

哈尔滨工业大学 1998 年控制原理研究生入学考题

一、(10 分) 判断下列说法是否正确，在正确的前面画“√”，在错误的前面画画“×”。每小题的判断正确得 0.5 分，不判断不得分，判断错误扣 0.5 分。

1. 对于欠阻尼的二阶系统：

(~~×~~) (1) 当阻尼比 ζ 保持不变时，无阻尼自振频率 ω_n 越大，系统的超调量 σ_p 越大。

(~~√~~) (2) 当阻尼比 ζ 保持不变时，无阻尼自振频率 ω_n 越大，系统的调整时间 t_s 越小。

(~~×~~) (3) 当无阻尼自振频率 ω_n 不变时，阻尼比 ζ 越大，系统的谐振峰 M_r 越大。

(~~×~~) (4) 当无阻尼自振频率 ω_n 不变时，阻尼比 ζ 越大，系统的谐振频率 ω_r 越大。

2. 对于线性定常的负反馈控制系统：

(~~√~~) (1) 它的传递函数与外输入信号无关。

(~~√~~) (2) 它的稳定性与外输入信号无关。

(~~×~~) (3) 它的稳态误差与外输入信号无关。

(~~√~~) (4) 它的特征方程是唯一的。

(~~×~~) (5) 为了达到某一性能指标，校正装置是唯一的。

③ 对于非线性控制系统：

(~~√~~) (1) 它的传递函数与外输入信号无关。

(~~×~~) (2) 它的稳定性与外输入信号无关。

(~~×~~) (3) 它的稳态误差与外输入信号无关。

4. 对于线性采样控制系统：

(~~×~~) (1) 系统的稳定性与采样频率无关。

(~~×~~) (2) 系统的稳态误差与采样频率无关。

(~~×~~) (3) 系统的动态性能指标与采样频率无关。

5. 对于串联校正：

(~~×~~) (1) 若采用无源校正，只能构成滞后校正，不能构成超前校正。

(~~√~~) (2) 若采用有源校正，既可构成滞后校正，也可构成超前校正。

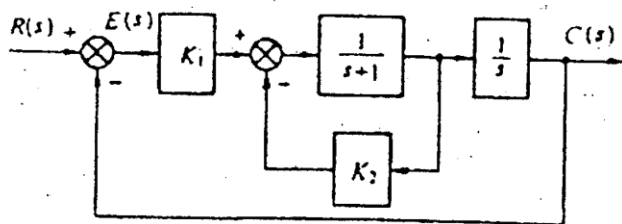
6. 对于线性定常系统：

(~~×~~) (1) 它的状态转移矩阵是可逆的。

(~~√~~) (2) 它的状态转移矩阵与初始条件无关。

(~~×~~) (3) 如果系统是不稳定的，则它一定是不能控的。

二、(10 分) 试图 1 所示的二阶系统中， K_1 和 K_2 是两个待定参数。为使闭环系统的阻尼比 $\zeta = 0.7$ ，并且在输入信号 $r(t) = t$ 的情况稳态误差 $e_{ss} = 0.1$ ，求 K_1 和 K_2 的值。



$$\begin{cases} K_1 = 196 \\ K_2 = 126 \end{cases}$$

试图 1

三、(10 分) 已知单位负反馈闭环控制系统的开环传递函数为

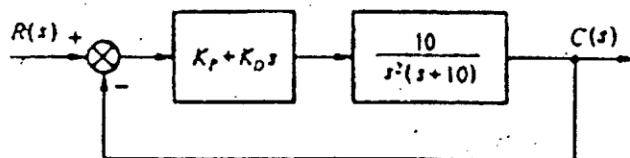
$$G(s) = \frac{K}{s(\frac{1}{24}s^2 + \frac{10}{24}s + 1)}$$

1. 设 K 选择不当致使系统产生持续振荡

$$\omega = \sqrt{6}$$

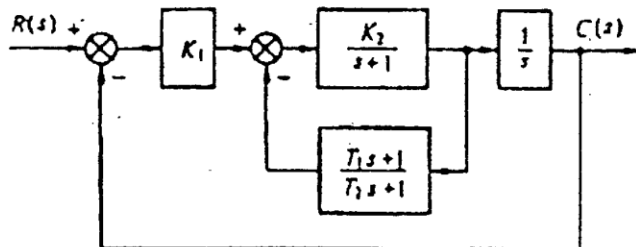
$$K = 10$$

五、(10分) 闭环控制系统如试图2所示, 其中校正环节的传递函数为 $G_c(s) = K_p + K_D s$ 。要求校正后闭环系统超调量 $\sigma = 16\%$, 调整时间 $t_s = 4s$ (2%允许误差), 试用根轨迹法确定校正参数 K_p 和 K_D 。(注: 超调量和调整时间可首先按主导极点考虑)

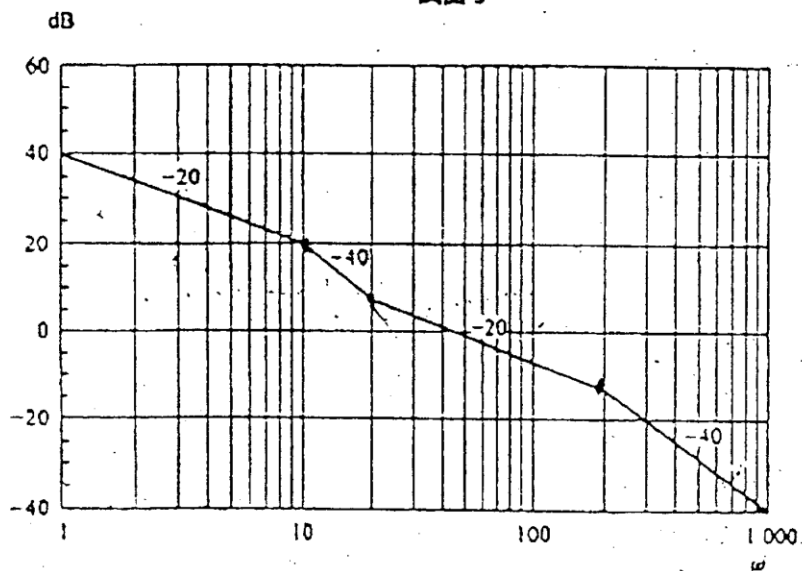


试图2

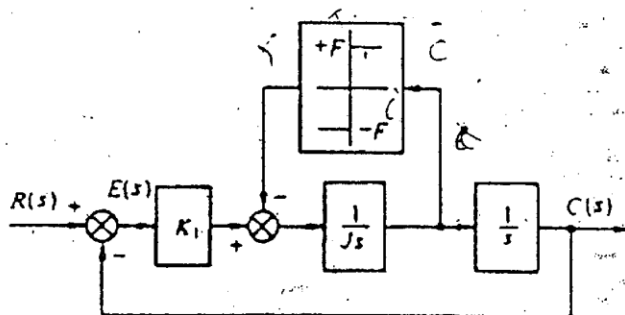
六、(10分) 试图3所示系统中, K_1 、 K_2 、 T_1 和 T_2 是待定的校正参数; 试图4是使这一系统达到预期性能指标的开环希望频率特性, 试确定参数, K_1 、 K_2 、 T_1 和 T_2 的值。



试图3



试图4



试图5

七、(10分) 具有库仑摩擦的二阶随动系统如试图5所示, 若系统误差变量的初值为 $e(0)=3.5$; $\dot{e}(0)=0$, 取摩擦力 $F=1$, $K=2$, $J=1$, 试在 $\dot{e}(t)-e(t)$ 相平面图上, 根据相轨迹方

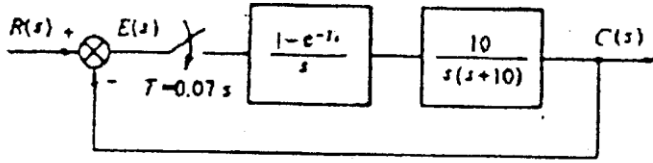
3. 分析库仑摩擦力的存在对控制系统的影响。

八、(10分)

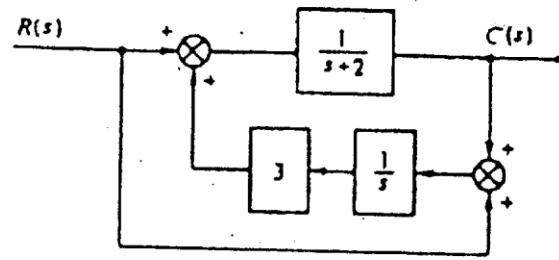
采样控制系统如图6所示。求闭环系统的脉冲传递函数 $G(z)/R(z)$ 和单位阶跃响应前四个采样时刻的值: $c(0)$ 、 $c(T)$ 、 $c(2T)$ 和 $c(3T)$ 。

$$(e^{-10T} - 1 + T)z + (e^{-10T} - 1) \cdot Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z - e^{-aT}}; \quad Z\left[\frac{1}{s^2}\right] = \frac{Tz}{(z-1)^2}$$

$$z^2 + (1-2)z + (ze^{10T} - 1e^{-10T} - 1)$$



试图 6



试图 7

九、(10分) 建立试图7线性系统的状态空间描述模型, 根据此模型判定系统的能控性和能观性。

可观不可控

十、(10分) 设线性定常系统的状态方程为 $\dot{X}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 2 & -1 \end{bmatrix} X(t)$

要求用李雅普诺夫直接法判定此系统的稳定性。

$$P = \begin{bmatrix} -\frac{1}{4} & -\frac{1}{4} \\ -\frac{1}{4} & \frac{1}{4} \end{bmatrix} \quad \therefore \text{不稳定}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$