5.9

解：(a) $P=1$ $N=-1$ $Z=N+P=0$ 故闭环系统稳定

(b) $P=1$ $N=1$ $Z=N+P=2$ 故闭环系统不稳定. 有2个右半平面极点

(c) $P=2$ $N=0$ $Z=N+P=2$ 故闭环系统不稳定. 有2个右半平面极点

(d) $P=0$ $N=2$ $Z=N+P=2$ 故闭环系统不稳定. 有2个右半平面极点

(e) $P=1$ $N=-1$ $Z=N+P=0$ 故闭环系统稳定

(f) $P=1$ $N=1$ $Z=N+P=2$ 故闭环系统不稳定. 有2个右半平面极点

(g) $P=2$ $N=-2$ $Z=N+P=0$ 故闭环系统稳定

(h) $P=0$ $N=0$ $Z=N+P=0$ 故闭环系统稳定

5.10 解：② $G_2(s)=\dfrac{K}{(s+1)(s+2)(s+3)}=\dfrac{\frac{1}{6}K}{(1+s)(1+\frac{1}{2}s)(1+\frac{1}{3}s)}$

$G_2(jw)=\dfrac{\frac{1}{6}K}{(1+jw)(1+\frac{1}{2}jw)(1+\frac{1}{3}jw)}$

$P(w)=\dfrac{6(1-w^2)K}{(1+w^2)(4+w^2)(9+w^2)}$ $\qquad Q(w)=\dfrac{(w^3-11w)K}{(1+w^2)(4+w^2)(9+w^2)}$

$A(w)=\dfrac{K}{\sqrt{1+w^2}\sqrt{4+w^2}\sqrt{9+w^2}}$ $\qquad \varphi(w)=-\arctan w-\arctan\frac{w}{2}-\arctan\frac{w}{3}$

当 $w=0$ $\quad P(w)=\frac{1}{6}K$ $\quad Q(w)=0$ $\quad A(w)=\frac{K}{6}$ $\quad \varphi(w)=0$

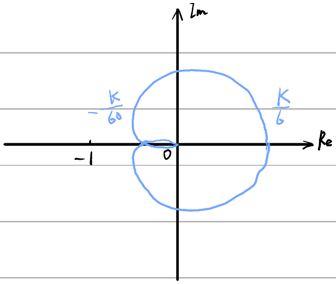
当 $w=\infty$ $\quad P(w)=0$ $\quad Q(w)=0$ $\quad A(w)=0$ $\quad \varphi(w)=-\frac{3}{2}\pi$

和实轴的交点：$w^3-11w=0 \Rightarrow w=0$ 或 $w^2=11$

$P(w)=\frac{1}{6}K$ 或 $P(w)=-\frac{K}{60}$ 故交点为 $(-\frac{K}{60}, j0)$

极坐标图为：

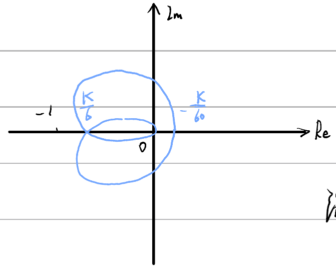
$K>0$：



$P=0$ 故当 $N=0$ 时

$Z_K=0$. 系统稳定

$K<0$:



故系统稳定的条件为

$\begin{cases} -\frac{K}{60} > -1 \\ K>0 \end{cases}$ 或 $\begin{cases} \frac{K}{6} > -1 \\ K<0 \end{cases}$

综上：当 $-6<K<60$ 时，系统稳定

当 $K=60$ 时，系统临界稳定

③ $G_3(s) = \frac{K(2s+1)}{s(s-1)}$ $\quad G_3(jw)=\frac{K(2jw+1)}{jw(jw-1)}$

$P(w) = \frac{-3K}{w^2+1}$ $\quad Q(w)=\frac{-(2w^2-1)K}{w(w^2+1)}$

$A(w) = \frac{2\sqrt{1+4w^2}}{\sqrt{w^4+w^2}}$ $\quad \varphi(w) = \arctan 2w + \arctan w - \frac{3}{2}\pi$

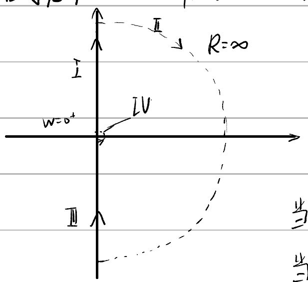
当 $w=0$ $\quad P(w)=-3K$ $\quad Q(w)=\infty$ $\quad A(w)=\infty$ $\quad \varphi(w)=-\frac{3}{2}\pi$

当 $w=\infty$ $\quad P(w)=0$ $\quad Q(w)=0$ $\quad A(w)=0$ $\quad \varphi(w)=-\frac{\pi}{2}$

和实轴的交点：$2w^2-1=0$ $\quad w^2=\frac{1}{2}$ $\quad P(w)=-2K$

故和实轴交点为 $(-2K,0)$ $\quad P_k=1$ $\quad$ 故当 $N=-1$ 时

由于存在积分环节，故奈氏路径为： $\quad Z_k=N+P_k=0$，系统稳定



Ⅰ、Ⅲ为正负虚轴

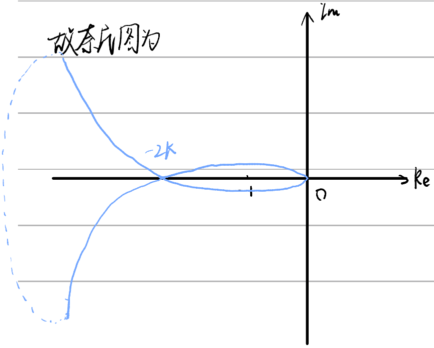
Ⅱ为 $s=Re^{j\theta}$ $\quad R=\infty$ $\quad \theta=\frac{\pi}{2}\to-\frac{\pi}{2}$

Ⅳ为 $s=Re^{j\theta}$ $\quad R=0$ $\quad \theta=-\frac{\pi}{2}\to\frac{\pi}{2}$

当 $R\to\infty$ 时 $\quad G(jw)\to 0$

当 $R\to 0$ 时 $\quad G(jw)\to\infty$

故奈氏图为



综上：为了 $Z_k=0$，系统稳定

$\begin{cases} -2K<-1 \\ K>0 \end{cases}$ 即 $K>\frac{1}{2}$