

# 自动控制原理.

## Lead Compensator 超前补偿器. 根轨迹角度.

复习前面的视频.

例



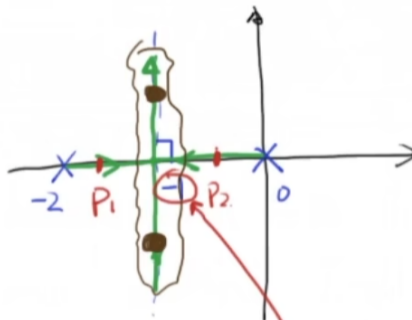
Proportional Controller.  
比例控制

根轨迹的标准式

$$G(s) = \frac{1}{s(s+2)}$$

(1) Plot Rootlocus 绘制根轨迹.

$$G(s) = \frac{1}{s(s+2)}$$



两个极点: 0, -2.  $\Rightarrow$  两条根轨迹指向无穷  
没有零点,

$$\text{渐近线: } \sigma_a = \frac{-2+0-0}{2} = -1$$

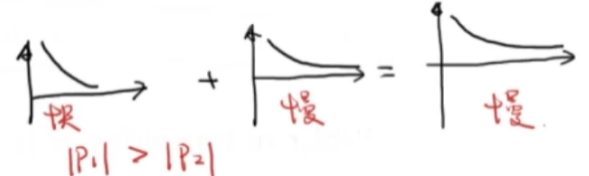
$$\theta_a = \frac{1}{2}\pi = 90^\circ$$

(2) System Performance 系统表现. 输入 Input:  $\delta(t)$  单位冲激.

k 较小时. 两实数根,  $P_1, P_2$ .  
根在实轴上

$$x(t) = C_1 e^{P_1 t} + C_2 e^{P_2 t}$$

Dominant Pole 主导极点  
 $P_1, P_2 < 0$



k 大, 根在复平面上.

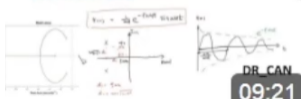
根从实轴跑到了复平面上.

不论如何改变 k 值, 都无法改变收敛速度.

$$x(t) = C e^{-\sigma t} \sin \omega t$$



【自动控制原理】  
7. 根轨迹 Part 1 - 根的作用  
Root Locus Part 1



DR CAN  
09:21

(3) 问: 改善系统, 加快收敛速度  $\Rightarrow$  改变根轨迹 <sup>24</sup> 希望根在  $-2 \pm 2\sqrt{3}$   
 根轨迹越靠近越好

$$G(s) = \frac{1}{s(s+2)}$$

在根轨迹上的点满足:

$$\angle K G(s) = -\pi$$

$$H K G(s) = 0$$

$$K G(s) = -1$$

零点到根的角度和 - 极点处到根的角度和

$$-120^\circ - 90^\circ = -210^\circ \neq -180^\circ$$

$\Rightarrow -2 \pm 2\sqrt{3}$  不在  $G(s) = \frac{1}{s(s+2)}$  的根轨迹上

$$H(s) = s+8$$



【自动控制原理】

9. 根轨迹 Part 3 - 分离点/汇合点和根的性质

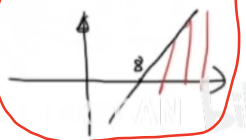
9

11:53

实际操作中要避免 PD 控制:

- 无法通过微分元件实现.
- 对高频噪声敏感.

Bode ( $s+8$ )



避免 PD 控制

超前补偿器

$$H(s) = \frac{s-z}{s-p}$$

$$|z| < |p|$$

Lead Compensator

加一个零点的同时也加一个极点.

$$G(s) = \frac{1}{s(s+2)}$$

在根轨迹上的点满足:

$$\angle K G(s) = -\pi$$

零点到根的角度和 - 极点处到根的角度和

$$-120^\circ - 70^\circ = -190^\circ \neq -180^\circ$$

$\Rightarrow -2 \pm 2\sqrt{3}$  不在  $G(s) = \frac{1}{s(s+2)}$  的根轨迹上

$$H(s) = s+8$$



【自动控制原理】

9. 根轨迹 Part 3 - 分离点/汇合点和根的性质

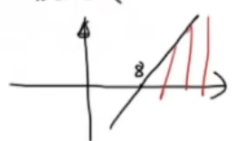
9

11:53

实际操作中要避免 PD 控制:

- 无法通过微分元件实现.
- 对高频噪声敏感.

Bode ( $s+8$ )



超前补偿器

$$H(s) = \frac{s-z}{s-p}$$

$$|z| < |p|$$

Lead Compensator

$$\sigma_a = \frac{p + (-2) + 0 - z}{2} = \frac{p-z}{2} - 1$$

向左拉. 根轨迹向左, 提高稳定性 加快反应速度.

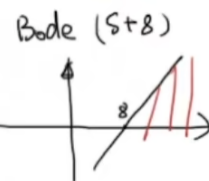
超前补偿器  
Lead Compensator

$$H(s) = \frac{s-z}{s-p} \quad |z| < |p|$$

$$\sigma_a = \frac{p + (-z) + 0}{2} = \frac{p-z}{2} - 1$$

根轨迹向左, 提高稳定性  
加快反应速度.

对高频噪声敏感.



$$\text{Bode}(H(s)) = \frac{s-z}{s-p}$$

相位超前.

