

Föreläsning 1

- Vad är systemteknik och reglerteknik?
- Grundläggande begrepp
- Grafiska representationer
- Styrstrategier
 - Öppen styrning, framkoppling
 - Sluten styrning, återkoppling

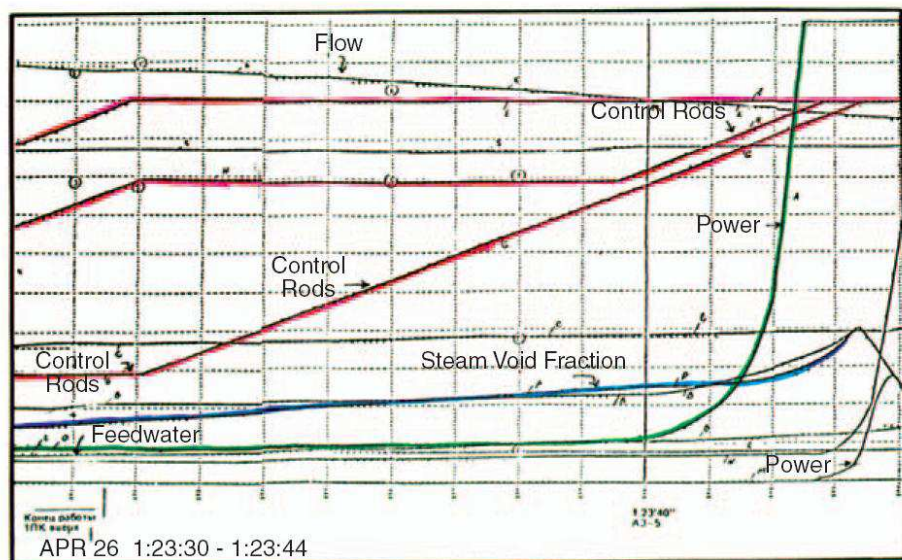
Rekommenderad läsning: *Process Control*: 1.1–1.6, 2.1–2.2

Vad är systemteknik och reglerteknik?

Systemteknik handlar om **dynamiska system**

- Hur kan man modellera dynamiska system?
- Hur kan man förstå hur ett komplext system bestående av många delsystem beter sig?
- Hur kan man få ett system att bete sig som man vill? (Reglerteknik)

Vilket system är (var!) det här?



Vad är systemteknik?

Systemteknik behandlar **fundamentala systemprinciper**, såsom

- framkoppling
- återkoppling
- stabilitet

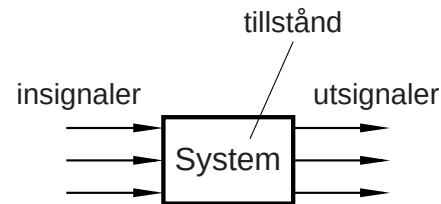
Den generella systemteorin måste alltid kompletteras med specifik ämneskunskap

- Kemiteknik, bioteknik, ekosystemteknik

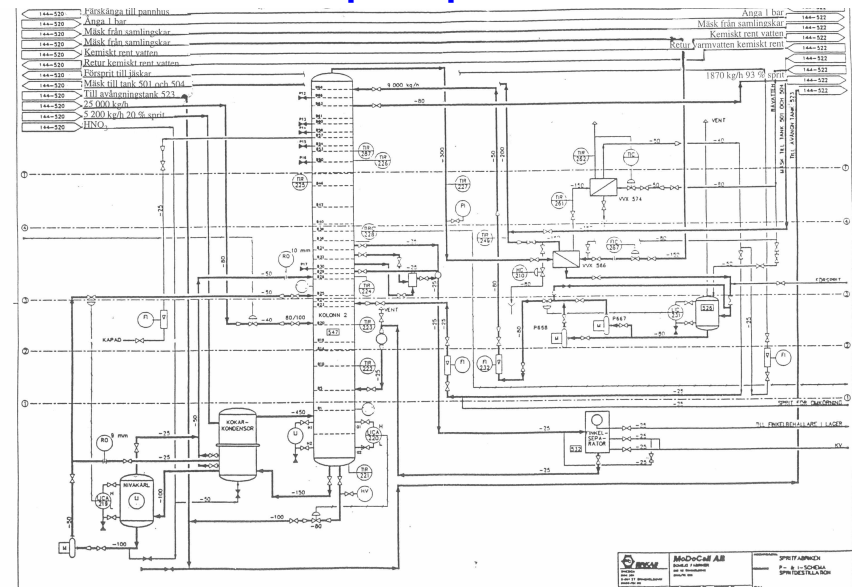
Vad är ett system?

Nästan vad som helst!

- Mekaniska system
- Elektriska system
- Kommunikationssystem
- Biologiska system
- Ekologiska system
- Finansiella system
- ...

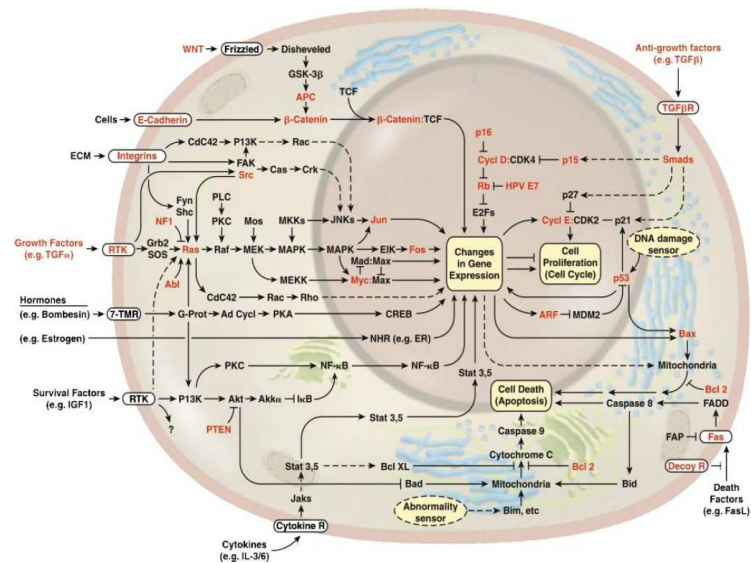


Exempel: spritfabrik

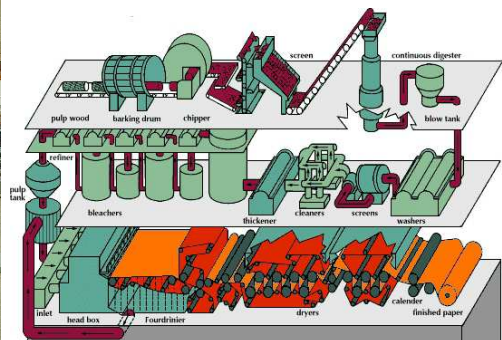


[<http://www2.chemeng.lth.se/edu/KTE170/image/processschema2.jpg>, 2009]

Exempel: cell

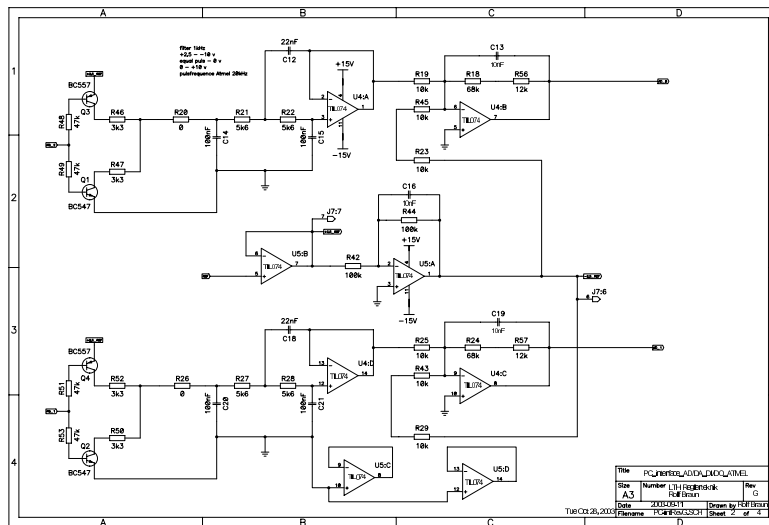


Exempel: papperstillverkning



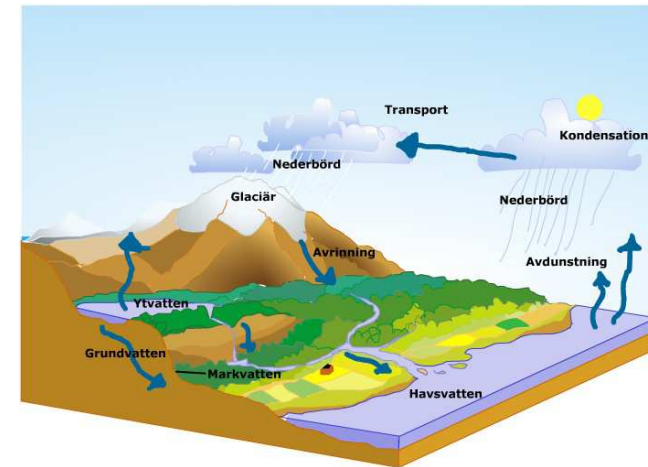
[<http://student.britannica.com/eb/art-53771>, 2008]

Exempel: elektrisk krets



[Rolf Braun, Reglerteknik LTH, 2003]

Exempel: vattnets kretslopp

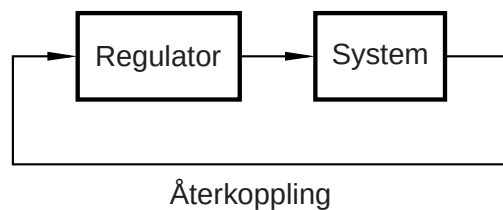


[http://www.edu.fi/svenska/distansgymnasiet/ny_laroplan/geografi/geografi3/sidor/produktion/vatten.htm, 2008]

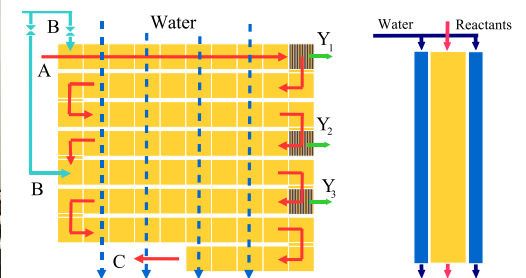
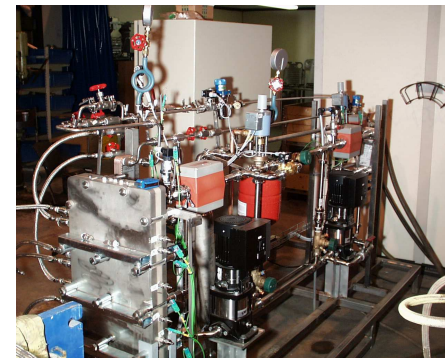
Vad är reglerteknik?

Reglerteknik är en delmängd av systemtekniken som behandlar **återkopplade** dynamiska system.

Reglerteknik handlar om att styra system så att de beter sig på önskat sätt.

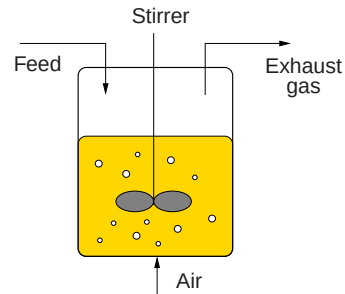


Exempel: reglering av kemiska reaktioner i en plattreaktor



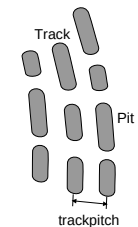
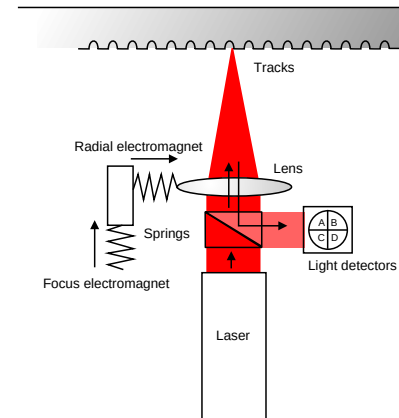
[Staffan Haugwitz, Reglerteknik LTH, 2007]

Exempel: optimal odling av bakterier



[Lena de Maré, Automatic Control LTH, 2006]

Exempel: spårföljning i en DVD-spelare



[Bo Lincoln, Reglerteknik LTH, 2003]

Några vardagsexempel på reglerteknik

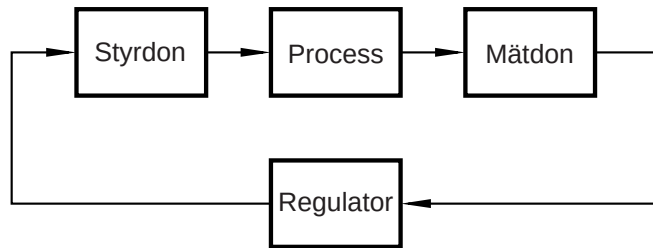
- Att hålla konstant temperatur i en lokal, trots variationer i utomhustemperatur och antal personer i lokalen.
- Ljusregleringen i ögat. Pupillens storlek justeras automatiskt så att belysningen på näthinnan blir lagom stark.
- Att tappa upp ett bad

Varför systemteknik/processreglering?

Vad kan ni ha för nytta av det ni lär er i kurserna?

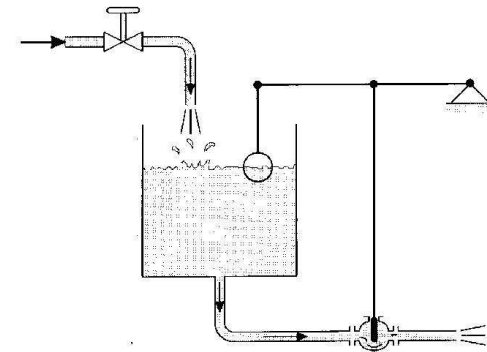
- Processindustri: dimensionera och koppla samman olika delsystem, kommunicera med driftstekniker
- Laboratieautomation: använda mätinstrument och apparater, använda temperatur-, pH- och koncentrationsreglering
- Pappers- och massaindustri: reglering av papperskvalitet
- Livsmedels-/läkemedelsindustri: satsvis tillverkning
- Miljövård: beräkna effekter av utsläpp
- Ekologi: analysera populationsdynamik för djurarter
- ...

Reglersystemets delar



- Mät don/mätgivare (*sensor/transmitter*)
 - Något som kan mäta vad som händer med systemet
- Regulator (*controller*)
 - Något som bestämmer hur systemet ska styras
- Styr don/ställ don (*actuator*)
 - Något som kan påverka systemet

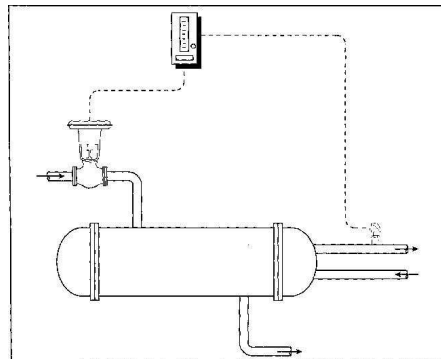
Exempel: flottör



Reglersystemets delar:

- Mät don: flottören
- Regulator: hävstången
- Styr don: utflödesventilen

Exempel: värmeväxlare



Reglersystemets delar:

- Mät don: temperaturgivare i utflödet
- Regulator: elektriskt instrument
- Styr don: ventilen till kylflödet

Exempel: processindustri



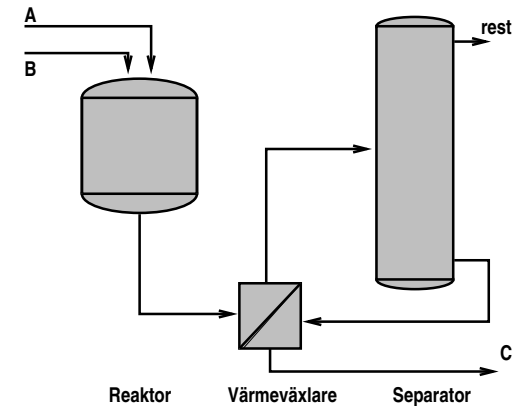
Reglersystemets delar:

- Mät don: många olika, spridda över hela fabriken
- Regulator: centralt datorsystem i ett operatörsrum
- Styr don: många olika, spridda över hela fabriken

Grafiska representationer

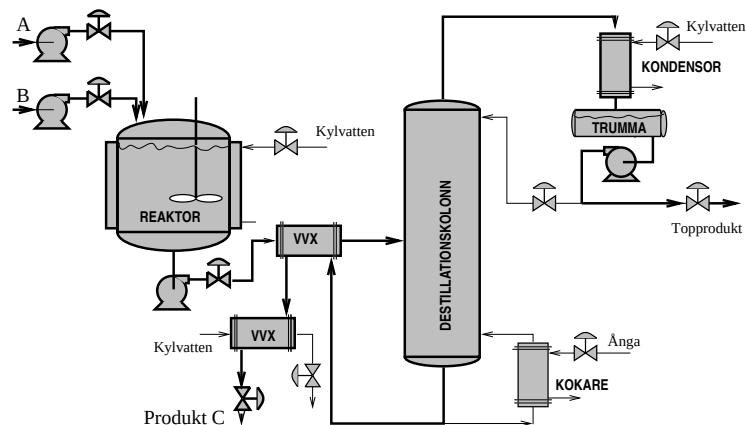
- Processchema (principiellt eller detaljerat)
- P/I-diagram
- Blockdiagram

Principiellt processchema



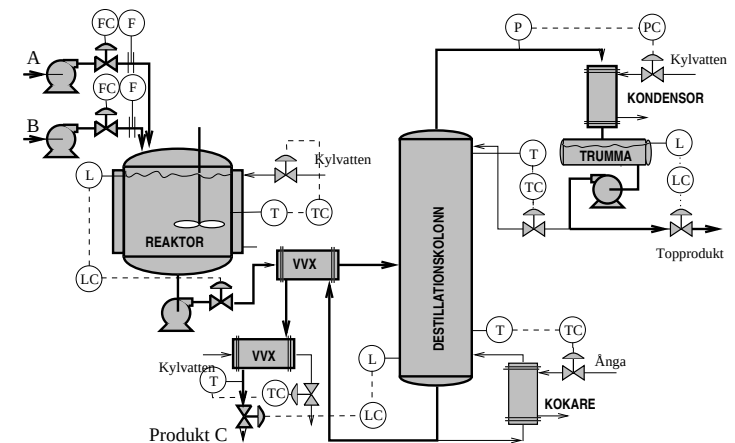
- Produktflöden, viktiga enhetsoperationer, principiell sekvens av operationer

Detaljerat processchema



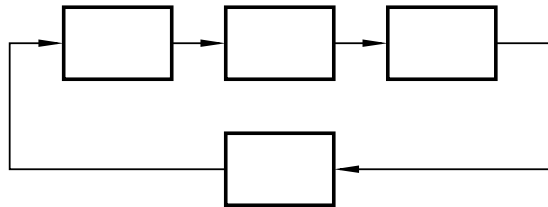
- Alla viktiga flöden, "alla" enheter (t.ex. pumpar, ventiler), viktiga delsteg (t.ex. kokare, kondensator)

Process- och instrumentdiagram (P/I-diagram)



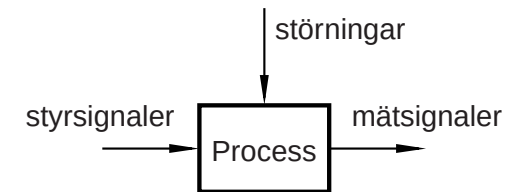
- Viktiga flöden (produkt- och energiflöden, signalflöden), enhetsoperationer och instrument ("alla" enheter, mätgivare, regulatorer och styrdon)

Blockdiagram



- Blockdiagrammet återspeglar informationsflödet mellan olika delsystem, och inte nödvändigtvis systemets fysikaliska flöden
- Pilarna överför **information**
- Kan finnas många olika sätt att rita blockdiagram för samma system

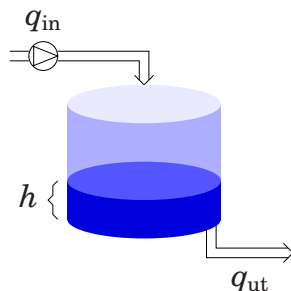
Blockdiagram för en process



- Processens påverkbara insignaler kallas styrsignaler (*control signals/manipulated variables*)
- Processens icke påverkbara insignaler kallas störningar (*disturbances*)
- Processens mätbara utsignaler kallas mätsignaler (*measurement signals/measured variables*)

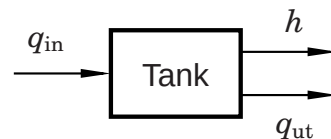
Exempel: tankprocess

Verklighet:



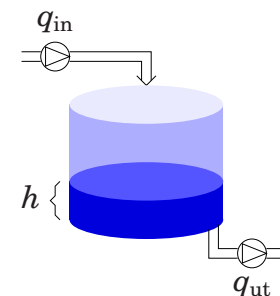
- Vi styr inflödet q_{in}
- Vi mäter höjden h och det fria utflödet q_{ut}

Blockdiagram:



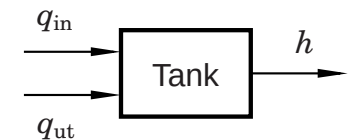
Exempel: tankprocess

Verklighet:



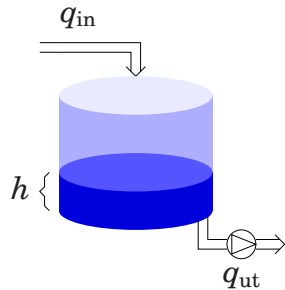
- Vi styr både inflödet q_{in} och utflödet q_{ut}
- Vi mäter höjden h

Blockdiagram:



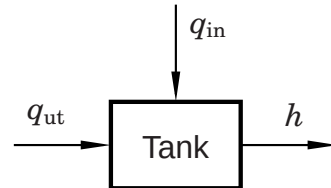
Exempel: tankprocess

Verklighet:

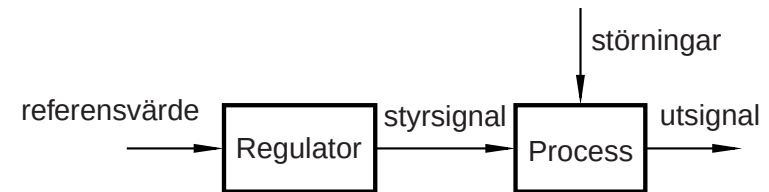


- Vi styr utflödet q_{ut}
- Vi mäter höjden h
- Inflödet q_{in} är en yttre störning som vi inte kan påverka

Blockdiagram:



Styrstrategi 1: öppen styrning



- Regulatorn är utformad så att utsignalen (ärvärdet) ska bli lika med referensvärdet (börvärdet)
- Ingen återkoppling (*feedback*) från utsignalen, bara framkoppling (*feedforward*) från referensvärdet
- Öppet system (*open-loop system*)

För- och nackdelar med öppen styrning

Fördel:

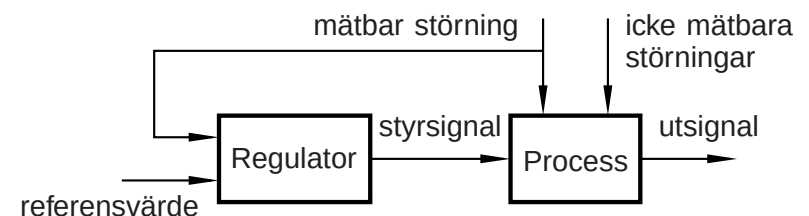
- Kräver inga mätton

Nackdelar:

- Kräver en tillräckligt bra modell av det system man vill styra
- Fungerar bara för stabila processer
- Kan inte kompensera för störningar

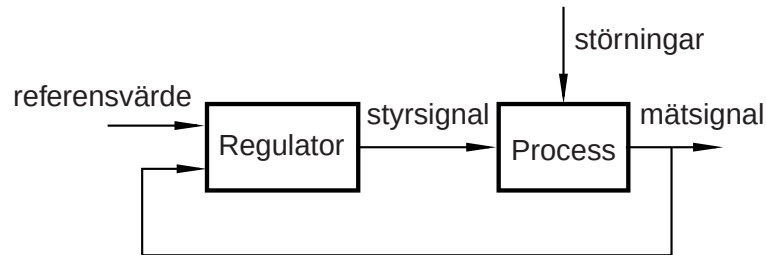
Öppen styrning med framkoppling från mätbar störning

Om någon störning är mätbar kan man framkoppla från den:



- Kräver mätton
- De icke mätbara störningarna kan fortfarande ge ett fel i utsignalen

Styrstrategi 2: sluten styrning



- Återkoppling från mätsignalen
- Regulatorn bestämmer styrsignalen så att mätsignalen närmar sig referensvärdet
- Sluttet system (*closed-loop system*)

För- och nackdelar med sluten styrning

Fördelar:

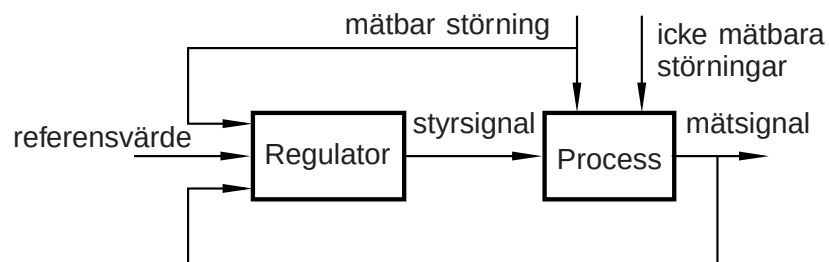
- Kan minska inverkan av störningar, öka snabbheten, förbättra noggrannheten
- Kan stabilisera ett instabilt system
- Fungerar ofta utan en noggrann modell av systemet
- Kan möjliggöra helt nya produkter och systemlösningar

Nackdelar:

- Kräver mätton
- Kan leda till självsvängningar och instabilitet
- Mätstörningar förs tillbaka till processen

Sluten styrning med framkoppling från mätbar störning

Även i fallet med sluten styrning kan det vara bra att framkoppla från en mätbar störning:



- Regulatorn kan kompensera för störningen innan den fått något genomslag i mätsignalen

Nästa föreläsning

- PID-regulatorn (inför Lab1)
- Modellbygge
 - Modellering av dynamiska system med hjälp av differential-ekvationer