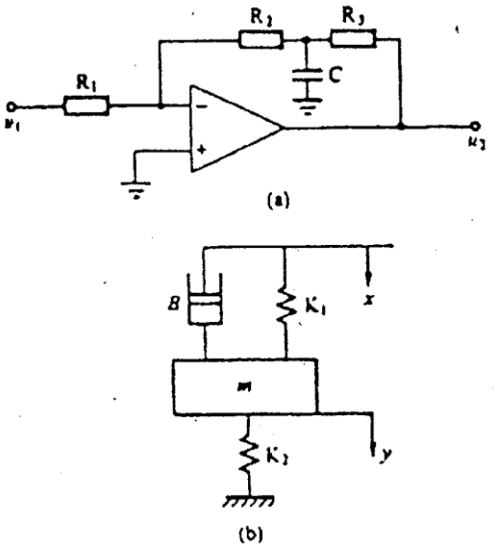
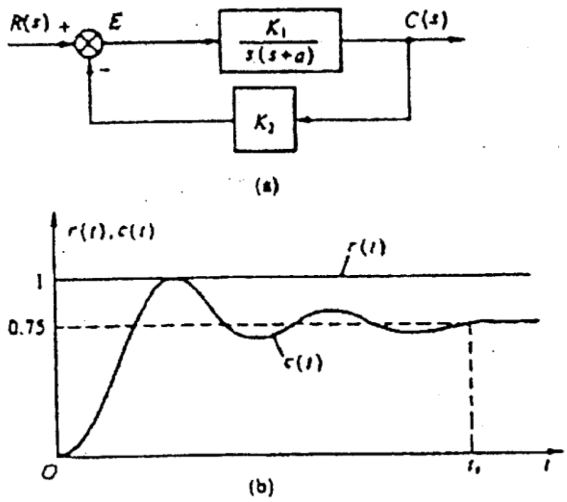
哈尔滨工业大学 1999 年控制原理研究生入学考题 $\frac{U_2(s)}{U_1(s)} = -\frac{R_1}{(R_2 R_3 + R_2 R...}$

一、(10 分)

1. 在试图 1(a)中，电压 u_1 为输入，电压 u_2 为输出，求传递函数。
2. 在试图 1(b)中，位移 x 为输入，位移 y 为输出，图中弹簧的弹性系数分别为 K_1 和 K_2，阻尼器的阻尼系数为 B，质量块的质量为 m，求传递函数。 $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{Bs}{ms^2...}$



试图 1

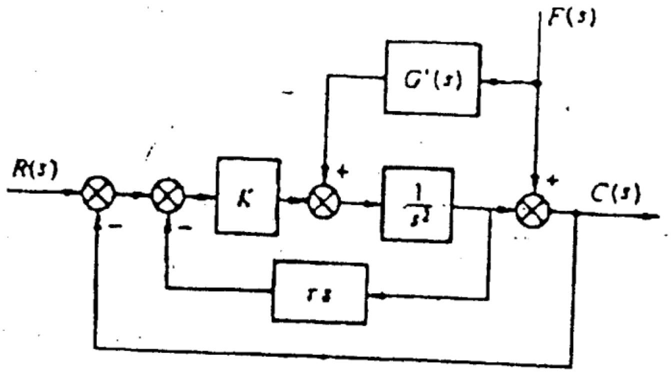


试图 2

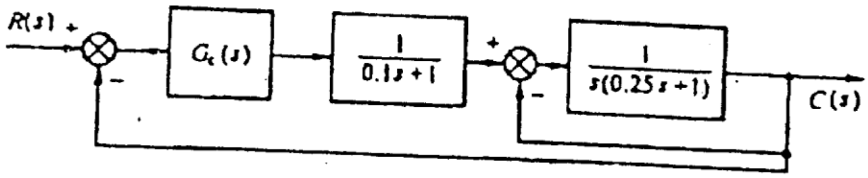
二、(10 分) 试图 2(a)所示的控制系统在单位阶跃信号 $r(t)=1(t)$ 作用下，系统的输出信号 $c(t)$ 如试图 2(b)所示，其中，调整时间 $t_s = 4\,\text{s}$（按 2% 误差计算），求 K_1、K_2 和 a。 $K_2=\frac{4}{3}$，$a=2$

三、(10 分) 对于试图 3 所示的控制系统：

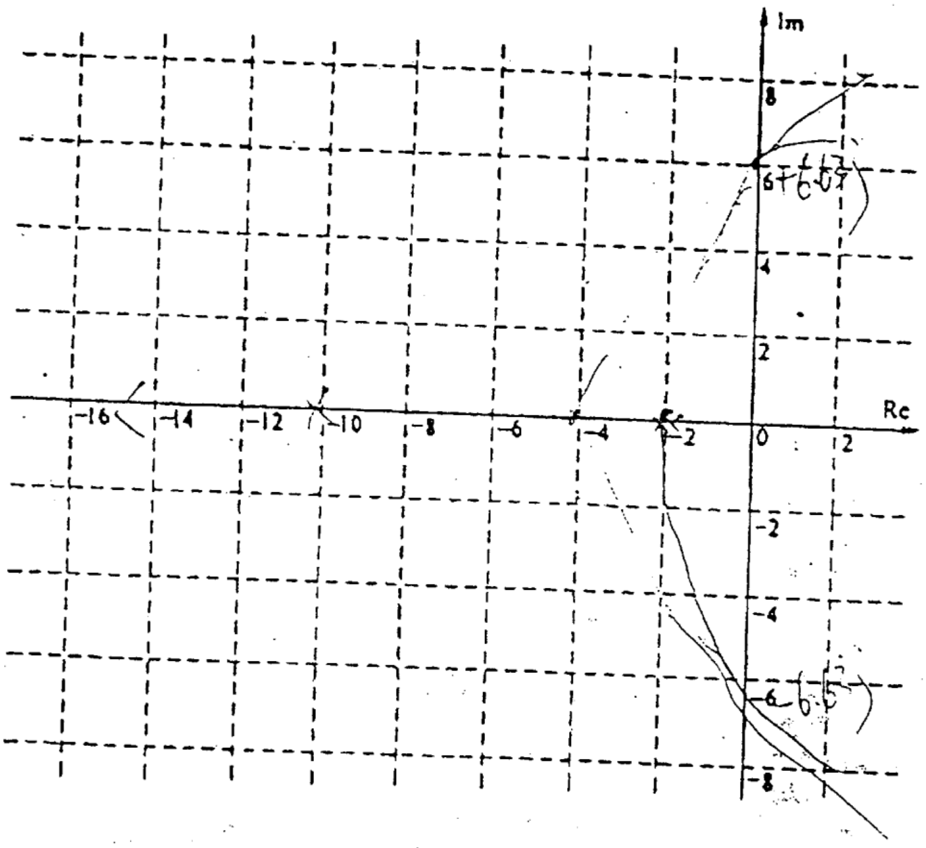
1. 设 $f(0)=0$，要求系统在 r(t)=1(t) 作用下，$\sigma_p = 25\%$，调整时间 $t_s = 2\,\text{s}$（按 2% 误差计算），求 K 和 τ。 $K=21$ $\tau=0.16$
2. 当 $f(t) \neq 0$ 时，为使系统输入 $c(t)$ 不受 $f(t)$ 的影响，求顺馈环节 $G'(s)$ 的传递函数。 $G'(s) = -(s^2+K\tau s)$



试图 3



试图 4

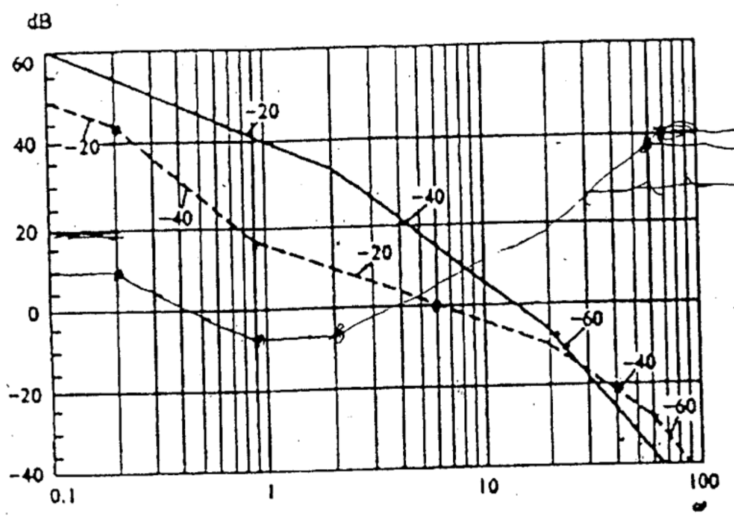


试图 5

四、（10 分）某控制系统如试图 4 所示。

1．当 $G_c(s)=K$ 时，绘出 K 由 $0\to+\infty$ 变化时闭环系统的根轨迹。（要求标清根轨迹的各特征数据。根轨迹绘在坐标纸（试图 5）上。

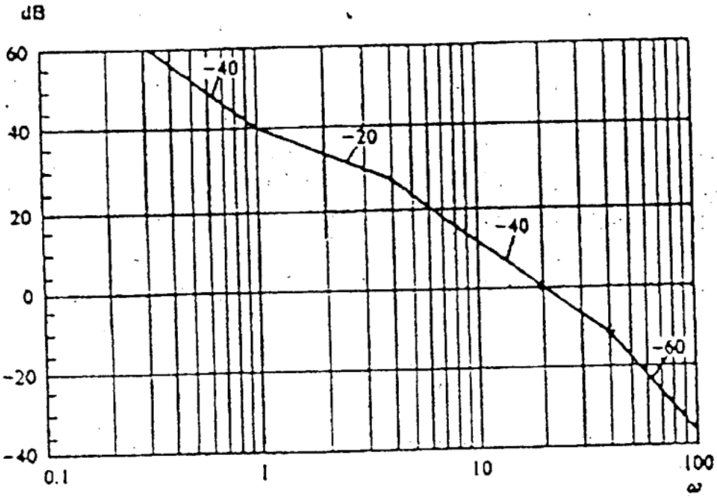
2．当 $G_c(s)=\dfrac{K(\tau s+1)}{0.125s+1}$（串联超前校正）时，要求闭环的一对复数极点 $-3\pm j3$，用根轨迹法求 K 和 τ 的值



$G_c(s)=\frac{0.316(s+1)(\frac{1}{2}s+1)}{(5s+1)(\frac{1}{60}s+1)}$

$10^{1.5}=31.6$

试图 6



试图 7

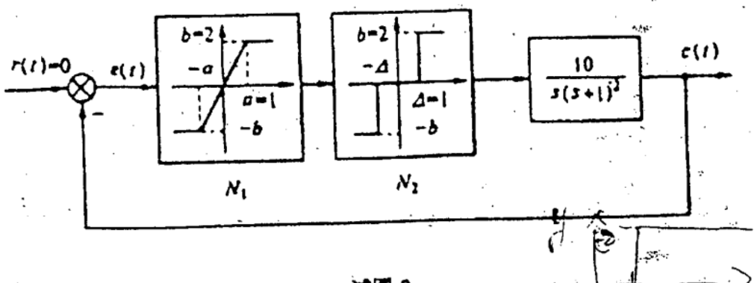
五、（10 分）设一最小相位系统固有部分 $G_0(s)$ 的对数渐近幅频特性如试图 6 中实线所示。采用串联校正后，系统的开环对数渐近幅频特性如试图 6 虚线所示。

1. 写出串联校正环节的传递函数。 $G_c(s)=\frac{3.16(\frac{1}{0.5}s+1)(\frac{1}{2}s+1)}{(5s+1)(\frac{1}{60}s+1)}$
2. 求出校正后的相角裕度。（可以利用图中渐近特性求取必要的数据） $\gamma=6$

六、（10 分）设一单位负反馈最小相位系统的开环对数渐近幅频特性如试图 7 所示。

1. 判断该闭环系统是否稳定（给出分析判断过程）。不稳定
2. 求使闭环系统稳定的开环放大倍数 K 的取值范围。

七、（10 分）设非线性系统如试图 8 所示。试求



试图 8

1. 两个非线性环节串联后的等效非线性特性。
2. 用描述函数法求出此系统的自振角频率 ω 和幅值 A。 (A=5.98

$a < A \to \sqrt{2}a$

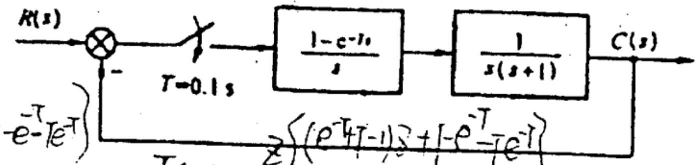
$-\frac{\pi}{8}$

已知

$$N_1=\frac{2k}{\pi}[\arcsin\frac{a}{A}+\frac{a}{A}\sqrt{1-(\frac{a}{A})^2}\quad A\geq a$$

$$N_2=\frac{4b}{\pi A}\sqrt{1-(\frac{\Delta}{A})^2}\quad A\geq\Delta$$

八、（10 分）已知离散时间系统的结构如试图 9 所示。试求：



$G(z)=\frac{z\{(e^{-T}+T-1)z+1-e^{-T}-Te^{-T}\}}{(z-1)^2(z-e^{-T})}$

$\Phi(z)=\frac{z\{(e^{-T}+T-1)z+1-e^{-T}-Te^{-T}\}}{(z-1)^2(z-e^{-T})+z\{(e^{-T}+T-1)z+1-e^{-T}-Te^{-T}\}}$

试图 9

1. 系统的开环脉冲传递函数 G（z）和闭环脉冲传递函数 $\Phi(z)$。

2. 当 $r(t)=1(t)+t$ 时，系统的稳态误差。

已知 z 变换 $\quad Z[\frac{1}{s+a}]=\frac{z}{z-e^{-aT}}$； $Z[\frac{1}{s^2}]=\frac{Tz}{(z-1)^2}$

九、（10 分）已知单输入单输出线性定常系统的微分方程为

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2}+4\frac{dy(t)}{dt}+3y(t)=\frac{d^2u(t)}{dt^2}+6\frac{du(t)}{dt}+8u(t)$$

$\begin{cases}\begin{pmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\end{pmatrix}=\begin{bmatrix}-1 & \\ & -3\end{bmatrix}\begin{pmatrix}x_1\\ x_2\end{pmatrix}+\\ y=[3\ \ -1]\begin{pmatrix}x_1\\ x_2\end{pmatrix}+1\end{cases}$

试求：

1. 建立此系统状态空间模型的对角线标准型。

2. 根据所建立的对角线标准型，求系统的传递函数。

（要求列出计算步骤）

$G(s)=\frac{3s^2+10s+11}{3(s+1)(s+3)}$

十、（10 分）

给定线性定常系统的开环传递函数 $G(s)$ 为

$$G(s)=\frac{Y(s)}{U(s)}=\frac{s+1}{s^2(s+3)}=\frac{s+1}{s^3+3s^2}$$

采用状态反馈，将闭环极点配置在 $s_1=-2$、$s_2=-2$、$s_3=-1$ 处，试求状态反馈阵。

解：$\begin{cases}\begin{pmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\end{pmatrix}=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ 0 & 0 & -3\end{bmatrix}\begin{pmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\end{pmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ 0\\ 1\end{bmatrix}u\\ y=[1\ \ 1\ \ 0]\begin{pmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\end{pmatrix}\end{cases}$

$f^*(\lambda)=(s+2)(s+2)(s+1)=s^3+5s^2+8s+4$

$|sI-A|=\begin{vmatrix}s & -1 & 0\\ & s & -1\\ & & s+3\end{vmatrix}=s^2(s+3)=s^3+3s^2$ $\quad\therefore K=[4,\ 8,\ 2]$