

重庆大学 2004 硕士研究生入学考试试题

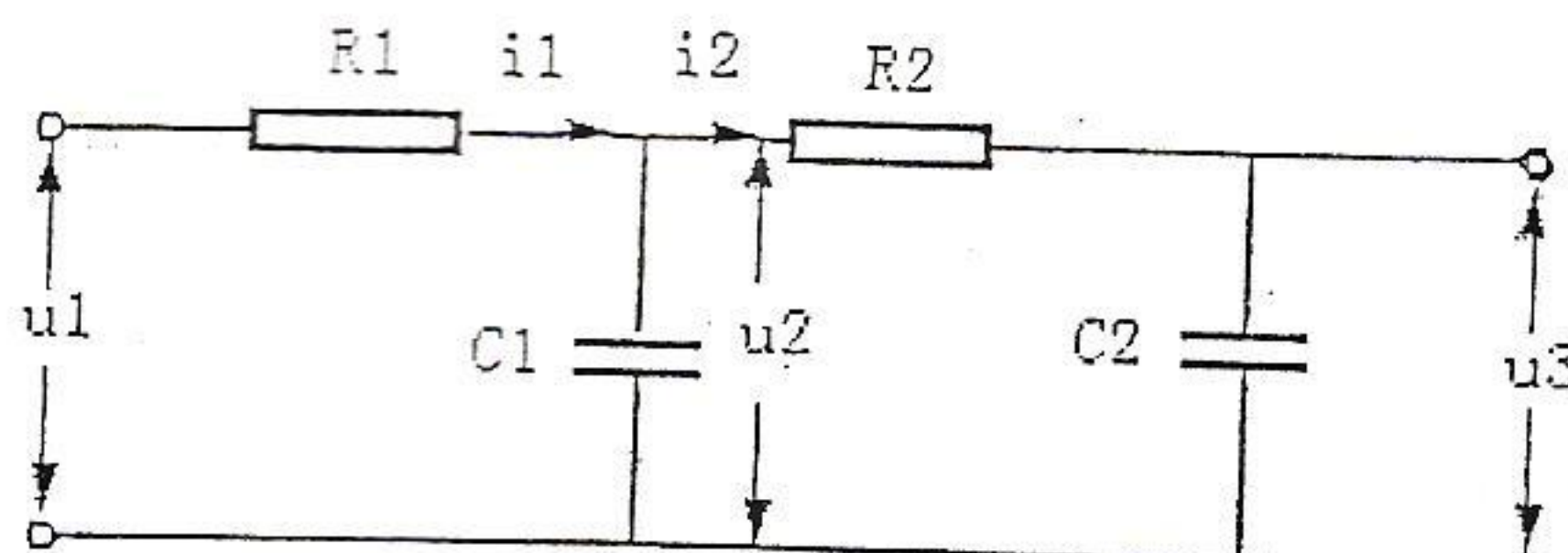
科目代码: 465

考试科目: 自动控制原理

请考生注意:

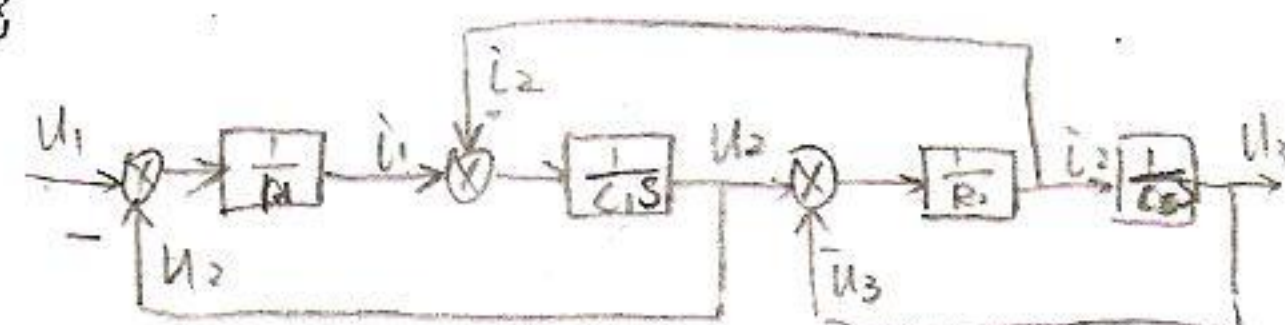
答题一律 (包括填空题和选择题) 答在题纸或答题册上, 答在试题上按零分计。

- 一、(20 分) 由两个电阻 (R_1 和 R_2) 和两个电容 (C_1 和 C_2) 组成的电路如下图。设输入信号为电压 u_1 , 输出信号为电压 u_3 。



(第一题用图)

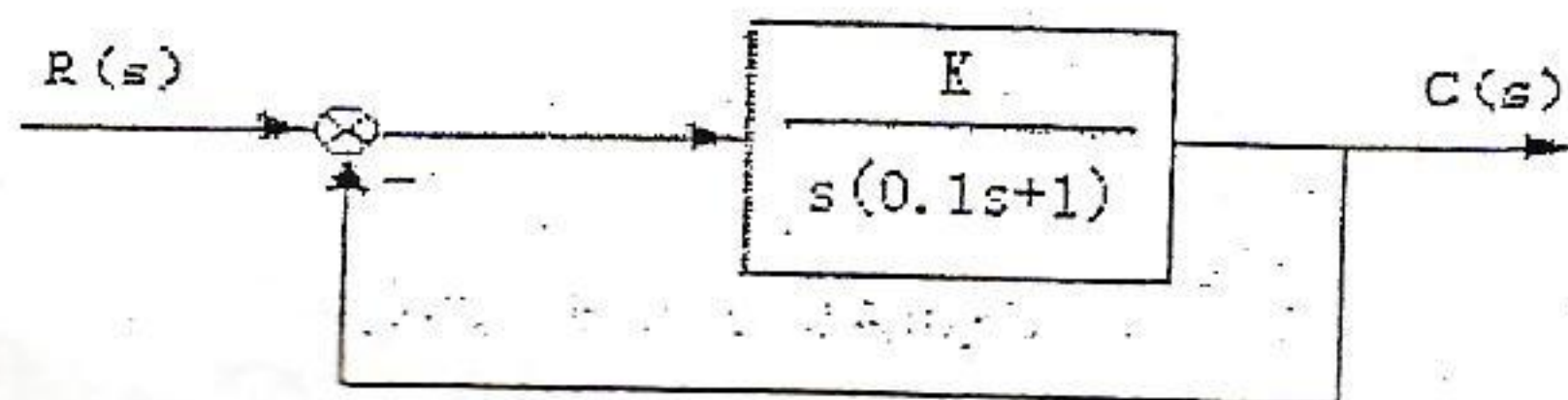
$$\begin{aligned} U_1 - U_2 &= R_1 \cdot I_1 \\ C_1 U_2 S &= I_1 - I_2 \\ U_2 - U_3 &= R_2 \cdot I_2 \\ C_2 U_3 S &= I_2 \end{aligned}$$



- (10 分) 画出该电路系统的方框图;
- (10 分) 用梅森 (Mason) 公式求传递函数 $\frac{U_3(s)}{U_1(s)}$ 。

$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{1}{1 + \frac{1}{R_1 C_1 S} + \frac{1}{R_1 C_2 S} + \frac{1}{C_1 R_2 S}}$$

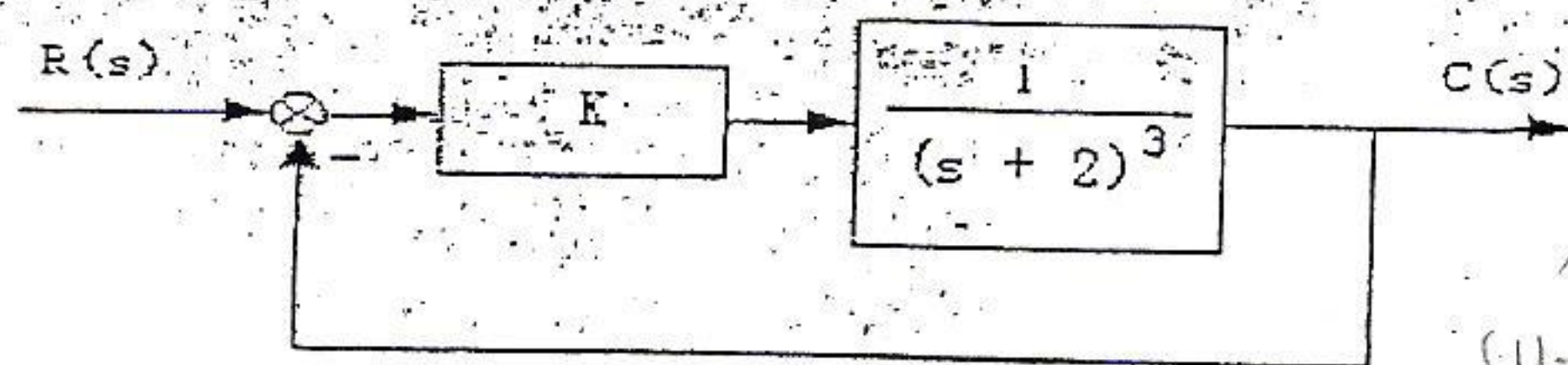
- 二、(15 分) 系统结构如下图。若要求系统单位阶跃响应无超调, 且调节时间尽可能短, 问开环增益 K 应取多大?



(第二题用图)

$$\begin{aligned} \phi(s) &= \frac{K}{0.1s^2 + s + K} = \frac{10K}{s^2 + 10s + 10K} \\ \zeta &= \frac{2.5}{\omega_n} \geq 1 \\ \omega_n &= \sqrt{10K} \leq 2.5 \\ 10K &= \omega_n^2 \leq 6.25 \\ K &\leq 0.625 \end{aligned}$$

- 三、(15 分) 闭环控制系统如下图, 若要求系统特征方程的根都在复平面上垂线 $s = -1$ 的左边, 确定 K 的取值范围。



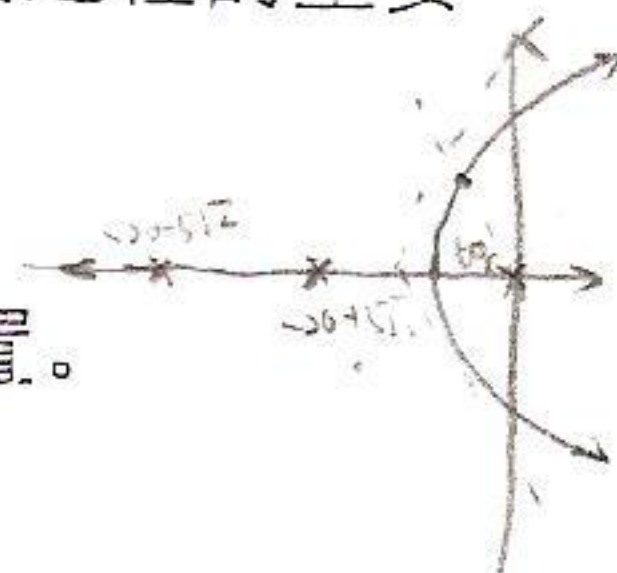
(第三题用图)

$$\begin{aligned} D(s) &= s^3 + 6s^2 + 12s + K + 8 \\ \text{令 } u &= s+1, s = u-1 \\ (u-1)^3 + 6(u-1)^2 + 12(u-1) + K + 8 &= 0 \\ 0 < K &\leq 8 \end{aligned}$$

- 四、(20 分) 已知某单位负反馈系统的前向传递函数为 $G(s) = \frac{50(s+a)}{s(s+10)(s+30)}$

- (15 分) 当参数 a 在 0 到 $+\infty$ 区间变化时, 画出系统的根轨迹图 (写出绘制过程的主要步骤, 并在图中标出关键点的值);
- (5 分) 要求闭环极点的阻尼比 $\zeta = 0.5$, 在根轨迹图上标明闭环极点的位置。

$$\frac{50a}{s(s^2 + 40s + 330)}$$





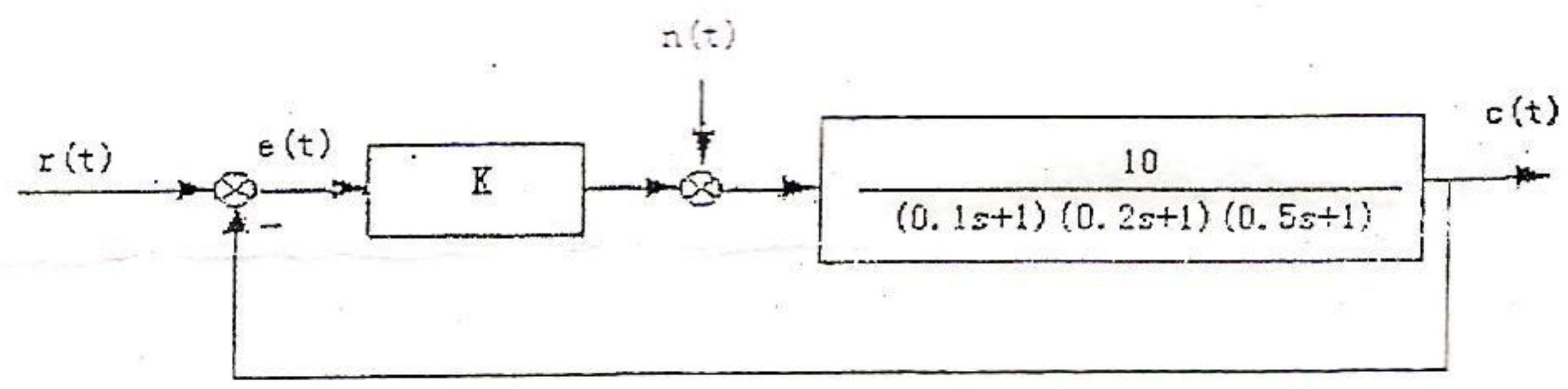
$$E(s) = N(s) \cdot \frac{10}{1 + \frac{10}{(0.1s+1)(0.2s+1)(0.5s+1)}} = -\frac{10}{(0.1s+1)(0.2s+1)(0.5s+1)}$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} sE(s) = -\frac{10}{1+0K} = -10 \quad K=10$$

$$D(s) = (s+10)(s+5)(s+2) + 10K = 0$$

$$0 < K < 1.26$$

五、(20分) 系统结构如图。问是否可以选择某一合适的 K 值, 使系统在扰动信号 $n(t) = 1(t)$ 作用下的稳态误差 $e_{ss} = -0.099$? 为什么?

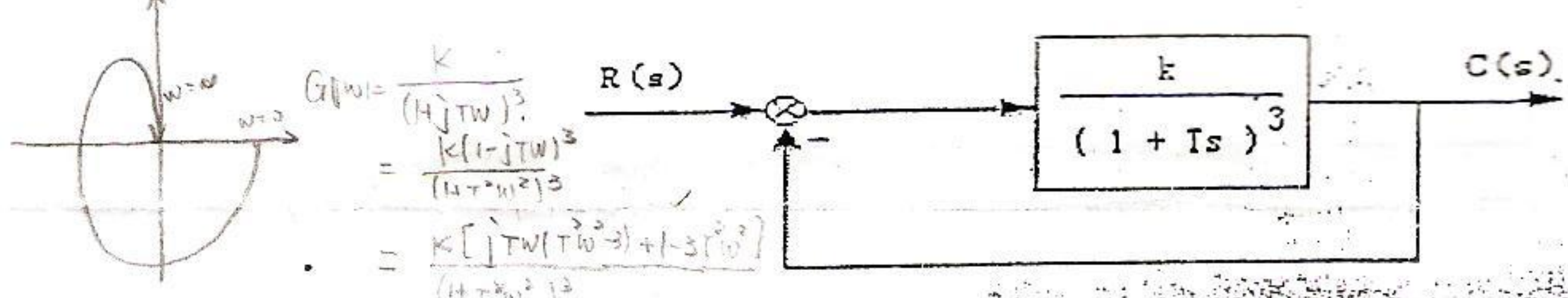


(第五题用图)

六、1. (10分) 负反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{k}{1+Ts} e^{-\tau s}$, 其中 $k = \sqrt{2}$, $T = 1$ 分钟, 利用奈魁斯特 (Nyquist) 判据确定使闭环系统稳定的 τ 的取值范围;

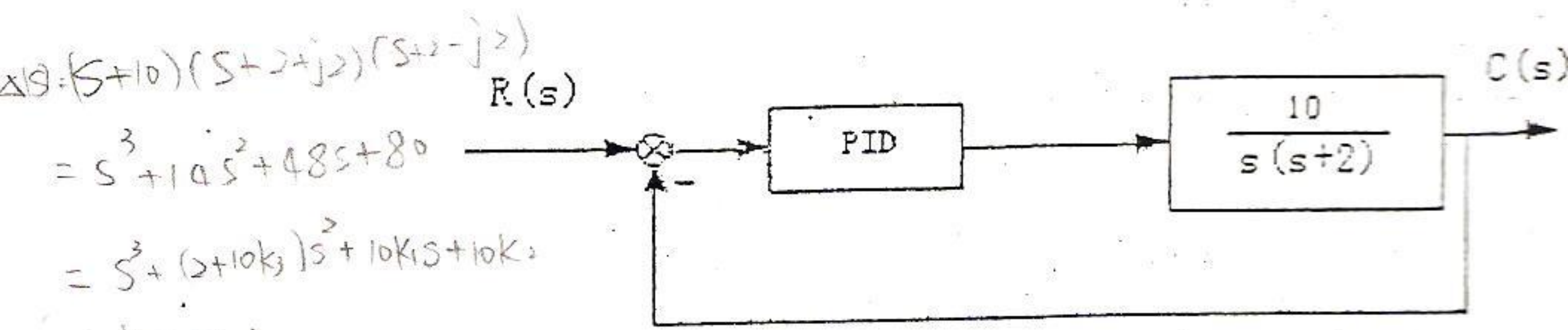
2. (10分) 已知负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{k}{(\tau s + 1)^3}$, 若要求闭环系统的相角裕度为 45° , 确定 k 的大小。

七、(20分) 负反馈系统如下图。1) 近似画出系统开环传递函数的幅相特性图; 2) 用奈魁斯特 (Nyquist) 判据求出使系统处于临界稳定 (或边界稳定) 时的 k 值, 并讨论 k 值的大小对系统稳定性的影响; 3) 求出系统处于临界稳定状态时的振荡角频率 ω 。



(第七题用图)

八、(20分) 下图为一个采用 PID 控制器的负反馈控制系统, 设 PID 控制器的传递函数为 $W_{PID}(s) = K_1 + \frac{K_2}{s} + K_3 s$, 这里的 K_1 , K_2 和 K_3 为 PID 控制器参数。若希望系统的闭环极点位于 -10 与 $-2 \pm j2$, 试确定 K_1 , K_2 和 K_3 的大小。



(第八题用图)

$$\Delta(s) = (s+10)(s+2+j2)(s+2-j2)$$

$$= s^3 + 14s^2 + 48s + 80$$

$$= s^3 + (2+10K_3)s^2 + 10K_1s + 10K_2$$

$$\begin{cases} K_3 = 1.2 \\ K_1 = 48 \\ K_2 = 8 \end{cases}$$