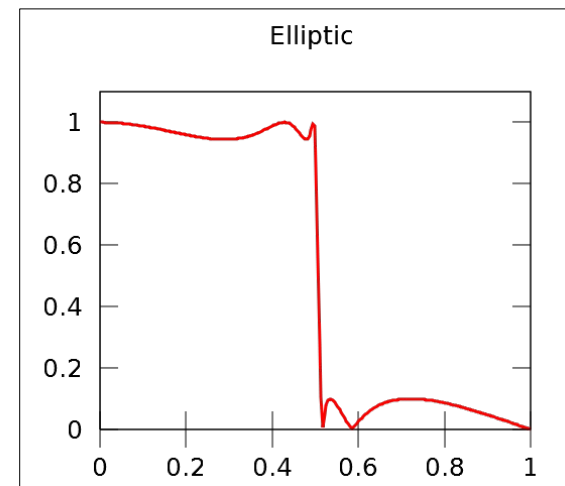
Filtro Chebyshev

- Principais características:
 - Decaimento mais rápido que o Butterworth na banda de transição
 - Apresenta ondulações uniformes na banda de passagem (tipo 1) ou na banda de transição (tipo 2)
- Exemplo da função de transferência



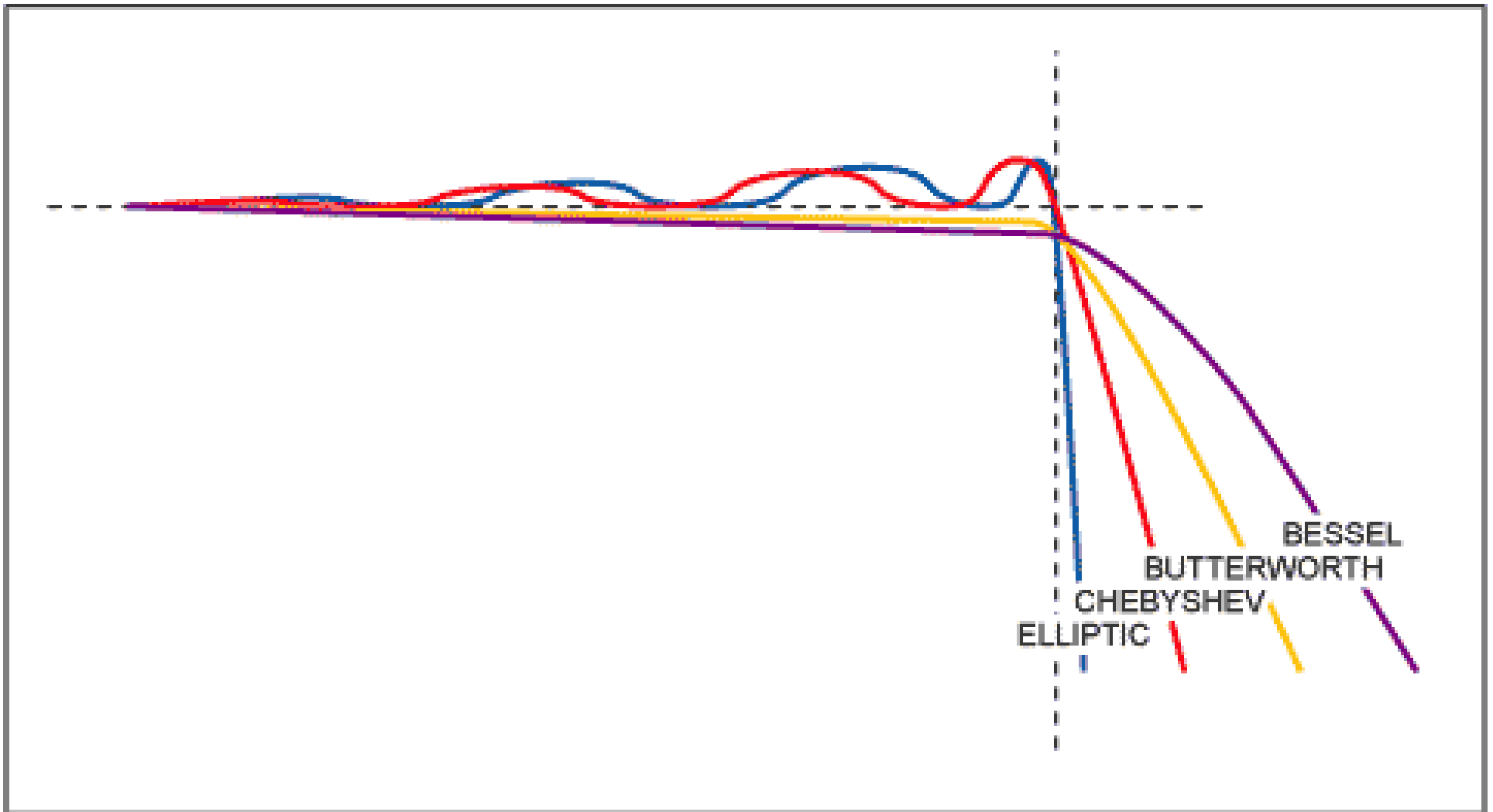
Filtro Elíptico (Cauer)

- Principais características:
 - Possui ripple ajustável tanto na banda de passagem quanto na banda de rejeição;
 - Maior taxa de decaimento (quando comparado aos demais filtros na mesma ordem)
- Exemplo da função de transferência



Filtro Bessel

- Principais características:
 - A fase da função transferência é maximamente plana, preservando o formato dos sinais a serem filtrados na banda passante;
 - Todas as frequências na banda passante sofre o mesmo atraso;
 - Possui resposta lenta de ganho/atenuação



Bibliografia

- Principios de Sistemas de Telecomunicações – Prof. Dr. Marcos Moecke, 2006, CEFET/SC – Disponível em:
[http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/1/1d/Apostila_de_PRT_2014-1_\(Material_Professores_Saul-Moecke\).pdf](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/1/1d/Apostila_de_PRT_2014-1_(Material_Professores_Saul-Moecke).pdf)
- Resposta em frequência Filtros passivos – Prof. Fernando Luiz Rosa Mussoi – Edição 2.0/2004, CEFET/SC
- Material Prof. Bruno Fontana da Silva, São José, 2014.