

Lista de Exercícios I  
(Sinais e sistemas)  
Processamento Digital de Sinais  
Engenharia de Telecomunicações

INSTRUÇÕES

- A lista deve ser enviada para o instrutor de apoio da disciplina.
- A lista deve ser feita de próprio punho não podendo, portanto, fazer uso de editores de texto.
- As listas deverão ser enviadas no formato pdf legível.
- Na solução, o aluno deve apresentar o desenvolvimento matemático em detalhes para todas soluções.

**Problema 1** Um sistema LIT causal tem a seguinte função de sistema:

$$H(Z) = \frac{4 + 0,25z^{-1} - 0,5z^{-2}}{(1 - 0,25z^{-1})(1 + 0,5z^{-1})} \quad (1)$$

- (a) Qual é a RDC para  $H(Z)$ ?
- (b) Determine se o sistema é estável ou não.
- (c) Determine a equação de diferenças que é satisfeita pela entrada  $x[n]$  e pela saída  $y[n]$ .
- (d) Use a expansão em frações parciais para determinar a resposta ao impulso  $h[n]$ .
- (e) Encontre  $Y(Z)$ , a transformada  $Z$  da saída, quando a entrada é  $x[n] = u[-n - 1]$ . Especificar a RDC para  $Y(z)$ .
- (f) Encontre a sequência de saída  $y[n]$  quando a entrada é  $x[n] = u[-n - 1]$ .

*Resposta*

**Problema 2** Determine a resposta ao degrau unitário do sistema causal para o qual a transformada  $Z$  da resposta ao impulso é

$$H(Z) = \frac{1 - z^3}{1 - z^4} \quad (2)$$

*Resposta*

**Problema 3** Se a entrada  $x[n]$  de um sistema LIT for  $x[n] = u[n]$ , a saída é

$$y[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} u[n+1] \quad (3)$$

(a) Determine  $H(z)$ , a transformada  $z$  da resposta ao impulso do sistema, e esboce seu diagrama de polos e zeros.

(b) Encontre a resposta ao impulso  $h[n]$ .

(c) O sistema é estável?

(d) O sistema é causal?

*Resposta*

**Problema 4** Considere uma sequência  $x[n]$  para a qual a transformada  $z$  é

$$X(Z) = \frac{\frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{2}z^{-1}} + \frac{\frac{1}{4}}{1 - 2z^{-1}} \quad (4)$$

e para a qual a RDC inclui a circunferência unitária. Determine  $x[0]$  usando o teorema do valor inicial.

*Resposta*

**Problema 5** Usando uma expansão em série de potência determine a sequência  $x[n]$  cuja transformada  $Z$  é

$$X(Z) = e^z \quad (5)$$

*Resposta*

**Problema 6** Considere um sistema LIT que seja estável e para o qual  $H(Z)$ , a transformada  $Z$  da resposta ao impulso, seja dada por

$$H(Z) = \frac{3}{1 - \frac{1}{3}z^{-1}} \quad (6)$$

Suponha que  $x[n]$ , a entrada do sistema, seja uma sequência degrau unitário.

(a) Determine a saída  $y[n]$  calculando a convolução discreta de  $x[n]$  e  $h[n]$ .

(b) Determine a saída  $y[n]$  calculando a transformada  $Z$  inversa de  $Y(Z)$ .

*Resposta*

**Problema 7** Seja  $x[n]$  a sequência com o diagrama de polos e zeros mostrado na Figura 1. Esboce o diagrama de polos e zeros para:

$$y[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n x[n] \quad (7)$$

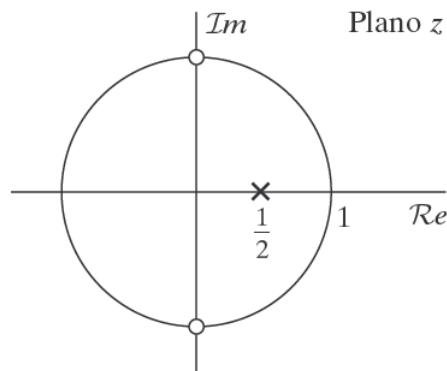


Figura 1: Figura para solução do problema 7

*Resposta*

**Problema 8** O diagrama de polos e zeros na Figura 2 corresponde à transformada  $Z$   $X(Z)$  de uma sequência causal  $x[n]$ . Esboce o diagrama de polos e zeros de  $Y(Z)$ , em que  $y[n] = x[-n + 3]$ . Além disso, especifique a RDC para  $Y(Z)$ .

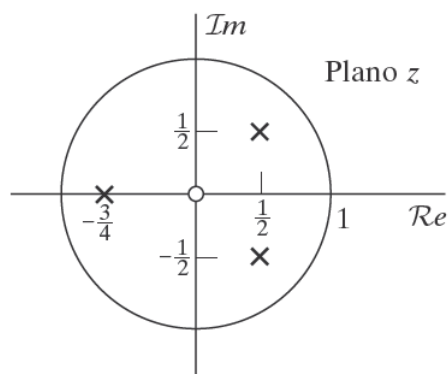


Figura 2: Figura para solução do problema 8

*Resposta*

**Problema 9** Considere a transformada  $Z$   $X(Z)$ , cujo diagrama de polos e zeros é como mostrado na Figura 3.

(a) Determine a RDC de  $X(Z)$  se sabemos que a transformada de Fourier existe. Para esse caso, determine se a sequência  $x[n]$  correspondente é lateral direita, lateral esquerda ou bilateral.

(b) Quantas possíveis sequências bilaterais tem o diagrama de polos e zeros mostrado na Figura 3?

(c) É possível que o diagrama de polos e zeros na Figura 3 seja associado com uma sequência que é tanto estável quanto causal? Nesse caso, dê a RDC apropriada.

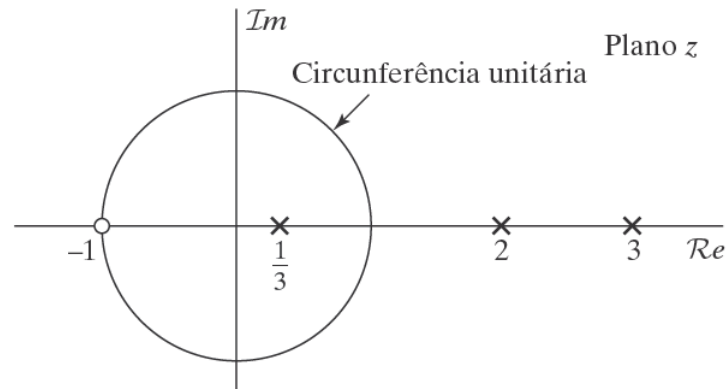


Figura 3: Figura para solução do problema 9

**Problema 10** Para o par de transformadas  $Z$  da entrada e da saída  $X(Z)$  e  $Y(Z)$ , determine a RDC para a função de sistema  $H(Z)$ :

$$X(Z) = \frac{1}{1 - \frac{3}{4}z^{-1}}, |z| > \frac{3}{4}$$

$$Y(Z) = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}z^{-1}}, |z| > \frac{2}{3}$$