Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
FEELT

LISTA DE EXERCÍCIOS EXTRAS

Relatório da Disciplina de Sinais e Sistemas 2
por

Lesly Viviane Montúfar Berrios
11811ETE001

Prof. Alan Petrônio Pinheiro

Uberlândia, Outubro / 2019

Sumário

1 Exercício 1

A resolução do item **a** visualiza-se na Figura 1.

a) $$H_{total}(j\omega) = H_1(j\omega) \cdot H_2(j\omega) = \frac{640\,\cancel{(j\omega+1)}}{(j\omega+8)\cancel{(j\omega+10)}} \cdot \frac{0{,}01\,\cancel{(j\omega+10)}}{\cancel{(j\omega+1)}(j\omega+8)} = \frac{6{,}4}{(j\omega+8)^2}$$

Figura 1: Resolução do item **a**.

1.1 c)

Sabemos que:

$$x_p(t) = x(t) * p(t)$$

Logo, temos:

$$p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$$

$$p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(nT) \times \delta(t - nT)$$

Portanto, podemos concluir:

$$p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(0,002T) \times \delta(t - 0,002T)$$

1.2 d)

Obtemos $X_p(j\omega)$ a partir da propriedade da multiplicação, onde:

$$X_p(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} X(j\theta)P(j(\omega - \theta))d\theta$$

E, sabendo que:

$$P(j\omega) = \frac{2\pi}{T}\sum_{k=-\infty}^{\infty}\delta(\omega - k\omega_s)$$

Assim, obtemos um resultado do tipo:

$$X_p(j\omega) = \frac{1}{T}\sum_{k=-\infty}^{\infty}X(j(\omega - k\omega_s))$$

Sendo $\omega_s = \frac{2\pi}{T}$, podemos concluir que $X_p(j\omega)$ é:

$$X_p(j\omega) = 500\sum_{k=-\infty}^{\infty}X(j(\omega - 3141,59k))$$

Uma vez que é notável que o resultado foi obtido através do processo de convolução de $X(j\omega)$ com uma série de impulsos, podemos concluir que $X_p(j\omega)$ trata-se de uma função periódica que consiste na sobreposição de réplicas deslocadas de $X(j\omega)$

1.3 e)

Um retentor de ordem zero (ZOH) amostra $x(t)$ em determinado instante e mantém esse valor até o próximo instante no qual a amostra é tomada. Portanto, podemos construí-lo a partir de filtragem passa-baixa.
A partir da saída $x_0(i)$ do ZOH, obtemos a característica de filtro exigida. A resposta $H_0(j\omega)$ é:

$$H_0(j\omega) = e^{-j\omega T/2}\left[\frac{2sen(\omega T/2)}{\omega}\right]$$

E isso requer:

$$H_r(j\omega) = \frac{e^{-j\omega T/2}H(j\omega)}{\frac{2sen(\omega T/2)}{\omega}}$$

Por fim, temos

$$H_0(j\omega) = e^{-j0{,}001\omega}\left[\frac{2sen(0{,}001\omega)}{\omega}\right]$$

1.4 f)

Como anuncia o Teorema da Amostragem, um sinal $x(t)$ com banda limitada para um valor de $|\omega| > \omega_M$ é determinado por suas amostras $x(nT); n = 0, \pm1, \pm2, ...$

Para realizar um processo de recuperação do sinal amostrado, a frequência deve ser maior que $2\omega_M$. Essa frequência de amostragem é conhecida como taxa de Nyquist.

Portanto, temos que $\omega_s > 2\omega_M$

Para o sinal amostrado, o valor de ω_M pode ser calculado:

$$\omega_M = \frac{2\pi}{T} = 125,66rad/s$$

Logo, a frequência de Nyquist deve ser

$$\omega_s > 2\omega_M = 251,32rad/s$$

1.5 g)

Quando a frequência adotada para amostragem não satisfaz a frequência de Nyquist, ocorro o que é chamado de Aliasing. Réplicas deslocadas do sinal acabam por sobrepor umas as outras, tornando menos eficaz o processo de recuperação do sinal. Por isso, utiliza-se um filtro anti-aliasing que limita a banda para satisfazer a condição para que então efetue-se após a amostragem adequada, prevenindo a chance da formação do aliasing.

1.6 h)

Figura 2: Diagrama de blocos

.

1.7 i)

O valor a_0 da série de Fourier pode ser interpretado como um valor médio do sinal para um período. Analisando os valores de máximos e mínimos locais, visíveis na figura do sinal fornecido, é possível estimar que o valor de a_0 é próximo de 20.

Entretanto, para o cálculo de a_k, é necessário que a função do sinal seja conhecida. a_0 é calculado da seguinte forma:

$$a_k = \frac{1}{T}\int_T x(t)e^{-jk(2\pi/T)}dt$$

2 Exercício 3

2.1 a)

A função subplot cria eixos para o gráfico a ser criado. Na froma subplot(m,n,p), temos uma rede m por n, sendo que m e n definem o tamanho dos eixos, e p determina a posição para a criação dos eixos.

2.2 b)

A função ezplot é utlizada pra criar gráficos bidimensionais. A função gera um gráfico de uma expressão simbólica, ou função de f. Se os intervalos não forem predefinidos quando a função é chamada, o intervalo padrão é $[-2\pi 2\pi]$.

2.3 c)

O comando axis tem como função definir eixos a seres exibidos. por padrão, o comando não é requisito para a criação de um gráfico, mas é essencial para personalizar os eixos deste.

2.4 d)

É observável que o período adotado é $T = 0,05$.

O comando $t = 0 : T : 1$ define t de maneira que t varie de 0 até 1, sendo que cada unidade da escala tem o valor de T, ou seja, 0,05.

2.5 e)

O comando Stem cria uma sequência discreta de impulsos. Se definida, uma função qualquer pode ser argumento da função Stem, de modo que o gráfico resultante seja uma representação discreta da função original.

2.6 f)

O comando stairs cria, a partir de uma função qualquer definida como argumento da função, uma representação em degraus da função inicial.

2.7 g)

Para a primeira amostragem, foi utilizado um período de amostragem de $T = 0,05$

Figura 3: $T = 0,05$

.

Para a segunda amostragem, foi utilizado um período de amostragem de $T = 0,20$

Figura 4: $T = 0,20$

.

Podemos observar que, como a frequência de $f_2(t)$ é maior do que a frequência de $f_1(t)$, o período de amostragem para uma melhor recuperação deve ser menor do que o período exigido por $f_1(t)$.

3 Exercício 4

3.1 a)

Para as funções $f_1(t) = e^{-0.5t}u(t)$, $f_2(t) = sin(2\pi t)$ e $f_3(t) = sin(2\pi 2t)$ as transformadas calculadas pelo MATLAB foram:

- $F_1(j\omega) = \frac{1}{1/2+j\omega}$
- $F_2(j\omega) = -\frac{j}{\pi}[\delta(\omega - 2\pi) + \delta(\omega - 2\pi)]$
- $F_3(j\omega) = -\frac{j}{\pi}[\delta(\omega - 4\pi) + \delta(\omega - 4\pi)]$

3.2 b)

Para as funcões $F_4(j\omega) = \frac{2sen(0.002\omega)}{\omega}$, $F_5(j\omega) = 2\pi\delta(\omega)$, $F_6(j\omega) = 2\pi\delta(\omega - 2)$ e $F_7(j\omega) = \pi[\delta(\omega - 2\pi) + \delta(\omega + 2\pi)]$ as transformadas inversas de Fourier calculadas pelo MATLAB foram:

- $f_4(t) = \delta(1, x - 0.002) + \delta(1, x + 0.002)$
- $f_5(t) = 1$

- $f_6(t) = e^{2j\omega}$
- $f_7(t) = cos(2\pi t)$

3.3 c)

Para o a função $H_0(j\omega)$ calculada no item 2.e) temos os gráficos de magnitude e fase representados na figura a seguir.

Figura 5: Magnitude e fase de $H(j\omega)$

4 Exercício 5

4.1 a)

Para a resposta em frequência $H_1(j\omega) = \frac{1}{(j\omega)^2+4(j\omega)+4}$, temos o sistema: $\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 4\frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = x(t)$

A frequência natural não amortecida $\omega_n = \sqrt{4} = 2$.
$2\omega_n\zeta = 4 \implies \zeta = 1$. Como $\zeta = 1$, o sistema é **criticamente amortecido**.

Figura 6: Gráficos de Bode de magnitude e fase de $H_1(j\omega)$

.

4.2 b)

Para a resposta em frequência $H_2(j\omega) = \frac{7}{5(j\omega)^2+4(j\omega)+5}$, temos o sistema: $5\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 4\frac{dy(t)}{dt} + 5y(t) = 7x(t)$.

A frequência natural não amortecida é $\omega_n = \sqrt{5} \approx 2.23607$.
$2\omega_n\zeta = 4 \Longrightarrow \zeta \approx 0.94427$.Como $\zeta < 1$, o sistema é **subamortecido**.

Figura 7: Gráficos de Bode de magnitude e fase de $H_2(j\omega)$

.