



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

ES879 – SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS

AULA 13 – Exercícios de Revisão

Prof. Tiago Henrique Machado

tiagomh@fem.unicamp.br

Bloco FE2 – Laboratório de Máquinas Rotativas (LAMAR)

Campinas, 2º semestre de 2019

Conteúdo da Aula Anterior

Análise em Frequência

- ✓ Função de Transferência;
- ✓ Resposta em Frequência;
- ✓ Teorema da Amostragem do Ponto de Vista Frequencial;
- ✓ Relações entre Domínio do Tempo e da Frequência.

Problema Exemplo 13.1

Determine e esboce a resposta em frequência (magnitude e fase) dos seguintes sistemas:

a) $y(n) = (1/2)[x(n) + x(n-1)]$

b) $y(n) = (1/4)[x(n) - 2x(n-1) + x(n-2)]$

Solução:

Dados: relação entrada e saída dos sistemas.

Resultado desejado: resposta em frequência dos sistemas.

Hipóteses: sistemas discretos linear e invariante no tempo.

Problema Exemplo 13.1

Gabarito:

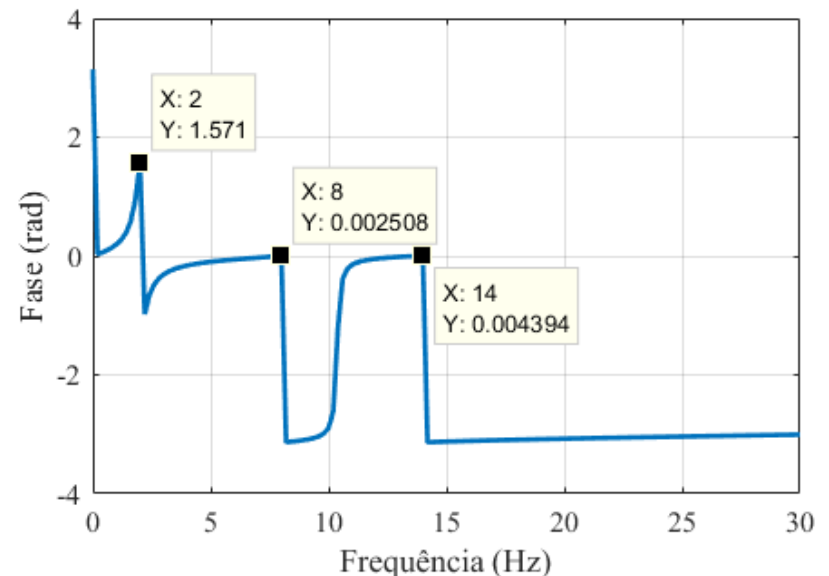
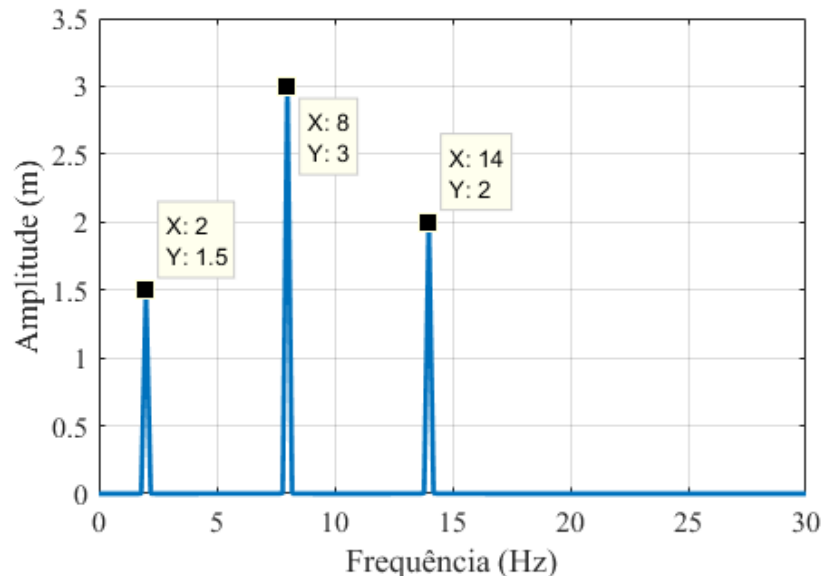
$$\text{a) } H(\omega) = \frac{1}{2} (1 + e^{-j\omega}) = \cos(\omega/2) e^{-j\frac{\omega}{2}}$$

$$\text{b) } H(\omega) = \frac{1}{4} (1 - e^{-j\omega})^2 = \text{sen}^2(\omega/2) e^{-j(\omega-\pi)}$$

Problema Exemplo 13.2

Um sinal real contínuo tem espectro de frequências dado abaixo. Assim, determine:

- O sinal contínuo que gerou os gráficos;
- Se o sinal for amostrado a $F_s = 30\text{Hz}$, qual será o espectro do sinal amostrado;
- Se o sinal for amostrado a $F_s = 10\text{Hz}$, qual será o espectro do sinal amostrado;



Problema Exemplo 13.2

d) Para o sinal amostrado a $F_s = 30Hz$, uma vez que o sinal pode apresentar ruídos de alta frequência, deseja-se especificar um filtro anti-aliasing que não cause distorções na faixa de interesse e deve ter faixa de passagem até $14Hz$. Mas ele não pode deixar passar as frequências que causam aliasing na faixa de interesse. Lembrando que quanto maior a faixa de transição, mais simples é o filtro, em qual frequência deve começar a faixa de rejeição do filtro?

Solução:

Dados: espectro do sinal.

Resultado desejado: sinal original, espectro após diferentes amostragens e faixa de rejeição de um filtro anti-aliasing.

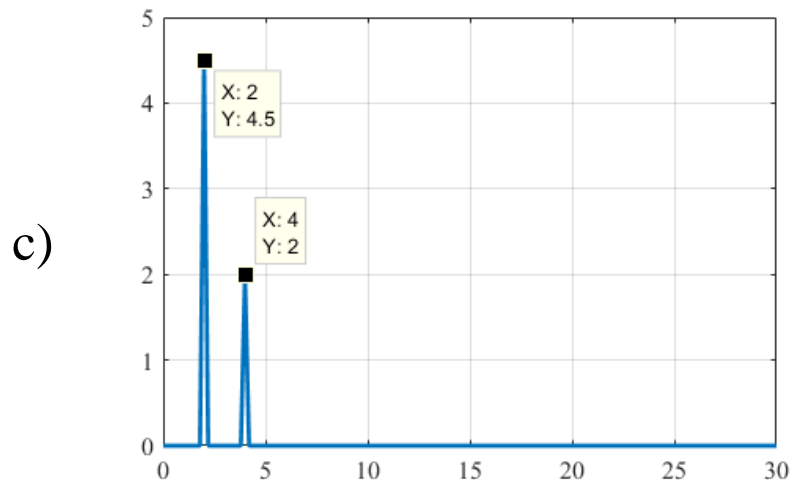
Hipóteses: para os itens b) e c), mostrar só o módulo do espectro.

Problema Exemplo 13.2

Gabarito:

a) $x(t) = 1,5\cos(2\pi(2)t + \pi/2) + 3\cos(2\pi(8)t) + 2\cos(2\pi(14)t)$

b) Espectro idêntico



d) 16Hz

Problema Exemplo 13.3

Em muitas casas o sinal de internet chega pelo fio telefônico. Nesses sistemas o fio telefônico traz ambos o sinal de voz e o sinal com dados. Em termos muito aproximados, o sinal de voz ocupa frequências até 4kHz, e o sinal de dados ocupa frequências a partir de 10kHz. O problema é que nós somos capazes de ouvir as frequências onde estão os dados, o que poderia interferir nas nossas conversas telefônicas. Para contornar esse problema, a companhia telefônica fornece ao usuário uma caixinha a qual ele deve ligar seu telefone. Essa caixinha é um filtro passa-baixa, cujo objetivo é não deixar que o sinal de dados chegue até o aparelho telefônico. Após passar por esse filtro, a companhia telefônica deve averiguar, remotamente, se o filtro está cumprindo sua função. Para isso, eles amostram o sinal a 15kHz.

Problema Exemplo 13.3

Sabendo disso e visando baratear o custo do filtro, em qual frequência deve começar a faixa de rejeição do filtro? Explique sucintamente como chegou ao valor encontrado.

Solução:

Dados: frequência máxima de passagem e frequência de amostragem.

Resultado desejado: frequência de início da faixa de rejeição.

Hipóteses: filtro analógico.

Problema Exemplo 13.3

Gabarito:

A faixa de rejeição pode começar em $F_{rej} = 11\text{kHz}$.

Encerramento

Final da aula 13.

Próxima aula:

Prova.

01/10/2019