



## PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

GA-038 Processamento Digital de Sinais 1P23 – Terceira Lista de Exercícios

### EXERCÍCIO 1

Determine (caso exista) a Transformada- $Z$  e a região de convergência (RDC) de cada uma das sequências  $x[n]$  abaixo.

- $x[n] = -u[n - 3] + u[n - 5] * \delta[n + 4]$
- $x[n] = (-1,6)^n u[n + 2] - \frac{1}{16} (0,5)^n u[-n - 5]$
- $x[n] = (-3)^{n-2} u[-n + 1]$
- $x[n] = \gamma^{|n|}$ , com  $|\gamma| < 1$

### EXERCÍCIO 2

Sejam  $h^{(i)}[n]$  respostas impulsivas de sistemas LTI distintos tais que  $h^{(i)}[n] \xleftrightarrow{Z} H(z)$ ,  $i = 1, 2, \dots, L$ , ou seja, todas têm Transformada- $Z$  com a mesma expressão algébrica dada por

$$H(z) = \frac{-z^{-1}}{\left(1 - \frac{6}{5}z^{-1}\right)(5 - z^{-1})}.$$

- Esboce o diagrama de pólos e zeros de  $H(z)$ .
- Encontre expressões não-recursivas para as  $h^{(i)}[n]$  que admitem  $H(z)$  convergente.
- Quais sistemas são causais e quais são BIBO-estáveis? Quais são simultaneamente causais e BIBO-estáveis?

### EXERCÍCIO 3

Ao se aplicar a sequência  $x[n] = -\left(\frac{1}{4}\right)^n u[-n - 1]$  na entrada de um sistema LTI inicialmente relaxado sua saída é  $y[n] = \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1} u[n - 1]$ .

- Determine as Transformadas- $Z$  de  $x[n]$  e  $y[n]$  e esboce seus diagramas de pólos e zeros.
- Encontre a função de transferência  $H(z)$  e a resposta impulsiva  $h[n]$  do sistema LTI.
- O sistema encontrado no item (b) é ao mesmo tempo BIBO-estável e de fase mínima?
- Para o sistema encontrado no item (b), determine uma representação funcional não-recursiva para sua saída  $y[n]$  quando a entrada é  $x[n] = \delta[n] - \frac{1}{3}\delta[n - 1]$ .



#### EXERCÍCIO 4

Analise as afirmativas abaixo e diga se são verdadeiras ou falsas.

- A série de potências  $X(z)$  que define a transformada- $Z$  de uma sequência  $x[n]$  só converge se  $x[n] \in \ell_1$ .
- Para que um sistema LTI IIR seja BIBO-estável sua função de transferência não pode conter pólo algum no exterior do círculo unitário.
- Se a função de transferência de um sistema LTI realizável, i.e., causal, contém somente dois polos reais recíprocos não-nulos e dois zeros na origem, então, pode-se garantir que o sistema é BIBO-instável.
- Todos os polos finitos de um sistema LTI com  $h[n]$  FIR, se houver, estão localizados na origem do plano- $z$ .

#### EXERCÍCIO 5

Considere o sistema linear formado pela ligação em série dos dois sub-sistemas lineares especificados pelas representações abaixo:

Sistema 1:  $H^{(1)}(z) = \frac{1 - \frac{1}{a}z^{-1}}{1 - az^{-1}}$ ,  $|z| > |a|$ , com  $0 < a < 1$

Sistema 2:  $y[n] = x[2 - n]$

- Esboce o diagrama de polos e zeros do sistema 1 e determine sua resposta impulsiva.
- O Sistema 1 é BIBO-Estável?
- Para a entrada  $x[n] = \delta[n - 1]$  aplicada ao Sistema 1, determine a saída  $y[n]$  do Sistema 2 e a respectiva  $Y(z)$ .
- Pode-se dizer que a sequência  $y[n]$  obtida no item (c) é a resposta impulsiva do sistema equivalente, atrasada de 1 amostra?
- Encontre a saída do sistema equivalente para a entrada  $x[n] = a\delta[n] - a^2\delta[n - 1]$ .