# EA721 - Princípios de Controle e Servomecanismos

2o. Semestre de 2003 - 1a. Prova - Prof. Paulo Valente

**RA:** **Nome:** **Ass.:**

01. Determine a função de transferência entre a entrada $v$ (distúrbio no sensor) e a saída $e$ (erro de rastreio) no diagrama de blocos da Figura 1.

02. Classifique o sistema dinâmico representado pela função de transferência abaixo como estável, marginalmente estável ou instável:

$$T(s) = \frac{(s-1)}{s(s+1)(s-a)}, \quad a < 0.$$

03. Determine o erro de regime do sistema de controle em malha fechada representado na Figura 1 para a entrada $r(t) = 1 + t + t^2/4,\ t \geq 0$, assumindo que

$$C(s) = \frac{4(s+1)}{s}, \quad P(s) = \frac{1}{s(s+2)} \text{ e } F(s) = 1 \quad (w = v = 0).$$

04. Considere o sistema de controle em malha fechada representado na Figura 1. Determine inicialmente a função de transferêcia entre $w$ (distúrbio na atuação) e $y$ (saída da planta). Supondo que o sistema em malha fechada é estável e que as funções de transferêcia são do tipo

$$C(s) = \frac{1}{s^{N_c}} C_1(s) \text{ e } P(s) = \frac{1}{s^{N_p}} P_1(s) \quad (F(s) = 1,\ v = 0),$$

em que $N_c$ e $N_p$ são os *tipos* do controlador e da planta ($C_1(s)$ e $P_1(s)$ não possuem zeros na origem). Supondo uma entrada de distúrbio na forma $W(s) = 1/s^{N_w}$, determine a relação entre $N_c$, $N_p$ e $N_w$ para que a saída do sistema rejeite a entrada de distúrbio.

05. Considere o sistema de segunda ordem

$$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{10^4}{s^2 + 140s + 10^4}.$$

Sabemos que se $\xi = 0.7$, então $\omega_{FP}$, a faixa de passagem de $T(s)$, é aproximadamente igual à freqüência natural do sistema, $\omega_n$. Um *ruído* $\eta$ do tipo $\eta(t) = \text{sen}\, 10t,\ t \geq 0$, somado à entrada $r$, será transmitido (de acordo com a definição de $\omega_{FP}$) para a saída do sistema ? Justifique.

06. Calcule a sensibilidade do sistema de controle em malha fechada da Figura 1 à variação do parâmetro $p = k$, assumindo que

$$C(s) = \frac{k}{s+b}, \quad P(s) = \frac{1}{s(s+a)} \text{ e } F(s) = 1 \quad (w = v = 0).$$

Dado: $S_p^T = \dfrac{\partial T}{\partial p}\dfrac{p}{T}$.

07. Através do critério de Routh-Hurwitz, determine a faixa de variação de $k$ dentro da qual o sistema dinâmico cuja equação característica é

$$s^4 + s^3 + ks^2 + s^1 + 1 = 0$$

permanece estável.

08. Através do critério de Routh-Hurwitz, determine o valor de $k_P$ para o qual o sistema em malha fechada da Figura 1 passa a oscilar com amplitude constante (correspondente à freqüência de cruzamento com o eixo imaginário). Assuma que

$$C(s) = k_P, \quad P(s) = \frac{1}{s(s+1)(s+2)} \text{ e } F(s) = 1 \quad (w = v = 0).$$

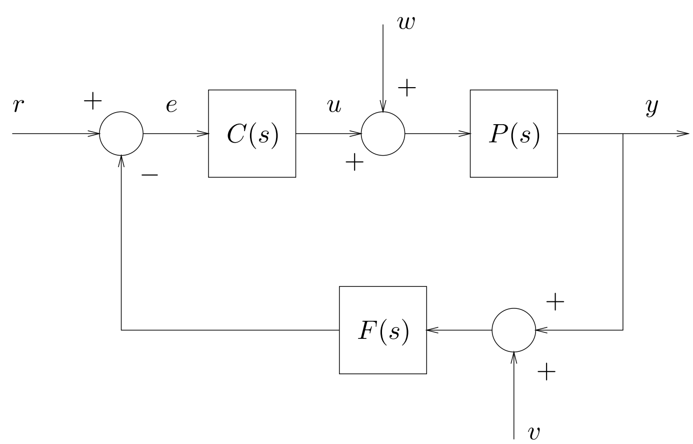


**Figura 1**: Sistema de controle em malha fechada.

# Respostas

**1.** $\dfrac{E(s)}{V(s)} = \dfrac{-F(s)}{1 + C(s)P(s)F(s)}$;

**2.** Marginalmente estável;

**3.** Erro $= 1/4$;

**4.** $N_c \geq N_w$;

**5.** É transmitido, pois o ruído encontra-se dentro da faixa de passagem do sistema;

**6.** $S_k^T = \dfrac{s^3 + (a+b)s^2 + abs}{s^3 + (a+b)s^2 + abs + k}$;

**7.** $k > 2$;

**8.** $k_P = 6$.