2005 年第二学期

自动控制原理 （教改班 64 学时）

课程考试考题答案及评分标准(A 卷)

一．单选题（每小题 2 分，共 20 分）

（1）D;　（2）C;　（3）B;　（4）A;　（5）D;

（6）A;　（7）D ;　（8）C;　（9）A;　（10）B;

二．（共 20 分）

解

（1）**（4 分）** $\Phi(s)=\dfrac{C(s)}{R(s)}=\dfrac{\dfrac{K}{s^2}}{1+\dfrac{K\beta}{s}+\dfrac{K}{s^2}}=\dfrac{K}{s^2+K\beta s+K}=\dfrac{\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2}$

（2）**（4 分）** $\begin{cases}K=\omega_n^2=2^2=4\\K\beta=2\xi\omega_n=2\sqrt{2}\end{cases}$　$\begin{cases}K=4\\\beta=0.707\end{cases}$

（3）**（4 分）** $\sigma\%=e^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}}=4.32\%$

$$t_s=\frac{3.5}{\xi\omega_n}=\frac{3.5}{\sqrt{2}}=2.475$$

（4）**（4 分）** $G(s)=\dfrac{\dfrac{K}{s^2}}{1+\dfrac{K\beta}{s}}=\dfrac{K}{s(s+K\beta)}$　$\begin{cases}K_K=1/\beta\\v=1\end{cases}$

$$e_{ss}=\frac{A}{K_K}=2\beta=1.414$$

（5）**（4 分）** 令：$\Phi_n(s)=\dfrac{C(s)}{N(s)}=\dfrac{\left(1+\dfrac{K\beta}{s}\right)-\dfrac{1}{s}G_n(s)}{\Delta(s)}=0$

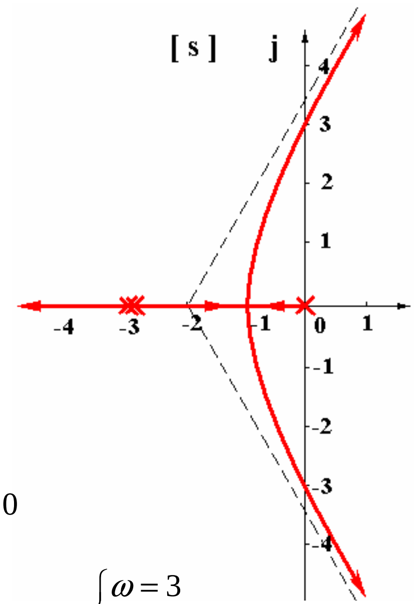
得：$G_n(s)=s+K\beta$

三．（共 15 分）

解

（1） 绘制根轨迹 **（9 分）**

$$G(s)=\frac{K^*}{s(s+3)^2}=\frac{\frac{K^*}{9}}{s\left[\left(\frac{s}{3}\right)^2+1\right]}\qquad \begin{cases}K=K^*/9\\ v=1\end{cases}$$



① 渐近线： $\begin{cases}\sigma_a=\dfrac{-3-3}{3}=-2\\ \pm 60°,\quad 180°\end{cases}$

② 分离点： $\dfrac{1}{d}+\dfrac{2}{d+3}=0$

解出： $d=-1$

$K_d^*=|d|\cdot|d+3|^2=4$

③ 与虚轴交点： $D(s)=s^3+6s^2+9s+K^*=0$

$$\begin{cases}\mathrm{Im}[D(j\omega)]=-\omega^3+9\omega=0\\ \mathrm{Re}[D(j\omega)]=-6\omega^2+K^*=0\end{cases}\qquad \begin{cases}\omega=3\\ K^*=54\end{cases}$$

绘制根轨迹如右图所示。

（2）**（3 分）**依题有： $4<K^*<54$ 即： $\dfrac{4}{9}<K<6$

（3）**（3 分）**依根轨迹， $\dfrac{4}{9}<K<6$ 时， $K\uparrow\Rightarrow\begin{cases}\sigma\%\uparrow\\ t_s\uparrow\\ e_{ss}\downarrow\end{cases}$

四．（共 15 分）

解

（1）**（5 分）** $G(z)=Z\left[\dfrac{K}{s+1}\right]Z\left[\dfrac{1-e^{-Ts}}{s}\cdot\dfrac{1}{s}\right]=\dfrac{KTz}{(z-1)(z-e^{-T})}$

（2）**（5 分）** $D(z)=(z-1)(z-e^{-T})+KTz=z^2-(1+e^{-T}-KT)z+e^{-T}=0$

$$\begin{cases}D(1)=KT>0\\ D(-1)=2(1+e^{-T})-KT>0\\ \left|e^{-T}\right|<1\end{cases}\qquad \begin{cases}K>0\\ K<\dfrac{2(1+e^{-T})}{T}\end{cases}$$

综合之： $0<K<\dfrac{2(1+e^{-T})}{T}\overset{T=1}{=}2.736$

（3）**（5 分）** $K_v=\lim\limits_{z\to1}(z-1)G(z)=\lim\limits_{z\to1}\dfrac{KTz}{z-e^{-T}}=\dfrac{KT}{1-e^{-T}}$

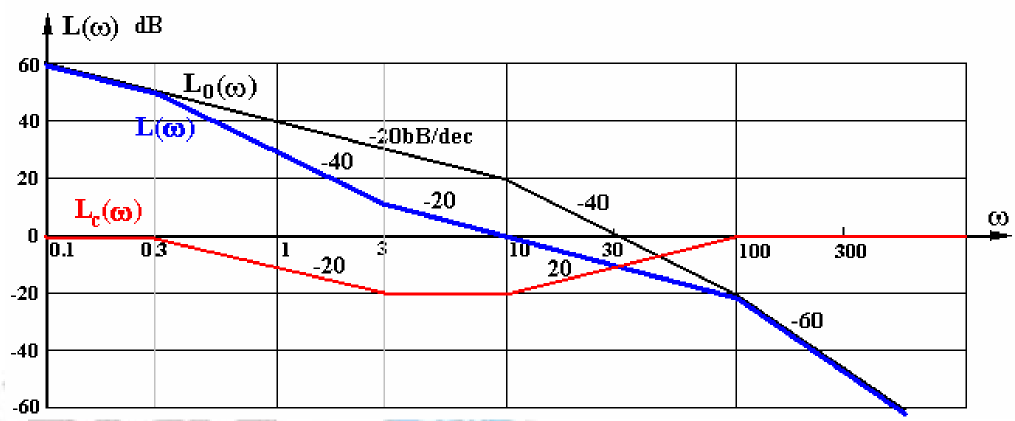
$$e(\infty)\overset{r(t)=t}{=}\frac{AT}{K_v}=\frac{AT(1-e^{-T})}{KT}\overset{T=1,K=1}{=}0.632$$

五．**（共 15 分）**

解

（1）**（3 分）** $G_0(s)=\dfrac{100}{s\left(\dfrac{s}{10}+1\right)\left(\dfrac{s}{100}+1\right)}$

（2）**（9 分）** $G(s)=G_c(s)G_0(s)=\dfrac{100\left(\dfrac{s}{3}+1\right)}{s\left(\dfrac{s}{0.3}+1\right)\left(\dfrac{s}{100}+1\right)^2}$， $L(\omega)$ 见下图。



（3）**（3 分）** 依图

$$\omega_c=10$$

$$\gamma=180°+\arctan\frac{10}{3}-90°-\arctan\frac{10}{0.3}-2\times\arctan\frac{10}{100}=63.6°$$

六．**（共 15 分）**

解

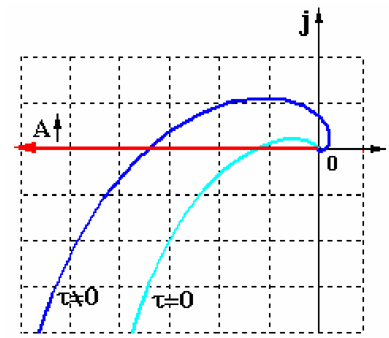
（1） **（3 分）** 绘 $\dfrac{-1}{N(A)}=\dfrac{-\pi A}{4M}$ 和 $G(j\omega)$ 曲线，可见系统最终一定自振。

（2）　**（7 分）**　$N(A)G(j\omega)=-1$

$$\frac{4M}{\pi A}\cdot\frac{4Ke^{-\tau s}}{j\omega(2+j\omega)^2}=-1$$

$$\frac{16K}{\pi A}=4\omega^2-j\omega(4-\omega^2)$$

$$\begin{cases}\omega=2\\ K=\pi A=\pi\times 4A_c=\pi\times 4\dfrac{1}{\pi}=4\end{cases}$$



（3）　**（5 分）**　依图：　$\tau\uparrow\Rightarrow\begin{cases}A\uparrow\\ \omega\downarrow\end{cases}$