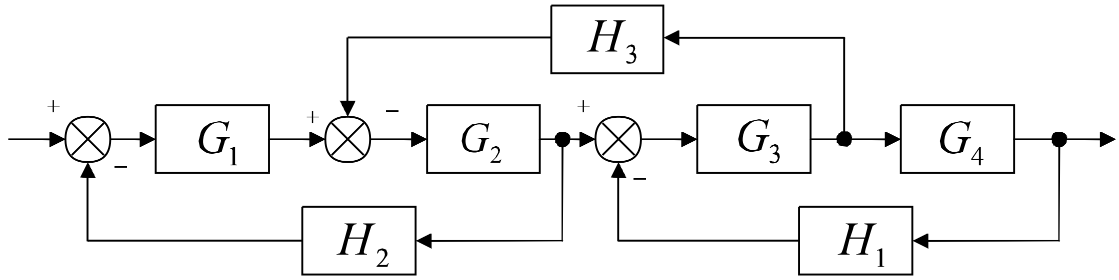
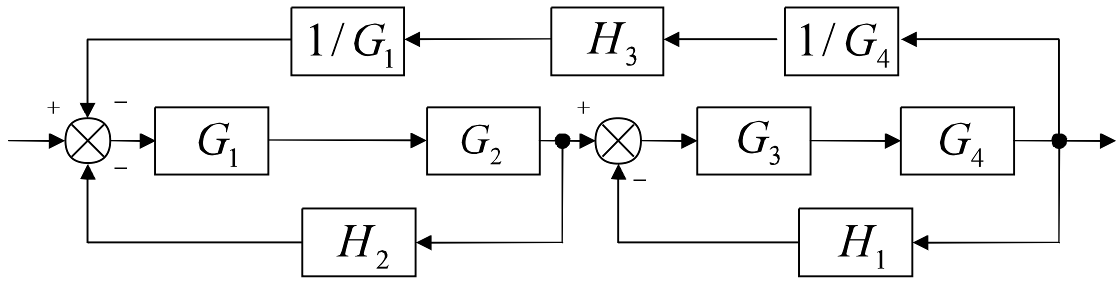
自动控制原理答案二十四

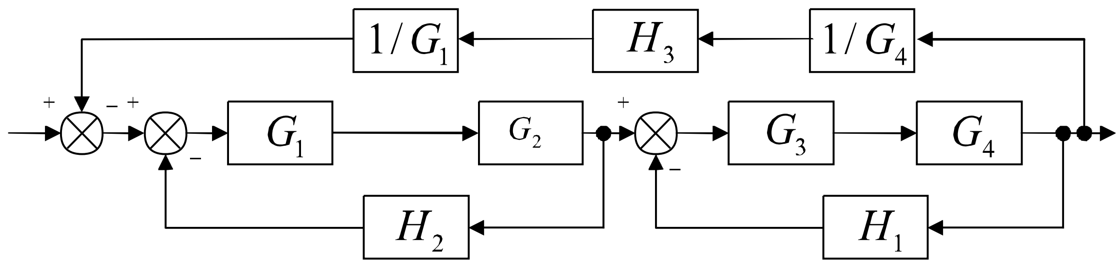
一、



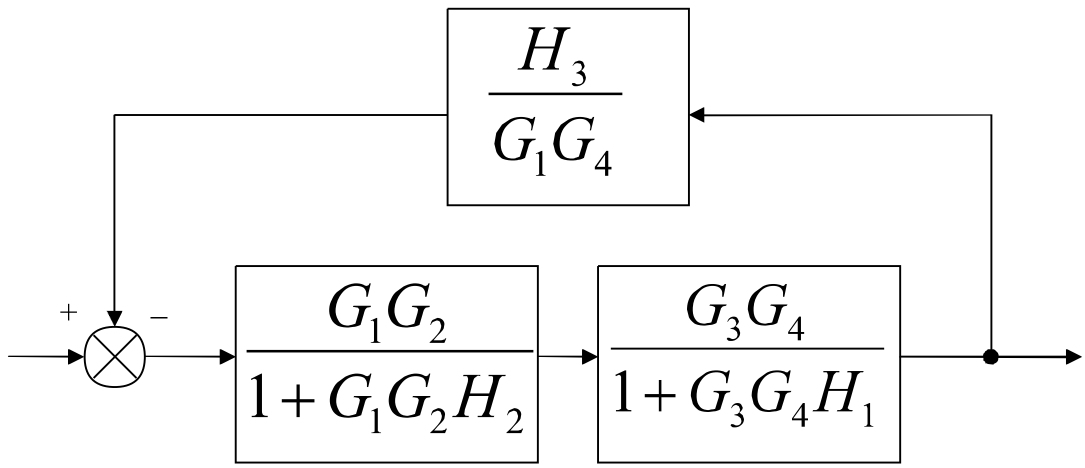
（2 分）



（2 分）



（2 分）



（2 分）

得到 $C(s)/R(s)=\dfrac{G_1G_2G_3G_4}{(1+G_1G_2H_2)(1+G_3G_4H_1)+G_2G_3H_3}$ （2 分）

梅森图（略）依照梅森公式

二、

R（s）=1/s; （2 分）

C(s)= $\dfrac{\omega_n^2}{(s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2)}\bullet\dfrac{1}{s}$ （2 分）

因为 $c(t)=1-1.25e^{-1.2t}\sin(1.6t+53.1^{\circ})$ 所以系统是欠阻尼状态。

C(t)=1- $\dfrac{e^{-\xi\omega_n t}}{\sqrt{1-\xi^2}}\sin(\omega_d t+\phi)$ (t≥0) （2 分） ,且 $\phi=\arctan\dfrac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi}$ （2 分）

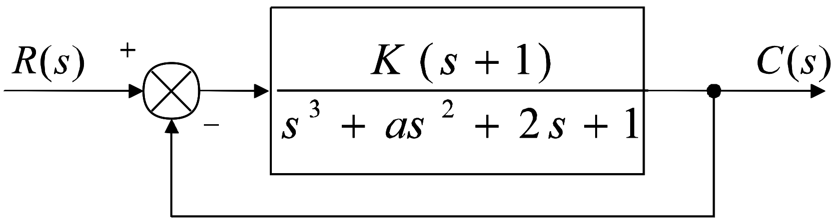
得到 ξ =0.6， ω_n =2（2 分）

（2）

$\sigma_p=\mathrm{e}^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}}$ =9.5%, $\mathrm{t}_p=\dfrac{\pi}{\omega_d}$ =1.96s, t_s =2.5(Δ=5%),3.33(Δ=2%)

（第（2）问公式每式 1 分，答案 2 分，共 5 分）

三、



山上式得到：

D（s）= $s^3+as^2+(2+K)s+1+K$ （2 分）

劳思表：

s^3	1	2+K
s^2	a	1+K

s	$\frac{a(2+K)-K-1}{a}$	
s^0		（2 分）

出现等幅震荡则$a(2+K)-K-1=0$ 则 a＝$\frac{K+1}{K+2}$ （2 分）

辅助方程：as^2 +1+K=0 求导得劳思表：

s^3	1	2+K	
s^2	a	1+K	
s	2a	0	
s^0	1+K		（2 分）

$\omega_n = 2rad/s$ 所以带入辅助方程得 K＝2， a=3/4（2 分）

四、

$e(t)=r(t)-c(t)$得

因为 E(s)=R(s)-C(s)，得：

$$\frac{E(s)}{R(s)}=\phi_e（s）=1-\phi（s）=1-\frac{(\tau s+b)\bullet\frac{K}{(T_1\ s+1)(T_2 s+1)}}{1+\frac{K}{(T_1\ s+1)(T_2 s+1)}}=1-\frac{C(s)}{R(s)}$$ （4 分）

山上式可得：

$$\phi_e（s）=\frac{T_1T_2s^2+(T_1+T_2)s+1+K-K\tau s-bK}{T_1T_2s^2+(T_1+T_2)s+1+K}=1-\frac{C(s)}{R(s)}$$ （4 分）

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

五、$G(s)=\frac{K}{s(s^2+s+1)}$

令$s(s^2+s+1)=0$ 得到：

p$_1$=0, p$_{2,3}$=-$\frac{1}{2}\pm\frac{\sqrt{3}}{2}j$ （2 分）

根轨迹分支有 3 只；

三条根轨迹终点均为无穷远；（2 分）

n=3,m=0,实轴交点坐标是：

σ_p =-1/3,渐近线与实轴夹角分别是：

60^0、180^0、300^0（2 分）

闭环系统的特征方程是

$(s^3+s^2+s)'=0$ 求导并使其为 0 得到

$s_1=-\frac{1}{3}+\frac{\sqrt{2}}{3}j$ $s_2=-\frac{1}{3}-\frac{\sqrt{2}}{3}j$（2 分）

与虚轴交点：

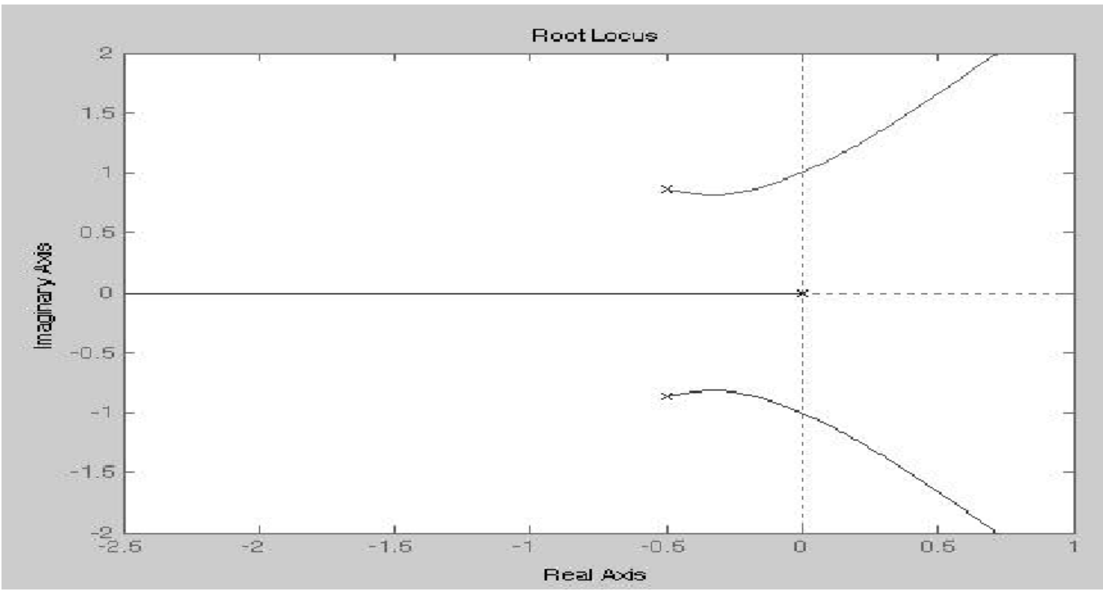
$1+G(j\omega)H(j\omega)=0$

$\omega=\pm1, K=1$（2 分）

出射角：

$\theta_{p_2}=-(2l+1)\pi-\angle(p_2-p_1)-\angle(p_2-p_3)=-\frac{\pi}{6}$

$\theta_{p_3}=\frac{\pi}{6}$（2 分）



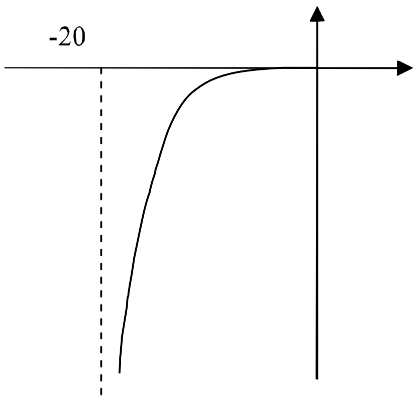
（3 分）

六、

$$G(j\omega)=\frac{-20\omega^2-j10\omega}{4\omega^4+\omega^2}=\frac{-20}{4\omega^2+1}+j\frac{-10}{4\omega^3+\omega}=U(\omega)+jV(\omega)$$（2 分）

$$|G(j\omega)|=\frac{10}{\omega\sqrt{4\omega^2+1}}, \quad \angle G(j\omega)=-\frac{\pi}{2}-tg^{-1}2\omega$$（2 分）

	$\lvert G(j\omega)\rvert$	$\angle G(j\omega)$	$U(\omega)$	$V(\omega)$
$\omega \to 0$	∞	$-\dfrac{\pi}{2}$	-20	$-\infty$
$\omega \to \infty$	0	$-\pi$	0	0



（表 2 分）
（图 2 分）

山此穿越次数得出：系统是稳定的。（2 分）

七、 $G(s)=\dfrac{\tau s+1}{s^2}$

$\gamma=+45^\circ$

则 G(jw$_c$)=-135^0（4 分）

即：$-tg^{-1}\tau\omega_c-180^\circ=-135^\circ$（2 分）

且：$\dfrac{\sqrt{(\tau\omega_c)^2+1}}{\omega_c{}^2}=1$（2 分）

得到：$\tau=\dfrac{1}{\sqrt{\sqrt{2}}}=0.84$ （2 分）

八、

$N(A)=\dfrac{4}{\pi A}$ 则：$-\dfrac{1}{N(A)}=-\dfrac{\pi A}{4}$（2 分）

G(jw)=$\dfrac{1}{j\omega(j\omega+1)(j\omega+2)}$；（2 分）

令 G(jw)= $-\dfrac{1}{N(A)}$ 得：

$$-3\omega^2+(2\omega-\omega^3)j=-\frac{4}{\pi A}$$ （4 分）

得到：

$\omega=\sqrt{2}$,$A_0=\dfrac{2}{3\pi}$ （2 分）

九、

山开环传函求出：

$$G（z）=(1-z^{-1})\ Z[\frac{1}{s^2(s+1)}]$$

$$=\frac{(e^{-T}+T-1)z+(1-e^{-T}-Te^{-T})}{(z-1)(z-e^{-T})}$$ （4 分）

相应特征方程：

$$z^2-z+0.632=0$$

得 $z_{1,2}$=0.5+0.618i, 0.5-0.618i （4 分）

$|z_{1,2}|$=0. 795<1 所以该系统是稳定的。（2 分）

或者用另外一钟方法：

将 z=$\dfrac{\omega+1}{\omega-1}$ 进行平面映射。

$0.632\omega^2+0.736\omega+2.632=0$（2 分）

根据劳思表：

ω^2	0.632	2.632
ω^1	0.736	
ω^0	2.632	

（2 分）

山劳思表可以看出系统是稳定的。（2 分）