



PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

GA-032 Sistemas Lineares 4P22 – **Quinta Lista de Exercícios**

Notação: $t \in \mathbb{R}, k \in \mathbb{Z}, x, y \in \mathbb{C}$

EXERCÍCIO 1

Um sinal $p(t)$ é periódico com período fundamental T_0 e sua representação em Série de Fourier tem coeficientes c_l , com $l \in \mathbb{Z}$ conhecidos. Encontre a expressão para o espectro de Fourier $P(j\Omega)$ de $p(t)$, em função de c_l e T_0 , considerando pode ter sido relaxado o critério de $P(j\Omega)$ ser absolutamente convergente.

EXERCÍCIO 2

O Transformador de Hilbert a tempo discreto tem resposta em frequência*, no intervalo entre $-\pi \leq \omega < \pi$ rad/amostra, é especificada por:

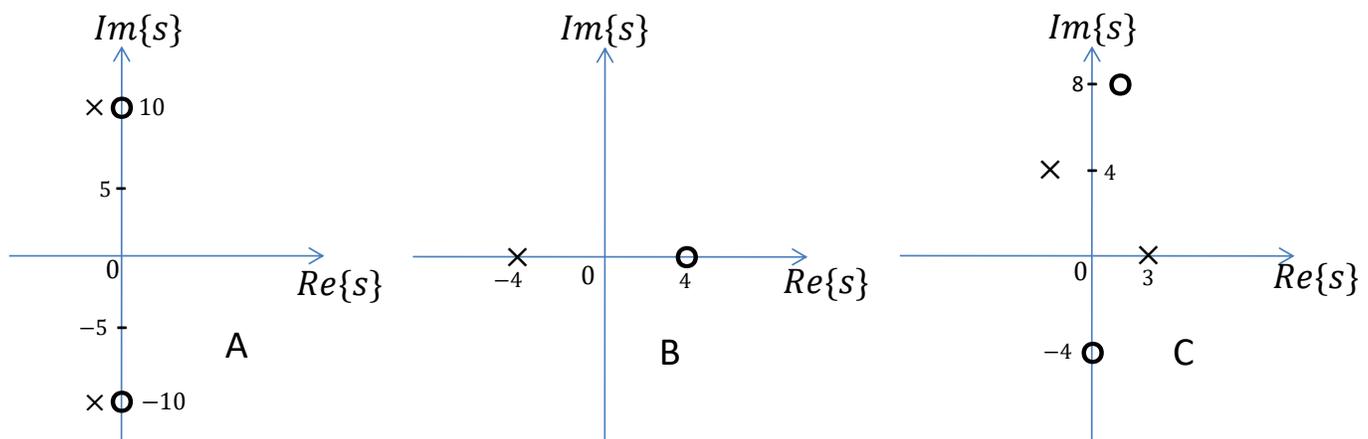
$$H(e^{j\omega}) = \begin{cases} j, & -\pi \leq \omega < 0 \\ -j, & 0 \leq \omega < \pi \end{cases}, \text{ com } j = \sqrt{-1}.$$

* considerando que pode ter sido relaxado o critério de $H(e^{j\omega})$ ser absolutamente convergente

- Obtenha a resposta impulsiva $h(k)$ do Transformador de Hilbert.
- O SLIT é causal?
- O SLIT é BIBO-estável?
- Esboce a magnitude e a fase de $H(e^{j\omega})$, no intervalo entre $-2\pi \leq \omega < 2\pi$ rad/amostra.

EXERCÍCIO 3

Considere os 3 diagramas de polos e zeros de 3 Funções de Transferência $H(s)$ de SLITs causais a tempo contínuo. Nenhuma das $H(s)$ tem polo e zero no infinito.



- Esboce o formato de $|H(j\Omega)|$ para cada caso.
- Para quais sistemas as respostas impulsivas correspondentes podem ter valores reais? Quais têm necessariamente valores complexos?
- Qual a ordem de cada sistema?
- Classifique a resposta impulsiva de cada sistema quanto à duração (FIR ou IIR).



EXERCÍCIO 4

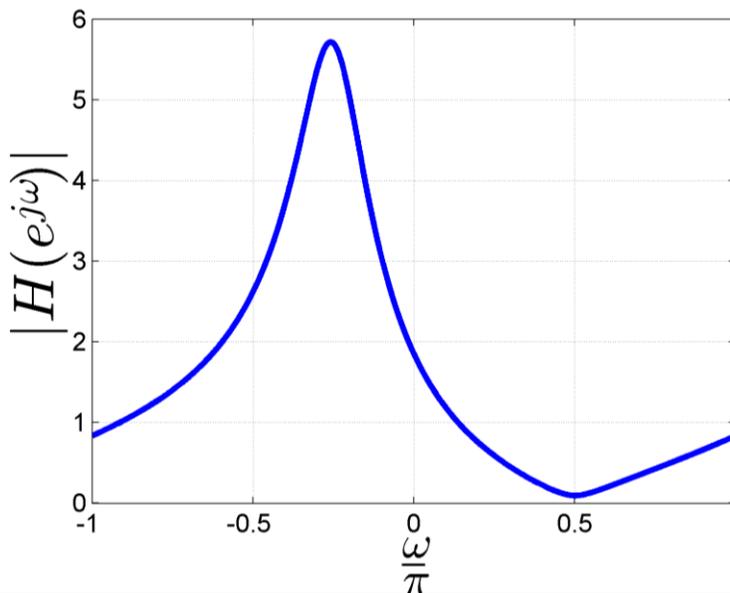
Considere o SLIT causal a tempo contínuo representado pela Equação Diferencial Ordinária linear

$$y(t) = 2 \frac{d^3}{dt^3} x(t) + 2 \frac{d^2}{dt^2} x(t) - 8 \frac{d}{dt} x(t) - 8x(t).$$

- Encontre a Função de Transferência $H(s)$ do SLIT e desenhe seu diagrama de polos.
- O SLIT é de Fase-Mínima?
- Encontre a Função de Transferência $H_{inv}(s)$ do SLIT inverso causal ao SLIT dado. O SLIT inverso é BIBO-estável?
- Encontre a EDO de um SLIT de Fase-Mínima, cuja magnitude da Resposta em Frequência $|H_{fm}(j\Omega)|$ seja idêntica àquela do SLIT dado.

EXERCÍCIO 5

Considere o SLIT a tempo discreto, de primeira ordem, de fase não-mínima, com magnitude da Resposta em Frequência $|H(e^{j\omega})|$ mostrada abaixo, no intervalo $-\pi \leq \omega \leq \pi$ rad/amostra



- Esboce um diagrama de polos e zeros da $H(z)$ de um SLIT compatível com a $|H(e^{j\omega})|$ mostrada. Justifique suas escolhas.
Para a sua escolha no item (a):
 - O SLIT é BIBO-estável?
 - A Resposta Impulsiva $h(k)$ é de valores reais?
 - O SLIT causal inverso é BIBO-estável?

EXERCÍCIO 6

Considere as sentenças A e B, relativas a um SLIT a tempo contínuo. A: a resposta em frequência do SLIT tem atraso de grupo constante. B: o atraso que o SLIT introduz a uma entrada exponencial $x(t) = e^{j\Omega t}$ é independente da frequência Ω . Mostre que A é condição necessária, mas não suficiente para B.