

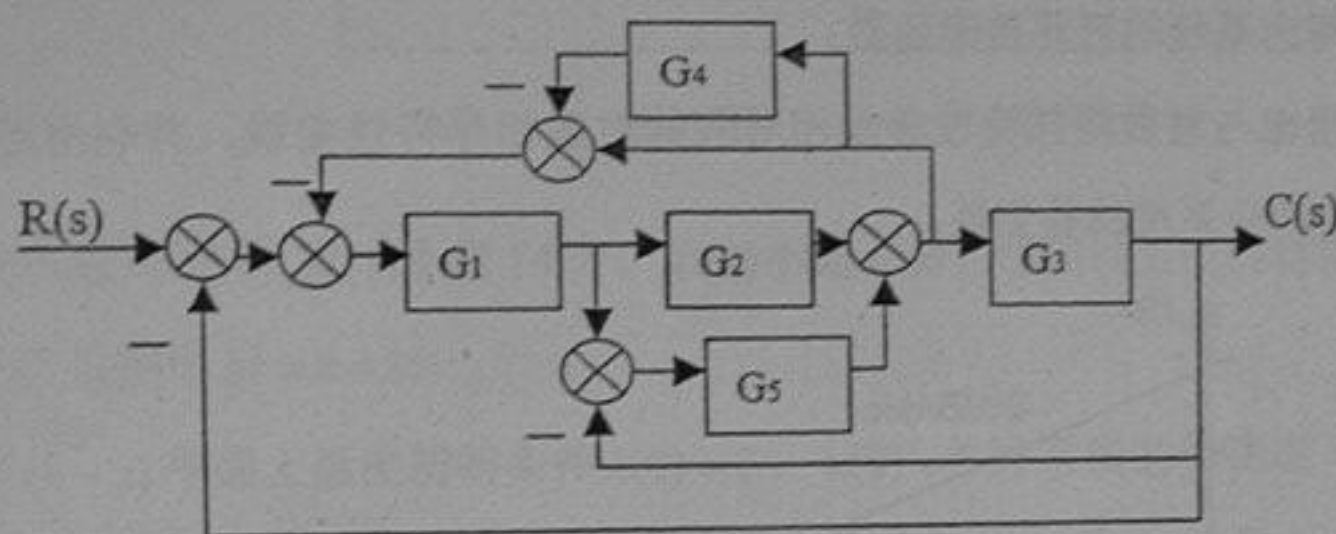
北京航空航天大学 2006 年 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 431

自动控制原理 (共 4 页)

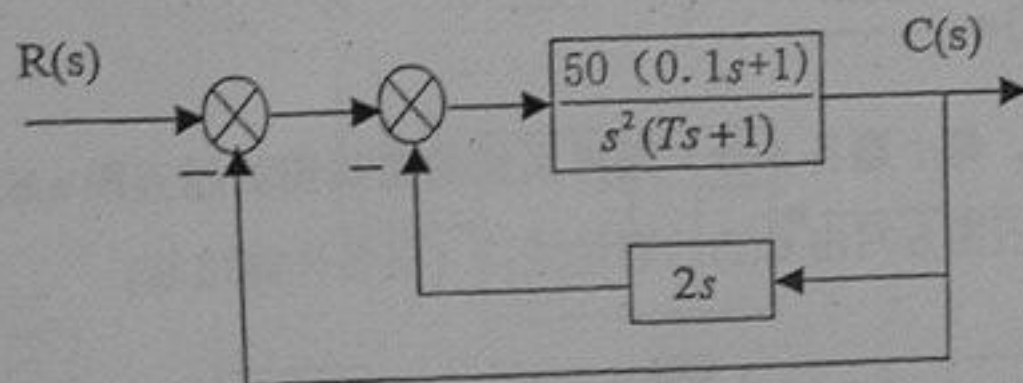
考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

一、(本题 14 分) 系统结构图如题一图所示, 求传递函数 $C(s)/R(s)$ (最终结果必须将繁分式化简)。



题一图

二、(本题 20 分) 系统的结构图如题二图所示, 图中参数 T 为正数, 试求出闭环系统稳定时, T 应满足的条件, 并求 $r(t) = (a + bt)1(t)$ 时的稳态误差。



题二图

三、(本题 20 分) 已知负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K^*}{s(s+2)(s+5)},$$

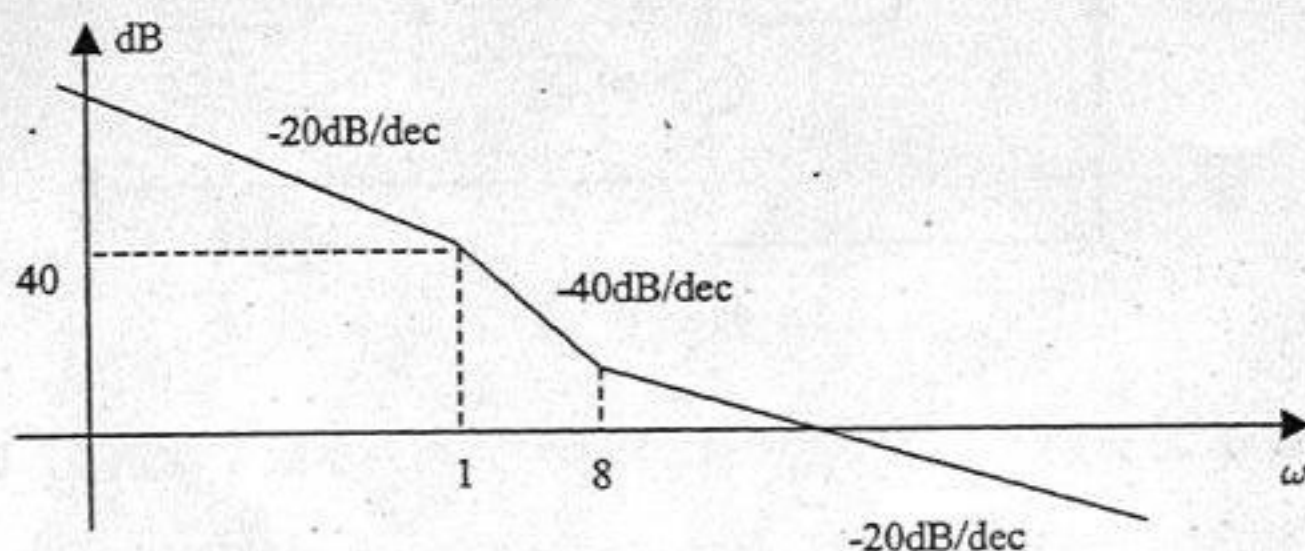
(1) 按步骤绘制 $K^* > 0$ 时闭环系统的根轨迹;

(2) 计算当闭环一个极点 $s_1 = -6$ 时, 其余两个闭环极点 s_2 、 s_3 和相对应的开环增益 K 的值, 并利用主导极点的概念确定此时系统在阶跃输入作用下的调节时间和超调量。

四、(本题共 20 分, 每小题各 10 分) 某单位负反馈系统开环传递函数为 $G(s)$, 其渐近对数幅频特性曲线如题四图所示。已知传递函数 $G(s)$ 中除分母多项式包含一个 $s-a$ ($a > 0$) 因子外, 其余所有零、极点均位于 $\text{Re}(s) \leq 0$ 平面中。

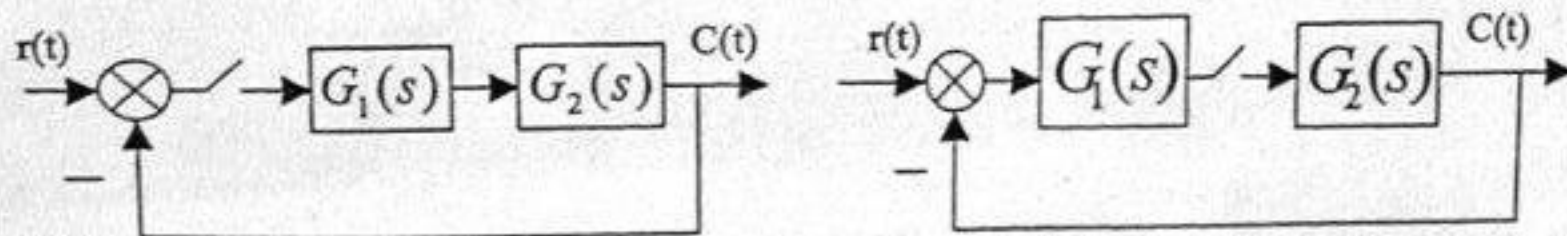
(1) 写出系统的开环传递函数;

(2) 绘出与对数幅频特性曲线相对应的对数相频特性曲线, 并利用对数频率判据确定闭环系统的稳定性。



题四图

五、(本题共 10 分, 每小题各 5 分) 采样系统的结构图如题五图 a,b 所示, 试分别对题五图 a 和题五图 b 写出 $C(z)$ 的表达式: (要有计算过程)

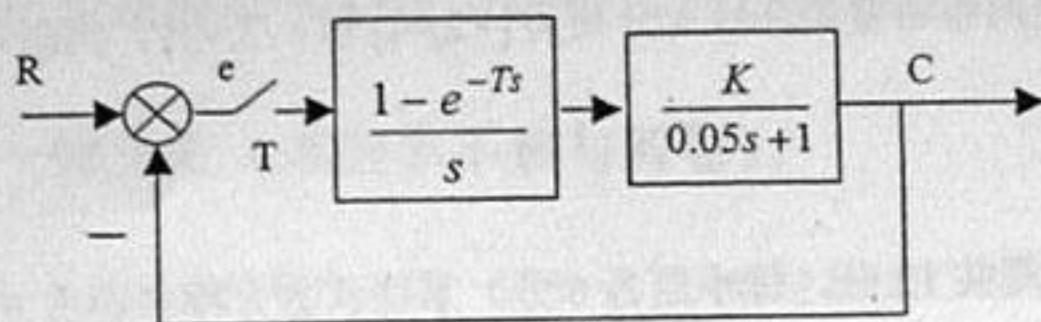


题五图(a)

题五图(b)

六、(本题 10 分)已知采样系统结构图如题六图所示, 其中采样周期 $T=0.1$ 秒, $K>0$ 。试决定使闭环系统稳定时 K 的取值范围。若 $K=1$, 试求出在单位阶跃输入时, 系统输出的稳态值。

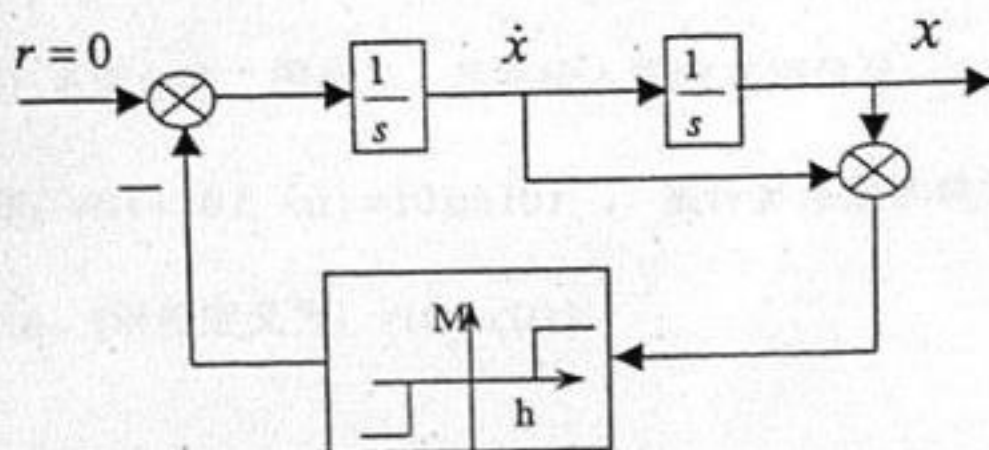
[已知 Z 变换式: $Z(\frac{1}{s+\omega_0}) = \frac{z}{z-e^{-\omega_0 T}}$]



题六图

七、(本题共 20 分,第(1)小题 14 分, 第(2)小题 6 分) 非线性系统的结构图如题七图所示,设图中 $M=h=1$,

- (1)在 $(\dot{x}-x)$ 平面上画出初始条件 $\dot{x}(0)=0$, $x(0)=5$ 时系统的相轨迹 (要求至少求出三段相轨迹表达式和求出相轨迹与开关线的交点的坐标。)
- (2)画出与上述相轨迹对应的 $x(t)$ 的响应曲线(要求分段标明时间)。



题七图

八、(本题 12 分)系统动态方程为

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [0 \quad 0 \quad 1] \mathbf{x}$$

判别系统的可控性和可观测性; 分别写出其可控子系统方程和可观子系统方程。

九、(本题共 12 分, 第(1)小题 8 分, 第(2)小题 4 分) 系统的动态方程为

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 5 & -4 \\ 6 & -5 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = \begin{bmatrix} -3 & 2 \end{bmatrix} \mathbf{x}$$

- (1) 采用可逆线性变换 $\bar{\mathbf{x}} = \mathbf{P}\mathbf{x}$, 将系统化为对角规范型; (要求写出变换矩阵 $\mathbf{P}$, 否则不计成绩。)
- (2) 给定两组希望闭环极点分别为 $\{-2, -1\}$ 和 $\{-3, -2\}$, 判断可否用状态反馈进行配置?

十、(本题共 12 分, 每小题各 6 分) 系统状态方程和输出方程如下

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ a & 2a-1 & a-2 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}$$

分别给出系统满足下列条件时, 实数 a 的取值范围:

- (1) 渐近稳定;
- (2) 有界输入、有界输出(BIBO)稳定。