

# 南京航空航天大学

## 2017 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 920

满分: 150 分

科目名称: 自动控制原理(专业学位)

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) 系统结构图如图 1 所示, 求  $E(s)$  的表达式。

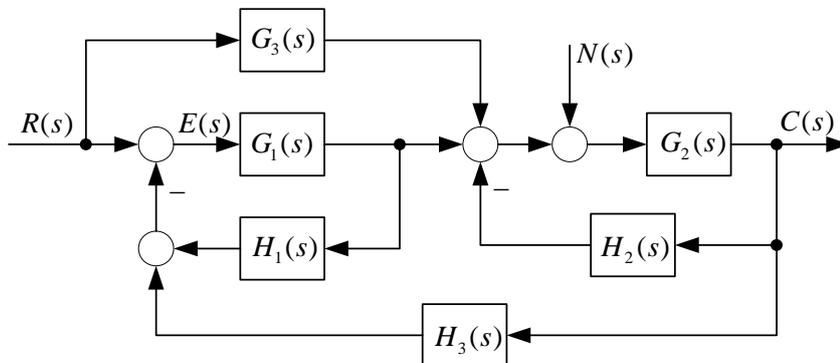


图 1

二、(本题 15 分) 已知某无零点的单位反馈系统闭环特征方程为  $2s^2 + As + K = 0$ , 单位斜坡输入  $r(t)$  作用之下, 输出  $c(t)$  曲线如图 2 所示, 且系统超调量  $\sigma\% = 4.6\%$ ,

1. 试求  $A$  与  $K$  的取值;
2. 试求调节时间  $t_s$  ( $\Delta = 5\%$ )。

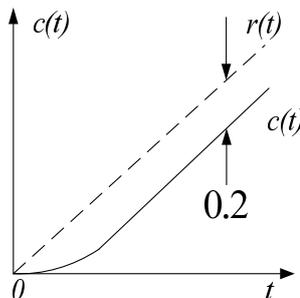


图 2

三、(本题 15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{K}{s(Ts+1)(s+1)}$ ，其中  $K > 0$ 、 $T > 0$ 。试确定使闭环系统稳定时，参数  $K$ 、 $T$  应满足的关系；并计算在输入  $r(t) = t \cdot 1(t)$  作用下系统的稳态误差。

四、(本题 15 分) 某反馈系统如图 3 所示，

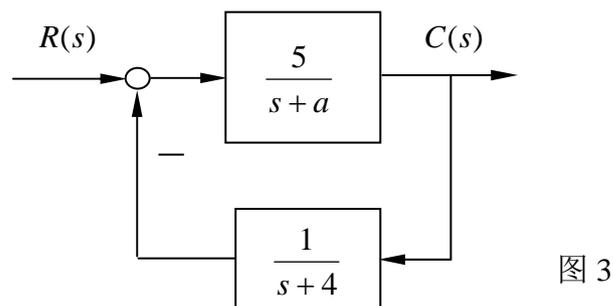


图 3

1. 绘制  $a$  从  $0 \rightarrow \infty$  变化的闭环系统根轨迹；
2. 当系统阶跃响应中含有  $e^{-4t} \sin \omega t$  的运动模态时，求对应的  $a$  值。

五、(本题 15 分) 已知某最小相位系统的开环对数幅频渐近线如图 4 所示，用奈氏判据判断系统稳定性，并求系统的相角裕度。

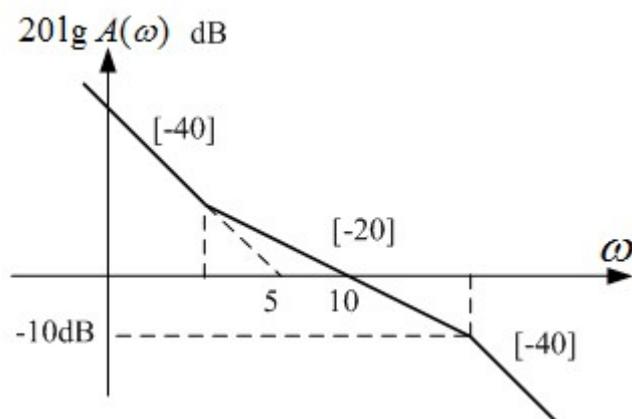


图 4

六、(本题 15 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{200}{s(s+1)(s+100)}$ ，

设计一校正网络，使校正后的系统超调量  $\sigma\%$  为原系统的 50% (允许误差  $\pm 5\%$ )。并计算校正前后系统的调节时间。

[提示：高阶系统频域性能指标与时域性能指标的关系为：

$$M_r = \frac{1}{\sin \gamma}; \quad \sigma\% = 0.16 + 0.4(M_r - 1), 1 \leq M_r \leq 1.8;$$

$$t_s = K\pi / \omega_c; \quad K = 2 + 1.5(M_r - 1) + 2.5(M_r - 1)^2, 1 \leq M_r \leq 1.8]$$

七、(本题 15 分) 采样系统如图 5 所示，采样周期  $T = 1$  秒。

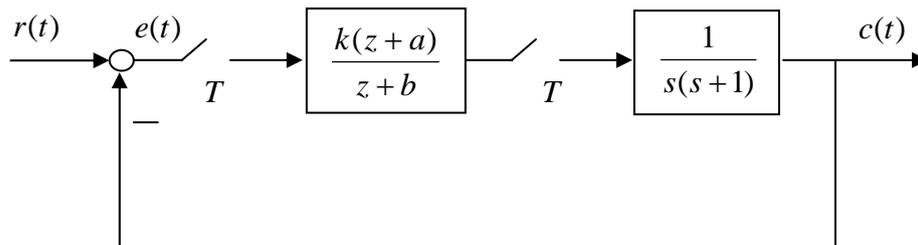


图 5

1. 求闭环脉冲传递函数；
2. 设  $b = 0$ ，求使所有闭环特征根在  $z$  平面原点时  $k$  和  $a$  的取值；
3. 求此时系统阶跃响应和稳态误差。

(附 Z 变换表:  $Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$ ,  $Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{z}{z-1}$ ,  $Z\left[\frac{1}{s^2}\right] = \frac{Tz}{(z-1)^2}$ )

八、(本题 15 分) 某非线性系统如图 6 所示，其中非线性环节描述函数为

$$N(A) = \frac{8}{\pi A^2} \sqrt{A^2 - 1} - j \frac{8}{\pi A^2} \quad (A > 1)$$

1. 自振时，调整  $K$  使得非线性环节的输入信号幅值  $A = \sqrt{2}$ ，求  $c(t)$ 。
2. 定性分析当  $K$  增大时，自振参数  $A$  和  $\omega$  的变化趋势（增加/不变/减小）。

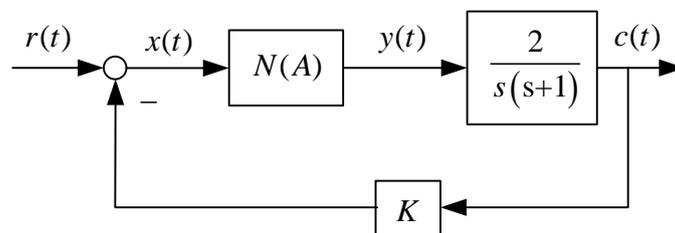


图 6

九、(本题 15 分) 已知系统的状态方程为

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & k & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ -1 & -2 & -3 & -1 \end{bmatrix} \cdot x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot u$$

1. 判断当  $k = 3$  时系统的能控性;
2. 求使系统渐近稳定的  $k$  的取值范围。

十、(本题 15 分) 已知系统的传递函数为  $G(s) = \frac{1}{s^3}$

1. 写出系统的能控标准型;
2. 在(1)的基础上设计状态反馈控制律, 将闭环极点分别配置在  $-6, -1 \pm j$  处;
3. 试求加入状态反馈后的闭环系统单位阶跃响应的超调量  $\sigma\%$  和调节时间  $t_s$ 。