

EA614 - Análise de Sinais

Teste 4 – Amostragem e Transformada de Fourier de Sinais Discretos

Turma A – 2º semestre de 2020

Prof. Levy Boccato Email: lboccato@dca.fee.unicamp.br

PED-C: Renan Del Buono Brotto Email: rbrotto@decom.fee.unicamp.br

Questão 1

Seja $x(t)$ um sinal limitado em banda a $f_m = 18$ kHz. Determine a taxa de amostragem mínima (i.e., a taxa de Nyquist) para os sinais indicados a seguir, mostrando todo o raciocínio.

- a) (1,2) $y(t) = x^3(t)$.
- b) (1,2) $y(t) = x(t) \cos(2\pi f_m t)$.

Questão 2

Uma operação muito explorada no contexto de sinais ruidosos é a aplicação de uma média móvel, i.e., um filtro cuja saída é a média dos últimos N valores da entrada. Este filtro é comumente aplicado a dados da bolsa de valores, como mostrado na Figura 1(a). Ultimamente, ele tem sido também muito aplicado aos dados da epidemia do novo coronavírus, como mostrado na Figura 1(b).



(a) Fechamento de ações - Petrobrás



(b) Dados de internação - Covid-19

Figura 1: Exemplos de aplicação de média móvel.

Considere, então, um filtro de média móvel com $N = 2$, ou seja, cuja saída $y[n]$ é a média da amostra atual e da amostra imediatamente anterior do sinal de entrada $x[n]$.

- a) (1,2) Determine e esboce a magnitude de sua resposta em frequência.
- b) (0,4) Esse filtro aproxima o comportamento de qual filtro ideal?

Questão 3

Suponha que desejemos realizar uma filtragem passa-faixa sobre o sinal $x(t)$, limitado em banda a $W = 2\pi \times 25000$ rad/s, de modo a reter apenas a faixa de frequências $\omega_1 < |\omega| < \omega_2$, com $\omega_2 < W$. No entanto, em vez de utilizarmos o filtro analógico mostrado na Figura 2, vamos empregar um sistema de processamento digital, cuja estrutura é dada na Figura 3, para obter o mesmo efeito.

(3,0) Determine a menor taxa de amostragem possível e a resposta em frequência $H(e^{j\Omega})$ do filtro discreto que nos levam a realizar a filtragem passa-faixa desejada, isto é, que produzem na saída do sistema o mesmo sinal $y(t)$ que obteríamos com o filtro analógico. Considere que $\omega_1 = 2\pi \times 4500$ rad/s e $\omega_2 = 2\pi \times 6500$ rad/s.

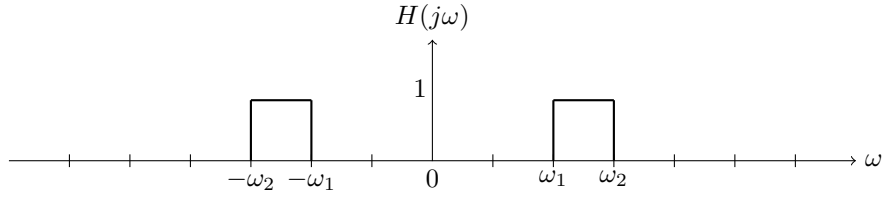


Figura 2: Filtro passa-faixa analógico.

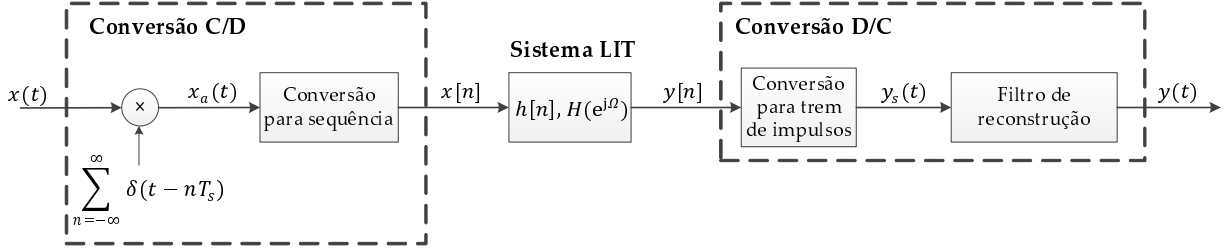


Figura 3: Estrutura proposta para o processamento digital do sinal $x(t)$.

Questão 4

O diagrama de blocos apresentado na Figura 4 mostra a estrutura de um sistema para processamento digital de um sinal $x_c(t)$.

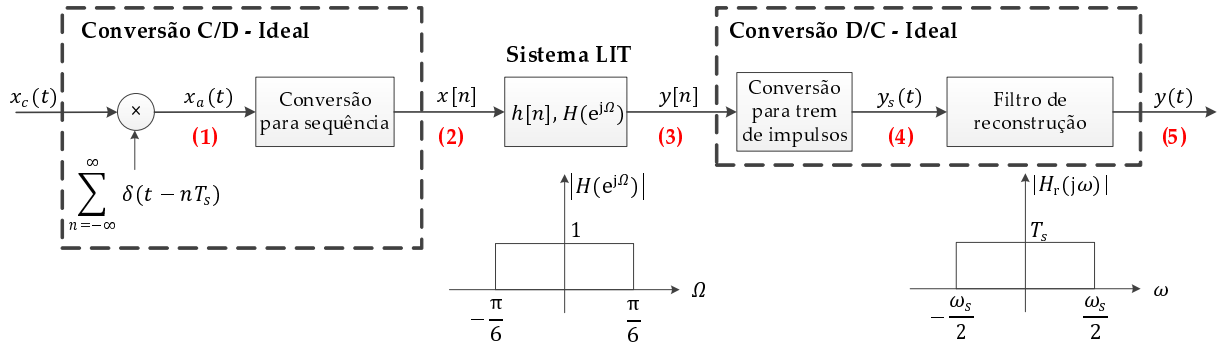


Figura 4: Estrutura para processamento digital de um sinal analógico.

Considere que o espectro do sinal de entrada $x_c(t)$ é dado por:

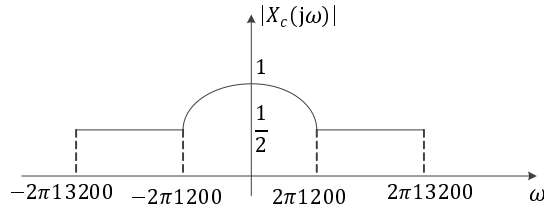


Figura 5: Espectro do sinal contínuo $x_c(t)$.

(3,0) Supondo que a taxa de amostragem adotada corresponde a $f_s = 14,4$ kHz, desenhe a representação no domínio da frequência dos sinais indicados no diagrama, i.e., nos pontos marcados de (1) a (5). Em todos os espectros, indique os valores conhecidos de frequência e de amplitude. Além disso, aponte os resultados teóricos que estão sendo utilizados em cada passagem.