

机密★启用前

四川轻化工大学 2024 年研究生招生考试业务课试卷

(满分: 150 分, 所有答案一律写在答题纸上)

适用专业: 085406 控制工程

考试科目: 809 自动控制原理 A 卷

考试时间: 3 小时

- 一、(共 15 分) 某力学系统如图 1 所示, 其中 $x(t)$ 表示质量块位移, $F(t)$ 表示质量块所受拉力, m 表示质量块质量, k 为弹簧的弹性系数。写出该系统的微分方程, 并求该系统以拉力 $F(t)$ 为输入, 位移 $x(t)$ 为输出的传递函数。

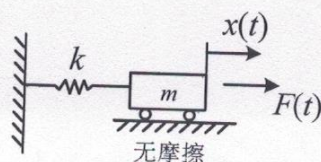


图 1. 试题一图

- 二、(共 15 分) 某控制系统结构图如图 2 所示, 求该系统从输入 $R(s)$ 到输出 $C(s)$ 的传递函数。

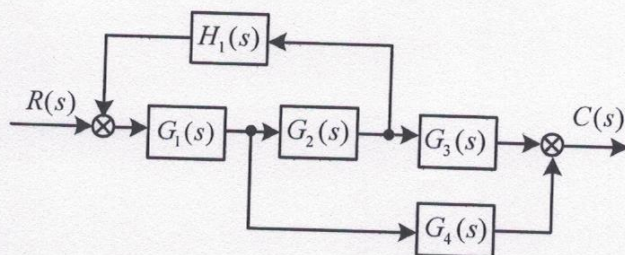


图 2. 试题二图

- 三、(共 15 分) 某系统结构图如图 3(a)所示, 其单位阶跃响应如图 3(b)所示。求:

(1) 单位阶跃响应时系统的超调量和峰值时间;

(2) 该系统的阻尼比和无阻尼振荡频率;

(3) 参数 K 和 a 的值并写出系统的传递函数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ 。(注: $e^{-\frac{\pi}{\sqrt{3}}} \approx 0.163$)

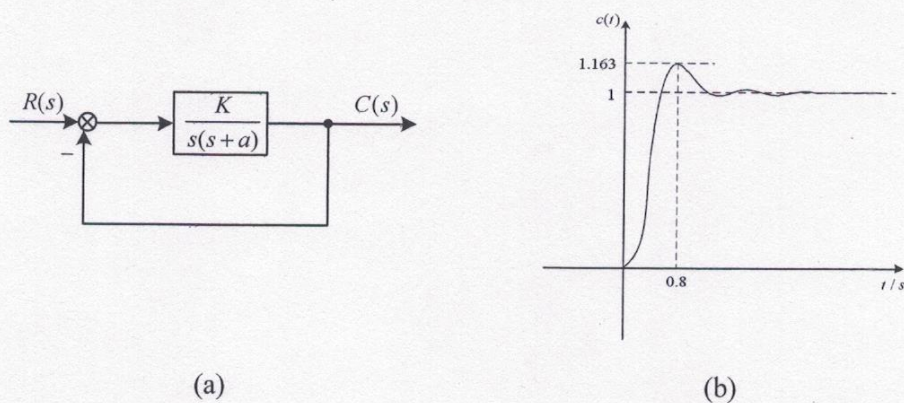


图 3. 试题三图

四、（共 15 分）某控制系统结构图如图 4 所示。

- (1) 求使系统稳定时的 K 值范围；
- (2) 输入信号 $r(t) = t + \frac{1}{2}t^2$ 时，若要求系统的稳态误差为 0.5，则 K 的取值为多少？

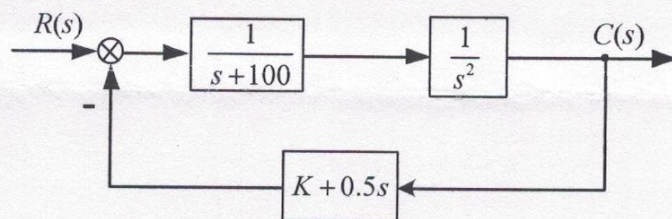


图 4. 试题四图

五、（共 15 分）某控制系统的结构图如图 5 所示。

- (1) 绘制该系统概略根轨迹（要求确定该系统根轨迹的分支数，起点和终点，实轴上的根轨迹区间，渐近线，分离点，与虚轴的交点）；
- (2) 求系统的阶跃响应为振荡衰减时 K 的取值范围。

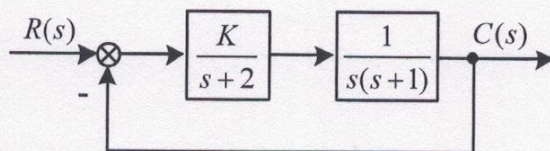


图 5. 试题五图

六、(共 15 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}$, $K > 0$ 。

- (1) 绘制 $K=2$ 时系统概略开环幅相特性(极坐标)曲线;
- (2) 用 Nyquist 稳定性判据确定闭环系统稳定时 K 的取值范围。

七、(共 15 分) 某单位负反馈控制系统的开环传递函数 $G_K(s) = \frac{4\left(\frac{s}{1}+1\right)}{s^2\left(\frac{s}{10}+1\right)}$ 。

(注: $\lg 4 \approx 0.6$, $\arctan(4) \approx 76.0^\circ$, $\arctan(0.4) \approx 21.8^\circ$)

- (1) 画出系统的开环渐近对数幅频特性(Bode)图;
- (2) 计算系统的幅值穿越频率和相位裕度。

八、(共 15 分) 某单位负反馈离散系统如图 6 所示, 采样周期 $T=1s$ 。求系统稳定时 K

的范围。(注: $Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{z}{z-1}$, $Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$, $e^{-1} \approx 0.37$, $e^{-2} \approx 0.14$)

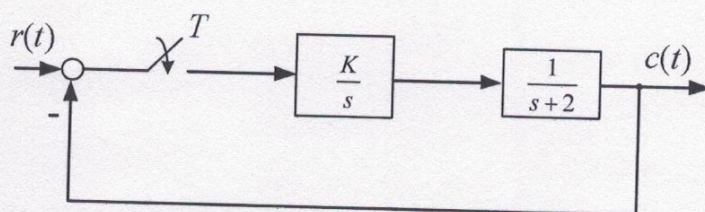


图 6. 试题八图

九、(共 15 分) 某离散负反馈控制系统开环脉冲传递函数 $G(z) = \frac{Kz}{(z-1)(z-0.4)}$ 。讨论

当 $K=1$ 时系统是否稳定? 如不稳定, 给出稳定时 K 的取值范围; 如稳定, 求出系统在输入 $r(t)=1+t$ 时的稳态误差。

十、（共 15 分）某非线性系统结构图如图 7 所示，其非线性型环节的描述函数 $N(A) = \frac{4}{\pi A}$ 。

- （1）绘制线性部分的极坐标曲线和 $N(A)$ 的负倒曲线；
- （2）试分析该非线性系统是否存在稳定的自振荡？若有，则确定其自振荡的幅值和频率。

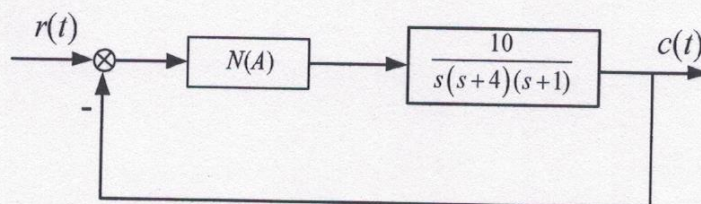


图 7. 试题十图