

南京理工大学

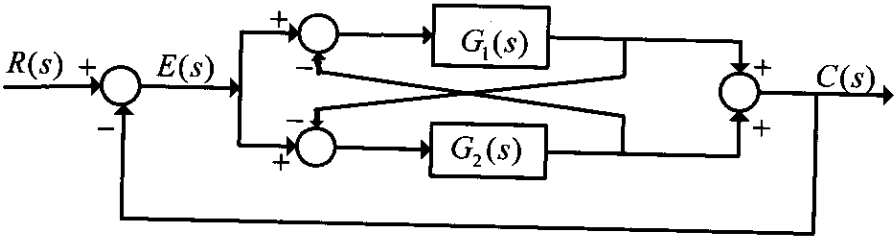
2009 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 2009010031

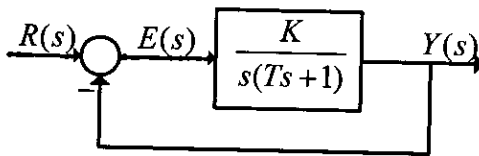
考试科目: 控制理论基础 (满分 150 分)

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

一、(10 分) 设某控制系统结构如下图所示, 试求传递函数 $C(s)/R(s)$ 和 $E(s)/R(s)$



二、(15 分) 设某控制系统的结构如下图所示。若系统在单位阶跃输入下的误差响应为 $e(t) = 2e^{-t} - e^{-2t}$, 试求:



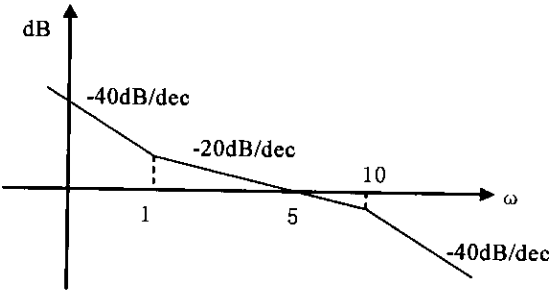
- (1) 试确定系统参数 K 和 T 的值以及系统的阻尼比 ζ 和自然频率 ω_n ;
- (2) 试估算系统阶跃响应的延迟时间 t_d 和调节时间 t_s ;
- (3) 计算系统在输入为 $r(t) = 1 + 0.5t$ 时的稳态误差 e_{ss} 。

三、(10 分) 已知某单位负反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K(0.5s + 1)}{s(s + 1)(0.5s^2 + s + 1)}$$

试确定 K 的取值范围使该闭环系统稳定。

四、(10 分) 已知某最小相位控制系统的近似对数幅频特性曲线如下图所示，试确定该系统的传递函数，并确定其相角裕度。



五、(15 分) 已知某反馈控制系统的开环传递函数为

$$GH(s) = \frac{K(s + 25)}{s(s^2 + 24s + 100)}$$

- (1) 试绘制增益 K 从 0 变化到无穷大时闭环系统的根轨迹；
- (2) 试问 K 为何值时，闭环系统阶跃响应具有周期振荡特性。

六、(15 分) 已知某反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s^2 + s + 4)}, \quad (K > 0)$$

试绘制 $GH(j\omega)$ 的开环幅相曲线，并运用 Nyquist 稳定判据确定 K 的取值范围，以保证闭环系统稳定。

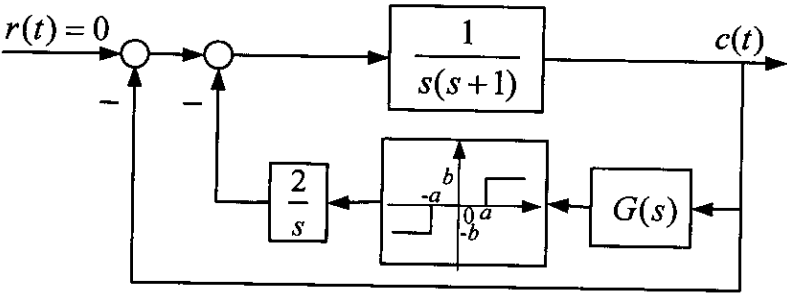
七、(15 分) 已知某单位负反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{3}{s(s + 1)(0.5s + 1)}$$

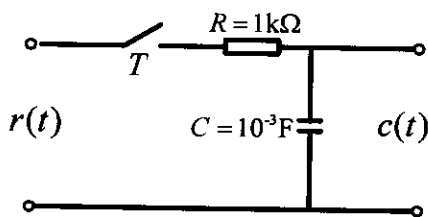
试确定相角迟后串联校正装置 $G_c(s)$ ，使得系统的相角裕度 $\phi_{PM} \geq 45^\circ$ 。

八、(15 分) 已知下图所示非线性系统中 $a = b = 1$ ，当 $G(s)$ 分别为 1 和 s 时，试分析系统是否会产生自激振荡？若产生自激振荡，请求出自激振荡的振幅和频率；若不会产生自激振荡，试判断系统的稳定性。

(已知图中继电非线性环节的描述函数为 $N(x) = \frac{4b}{\pi x} \sqrt{1 - (a/x)^2}$, $x \geq a$)。



九、(10 分) 已知采样 RC 电路如下图所示, 其中 $r(t) = 10e^{-t}$, T 为采样周期。试求其输出 $c(nT)$ ($n=1, 2, 3, \dots$)。



十、(20 分) 设某系统的状态方程和输出方程如下:

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 0] \mathbf{x}$$

- (1) 试设计一组状态反馈, 使引入状态反馈后系统具有阻尼比 $\zeta = 0.707$, 自然振荡频率为 $\omega_n = 1.414$ (rad/s);
- (2) 试设计一个状态观测器, 重构状态 x_1, x_2 , 观测器的极点均为 -10 ;
- (3) 写出带观测器的闭环系统的状态方程、输出方程及观测器的状态方程。

十一、(15 分) 试分析下列系统平衡状态的稳定性。

$$\dot{x}_1 = -x_1 + x_2 - x_1(x_1^2 + x_2^2)$$

$$\dot{x}_2 = -x_1 - x_2 - x_2(x_1^2 + x_2^2)$$