

1. 稳定性 快速性

2. $5 + 0.7e^{-2.5t}$

3. 奈氏判据

4. I

5. 结构 输入

6. 幅值裕度 相位裕度

7. $p-n$

1. 开环极点: $p_1=0, p_2=\frac{-1+i}{2}, p_3=\frac{-1-i}{2}$

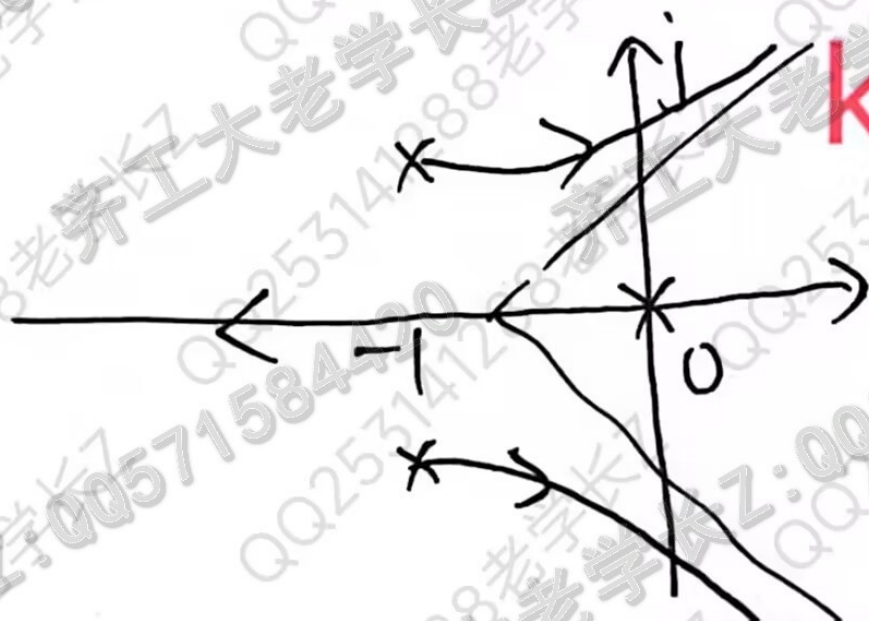
无开环零点

实轴: $(-\infty, 0]$

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

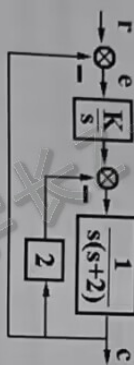
分离点: 无

与虚轴交点: $\begin{cases} -w^3 + 2w = 0 \\ -2w^2 + k^* = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} w^2 = 2 \\ k^* = 4 \end{cases}$



$k^* = 2k$

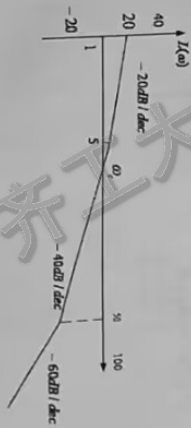
4. (共 10 分) 设反馈控制系统如下所示



绘制该系统根轨迹图, 并判断闭环系统的稳定性。

5. (共 12 分) 已知系统开环对数频率特性折线如下图所示。求:

- (1) 系统的开环传递函数;
- (2) 写出系统的开环频率特性, 开环幅频特性和开环相频特性;
- (3) 求系统的相位裕量和幅值裕量, 并判定闭环系统的稳定性。



2.

$$G(s) = 1 + \frac{s^2 - 2s + 1}{s^3 + 7s^2 + 14s + 8}$$

$$= 1 + \frac{(s-1)^2}{(s+1)(s+2)(s+4)}$$

$$= 1 + \frac{\frac{4}{3}}{s+1} - \frac{\frac{9}{2}}{s+2} + \frac{\frac{25}{6}}{s+4}$$

$$g(t) = h(t) + \frac{4}{3}e^{-t} - \frac{9}{2}e^{-2t} + \frac{25}{6}e^{-4t}$$

学院、系、班

学号

封

$$C(s) = \frac{s+5s+12s+9}{s^2+14s+8}$$

2. (共10分)

已知控制系统的特征方程如下，求系统特征根。

3. (共10分)

假设系统对于单位阶跃响应的 $c(t) = 1 + 2.2e^{-20t} - 1.2e^{-20t}$ ，求该系统的闭环传递函数 $G(s)$ ，验证该系统的阻尼比和固有频率。(共10分)

1.

D

6.

B

2.

A

7.

D

3.

B

8.

C

4.

B

5.

A

5.

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

过 (1, 20) 点

$$20 \log k = 20 \Rightarrow k = 10$$

$$(2) G(j\omega) = \frac{10}{j\omega(\frac{1}{5}j\omega+1)(\frac{1}{50}j\omega+1)}$$

$$A(\omega) = \frac{10}{\omega \sqrt{\frac{1}{25}\omega^2+1} \sqrt{\frac{1}{2500}\omega^2+1}}$$

$$\varphi(\omega) = -90^\circ - \arctan \frac{1}{5}\omega - \arctan \frac{1}{50}\omega$$

$$(3) |G(j\omega_c)| = 1 \Rightarrow \frac{10}{\frac{1}{5}\omega_c^2} = 1 \Rightarrow \omega_c = 7.07$$

$$\gamma = 180^\circ + \varphi(\omega_c) = 27.2^\circ > 0$$

$$\varphi(\omega_g) = \pm(2k+1)\pi \Rightarrow 1 - \frac{1}{250}\omega_g^2 = 0$$

稳定

$$k_g = \frac{1}{|G(j\omega_g)|} = 5.5$$

齐鲁工业大学 2022/2023 学年第二学期《自动控制原理》
期末考试试卷

(B 卷)

(本试卷共 8 页)

题号	一	二	三	四	总分
得分					

得分	
阅卷人	

一、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1. 对控制系统的基本要求是 快速性、准确性、稳定性。
2. 若某系统的单位脉冲响应为 $\delta(t-2.5)$, 则该系统的传递函数 $G(s)$ 为 $e^{-2.5s}$ 。
3. 在经典控制理论中, 可采用劳斯判据或 根轨迹法 等方法判断线性控制系统的稳定性。
4. 系统开环传递函数中有 1 个积分环节则该系统为 I 型系统。
5. 控制系统的数学模型, 取决于系统的 结构和参数, 与外作用及 初始条件 无关。
6. 频域的相对稳定性常用 相位裕量 和 幅值裕量 表示, 工程上常用这两个量来估算系统的时域性能指标。
7. 系统开环传递函数存在 p 个右半平面的极点, ω 从 0 变化到 $+\infty$ 时若其奈奎斯特曲线顺时针绕 $(-1, j0)$ 点 n 圈, 则闭环系统不稳定的极点个数为 n 。

二、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案										

1. 如果被调量随着给定量的变化而变化, 这种控制系统叫 ()。
A. 恒值调节系统 B. 数字控制系统
C. 连续控制系统 D. 随动系统
2. 在系统对输入信号的时域响应中, 其调整时间的长短是与 () 指标紧密相关。
A. 允许的超调量 B. 允许的稳态误差
C. 允许的上升时间 D. 允许的峰值时间
3. 单位阶跃函数的拉氏变换为 ()。
A. 1 B. $\frac{1}{s}$ C. $\frac{1}{s^2}$ D. $\frac{1}{s^3}$

4. 二阶振荡环节的奈奎斯特图中与虚轴交点的频率为 ()。
A. 谐振频率 B. 截止频率
C. 固有频率 D. 最大相位频率
5. 若某最小相位系统的相角裕度 $\gamma > 0^\circ$, 则下列说法正确的是 ()。
A. 系统稳定 B. 只有当幅值裕度 $k_g > 1$ 时才稳定;
C. 系统不稳定 D. 不能利用相角裕度判断系统的稳定性
6. 一阶微分环节 $G(s) = 1 + Ts$, 当频率 $\omega = \frac{1}{T}$ 时, 则相频特性 $\angle G(j\omega)$ 为 ()。
A. -45° B. 45° C. 90° D. -90°
7. 已知某系统的开环传递函数如下, 属于最小相位系统的是 ()。
A. $\frac{K(2-s)}{s(s+1)}$ B. $\frac{K(1-s)}{s(2-s)}$ C. $\frac{K}{s(s^2-s+1)}$ D. $\frac{K(s+1)}{s(s+5)}$
8. 关于系统零极点位置对系统性能主要取决于开环对数幅频特性的 ()。
A. 超调量仅取决于闭环复数主导极点的衰减率, 与其他零极点位置无关。
B. 如果闭环系统无零点, 且闭环极点均为负实数极点, 则时间响应一定是衰减振荡的。
C. 如果闭环极点全部位于 s 左半平面, 则系统一定是稳定的; 稳定性与闭环零点

$$3. (a) C(s) = \frac{1}{s} + \frac{2.2}{s+20} - \frac{1.2}{s+30}$$

$$= \frac{600}{s(s+20)(s+30)}$$

$$\Phi(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{600}{s^2 + 50s + 600}$$

$$(b) \left\{ \begin{array}{l} 2\zeta\omega_n = 50 \\ \omega_n^2 = 600 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \zeta = 1.02 \\ \omega_n = 24.5 \end{array} \right.$$