

Regelungstechnik 2

FS 24 Prof. Dr. Lukas Ortmann

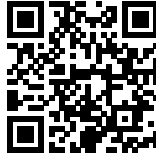
Autoren:

Authors

Version:

1.0.20240224

<https://github.com/P4ntomime/regelungstechnik-2>

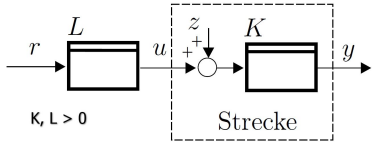


Inhaltsverzeichnis

1 Regelkreise aus LTI-Systemen (S. 105)	2		
1.1 Steuerung	2	1.2 Regelung	2
		1.3 Stabilität eines Systems mit Rückkopplung	2

1 Regelkreise aus LTI-Systemen (S. 105)

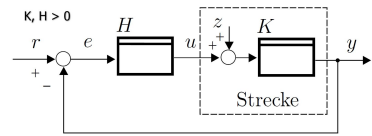
1.1 Steuerung



Eine Steuerung besitzt **keine Rückkopplung** und ist somit ein **offener Regelkreis**

$$y = \underbrace{KL \cdot r}_{\text{Sensitivität}} + \underbrace{K \cdot z}_{\text{Störung}}$$

1.2 Regelung



Eine regelung besitzt eine **Gegenkopplung**

$$y = KH \cdot (r - y) + K \cdot z$$

$$y = \underbrace{\frac{KH}{1 + KH}}_{\text{Sensitivität}} \cdot r + \underbrace{\frac{K}{1 + KH}}_{\text{Störungsunterdrückung}} \cdot z$$

1.2.1 Störungsunterdrückung (S. 106)

Ein Regler ist vorteilhaft, um Störungen zu unterdrücken, denn für die Verstärkung der Störung z gilt:

$$\lim_{H \rightarrow \infty} \frac{K}{1 + KH} \cdot z = 0$$

⇒ Hat der Regler eine grosse Verstärkung H , so wird die Störung z unterdrückt

⇒ Bei einer Steuerung wird die Störung nicht unterdrückt

1.2.2 Sensitivität (Empfindlichkeit) (S. 106)

Für die Sensitivität eines Reglers gilt:

$$\lim_{H \rightarrow \infty} \frac{KH}{1 + KH} \cdot r = 1$$

⇒ Hat der Regler eine grosse Verstärkung H , so ist $y \approx r$ (Ausgang \approx Sollwert)

⇒ Bei einer Steuerung muss $H = \frac{1}{L}$ sein, damit $y \approx r$

1.2.3 Stabilitätsproblem (S. 109-110)

Sobald ein offener Regelkreis (Steuerung) geschlossen wird, muss darauf geachtet werden, dass das System stabil ist.

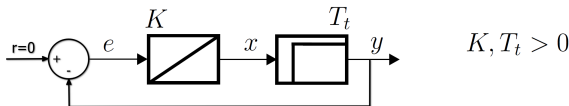
1.3 Stabilität eines Systems mit Rückkopplung

stabil:	Verstärkung $ V < 1$	System schwingt nicht
grenzstabil:	Verstärkung $V = -1$	System schwingt mit konstanter Ampl.
instabil:	Verstärkung $ V > 1$	System schwingt mit zunehmender Ampl.

1.3.1 Berechnung Grenzstabilität (S. 111)

Für Grenzstabilität muss für die Verstärkung des Systems gelten: $V = -1$

Beispiel: Grenzstabilität System aus I-Glied und Totzeitglied



Es muss gelten: $y(t) = -e(t)$ unter der Annahme, dass $e(t) = A \cdot \cos(\omega t)$

$$\begin{aligned} x(t) &= K \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau + x_0 = K \cdot \int_0^t A \cdot \cos(\omega \tau) d\tau + x_0 = K \frac{A}{\omega} \sin(\omega \tau) \Big|_0^t + x_0 \\ &= \frac{KA}{\omega} \sin(\omega t) + \underbrace{x_0}_0 \end{aligned}$$

$$y(t) = x(t - T_t) = \frac{KA}{\omega} \sin(\omega(t - T_t)) = \frac{KA}{\omega} \cos(\omega(t - T_t) - \frac{\pi}{2})$$

Koeffizientenvergleich:

$$\underbrace{\frac{KA}{\omega} \cos(\omega t - \omega T_t - \frac{\pi}{2})}_{y(t)} = -A \cos(\omega t) = \underbrace{A \cdot \cos(\omega t - \pi)}_{-e(t)}$$

⇒ Wenn der Regler die Verstärkung K hat ist das System grenzstabil und das System schwingt für alle Zeit mit der Frequenz ω

⇒ Die Verstärkung K muss vermieden werden!