



Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

## GABARITO - 1ª PROVA

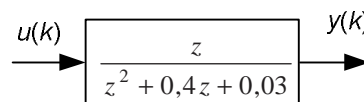
**1ª Questão:** (1) Qual (quais) das seguintes equações de recorrência pode(m) ser associada(s) a uma função de transferência discreta? Justifique.

- (a)  $y(k+2) = y(k+1)y(k) + u(k)$
- (b)  $y(k+3) + 2y(k) = 0$
- (c)  $y(k+4) + y(k+1) = u(k)$
- (d)  $y(k+5) = y(k+4) + u(k+1)u(k)$
- (e)  $y(k+2) = y(k)u(k)$

---

- a) não pode – produto de  $y$  não é linear
- b) pode ser uma equação dinâmica que descreve a resposta a condições iniciais, mas não é uma F.T.
- c) pode ser associado a uma função de transferência discreta.
- d) não pode – produto é não linear
- e) não pode – produto é não linear

**2ª Questão:** (2,5) Calcule  $y(k)$ , em regime permanente, ao sinal de entrada  $u(k) = -2(k-10) + 0,5 \sin(0,4k)$ .



---

Superposição: Resposta ao degrau de amplitude -2 (teorema do valor final  $z \rightarrow 1$ )

e à senoide. A frequência da senoide corresponde à  $z = \exp(-0,4i) = 0,9211 - 0,3894i$ .

Obs: a amplitude da senoide não afeta a sua frequência (pólo complexo conjugado sobre o círculo unitário)

$$y(k \rightarrow \infty) = -1,3986(k) + 0,357 \sin(0,4k - 15,64^\circ)$$

$$y(k \rightarrow \infty) = -1,3986(k) + 0,357 \sin(0,4k - 0,2731) \text{ (em radianos)}$$

**3ª Questão:** (2,5) Obtenha o modelo equivalente “segurador de primeira ordem” para  $G(s) = \frac{2}{s+3}$ , com  $T = 0,5$

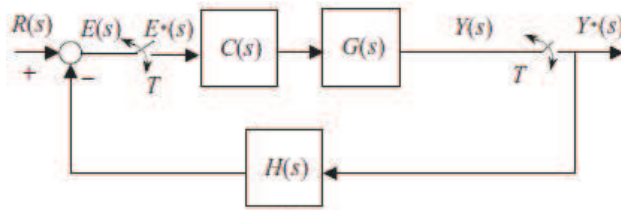
seg.

---

$$\begin{aligned} G_{FOH}(z) &= \frac{(z-1)^2}{Tz} \mathcal{Z} \left\{ \frac{G(s)}{s^2} \right\} = 2 \frac{(z-1)^2}{z} \mathcal{Z} \left\{ \frac{2}{s^2(s+3)} \right\} \\ &= 2 \frac{(z-1)^2}{z} \mathcal{Z} \left\{ \frac{A}{s^2} + \frac{B}{s} + \frac{C}{s+3} \right\} = 2 \frac{(z-1)^2}{z} \mathcal{Z} \left\{ \frac{2/3}{s^2} + \frac{-2/9}{s} + \frac{2/9}{s+3} \right\} \\ &= 2 \frac{(z-1)^2}{z} \left\{ \frac{2/3Tz}{(z-1)^2} + \frac{-2/9z}{z-1} + \frac{2/9z}{z-e^{-3T}} \right\} \\ &= 2 \frac{(z-1)^2}{z} \left\{ \frac{1/3z}{(z-1)^2} + \frac{-2/9z}{z-1} + \frac{2/9z}{z-0,2231} \right\} \end{aligned}$$

$$G_d = \frac{0,3214z + 0,1965}{z - 0,2231}$$

4ª Questão: (2) Obtenha as expressões para as saídas contínua e discreta do diagrama de blocos abaixo  $Y(s)$  e  $Y^*(s)$ .



---

$$E = R - Y^*H$$

$$Y = E^*C(s)G(s)$$

$$Y^* = E^*(C(s)G(s))^*$$

$$E^* = R^* - Y^*H^*$$

$$Y^* = (R^* - Y^*H^*) (C(s)G(s))^*$$

$$Y^* + Y^*H^* (C(s)G(s))^* = R^* (C(s)G(s))^*$$

$$Y^*(s) = R^* \frac{(C(s)G(s))^*}{1 + H^*(s)^*(C(s)G(s))^*}$$

$$E = R - Y^*H$$

$$E^* = R^* - Y^*H^*$$

$$Y^* = E^*(C(s)G(s))^*$$

$$E^* = R^* - E^*(C(s)G(s))^*H^*$$

$$E^* + E^*(C(s)G(s))^*H^* = R^*$$

$$E^*(s) = R^* \frac{1}{1 + H(s)^*(C(s)G(s))^*}$$

$$Y(s) = R^* \frac{C(s)G(s)}{1 + H(s)^*(C(s)G(s))^*}$$

5ª Questão: (2) Considere o controle PID discreto, implementado em microcontrolador ATmega8, do processo térmico utilizado no 1º experimento de CDig 2º/2009.

- De que forma a temperatura ambiente afeta o projeto?
- Que condições são necessárias para que o controlador digital seja obtido por emulação?

--

a) Modifica o ponto de operação – Necessitaria recalcular o controlador para diferentes Pontos de Operação. Saturação acima e abaixo são assimétricas e dependem do ponto de operação - verificação por simulação.

b) Emulação só funciona com taxas de amostragem muito altas, 30 vezes a banda passante do processo – operação assim chamada de “quase-contínua”. Se esta condição não é satisfeita o atraso do processo de amostragem degrada a resposta do sistema.