

# 南京理工大学

## 2006 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 200608027

考试科目: 热工过程自动调节原理 (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, 写在试卷上不给分

1. (20 分)

双容液位自动调节系统如图 1 所示, 流出蓄水箱的流量  $Q_3$  只与水泵转速有关, 两水箱间管路的液阻为  $R_L$ 。设输入信号为流出的流量  $Q_3$ , 输出信号为水位  $H_2$ , 试

- (1) 写出系统的动态方程式;
- (2) 画出系统的动态结构图;
- (3) 用等效变换法求传递函数  $H_2(s)/Q_3(s)$ ;
- (4) 求  $Q_3$  为输入, 调节阀的位移  $\mu$  为输出时的传递函数。

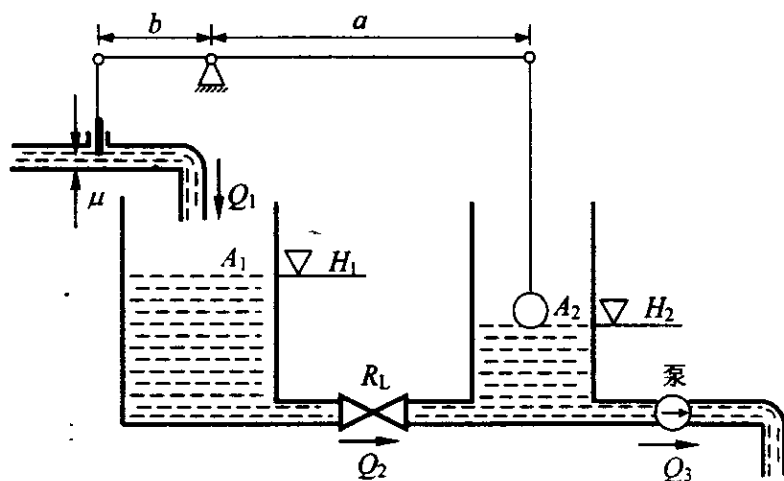


图 1

注:  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$ ——流量,  $A_1$ 、 $A_2$ ——水箱横截面积,  $R_L$ ——液阻  
 $H_1$ 、 $H_2$ ——流体位置高度

2 (15 分)

已知某系统结构图如图 2 所示。

- (1) 试画出  $K=0 \rightarrow \infty$  时系统的根轨迹；
- (2) 求使闭环系统稳定的开环增益  $K$  的范围；
- (3) 当  $K=10$  时，若输入为  $r(t)=t \cdot 1(t)$ ，计算系统的稳态误差。

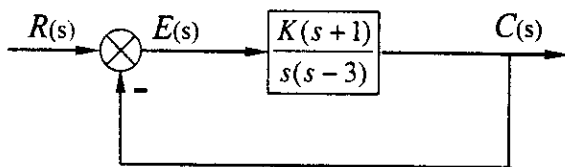


图 2

3 (10 分)

设比例—积分(PI)控制系统如图 3 所示。其中， $K_I$  为与积分器时间常数有关的特定参数。已知参数  $\zeta=0.2$  及  $\omega_n=86.6$ 。

- (1) 试用劳斯判据确定使闭环系统稳定的  $K_I$  取值范围。
- (2) 如果要求闭环系统的极点全部位于  $s=-1$  垂线之左，问  $K_I$  值范围又应取多大。

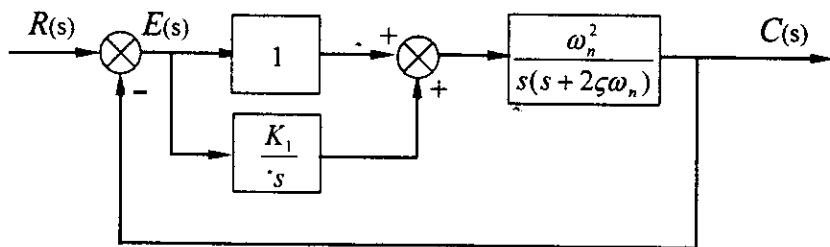


图 3

4 (15 分)

已知系统的开环传递函数为  $G(s) = \frac{K}{s-1}$ ，用奈魁斯特判据判断系统的稳定性。

5 (15 分)

单回路反馈调节系统中，调节对象的传递函数为  $W_0(s) = \frac{1}{s(s+2)}$ ，调节器为

比例作用:  $W_o(s) = S_1$ , 试用根轨迹法求衰减率  $\Psi = 0.75$  ( $m=0.221$ ) 时, 调节器的整定参数  $S_1$  值。

6 (15 分)

设具有饱和和非线性特性的控制系统如图 4 所示, 试分析:

- (1)  $K=15$  时非线性系统的运动;
- (2) 欲使系统不出现自振荡, 确定  $K$  的临界值。

饱和和非线性特性的描述函数:  $N(A) = \frac{2k}{\pi} \left[ \arcsin \frac{a}{A} + \frac{a}{A} \sqrt{1 - \left( \frac{a}{A} \right)^2} \right], \quad A \geq a$

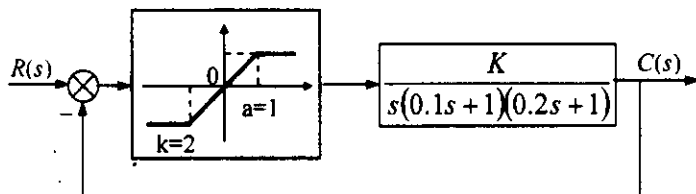


图 4

7 (15 分)

采样系统的结构图如下图 5 所示, 设采样周期  $T=1s$ ,  $G_h(s)$  为零阶保持器,

- (1) 当  $K=5$  时分析系统的稳定性;
- (2) 确定使系统稳定的  $K$  值范围。

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

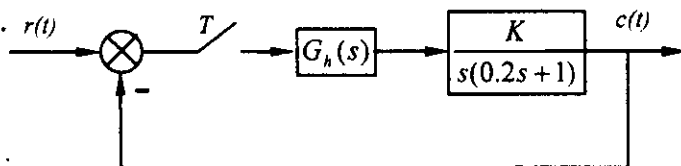


图 5

8 (15 分)

若图 6 所示控制系统的闭环极点为  $2 \pm \sqrt{10}j$ , 试确定增益  $K$  和反馈系数  $T$ , 并对求出的  $K$  值画出根轨迹图, 确定使系统稳定的  $K$  值范围。

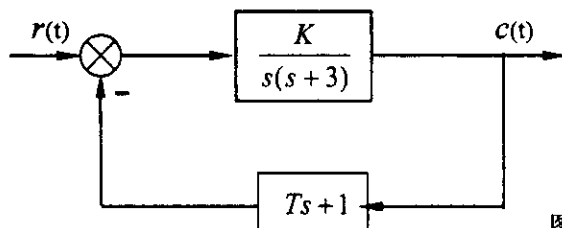


图 6

9 (15 分)

调节系统如图 7 所示, 参考输入  $r(t)$  和干扰信号  $n(t)$  均为阶跃型外作用, 求

(1)  $r(t)=1(t)$ ,  $n(t)=0.1\cdot 1(t)$ ,  $G_I(s)=10$  时系统的稳态误差;

(2) 要求系统的稳态误差为零, 试设计调节器的传递函数  $G_I(s)$ 。

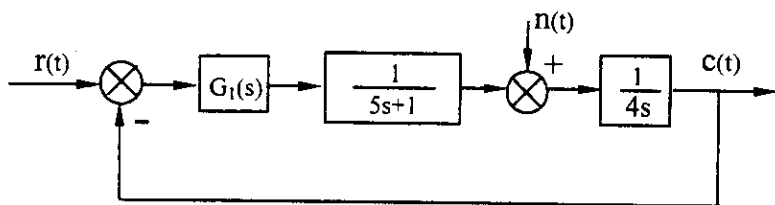


图 7

10 (15 分)

已知系统的单位阶跃响应为  $C(t) = 1 - e^{-t} \left( \cos \sqrt{3}t + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \sqrt{3}t \right)$ , 求

(1) 系统的传递函数;

(2) 阻尼比 $\xi$ 、无阻尼自振角频率 $\omega_n$ 、超调量和衰减率。