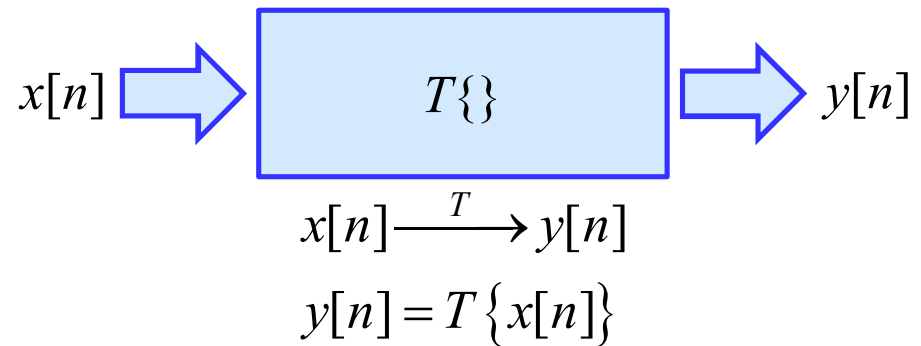


Exercícios de Sinais e Sistemas Discretos

Professor

Dr. Jorge Leonid Aching Samatelo

jlasm001@gmail.com



Sobre a Apresentação das Soluções

Sobre a Apresentação das Soluções

Avaliação

❑ Método de Avaliação

- Cada grupo (2 alunos) apresentara em aula a solução de um problema proposto pelo professor.
- Cada problema terá um determinado valor em pontos que serão somados a nota da prova parcial correspondente.
 - ❖ Mínimo valor em pontos para um problema: 0,25
 - ❖ Máximo valor em pontos para um problema: 0,5

❑ Critérios para a avaliação da apresentação

➤ Solução

- ❖ Correta: 100%
- ❖ Incorreta: 0%

➤ Simulação em MATLAB (plus)

- ❖ Correta: +0,1
- ❖ Incorreta: 0,0

Sobre a Apresentação das Soluções

Indicações

❑ **Prazo:**

- Envio das soluções: Sexta 18/05/2018 - (23:59 hrs)
- Apresentação: Quarta 23/05/2018 - (15:00 - 17:00 hrs)

❑ **Procedimento para o envio da solução:**

- Os slides da solução de cada exercício devem ser enviados ao email jlasam001@gmail.com com o assunto: EXERCICIO_SINAIS_SISTEMAS_DISCRETO_2018_1. O nome do arquivo **.PPT (ou PPTX)** deve iniciar com o rotulo SINAIS_SISTEMAS_DISCRETO seguido pelo numero do exercício e as iniciais dos nomes dos integrantes de cada dupla (por exemplo, a dupla conformada pelos alunos Pedro Farias e Joao Silva que solucionaram o exercício 3 enviariam o arquivo SINAIS_SISTEMAS_DISCRETO_3_PF_JS.ppt).

❑ **Sobre a apresentação:**

- Cada dupla terá como máximo 8 minutos.

Sobre a Apresentação das Soluções

Recomendações para a elaboração dos *slides*

- ❑ O formato dos slides deve ser simples (fundo branco).
- ❑ O primeiro *slide* deve conter o numero de exercício e os nomes dos integrantes de cada dupla.
- ❑ O segundo *slide* deve conter o enunciado do problema.
- ❑ Os *slides* restantes devem conter os critérios e os procedimentos usados na solução. É importante indicar que **devem ser didáticos na explicação da solução do problema.**
- ❑ Em relação as equações matemáticas, usar o editor de equações:
 - **MATHTYPE**
 - ❖ <http://mathtype.softonic.com.br/>
- ❑ No caso, que sejam usados programas editores de equações que trabalham com notação **LATEX**, incluir ao final da apresentação, como um anexo, o código TEX das equações.
- ❑ **IMPORTANTE:** Não é aceitável, incluir unicamente as imagens das equações **(menos colar imagens de equações de material de referência).**

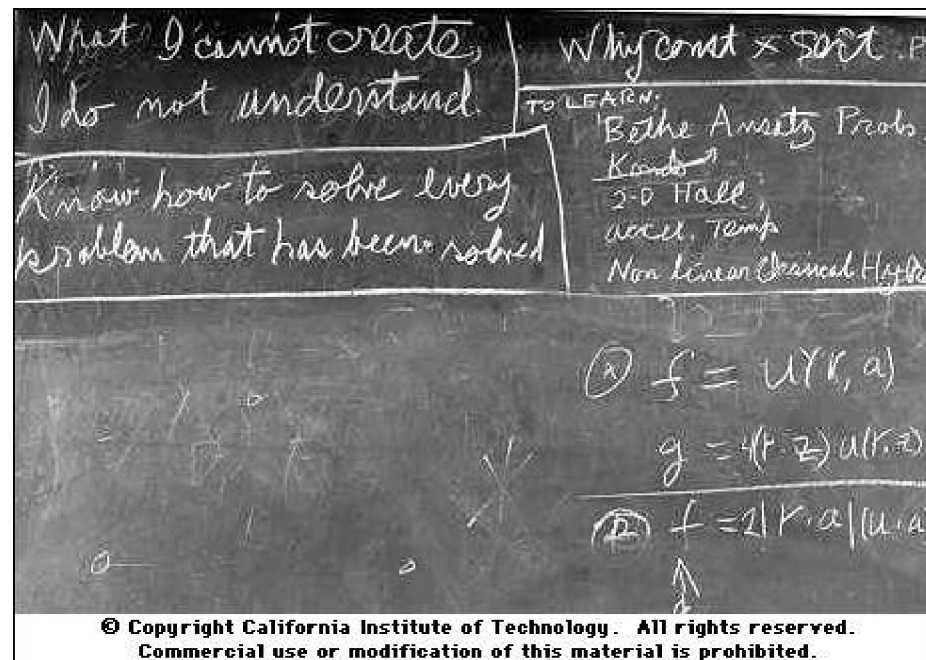
Exercícios por dupla

Integrantes	Nº de Exercício
LUCAS BATISTA LEITE & MATHEUS BELOTI MARIANI	10
RHUAN SOUZA CAETANO & FRANCO SCHMIDT ROSSI	13
BRUNO GAMA NUNES DE OLIVEIRA & LUCAS SANTANA DA CUNHA	18
KEVIN BENFIQUES BORGES & ANDRE FELIPE SANTOS PEREIRA	2
MATHEUS DE ABREU BOZZI & MATHEUS BONGIOVANI SATHLER	9
BRUNO FRIGERI PIRAJA & GABRIEL THEBALDI DA SILVA	12
MATHEUS FRANCO GRACIANO & MARCELO SANTOS HONORATO	19
TADEU ALVES HASTENREITER & EITEL ALEX EBONGUE NG	11
ANATELLI ANNE FAGUNDES HERINGER & GABRIEL CARLOS FAVERO CHAGAS	1
MATHEUS LIMA DE ASSIS BERNARDINO & FABRICIO NUNES PAIVA	17
DEBORA CRISTINA FORTUNA LOPES & MARIANNE PONTARA MARINHO	4
ISABEL MARIA ROCHA BUSTAMANTE & MATUSALEM MANSUR	20
DIEGO RODRIGO PEREZ PACHECO & TASSIO SANTUCHI	8
ORIEL DILSON FERREIRA & CLEIDSON ALVES FAVALESSA	21
LUCAS VALENTIM VIDOTO & VITOR MONTENEGRO DE OLIVEIRA SABBAGH	16
LUIZ CLAUDIO CAMPISTA JUNIOR & RODRIGO MANZOLI DOS SANTOS	3
RAFAEL FRICKS DOS SANTOS & LUANY TONIATO OLIVEIRA	14
JHEMES PARMA MIRANDA & LEONARDO MARTINS DA SILVA	6
SANDOR FERREIRA DA SILVA & MELINA SCHNEIDER CAMPO	23
JONAS MENDES FIORINI & GUSTAVO DE ANDRADE GARCIA	15
HAYLANDER GOMES LOPES	22
RAYANE NASCIMENTO & BRENO SCALZER COIMBRA	5
BERNARDO FIGUEIREDO DE A CAMPOS & GLAUCIANE SOUZA DA SILVA	7

Lista de Exercícios

Know how to solve every problem that has been solved.

Richard Feynman



Lista de Exercícios

Sinais discretos

Exercício 1

0,5 PT

□ Determine a potência e a energia das seguintes sequências:

a)

$$x[n] = u[n]$$

b)

$$x[n] = n.u[n]$$

c)

$$x[n] = A.e^{j\Omega_0 n}$$

d)

$$x[n] = A.\text{sen}(2\pi n / M + \theta)$$

Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 2

0,5 PT

- Para um sistema invariante no tempo foram observados os seguintes pares de entrada e saída.

$$x_1[n] = \{ \underset{\uparrow}{1}, 0, 2 \} \quad \xleftrightarrow{T} \quad y_1[n] = \{ \underset{\uparrow}{0}, 1, 2 \}$$

$$x_2[n] = \{ \underset{\uparrow}{0}, 0, 3 \} \quad \xleftrightarrow{T} \quad y_2[n] = \{ \underset{\uparrow}{0}, 1, 0, 2 \}$$

$$x_3[n] = \{ \underset{\uparrow}{0}, 0, 0, 1 \} \quad \xleftrightarrow{T} \quad y_3[n] = \{ 1, \underset{\uparrow}{2}, 1 \}$$

- Determinar se o sistema é linear.
- Qual é a resposta ao impulso do sistema.

Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 3

0,5 PT

□ Para um sistema linear foram observados os seguintes pares de entrada e saída.

$$x_1[n] = \{ -1, \underset{\uparrow}{2}, 1 \} \quad \xleftrightarrow{T} \quad y_1[n] = \{ 1, \underset{\uparrow}{2}, -1, 0, 1 \}$$

$$x_2[n] = \{ 1, \underset{\uparrow}{-1}, -1 \} \quad \xleftrightarrow{T} \quad y_2[n] = \{ -1, \underset{\uparrow}{1}, 0, 2 \}$$

$$x_3[n] = \{ 0, \underset{\uparrow}{1}, 1 \} \quad \xleftrightarrow{T} \quad y_3[n] = \{ \underset{\uparrow}{1}, 2, 1 \}$$

- a) Determinar se o sistema é invariante no tempo.
- b) Qual é a resposta ao impulso do sistema.

Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 4

0,5 PT

- ❑ Suponha que se tem um sistema LTI, cuja forma exata não é conhecida. O sistema foi testado com alguns sinais de entrada, observando-se os sinais de saída geradas. Suponha que os seguintes pares de entrada e saída são os resultados dos testes:

$$x[n] = \delta[n] - \delta[n-1] \xleftrightarrow{T} y[n] = \delta[n] - \delta[n-1] + 2\delta[n-3]$$

- ❑ Determinar a resposta do sistema quando a entrada é:

$$x[n] = 7\delta[n] - 7\delta[n-2]$$

Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 5

0,5 PT

□ Considere o sinal:

$$w[n] = a^n u[n] ; 0 < a < 1$$

- a. Demostre que qualquer sequência $x[n]$ pode ser representada como:

$$x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k \cdot w[n-k]$$

e expresse o coeficiente c_k em termos de $x[n]$.

- b) Usando as propriedades de linearidade e invariância no tempo expresse a saída $y[n] = T\{x[n]\}$ em termos da entrada $x[n]$ e o sinal $g[n] = T\{w[n]\}$, onde, $T\{.\}$ é o operador do sistema LTI.
- c) Expresse a resposta ao impulso $h[n] = T\{\delta[n]\}$ em termos de $g[n]$.

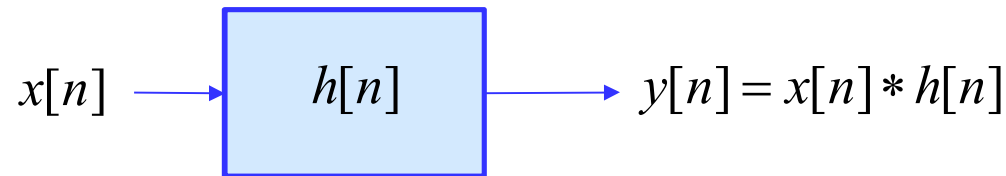
Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 6

0,5 PT

- Calcule a saída do sistema LTI, via o somatório de convolução, para os seguintes pares de sinais.



a)

$$x[n] = a^n u[n] \quad h[n] = b^n u[n] \quad a \neq b$$

b)

$$x[n] = \begin{cases} 1 & n = -2, 0, 1 \\ 2 & n = -1 \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \quad h[n] = \delta[n] - \delta[n-1] + \delta[n-4] + \delta[n-5]$$

c)

$$x[n] = u[n+1] - u[n-4] - \delta[n-5] \quad h[n] = (u[n+2] - u[n-3])(3 - |n|)$$

d)

$$x[n] = u[n] - u[n-5] \quad h[n] = u[n-2] - u[n-8] + u[n-11] - u[n-17]$$

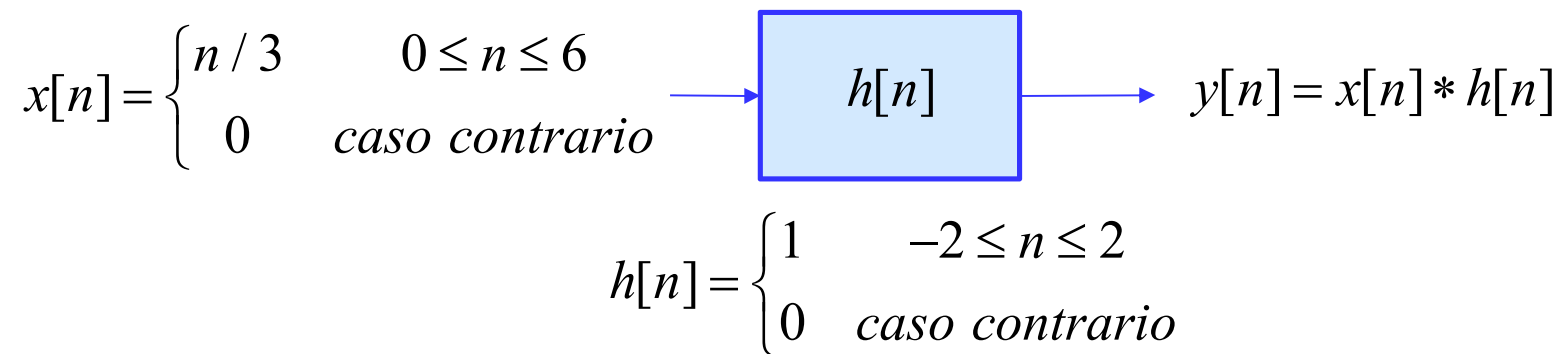
Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 7

0,5 PT

❑ Calcule a saída do sistema LTI, via o somatório de convolução,



- a) usando o método indicado em aula.
- b) analiticamente

Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 8

0,5 PT

❑ Calcule a saída do sistema LTI, via o somatório de convolução,

$$x[n] = \begin{cases} \alpha^n & -3 \leq n \leq 5 \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \rightarrow \boxed{h[n]} \rightarrow y[n] = x[n] * h[n]$$

$$h[n] = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

- a) usando o método indicado em aula.
- b) analiticamente

Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 9

0,5 PT

- Para cada resposta ao impulso listado abaixo, determine se o sistema correspondente e:
- Sem memória.
 - Causal.
 - Estável.

a) $h[n] = (2)^n u[-n]$

b) $h[n] = e^{2n} u[n-1]$

c) $h[n] = \cos(\frac{1}{8} \pi n)(u[n] - u[n-10])$

d) $h[n] = \sin(\frac{1}{2} \pi n)$

e) $h[n] = \delta[n] + \sin(\pi n)$

Lista de Exercícios

Sistemas discretos

Exercício 10

0,5 PT

- Considere o sistema descrito pela equação de diferenças

$$y[n] = ay[n-1] + bx[n]$$

- a) Determine b em termos de a , tal que:

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} h[n] = 1$$

- b) Calcule a resposta ao degrau unitário do sistema $s[n]$ e selecione b , tal que, $s[\infty] = 1$.
- c) Compare os valores obtidos em (b) e (a) que você observa?

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 11

0,5 PT

- Determine a transformada Z dos seguintes sinais e desenhe os correspondentes diagramas de polos e zeros.

a) $x[n] = (1 + n)u[n]$

b) $x[n] = (a^n + a^{-n})u[n] ; a \in \mathbb{R}$

c) $x[n] = (-1)^n 2^{-n} u[n]$

d) $x[n] = na^n \sin(\Omega_0 n) u[n]$

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 12

0,5 PT

- Determine a transformada Z dos seguintes sinais e desenhe os correspondentes diagramas de polos e zeros.

a)

$$x[n] = na^n \cos(\Omega_0 n) u[n]$$

b)

$$x[n] = Ar^n \cos(\Omega_0 n + \phi) u[n] ; 0 < r < 1$$

c)

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

d)

$$x[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n (u[n] - u[n-10])$$

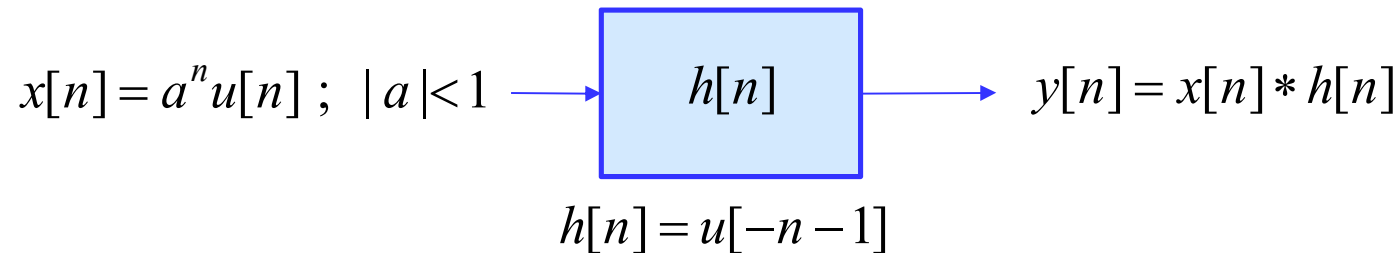
Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 13

0,5 PT

□ Seja o sistema LTI discreto.



- a) Calcular a saída do sistema, usando:
 - 1. O somatório de convolução.
 - 2. O método baseado na transformada Z.
- b) Tomando em conta a função de transferência do sistema $H(z)$
 - 1. Determinar se o sistema é causal.
 - 2. Determinar se o sistema é estável.

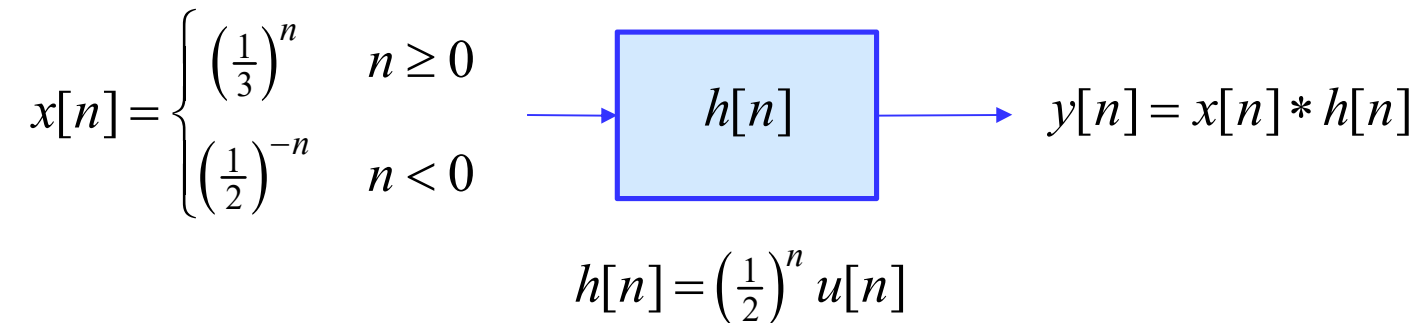
Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 14

0,5 PT

□ Seja o sistema LTI.



- a) Usando a transformada Z.
 - 1. Calcular a saída $y[n]$ para a entrada $x[n]$.
 - 2. Calcular a resposta ao degrau unitário $s[n]$.
- b) Tomando em conta a função de transferência do sistema $H(z)$
 - 1. Determinar se o sistema é causal.
 - 2. Determinar se o sistema é estável.

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 15

0,5 PT

- Determinar a convolução dos seguintes pares de sinais usando a transformada Z.

a)

$$x[n] = \left(\frac{1}{4}\right)^n u[n-1] \longrightarrow h[n] = \left(1 + \left(\frac{1}{2}\right)^n\right) u[n] \longrightarrow y[n] = x[n] * h[n]$$

b)

$$x[n] = u[n] \longrightarrow h[n] = \delta[n] + \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n] \longrightarrow y[n] = x[n] * h[n]$$

c)

$$x[n] = \cos(\pi n) u[n] \longrightarrow h[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n] \longrightarrow y[n] = x[n] * h[n]$$

d)

$$x[n] = 2^n u[n-1] \longrightarrow h[n] = nu[n] \longrightarrow y[n] = x[n] * h[n]$$

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 16

0,5 PT

□ Seja $x[n]$ uma sequência com transformada Z $X(z)$. Determine, em termos de $X(z)$, as transformadas Z dos seguintes sinais:

a)

$$y[n] = \begin{cases} x[n/2] & n \text{ par} \\ 0 & n \text{ ímpar} \end{cases}$$

b)

$$y[n] = x[2n]$$

c)

$$\Delta x[n] = x[n+1] - x[n]$$

d)

$$\Delta^2 x[n] = \Delta x[n+1] - \Delta x[n]$$

e)

$$y[n] = \sum_{k=0}^{M-1} x[n+k]$$

f)

$$x[n] = x[n+N] ; N \in \mathbb{N}$$

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 17

0,5 PT

❑ Determinar a Transformada Z Inversa das seguintes funções racionais.

a)

$$X(z) = \frac{2 - 4,7z^{-1} + 2,23z^{-2} - 0,3z^{-3}}{1 - 0,7z^{-1} + 0,12z^{-2}}, 0,3 < |z| < 0,4$$

b)

$$X(z) = \frac{-5 - 3z + 2z^{-1}}{1 - 2z^{-1}}, |z| > 2$$

c)

$$X(z) = \frac{1 - az^{-1}}{z^{-1} - a}, |z| > \left| \frac{1}{a} \right|$$

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 18

0,5 PT

❑ Determinar a Transformada Z Inversa das seguintes funções racionais.

a)

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

b)

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

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 19

0,5 PT

- ☐ Projetar um sistema LTI causal discreto, tal que, se a entrada é:

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

- ☐ Então, a saída é:

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

- ☐ Determinar:

- A resposta ao impulso $h[n]$ e a função de transferência $H(z)$ de um sistema que cumpra com as condições precedentes.
- Determinar a equação de diferenças que caracteriza ao sistema.
- Determinar se o sistema é estável.
- Determinar a resposta ao degrau unitário do sistema.
- Determinar a resposta em frequência do sistema e encontrar a saída do sistema quando a entrada é $x[n] = \cos(0,2\pi n)$.

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 20

0,5 PT

□ A resposta ao degrau unitário de um sistema LTI é

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

- a) Determinar a função de transferência do sistema $H(z)$
- b) Determinar os polos e zeros de $H(z)$.
- c) Desenhar o diagrama de polos e zeros de $H(z)$.
- d) Determinar a resposta ao impulso $h[n]$.
- e) Determinar a equação de diferenças que caracteriza ao sistema.
- f) Determinar se o sistema é causal e estável.

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 21

0,5 PT

□ Seja o sistema LTI discreto causal

$$y[n] = \frac{1}{2} y[n-1] + 4x[n] + 3x[n-1]$$

- a) Determinar a função de transferência $H(z)$ e ver se o sistema é estável.
- b) A partir de $H(z)$ determinar a resposta impulsiva do sistema $h[n]$.
- c) Determine a resposta forçada quando a entrada é:

$$x[n] = e^{j\Omega_0 n}$$

- d) Considerando a entrada anterior, determine o valor da saída em estado estacionário ($t \rightarrow \infty$).

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 22

0,5 PT

- ❑ Usando a transformada unilateral Z, solucione as seguintes equações de diferenças:

Equação de diferenças	Condições iniciais	Entrada
$y[n] + \frac{1}{2}y[n-1] - \frac{1}{4}y[n-2] = 0$	$y[-1] = y[-2] = 1$	
$y[n] = \frac{1}{2}y[n-1] + x[n]$	$y[-1] = 1$	$x[n] = (1/3)^n u[n]$
$y[n] = \frac{1}{4}y[n-2] + x[n]$	$y[-1] = 0; y[-2] = 1$	$x[n] = u[n]$

Lista de Exercícios

Transformada Z

Exercício 23

0,5 PT

□ Seja o sistema LTI discreto causal

$$y[n] - y[n-1] + \frac{1}{4}y[n-2] = 2x[n] - 2x[n-1] - \frac{11}{4}x[n-2] + 3x[n-3] - \frac{3}{4}x[n-4]$$

- a) Determinar a função de transferência $H(z)$.
- b) Determinar a resposta ao impulso $h[n]$.
- c) Determinar se o sistema é estável.
- d) Determinar a resposta em frequência $H(j\Omega)$.

Bom Trabalho!!!

