

# 自控第三次作业 孙成 24.03.31

## 1. 求稳定时k值范围

$$G(s) = \frac{k(0.5s+1)}{s(s+1)(0.5s^2+s+1)}$$

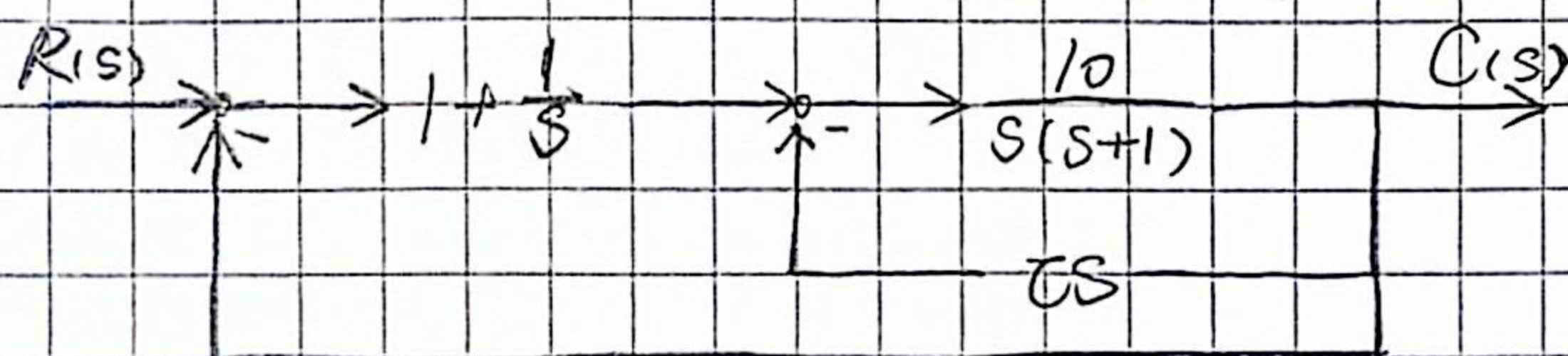
$$D(s) = s(s+1)(0.5s^2+s+1) + k(0.5s+1) = \frac{1}{2}s^4 + \frac{3}{2}s^3 + 2s^2 + (\frac{k+2}{2})s + k$$

$$\Rightarrow s^4 + 3s^3 + 4s^2 + (k+2)s + 2k = 0$$

$s^4$	1	4	$2k$
$s^3$	3	$(k+2)$	
$s^2$	$\frac{10-k}{3}$	$2k$	
$s^1$	$\frac{20-10k-k^2}{(10-k)}$		
$s^0$	$2k$		

$$\Rightarrow \begin{cases} 10-k > 0 \\ 20-10k-k^2 > 0 \\ k > 0 \end{cases} \Rightarrow 0 < k < 1.708$$

## 2. 已知系统结构用Routh判据求系统稳定时 $\tau$ 的范围



$$\phi_1 = \frac{\frac{10}{s(s+1)}}{1 + \tau s \frac{10}{s(s+1)}} = \frac{10}{s^2 + (10\tau + 1)s}$$

$$\phi = \frac{(1 + \frac{1}{s}) \phi_1}{1 + (1 + \frac{1}{s}) \phi_1} = \frac{10s + 10}{s^3 + (10\tau + 1)s^2 + 10s + 10}$$

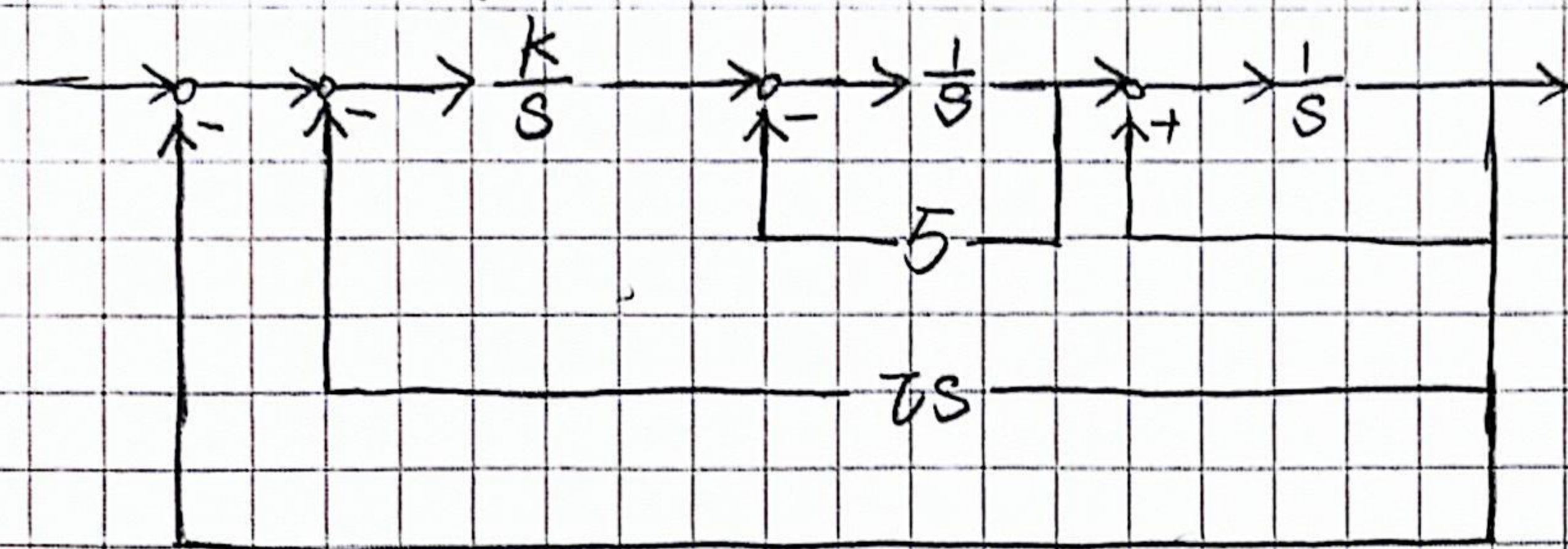
$$D(s) = s^3 + (10\tau + 1)s^2 + 10s + 10$$

$s^3$	1	10
$s^2$	$(10\tau + 1)$	10
$s^1$	$100\tau$	$10\tau + 1$
$s^0$	10	

$$\Rightarrow \begin{cases} 10\tau + 1 > 0 \\ 100\tau > 0 \end{cases} \Rightarrow \tau > 0$$



3. 系统结构如图 (1) 稳定的充要条件 (2)  $k=5$  时求  $\tau$  的范围



解

$$(1) \phi_1 = \frac{\frac{1}{s}}{1 + \frac{1}{s} \cdot 5} = \frac{1}{s+5} \quad \phi_2 = \frac{\frac{1}{s}}{1 - \frac{1}{s}} = \frac{1}{s-1}$$

$$\phi_3 = \frac{\frac{K}{s} \cdot \frac{1}{s+5} \cdot \frac{1}{s-1}}{1 + \frac{K}{s} \cdot \frac{1}{s+5} \cdot \frac{1}{s-1} \cdot \tau s} = \frac{K}{s^3 + 4s^2 + (K\tau - 5)s}$$

$$\phi = \frac{\phi_3}{1 + \phi_3} = \frac{K}{s^3 + 4s^2 + (K\tau - 5)s + K}$$

$$s^3 \quad | \quad (K\tau - 5)$$

$$s^2 \quad | \quad 4 \quad K$$

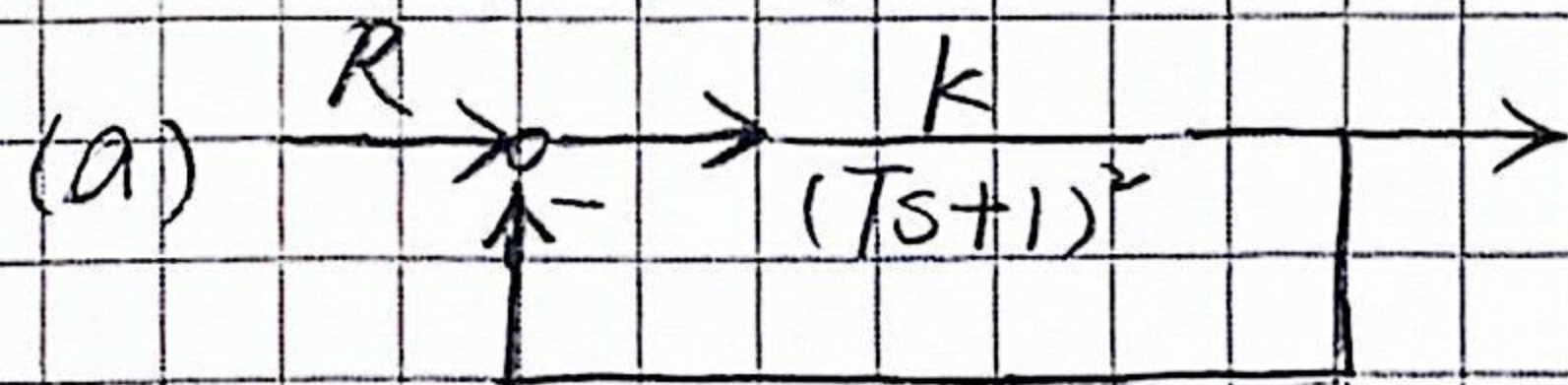
$$s^1 \quad | \quad (K\tau - 5 - \frac{K}{4})$$

$$s^0 \quad | \quad K$$

$$\Rightarrow \begin{cases} K > 0 \\ 4K\tau - K - 20 > 0 \end{cases}$$

$$(2) \quad k=5 \text{ 时} \quad 20\tau - 25 > 0 \quad \text{即} \quad \tau > \frac{5}{4}$$

4. 分别确定各系统  $K$  的稳定域 说明各环节的影响



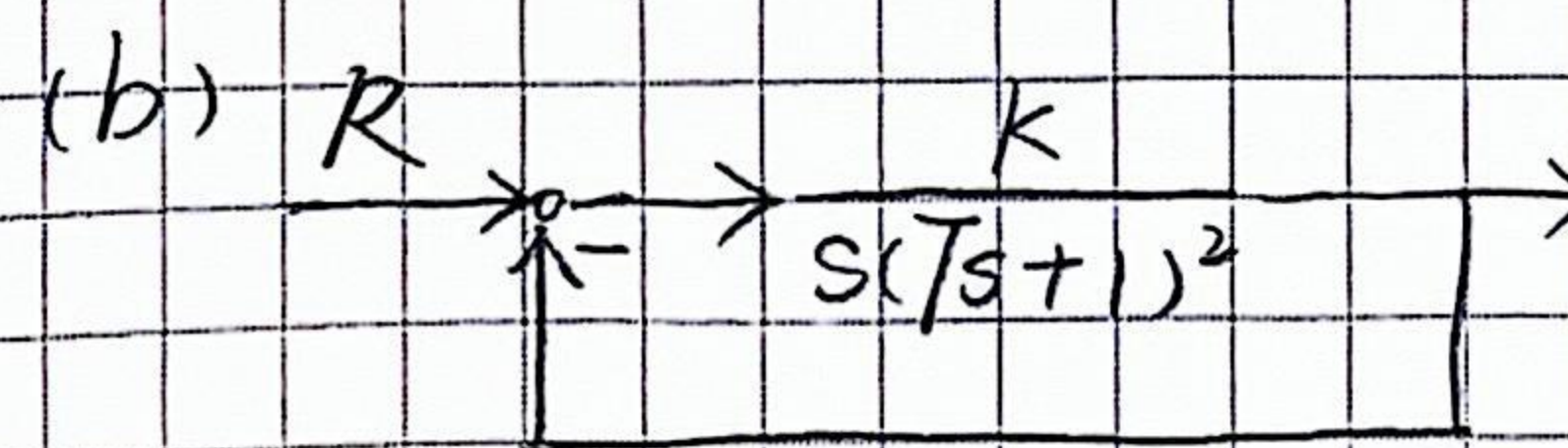
$$D(s) = T^2 s^2 + 2Ts + (K+1)$$

$$s^2 \quad | \quad T^2 \quad (K+1)$$

$$s^1 \quad | \quad 2T$$

$$s^0 \quad | \quad K+1$$

$$\Rightarrow K+1 > 0 \quad \text{即} \quad K > -1$$



$$D(s) = T^2 s^3 + 2Ts^2 + s + K$$

$$s^3 \quad | \quad T^2 \quad 1$$

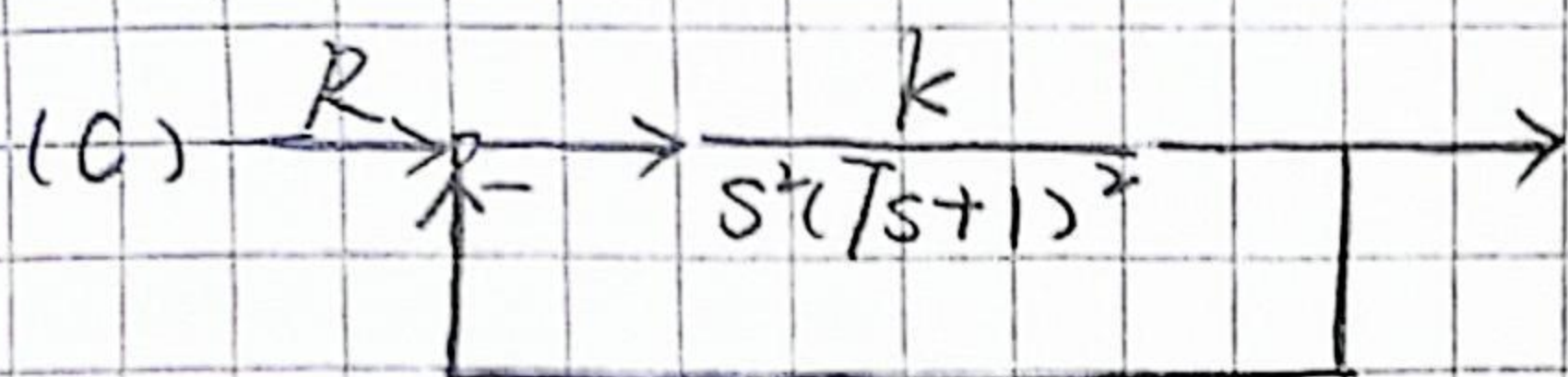
$$s^2 \quad | \quad 2T \quad K$$

$$s^1 \quad | \quad 1 - \frac{KT}{2}$$

$$s^0 \quad | \quad K$$

$$\Rightarrow \begin{cases} K > 0 \\ 1 - \frac{KT}{2} > 0 \end{cases} \Rightarrow 0 < K < \frac{2}{T}$$





$$D(s) = T^2 s^4 + 2Ts^3 + s^2 + k$$

由于系数缺项 故系统不稳定

积分环节越多 系统稳定性越差

5. 判断系统是否稳定 是否具有  $\sigma=1$  的稳定裕度

$$G(s) = \frac{4}{2s^3 + 10s^2 + 13s + 1}$$

$$D(s) = 2s^3 + 10s^2 + 13s + 5$$

$$\begin{array}{c|cc} s^3 & 2 & 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{c|cc} s^2 & 10 & 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{c|cc} s^1 & 12 & \end{array}$$

$$\begin{array}{c|cc} s^0 & 15 & \end{array}$$

$\Rightarrow$  系统稳定

$$D(s-1) = 2(s-1)^3 + 10(s-1)^2 + 13(s-1) + 5 = 2s^3 + 4s^2 - s$$

由于存在系数小于0

故不具有  $\sigma=1$  的稳定裕度