

南京理工大学

2008 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 2008010031

考试科目: 控制理论基础 (满分 150 分)

考生注意: 所有答案 (包括填空题) 按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分

一、选择题 (每题 3 分, 共 12 分)

1 已知单位负反馈系统的闭环传递函数为 $\phi(s)$, 则系统的开环传递函数是

A: $\frac{\phi(s)}{1+\phi(s)}$; B: $\frac{\phi(s)}{1-\phi(s)}$; C: $\frac{1-\phi(s)}{\phi(s)}$; D: $\frac{1+\phi(s)}{\phi(s)}$

2 已知系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{6(s+2)}{(6s+1)(s^2+2s+3)}$, 则系统的开环增益为

A: 6; B: 4; C: 2; D: 1

3. 根轨迹的模值方程可用于

- A: 绘制根轨迹; B: 确定根轨迹上某点对应的开环增益;
C: 确定实轴上的根轨迹; D: 确定根轨迹的起始角与终止角

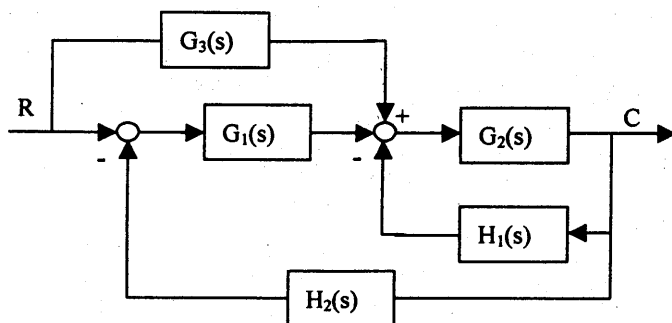
4. 已知系统 1 和系统 2 的开环传递函数分别为 $G_1(s) = \frac{K}{s(Ts+1)}$ 和

$G_2(s) = \frac{K'}{s(T's+1)}$, 假设系统 1 和系统 2 的相角裕度相同, 但系统 2 截止频率

为系统 1 截止频率的 a 倍, 则两个系统的参数关系为:

- A: $K' = K/a, T' = T/a$; B: $K' = aK, T' = aT$;
C: $K' = K/a, T' = aT$; D: $K' = aK, T' = T/a$;
E: $K' = K, T' = T/a$; F: 以上答案都不正确。

二、(8分) 已知系统的结构图如下图所示, 试求系统传递函数 $C(s)/R(s)$ 。



三、(15分) 若单位反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(s+2)}{s(s+1)(s^2+2s+2)}$, 试确

定使闭环系统稳定, 且在单位斜坡信号作用下稳态误差 $e_{ss} \leq 1$ 的 K 值范围。

四、(10分) 设单位反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{as+1}{s(s+b)}$$

其中 $a=0.4$, $b=0.5$ 。要求:

1. 确定系统的阻尼比 ζ 和自然频率 ω_n ;
2. 求 $a=0$ 时系统单位阶跃响应的超调量 $\sigma\%$ 和调节时间 t_s 。

五、(15分) 设反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+4)}$$

1. 概略绘制当 K 从 0 到无穷大时闭环系统的根轨迹;
2. 确定当系统的一对闭环极点具有阻尼比 $\zeta = 0.707$ 时增益 K 的值, 并确定此时所有的闭环极点。

六、(15 分) 某单位反馈控制系统的开环传递函数为

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

其中, $K > 0, T > 0$, 试绘制其开环幅相曲线, 并根据 Nyquist 稳定判据判断闭环系统的稳定性。(要求写出判断过程)

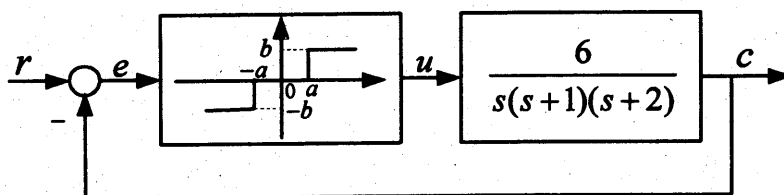
七、(15 分) 已知某最小相角系统的开环相频特性表达式为

$$\varphi(\omega) = -90^\circ - \arctg \frac{\omega}{2} - \arctg \omega$$

1. 求相角裕度为 30° 时系统的开环传递函数;
2. 在不改变截止频率 ω_c 的前提下, 试选取参数 K_c 与 T , 使系统在加入串联校正环节 $G_c(s) = \frac{K_c(Ts+1)}{s+1}$ 后, 系统的相角裕度提高到 60° 。

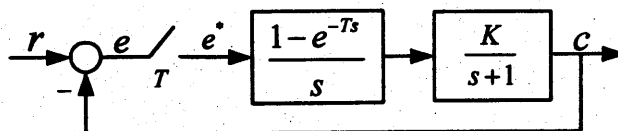
八、(15 分) 已知非线性控制系统结构如下图所示。为了使系统不产生自振, 试利用描述函数法确定继电特性参数 a, b 的值。

(提示: 图中非线性环节的描述函数为 $N(x) = \frac{4b}{\pi x} \sqrt{1 - (\frac{a}{x})^2}$, $x \geq a$)

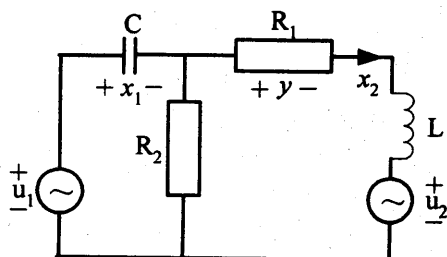


九、(10 分) 采样系统的结构如下图所示, 其中 T 为采样周期, K 为大于 0 的常数。试求该系统的闭环脉冲传递函数, 并判断使闭环系统稳定的 K 值范围。

(提示: $z \left[\frac{1}{s+a} \right] = \frac{z}{z - e^{-aT}}$)



十、(15 分) 在下图所示 RLC 电路中, 假设 u_1 和 u_2 均为恒压源, 取电容两端电压为状态变量 x_1 , 电感中的电流为状态变量 x_2 , R_2 上的电压为输出 y 。试列写该电路的状态空间表达式。



十一、(10 分) 已知系统的状态空间模型为

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

$$y = [2 \quad 3] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

试设计一个状态反馈阵 K , 使得闭环系统的极点为 $\lambda_1 = -3 + j3$ 和 $\lambda_2 = -3 - j3$, 并画出闭环系统结构图。

十二、(10 分) 试确定系统 $\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -x_1^3 - x_2 \end{cases}$ 的平衡点, 并判断系统在平衡点的稳定性。