

Lista de Exercícios V
(Estruturas de filtragem discreta)
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.

6.5 Problema 1 Um sistema LIT é realizado pelo diagrama de fluxo mostrado na Figura 1

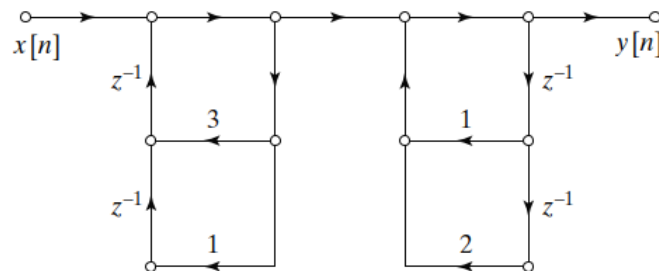


Figura 1: Figura auxiliar da questão 1

- (a) Escreva a equação de diferenças relacionando $x[n]$ e $y[n]$ para esse diagrama de fluxo.
- (b) Qual é a função de sistema desse sistema?
- (c) Na realização da Figura 1, quantas multiplicações reais e adições reais são exigidas para calcular cada amostra da saída? (Suponha que $x[n]$ seja real e que a multiplicação por 1 não seja levada em conta no total.).
- (d) A realização da Figura 1 requer quatro registradores de armazenamento (elementos de atraso). É possível reduzir o número de registradores

Resposta

The diagram shows a discrete-time system with input $x[n]$ and output $y[n]$. The input $x[n]$ splits into two paths. The top path goes through a delay block z^{-1} and then a summer (represented by a circle with a plus sign) before entering a summer (represented by a circle with a plus sign) that produces the output $y[n]$. The bottom path goes through a summer (represented by a circle with a plus sign) that produces the output $y[n]$. The output $y[n]$ is fed back through a summer (represented by a circle with a minus sign) and a delay block z^{-1} to the summer that produces $y[n]$ in the bottom path. The feedforward path from the input $x[n]$ goes through a summer (represented by a circle with a plus sign) and a delay block z^{-1} to the summer that produces $y[n]$ in the top path. The feedforward path also goes through a summer (represented by a circle with a plus sign) and a delay block z^{-1} to the summer that produces $y[n]$ in the bottom path. The feedforward path also goes through a summer (represented by a circle with a plus sign) and a delay block z^{-1} to the summer that produces $y[n]$ in the top path. The feedforward path also goes through a summer (represented by a circle with a plus sign) and a delay block z^{-1} to the summer that produces $y[n]$ in the bottom path.

(a) Traçando o caminho de um impulso pelo diagrama de fluxo, determine $h[1]$, a resposta ao impulso em $n = 1$.

Resposta

$$\mathbf{H}(Z) = \frac{1 + \frac{5}{6}z^{-1} + \frac{1}{6}z^{-2}}{1 - \frac{1}{2}z^{-1} - \frac{1}{2}z^{-2}} \quad (1)$$

Resposta

$$\mathbf{H}(Z) = 1 - \frac{1}{3}z^{-1} + \frac{1}{6}z^{-2} + z^{-3} \quad (2)$$

2

(b) Desenhe o diagrama de fluxo de sinais para a implementação na forma direta transposta do sistema.

Resposta

6.22 Problema 5 Para a função de sistema

$$\mathbf{H}(Z) = \frac{1 + 2z^{-1} + z^{-2}}{1 - 0,75z^{-1} + 0,125z^{-2}} \quad (3)$$

desenhe os diagramas de fluxo de todas as realizações possíveis para esse sistema como cascatas de sistemas de primeira ordem.

Resposta

6.23 Problema 6 Queremos implementar um sistema causal $H(z)$ com o diagrama de polos e zeros mostrado na Figura 3. Para todas as partes deste problema, z_1, z_2, p_1 e p_2 são reais, e uma constante de ganho independente da frequência pode ser incorporada em um coeficiente de ganho no ramo de saída de cada diagrama de fluxo.

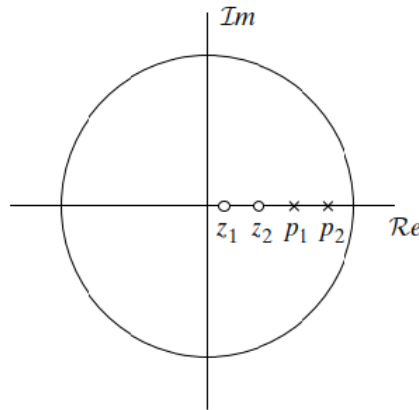


Figura 3: Figura auxiliar da questão 6

(a) Desenhe o diagrama de fluxo da implementação na forma direta II. Determine uma expressão para cada um dos ganhos de ramo em termos das variáveis z_1, z_2, p_1 e p_2 .

(b) Desenhe o diagrama de fluxo de uma implementação como uma cascata de seções na forma direta II de segunda ordem. Determine uma expressão para cada um dos ganhos de ramo em função das variáveis z_1, z_2, p_1 e p_2 .

(c) Desenhe o diagrama de fluxo de uma implementação na forma paralela com seções na forma direta II de primeira ordem. Especifique um sistema de

equações lineares que possa ser resolvido para expressar os ganhos de ramo em termos das variáveis z_1, z_2, p_1 e p_2 .

Resposta

6.25 Problema 7 Um sistema LIT causal é definido pelo diagrama de fluxo de sinais mostrado na Figura 4, que representa o sistema como uma cascata de um sistema de segunda ordem com um sistema de primeira ordem.

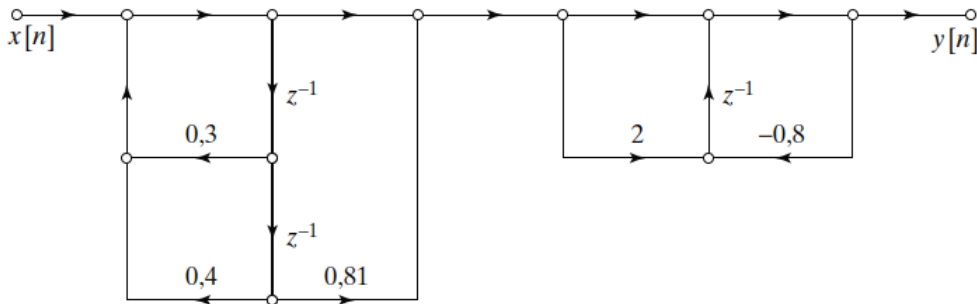


Figura 4: Figura auxiliar da questão 7

- (a) Qual é a função de sistema do sistema em cascata global?
- (b) O sistema global é estável? Explique resumidamente.
- (c) O sistema global é um sistema de fase mínima? Explique resumidamente.
- (d) Desenhe o diagrama de fluxo de sinais de uma implementação na forma direta II transposta desse sistema.

Resposta

6.26 Problema 8 Um sistema LIT causal tem a função de sistema dada pela seguinte expressão:

$$\mathbf{H}(Z) = \frac{1}{1 - z^{-1}} + \frac{1 - z^{-1}}{1 - z^{-1} + 0,8z^{-2}} \quad (4)$$

- (a) Esse sistema é estável? Explique resumidamente.
- (b) Desenhe o diagrama de fluxo de sinais de uma implementação na forma paralela desse sistema.
- (c) Desenhe o diagrama de fluxo de sinais de uma implementação na forma em cascata desse sistema como uma cascata de um sistema de primeira ordem

e um sistema de segunda ordem. Use uma implementação na forma direta II transposta para o sistema de primeira ordem.

Resposta

6.11 Problema 9 Considere um sistema LIT causal com resposta ao impulso $h[n]$ e função de sistema

$$\mathbf{H}(Z) = \frac{(1 - 2z^{-1})(1 - 4z^{-1})}{z(1 - \frac{1}{2}z^{-1})} \quad (5)$$

- (a) Desenhe um diagrama de fluxo na forma direta II para o sistema.
- (b) Desenhe a forma transposta do diagrama de fluxo do item (a).

Resposta