

华南理工大学 2016 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 自控基础综合(含自动控制原理、现代控制理论)

适用专业: 系统分析与集成; 控制理论与控制工程; 检测技术与自动化装置; 系统工程; 模式识别与智能系统; 交通信息工程及控制; 控制工程(专硕)

共 页

一、填空选择 (25 分)

1.1、控制系统性能的基本要求可以归结为____、____、____三个字。

1.2、已知系统单位脉冲响应为 $g(t) = e^{-t} \sin t$, 则其极点为____, 其单位阶跃响应的稳态值为_____。

1.3、设 $G_L(s)$ 为单位反馈系统的开环传递函数, 能跟踪抛物线信号的是____ (在下述选项中选择: A. $G_L(s) = \frac{1}{s(s+2)}$; B. $G_L(s) = \frac{s+1}{s^2}$; C. $G_L(s) = \frac{s}{(s+2)(s+3)}$)。

1.4、图 1 所示系统中, $G_c(s)$ 为____校正环节, 而 $G_1(s)$ 为____校正环节。

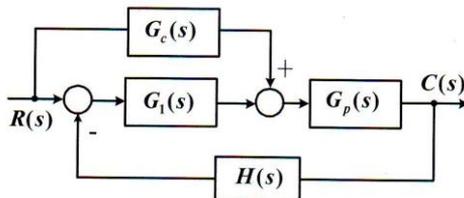


图 1 题 1.4 图

1.5、方程 $\ddot{y} + (3 - y^2)\dot{y} + y = 0$ 的平衡点(奇点)为____, 该平衡点属于____ (在下述选项中选择: A. 焦点; B. 节点; C. 中心点; D. 鞍点)。

二、判断对错 (正确的打“√”, 错误的打“×”) (12 分)

2.1、系统 $\frac{1}{10s+1}$ 阶跃响应的调节时间比系统 $\frac{1}{s-1}$ 的长。

2.2、设系统的输入 u 和输出 y 满足关系 $ay + by + 5 = cu$, 该系统为线性系统。

2.3、以消除偏差为目的的反馈系统通常采用负反馈。

2.4、图 2 所示系统中，将 $G_1(s) = K$ 改为 $G_1(s) = \frac{K}{s}$ 有助于提高系统的快速性。

2.5、图 2 所示系统中， $G_c(s)$ 可用于提高系统的稳态精度。

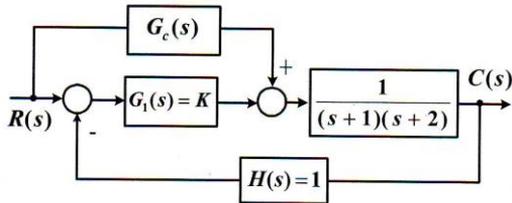


图 2 题 2.4、2.5 图

2.6、已知某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G_L(s) = \frac{K}{(s+1)(s+2)}$ ，增大 K 可减小系统给定输入作用下的稳态误差。

三、简答（23 分）

3.1、（8 分）试判断 $\frac{s^3 + s^2 + s + 0.2}{s^4 + 2s^3 + s^2 + s + 1}$ 是否为最小相位系统，并说明理由。

3.2、（5 分）给定二阶系统在平衡点附近的相平面图如图 3 所示，试在所给坐标系中绘出初始状态 $(x(0) = x_0, \dot{x}(0) = 0)$ 对应的 $x(t)$ 的曲线。

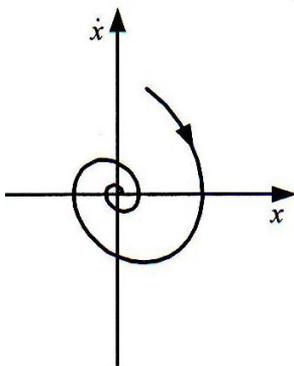
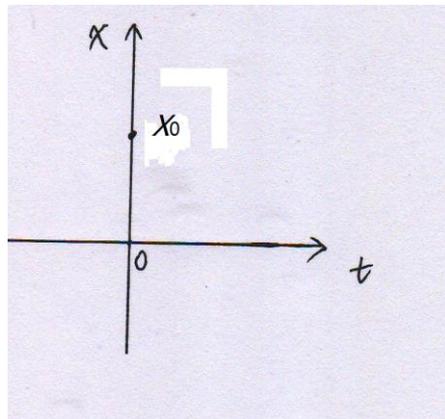


图 3 题 3.2 图



（将上图所示坐标系绘于答题纸上作图）

3.3、(10分) 给定下述两矩阵，试判断其是否可作为状态转移矩阵，并说明理由。

$$(1) \begin{bmatrix} 2e^{-t} + e^{2t} & -e^{-t} + 2e^{2t} \\ -e^{-t} + e^{2t} & e^{-t} + e^{2t} \end{bmatrix}$$

$$(2) \begin{bmatrix} 2e^{-t} - e^{-2t} & e^{-t} - e^{-2t} \\ -2e^{-t} + 2e^{-2t} & -e^{-t} + 2e^{-2t} \end{bmatrix}$$

四、(90分) 计算

4.1、(18分) 如图4所示，直流电机带动单关节机械手臂以垂直轴为中心在水平面上旋转，转动角度为 θ_0 。其中， J 为总的转动惯量，黏性阻尼产生的反力矩 $T_c=7.9\dot{\theta}_0$ ，电枢反电势 $V_b=0.05\dot{\theta}_0$ ，电枢电路电阻 $R_a=1$ 。已知电机产生的转矩 $T_M=2i_a$ ， $V_a=Ke$ ， e 为机械臂期望的旋转角度 θ_d 与 θ_0 的差值。试回答：

- 1) 求传递函数 $\frac{\theta_0(s)}{V_a(s)}$ ，其中 $\theta_0(s)$ 和 $V_a(s)$ 分别为 θ_0 和 V_a 的拉式变换。
- 2) 绘制上述闭环控制系统的方块图；
- 3) 判断该系统是否为无差系统，并说明理由。

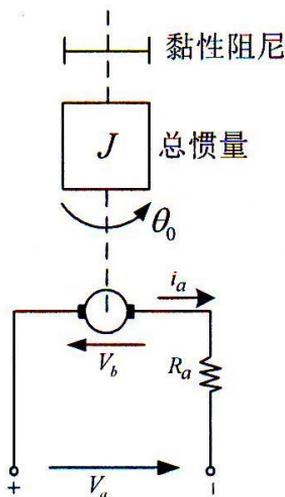


图4 题4.1图

4.2、(15分) 给定图5所示系统，试回答：

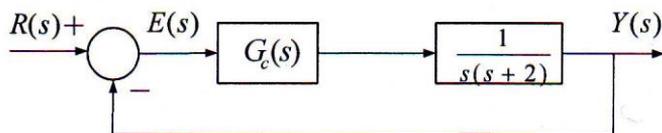


图 5 题 4.2 图

- 1) 当 $G_c(s)=K_g$ 时, 绘制系统随 K_g 变化的根轨迹。
- 2) 当 $G_c(s)=K_g(s+z)$ 时, 试分析能否使得闭环极点为 $(-2, 2\sqrt{3}j)$ 。若不能, 说明理由; 若能, 计算 z 的值和对应 K_g 值。

4.3、(21 分) 如图 6 所示系统, 其中 n 为正整数,

- 1) 设 $G_c(s)=1$, 试绘制其开环对数幅频渐近特性 (Bode 图), 并求取截止频率 ω_c 的值和相位裕度 γ 的表达式。
- 2) 设 $G_c(s)=K$, 试确定能保证闭环系统稳定的 n 的取值范围。
- 3) 设 $n \geq 3$, 若要求无论 n 取多大的值闭环系统均稳定, 且阶跃响应稳态误差为 0, 试设计合适的 $G_c(s)$ (要求: $G_c(s)$ 分子分母的阶次均不大于 1, 且分母阶次不小于分子阶次。提示: $G_c(s)$ 表达式中可包含 n)。

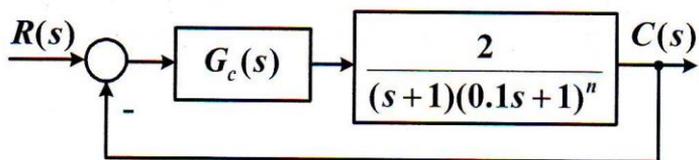


图 6 题 4.3 图

4.4、(16 分) 某采样系统如图 7 所示, 采样周期 $T_s=0.5s$ 。当 $D(s)=\frac{1-e^{-T_s s}}{s}$, $K=2$

时, 求 (提示: $Z(\frac{1}{s})=\frac{z}{z-1}$, $Z(\frac{1}{s+a})=\frac{z}{z-e^{-aT_s}}$):

- 1) 系统的闭环脉冲传递函数，并写出对应的差分方程；
- 2) 判断系统是否稳定。

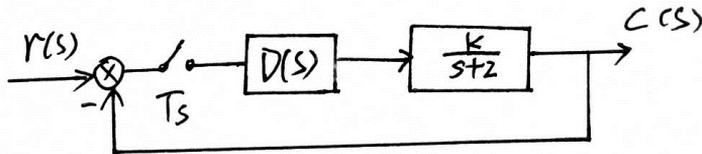


图 7 题 4.4 图

4.5、(20 分) 已知系统状态空间表达式为 $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -4 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} u$, $y = [c_1 \ c_2] x$,

- 1) 试确定 b_1, b_2, c_1, c_2 满足什么条件时，上述系统实现是最小实现。
- 2) 试确定 b_1, b_2, c_1, c_2 满足什么条件时，系统中一个状态既能控又能观，另一个状态既不能控又不能观？
- 3) 若 $b_1=0, b_2=1, c_1=1, c_2=0$ ，试确定是否可通过状态反馈使系统出现如图 8 所示的阶跃响应。若可以，给出状态反馈阵 $K = [k_1, k_2]$ 的取值范围。

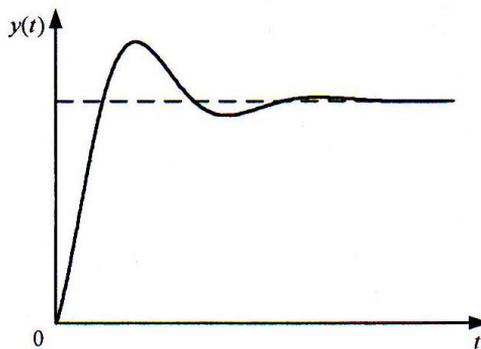


图 8 题 4.5 图