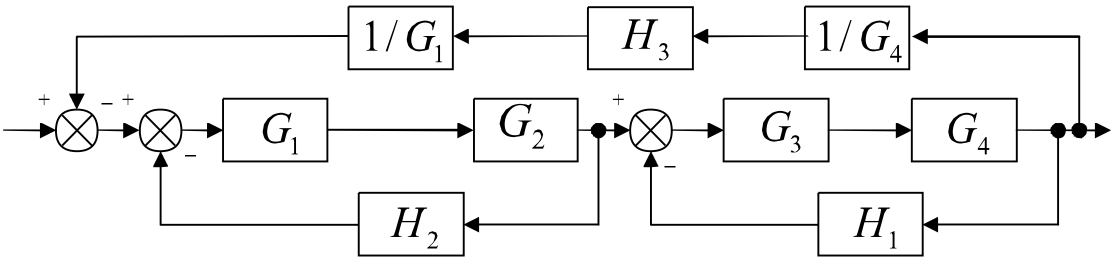
自动控制原理答案二十一

一、



图（6 分）

$$\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{\dfrac{G_1G_2}{1+G_1G_2H}\bullet\dfrac{G_3G_4}{1+G_3G_4H}}{1+\dfrac{G_1G_2}{1+G_1G_2H}\bullet\dfrac{G_3G_4}{1+G_3G_4H}\bullet\dfrac{1}{G_1}H_3\dfrac{1}{G_4}}=\frac{G_1G_2G_3G}{1+G_1G_2H_2+G_3G_4H_1+G_2G_3H_3}$$

（4 分）

二、

$$\Phi(s)=\frac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}=\frac{K}{Ts^2+s+K}=\frac{\frac{K}{T}}{s^2+\frac{1}{T}s+\frac{K}{T}}$$ （4 分）

$$\Rightarrow\begin{cases}2\zeta\omega_n=\frac{1}{T}\\ \omega_n^2=\frac{K}{T}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\zeta=0.25\\ \omega_n=8\end{cases}\cdots(1)$$

$\sigma_p=e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}\times100\%=16\%$（4 分）

$\Rightarrow\zeta=0.5$

代入(1)得：$K=4$（2 分）

三、

特征方程：$D(s)=T_1T_2s^3+(T_1+T_2)s^2+s+K$（4 分）

劳思表：

$$\begin{array}{lcc} t^3 & T_1T_2 & 1\\ t^2 & T_1+T_2 & K\\ t^1 & \dfrac{T_1+T_2-T_1T_2K}{T_1+T_2} & 0\\ t^0 & K & \end{array}$$ （4 分）

第一列元素均大于零

$0<K<\dfrac{T_1+T_2}{T_1T_2}$（2 分）

四、

$$E(s)=\frac{1}{1+G_1G_2}R(s)+\frac{-G_2}{1+G_1G_2}F(s)=\frac{(s+1)(s+2)}{2s^3+3s^2+s+1}\bullet\frac{2}{s}+\frac{s+1}{2s^3+3s^2+s+1}$$（6 分）

$sE(s)$ 极点全部位于 s 平面左半部（2 分）

$e_{ss}(\infty)=\lim\limits_{s\to 0}sE(s)=2$（2 分）

五、

$e(t)=r(t)-c(t)$

$\Rightarrow E(s)=R(s)-C(s)$（2 分）

$\Rightarrow \Phi_e(s)=1-\Phi(s)$

$$\Phi_e(s)=\frac{T_1T_2s^2+(T_1+T_2-\tau K)s+1+K-Kb}{T_1T_2s^2+(T_1+T_2)s+1+K}$$（4 分）

系统为 II 型，故分子 s 多项式中一次项和零次项系数均为 0（2 分）

故：$\tau=\dfrac{T_1+T_2}{K},b=\dfrac{K+1}{K}$（2 分）

六、

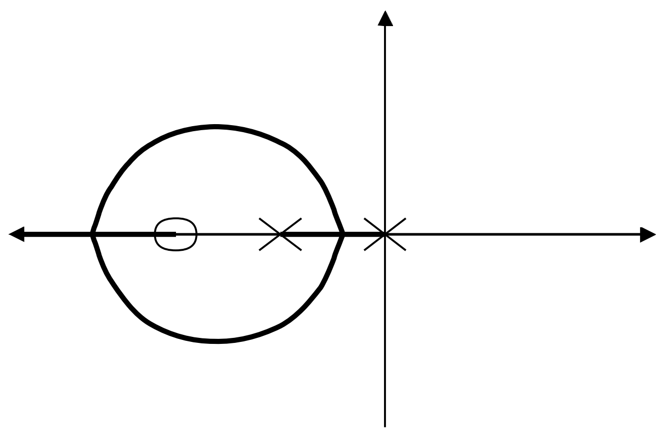
极点：$p_1=0,p_2=-2,z=-4$（2 分）

实轴上：$[-\infty,-4]$ 和 $[-2,0]$ 两段（2 分）

渐近线：$\sigma_a=\dfrac{0-2-(-4)}{1}=2,\varphi_a=\dfrac{2l+1}{3}\pi=\pi(l=0)$（2 分）

分离点：$\dfrac{dk}{ds}=0\Rightarrow s_1=-1.172,s_2=-6.828$，均在根轨迹上（2 分）

图（2 分）



七、

$G(s)=\dfrac{K(\frac{1}{\omega_1}s+1)}{s^2(\frac{1}{\omega_2}s+1)}$ （5 分）

令左边转折点的纵坐标为 A，则有：

$\dfrac{A-0}{\lg\omega_1-\lg\omega_c}=-20$

$\dfrac{20\lg K-A}{\lg 1-\lg\omega_1}=-40$ （5 分）

$\Rightarrow K=\omega_1\omega_c$

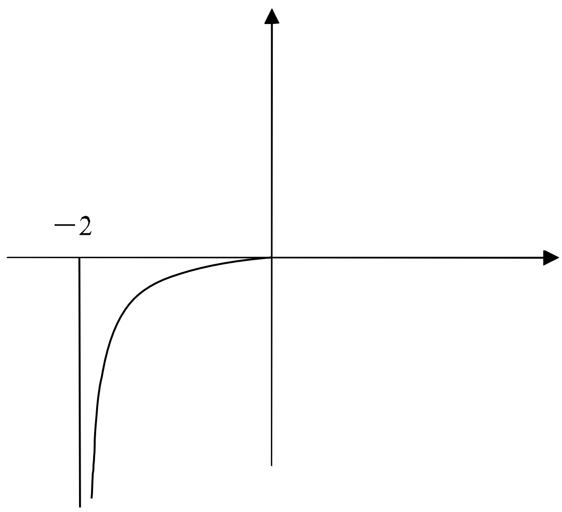
八、

$G(j\omega)=\dfrac{1}{j\omega(1+j2\omega)}=\dfrac{-2\omega^2-j\omega}{4\omega^4+\omega^2}=\dfrac{-2}{4\omega^2+1}-j\dfrac{1}{4\omega^3+\omega}$ （2 分）

$\left|G(j\omega)\right|=\dfrac{1}{\omega\sqrt{1+4\omega^2}}$ （2 分）

$\angle G(j\omega)=-\frac{\pi}{2}-tg^{-1}2\omega$ （2 分）

$\omega\to 0\quad \left|G(j\omega)\right|\to\infty\quad \angle G(j\omega)\to-\frac{\pi}{2}\ \mathrm{Re}[G(j\omega)]\to-2\quad \mathrm{Im}[G(j\omega)]\to-\infty$
$\omega\to\infty\quad \left|G(j\omega)\right|\to 0\quad \angle G(j\omega)\to-\pi\ \ \mathrm{Re}[G(j\omega)]\to 0\quad \mathrm{Im}[G(j\omega)]\to 0$ （2 分）



九、

$\left|G(j\omega_c)\right|=\dfrac{\sqrt{1+\tau^2\omega_c^{\ 2}}}{\omega_c^{\ 2}}$ ＝1（4 分）

$\gamma=\pi+\angle G(j\omega_c)=\pi+tg^{-1}\tau\omega_c-\pi=tg^{-1}\tau\omega_c=45^\circ$（4 分）

得：$\tau=0.84s$ （2 分）

十、

$$N(A)=\frac{4b}{\pi A}=\frac{4}{\pi A}$$

$$-\frac{1}{N(A)}=-\frac{\pi A}{4}$$ （2 分）

$$G(j\omega)=\frac{12}{j\omega(1+j\omega)(3+j\omega)}$$ （2 分）

令：$-\frac{1}{N(A)}=G(j\omega)$

得：$\frac{12[-4\omega^2-j\omega(3-\omega^2)]}{16\omega^4+\omega^2(3-\omega^2)^2}=-\frac{\pi A}{4}$ （2 分）

$$\begin{cases}\omega(3-\omega^2)=0\\ \dfrac{-48\omega^2}{16\omega^4+\omega^2(3-\omega^2)^2}=-\dfrac{\pi A}{4}\end{cases}\Rightarrow \omega=\sqrt{3}, A_{。}=\frac{A}{\pi}$$ （4 分）