

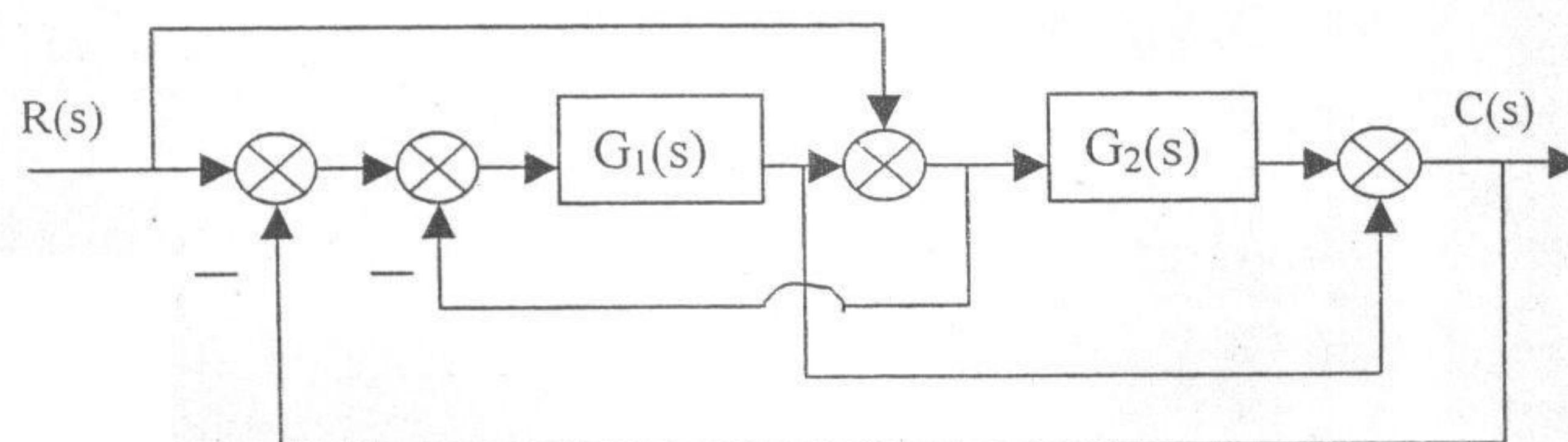
北京航空航天大学 2005 年

硕士研究生入学考试试题 科目代码: 431

自动控制原理(1) (共 4 页)

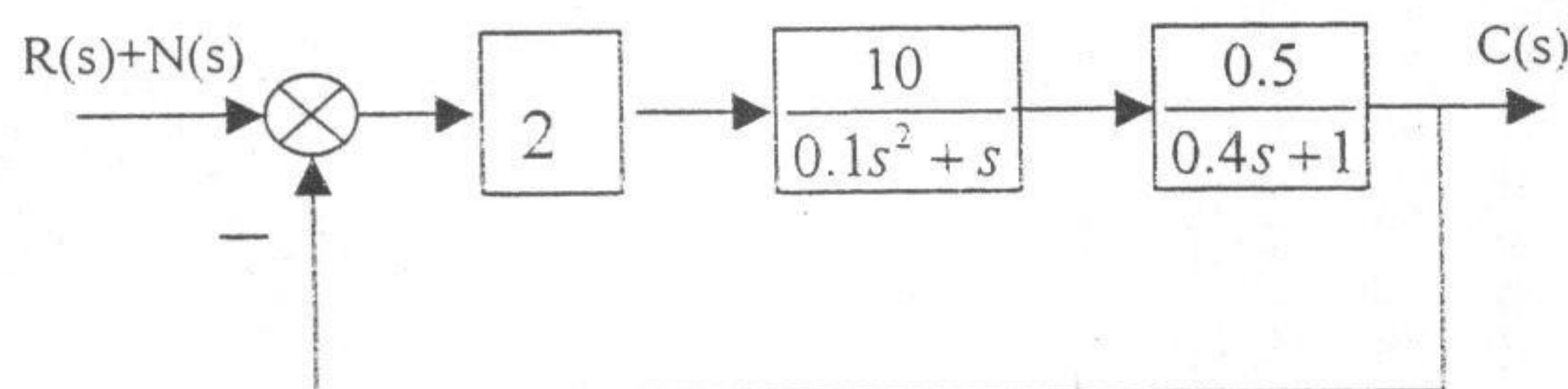
考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

一、(本题 14 分) 系统动态结构图如题一图所示。试确定系统的闭环传递函数 $C(s)/R(s)$ 。



题一图

二、(本题共 20 分) 系统如题二图所示, 系统输入端除有用信号 $r(t)$ 以外, 还有干扰信号 $n(t)$ 。已知: $r(t) = 10t$, $n(t) = 10\sin 10t$ 。试计算系统的稳态误差并求出稳态误差的最大值。[误差定义为: $r(t) - c(t)$]



题二图

三、(本题共 20 分, 第 1 小题 16 分, 第 2 小题 4 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K^*}{s(s+2)^3}$$

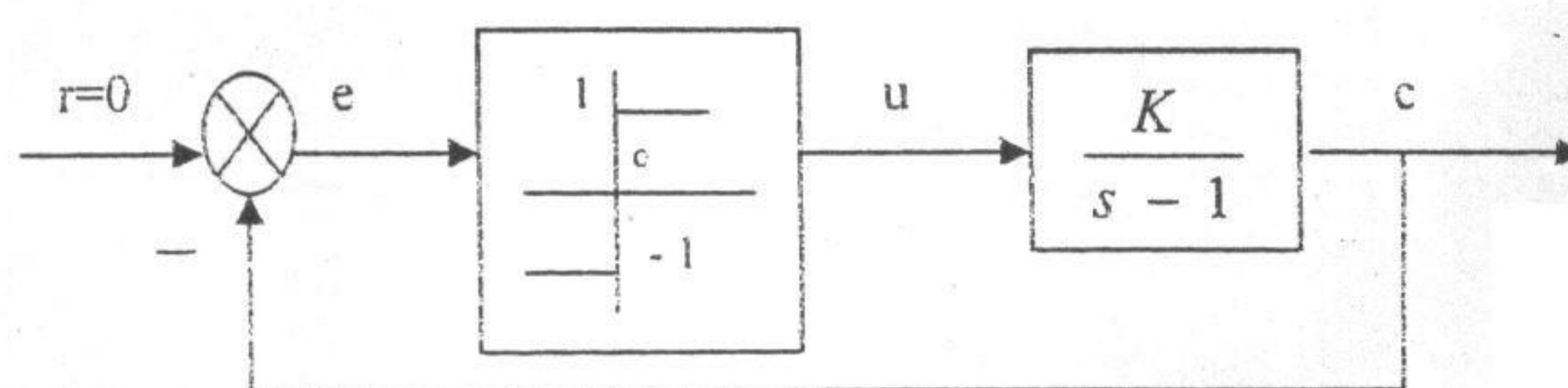
1. 按步骤绘制 $K^* > 0$ 时闭环系统的根轨迹;
2. 当 K^* 为何值时, 闭环有极点 $s = -1$, 并求出这时闭环另外三个极点应满足的代数方程式。

四、(本题共 20 分, 每小题各 10 分) 单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{10(s+1)}{s^2(0.01s+1)}$$

1. 试绘制 $G(s)$ 的对数渐近幅频特性曲线和相频特性曲线;
2. 运用对数频率稳定判据判别闭环系统的稳定性; 如果闭环稳定, 试求相位稳定裕度 γ 和模稳定裕度 h 。

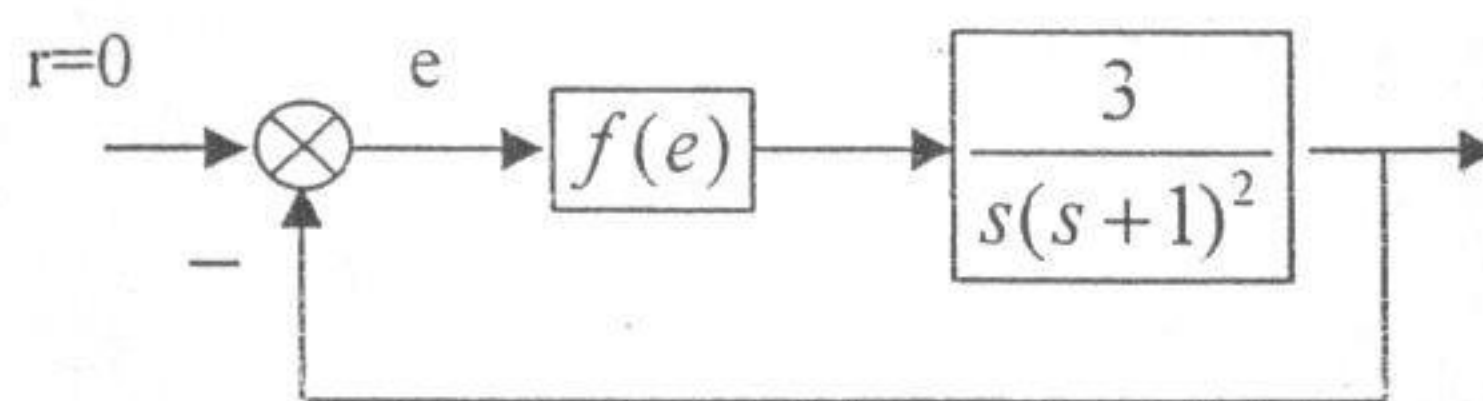
五、(本题 10 分) 系统的结构图如题五图所示, 其中 $K > 0$ 。取 (\dot{e}, e) 为相坐标, 试作出系统的相轨迹图, 并说明 e 的变化规律与初始偏差 e_0 、增益 K 的关系。



题五图

六、(本题 10 分)非线性系统的结构图如题六图所示。其中非线性环节的特性为 $f(e) = 0.5e + 0.25e^3$, 试计算非线性环节的描述函数, 并用描述函数法分析系统是否存在自振(要求作图说明)。

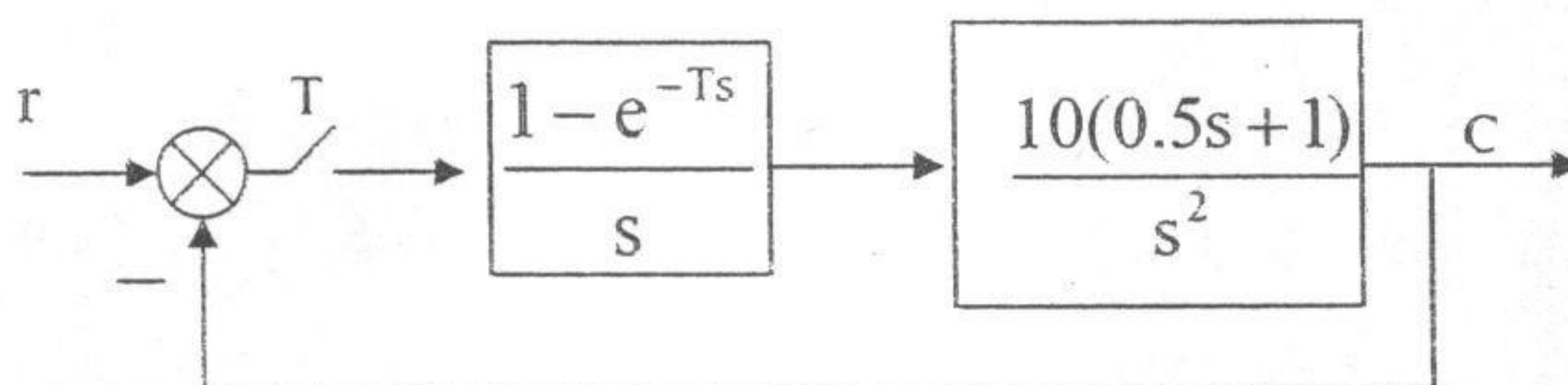
[提示: $\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}\sin 2x + C$; $\int \sin^n x dx = -\frac{\sin^{n-1} x \cos x}{n} + \frac{n-1}{n} \int \sin^{n-2} x dx$]



题六图

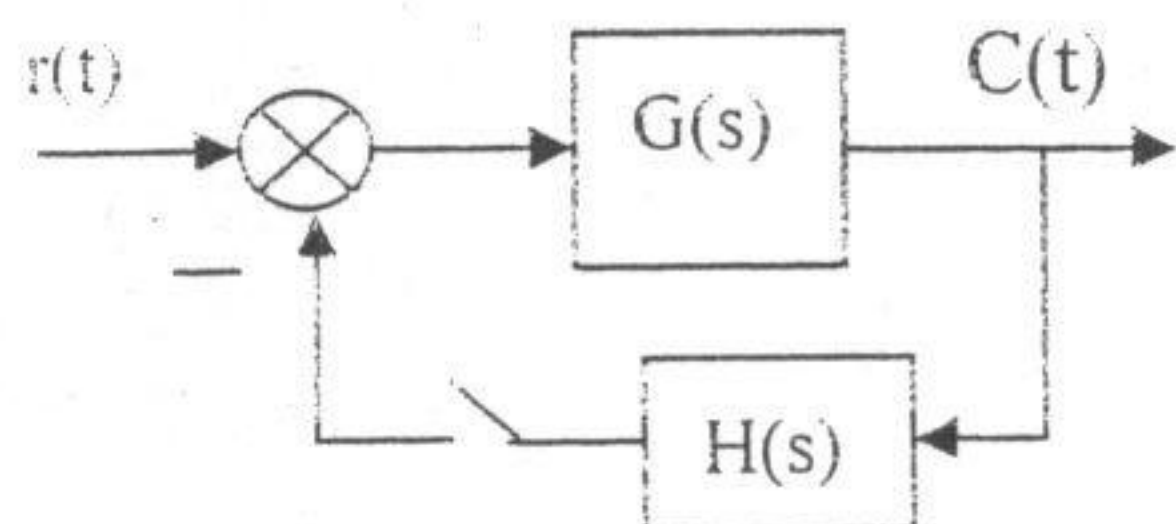
七、(本题 12 分)采样系统的结构图如题七图所示, 图中采样周期 $T=0.2$ 秒。求闭环脉冲传递函数, 并判断闭环系统的稳定性。

[提示: $\frac{1}{s^2}$ 和 $\frac{2}{s^3}$ 的 Z 变换分别为 $\frac{Tz}{(z-1)^2}$ 和 $\frac{T^2 z(z+1)}{(z-1)^3}$]

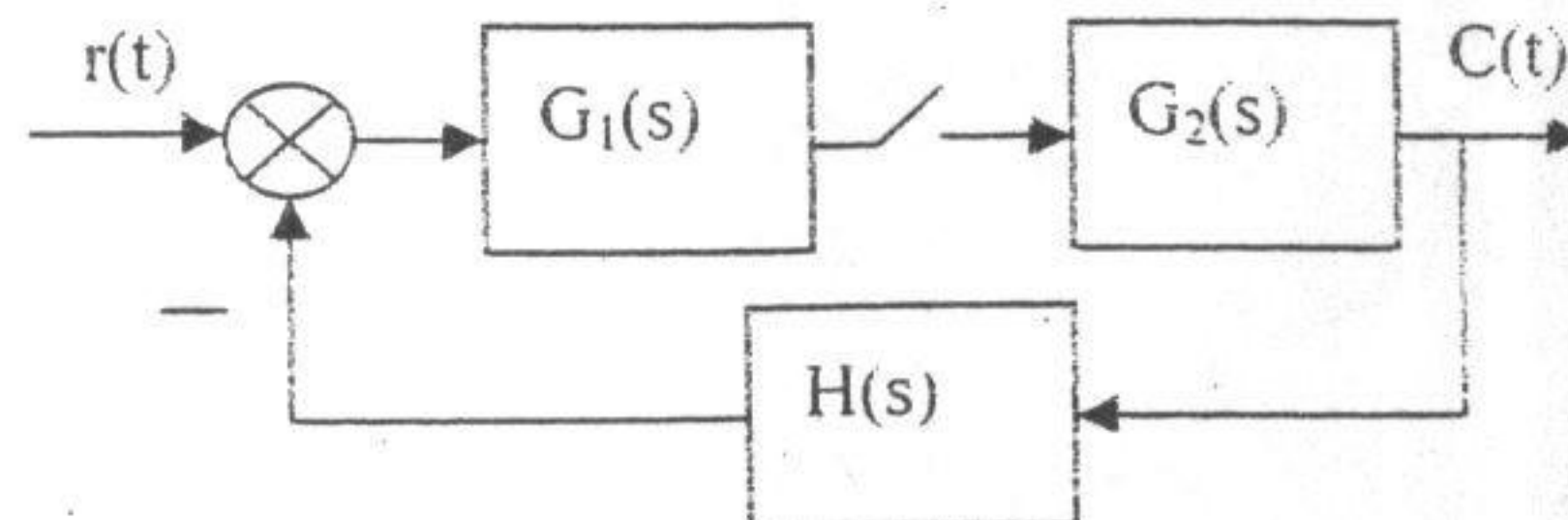


题七图

八、(本题共 8 分, 每小题 4 分)采样系统的结构图分别如题八图(1)和题八图(2)所示, 试分别写出 $C(z)$ 的表达式。(要有计算过程)



题八图(1)



题八图(2)

九、(本题共 14 分, 每小题为 7 分) 系统状态方程和输出方程为

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \begin{bmatrix} -\alpha & 0 & 0 \\ 5 & -5 & -15 \\ 0 & 0 & \beta \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \\ 0 \end{bmatrix} u \\ y &= [2 \ 0 \ 0] \mathbf{x} \end{aligned}$$

式中 α, β 为实常数, 分别写出满足下列稳定性要求时, 参数 α, β 应满足的条件 (要写清理由)。

- 1, 当 $u = 0$ 时, 系统渐近稳定;
- 2, 系统 BIBO 稳定。

十、(本题共 22 分, 第 1 小题 8 分, 第 2 小题 14 分) 某系统的传递函数为

$$G(s) = \frac{5}{2s^3 + 4s^2 - 10s - 12}$$

1, 试作出系统 $G(s)$ 的可控标准型实现和可观标准型实现; 并说明这两个实现之间是否代数等价。

2, 对上述可控标准型实现设计状态反馈 (求出状态反馈增益向量, 状态反馈后的闭环系统矩阵可设为 $\mathbf{A} - \mathbf{b}\mathbf{k}$ 的形式), 同时满足要求: 闭环系统阶跃响应的超调量 $\sigma\% = 4.3\%$ 、调节时间 $t_s = 3.5$ 秒 (取 5% 误差带), 且其中一个闭环极点为 $s = -7$ 。