04 ②

重庆大学 2002 硕士研究生入学考试题

题号：144（440）　　　　　　　　　　（共 3 页）

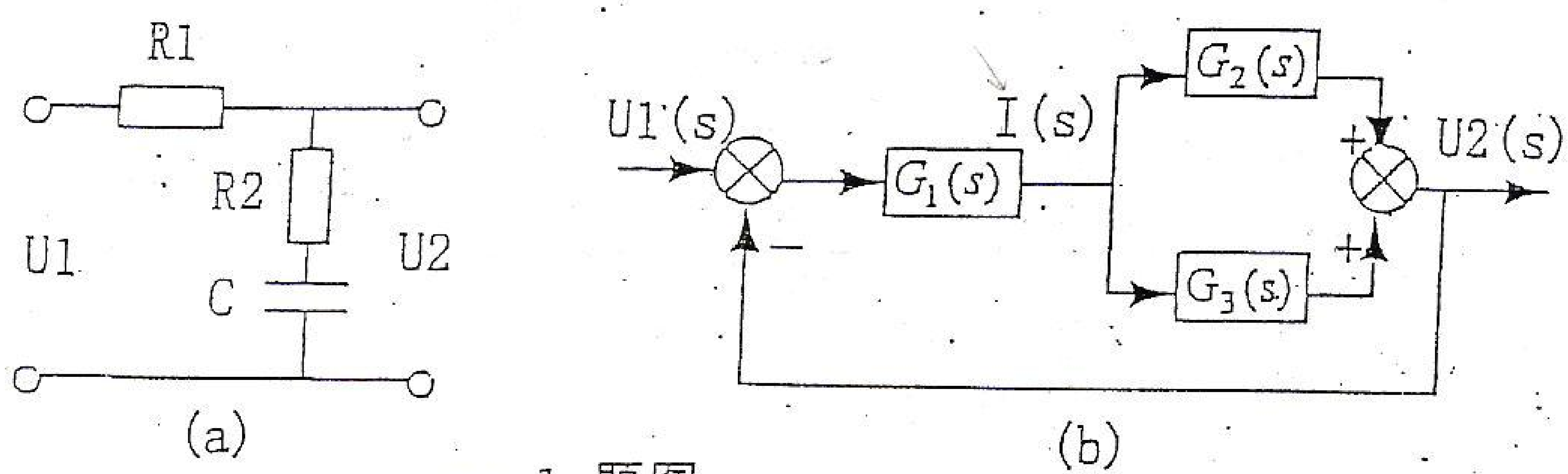
考试科目：440 自动控制原理（含现代控制理论基础）

请考生注意：

答题一律（包括填空题和选择题）答在答题纸或答题册上，答在试题上按零分计。

一、填空（每空 1 分，共 13 分）

1．已知图(a)所示电路的动态结构图如图(b)所示，请正确填写出图中各环节的传递函数 $G_1(s)=$ $\frac{1}{R_1}$；$G_2(s)=$ R_2；$G_3(s)=$ $\frac{1}{Cs}$。



一.1 题图

$H(s)=\frac{1}{s}-\frac{1}{s+1}=\frac{1}{s(s+1)}$

2．已知某控制系统单位阶跃响应 $h(t)=1-e^{-t}$，该系统的闭环传递函数 $\Phi(s)=$ $\frac{1}{s+1}$。

3．如图所示系统，当干扰输入 $n(t)=1(t)$ 时系统的稳态误差 $e_{ssn}=$ $\frac{-K_2}{1+KK_2}$。

一.3 题图

4．已知单位负反馈系统的开环传递函数

$G(s)=\dfrac{k^*}{s(s+1)(s+2)}$，当闭环极点 $s_1=-3$ 时，系统的开环根轨迹增益 $k^*=$ 6，该系统另两个闭环极点 $s_{2,3}=$ $\pm\sqrt{2}j$。　$(s+3)(s+?)$

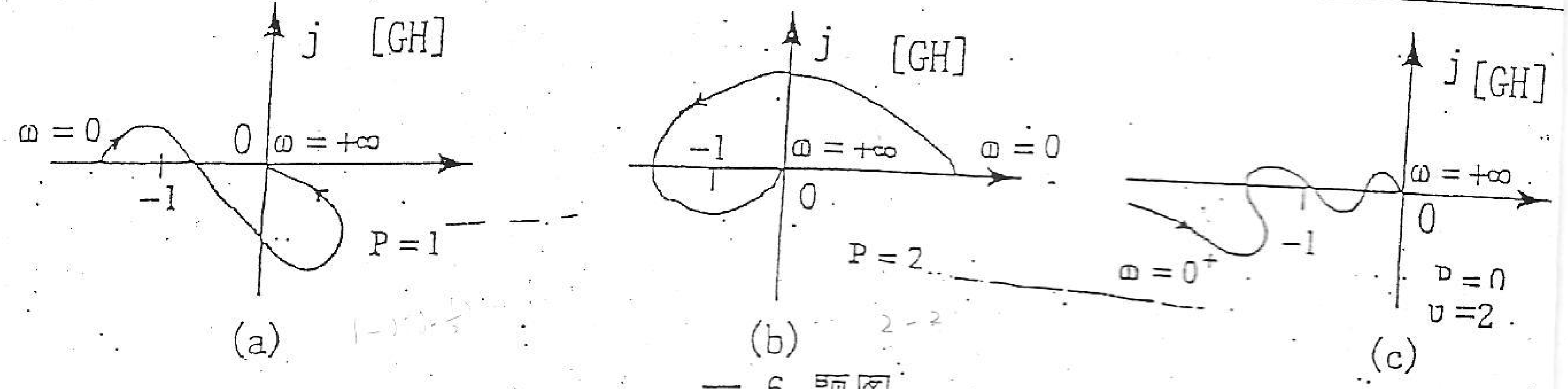
5．已知纯迟延环节 $e^{-\tau s}$ 的输入信号为 $r(t)=\sin(2t-20°)$，该环节的稳态输出 $c_{ss}(t)=$ $\sin(2t-20-114.6\tau)$。

$57.3\times2\tau$

$\sin(2t-20-2\tau)$

6．设系统的开环幅相特性曲线如图所示，其中 P 为开环传递函数右极点个数，υ 为积分环节个数，试判断各系统的稳定性：图(a) 不稳，图(b) 稳定，图(c) 不稳。

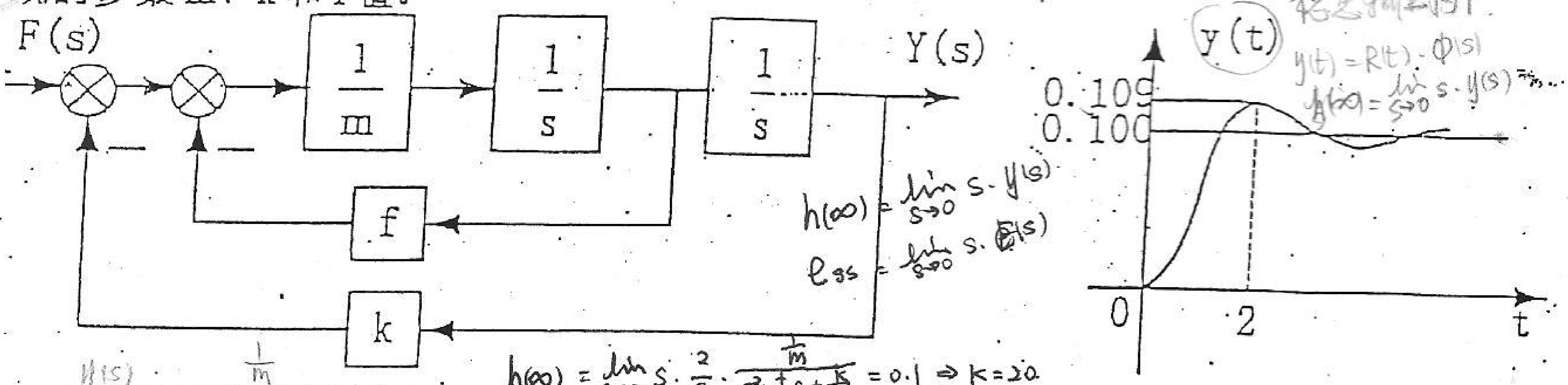
$Z=1-2(0-\frac{1}{2})=2$　　$Z=2-2=0$　　$Z=0-2(0-1)=2$



一.6 题图

7. 设非线性系统方程式为 $\ddot{X}+1.5\dot{X}+0.5X+0.5=0$，该系统的奇点位置为 (0,-1)，奇点性质为 稳定节点。

二、（12 分）弹簧质量阻尼器系统动态结构图如图(a)所示，弹簧的弹性系数 k、质量 m、阻尼器阻尼系数 f，在外作用力 $F=2\times 1(t)$ 时，质量块 m 的位移变化规律如图(b)所示，试确定该系统的参数 m、k 和 f 值。



稳定输出为1

$y(t)=R(t)\cdot\Phi(s)$

$y(\infty)=\lim_{s\to 0}s\cdot Y(s)$

$h(\infty)=\lim_{s\to 0}s\cdot Y(s)$

$e_{ss}=\lim_{s\to 0}s\cdot E(s)$

$\frac{Y(s)}{F(s)}=\frac{\frac{1}{m}}{s^2+\frac{f}{m}s+\frac{k}{m}}$

$h(\infty)=\lim_{s\to 0}s\cdot\frac{2}{s}\cdot\frac{\frac{1}{m}}{s^2+\frac{f}{m}s+\frac{k}{m}}=0.1\Rightarrow k=20$

$\frac{k}{m}=\omega_n^2=4\Rightarrow m=5$

$\frac{f}{m}=2\zeta\omega_n\Rightarrow f=12.2$

$t_p=2=\frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}$, $\sigma\%=0.09=e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$ $\Rightarrow$ $\zeta=0.61$, $\omega_n=2$

二题图

三、（10 分）已知某负反馈控制系统闭环特征方程 $D(s)=s^2+(3+k^*)s+5k^*=0$，

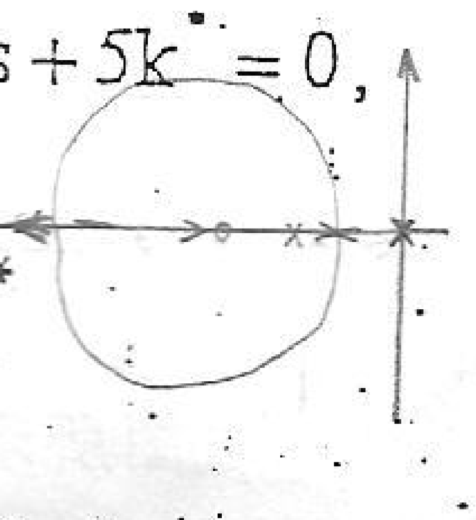
参数根轨迹 $G(s)=\frac{K^*(s+5)}{s(s+3)}$

1. 作出 k^* 由 0~∞ 变化时的系统根轨迹图；$0.68<k^*<14$
2. 确定使系统获得欠阻尼过程的 k^* 取值范围。
3. 求该系统的最小阻尼比为多少。$\boxed{当K^*=14时 \; 取\zeta_{min}}$

$2\zeta\sqrt{5k^*}=3+k^*$

当 $k^*=3$ 时

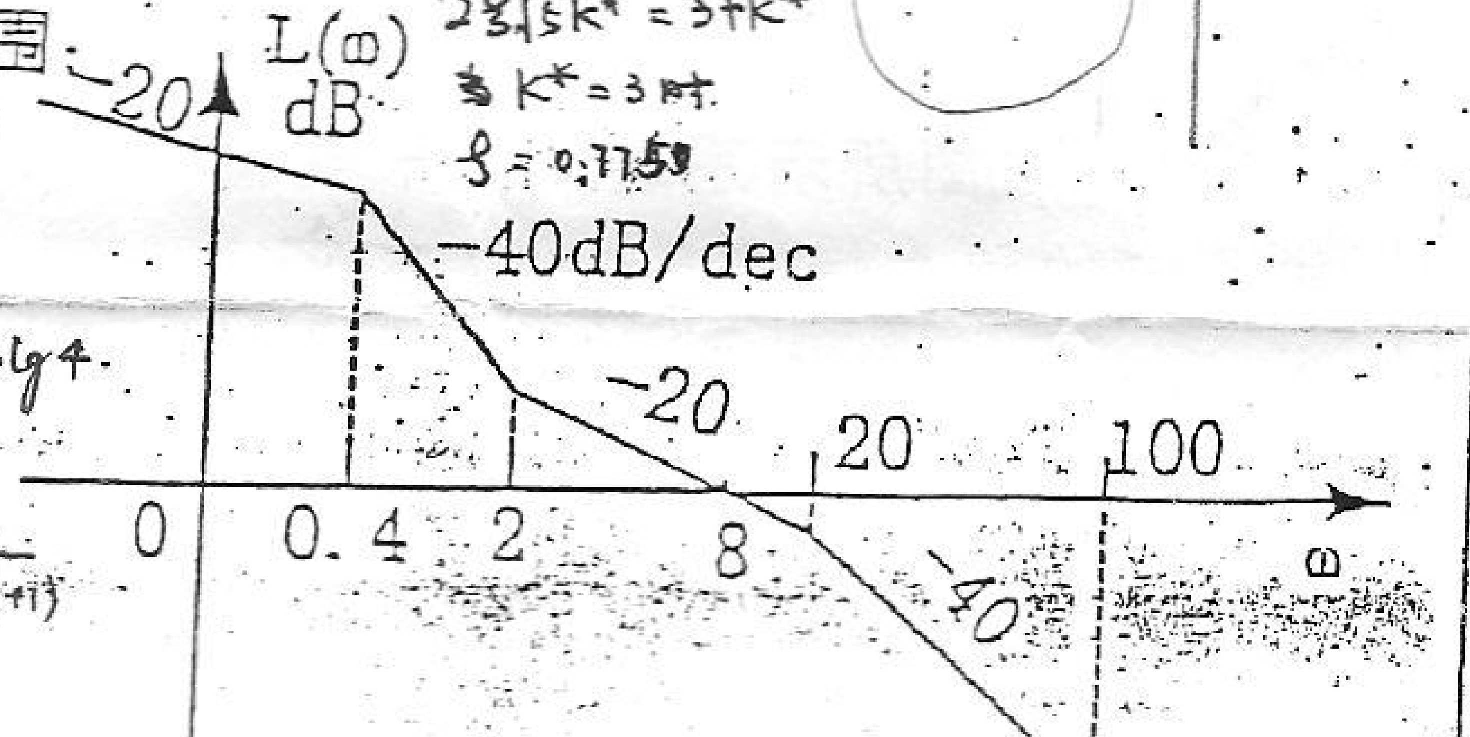
$\zeta=0.7753$



四、（10 分）已知最小相位系统的开环对数幅频特性 $L(\omega)$ 如图所示：$20\lg K-20\lg 0.4=40\lg\frac{2}{0.4}+20\lg 4$

$K=40$

1. 写出系统的开环传递函数 $G(s)$；$G(s)=\frac{40(\frac{s}{2}+1)}{s(\frac{s}{0.4}+1)(\frac{s}{20}+1)(\frac{s}{100}+1)}$
2. 计算该系统的相角裕度 γ；$r=52.5$
3. 若给定输入信号 $r(t)=1+t$，求系统的稳态误差。先判断稳定性 $e_{ss}=0+\frac{1}{40}=\frac{1}{40}$



四题图

五、（10 分）已知单位负反馈系统已有部分 $G_0(s)$ 的开环对数幅频特性 $L_0(\omega)$ 如图中曲线①，

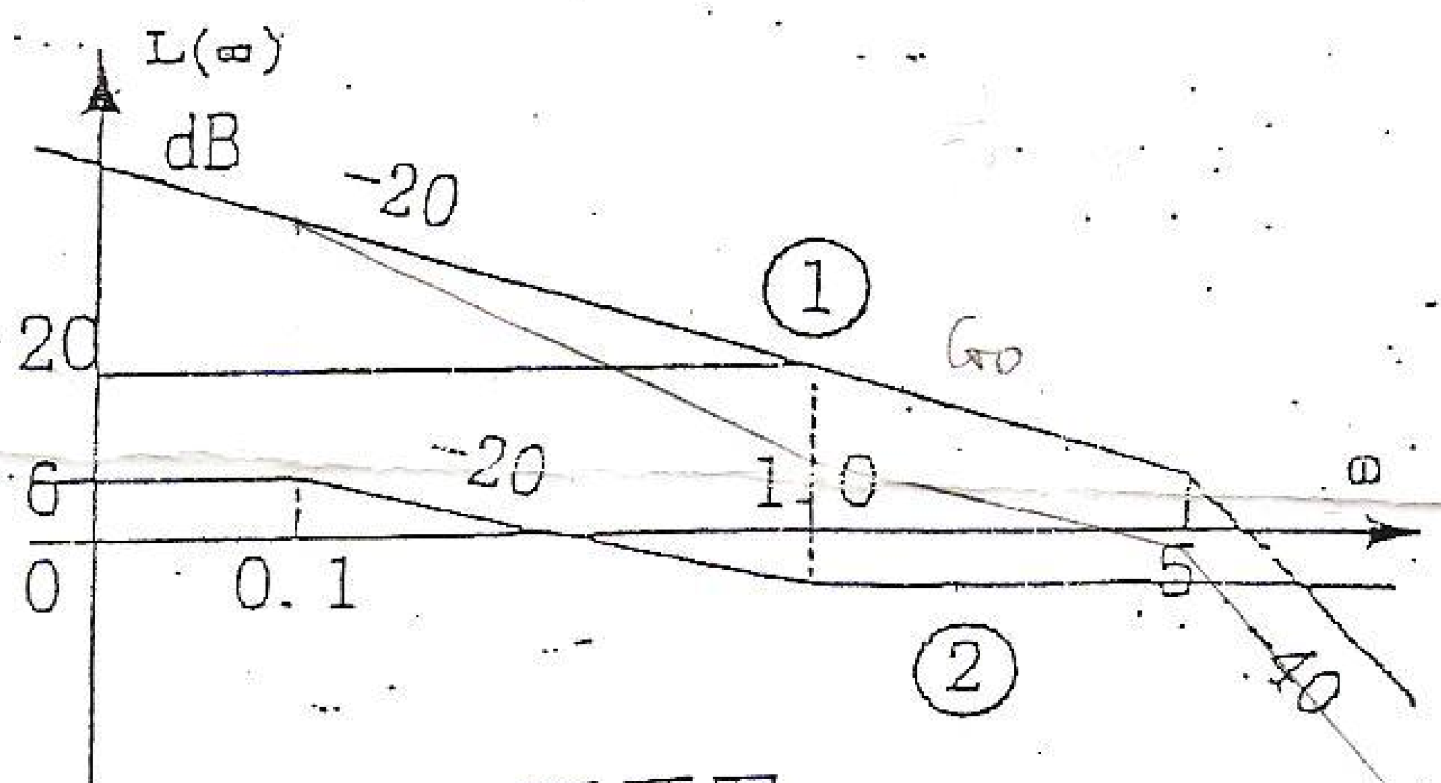
紧接背面

（接上页五题）串联校正装置 $G_c(s)$ 的对数幅频特性 $L_c(\omega)$ 如图中曲线②，要求：

1．作出校正后系统的开环对数幅频特性 $L(\omega)$；

~~2．该校正装置属何种类型；~~ 串联滞后

3．分析校正对系统性能的影响。



五题图

六、（10 分）非线性控制系统如图所示，

1．试用描述函数法分析闭环系统的稳定性；

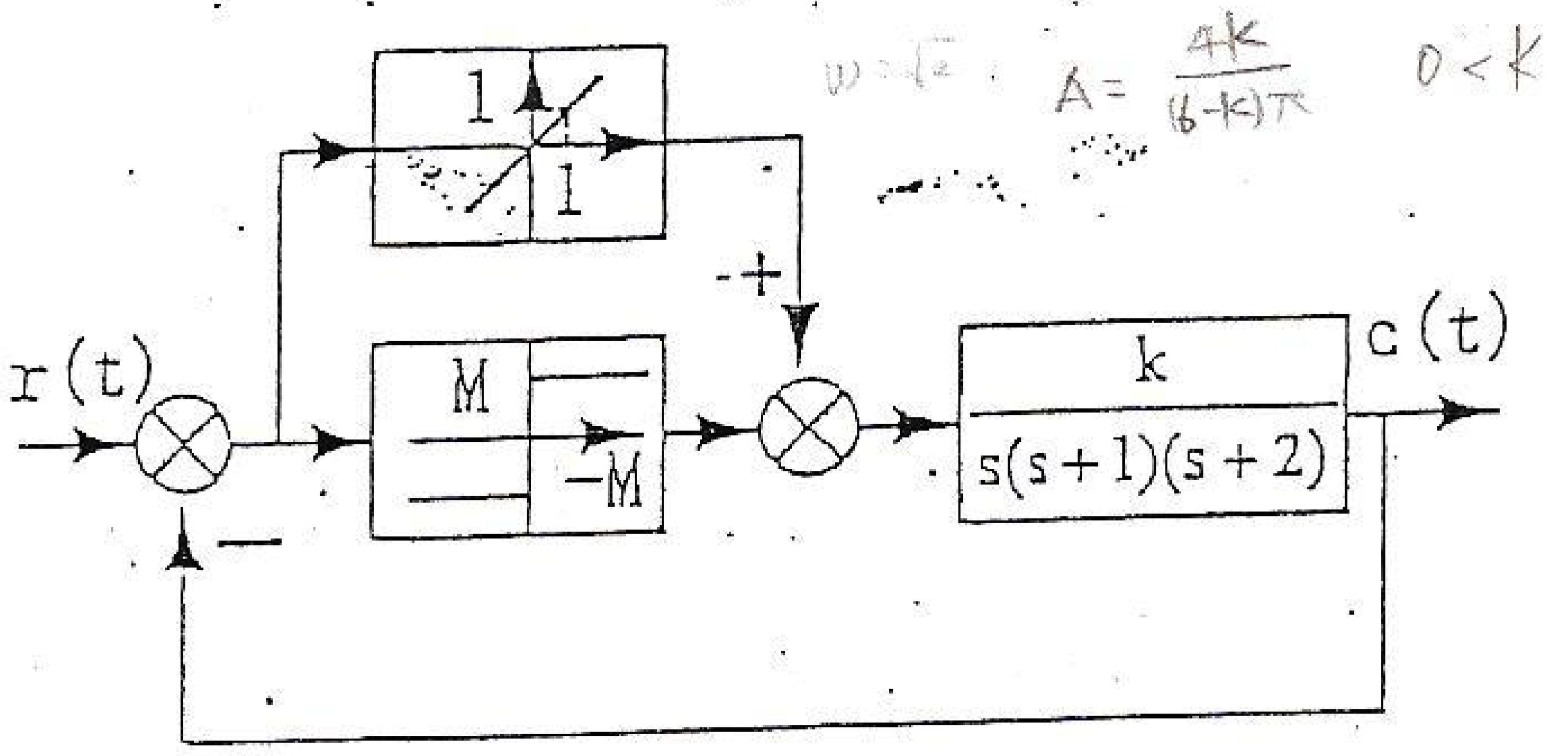
2．若存在自激振荡，试求其振幅 A 和频率 ω

（继电元件的描述函数 $N(A)=\dfrac{4M}{\pi A}, M=1$）。

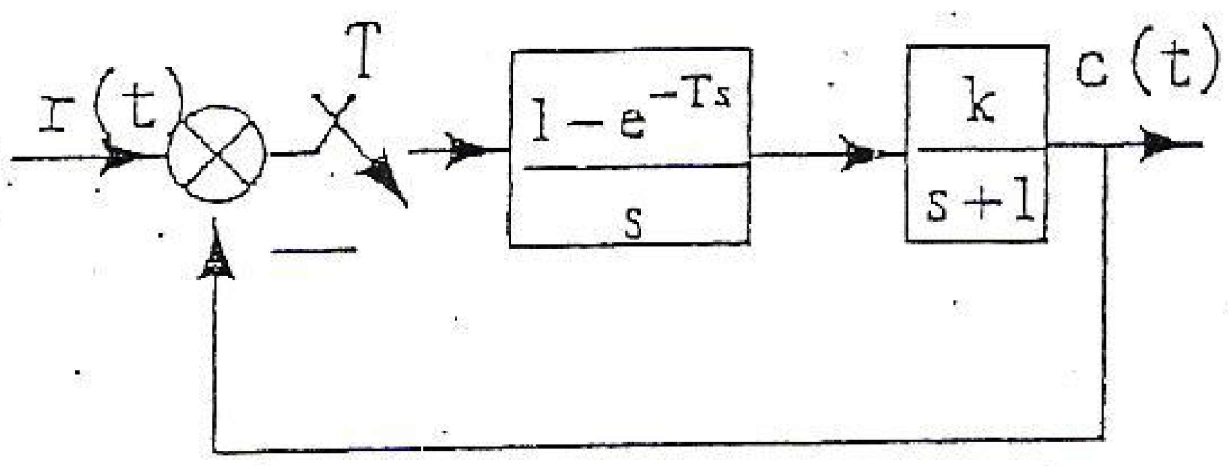
$G(j\omega)=\frac{k}{6}$　当 $\frac{k}{6}>1$ $k>6$ 时 不稳

$0<\frac{k}{6}<6$ 自激振荡

$\omega=\sqrt{2}$　$A=\frac{4k}{(6-k)\pi}$　$0<k<6$



六题图



七题图

$k(1-e^{-Ts})(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+1})$

七、（8 分）离散系统如图所示，试确定使系统稳定的 k 取值范围。

$ZG(z)=k(1-z^{-1})(\frac{z}{z-1}-\frac{z}{z-e^{-T}})$

$=k(1-\frac{z-1}{z-e^{-T}})$

$0<k<\frac{e^{T}+1}{e^{T}-1}$

八、（12 分）已知线性系统的状态空间描述各矩阵为：

$$A=\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 0 & -2\end{pmatrix}\qquad B=\begin{pmatrix}1\\ 0\end{pmatrix}\qquad C=\begin{pmatrix}1 & -1\end{pmatrix}\qquad D=0$$

要求：1．当系统的初始状态为 $X(0)=\begin{pmatrix}1 & 1\end{pmatrix}^T$，$U(t)=1(t)$ 时，系统的状态响应及输出响应；

2．系统的传递函数。

九、（15 分）已知原系统的外部描述为：

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

要求：1. 使其闭环系统特征值为 $-2,-3$ 时的状态反馈增益矩阵；

2. 能否为系统设计一个状态观测器，其特征值为 -6，-6。

附变换表：

$x(t)$	$1(t)$	t	$\frac{1}{2}t^2$	e^{-at}
$X(s)$	$\frac{1}{s}$	$\frac{1}{s^2}$	$\frac{1}{s^3}$	$\frac{1}{s+a}$
$X(z)$	$\frac{z}{z-1}$	$\frac{Tz}{(z-1)^2}$	$\frac{T^2z(z+1)}{2(z-1)^3}$	$\frac{z}{z-e^{-aT}}$