

南京航空航天大学

2015 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 820

满分: 150 分

科目名称: 自动控制原理

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

本试卷共 10 大题, 满分 150 分

一、(本题 15 分) 试用梅森公式求图 1 所示系统的传递函数 $C(s)/R(s)$ 和 $E(s)/R(s)$ 。

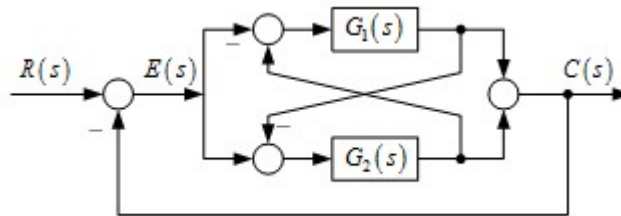


图 1

二、(本题 15 分) 设一反馈控制系统如图 2 所示, 试选择 K_1 、 K_2 以使系统同时满足下列性能指标要求:

- (1) 当单位斜坡输入时, 系统的稳态误差 $e_{ss} \leq 0.35$;
- (2) 闭环系统的阻尼比 $\zeta \leq 0.707$;
- (3) 调节时间 $t_s \leq 3$ 秒。

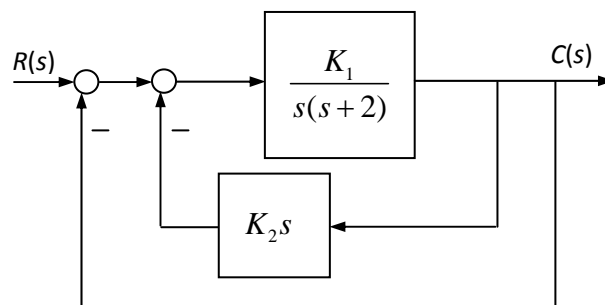


图 2

三、(本题 15 分) 设系统的闭环特征方程为 $s^5 + 2s^4 - 3s^3 - 6s^2 - 4s - 8 = 0$, 试用劳斯稳定判据判别该系统的闭环稳定性, 并求出其全部闭环特征根。

四、(本题 15 分) 设系统的闭环特征方程为 $s^2(s+a)+K(s+1)=0$, ($a > 0$)

1. 当 $a=10$ 时, 绘制 $K: 0 \sim \infty$ 变化时的系统闭环根轨迹, 并求出系统阶跃响应分别为无超调、阻尼振荡时 K 的取值范围;

2. 若使根轨迹只具有一个非零分离点, 求出此时 a 的取值? 并画出此 a 值下 $K: 0 \sim \infty$ 变化时的系统闭环根轨迹。

五、(本题 15 分) 设单位反馈控制系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{as+1}{s^2}$, 试确定相角裕度为 45° 时的 a 值。

六、(本题 15 分) 如图 3 所示, 最小相位系统开环对数幅频渐近特性为 $L'(\omega)$, 串联校正装置对数幅频特性渐近特性为 $L_c(\omega)$ 。

1. 求未校正系统开环传递函数 $G_0(s)$ 及串联校正装置 $G_c(s)$;
2. 在图中画出校正后系统的开环对数幅频渐近特性 $L''(\omega)$, 并求出校正后系统的相位裕度 γ'' ;
3. 简要说明这种校正装置的特点。

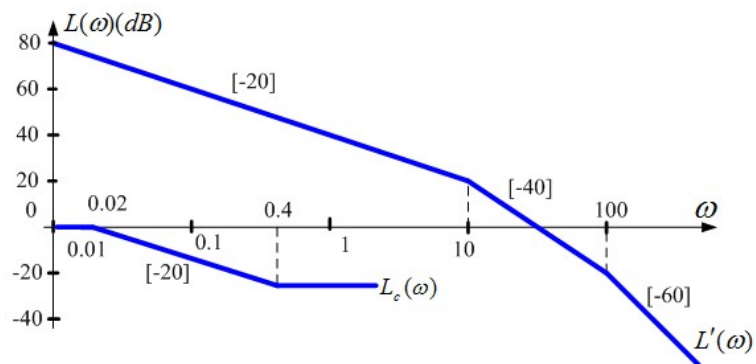


图 3

七、(本题 15 分) 采样系统如图 4 所示, 其中 T 为采样周期。

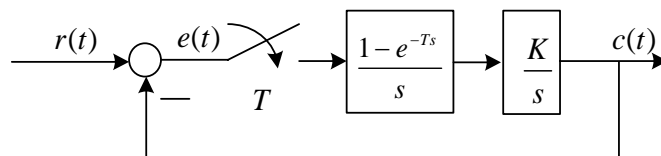


图 4

1. 计算系统开环及闭环脉冲传递函数；
2. 确定闭环系统稳定的 K 值范围；
3. 讨论采样周期 T 对系统稳定性的影响；
4. 设采样周期 $T = 1s$ ，当 $r(t) = 1(t)$ 时，系统能否满足稳态误差小于 0.1 的要求？若不能，如何改变采样周期 T 之值，使其在稳定前提下满足稳态误差小于 0.1 的要求？

[附 Z 变换表: $Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$, $Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{z}{z-1}$]

八、(本题 15 分) 某单位负反馈非线性系统如图 5 所示，非线性环节的描述函数为

$$N(A) = \frac{1}{A} e^{-j\frac{\pi}{3}}$$

1. 系统是否存在自振；
2. 若产生自振，计算自振频率及振幅。

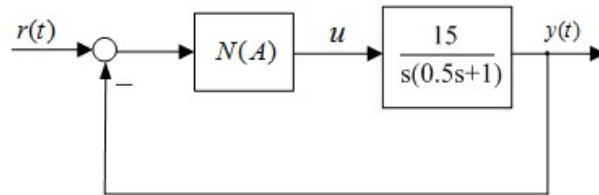


图 5

九、(本题 15 分) 已知控制系统如图 6 所示，其中 $K_1 > 0$, $K_2 > 0$,

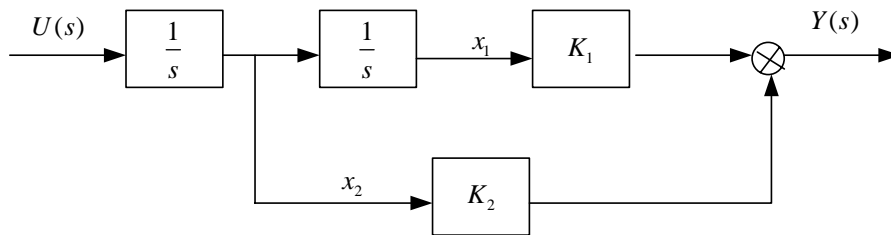


图 6

1. 写出以 x_1 、 x_2 为状态变量的系统状态方程与输出方程；
2. 判断系统的能控性和能观性；
3. 求系统的传递函数。

十、(本题满分 15 分) 已知系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{10}{s(s+2)(s+5)}$,

1. 设计状态反馈控制律，将闭环极点配置在 $-5, -1 \pm j$ 处；
2. 分析经状态反馈设计后，系统动态性能和稳态性能的变化。