

三、简答题 (本大题共5道小题, 每小题10分, 共50分)

得分	
阅卷人	

已知单位反馈系统的开环传递函数分别为

$$G(s) = \frac{50}{s(0.1s+1)(s+5)}$$

① 求输入分别为  $r(t) = 2t$  和  $r(t) = 2 + 2t + t^2$  时, 系统的稳态误差。

$$1. G(s) = \frac{50}{s(0.1s+1)(s+5)}$$

$$k_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \infty$$

$$k_v = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) = 10$$

$$k_a = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s) = 0$$

$$H(t) = 2t \text{ 时 } e_{ss} = \frac{2}{k_v} = 0.2$$

$$H(t) = 2 + 2t + t^2 \text{ 时}$$

$$e_{ss} = \frac{2}{1+k_p} + \frac{2}{k_v} + \frac{2}{k_a} = \infty$$

5. 设单位反馈控制系统开环传递函数如下，试概略绘出相应的闭环根轨迹图（要求确定分离点坐标  $\sigma$ ）：

$$G(s) = \frac{K}{s(0.2s+1)(0.5s+1)}$$

D. 连续控制系统和离散控制系统

5. 非单位负反馈系统, 其前向通道传递函数为  $G(S)$ , 反馈通道传递函数为  $H(S)$ , 当输入信号为  $R(S)$ , 则从输入端定义的误差  $E(S)$  为 ( )。

A.  $E(S) = R(S) \cdot G(S)$

B.  $E(S) = R(S) \cdot G(S) \cdot H(S)$

C.  $E(S) = R(S) \cdot G(S) - H(S)$

D.  $E(S) = R(S) - C(S)H(S)$

得分

阅卷人

二、填空题 (本大题共 6 道小题, 每小题 3 分, 满分 18 分)

1. 对于自动控制系统的性能要求可以概括为三个方面, 即: \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_, 其中最基本的要求是 \_\_\_\_\_。

2. 若某单位负反馈控制系统的前向传递函数为  $G(s)$ , 则该系统的开环传递函数为 \_\_\_\_\_。

3. 传递函数是指在 \_\_\_\_\_ 初始条件下, 线性定常控制系统的 \_\_\_\_\_ 与 \_\_\_\_\_ 之比。

4. 设系统的开环传递函数为  $\frac{K(\tau s + 1)}{s^2(Ts + 1)}$ , 则, 则其开环幅频特性为 \_\_\_\_\_, 相频特性为 \_\_\_\_\_。

5. 在经典控制理论中, 可采用 \_\_\_\_\_、根轨迹法或 \_\_\_\_\_ 等方法判断线性控制系统稳定性。

6. 控制系统的数学模型, 取决于系统 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_, 与外作用及初始条件无关。





$$G(s) = \frac{10k}{s(s+5)(s+2)}$$

开环极点:  $p_1=0, p_2=-2, p_3=-5$

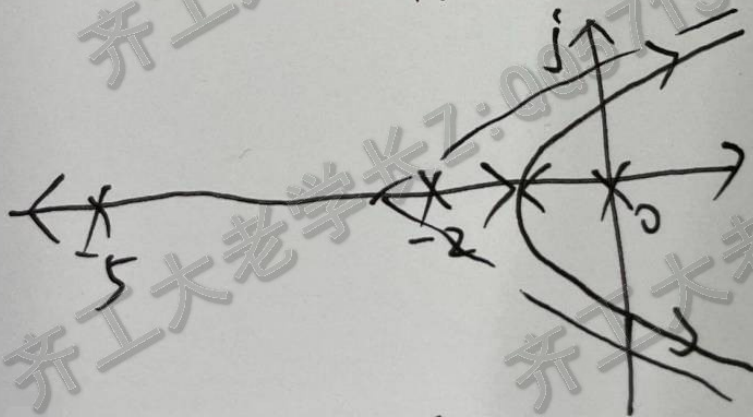
无开环零点

实轴:  $[-\infty, -5] \cup [-2, 0]$

$$\text{渐近线: } \begin{cases} \sigma_a = \frac{0-2-5}{3} = -\frac{7}{3} \\ \rho_a = \frac{\pm(2k+1)\pi}{3} = \pm 60^\circ, 180^\circ \end{cases}$$

$$\text{分离点: } 3s^2 + 14s + 10 = 0 \Rightarrow s_1 = -0.88$$

$$\text{与虚轴交点: } \begin{cases} -w^3 + 10w = 0 \\ -7w^2 + 10k = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} w^2 = 10 \\ k = 7 \end{cases}$$



∴  $0 < k < 7$  时稳定

$k > 7$  时不稳定

5. D

1 稳定性 快速性 准确性

稳定性

2  $G(s)$

3 零初始 输出 输入拉氏变换

$$4 \frac{k\sqrt{\tau^2\omega^2+1}}{\omega^2\sqrt{\tau^2\omega^2+1}}$$

$$\arctan \tau\omega - 180^\circ - \arctan \tau\omega$$

5. 劳斯判据 奈氏判据

6. 结构参数



鲁工业大学 2022/2023 学年第二学期《自动控制理论》期末考  
(A 卷) (本试卷共 6 页)

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									

得分	
阅卷人	

一、单选题 (本大题共 5 道小题, 每小题 3 分, 满分 15 分)

1. 关于传递函数, 错误的说法是 ( )。

- A. 传递函数只适用于线性定常系统
- B. 传递函数不仅取决于系统的结构参数, 给定输入和扰动对传递函数也有影响
- C. 传递函数一般是复变量  $s$  的真分式
- D. 闭环传递函数的极点决定了系统的稳定性

2. 若某负反馈控制系统的开环传递函数为  $\frac{5}{s(s+1)}$ , 则该系统的闭环特征方程为 ( )。

- A.  $s(s+1)=0$
- B.  $s(s+1)+5=0$
- C.  $s(s+1)+1=0$
- D. 与是否为单位反馈系统有关

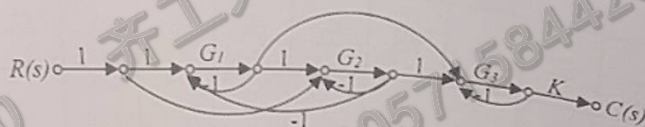
3. 已知单位反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{10(2s+1)}{s^2(s^2+6s+100)}$ , 当输入信号是  $r(t) = 2 + 2t + t^2$  时, 系统的稳态误差是 ( )。

- A. 0
- B.  $\infty$
- C. 10
- D. 20

4. 根据给定值信号的特点分类, 控制系统可分为 ( )。

- A. 恒值控制系统、随动控制系统和程序控制系统
- B. 反馈控制系统、前馈控制系统前馈—反馈复合控制系统
- C. 最优控制系统和模糊控制系统

2. 求信号流图中的传递函数  $C(s)/R(s)$ .





$$3. \quad T_1 = 0. \quad T_2 = 0.1$$

$$\begin{aligned} \frac{C(s)}{R(s)} &= \frac{\frac{10}{s(s+1)}}{1 + \frac{10}{s(s+1)} + \frac{s}{s(s+1)}} \\ &= \frac{10}{s^2 + 2s + 10} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 2\zeta\omega_n = 2 \\ \omega_n^2 = 10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \zeta = 0.32 \\ \omega_n = 3.16 \end{cases}$$

$$\phi\% = e^{-\frac{\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \times 100\% = 34.6\%$$

$$t_s = \frac{3.5}{\zeta\omega_n} = 3.5$$

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{10}{s(s+2)} = 5$$

2.

$$\text{回路: } L_1: -G_1$$

$$L_2: -G_2$$

$$L_3: -G_3$$

$$L_4: -G_1 G_2$$

$$L_1 L_2: G_1 G_2 \quad L_2 L_3: G_2 G_3$$

$$L_1 L_3: G_1 G_3 \quad L_3 L_4: G_1 G_2 G_3$$

$$L_1 L_2 L_3: -G_1 G_2 G_3$$

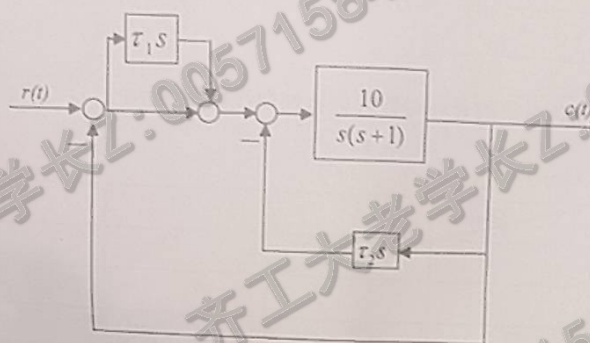
$$\text{前向: } P_1: G_1 G_2 G_3 \cdot K \quad \Delta_1 = 1$$

$$P_2: G_1 G_3 K \quad \Delta_2 = 1 + G_2$$

$$P_3: G_2 G_3 K \quad \Delta_3 = 1 + G_1$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K G_1 G_2 G_3 + K G_1 G_3 (1 + G_2) + K G_2 G_3 (1 + G_1)}{1 + G_1 + G_2 + G_3 + 2 G_1 G_2 + G_1 G_3 + G_2 G_3 + 2 G_1 G_2 G_3}$$

3. 设控制系统如图所示，要求



取  $\tau_1 = 0, \tau_2 = 0.1$ ，计算测速反馈校正系统的超调量、调节时间和速度误差。