

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** Considere um sistema linear e invariante no tempo cuja resposta impulsiva é dada por

$$h[n] = a^{-n}u[-n]. \quad (1)$$

Obtenha a expressão analítica desse sistema quando sua entrada é  $x[n] = u[n]$ .

*Resposta*

**Problema 2** Considere um sistema LTI e causal descrito pela seguinte equações de diferenças

$$y[n] - 5y[n-1] + 6y[n-2] = 2x[n-1] \quad (2)$$

Determine

- (a) A resposta homogênea do sistema. Considere que  $x[n] = 0$
- (b) A resposta impulsiva.
- (c) A resposta ao degrau unitário

*Resposta*

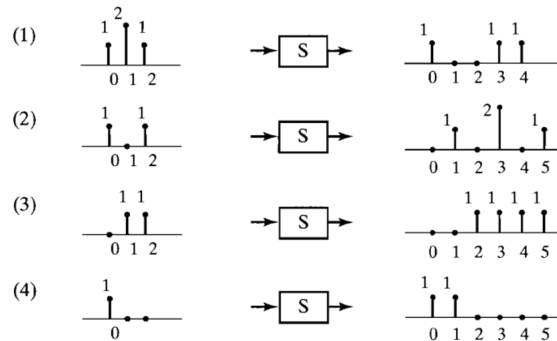
**Problema 3** Encontre a resposta em frequência do sistema da equação anterior

**Problema 4** Considere um sistema LTI com uma resposta em frequência dada por

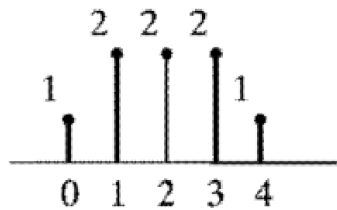
$$H(e^{j\omega}) = \frac{1 - e^{-j2\omega}}{1 + \frac{1}{2}e^{-j4\omega}} \quad (3)$$

Determine a saída  $y[n]$  quando a entrada do sistema é  $x[n] = \sin\left(\frac{\pi n}{4}\right)$ .

**Problema 5** Considere a seguinte relação de entrada-saída para um dado sistema  $S$ .



- (a)  $S$  pode ser invariante no tempo? Explique.
- (b)  $S$  pode ser linear? Explique.
- (c) Se os pares de entrada-saída (2) e (3) fossem de um sistema LTI  $S_2$ , qual seria a sua resposta impulsiva?
- (d) Se os pares de entrada-saída (1) for de um sistema LTI  $S_3$ , qual seria a sua saída se o sinal de entrada fosse



**Problema 6** Considere um sistema LTI de tempo discreto cuja resposta em frequência é dada por

$$H(e^{j\omega}) = \frac{(1 - je^{-j\omega})(1 + je^{-j\omega})}{1 - 0,8e^{-j\omega}} \quad (4)$$

Realize a expansão por frações parciais e obtenha  $h[n]$ .

**Problema 7** Encontre a equação de diferenças para a resposta em frequência da questão anterior.

**Problema 8** Considere a resposta em frequência da questão 6, qual valor de  $\omega_0$  que o sinal de entrada,  $x[n] = 4 + 2 \cos(\omega_0 n)$ , deve ter para que a saída do sistema seja uma constante? Qual é o valor dessa constante?

**Problema 9** Considere a equação

$$x[n] = w[n] \cos(\omega_0 n), \quad (5)$$

Em que  $w[n] = 1$  para  $|n| \leq L$ .

- (a) Calcule  $W(e^{j\omega})$ , isto é, a DTFT de  $w[n]$ .
- (b) Calcule  $X(e^{j\omega})$  em termos que  $W(e^{j\omega})$
- (c) Esboçe o gráfico de  $X(e^{j\omega})$
- (d) Explique a relação de  $L$  com a protuberância dos picos de  $X(e^{j\omega})$

**Problema 10** Considere um sistema que satisfaça a seguinte equações de diferenças

$$x[n] = x[n] + 2x[n-1] + x[n-1] \quad (6)$$

- (a) Determine  $H(e^{j\omega})$
- (b) Calcule  $h[n]$
- (c) O sistema é estável? Dica: Utilize as propriedades de estabilidade para justificar a sua resposta.
- (d) Esboçe o gráfico de fase e magnitude de  $H(e^{j\omega})$