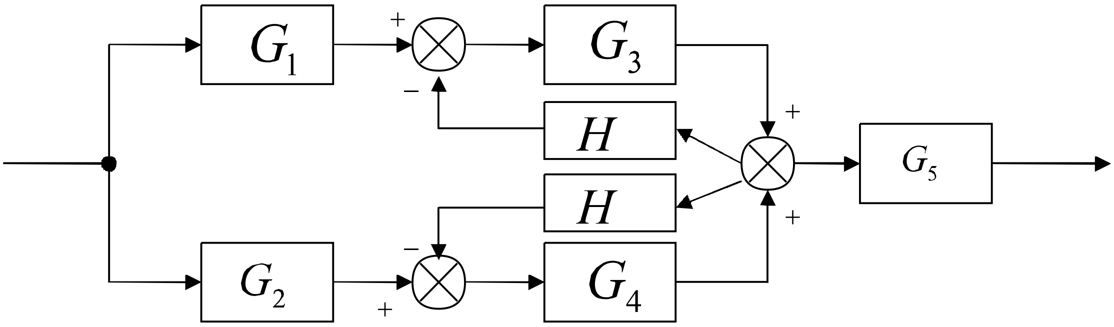
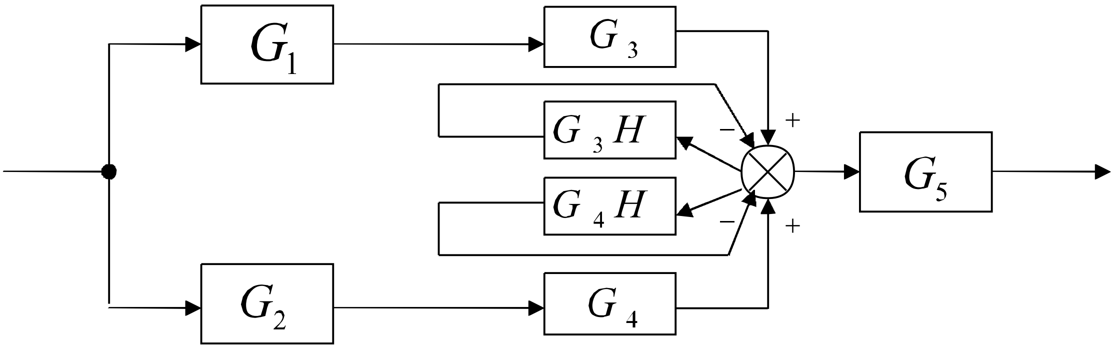
自动控制原理答案二十三

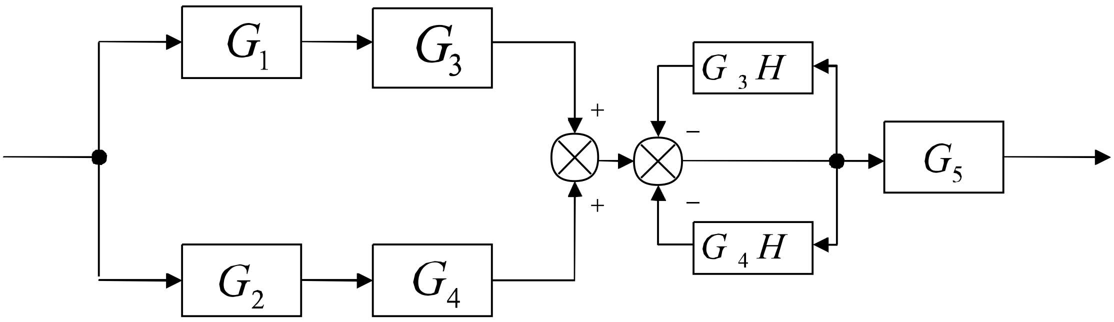
一、



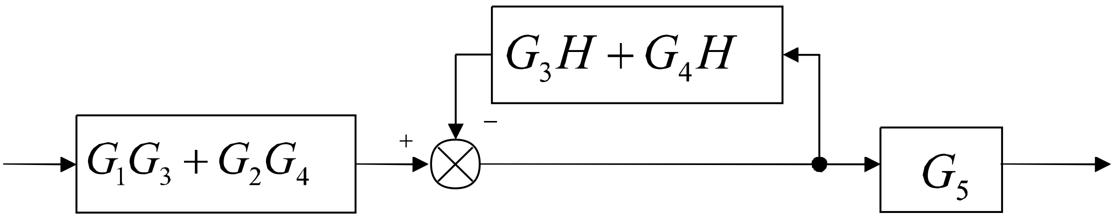
（2 分）



（2 分）



（2 分）



（2 分）

$\Phi(s)=C(s)/R(s)=\dfrac{G_5(G_1G_3+G_2G_4)}{1+G_3H+G_4H}$（2 分）

梅森图（略）按照梅森公式来做答。

二、 (1)

$$\ddot{c}(t)+10\dot{c}(t)+200c(t)=200r(t)$$

两边取拉斯变换

$s^2C(s)+10sC(s)+200C(s)=200R(s)$

山上式可得：

$C(s)/R(s)=\dfrac{200}{s^2+10s+200}$ （2 分）

(2)

山于系统的 $2\xi\omega_n=10$，$\omega_n^2=200$，得出 $\omega_n=14.14$,$\xi=0.35$ 所以系统处于欠阻尼状态

则：（3 分）

$\sigma_p=e^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}}*100\%=30.9\%$ （2 分）

$t_s\approx\dfrac{3}{\xi\omega_n}=0.6s$ （△＝5％） （2 分）

$t_s\approx\dfrac{4}{\xi\omega_n}=0.81s$ （△＝2％） （2 分）

（3）因为系统是单位负反馈系统

系统的开环传递函数为：

$\Phi_e(s)=1-\Phi(s)=\dfrac{s(s+10)}{s^2+10s+200}$,（2 分）

因为系统极点均位于 s 平面左半平面，故可用终止定理求稳态误差

$e_{ss}(\infty)=\lim\limits_{s\to 0}sE(s)=s\bullet\dfrac{s(s+10)}{s^2+10s+200}\bullet(\dfrac{1}{s}+\dfrac{2}{s^2})=0.1$ （2 分）

三、

$$T_mT_a\frac{d^3c(t)}{dt^3}+T_m\frac{d^2c(t)}{dt^2}+\frac{dc(t)}{dt}+Kc(t)=Kr(t)$$

$C(s)/R(s)=\dfrac{K}{T_mT_as^3+T_ms^2+s+K}$

山上式得到特征方程为：

$D(s)=T_mT_as^3+T_ms^2+s+K=0$ （2 分）

欲满足稳定条件必须使 K>0.劳思表：

s^3	T_mT_a	1
s^2	T_m	K

s $\dfrac{T_m - T_m T_a K}{T_m}$ 0

s^0 K 0 （3 分）

为满足系统稳定，上式劳思表第一列都为正，即：

$T_m T_a > 0$

$T_m > 0$

$\dfrac{T_m - T_m T_a K}{T_m} > 0$ （3 分）

得到：$T_a K < 1$ K>0 （2 分）

四、

$e(t) = r(t) - c(t)$ 得

E(s)=R(s)-C(s)，得： (2 分)

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

因为系统为 II 型：

ϕ_e（s）分子可提出 s^2 因子，得到：（4 分）

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

五、

G(s)H(s)= $K_g \dfrac{s^2 - 2s + 5}{(s+2)(s-0.5)}$；

令 $(s+2)(s-0.5)=0$，得 $p_{1、2}$=-2, 0.5

令 $s^2 - 2s + 5 = 0$ 得 $z_{1、2}$=1+2i , 1-2i 根轨迹图：（2 分）

根轨迹分支 2；
根轨迹连续对称于实轴；

根轨迹起始于 $p_{1、2}$ 中止于 $z_{1、2}$；（3 分）

m=2,n=2,没有渐近线；

分离点：$\frac{dk}{ds}=0$，得到：$s_1=3.84$（舍去），$s_2=-0.41$;对应$K_g=0.24$（2 分）

将 jw 带入特征方程得：

$$-\omega^2+1.5j\omega-1+K_g(-\omega^2-2j\omega+5)=0$$

实部虚部为 0 得：

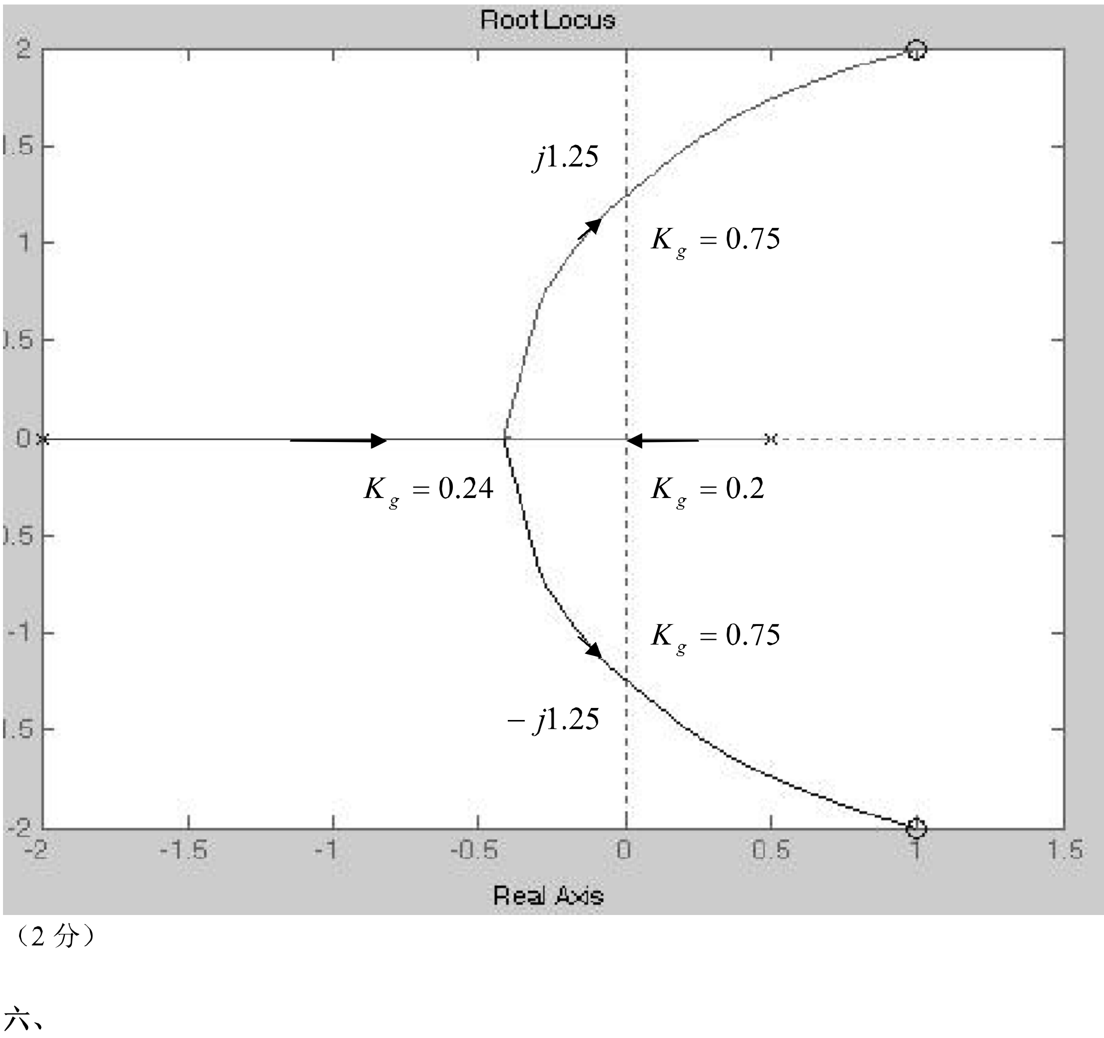
$K_g=0.2$，$\omega=0$

$K_g=0.75$，$\omega=1.25$（2 分）

所以系统要稳定需使： 0.2 ≤K≤0.75 （2 分）

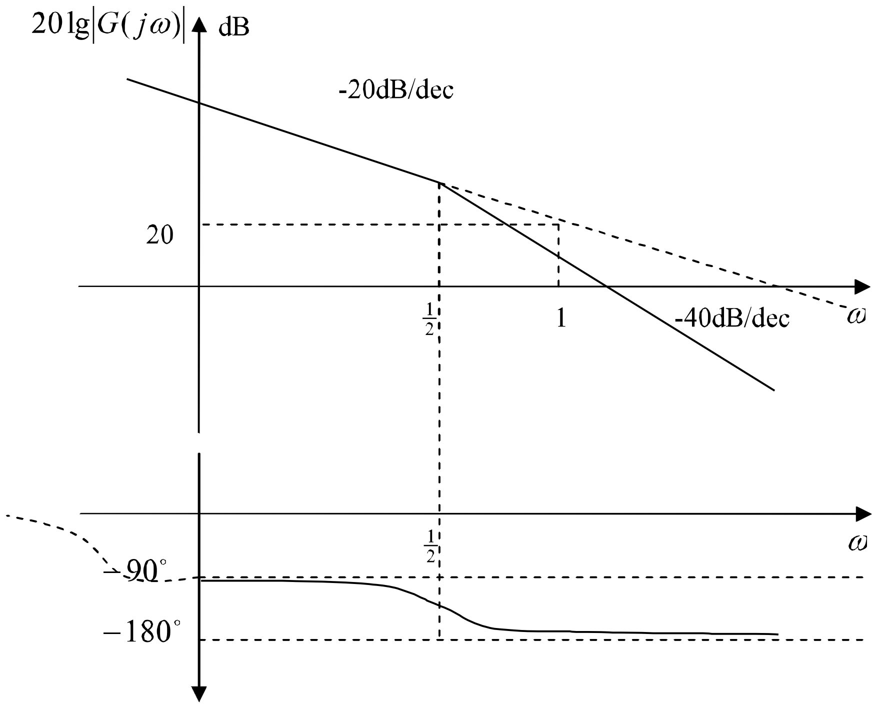
$$\theta_{z_1}=\pm180^\circ+\angle(z_1-p_1)+\angle(z_1-p_2)-\angle(z_1-z_2)=-160.08^\circ$$

$\theta_{z_1}=160.08^\circ$（2 分）



（2 分）

六、



山 Nyquist 稳定判据，穿越频率前的 180 度相位线处的正负穿越次数之差为 0，故系统稳定。（图 6 分，分析及结论 4 分）

七、 $G(s)=\dfrac{K}{(0.01s+1)^2}$

$\gamma=+45^\circ$

则$\angle G(j\omega_c)=-135^\circ$　得到:（4 分）

$-2tg^{-1}0.01\omega_c=-135^\circ$

$\dfrac{K}{(0.01\omega_c)^2+1}=1$（4 分）

得到$K=6.8$（2 分）

注：也可用 Bode 图中的直线方程求 K 的近似值，约为 5.8。

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：

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

九、

山开环传函求出：

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

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

$\Phi(z)=\frac{G(z)}{1+G(z)}=\frac{e^{-1}z+1-2e^{-1}}{z^2-z+1-e^{-1}}$ （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=$\frac{\omega+1}{\omega-1}$进行平面映射。(2 分）

0.632ω^2+0.736ω+2.632＝0

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）