

Industriell reglerteknik

Föreläsning 5a: Inställning av PID-regulatorer

Martin Enqvist

Reglerteknik
Institutionen för systemteknik
Linköpings universitet

PID-inställning

Hur ställer man in en PID-regulator?

- (i) Ad hoc
- (ii) Mha optimering
- (iii) Modellbaserat

Här: (iii)! Typiska delmoment:

1. Utför ett experiment (oftast: mät stegsvar eller självsvängning)
2. Anpassa en modell till data
3. Använd modellen för inställning av PID-parametrarna

IMC-baserad PID-inställning

IMC-regulator:

$$F(s) = \frac{Q(s)}{1 - Q(s)G(s)}$$

Det slutna systemet blir:

$$G_{ry}(s) = G(s)Q(s)$$

Välj:

$$Q(s) \approx \frac{1}{G(s)}$$

IMC-baserad PID-inställning...

System:

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

Valet $Q(s) = 1/((sT_c + 1)G(s))$ ger IMC-regulatorn

$$F(s) = \frac{T}{K_p T_c} \left(1 + \frac{1}{Ts} \right)$$

IMC-baserad inställningsregel för PI-regulator:

$$K = \frac{T}{K_p T_c}, \quad T_i = T$$

IMC-baserad PID-inställning...

System:

$$G(s) = \frac{K_p}{sT + 1} e^{-sL}$$

Valet $Q(s) = (sT + 1)/(K_p(sT_c + 1))$ (samma som förut) ger IMC-regulatorn

$$F(s) = \frac{sT + 1}{K_p(sT_c + 1 - e^{-sL})}$$

dvs. den förra PI-regulatorn med dödtidskompensering (smithprediktor).

IMC-baserad PID-inställning. . .

Med hjälp av padéapproximationen

$$e^{-sL} \approx \frac{1 - sL/2}{1 + sL/2}$$

kan man skriva om regulatorn som

$$F(s) \approx \frac{T + L/2}{K_p(T_c + L)} \left(1 + \frac{1}{(T + L/2)s} + \frac{TLs}{2(T + L/2)} \right)$$

IMC-baserad inställningsregel för PID-regulator:

$$K = \frac{T + L/2}{K_p(T_c + L)}, \quad T_i = T + L/2, \quad T_d = \frac{TL}{2(T + L/2)}$$

Lambdatrimning

System:

$$G(s) = \frac{K_p}{sT + 1} e^{-sL}$$

Vid lambdatrimning av en PI-regulator använder man inställningsregeln

$$K = \frac{T}{K_p(\lambda T + L)}, \quad T_i = T$$

Notera: Då $L = 0$ sammanfaller lambda- och IMC-trimning.

Ziegler-Nichols inställningsregler

Ziegler-Nichols inställningsregler för modellen

$$G(s) = \frac{b}{s} e^{-sL}$$

är

Regulator	K	T_i	T_d
P	$1/(bL)$		
PI	$0.9/(bL)$	$3L$	
PID	$1.2/(bL)$	$2L$	$L/2$

Ziegler-Nichols inställningsregler...

Ziegler-Nichols inställningsregler för modellen

$$G(i2\pi/T_u) = -1/K_u$$

är

Regulator	K	T_i	T_d
P	$0.5K_u$		
PI	$0.4K_u$	$0.8T_u$	
PID	$0.6K_u$	$T_u/2$	$T_u/8$

Specificering av punkt på nyquistkurvan

Genom parametervalet

$$K = 0.35K_u, \quad T_i = 0.76T_u, \quad T_d = 0.19T_u$$

baserat på modellen

$$G(i2\pi/T_u) = -1/K_u$$

specificerar man en lämplig punkt på kretsförstärkningens nyquistkurva.

Åström-Hägglunds inställningsregler

Åström-Hägglunds inställningsregler för placering av dominerade poler för modellen

$$G(s) = \frac{K_p}{1 + sT} e^{-sL}, \quad a = K_p L / T$$

är

Regulator	K	T_i	T_d	α
PI	$0.4/a, (0.2/a)$	$0.7T$		$0.5, (1)$
PID	$0.9/a, (0.5/a)$	T	$0.25T$	$0.3, (0.5)$

Åström-Hägglunds inställningsregler...

Åström-Hägglunds inställningsregler för placering av dominerade poler för modellen

$$G(i2\pi/T_u) = -1/K_u$$

är

Regulator	K	T_i	T_d	α
PI	$0.2K_u, (0.1K_u)$	$0.2T_u$		$0.5, (1.2)$
PID	$0.5K_u, (0.25K_u)$	$0.3T_u$	$0.09T_u$	$0.2, (0.6)$

Sammanfattning

- IMC- och lambdatrimning
- Ziegler-Nichols inställningsregler
- Specificering av punkt på nyquistkurvan
- Åström-Hägglunds inställningsregler

www.liu.se