二○○一年研究生入学考试标准答案纸

一解：

$$\frac{X(S)}{R(S)}=\frac{G_1G_2+G_3(1+G_1G_2)}{1+G_1G_2+G_3G_4+G_2G_3+2G_1G_2G_3G_4}$$

二解：1. $G(S)=\frac{K_1}{S(S+1+K_1K_2)}$

由 $\%=e^{-\pi\xi/\sqrt{1-\xi^2}}=0.25$，$t_p=\frac{\pi}{\omega_d}=2$ 得

$\xi=0.4$，$\omega_n=1.714$

$K_1=\omega_n^2=2.938$，$2\xi\omega_n=1+K_1K_2=1.3712$

$\therefore K_2=0.126$

2. $\omega_r=\omega_n\sqrt{1-2\xi^2}=1.413$

$M_r=\frac{1}{2\xi\sqrt{1-\xi^2}}=1.364$

$\Phi(S)=\frac{2.938}{S^2+1.3712S+2.938}$

由 $|\Phi(j\omega_b)|=\frac{2.938}{|(2.938-\omega_b^2)+j1.3712\omega_b|}=0.707$

得 $\omega_b=2.356$

3. $G_n(S)=-\frac{S}{K_1}$

三解：

1. 由特征方程得根轨迹方程如下：

$$1+\frac{K(S+4)}{S(S+1)^2}=0$$

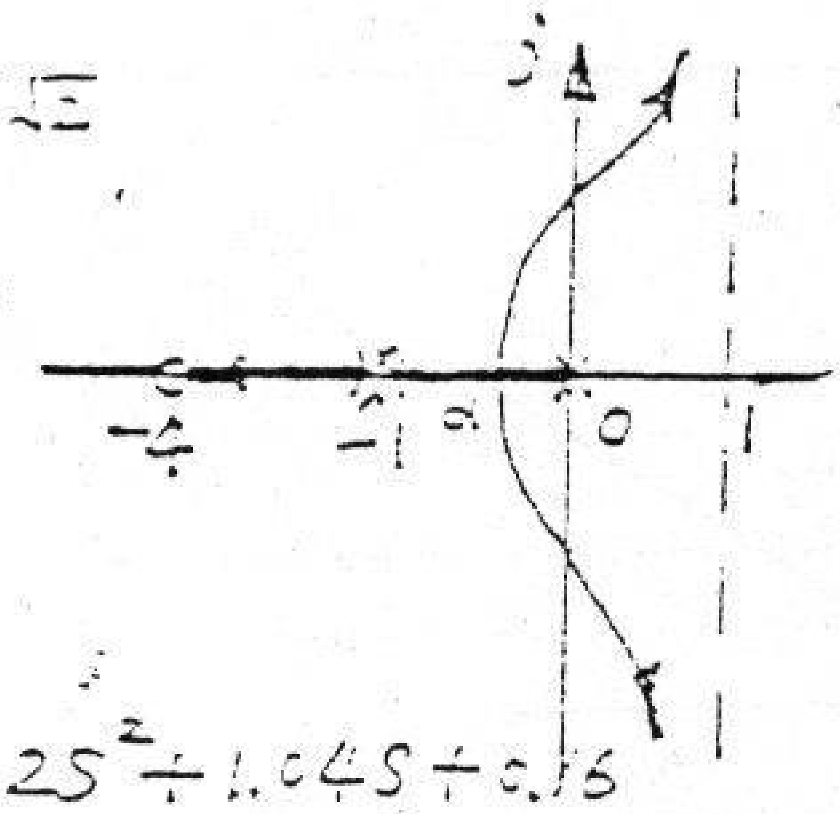
研究生入学考试标准答案纸 01A

试题编号 406　考试科目名称 自控原理(A)　共 6 页 第 2 页

分离点：$\frac{1}{d}+\frac{2}{d+1}=\frac{1}{d+4}$，$d=-0.354$

渐近线：$\sigma_a=\frac{-1-1-(-4)}{3-1}=1$

与虚轴交点：$K=1$，$\omega=\pm j\sqrt{2}$



2. d处的 $K=\frac{0.354\times0.646^2}{3.646}$

$K=0.04$

$(S+0.354)^2(S+a)=S^3+2S^2+1.04S+0.16$

$a=1.277$

三个根为 $S_1=S_2=-0.354$，$S_3=-1.277$

四解：1. 低频段 $\frac{5}{S}$

$\omega_c=\sqrt{5}=2.236$，$\gamma=90°-tg^{-1}\frac{21\omega_c}{20-\omega_c^2}=17.716°$

因在 $0<\omega<\omega_c$ 频段内无穿越，∴ $N=0$

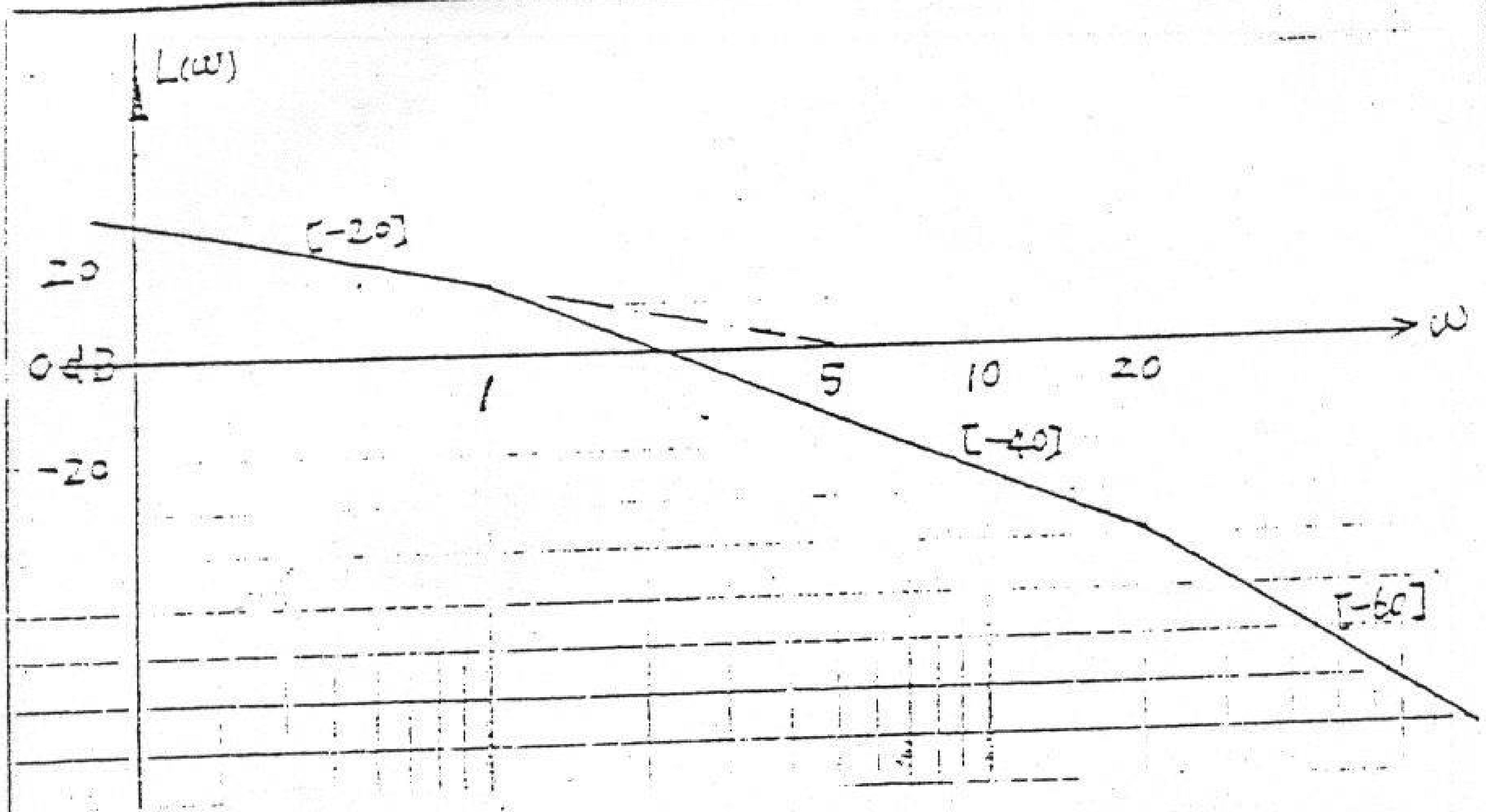
$Z=P-2N=0-0=0$，系统稳定。

2. $\tau\omega_c\times57.3=17.716$，$\tau=0.138$

∴ $0\le\tau<0.138$

研究生入学考试标准答案纸

试题编号 406　　考试科目名称 自控原理(A)　　共 6 页 第 3 页



三 解：1. $\gamma = 90° - tg^{-1}\dfrac{1.5\omega_c}{1-0.5\omega_c^2} = 40°$

$\omega_c = 0.6345$.

自渐近线得 $K = 0.6345$ (精确 $K = 0.788$)

$e_{ss} = \dfrac{1}{K} = 1.576$ (或 $e_{ss} = 1.269$)

2. $G_c(s) = \dfrac{1+bTS}{1+TS}$　　$b<1$

$\gamma = 90° - tg^{-1}\dfrac{1.5\omega}{1-0.5\omega^2} - 5° = 40°$

$tg^{-1}\dfrac{1.5\omega}{1-0.5\omega^2} = 45°$,　$\omega_c'' = 0.56$

$\dfrac{1}{bT} = 0.1\omega_c'' = 0.056$, $bT = 17.86$

$20\lg b = -20\lg\left|\dfrac{5}{S}\right|_{s=j0.56} = -19$

$b=0.112,\ T=159.4$

$$G_c(s)=\frac{1+17.86s}{1+159.4s}$$

验算后得 $\gamma=40.04^\circ$，满足要求。

六解：$G(z)=(1-z^{-1})Z\left(\frac{1}{s^2(s+1)}\right)=\frac{T}{z-1}-\frac{1-e^{-T}}{z-e^{-T}}$

$$=\frac{0.1^2}{(z-1)(z-0.9)}$$

由 $1+G(z)=0$ 解得 $z_{1,2}=-0.95\pm j0.0865$

$|z_1|=|z_2|=0.954<1$ 系统稳定。

$$e(\infty)=\lim_{z\to1}(z-1)E(z)=\lim_{z\to1}(z-1)\frac{1}{1+G(z)}\cdot\frac{Tz}{(z-1)^2}$$

$$=1$$

或用静态误差系数 $K_v=\lim_{z\to1}(z-1)G(z)=0.1$

$$e_{ss}=\frac{T}{K_v}=\frac{0.1}{0.1}=1$$

七解：1. $\ddot{c}+\dot{c}=10y=\begin{cases}10 & e>0.2\\ 50e & |e|\le0.2\\ -10 & e<-0.2\end{cases}$

$$\ddot{c}+\dot{c}=\begin{cases}10 & c<0.8\\ 50(1-c) & 0.8\le c\le1.2\\ -10 & c>1.2\end{cases}$$

$$\begin{cases} \dfrac{d\dot c}{dc} = \dfrac{10-\dot c}{\dot c} & c<0.8 \\ \dfrac{d\dot c}{dc} = \dfrac{50(1-c)-\dot c}{\dot c} & 0.8\le c\le 1.2 \\ \dfrac{d\dot c}{dc} = \dfrac{-10-\dot c}{\dot c} & c>1.2 \end{cases}$$

2.

$$\begin{cases} \dot c = \dfrac{10}{\alpha+1} & c<0.8 \\ \dot c = \dfrac{50(1-c)}{\alpha+1} & 0.8\le c\le 1.2 \\ \dot c = \dfrac{-10}{\alpha+1} & c>1.2 \end{cases}$$

开关线：

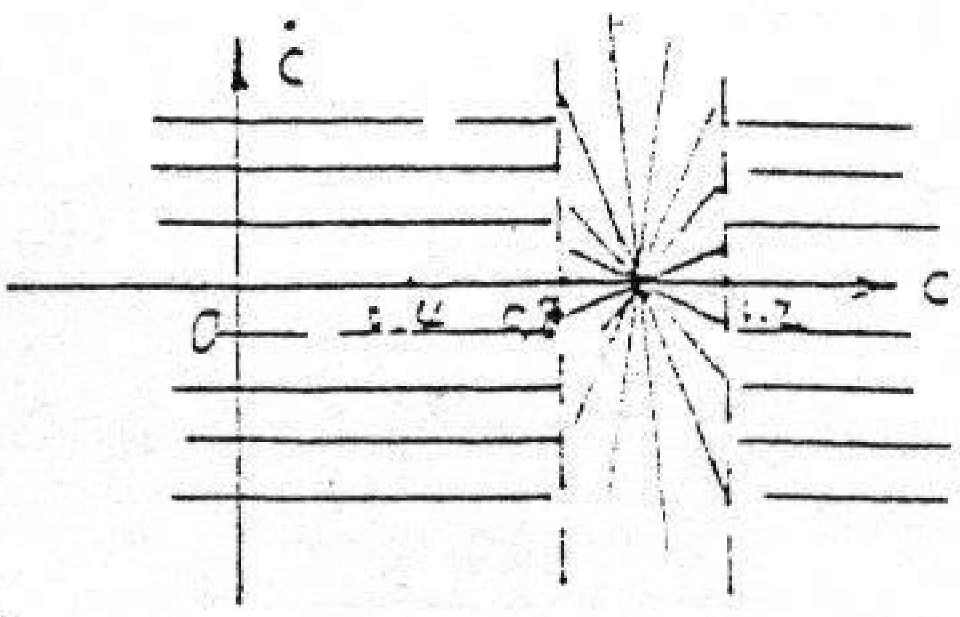
$c=0.8$　　$c=1.2$

渐近线：

$\dot c=10 \quad (\alpha=0) \quad c<0.8$

$\dot c=-10 \quad (\alpha=0) \quad c>1.2$

3. $0.8\le c<1.2$ 区域内有一奇点 $(c=1, \dot c=0)$，为稳定的焦点。



解： $N(A)=k+\frac{4}{\pi A}$， $\frac{-1}{N(0)}=0$， $\frac{-1}{N(\infty)}=-\frac{1}{k}$

$$G(s)=\frac{(s+8)^2}{s(s+1)^2}$$

$G(j0)=\infty\angle-90^\circ$， $G(j\infty)=0\angle-90^\circ$

求交点： $G(j\omega)=\frac{(64-\omega^2)+j16\omega}{\omega[-2\omega+j(1-\omega^2)]}$

令 $Re=0$，得 $(64-\omega^2)(-2\omega)+16\omega(1-\omega^2)=0$

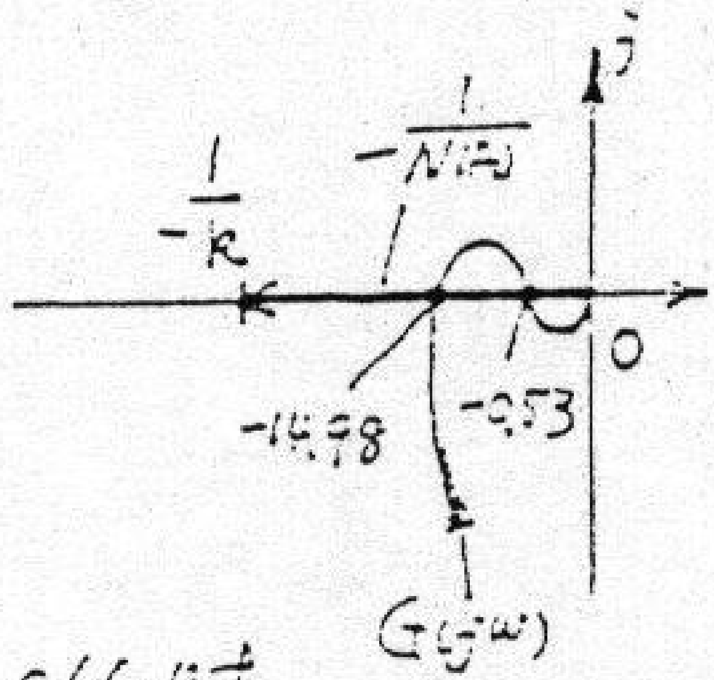
$7\omega^2+56=0$ 无解.

令 $Im=0$，得 $-(64-\omega^2)(1-\omega^2)-32\omega^2=0$

$\omega_1=1.438$， $\omega_2=5.56$

$G(j1.438)=-14.98$， $G(j5.56)=-0.53$

由图可见：



$-\frac{1}{k}>-0.53$， $k>1.89$ 时

系统稳定

$-\frac{1}{k}<-14.98$，即 $0<k<0.066$ 时

系统有自振产生，自振频率 $\omega=1.438$

求振幅A：

$$-\frac{1}{N(A)}=-\frac{1}{k+\frac{4}{\pi A}}=-14.98$$

解得 $A=0.0518-0.785k$ $\quad 0<k<0.066$

或 $A=\frac{\pi(0.066-k)}{4}$