



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*

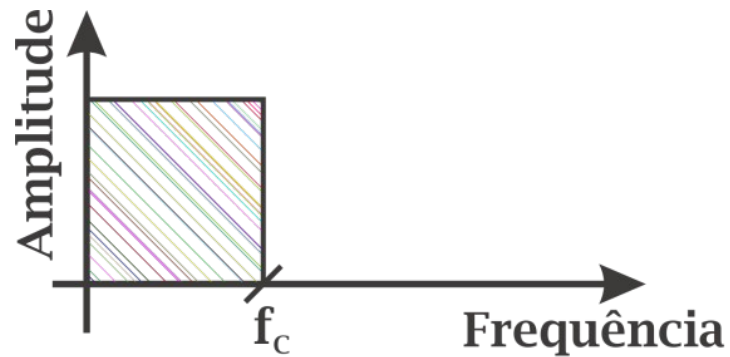
- Os filtros são classificados:

1. Quanto à tecnologia:

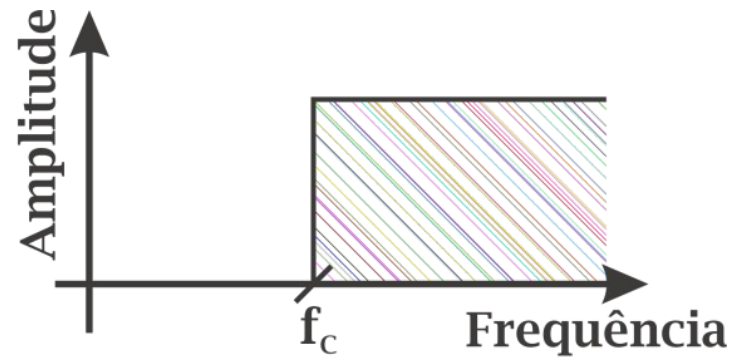
- Passivos → Filtros construídos apenas com elementos passivos dos circuitos (resistores, capacitores e indutores). Seus elementos não produzem energia;
- Ativos → Filtros que empregam em sua construção algum elementos passivos associados a algum elemento ativo, ou seja, que atue como fonte de energia. (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:

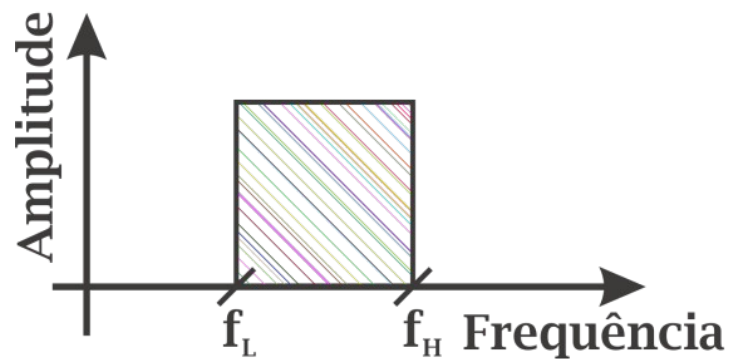
### 2.1 Resposta ideal dos filtros quanto ao ganho de amplitude (Ganho Linear)



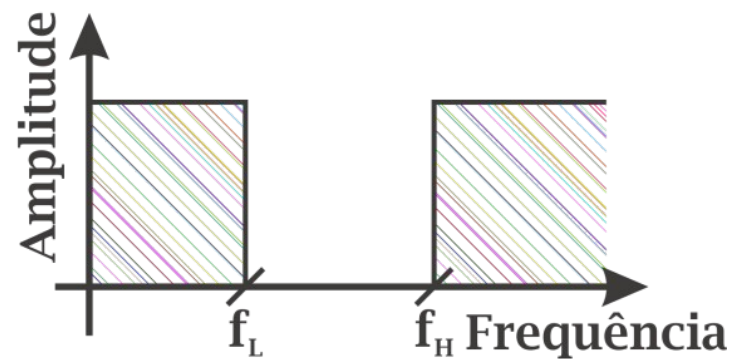
(a) Filtro Passa-Baixas (LPF)



(b) Filtro Passa-Altas (HPF)

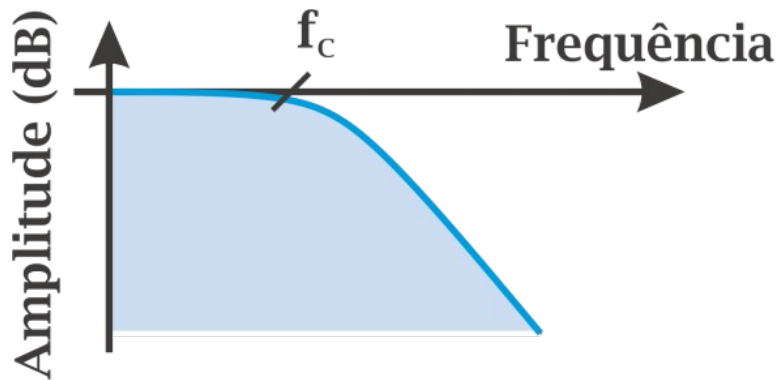


(c) Filtro Passa-Banda (BPF)

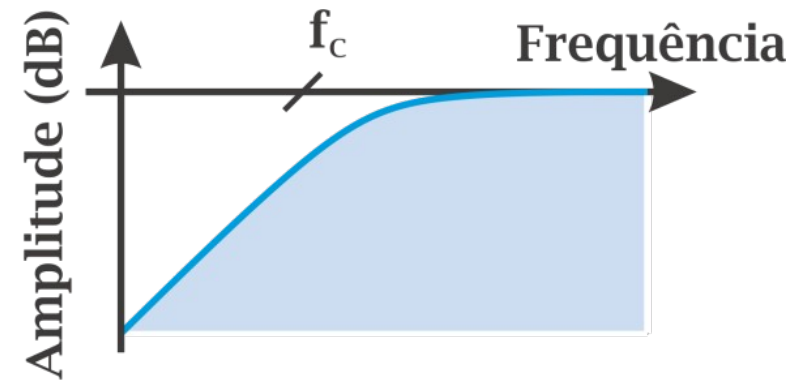


(d) Filtro Rejeita-Banda (BSF)

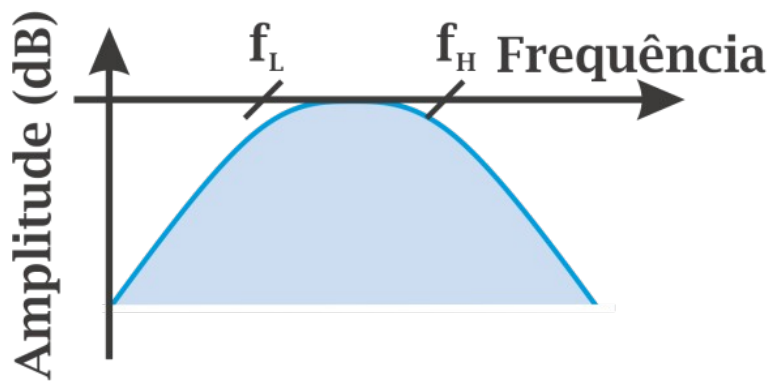
## 2.1 Resposta Real dos filtros quanto ao ganho de amplitude (Ganho em dB)



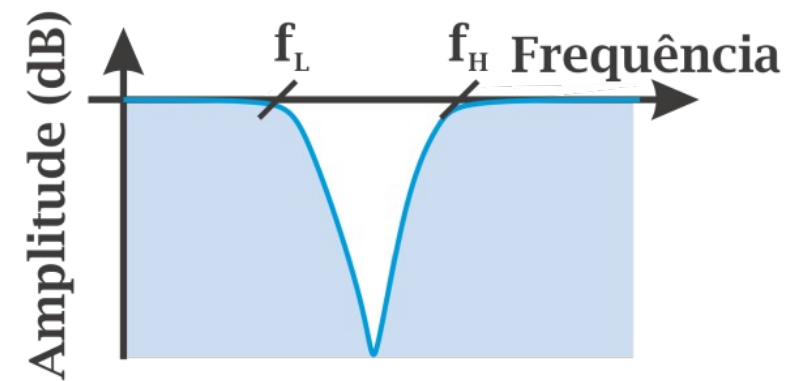
(a) Filtro Passa-Baixas (LPF)



(b) Filtro Passa-Altas (HPF)



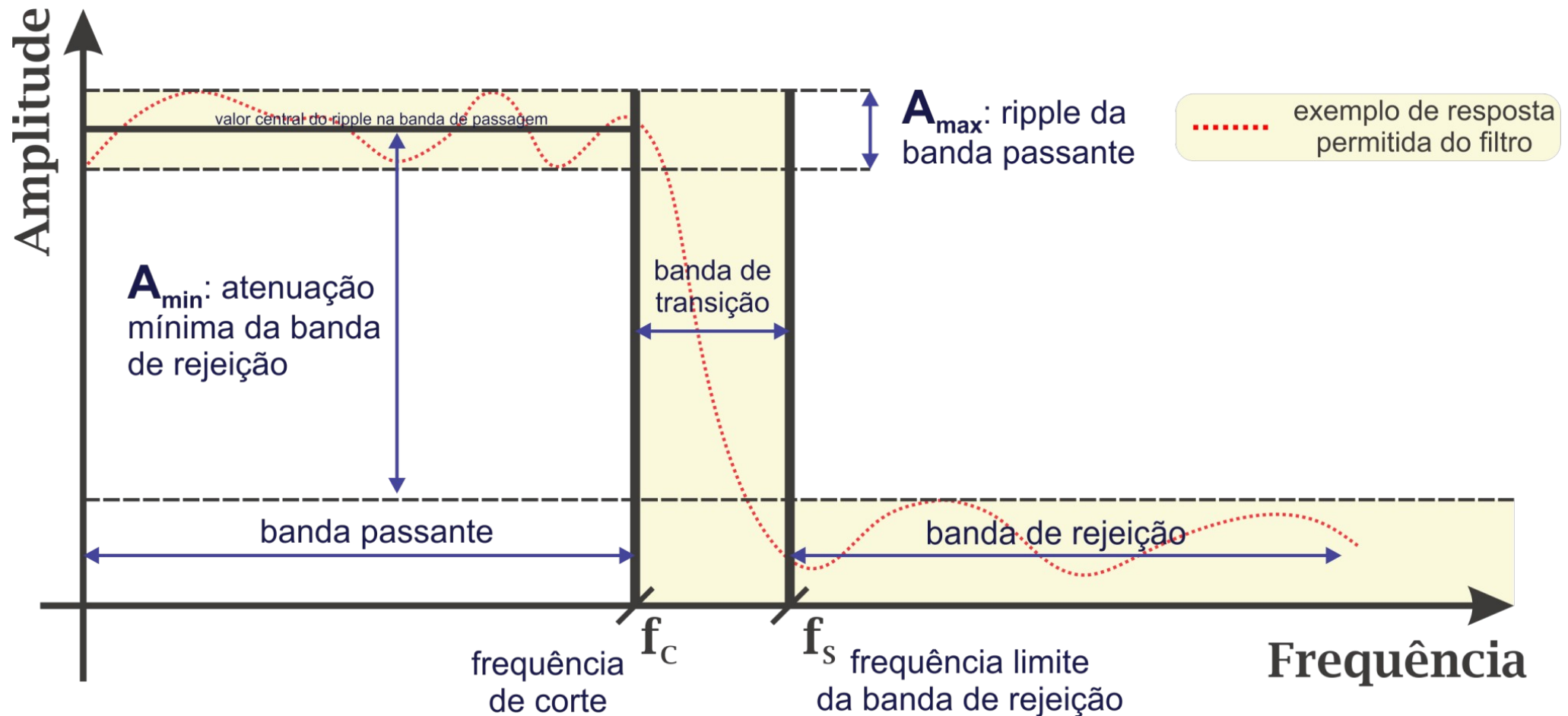
(c) Filtro Passa-Banda (BPF)



(d) Filtro Rejeita-Banda (BSF)

# GABARITO DE UM FILTRO

Gabarito de amplitude da função de transferência de um filtro

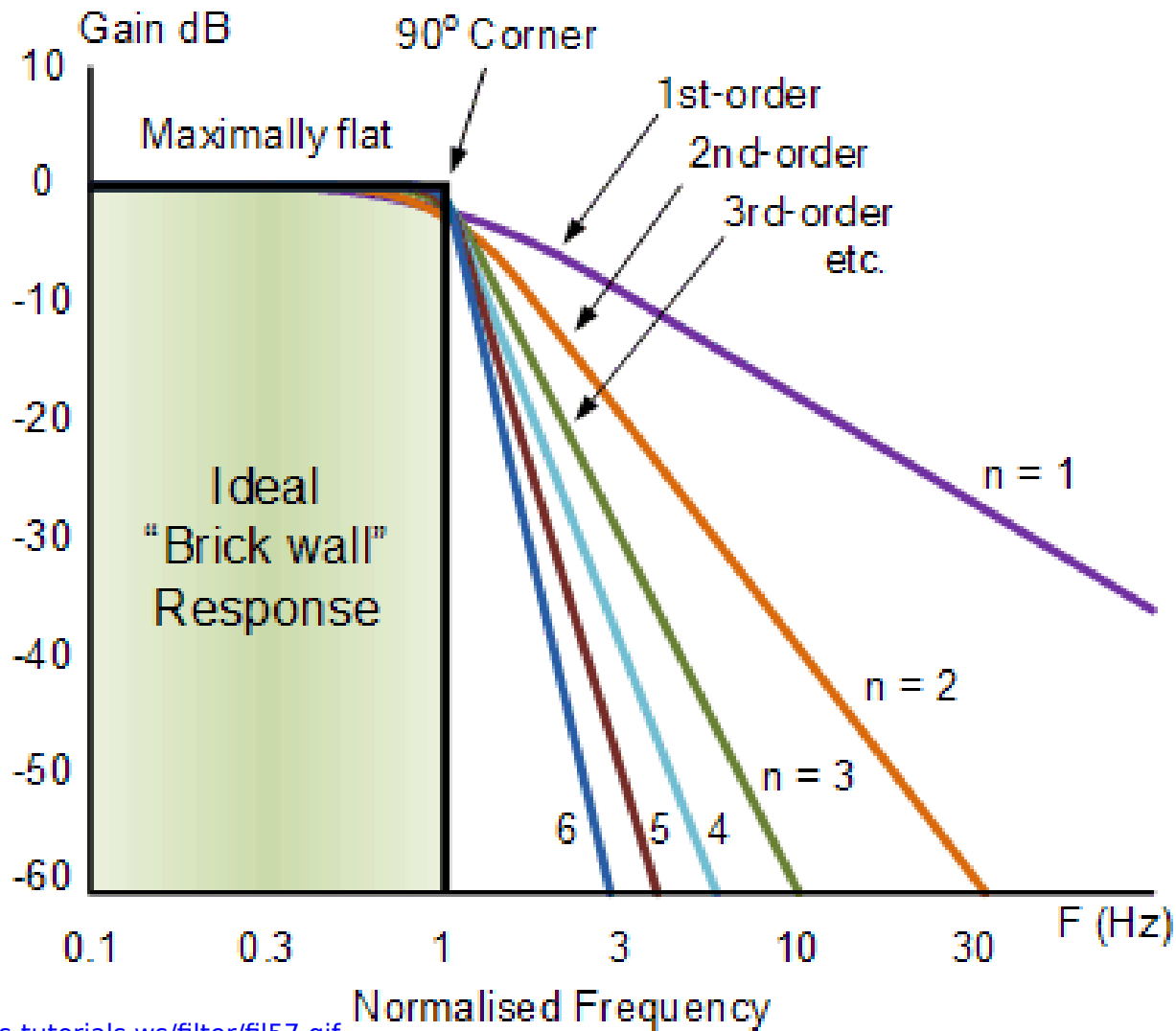


# *ORDEM E SÍNTESE DE UM FILTRO*

- 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 ( $\omega_c$  ou  $f_c$ ) é dada pelo inverso da constante de tempo do circuito,

$$\omega_c = \frac{1}{\tau}$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi\tau}$$

Onde:

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

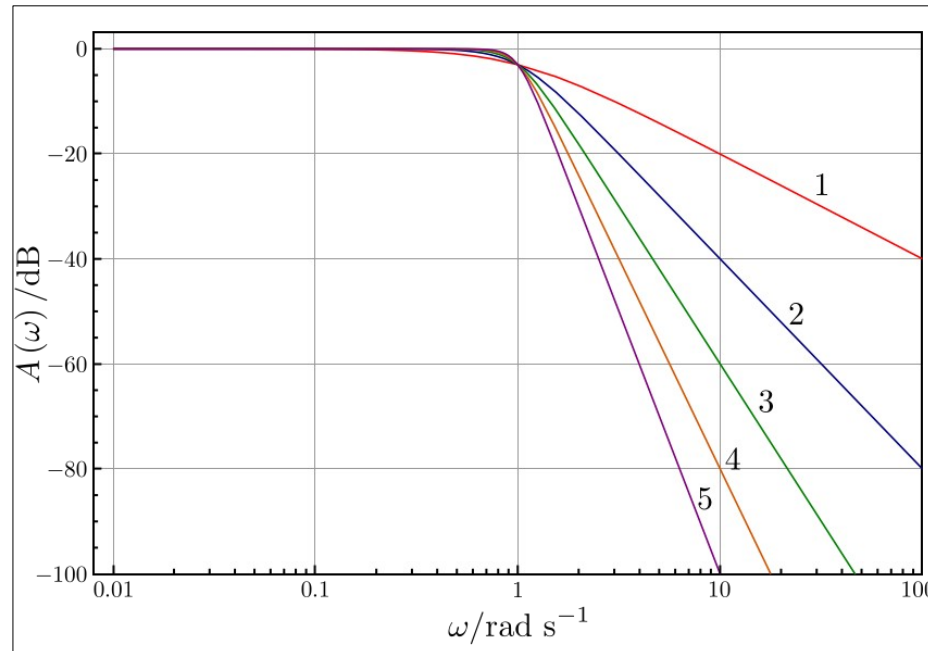
$$\tau_{RC} = RC$$

# ***TIPOS DE SÍNTESE DE FILTROS ANALÓGICOS***

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

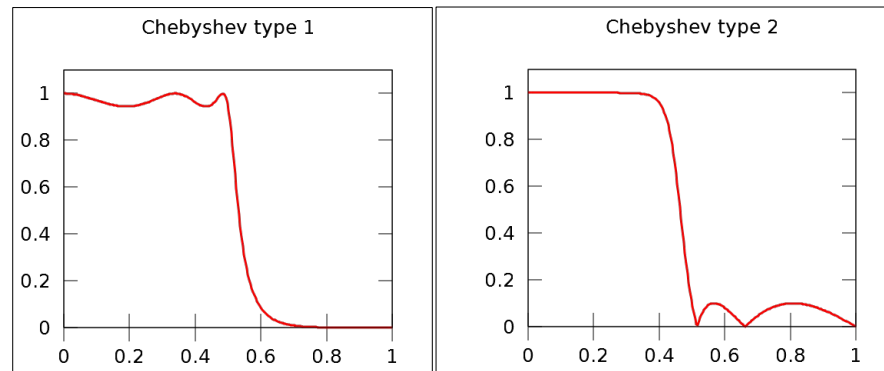
# Filtro Butterworth

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



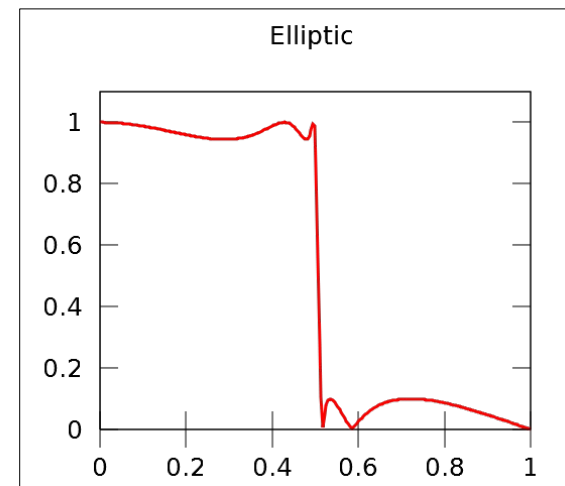
# Filtro Chebyshev

- 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



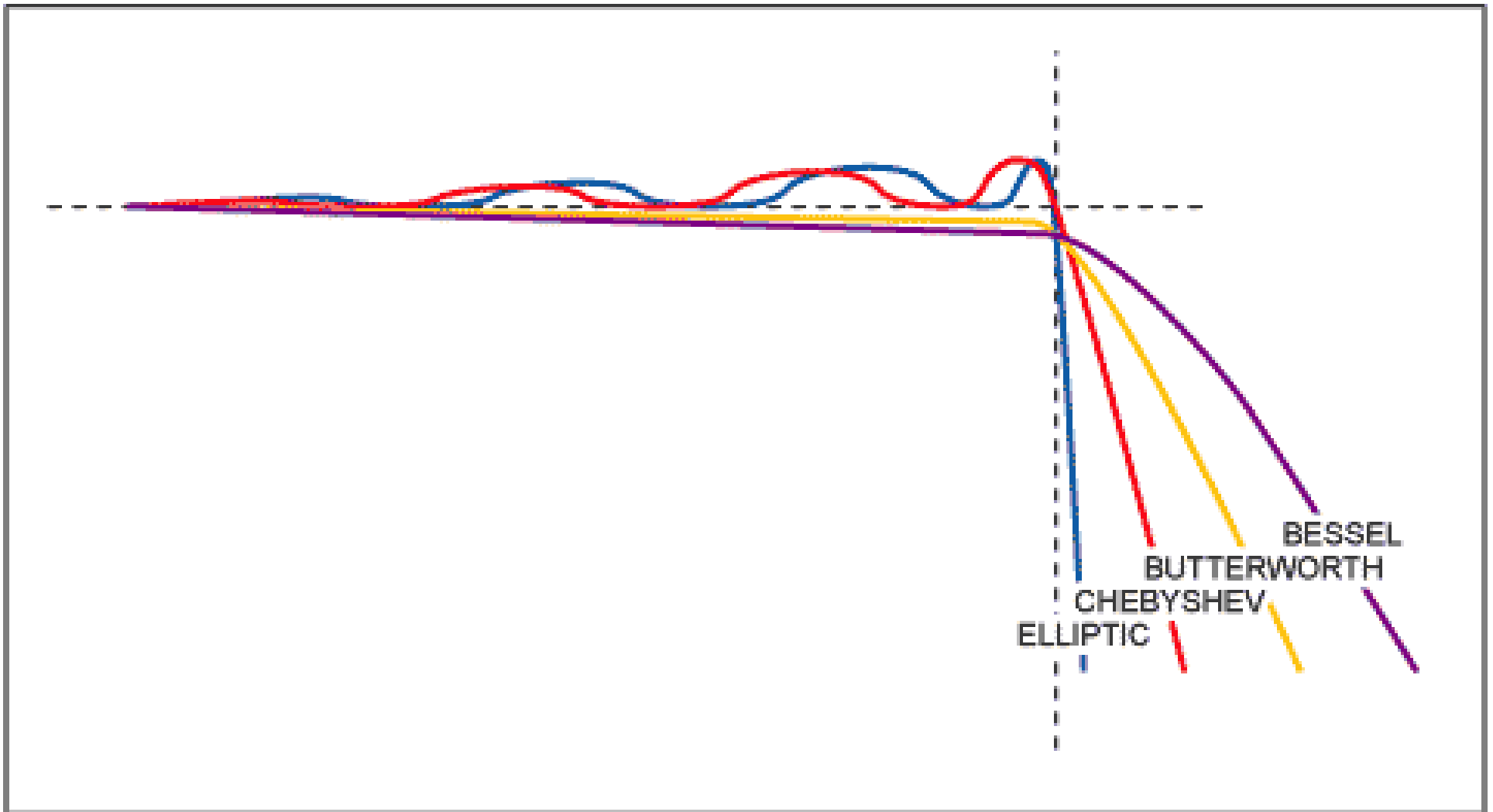
# Filtro Elíptico (Cauer)

- 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.