

# 南京航空航天大学

## 2016 年硕士研究生招生考试初试试题 ( 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) 某系统的结构图如图 1 所示,

1. 确定系统的传递函数  $Y(s)/R(s)$ 。
2. 如果用图 2 所示的结构图来描述图 1 的系统, 试确定当  $G(s) = K_2$  时, 图 2 中的传递函数  $T_1(s), T_2(s), T_3(s)$  和  $T_4(s)$ 。

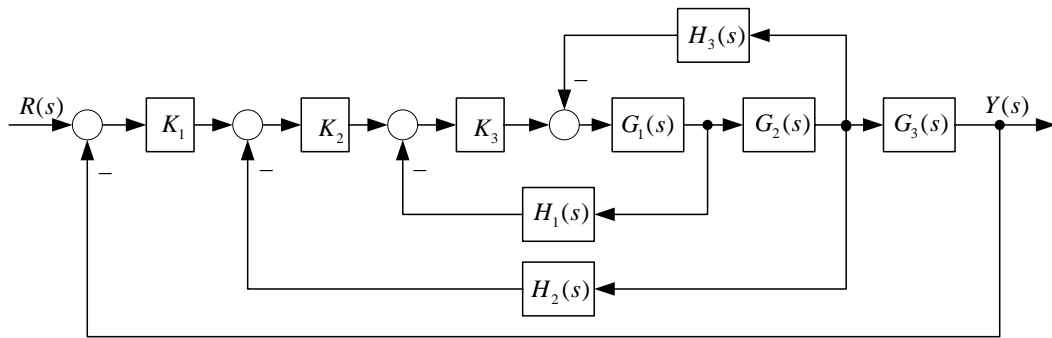


图 1

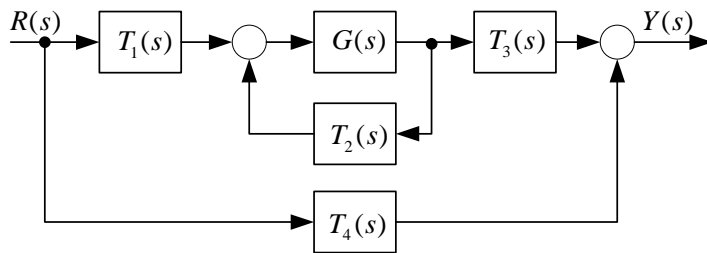


图 2

- 二、(本题 15 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{K}{s(s+3)^2}$ , 请问  $K$  为何值时系统的单位阶跃响应无超调, 且在单位斜坡输入下的稳态误差  $e_{ss} \leq 2.25$ 。

三、(本题 15 分) 如图 3 所示的系统, 其中  $G(s)$  是某典型环节, 其幅相曲线是个半圆, 如图 4 所示; 已知系统单位阶跃响应的调节时间  $t_s = 7s$ ,

1. 确定  $G(s)$ ;
2. 求系统单位阶跃响应的峰值时间  $t_p$  和超调量  $\sigma\%$ ;
3. 概略绘出单位阶跃响应曲线。

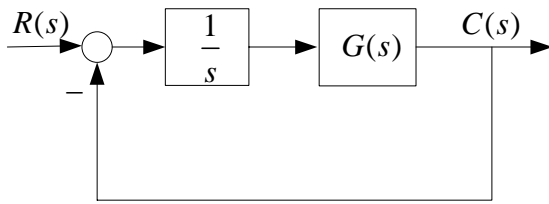


图 3

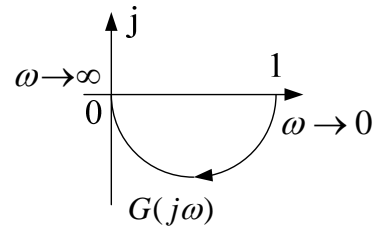


图 4

四、(本题 15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{(s+K)(s+4)}{s(s^2+s-3)}$ ,

1. 绘制系统闭环根轨迹 ( $K: 0 \rightarrow \infty$ );
2. 确定闭环有重极点时的闭环传递函数(零极点表达式);
3. 输入为单位斜坡信号时, 欲使  $|e_{ss}| \leq 1$ , 求  $K$  的取值范围。

五、(本题 15 分) 已知某最小相位系统的结构图如图 5 所示, 其中反馈  $\alpha$  为比例环节, 前向通路  $G(s)$  的对数幅频特性渐近线如图 6 所示。试求:

1. 求  $G(s)$  的表达式;
2. 画出开环幅相曲线, 并结合该曲线分析使闭环系统稳定的  $\alpha$  取值范围;
3. 若  $\alpha = 0.2$  时, 求系统的相角裕度  $\gamma$ 。

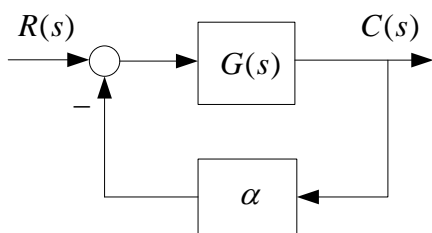


图 5

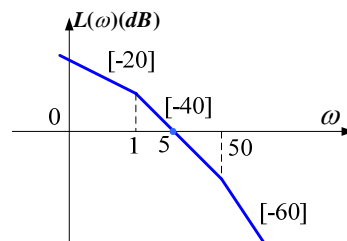


图 6

六、(本题 15 分) 已知某串联校正单位反馈控制系统，图 7 给出了该系统校正前后的开环传递函数的渐近对数幅频曲线 (Bode 图)，图中实线为原系统  $G_0(s)$  的 Bode 图，虚线为校正后系统  $G'(s)$  的 Bode 图，

1. 确定校正前后系统开环传递函数  $G_0(s)$  和  $G'(s)$  的表达式；
2. 计算校正前后系统的相角裕度  $\gamma_0$  和  $\gamma'$ ；
3. 确定校正装置的传递函数  $G_c(s)$ ；
4. 讨论采用该校正装置的优缺点。

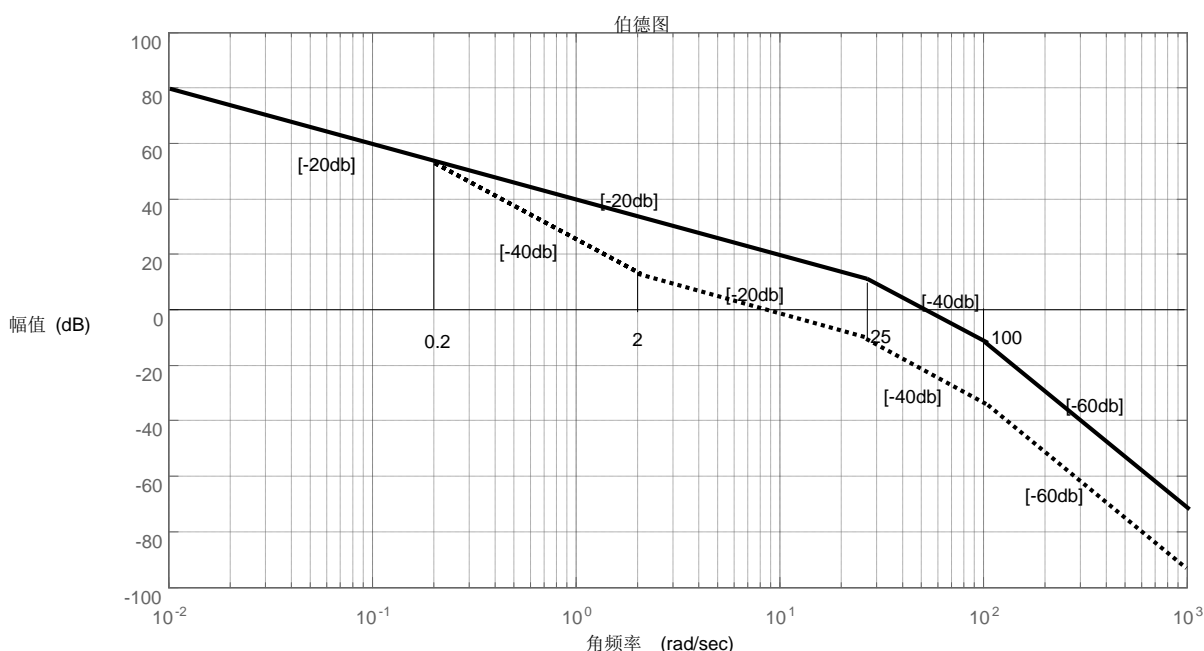


图 7

七、(本题 15 分) 某线性定常离散系统如图 8 所示，已知采样周期  $T = 0.2s$ ，参考输入为  $r(t) = 2 + t$ ，图中  $G_h(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}$ ， $G(s) = \frac{Ke^{-Ts}}{s}$ ；要使系统的稳态误差小于 0.25，试确定  $K$  的取值范围。(附 Z 变换表：  $Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z - e^{-aT}}$ ，  $Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{z}{z-1}$ ，  $Z\left[\frac{1}{s^2}\right] = \frac{Tz}{(z-1)^2}$  )

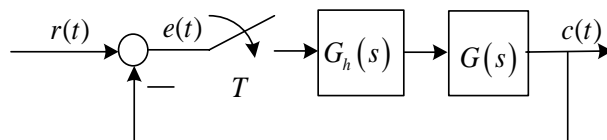


图 8

八、(本题 15 分) 某非线性系统如图 9 所示, 非线性元件的描述函数  $N(A) = \frac{4M}{\pi A} + K$ , 其中  $M = 1$ ,  $K = 0.5$ 。试用描述函数法分析系统周期运动的稳定性, 并求出稳定周期运动的振幅  $A$  和频率  $\omega$  以及输出  $c(t)$  的表达式。

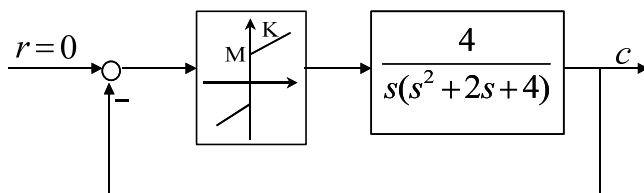


图 9

九、(本题 15 分) 某开环系统的状态空间表达式为

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \cdot x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot u(t)$$

$$y(t) = [1 \ 0] \cdot x(t)$$

1. 判断该开环系统的可控性、可观性和稳定性;
2. 计算该开环系统的传递函数;
3. 证明使用状态反馈控制律  $u(t) = -K \cdot x(t)$  无法镇定该系统。

十、(本题 15 分) 某开环系统的状态空间表达式如下:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & -6 \end{bmatrix} \cdot x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \cdot u(t)$$

$$y(t) = [4 \ 2] \cdot x(t)$$

1. 若该开环系统的状态不可测, 试设计一个全维状态观测器, 要求该观测器系统的阻尼系数为 0.707, 且其调节时间比原开环系统的快 10 倍;
2. 在 1 基础上, 设计一个状态反馈控制器, 要求整个闭环系统的调节时间是原开环系统的一半, 且具有临界阻尼响应的形式。