

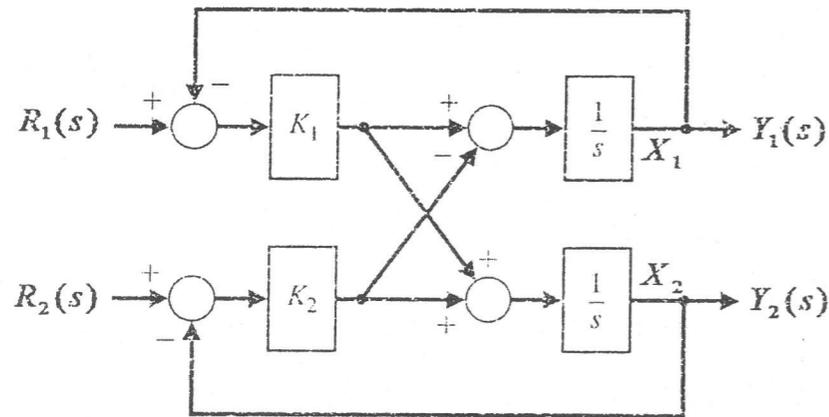
2017 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 873 科目名称: 自动控制理论 满分: 150 分

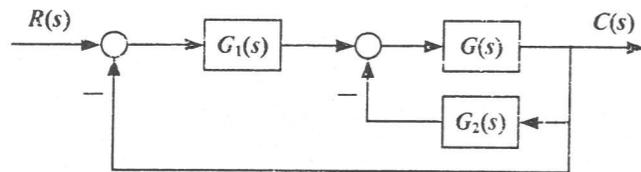
注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本题目纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、(15 分) 已知系统的结构图如下图所示,

- (1) 确定系统的传递函数 $Y_1(s)/R_1(s)$;
- (2) 给出系统的输出 $Y_2(s)$ 的表达式;
- (3) 列写以 X_1 和 X_2 为状态变量的状态空间模型, 并求系统的特征方程。



二、(15 分) 已知系统的结构如下图所示, 其中 $G(s) = \frac{10}{s(s+1)}$, $G_1(s) = K$, $G_2(s) = \tau s$, 系统单位阶跃响应的超调量 $\sigma\% = 16.3\%$, 峰值时间 $t_p = 1s$ 。试求:



- (1) 系统开环传递函数 $G_o(s)$ 的表达式;
- (2) 系统闭环传递函数 $G_c(s)$ 的表达式;
- (3) 试确定系统的参数 K 和 τ 的值;
- (4) 试求系统在斜坡输入 $r(t) = 2t$ 时的稳态误差 e_{ss} 。

三、(15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(s+3)^2}$,

- (1) 试求当 $K = 0 \rightarrow +\infty$ 变化时系统根轨迹的渐近线、分离点及与虚轴的交点;
- (2) 试概略绘制当 $K = 0 \rightarrow +\infty$ 变化时的根轨迹;
- (3) 试确定系统的开环增益 K_o 的取值范围, 使得闭环系统的全部极点位于 $s = -0.5$ 垂线的左侧区域且阻尼比 $\zeta \geq 0.707$ 。

四、(15 分) 已知单位负反馈控制系统的开环传递函数为: $G(s) = \frac{K}{s(s+a)}$, $K > 0$,

该系统在输入 $r(t) = A \cos 3t$ 作用下其输出的幅值与输入相等, 相位滞后输入 90° 。

- (1) 试确定系统参数 K 和 a 的值,
- (2) 若输入 $r(t) = 3 \cos \omega t$, 试确定 ω 取何值时, 系统的稳态输出幅值最大, 并求该最大值。

五、(15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(s+4)^2}{s^3}$, 试用奈奎斯特 (Nyquist) 稳定判据确定使系统闭环稳定的 K 值范围。

六、(15 分) 已知单位负反馈控制系统的开环传递函数为: $G(s) = \frac{K}{s(s+10)^2}$,

试设计串联滞后校正环节 $G_c(s)$ 使得系统满足:

- (1) 在输入 $r(t) = t$ 时稳态误差 $e_{ss} = 0.05$;
- (2) 系统的相角裕度 $\phi_{PM} \geq 65^\circ$ 。

七、(15 分) 设系统的状态方程与输出方程为

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y = Cx = [1 \quad 0]x \end{cases}$$

试设计带状态观测器的状态反馈控制系统, 使反馈系统的极点配置在 $s_{1,2} = -1 \pm j1$, 观测器极点配置在 $\hat{s}_{1,2} = -5, -5$ 。

八、(15分) 给定系统的状态方程为

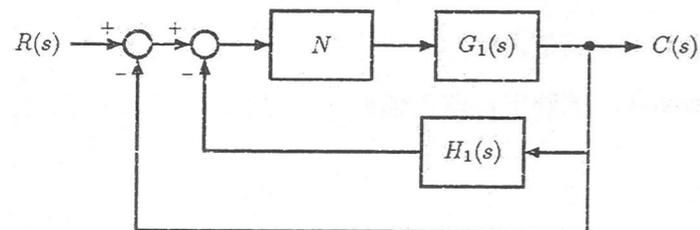
$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -2\xi \end{bmatrix} x, \quad x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

试确定阻尼比 $\xi > 0$ 的值, 使系统性能指标

$$J = \int_0^{\infty} x^T Q x \, dt$$

达到极小值, 其中 $Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \mu \end{bmatrix}$, $\mu > 0$ 。

九、(20分) 已知非线性系统的结构图如下图所示:

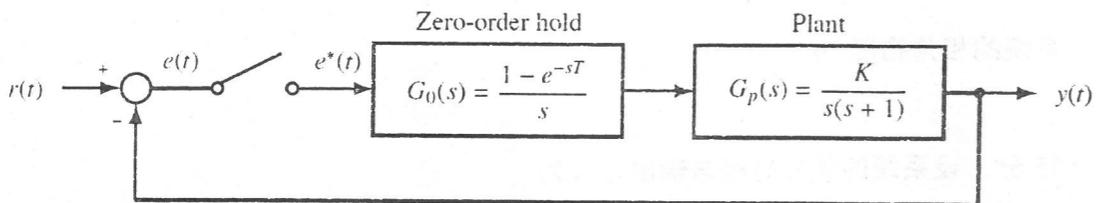


图中 N 为非线性环节, $N(A) = \frac{A+4}{A+2}$, $G_1(s) = \frac{1}{s(s+2)^2}$, $H_1(s) = K-1$, $A > 0, K > 1$ 。

试用描述函数法确定:

- (1) 使该非线性系统稳定、不稳定以及产生周期运动时参数 K 的取值范围。
- (2) 判断周期运动的稳定性, 并计算稳定周期运动的振幅和频率。

十、(10分) 设有零阶保持器的离散系统如下图所示



- (1) 若采样周期 $T = 1s$, 试确定使闭环系统稳定的 K 值范围。
- (2) 若 $K = 1, T = 1s$, 试求出系统的单位阶跃响应和闭环系统的稳态误差。