Industriell reglerteknik

Föreläsning 4a: Framkoppling från referenssignal

Martin Enqvist

Reglerteknik
Institutionen för systemteknik
Linköpings universitet

LINKÖPING UNIVERSITY

Servoproblemet

Servoproblemet: Se till att utsignalen $y(t)$ följer en (varierande) referenssignal $r(t)$ så "bra" som möjligt.

Beskriv önskemålen med en referensmodell:

$$\boxed{y_r(t) = G_m(p)r(t)}$$

Ibland: $G_m(s) = 1$

Oftare: Mjukare referensföljning, t.ex.:

$$G_m(s) = \frac{1}{1 + sT}, \quad (T \;=\; \text{önskad tidskonstant för } G_{ry})$$

Servoproblemet…

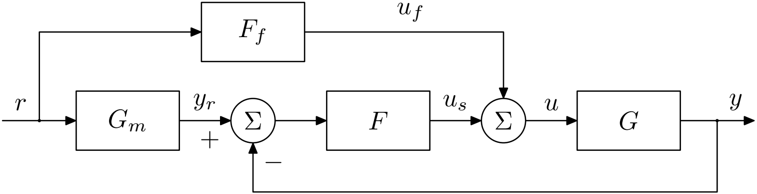
Ibland löser man servoproblemet enbart med återkoppling.

Detta försvåras dock av delvis motstridiga krav på

- störningsundertryckning
- robusthet

Lösning: Extra frihetsgrad i regulatorn
$\Rightarrow$ Framkoppling från referenssignalen

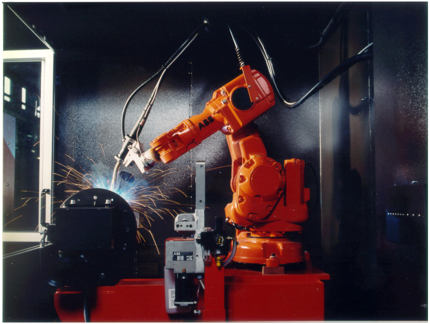
Framkoppling från referenssignalen



Framkoppling från referenssignalen. . .

Framkoppling från referenssignalen:

- Intressant för de flesta servoproblem.
  Exempel: Reglering av industrirobotar.
- Möjliggör snabb referensföljning med goda stabilitetsmarginaler.
- Möjliggör långsam referensföljning med snabb störningsundertryckning.



En IRB140-robot som svetsar.
Foto: ABB

Exempel: Ideal framkoppling

System som beskriver hur en patients blodtrycksminskning beror på mängden narkosmedel under en operation:

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

(insignal: ventilläge som styr tillförseln av narkosmedel, utsignal: minskning i medelartärtrycket)

PID-regulator (designexempel i Dorf och Bishop (2011), sid. 281):

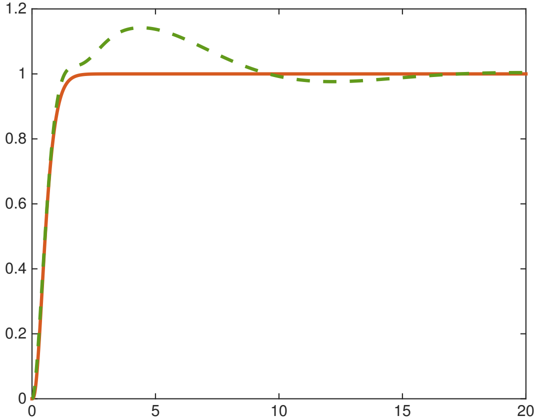
$$F(s) = 5 + \frac{2}{s} + 7s$$

Referensmodell och ideal framkoppling:

$$G_m(s) = \frac{1}{(0.2s + 1)^3}, \quad F_f(s) = \frac{G_m(s)}{G(s)} = \frac{(s^3 + 4s^2 + 4s)}{(0.2s + 1)^3}$$

Exempel: Ideal framkoppling. . .

Stegsvar för G_{ry}:



(tidsaxel i minuter)

Grönt, streckat: PID-reglering

Rött, heldraget: PID-reglering + ideal framkoppling

Exempel: Icke-minfassystem

Betrakta icke-minfassystemet

$$G(s) = \frac{-s+8}{(s+2)(s+3)}$$

och referensmodellen

$$G_m(s) = \frac{7}{s+7}.$$

PI-regulator:

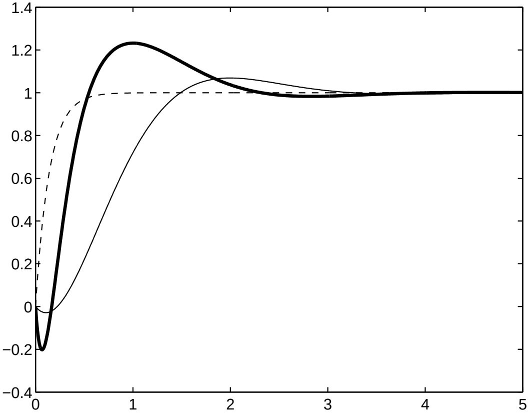
$$F(s) = 0.564\left(1 + \frac{1}{0.553s}\right)$$

Framkoppling:

$$F_f(s) = G_m(s)G^{\dagger}(s) = \frac{7(s+2)(s+3)}{(s+7)(s+8)}$$

Exempel: Icke-minfassystem...

Stegsvar för G_{ry}:



Streckad linje: Önskat stegsvar
Tjock linje: PI-reglering + framkoppling
Tunn linje: PI-reglering

Exempel: Icke-minfassystem...

Alternativ: Inkludera icke-minfasnollstället i G_m:

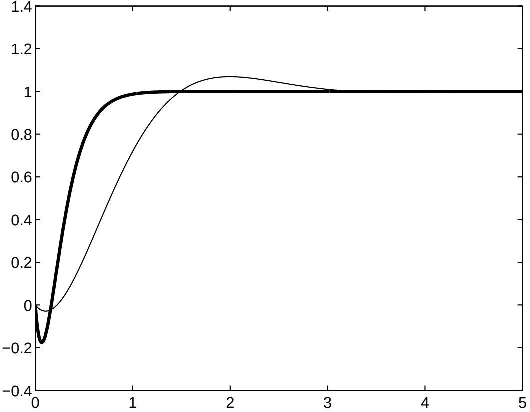
$$G_m(s) = \frac{49(-s+8)}{8(s+7)(s+7)}$$

Detta ger framkopplingslänken

$$F_f(s) = \frac{G_m(s)}{G(s)} = \frac{49(s+2)(s+3)}{8(s+7)(s+7)}$$

Exempel: Icke-minfassystem...

Stegsvar för G_{ry}:



Tjock linje: PI-reglering + framkoppling (modifierat G_m)
Tunn linje: PI-reglering

Exempel: Neutral framkoppling

Betrakta systemet

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)^4}.$$

Approximativ modell:

$$\hat{G}(s) = \frac{1}{1+2.50s} e^{-1.94s}$$

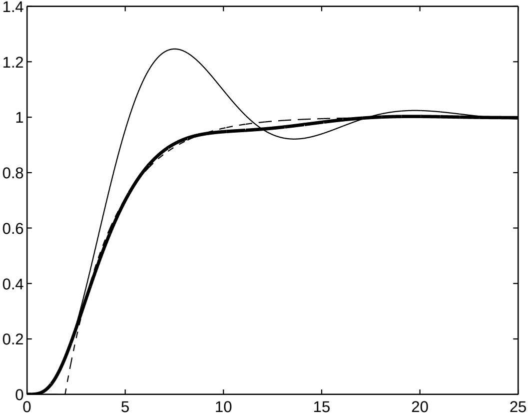
PI-regulator:

$$F(s) = 0.775 \left(1 + \frac{1}{2.05s} \right)$$

Neutral framkoppling: $G_m(s) = \hat{G}(s)$, $F_f(s) = 1$

Exempel: Neutral framkoppling...

Stegsvar för G_{ry}:



Streckad linje: Önskat stegsvar
Tjock linje: PI-reglering + neutral framkoppling
Tunn linje: PI-reglering

Sammanfattning

- Framkoppling från referenssignal (samt återkoppling): Ett smidigt sätt att lösa referensföljningsproblemet om man har en skaplig modell.
- Välj $G_m(s)$ så att $F_f(s)$ blir stabil, kausal och proper vid ideal framkoppling
- Neutral framkoppling

www.liu.se