

# 山东大学

## 二〇一五年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

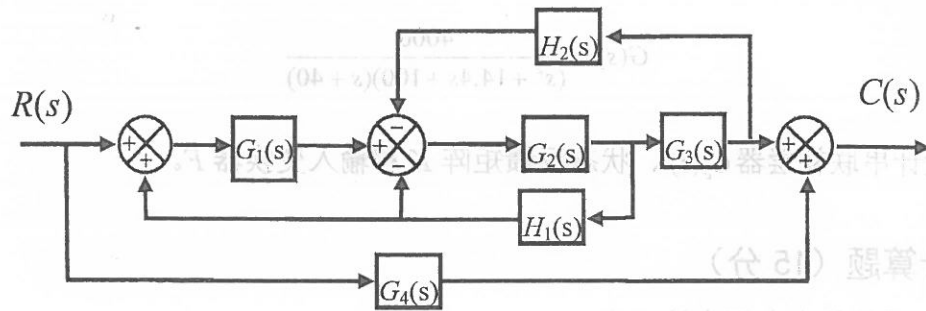
科目代码 847

科目名称 自动控制原理 (含现代控制理论)

(答案必须写在答卷纸上, 写在试题上无效)

### 一、化简题 (12 分)

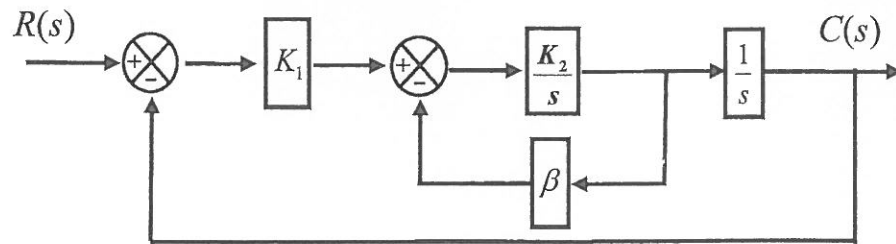
某控制系统的结构图如图所示。试用结构图简化的方法求该系统的传递函数  $C(S)/R(S)$ 。



### 二、计算说明题 (18 分)

某控制系统的结构图如图所示, 其中:  $K_1, K_2$  为正常数,  $\beta$  为非负常数。

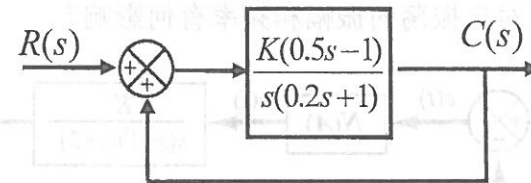
- 求出系统的闭环传递函数, 分析  $\beta$  对系统稳定性的影响;
- 若系统输入  $r(t)$  为单位阶跃函数, 分析  $\beta$  对系统动态性能的影响;
- 若系统输入  $r(t)$  为单位斜坡函数, 分析  $\beta$  对系统稳态性能的影响;
- 若  $r(t) = 5 \cdot 1(t) + 2t$ , 试求当  $\beta = 0.25 K_1$  时, 系统总的稳态误差。



### 三、计算绘图题 (15 分)

某单位正反馈系统的结构图如图所示。

- 绘制系统当  $K$  从 0 到  $\infty$  变化时的根轨迹; (要求有主要过程, 并将必要的数值标在图上)
- 求出使系统稳定的  $K$  的取值范围。



### 四、计算绘图说明题 (15 分)

已知最小相位系统的开环传递函数为:  $G(s)H(s) = \frac{4}{s^2(0.2s+1)}$

- 试绘制出系统的开环对数幅频特性曲线 (标明各段的斜率和转折频率), 并计算系统的相角裕度  $\gamma$ ;
- 若在前向通道串联一个比例-微分环节  $(s+1)$ , 试绘制校正后系统的开环对数幅频特性曲线, 并求出系统的幅值穿越频率  $\omega_c$  和相角裕度  $\gamma$ ;
- 对比(1)和(2)的结果, 说明相对稳定性好的系统, 对数幅频特性在中频段应具有什么样的形状。

### 五、计算绘图题 (20 分)

已知负反馈系统的开环传递函数为

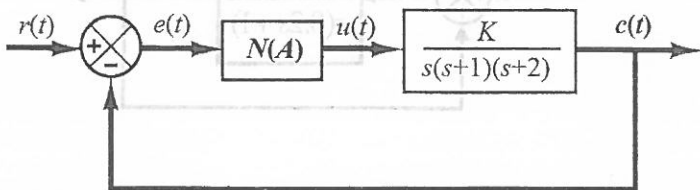
$$G_k(s) = \frac{2}{s(s+1)(0.1s+1)}$$

- 画出系统开环对数幅频特性曲线, 求幅值穿越频率  $\omega_c$ , 相角裕度  $\gamma$ ;
- 若要求幅值穿越频率  $\omega_c$  和相角裕度  $\gamma$  不变, 而静态速度误差系数  $k_v = 20$ , 应串联何种校正装置, 并求出其传递函数  $G_c(s)$ 。

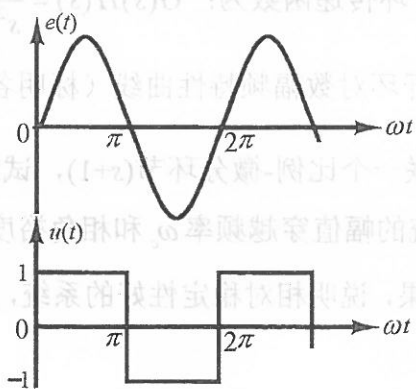
### 六、计算说明题 (15 分)

非线性系统的结构图如下图 (a) 所示, 其中非线性元件  $N(A)$  在稳态时的输入  $e(t)$  与输出  $u(t)$  的波形如下图 (b) 所示。

- (1) 写出非线性元件的描述函数  $N(A)$ 。
- (2) 分析系统是否存在稳定的自振荡。
- (3) 线性部分的  $K$  值对自振荡的振幅和频率有何影响?



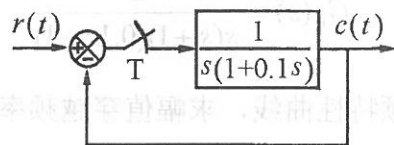
(a)



(b)

### 七、计算题 (15 分)

二阶采样系统的结构图如图示, 采样周期  $T=0.1$  秒。



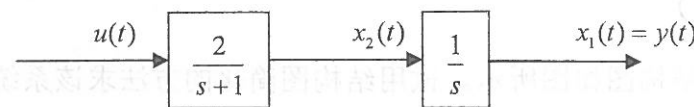
- (1) 判断系统的稳定性;
- (2) 求当  $r(t)=1(t)$  时系统的输出  $c^*(t)$ 。

### 八、计算题 (10 分)

写出输入输出关系为  $\ddot{y}+5\dot{y}+4y=\ddot{u}+3\dot{u}+2u$  的系统的状态空间表达式和其对称系统状态空间表达式, 并画出后者的模拟结构图。

### 九、计算题 (15 分)

已知原受控系统的结构如下图所示



而期望的闭环传函为

$$G(s) = \frac{4000}{(s^2 + 14.4s + 100)(s + 40)}$$

试设计串联补偿器  $G_c(s)$ 、状态反馈矩阵  $K$  和输入变换器  $F$ 。

### 十、计算题 (15 分)

已知系统状态空间表达式为

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \end{bmatrix} x(t) \end{cases}$$

欲使系统有一个状态既能控又能观测, 另一个状态既不能控又不能观测, 试确定  $b_1, b_2$  和  $c_1, c_2$  应满足的关系。