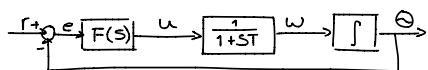


Ex DC-motorservo (Inlem 1)

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



P-regulator: $G_{ro}(s) = \frac{\frac{K_p}{s(1+ST)}}{1 + \frac{K_p}{s(1+ST)}} = \frac{K_p}{s^2 + \frac{1}{T}s + K_p}$

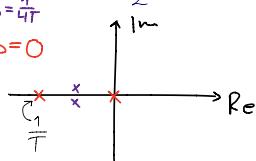
$$KE: s^2 + \frac{1}{T}s + \frac{1}{T}K_p = 0$$

R-H: $\begin{array}{c|cc} s^2 & 1 & \frac{K_p}{T} \\ s^1 & 0 & 0 \\ s^0 & 0 & 0 \end{array}$ Stabil om $K_p > 0$

Slutna systemets poler: $s = \frac{1 \pm \sqrt{1-4K_pT}}{2}$

Här börjar kkr $K_p = \frac{1}{4T}$

$$K_p = 0$$



PD-regulator: $F(s) = K_p + K_d s \Rightarrow G_{ro}(s) = \frac{\frac{K_p + K_d s}{s(1+ST)}}{1 + \frac{K_p + K_d s}{s(1+ST)}} = \frac{K_p + K_d s}{s^2 + \frac{1+K_d}{T}s + K_p}$

$$KE: s^2 + \frac{1+K_d}{T}s + \frac{K_p}{T} = 0$$

Polplacering

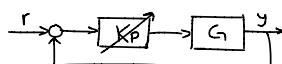
Bestäm var slutna systemets poler ska placeras

$$\text{Ponera att vi söker: } s_1 = -a, s_2 = -b \Rightarrow s^2 + (a+b)s + ab = 0$$

Patternmatcha mot vår KE!

Patternmatching $\Rightarrow \frac{1+K_d}{T} = a+b \Rightarrow K_d = (a+b)T - 1$
 $\frac{K_p}{T} = ab \Rightarrow K_p = abT$

Ziegler-Nichols svängningsmetod



Skär i -1.

1. Sätt $F(s) = K_p$
2. Öka K_p tills systemet börjar självsvänga $\Rightarrow \omega_n$
3. $T_o = \frac{2\pi}{\omega_n}$
4. Kolla i tabell!

Kommer ej på tentan!

Lambda-metoden

Används för att ställa in PI-regulatorer för att åstadkomma en given överföringsfunktion från r till y :

$$G_{ry} \approx \frac{e^{-s\tau_d}}{1 + \lambda s}$$

baserat på en approximativ processmodell.

| Processmodell | K | T_i |
|---|-------------------------------------|---------------------|
| $G_p = \frac{Ke^{-s\tau_d}}{1 + s\tau}$ | $\frac{\tau}{K(\lambda + \tau_d)}$ | τ |
| $G_p = \frac{Ke^{-s\tau_d}}{s}$ | $\frac{T_i}{K(\lambda + \tau_d)^2}$ | $2\lambda + \tau_d$ |

λ väljs vanligen i intervallet $0.5\tau - 3\tau$.

Metoden är populär (och väldigt användbar!) i processindustrin genom att man bara behöver trimma regulatorn med en parameter som dessutom är lätt att relatera till.

!!

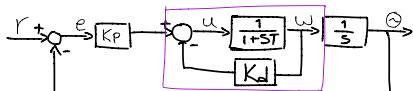


Alternativa regulatorstrukturer

Inre återföring

Ex DC-motorservo

$$\frac{\frac{1}{1+sT}}{1 + \frac{1}{1+sT}} = \frac{1}{sT+1+K_d}$$



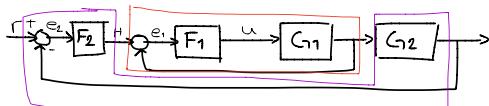
$$G_{ro}(s) = \frac{\frac{K_p}{sT + 1 + K_d T}}{1 + \frac{K_p}{sT + 1 + K_d T}} = \frac{K_p}{s^2 T + (1 - K_d)s + K_p} = \frac{K_p}{s^2 + \frac{1+K_d}{T}s + \frac{K_p}{T}}$$

dvs samma effekt som fås av en PD-regulator men vi behöver inte derivera felsignalen.

K_p och K_d kan bestämma det slutna systemets dynamik.

Kaskadreglering

Generalisering av inre återföring.



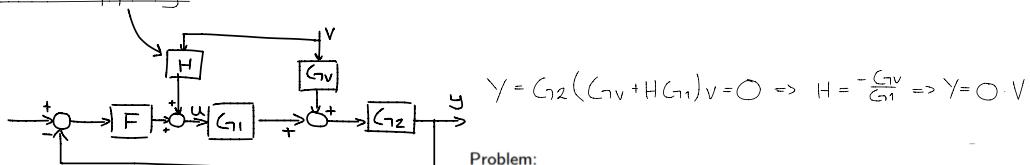
Notera: 2 mätningar men en styrsignal, u .

Tidsskalor: Inre loopen snabb

$$\Rightarrow -\text{[F}_2\text{]} \rightarrow \text{[K}_1\text{]} \rightarrow \text{[G}_1\text{]}$$

Ytterloopen långsam.

Framkoppling



Problem:

1. Ej för stora modellfel.
2. F_{FF} stabil \Rightarrow nollställena till $G_1 \in VHP$.
3. F_{FF} kausal \Leftrightarrow dödtid hos $G_v \geq$ dödtid hos G_1 .
4. F_{FF} proper \Leftrightarrow grad(nämnare) \geq grad(täljare).

(1) Gör en försiktig kompensering. (2-4) Stråva efter att minimera påverkan i det frekvensområde där de huvudsakliga störningarna är. Är störningarna lågfrekventa ger ofta $F_{FF} = -G_v(0)/G_1(0)$ ändå en markant förbättring.

!!

PID-summering

P-regulator

- + Enkel
- Dålig statisk nogrannhet, d v s om r konstant så blir i regel $y \neq r$

PI-regulator

- + God statisk nogrannhet, d v s om r konstant blir i regel $y = r$
- + Långsamma processstörningar regleras bort väl
- Försämrade stabilitetsmarginaler (I-verkan medför ökad negativ fasvridning)

D-verkan

- + Förbättrad stabilitet
- + Snabbare reglering möjlig
- Ökad känslighet för mätstörningar

OBS1: en ren D-verkan $K_d \frac{de}{dt}$ kan i praktiken inte realiseras eftersom det kräver oändliga styrsignaler.

OBS2: Vid börvärdesändring kan D-verkan orsaka alltför häftiga styrsignalförändringar.

För att undvika detta kan man låta D-delen endast verka på y :

$$u(t) = K_p(r(t) - y(t)) + K_i \int_0^t (r(\tau) - y(\tau)) d\tau - K_d \frac{d}{dt} y(t)$$