

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.

2.3 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

2.5 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

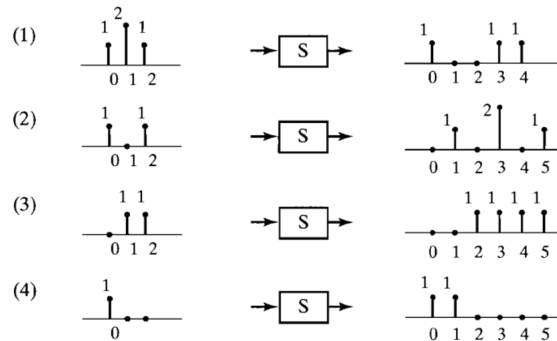
Problema 3 Encontre a resposta em frequência do sistema da equação anterior

2.11 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 $x[n] = \sin\left(\frac{\pi n}{4}\right)$.

2.28 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



2.36a 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 $h[n]$.

2.36b Problema 7 Encontre a equação de diferenças para a resposta em frequência da questão anterior.

2.36c Problema 8 Considere a resposta em frequência da questão 6, qual valor de ω_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?

2.47 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 de $W(e^{j\omega})$
- (c) Esboçe o gráfico de $X(e^{j\omega})$
- (d) Explique a relação de L com a protuberância dos picos de $X(e^{j\omega})$

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

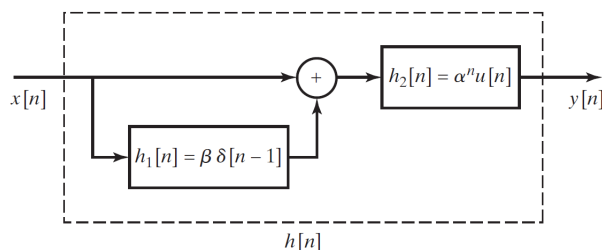
$$y[n] = x[n] + 2x[n-1] + x[n-2] \quad (6)$$

- (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 $H(e^{j\omega})$

2.40 Problema 11 Determine quais dos seguintes sinais são periódicos. Para cada sinal periódico, determine o seu período.

- (a) $x[n] = e^{(2\pi n/5)}$
- (b) $x[n] = \sin(\pi n/19)$
- (c) $x[n] = ne^{j\pi n}$
- (d) $x[n] = e^{\pi n}$

2.54 Problema 12 Considere o sistema mostrado na figura a seguir.

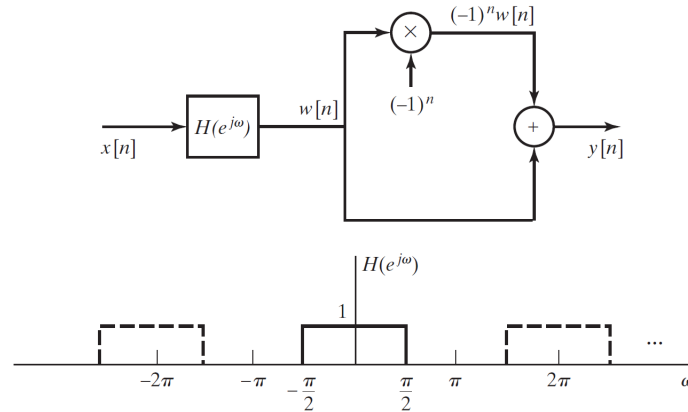


- (a) Determine a resposta ao impulso $h[n]$ do sistema global.

- (b) Determine a resposta em frequência do sistema global.
(c) Especifique a equação às diferenças que relaciona a saída e entrada.
(d) Este sistema é causal? Sob que condições este sistema é estável?

2.56 Problema 13 Para o sistema mostrado na figura abaixo, determine a saída $y[n]$ quando $x[n] = \delta[n]$ e $H(e^{j\omega})$ for um filtro passa baixas ideal definido por

$$H(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1, & |\omega| < \pi/2 \\ 0, & \pi/2 < |\omega| \leq \pi. \end{cases}$$



2.70 Problema 14 Considere o sistema de tempo discreto com entrada $x[n]$ e saída $y[n]$ dadas por

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

Determine qual das afirmações seguintes é verdadeira:

- (a) O sistema é necessariamente LTI
(b) O sistema pode ser LTI
(c) O sistema não tem como ser LTI

Se a sua resposta for (a) ou (b), forneça uma possível expressão para a resposta ao impulso do sistema. Se sua resposta for (c), explique a razão da sua escolha.