

## PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

GA-032 Sistemas Lineares 4P24 – 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:

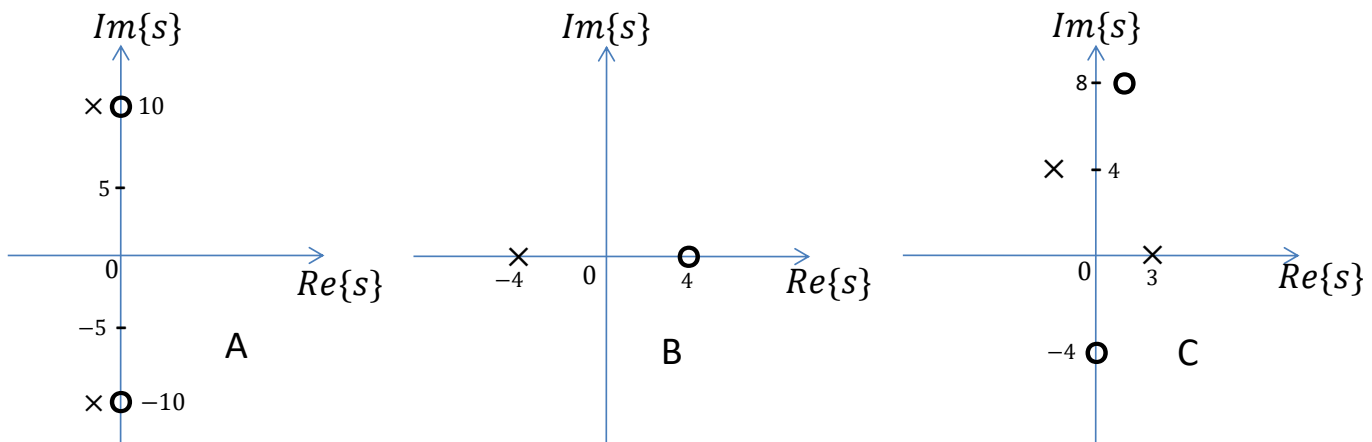
$$H(e^{j\omega}) = \begin{cases} j, & -\pi \leq \omega < 0 \\ -j, & 0 \leq \omega < \pi \end{cases}, \text{ com } j = \sqrt{-1}.$$

\* 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

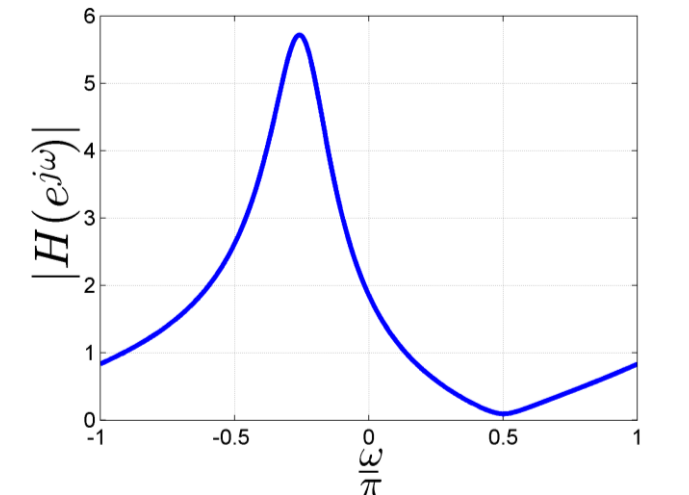
Considere o SLIT causal a tempo contínuo representado pela Equação Diferencial Ordinária linear

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

- 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  $\Omega$ . Mostre que A é condição necessária, mas não suficiente para B.