

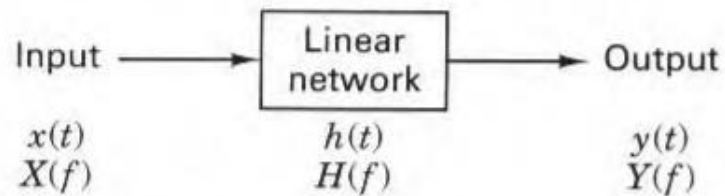
Sistemas de Comunicações I

Eng. de Telecomunicações

Aula – 3: Revisão de Sinais
de Espectro

Transmissão em sistemas lineares

- Sistema linear e seus parâmetros:



- Resposta ao impulso:

$$h(t) = y(t) \quad \text{when } x(t) = \delta(t)$$

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) h(t - \tau) d\tau$$

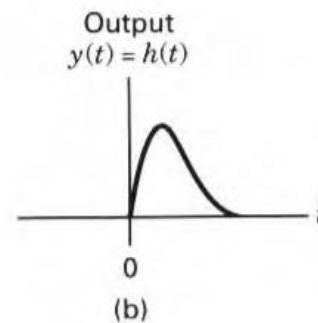
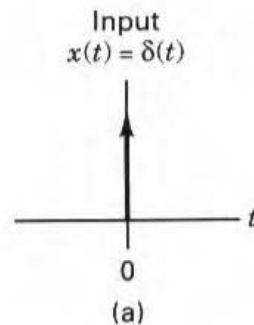
Transmissão em sistemas lineares

- Assumindo que o sistema é causal, pode-se expressar a saída do sistema como sendo:

$$y(t) = \int_0^{\infty} x(\tau) h(t - \tau) d\tau$$

ou

$$y(t) = \int_0^{\infty} x(t - \tau) h(\tau) d\tau$$



Transmissão em sistemas lineares

- Função de Transferência: relação, no domínio da frequência, entre saída e entrada do sistema linear.

$$Y(f) = X(f)H(f)$$

$$H(f) = \frac{Y(f)}{X(f)}$$

- Normalmente, $H(f)$ é complexa e pode ser escrita como:

$$H(f) = |H(f)| e^{j\theta(f)}$$

$$\theta(f) = \tan^{-1} \frac{\text{Im} \{H(f)\}}{\text{Re} \{H(f)\}}$$

Processos aleatórios e Sistemas Lineares

- Se um processo aleatório é fonte de entrada de um sistema linear invariante no tempo, a saída deste sistema também será um processo aleatório. A densidade espectral de potência na entrada e na saída deste sistema se relacionam da seguinte forma:

$$G_Y(f) = G_X(f) |H(f)|^2$$

Filtros ideais

$$H(f) = |H(f)| e^{-j\theta(f)}$$

$$|H(f)| = \begin{cases} 1 & \text{for } |f| < f_u \\ 0 & \text{for } |f| \geq f_u \end{cases}$$

$$e^{-j\theta(f)} = e^{-j2\pi f t_0}$$

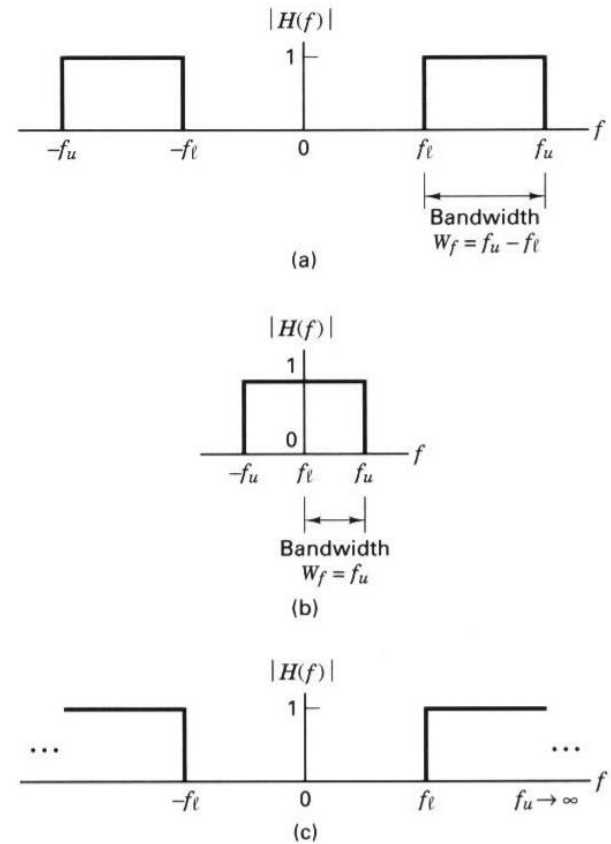


Figure 1.11 Ideal filter transfer function. (a) Ideal bandpass filter. (b) Ideal low-pass filter. (c) Ideal high-pass filter.

Sinais, circuitos e espectro

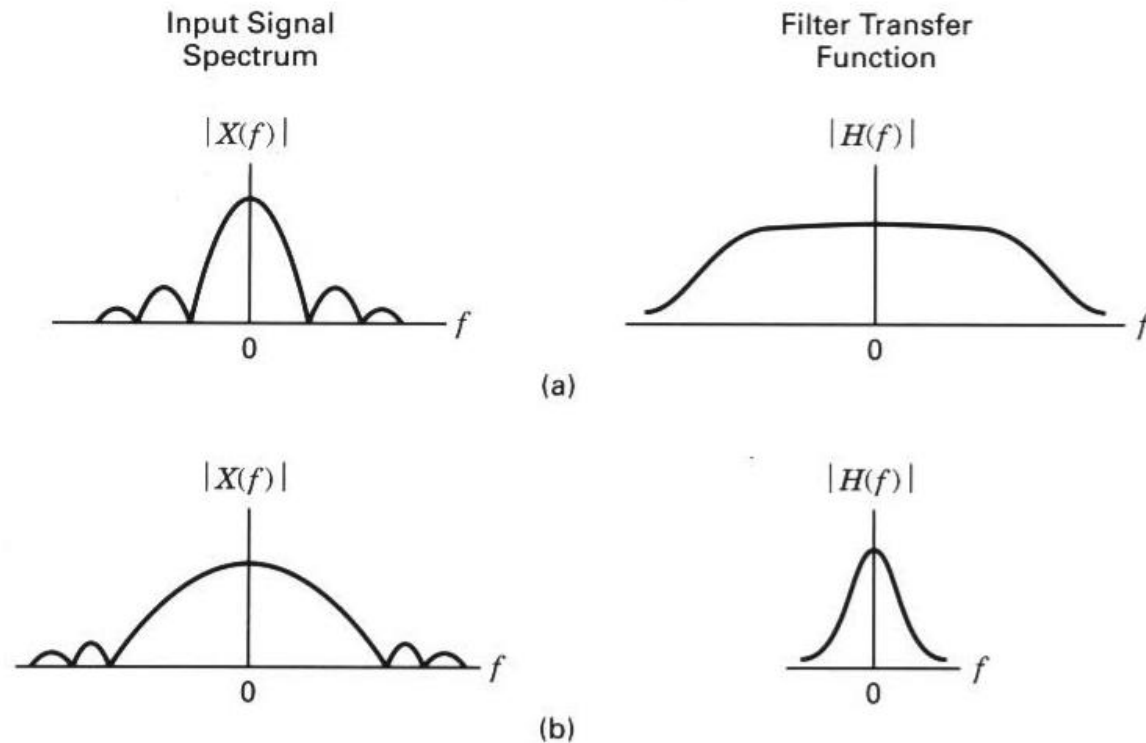


Figure 1.15 Spectral characteristics of the input signal and the circuit contribute to the spectral characteristics of the output signal. (a) Case 1: Output bandwidth is constrained by input signal bandwidth. (b) Case 2: Output bandwidth is constrained by filter bandwidth.

Largura de Banda

- Dilema: Sinais com duração infinita no tempo e na frequência não são opções para sistemas práticos.

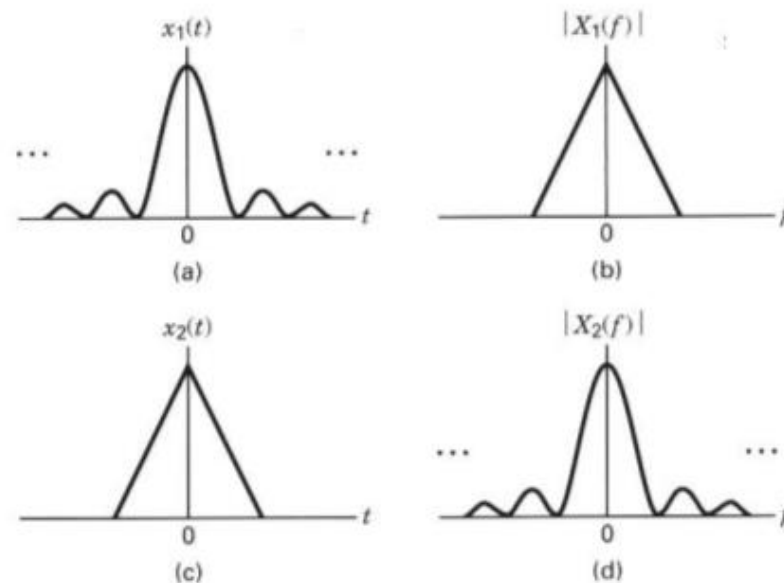


Figure 1.19 (a) Strictly bandlimited signal in the time domain. (b) In the frequency domain. (c) Strictly time limited signal in the time domain. (d) In the frequency domain.

Largura de Banda

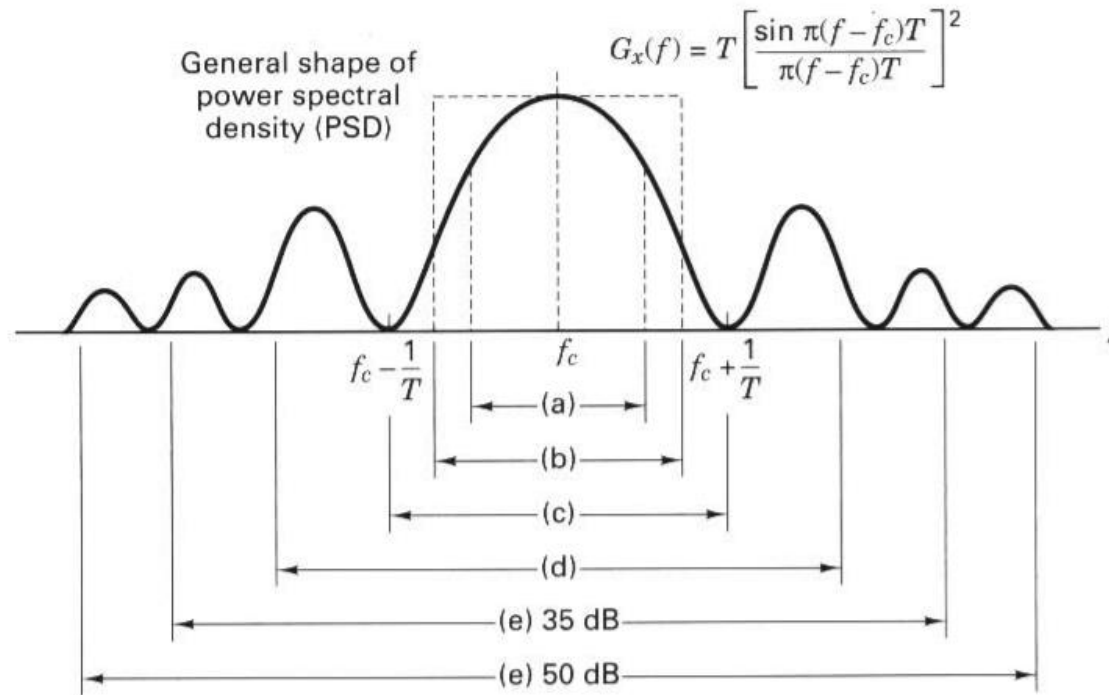


Figure 1.20 Bandwidth of digital data. (a) Half-power. (b) Noise equivalent. (c) Null to null. (d) 99% of power. (e) Bounded PSD (defines attenuation outside bandwidth) at 35 and 50 dB.

Exercícios e leitura: Sklar cap. 1

- Exercícios 1.14 - 1.19
- Leitura páginas 33 a 51 do capítulo 1 do livro do Sklar

Referência

1. **SKLAR, Bernard. Digital Communications: Fundamentals and Applications.**; 2ª ed. USA:Prentice Hall,, 2001. 1079p. [ISBN 9780130847881](#). Qtdade Na Biblioteca para a Disciplina:4

Exercícios Matlab

1. Gerar um sinal $s(t)$ composto pela somatória de 3 senos com amplitudes de 6V, 2V e 4V e frequências de 1, 3 e 5 kHz, respectivamente.
2. Plotar em uma figura os três cossenos e o sinal 's' no domínio do tempo e da frequência.
3. Utilizando a função 'norm', determine a potência média do sinal 's'.
4. Utilizando a função 'pwelch', plote a Densidade Espectral de Potência do sinal 's'.

Exercícios Matlab

1. Gerar um sinal $s(t)$ composto pela somatória de 3 senos com amplitudes de 5V, 5/3V e 1V e frequências de 1, 3 e 5 kHz, respectivamente.
2. Plotar em uma figura os três cossenos e o sinal 's' no domínio do tempo e da frequência
3. Gerar 3 filtros ideais:
 - Passa baixa (frequência de corte em 2kHz)
 - Passa alta (banda de passagem acima de 4kHz)
 - Passa faixa (banda de passagem entre 2 e 4kHz)
4. Plotar em uma figura a resposta em frequência dos 3 filtros
5. Passar o sinal $s(t)$ através dos 3 filtros e plotar as saídas, no domínio do tempo e da frequência, para os 3 casos

Exercícios Matlab

1. Gerar um vetor representando um ruído com distribuição normal utilizando a função 'randn' do matlab. Gere 1 segundo de ruído considerando um tempo de amostragem de 1/10k.
2. Plotar o histograma do ruído para observar a distribuição Gaussiana. Utilizar a função 'histogram'
3. Plotar o ruído no domínio do tempo e da frequência
4. Utilizando a função 'xcorr', plote a função de autocorrelação do ruído.
5. Utilizando a função 'filtro=fir1(50,(1000*2)/fs)', realize uma operação de filtragem passa baixa do ruído. Para visualizar a resposta em frequência do filtro projetado, utilize a função 'freqz'.
6. Plote, no domínio do tempo e da frequência, a saída do filtro e o histograma do sinal filtrado