

Lista de Exercícios II
(Transformada Z)
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.

3.21 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 $x[n] = u[-n-1]$.

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

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

3.40 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?

3.41 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

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

3.24 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 $Y(z)$.

3.38 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:

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

3.37 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

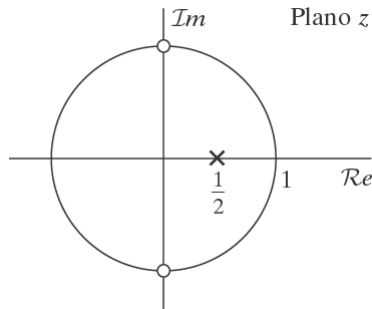


Figura 1: Figura para solução do problema 7

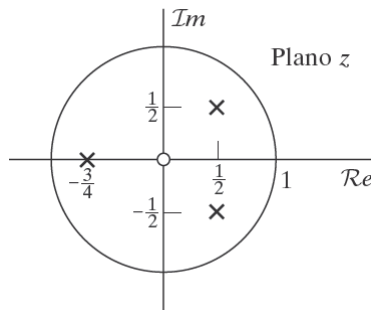


Figura 2: Figura para solução do problema 8

e zeros de $Y(z)$, em que $y[n] = x[-n + 3]$. Além disso, especifique a RDC para $Y(z)$.

3.4 Problema 9 Considere a transformada Z $X(z)$, cujo diagrama de polos e zeros é como mostrado na Figura 4.

(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 4?

(c) É possível que o diagrama de polos e zeros na Figura 4 seja associado com uma sequência que é tanto estável quanto causal? Nesse caso, dê a RDC apropriada.

3.20a Problema 10 Para o par de transformadas Z da entrada e da saída $X(z)$ e

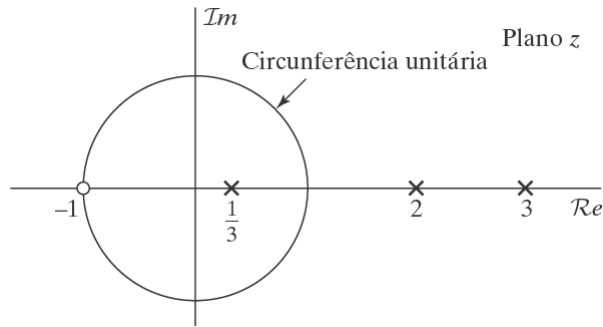


Figura 3: Figura para solução do problema 9

$Y(z)$, determine a RDC para a função de sistema $H(z)$:

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

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

3.42 Problema 11 Na figura a seguir, $H(z)$ representa a função de transferência de um sistema LIT causal.

(a) Fazendo uso das transformadas Z dos sinais mostrados na figura, obtenha uma expressão para $W(z)$ na forma

$$W(z) = H_1(z)X(z) + H_2(z)X_2(z),$$

na qual ambos $H_1(z)$ e $H_2(z)$ são expressos em termos de $H(z)$.

(b) Para o caso em que $H(z) = z^{-1}/(1 - z^{-1})$, determine $H_1(z)$ e $H_2(z)$

(c) O sistema $H(z)$ é estável? Os sistemas $H_1(z)$ e $H_2(z)$ são estáveis?

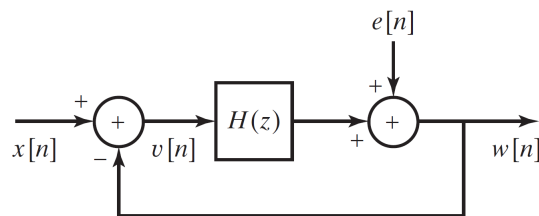


Figura 4: Figura para solução do problema 11

3.46 Problema 12 A seguinte informação é conhecida sobre um sistema LIT:

- (i) O sistema é causal
- (ii) Quando a entrada for

$$x[n] = -\frac{1}{3} \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n] - \frac{4}{3} (2)^n u[-n-1],$$

a transformada Z da saída será

$$Y(z) = \frac{1 - z^{-2}}{(1 - \frac{1}{2}z^{-1})(1 - 2z^{-1})}.$$

- (a) Determine a transformada Z de $x[n]$
- (b) Quais as possíveis escolhas para a RDC de $Y(z)$?
- (c) Quais as possíveis escolhas para a resposta ao impulso do sistema?