

# Industriell reglerteknik

## Föreläsning 3b: IMC, dödtidskompensering

Martin Enqvist

Reglerteknik  
Institutionen för systemteknik  
Linköpings universitet

# Mål med reglering

Mål:

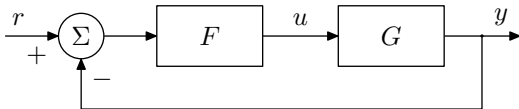
- stabilisering
- referensföljning ( $G_c \approx 1$ )
- störningsundertryckning
  - känslighetsfunktionen  $S$  ska vara liten (systemstörningar)
  - komplementära känslighetsfunktionen  $T$  ska vara liten (mätstörningar)
- $T$  ska vara liten av robusthets skäl (modellfel)

Desutom:  $S + T = 1$ , styrsignalen är begränsad

Motstridiga krav!

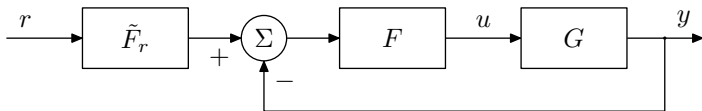
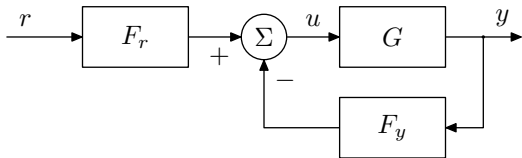
# Frihetsgrader

Regulator med en frihetsgrad:



# Frihetsgrader...

Regulatorer med två frihetsgrader:



# Designprinciper

Ett sätt att karakterisera några av de vanligaste metoderna för reglerdesign är att dela in dem i följande kategorier:

- **Polplacering** (antingen m.h.a. överföringsfunktioner eller med tillståndsmodeller)
- **Kretsformning** (t.ex. lead-lag-reglering,  $\mathcal{H}_\infty$ -reglering och liknande metoder, quantitative feedback tuning (QFT))
- **Förkortningsbaserade metoder** (t.ex. direkt beräkning av regulator utifrån önskat  $G_c$ , regulatorer med intern modell (IMC), framkoppling)
- **Optimeringsbaserade metoder** (t.ex. linjärkvadratisk reglering (LQ), modellbaserad prediktionsreglering (MPC), optimal styrning)

# IMC: Val av $Q$

Tips på hur  $Q$  kan väljas i några olika fall:

- $G$  har fler poler än nollställen: Välj

$$Q(s) = \frac{1}{(sT_c + 1)^n G(s)}$$

där  $n$  är valt så att  $Q$  blir realiserbar. ( $T_c \leftrightarrow$  slutna systemets bandbredd)

- $G$  är ett icke-minfssystem ( $G$  innehåller faktorn  $(-\beta s + 1)$ ):
  - (a) Bortse från  $(-\beta s + 1)$  då  $Q \approx 1/G$  bildas.
  - (b) Ersätt  $(-\beta s + 1)$  med  $(\beta s + 1)$  då  $Q \approx 1/G$  bildas.

# IMC: Val av $Q$ ...

- $G$  innehåller en tidsfördröjning ( $G$  innehåller faktorn  $e^{-sL}$ ):
  - (a) Bortse från  $e^{-sL}$  då  $Q \approx 1/G$  bildas.
  - (b) Approximera  $e^{-sL}$  med

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

och gör som i fall 2 (icke-minfas) då  $Q \approx 1/G$  bildas. Använd eventuellt samma approximation i regulatorns interna modell.

# Sammanfattning

- Regulatorer med interna modeller (IMC)
- Dödtidskompensering (smithprediktorn)



[www.liu.se](http://www.liu.se)