

# 中国计量大学

## 2021 年硕士研究生招生考试试题

考试科目代码：801

考试科目名称：自动控制原理 1

**所有答案必须写在报考点提供的答题纸上，做在试卷或草稿纸上无效。**

一、(15 分) 已知系统的微分方程组如下：

$$\begin{aligned}x_1(t) &= r(t) - y(t) + K_5 \frac{dn}{dt} \\x_2(t) &= K_1 x_1(t) \\ \frac{dx_3(t)}{dt} &= K_2 x_2(t) \\x_4(t) &= x_3(t) - K_3 n(t) \\K_4 x_4(t) &= T \frac{dc(t)}{dt} + y(t)\end{aligned}$$

其中  $r(t)$ 、 $n(t)$ 、 $y(t)$  分别为系统的给定输入、扰动输入和输出； $K_1$ - $K_5$  和  $T$  均为正常数。

- (1) 试绘制系统的结构框图；(7 分)
- (2) 试求出系统传递函数  $Y(s)/R(s)$  和  $Y(s)/N(s)$ 。(8 分)

二、(15 分) 已知系统结构如图 1 所示，扰动输入  $n(t) = 2 \times 1(t)$ 。

- (1) 试求  $K = 40$  时，系统在扰动作用下的稳态输出和误差；(7 分)
- (2) 试讨论在扰动作用点之前的前向通道引入积分环节  $1/s$ ，对结果有何影响？并计算稳态输出和误差；(4 分)
- (3) 试讨论在扰动作用点之后的前向通道引入积分环节  $1/s$ ，结果又如何？并计算稳态输出和误差。(4 分)

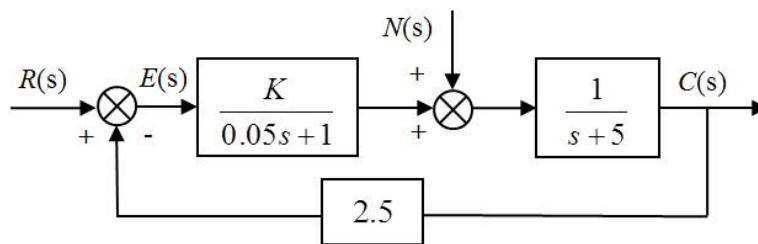


图 1

三、(15分) 已知控制系统结构如图2所示。  $G_1(s) = K_1$ ,  $G_2(s) = \frac{T_2}{s(1+T_1s)}$ ,  $G_r(s) = \frac{as^2 + bs}{1+T_2s}$ ,

其中  $K_1$ 、 $T_1$ 、 $T_2$  均为正值。

(1) 试讨论  $a$  和  $b$  取值对系统稳定性的影响关系; (5分)

(2) 当输入为  $r(t) = \frac{1}{2}t^2$  时, 要求系统稳态误差为零, 试确定  $a$  和  $b$  值。(10分)

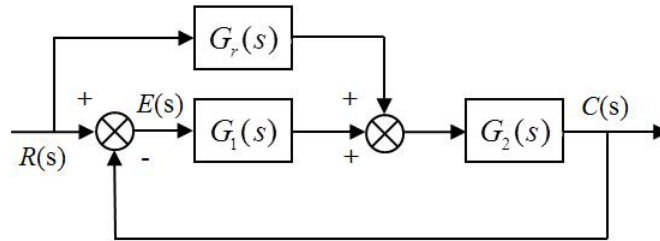


图2

四、(15分) 已知系统结构图3所示。

(1) 绘制系统的根轨迹图; (6分)

(2) 试确定系统具有欠阻尼状态的开环增益  $K^*$  的取值范围; (3分)

(3) 试计算阻尼比为 0.707 时的系统的开环增益  $K^*$  值; (3分)

(4) 试计算开环增益  $K^* = 6$  时的系统速度误差  $e_{ss}$ 。(3分)

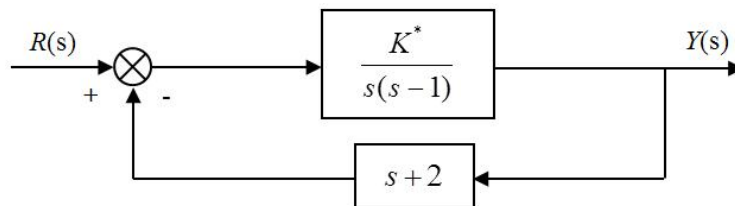


图3

五、(15分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{K}{s(1+T_1s)(1+T_2s)}, \quad K > 0, T_1 > 0, T_2 > 0。$$

(1) 试绘制系统的乃奎斯特曲线图; (7分)

(2) 试确定系统闭环稳定时的参数关系。(8分)

六、(15分) 已知有I型单位反馈的典型欠阻尼二阶系统, 当输入正弦信号  $r(t) = \sin \omega t$ , 频率  $\omega = 0.707$  时, 系统的最大输出幅值为 1.1547。

(1) 试计算系统的动态性能指标超调量  $M_p$  和调整时间  $t_s$ ; (6分)

(2) 试计算系统截止频率  $\omega_c$  和相位裕度  $r$ ; (6分)

(3) 试计算系统的速度稳态误差  $e_{ss}$ 。(3分)

(注: 谐振频率  $\omega_r = \omega_n \sqrt{1-2\xi^2}$ , 谐振峰值  $M_r = \frac{1}{2\xi\sqrt{1-\xi^2}}$ 。)

七、(20分) 设离散控制系统如图4所示, 其中采样周期  $T = 0.1s$ 。试求

- (1) 试给出系统的闭环脉冲传递函数  $C(z)/R(z)$ ; (8分)
- (2) 试确定使系统稳定的  $K$  值取值范围; (5分)
- (3) 试计算当  $K = 1$  时, 系统单位阶跃响应的  $c(t)$  稳态值。(7分)

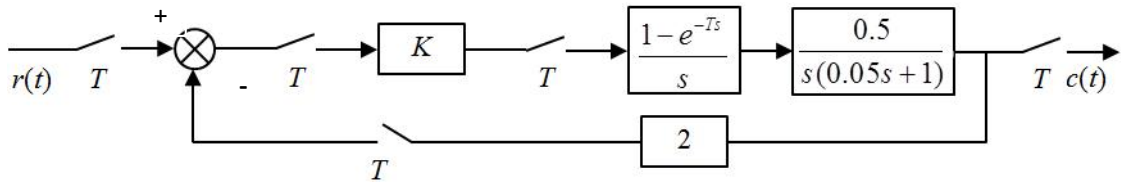


图4

八、(20分) 已知系统的状态空间描述为:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 6 \\ -1 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [1 \quad 0]x, \quad x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

- (1) 试求系统传递函数  $G(s)$ ; (6分)
- (2) 试求单位阶跃输入下的状态响应  $x(t)$  和输出响应  $y(t)$ ; (9分)
- (3) 判断系统能控性和能观性。(5分)

九、(20分) 已知不稳定的线性定常系统  $(A, b, c)$ , 其中  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 3 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$ ,  $b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ ,

$$c = [-1 \quad -1 \quad -1].$$

- (1) 试判断能否通过状态反馈把系统的闭环极点配置在  $-10$  及  $-1 \pm j\sqrt{3}$  处? 若可能, 求出实现上述极点配置的反馈增益向量  $k$ ; (10分)
- (2) 当系统的状态不可直接测量时, 试判断能否通过状态观测器来获取状态变量? 若可能, 设计一个极点位于  $4$  及  $-3 \pm j$  处的全维状态观测器。(10分)

【完】