

华中科技大学

二00四年招收硕士研究生入学考试试题

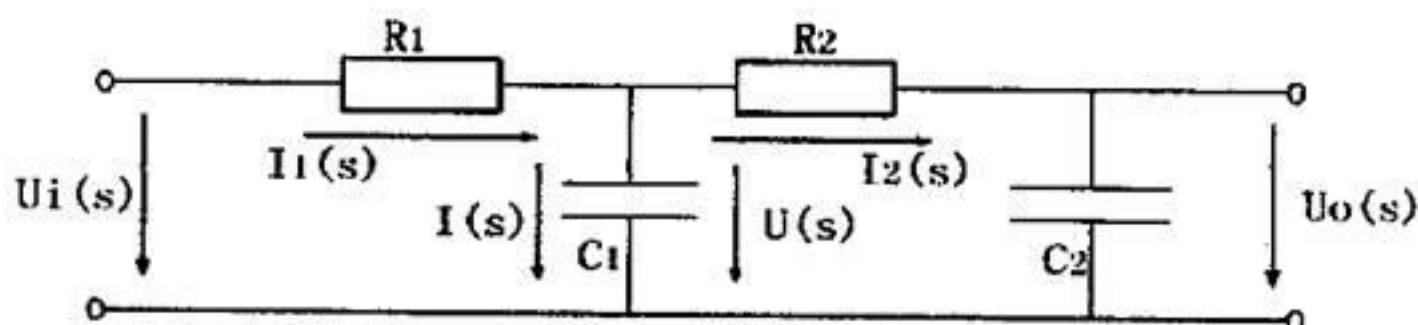
考试科目: 自动控制理论

适用专业: 水利水电工程

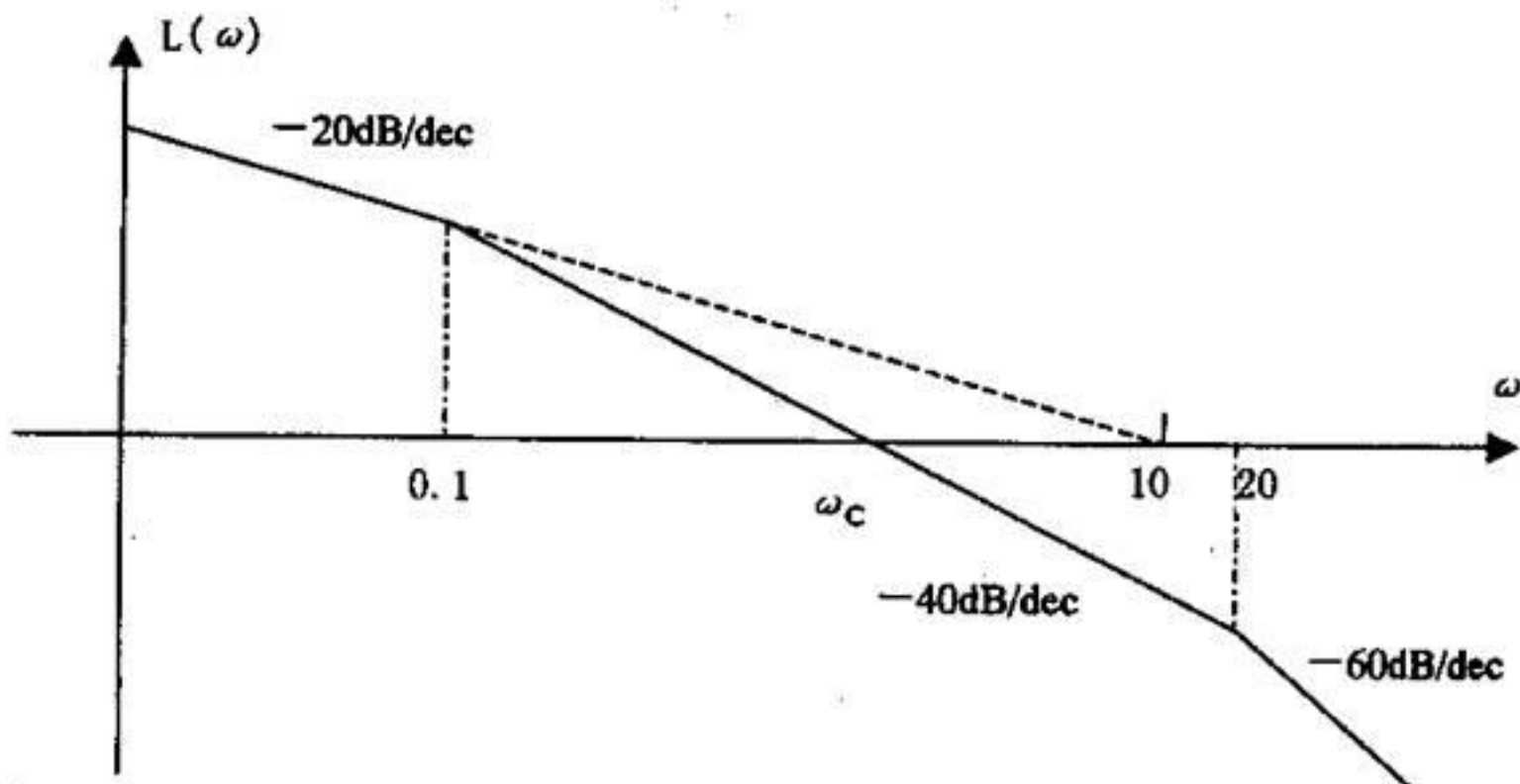
(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

一、 (共 16 分, 每小题 8 分)

1. 如图所示的 RC 电路, 试画出其结构图, 并求其传递函数。



2. 某最小相位系统的开环对数幅频特性如图所示, 试确定其传递函数, 并计算 ω_c 。



二、 (8分) 某控制系统中, 控制器的传递函数为 $G(s) = K_1(1 + \frac{K_2}{s})$ 。试问控制器能实现何种控制规律, 并简单说明其作用。

三、 (共 24 分, 每小题 6 分)

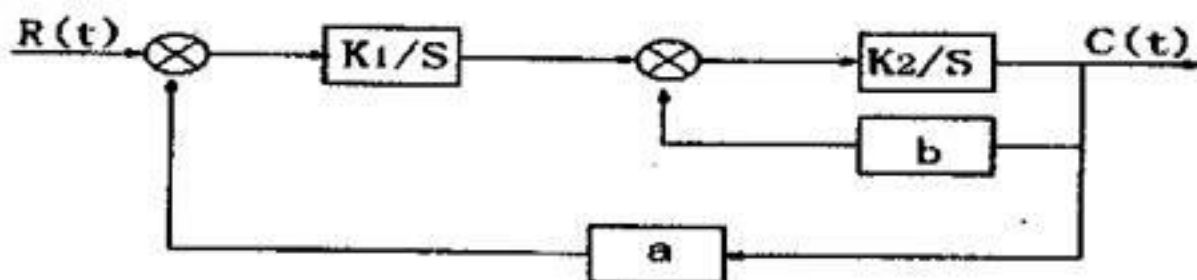
1. 单位负反馈系统的开环传递函数为: $G(s) = \frac{K}{s(0.1s+1)(0.25s+1)}$, 试求使系统稳定的 K 值范围。
2. 单位负反馈系统的开环传递函数为: $G(s) = \frac{K}{s(0.1s+1)(0.25s+1)}$, 要求闭环系统全部极点位于 $\text{Re}s = -1$ 直线的左边, 确定 K 值的范围。
3. 某负反馈系统的前向通道传递函数为 $G(s) = \frac{1}{s(s-2)}$, 反馈通道的传递函数为 $H(s) = \frac{s-2}{s+1}$ 。试判断闭环系统的稳定性。
4. 系统状态方程为 $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} x$, 试用李雅普诺夫第二法判断系统的稳定性。

四、 (16 分, 每小题 8 分) 单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s)H(s) = \frac{K}{(s+1)(s+4)(s+6)}$$

1. 用奈奎斯特判据确定使系统稳定的条件;
2. 用奈奎斯特判据确定使全部闭环极点位于 s 平面左半部并且实部的绝对值都大于 1 的条件。

五、 (14 分) 某系统结构图为:



图中, $K_1 > 0, K_2 > 0$ 。

若系统的阶跃响应为: 1. 等幅振荡; 2. 斜坡形式: $k \cdot t + t_0$; 试分别确定各响应对应的 a 、 b 取值范围。

六、 (共 24 分) 某负反馈系统的前向通道传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(s+1)(0.25s+1)^2}$,

反馈通道的传递函数为 $H(s) = 0.1s + 1$ 。

1. (14 分) 分别画出 $0 < K < \infty$ 和 $-\infty < K < 0$ 时的根轨迹;
2. (10 分) 当 $0 < K < \infty$ 时, 应用主导极点法求出系统处于临界阻尼时的开环增益, 并写出对应的闭环传递函数。

七、 (18 分) 某系统的微分方程为: $\ddot{y} + 6\dot{y} + 5y = 2\dot{u} + a \cdot u$ 。

1. 当 a 取何值时, 系统是不能控或者不能观的?
2. 试设定 a 值, 并建立系统的状态空间表达式, 使系统是不能控的;
3. 假设 $a = 6$, 试建立系统的状态空间表达式, 使系统矩阵为对角型。

八、 (14 分) 对于线性定常系统 $\dot{x} = Ax$,

$$\text{当 } x(0) = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ 时, } x(t) = \begin{bmatrix} 2e^{-t} \\ e^{-t} \end{bmatrix}; \text{ 当 } x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ 时, } x(t) = \begin{bmatrix} e^{-t} + 2te^{-t} \\ e^{-t} + te^{-t} \end{bmatrix};$$

试确定系统的状态转移矩阵 $\Phi(t)$ 和系统矩阵 A 。

九、 (16 分) 已知系统的状态空间表达式为

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

试设计状态反馈, 使闭环系统的无阻尼自然振荡频率为 $\omega_n = 6 \text{ rad/s}$, 阻尼比

$$\text{为 } \xi = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$