第十一次作业

5-14

(1) 已知 $G(s)=\frac{K}{(T_1s+1)(T_2s+1)(T_3s+1)}$ $\therefore P=0$

由图(1)可知 $N_-=1$ $N_+=0$

$\therefore Z=P-R=P-2(N_+-N_-)=2$

$\therefore$ 该系统在右半平面闭环极点个数为2，闭环系统不稳定

(2) 已知 $G(s)=\frac{K}{s(T_1s+1)(T_2s+1)}$ 易得 $P=0$

由图2可知 $N_+=0$ $N_-=0$

$\therefore Z=P-R=P-2(N_+-N_-)=0$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统稳定

(3) 已知 $G(s)=\frac{K}{s^2(Ts+1)}$ 易得 $P=0$

由图3可知 $N_+=0$ $N_-=1$

$\therefore Z=P-R=P-2(N_+-N_-)=2$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统不稳定

S右半面闭环极点数为2

(4) 已知 $G(s)=\frac{K(T_1s+1)}{s^2(T_2s+1)}$ 易得 $P=0$

$\therefore$ 由图4可知 $N_+=0$ $N_-=0$

$\therefore Z=P-R=P-2(N_+-N_-)=0$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统稳定

(5) 已知 $G(s)=\frac{K}{s^3}$ 易得 $P=0$

由图5可知 $N_+=0$ $N_-=1$

$\therefore Z=P-R=P-2(N_+-N_-)=2$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统不稳定

S右半平面有两个闭环极点

(6) 已知 $G(s)=\frac{K(T_1s+1)(T_2s+1)}{s^3}$ 易得 $P=0$

由图(6)可知 $N_+=1$ $N_-=1$

$\therefore Z=P-R=P-2(N_+-N_-)=0$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统稳定

(7) 已知 $G(s)=\frac{K(T_5s+1)(T_6s+1)}{s\prod_{i=1}^{4}(T_is+1)}$ 易得 $P=0$

由图(7)可知 $N_+=1$ $N_-=1$

$\therefore Z=P-2(N_+-N_-)=0$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统稳定

(8) 已知 $G(s)=\frac{K}{(Ts-1)}$ 易得 $P=1$

由图(8)得 $N_+=\frac{1}{2}$ $N_-=0$

$\therefore Z=P-2(N_+-N_-)=0$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统稳定

(9) 已知 $G(s)=\frac{-K}{-Ts+1}=\frac{K}{Ts-1}$ 易得 $P=1$

由图9可知 $N_+=N_-=0$

$\therefore Z=P-2(N_+-N_-)=1$

$\therefore$ 由奈氏判据可知闭环系统不稳定

s右半平面闭环极点数为1

(10) 已知 $G(s)=\frac{K}{s(Ts-1)}$ 易得 $P=1$

由图10可得 $N_+=0$ $N_-=\frac{1}{2}$

$\therefore Z=P-2(N_+-N_-)=2$

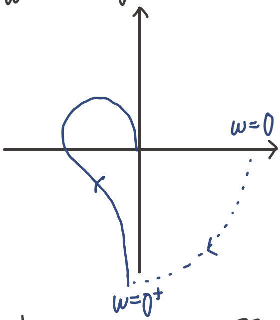
$\therefore$ 由奈氏稳定判据可知系统不稳定

S右半平面闭环极点数为2

5-16 (1) 已知 $G(s)=\frac{K}{s(2s+1)(s+1)}$ 易得 $P=0$

$\therefore |G(j\omega)|=\frac{K}{\sqrt{4\omega^2+1}\sqrt{\omega^2+1}\cdot\omega}$ $\angle G(j\omega)=-\frac{\pi}{2}-\arctan\omega-\arctan\frac{\omega}{2}=-\frac{\pi}{2}-\arctan\frac{\frac{3}{2}\omega}{1-\frac{1}{2}\omega^2}$

G(s)奈氏曲线如下



易得 $\omega=\frac{\sqrt{2}}{2}$ 时 $\angle G(j\omega)=-\pi$

此时 $|G(j\omega)|=\frac{K}{\sqrt{3}\sqrt{\frac{3}{2}}\frac{\sqrt{2}}{2}}=\frac{2}{3}K$

想让G(s)闭环稳定，则 $\frac{2}{3}K<1$ 即 $K<\frac{3}{2}$

$\therefore$ K值范围为 $K\in(0,\frac{3}{2})$

(2) 已知 $G(s)=\frac{10}{s(Ts+1)(s+1)}$ 易得 $P=0$

$|G(j\omega)|=\frac{10}{\omega\sqrt{T^2\omega^2+1}\cdot\sqrt{\omega^2+1}}$ $\angle G(j\omega)=-\frac{\pi}{2}-\arctan T\omega-\arctan\omega=-\frac{\pi}{2}-\arctan\frac{(T+1)\omega}{1-T\omega^2}$

奈氏曲线大致如上

易得 $\omega=\frac{1}{\sqrt{T}}$ 时 $\angle G(j\omega)=-\pi$，此时 $|G(j\omega)|=\frac{10\sqrt{T}}{\sqrt{\frac{1}{T}+1}\cdot\sqrt{\frac{1}{T^2}+1}}$

想让G(s)闭环稳定 则 $|G(j\omega)|<1$ 解得 $T<\frac{1}{9}$

$\therefore$ T的取值范围为 $(0,\frac{1}{9})$

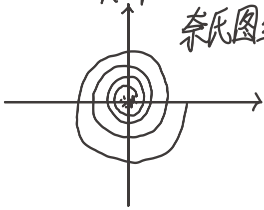
(3) 易得 $P=0$

同(2)可得 $\omega=\frac{1}{\sqrt{T}}$时, $|G(j\omega)|=\frac{K\sqrt{T}}{\sqrt{\frac{1}{T}+1}\sqrt{\frac{1}{T^2}+1}}$

欲使 $|G(j\omega)|<1$，可得 $0<K<\frac{T+1}{T}$，$0<T<\frac{1}{K-1}$

5-19 已知 $G(s)=\frac{Ke^{-0.8s}}{s+1}$ 易得 $P=0$

奈氏图线如下



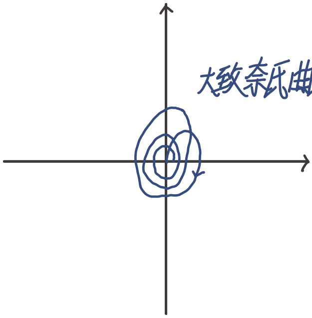
$\therefore |G(j\omega)|=\frac{K}{\sqrt{\omega^2+1}}$ $\angle G(j\omega)=-0.8\omega-\arctan\omega$

为了系统稳定，要求$N_-=0$

$\therefore \begin{cases} -0.8\omega-\arctan\omega=-\pi \\ |G(j\omega)|<1 \end{cases}$ 解得 $K<2.65$ $\omega\approx 2.45$

$\therefore K\in(0, 2.65)$

大致奈氏曲线



5-20 已知 $G(s)=\frac{5s^2e^{-\tau s}}{(s+1)^4}$ 易得 $P=0$

$\therefore |G(j\omega)|=\frac{5\omega^2}{(1+\omega^2)^2}$ $\angle G(j\omega)=\pi-\tau\omega-4\arctan\omega$

为了系统稳定，要求$N_-=0$

$\therefore \begin{cases} \pi-\tau\omega-\arctan\omega=-\pi \\ \frac{5\omega^2}{(1+\omega^2)^2}<1 \end{cases}$ 解得 $\omega\approx 1.618$ $\tau<1.37$

$\therefore \tau$的取值范围为 $(0, 1.37)$

5-21 已知 $G(s)=\frac{as+1}{s^2}$

$\begin{cases} |G(j\omega_c)|=\frac{\sqrt{a^2\omega_c^2+1}}{\omega_c^2}=1 \\ \angle G(j\omega)=-\pi+\arctan a\omega_c=\frac{\pi}{4}-\pi \end{cases}$

解得 $a=\frac{1}{\sqrt[4]{2}}$ $\omega=\sqrt[4]{2}$

$\therefore$相角裕度为45°时 a的值为 $\frac{1}{\sqrt[4]{2}}$