



Filtro

*Processamento de Sinais e Instrumentação
para a Análise do Movimento Humano*

Prof. Dr. Renato de Moraes

Ruído

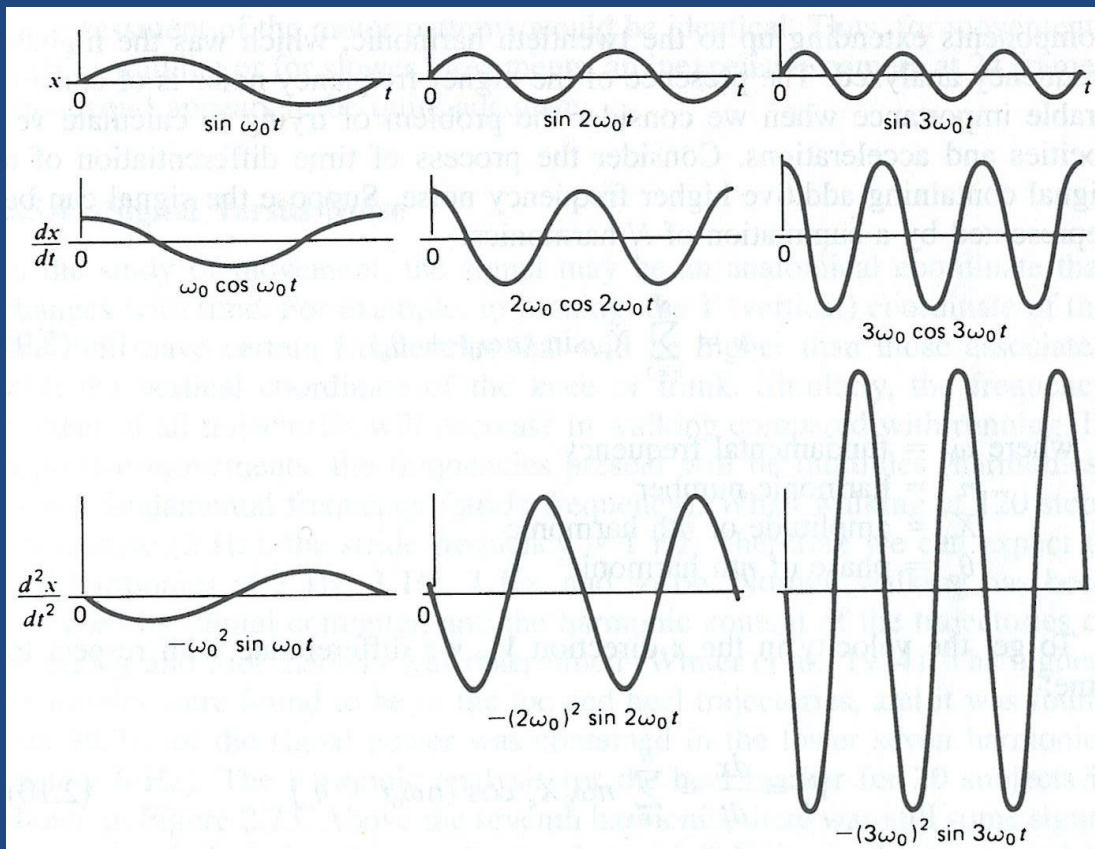
- Termo usado para descrever os componentes de um sinal que não são devidos ao processo em si (i.e., movimento analisado)
- Fontes de ruído:
 - Eletrônico
 - Movimento da pele
 - Erro humano
- Erro aleatório
 - Usualmente é um componente de alta frequência

Ruído e cálculo de velocidade e aceleração

Frequência Fundamental

2º Harmônico

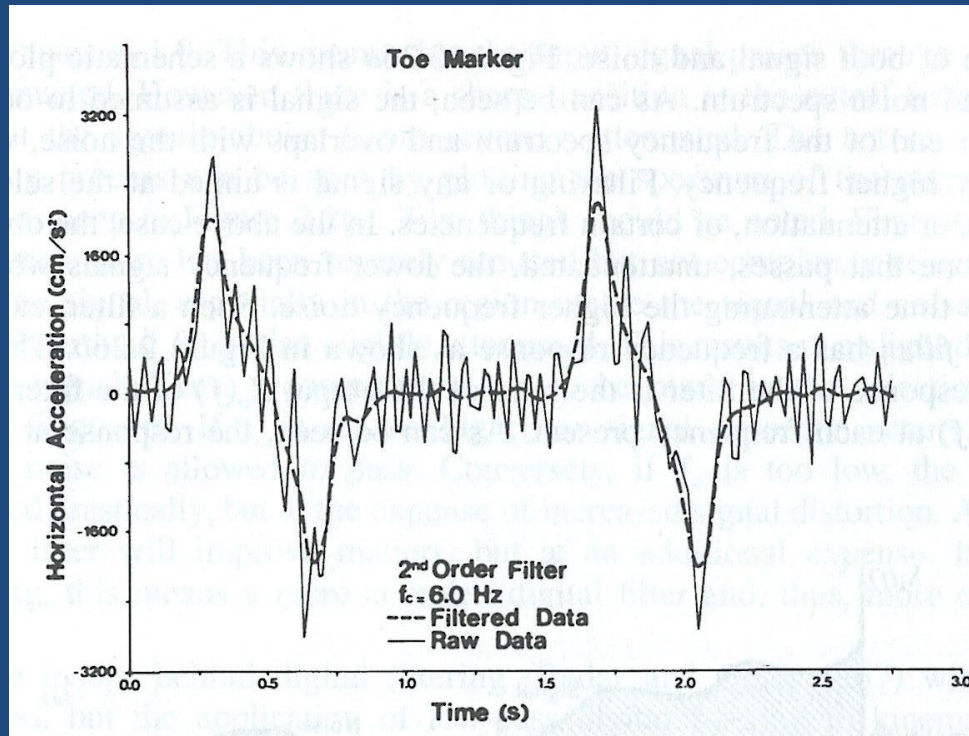
3º Harmônico



O aumento da frequência, aumenta a amplitude da velocidade e da aceleração

Velocidade: linear
Aceleração: exponencial

Dado bruto e dado filtrado

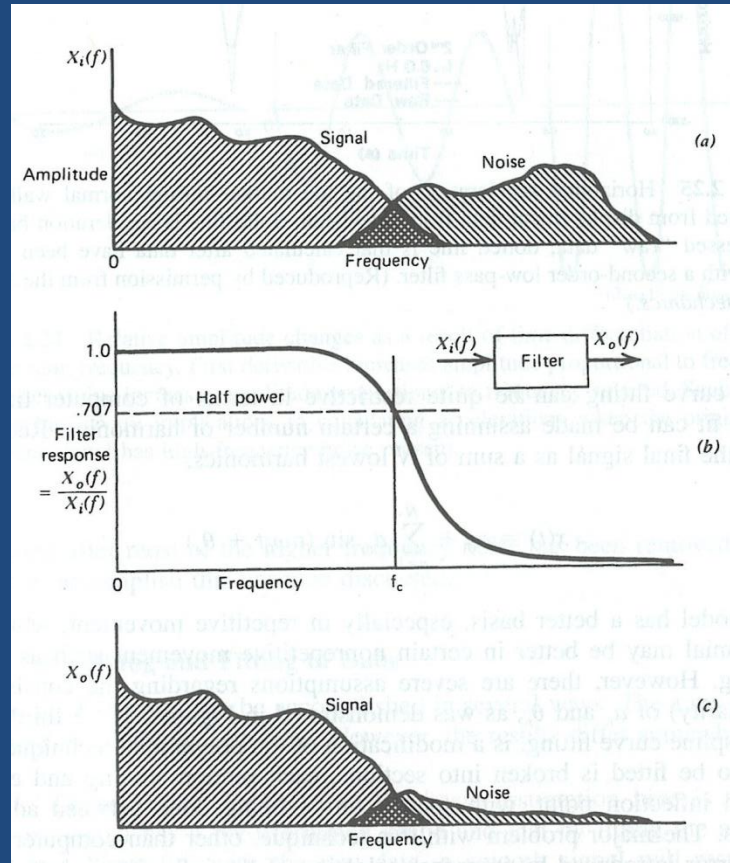


Técnicas para remoção de ruído

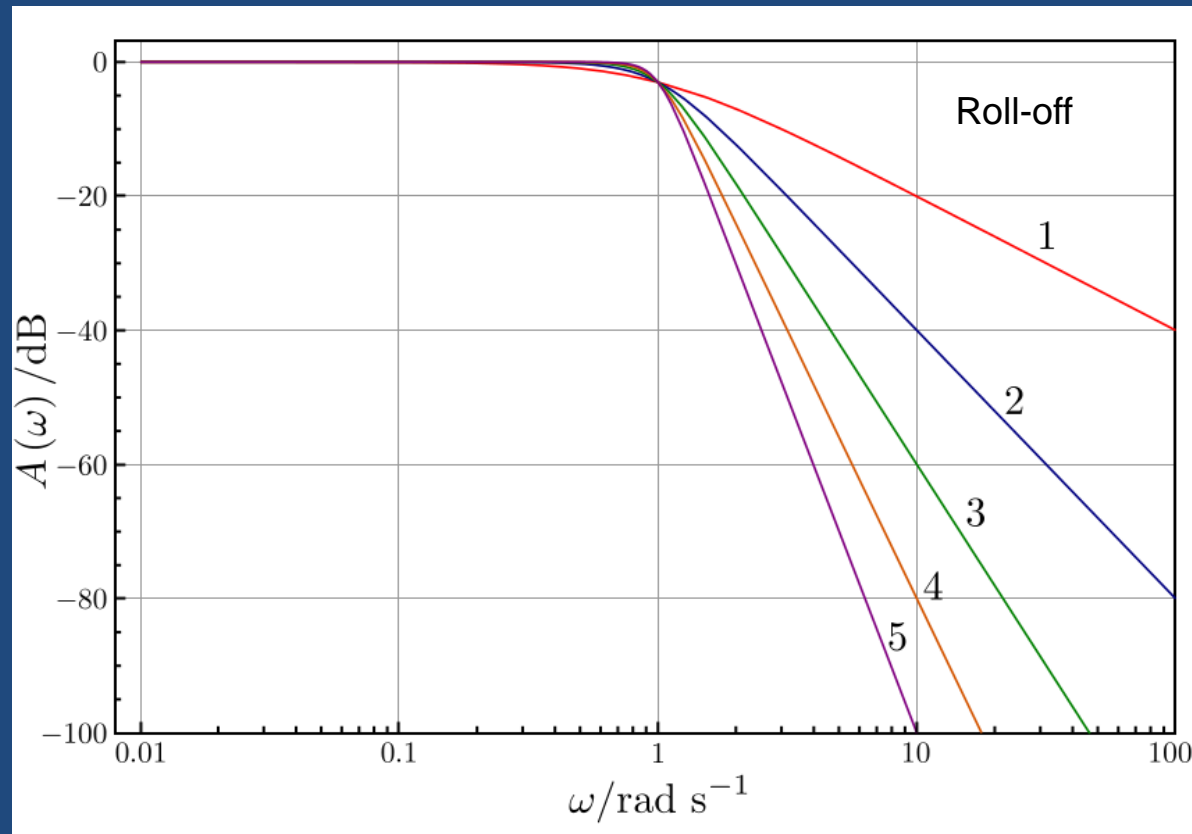
- Ajuste de curva
 - Ajuste de um polinômio
 - Reconstrução do sinal usando harmônicos
 - Spline
- Filtros
 - Butterworth
 - Chebyshev

Relação sinal/ruído

$X_i(f)$: input do filtro
 $X_o(f)$: output do filtro

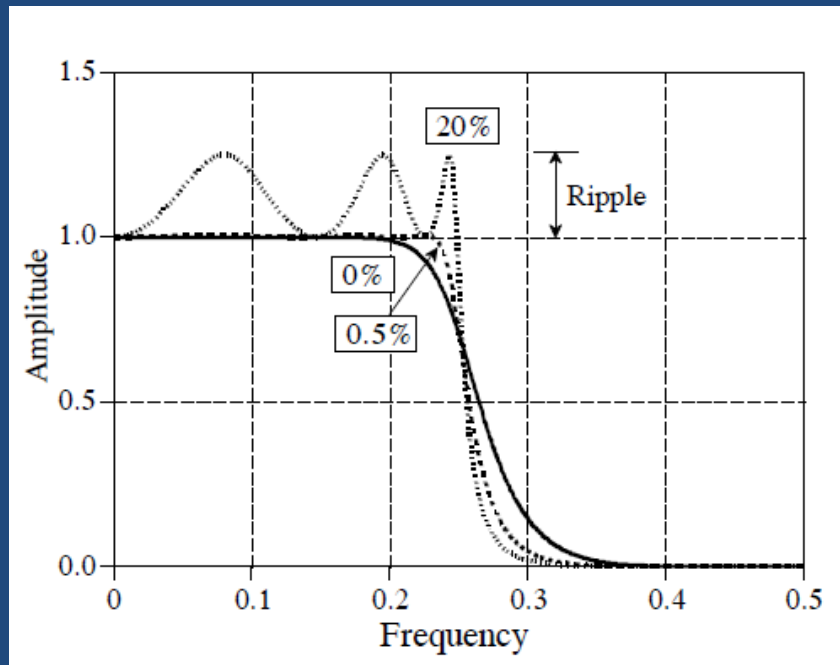


Resposta do filtro - Ordem do filtro



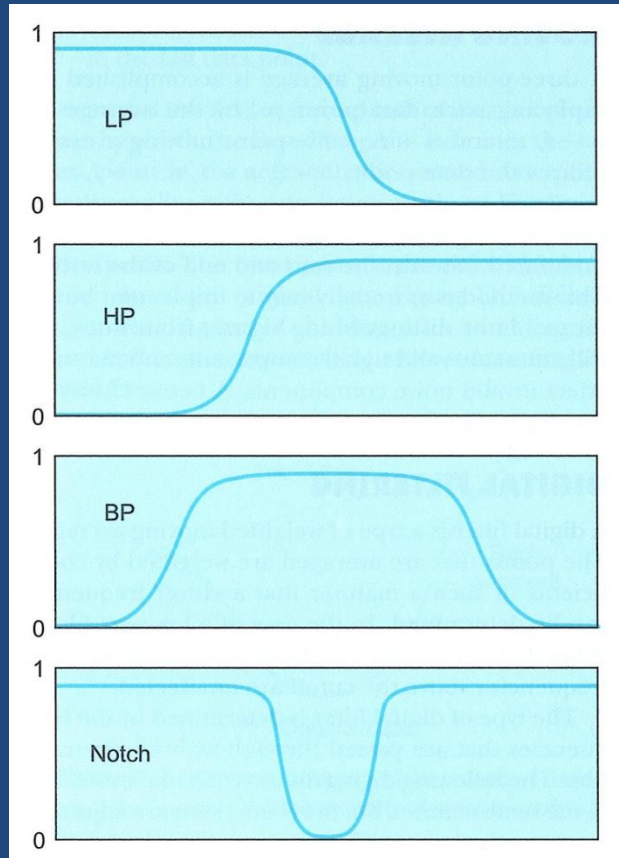
Roll-off: razão de atenuação acima da frequência de corte

Resposta do filtro



Chebyshev: roll-off mais rápido, porém produz ondulação (*ripple*)

Tipos de Filtro



Low-pass

High-pass

Band-pass

butter.m e filtfilt.m

- butter.m
 - Determina os coeficientes do filtro
- filtfilt.m
 - Filtra o sinal com base nos coeficientes obtidos na função butter.m.

Implementando um filtro passa baixa

```
n = 4; % ordem do filtro
```

```
Wn = 5/(freq/2); % Fc = 5 Hz
```

```
[b,a] = butter(n,Wn); % Coeficientes do filtro
```

```
data = filtfilt(b,a,data);
```

Implementando um filtro passa banda

```
n = 4; % ordem do filtro
Wn = [50 500] / (freq/2);
[b,a] = butter(n,Wn,'bandpass');
EMG = filtfilt(b,a,data);
```

Envelope Linear - EMG

```
EMGabs = abs(EMG);
```

```
EMGenv = filtfilt(b,a,EMGabs);
```

```
iEMG = cumtrapz(EMGenv);
```

```
iEMG = iEMG * (1/freq);
```

```
iEMG = iEMG(end);
```