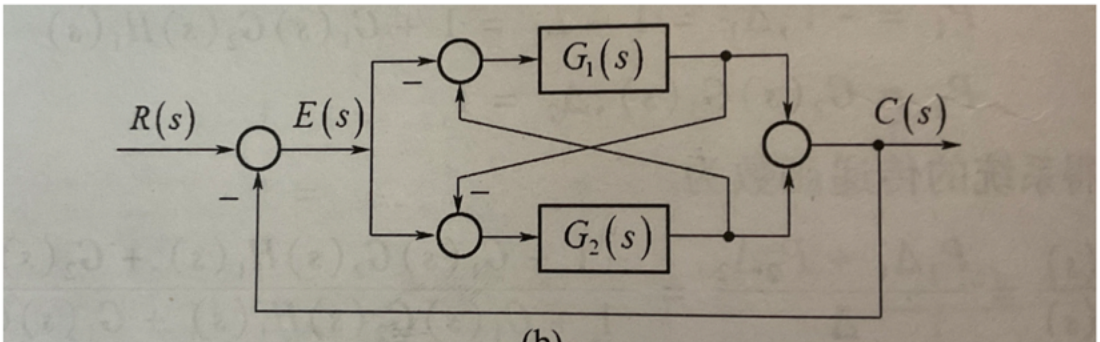
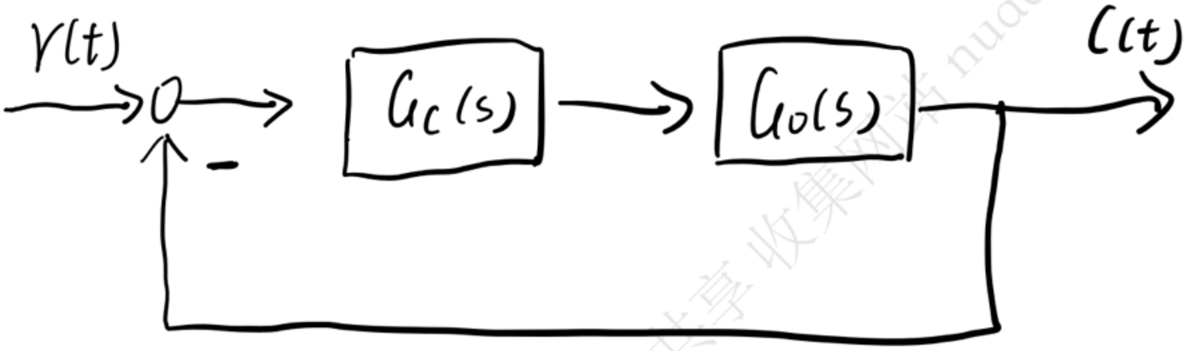
一、用梅森增益公式求系统的传递函数 $\frac{E(s)}{R(s)}$



(b)

二、



已知 $G_0(s)=\dfrac{K}{s(\frac{1}{3}s+1)(\frac{1}{5}s+1)}$

试设计 $G_c(s)$，使系统在 $r(t)=t$ 的输入下稳态误差为0

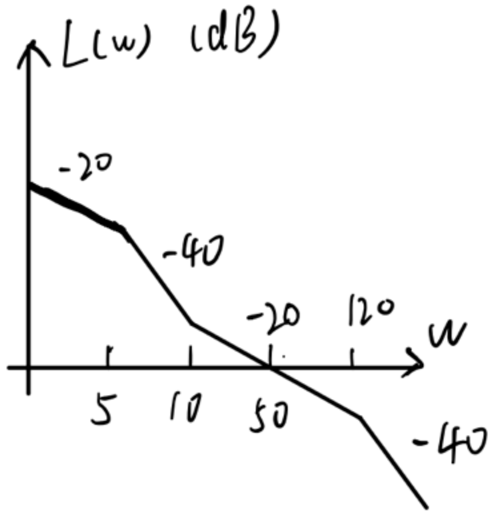
三、单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s)=\dfrac{K}{s(s+6)(s+3)}$

请绘制出系统的根轨迹图 $(0<K<\infty)$

并求出系统临界稳定状态的K值以及系统的闭环极点

四、已知单位负反馈系统 $G(s)$ 在右半平面无零点和极点，

且 $G(s)$ 的对数渐近幅频特性曲线如图

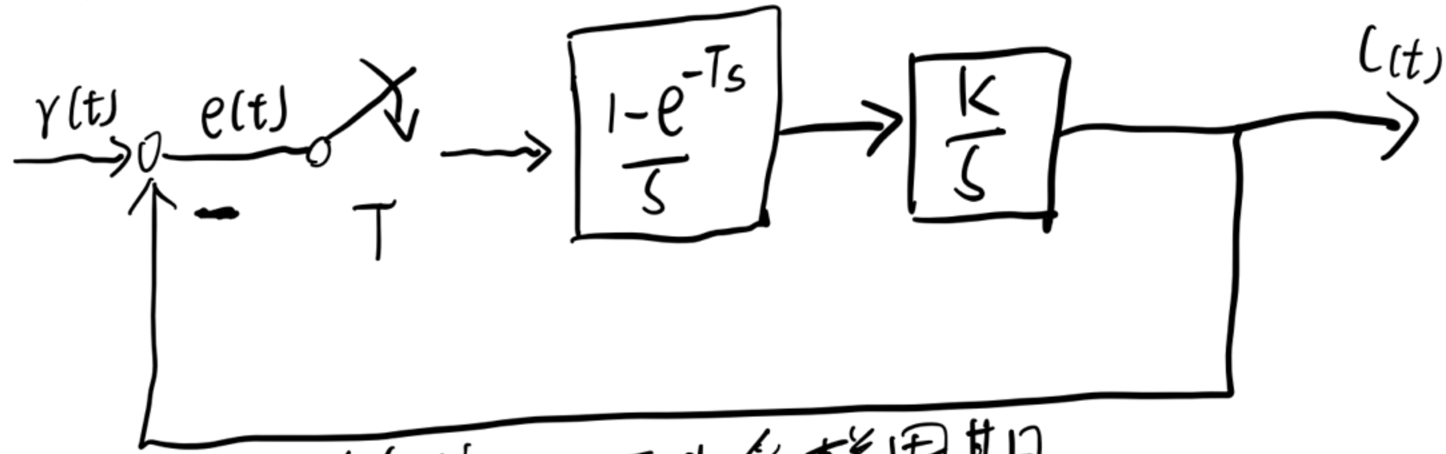


① 求 $G(s)$

② 近似作出相频特性曲线

③ 用对数频率稳定判据判断系统稳定性

五、



上图为采样系统，T为采样周期

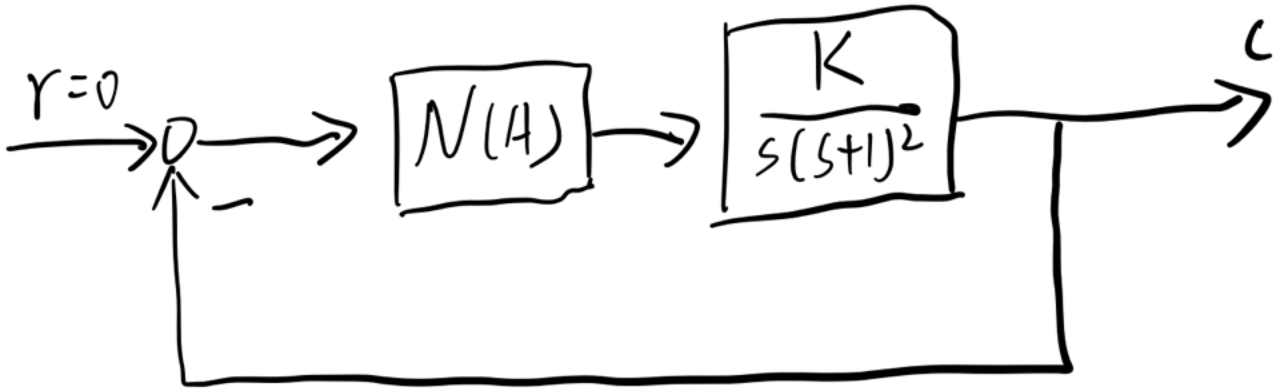
试确定

① 闭环系统稳定的K值范围

② 讨论T对于系统稳定性的影响

③ T=1 s时，若要求系统在单位斜坡输入下的稳态误差 $e^*_{ssv} \leq 0.1$，问系统能否稳定工作？若不能，那应将T改为多少可使系统稳定工作并保证 $e^*_{ssv} \leq 0.1$？

六、



上图为非线性系统

系统的非线性环节的描述函数 $N(A)=\frac{A+6}{A+2}$ $(A>0)$

用描述函数法求解：

① 系统的稳定、不稳定、产生周期运动的K值范围

② 判断系统周期运动的稳定性，并求出稳定周期运动时的振幅A和频率 ω

一、有五个回路，回路增益分别为

$L_1=G_1(s)$, $L_2=-G_2(s)$, $L_3=L_4=L_5=-G_1(s)G_2(s)$

$\therefore \Delta=1-G_1(s)+G_2(s)+3G_1(s)G_2(s)$

$\frac{E(s)}{R(s)}$ 有1条前向通路 $P_1=1$, $\Delta=1+G_1G_2$

$$\therefore \frac{E(s)}{R(s)}=\frac{1+G_1G_2}{1-G_1+G_2+3G_1G_2}$$

二、系统 $G(s)=G_c(s)\cdot G_0(s)$

$$=\frac{K\cdot G_c(s)}{s(\frac{1}{3}s+1)(\frac{1}{6}s+1)}$$

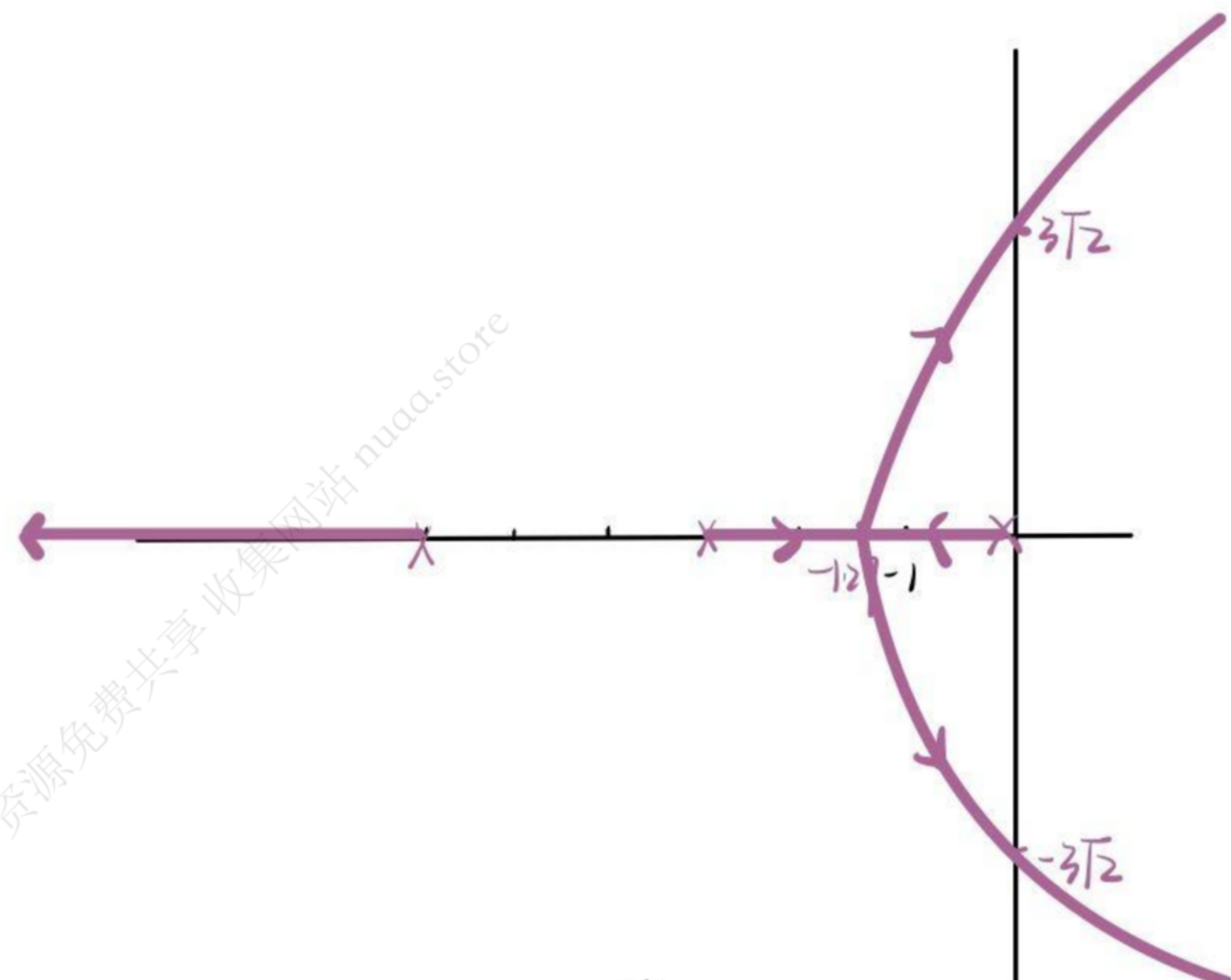
$$K_v=\lim_{s\to 0} sG(s)=K\cdot G_c(s)$$

$$e_{ss}=\frac{1}{K_v}=\frac{1}{K\cdot G_c(s)}=0$$

$$\therefore \lim_{s\to 0} sG(s)=\infty$$

$$\lim_{s\to 0} K\cdot G_c(s)=\infty$$

$$G_c(s)=\frac{1}{s}$$



（第3题图）

三、极点 $n=3$, $p_1=0$, $p_2=-6$, $p_3=-3$

分离点：$\frac{1}{d}+\frac{1}{d+3}+\frac{1}{d+6}=0$

$$d=-1.27$$

与虚轴交点：$D(s)=s(s+6)(s+3)+K$

$$=s^3+9s^2+18s+K=0$$

$$-j\omega^3-9\omega^2+18j\omega+K=0$$

解得 $\begin{cases}\omega=\pm 3\sqrt{2}\\ K=162\end{cases}$，此时系统临界稳定

闭环特征方程 $(s-3\sqrt{2}j)(s+3\sqrt{2}j)(s-s_3)=s^3+9s^2+18s+162$

$$s_3=-9$$

$\therefore$ 临界稳定时 $K=162$，闭环极点 $s_1=3\sqrt{2}j$, $s_2=-3\sqrt{2}j$, $s_3=-9$

四. ① 设 $G(s)=\dfrac{K(T_1 s+1)}{s(T_1 s+1)(T_2 s+1)}$

由图所知: $T_1=\frac{1}{5}$, $T_1=\frac{1}{10}$, $T_2=\frac{1}{120}$.

$\omega=50$ 时, $G_d(s)=\dfrac{K(\frac{1}{10}s+1)}{s(\frac{1}{5}s+1)}$

$$|G_d(j\omega)|=1$$

解得 $K=98.5$

∴ $G(s)=\dfrac{98.5(\frac{1}{10}s+1)}{s(\frac{1}{5}s+1)(\frac{1}{120}s+1)}$

② $\angle G(j\omega)=\arctan\frac{\omega}{10}-90^\circ-\arctan\frac{\omega}{5}-\arctan\frac{\omega}{120}$

$\omega=1$ 时, $\angle G(j\omega)=-96.1^\circ$

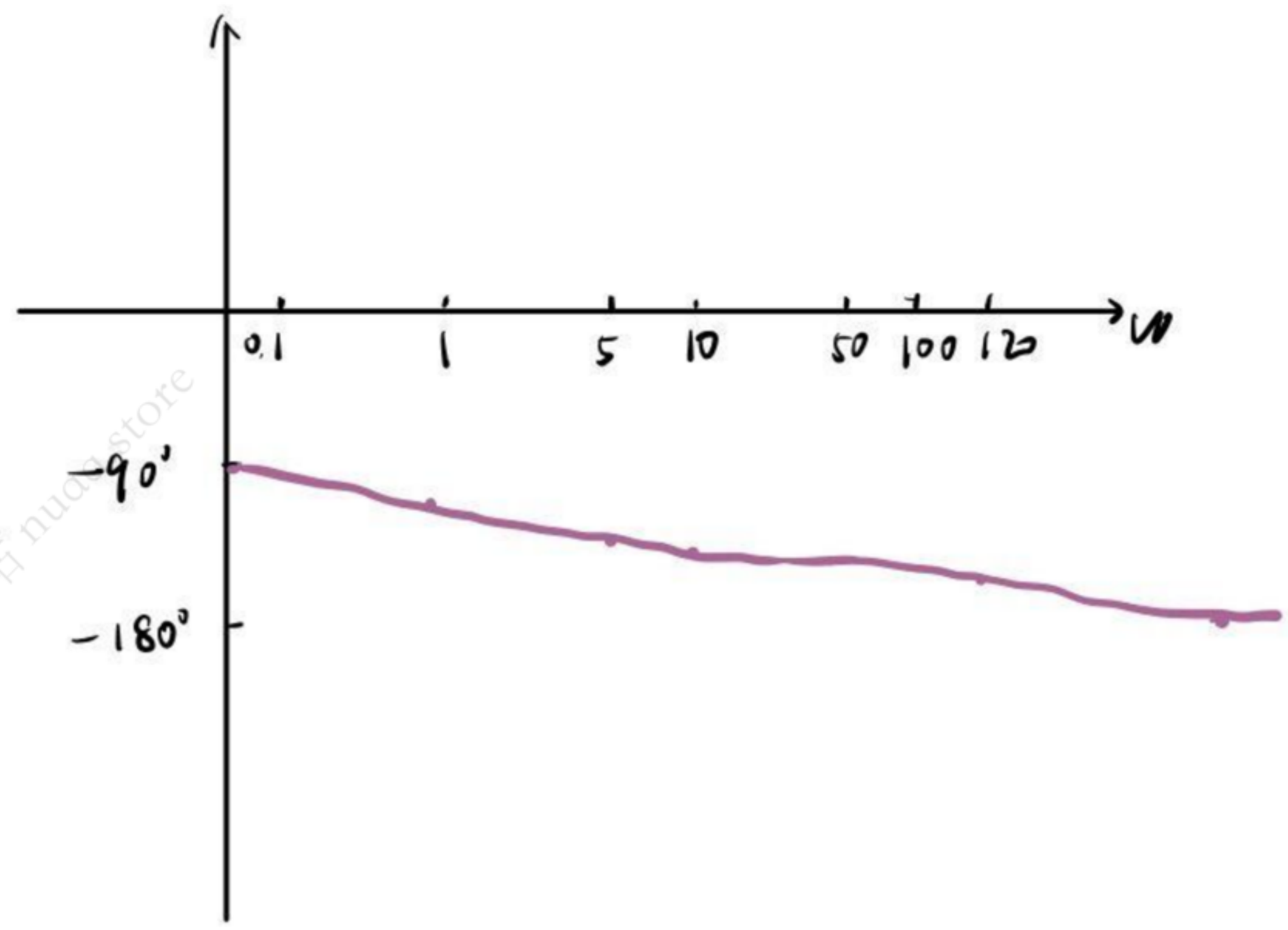
$\omega=5$ 时, $\angle G(j\omega)=-110.82^\circ$

$\omega=10$ 时, $\angle G(j\omega)=-113.2^\circ$

$\omega=50$ 时, $\angle G(j\omega)=-118.22^\circ$

$\omega=120$ 时, $\angle G(j\omega)=-137.38^\circ$

$\omega=\infty$ 时, $\angle G(j\omega)=-180^\circ$



∴ 相频特性曲线如右图

③ $\gamma=180^\circ+\angle G(j\omega_c)$

$=180^\circ-118.22^\circ=61.78^\circ>0$

∴ 系统稳定

五、① $G(z)=(1-\frac{1}{z})Z\left[\frac{K}{s^2}\right]$

$=(1-\frac{1}{z})\cdot\frac{KTz}{(z-1)^2}$

$=\frac{KT}{z-1}$

$\therefore D(z)=z-1+KT=0$

解得 $z=|1-KT|<1$

$\therefore 0<K<\frac{2}{T}$

② $0<T<\frac{2}{K}$ 时，系统稳定，$T=\frac{2}{K}$ 时，临界稳定，$T>\frac{2}{K}$ 时，不稳定

③ $T=1$ 时，$K_v=\lim\limits_{z\to1}(z-1)\cdot G(z)=K$

$e_{ss}=\frac{1}{K}\le0.1$，$K\ge10$

又 $\because 0<K<\frac{2}{T}$ 即 $0<K<2$ 时，系统稳定

$\therefore$ 若 $e_{ss}\le0.1$，系统不能稳定工作

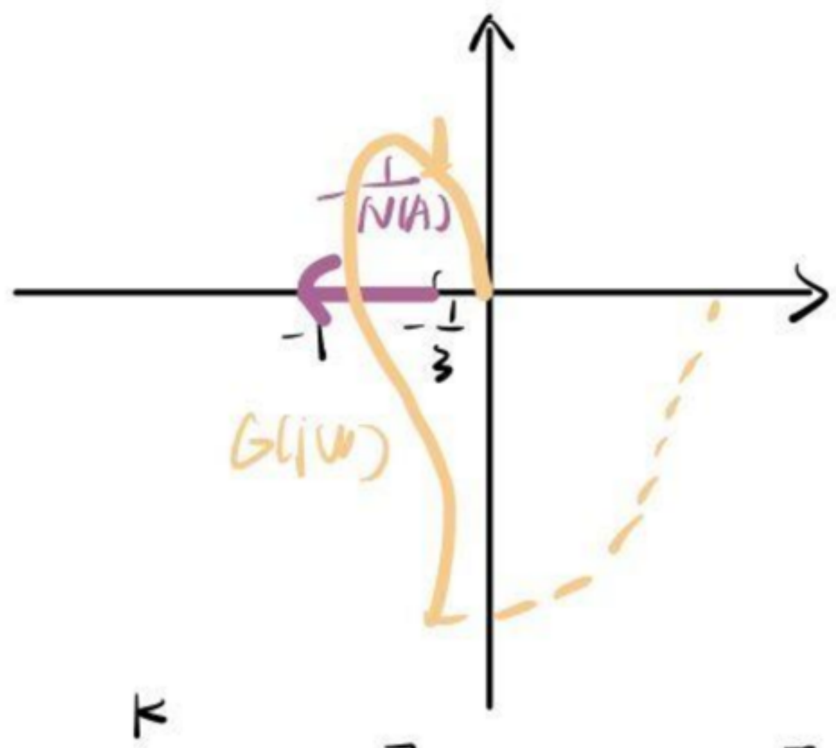
$\frac{2}{T}>10$，$0<T<0.2$ 时，可使系统稳定工作且 $e_{ss}\le0.1$

$\therefore$ ① $-\frac{1}{N(A)}=-\frac{A+2}{A+6}=-1+\frac{4}{A+6}$

$A=0$, $-\frac{1}{N(A)}=-\frac{1}{3}$, $A=\infty$, $-\frac{1}{N(A)}=-1$

$G(j\omega)=\frac{K}{-j\omega^3-2\omega^2+j\omega}$, $\omega_x=1$, $G(j\omega_x)=-\frac{K}{2}$

$\omega=0$, $G(j\omega)=\infty\angle-90^\circ$, $\omega=\infty$, $G(j\omega)=0\angle-270^\circ$



$\therefore$ $-\frac{K}{2}<-1$, 即 $K\geq2$ 时, 系统不稳定

$-\frac{K}{2}>-\frac{1}{3}$, 即 $0<K\leq\frac{2}{3}$ 时, 系统稳定

$\frac{2}{3}<K<2$ 时, 系统产生周期运动

② 系统周期运动是稳定的

$\omega=\omega_x=1$, $-\frac{1}{N(A)}=-\frac{A+2}{A+6}=-\frac{K}{2}$, $A=\frac{6K-4}{2-K}$