

西安建筑科技大学

2019 年攻读硕士学位研究生招生考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 2 页

考试科目: (836) 自动控制原理 (含现代控制理论)

适用专业: 控制科学与工程一级学科、控制工程

一、已知某控制系统有以下方程组成, 其中 $R(s)$ 为输入, $Y(s)$ 为输出, $X_i(s) (i=1,2,3)$ 为中间变量。(共 10 分)

$$\begin{aligned} X_1(s) &= W_1(s)R(s) - W_1(s)W_7(s)Y(s) \\ X_2(s) &= W_2(s)[X_1(s) - W_6(s)X_3(s)] \\ X_3(s) &= [X_2(s) - W_5(s)Y(s)]W_3(s) \\ Y(s) &= W_4(s)X_3(s) \end{aligned}$$

- 绘制系统的结构图。(5 分)
- 由结构图求系统的传递函数 $W(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$ 。(5 分)

二、已知系统的结构图如图 1 所示, 其中 $\tau=0.8$ 。(共 15 分)

- 计算系统的超调量 $\delta\%$ 和调节时间 $t_s(5\%)$ 。(6 分)
- 求 $r(t) = t$ 时, 系统的稳态误差 e_{ss} 。(5 分)
- 分析 τ 值的变化, 对系统的性能有何影响。(4 分)

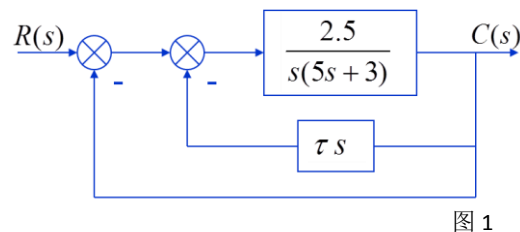


图 1

三、设单位反馈系统开环传递函数为 $W_k(s) = \frac{K}{(s+2)(s^2+2s+5)}$, ($K > 0$), 试分别用时域方法和

频域方法求取使系统稳定的 K 的取值区间。(共 10 分)

四、设系统的结构图如图 2 所示。(共 20 分)

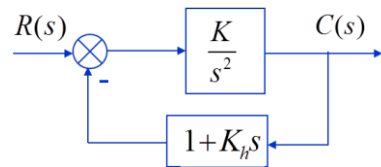


图 2

- 为使闭环极点位于 $s_{1,2} = -1 \pm j\sqrt{3}$, 试确定增益 K 和反馈系数 K_h 的值。(6 分)
- 当 K 取第一问计算所得值, 绘制以 K_h 为参变量的概略根轨迹。(5 分)
- 求系统工作在欠阻尼状态时, K_h 的取值范围。(5 分)
- 写出系统工作在临界阻尼状态 ($\xi = 1$) 时, 系统的闭环传递函数 $W_B(s)$ 。(4 分)

五、已知单位反馈系统的开环传递函数为 $W_k(s) = \frac{40}{s(s+1)(s+4)}$ 。(共 25 分)

- 绘制系统的 Bode 图, 并在图上标注相位裕量 $\gamma(\omega_c)$ 和增益裕量 GM 的位置; 根据标注的 $\gamma(\omega_c)$ 和 GM 判断系统的稳定性。(10 分)
- 采用串联校正对系统进行校正, 校正装置为 $W_c(s) = \frac{5s+1}{60s+1}$, 判断该校正装置是何种校正装置。(3 分)
- 绘制校正后系统的对数幅频特性曲线, 计算校正后系统的幅值穿越频率 ω_c 。(6 分)
- 分析校正装置对系统的性能有何影响?(6 分)

六、采样控制系统如图 3 所示。(共 14 分)

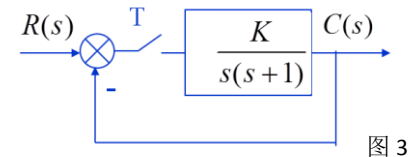


图 3

- 求系统的闭环脉冲传递函数 $W_B(z)$ 。(4 分)
- 采样周期 $T = 1$, 确定使系统稳定的 K 值范围。(4 分)
- 写出 $T = 1, K = 2$ 时系统的差分方程。(3 分)
- 试求 $T = 0.5, K = 2, r(t) = 1(t)$ 时系统的稳态误差。(3 分)

$$\text{注: } Z\left(\frac{1}{s}\right) = \frac{z}{z-1}, Z\left(\frac{1}{s^2}\right) = \frac{Tz}{(z-1)^2}, Z\left(\frac{1}{s+a}\right) = \frac{z}{z-e^{-aT}}, e^{-1} \approx 0.37$$

七、非线性系统结构图如图 4 所示, 其中非线性环节的描述函数如下:(共 12 分, 每题 6 分)

$$N(A) = 1 - \frac{2}{\pi} \left[\arcsin \frac{1}{A} + \frac{1}{A} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{A}\right)^2} \right] \quad (A \geq 1)$$

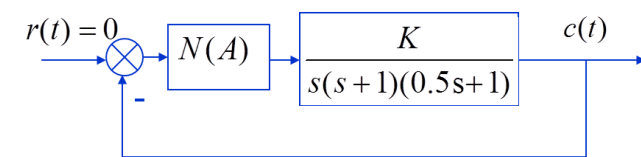


图 4

- 绘制线性环节的 Nyquist 图和非线性环节的负倒描述函数曲线。
- 分析 K 的取值对系统稳定性的影响。

八、 已知系统的闭环传递函数为 $W_B(s) = \frac{2}{s^3 + 5s^2 + 6s}$ 。(共 15 分)

- (1) 写出系统能控标准型，并画出系统的状态图。(6 分)
- (2) 设计全维状态观测器，极点均设置在-3 处，写出观测器方程。(4 分)
- (3) 利用状态观测器进行状态反馈，使系统的极点配置在 $-6, -3 \pm j3$ 处，求满足要求的状态反馈阵 K 。(5 分)

九、 系统的状态方程为 $\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & -6 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} -2 \\ 1 \end{bmatrix} u$, $y = [0 \ 1]x$ 。(共 15 分)

- (1) 判断系统的稳定性。(6 分)
- (2) 讨论能否通过状态反馈，使系统渐近稳定。(5 分)
- (3) 讨论能否通过输出反馈，使系统特征根均具有负实部。(4 分)

十、 已知系统的状态空间表达式如下所示：(共 14 分)

$$\begin{cases} \dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y = [1 \ 2]x + u \end{cases}$$

- (1) 求系统的传递函数 $W(s)$ 。(4 分)
- (2) 判断系统的能控性和能观测性。(6 分)
- (3) 求系统的状态转移矩阵 $\phi(t)$ 。(4 分)