

Nome:

01. Dada a função de transferência abaixo, determine o diagrama de blocos dessa FT na sua representação de estrutura paralela e direta canônica. (3 escores)

$$D(Z) = 3 + (2 - 3z^{-1})/(1 - z^{-1}) + (1 - 2z^{-1} + 3z^{-2})/(1 - 4z^{-1} + 2z^{-2})$$

02. Represente a FT abaixo no plano Z na sua forma simplificada (uma única fração). Utilizar período de amostragem de 0.01s (3 escores)

$$G(s) = 2/[(s+2).(s+3).(s+4)]$$

03. Elabore a rotina de interrupção, em linguagem C para PIC, de um controlador PI com os seguintes parâmetros  $T_i = 1s$  e  $K_p = 10$ . Adotar a resolução do AD do PIC de 8 bits; a resolução da função de geração do sinal PWM de 10 bits; a tensão de referência de 2.5V; e o período de amostragem do sinal de 1ms. Elaborar a equação de diferença do controlador utilizando a estrutura direta não-canônica. (4 escores)

**Equações e fórmulas:**

$$U_z/E_z = (\sum a_j Z^{-j}) / (1 + \sum b_j Z^{-j}) \text{ // Estrutura direta não canônica}$$

$$U_z/R_z = \sum a_j Z^{-j} ; E_z/R_z = 1 + \sum b_j Z^{-j} \text{ // Estrutura direta canônica}$$

`set_pwm1_duty();` // função para geração do sinal PWM com argumento 10b

`= read_adc();` // função para leitura do AD com resolução de 8b

$$D(z) = K_p + (K_p.T)/[T_i.(1 - z^{-1})]$$

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará**  
**Aplicação de Controle**  
**Prof. Paulo Régis C. de Araújo**

4.6

**Nome:**

1. Utilize a transformada Z para representar, na forma simplificada (única fração), a FT abaixo no domínio Z. Observação: utilizar período de amostragem de 0.1s. (3 escores)

$$G(s) = (s+4)/(s+1).(s+2)$$

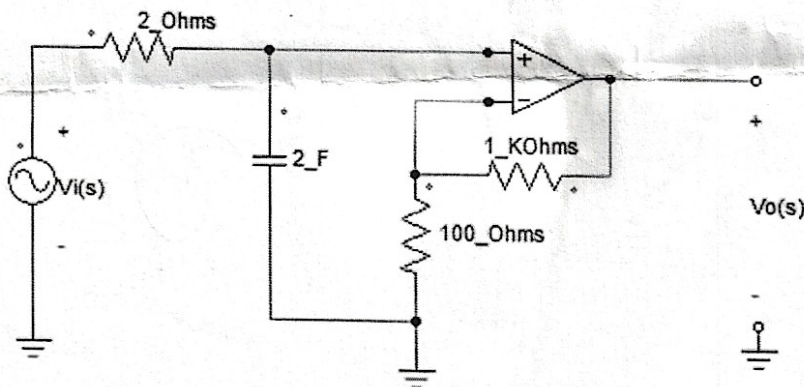
2. Utilize a transformada inversa Z para representar a FT abaixo no domínio do tempo (série infinita). (3 escores)

$$K(Z) = Z/((Z-2).(Z-3))$$

3. Dado o vetor de amostras de entrada abaixo, determine as saídas após a aplicação de um filtro digital mediano. (2 escores)

Entrada = [2, 3, 4, 3, 2, 5, 200, 2, 3, 1, 4, 5].

4. No circuito abaixo, determine a relação  $V_o(s)/V_i(s)$ . (3 escores)



Obs:

$$e^{-at} \Rightarrow 1/(s+a) \Rightarrow z/(z - e^{-aT}) \Rightarrow e^{-aTn}$$

$$L[f(t)] = \int f(t).e^{-st} dt$$

$$X_L(s) = L.s; X_C(s) = 1/(C.s)$$

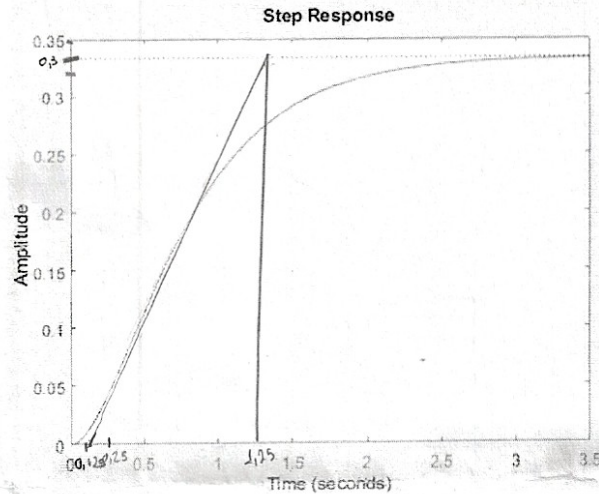
?



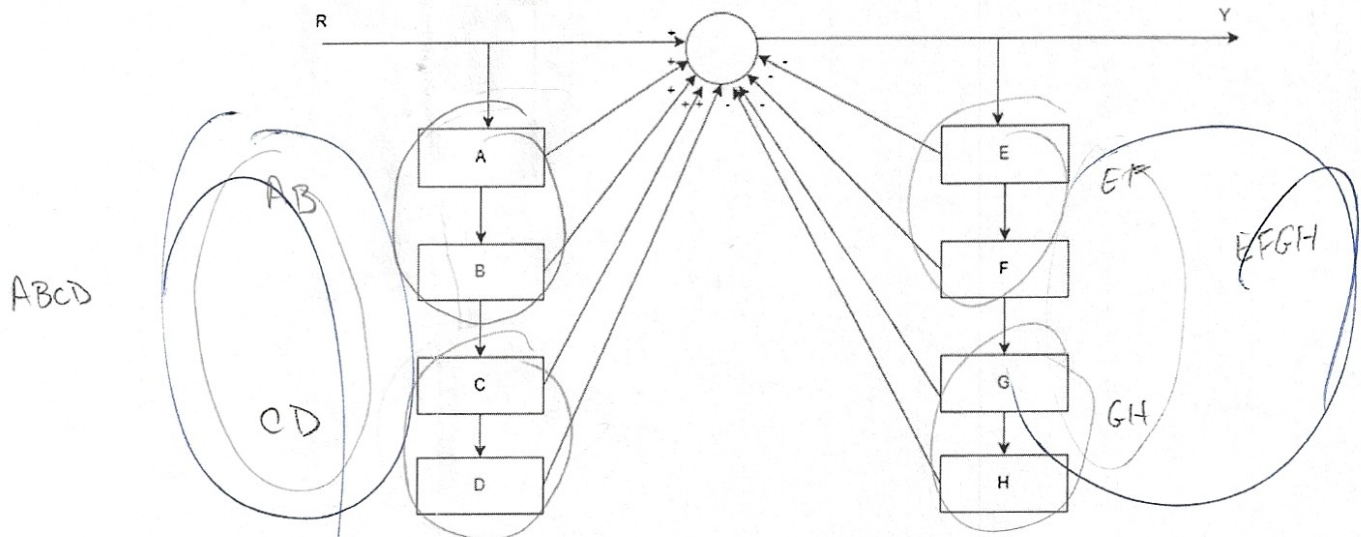
1. Elabore a FT de um controlador Dead-Beat para a planta cuja FT está representada abaixo. Adotar período de amostragem de 1s e FT do ZoH dada por  $H(s) = (1 - e^{-sT})/s$ . (3 escores)

$$G(s) = (s+1)/(s^2 + 5s + 6)$$

2. Dada a curva de resposta de uma planta a uma função degrau unitário, elabore a função de transferência do controlador **PID** no plano Z (discretizada). Adotar período  $T = 0.5s$ . **Atenção: apresentar a FT do controlador PID na forma de uma única fração polinomial com a variável Z com expoente negativo.** (3 escores)



3. Analisando o diagramã de blocos abaixo, realize a redução a apenas um bloco e determine a função de transferência  $Y/R$ . A FT de cada bloco é representada pela letra dentro do bloco. (3 escores)



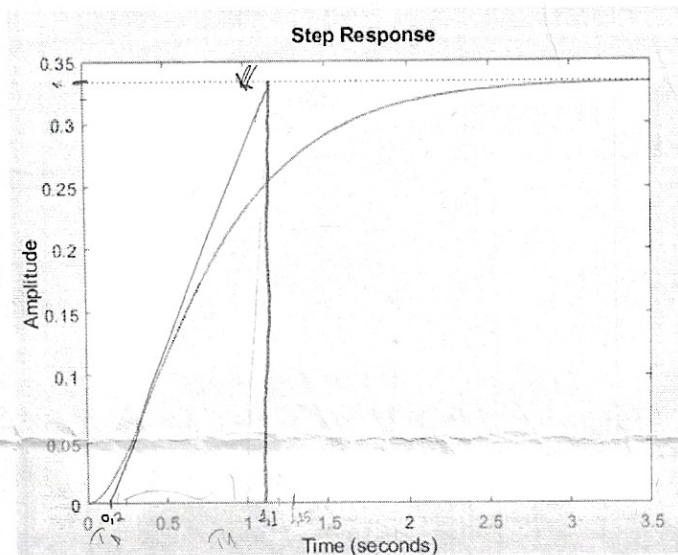
04. Demonstre como chegar a forma simplificada de uma função degrau unitário no plano Z. A função degrau unitário é dada por:  $f(t) = 1$ , para  $t \geq 0$ ; e 0 para  $t < 0$ . (3 escores)

Fórmulas:  $e^{-at} \Rightarrow 1/s+a \Rightarrow Z/Z - e^{-aT} \Rightarrow e^{-aKT}$ ;  $D(Z) = (1/HG(Z)) \cdot [Z^{-k}/(1 - Z^{-k})]$ ;  $K_p = 1.2.T_1/(K.T_d)$ ;  $T_i = 2.T_d$ ;  $T_d = 0.5.T_d$ ;  $D(Z) = K_p.(1 + T/[T_i.(1-Z^{-1})] + [T_d.(1 - Z^{-1})/T])$ ; FT ZoH  $\Rightarrow H(s) = (1 - e^{-sT})/s$ ;  $R(z) = \sum_{n=0}^{\infty} r(nT).Z^{-n}$

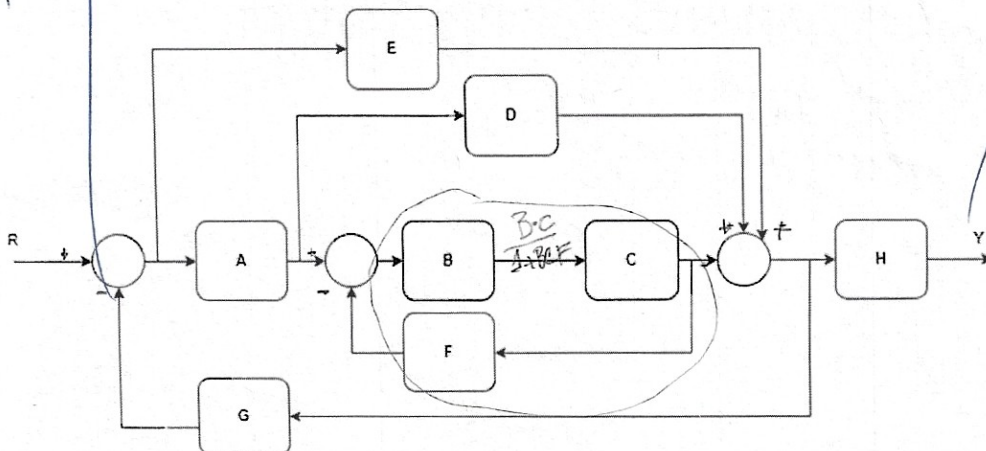
1. Elabore a FT de um controlador Dead-Beat para a planta cuja FT está representada abaixo. Adotar período de amostragem de 1s e FT do ZoH dada por  $H(s) = (1 - e^{-sT})/s$ . (3 scores)

$$G(s) = e^{-3s}/(1 + 3s)$$

2. Dada a curva de resposta de uma planta a uma função degrau unitário, elabore a função de transferência do controlador PI no plano Z (discretizada). Adotar período  $T = 0.1s$ . **Atenção: apresentar a FT do controlador PI na forma de uma única fração polinomial com a variável Z com expoente negativo.** (4 scores)



3. Analisando o diagrama de blocos abaixo, realize a redução a apenas um bloco e determine a função de transferência Y/R. A FT de cada bloco é representada pela letra dentro do bloco. (3 scores)



Fórmulas:  $e^{-at} \Rightarrow 1/s + a \Rightarrow Z/Z - e^{-aT} \Rightarrow e^{-aKT}$ ;  $D(Z) = (1/HG(Z)) \cdot [Z^{-k}/(1 - Z^{-k})]$ ;  $K_p = 0.9.T1/K.Td$ ;  $T_i = 3.3.Td$ ;  $D(Z) = K_p.(1 + T/[T_i.(1 - Z^{-1})])$ ; FT ZoH  $\Rightarrow H(s) = (1 - e^{-sT})/s$ ;

9  
-0,74  
0,29