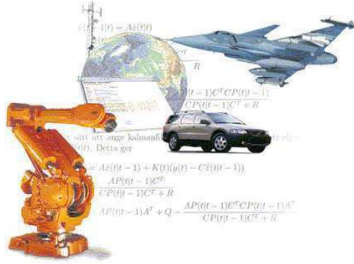


## TTIT62: Föreläsning 1 (Reglerteknik)



Martin Enqvist

Reglerteknik  
Institutionen för systemteknik  
Linköpings universitet

Föreläsare och examinatorer:

Martin Enqvist (ISY)  
Simin Nadjm-Tehrani (IDA)

Lektionsassistenter:

Jonas Callmer (räkneövningar)  
Mikael Asplund (förberedelser inför lab 2, även labass)

Gästföreläsare:

Fredrik Gunnarsson (Ericsson/LIU)

Kurshemsida:

<http://www.control.isy.liu.se/student/ttit62/>

M. Enqvist  
TTIT62: Föreläsning 1

AUTOMATIC CONTROL  
REGLERTEKNIK  
LINKÖPINGS UNIVERSITET



M. Enqvist  
TTIT62: Föreläsning 1

AUTOMATIC CONTROL  
REGLERTEKNIK  
LINKÖPINGS UNIVERSITET



## Innehåll och examination

3(26)

## Laborationer

4(26)

### Tre delteman i kursen:

- Återkoppling och specifikationer
- Tidsdiskreta system
- Realtidssystem

### Examination:

- Basgruppsarbete
- Två obligatoriska laborationer
- En skriftlig tentamen (Hjälpmedel: Tabeller, formelsamlingar, miniräknare, böcker som är markerade med \* i litteraturlistan)

### Lab 1: PID-reglering av vattentank (4h)

- Lokal: RT1 (Reglertekniks labotek)
- Anmälningsskyltar sätts upp på ISY:s anslagstavla (utanför BG-rummen) efter föreläsningen

### Lab 2: Schemaläggning av processer i fotbollspelande robotar (5x2h)

- Lokal: IDA:s PC-salar (se schemat)
- Webbaserad anmälan (se kurshemsidan)

M. Enqvist  
TTIT62: Föreläsning 1

AUTOMATIC CONTROL  
REGLERTEKNIK  
LINKÖPINGS UNIVERSITET



M. Enqvist  
TTIT62: Föreläsning 1

AUTOMATIC CONTROL  
REGLERTEKNIK  
LINKÖPINGS UNIVERSITET



**Martin Enqvist:**

Y-linjen 1996-2000 (exjobb på Nira Dynamics AB)

Doktorand i reglerteknik 2000-2005

Doktorsavhandling: "Linear Models of Nonlinear Systems"

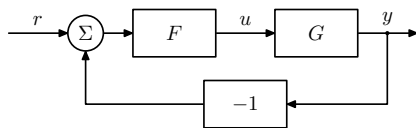
Postdocår på ett universitet i Bryssel, Belgien, under 2006

Nu: Universitetslektor i reglerteknik

**Vad är reglerteknik?**

Konsten att få saker att uppföra sig som vi vill.

Att styra ett system genom att under drift göra automatiska korrigeringar baserat på mätningar.



Utmaningar:

- Störningar
- Delvis okända systemegenskaper

Mycket som vi människor gör kan ses som reglerteknik (fast man tänker ofta inte på det).



Foto: Wikipedia

- Många reglertekniska system är "osynliga".
- Det finns gott om roliga tillämpningar som innehåller reglerteknik. . .

Moderna flygplan innehåller många reglertekniska system som t.ex.:

- autopiloter
- system som påverkar rodren



Airbus A380  
Foto: Wikipedia

I denna tillämpning vill man knappast pröva sig fram till en god reglering. Kunskaper i reglertekniska metoder är nödvändiga.

Dagens bilar innehåller många reglersystem. Några exempel är:

- låsningsfria bromsar (ABS)
- anti-sladd-system
- farthållare



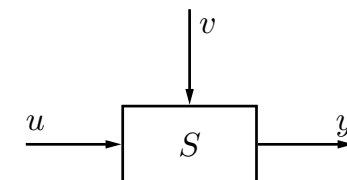
Saab 9-3  
Foto: Wikipedia



- Temperaturreglering i hus
- Industrirobotar
- Reglering av tjockleken hos plåt i ett valsverk
- Effektreglering i mobiltelefoner
- Reglering av datatakt i nätverk (Internet, mobiltelefoni, m.fl.)
- Riksbankens inflationsreglering m.h.a. reporäntan
- Reglering av medvetandegraden vid narkos (pågående forskning)

Vad är gemensamt för alla dessa problem?

Välj **styrsignalen**  $u(t)$  så att **systemet**  $S$  (enligt **mättsignalen**  $y(t)$ ) betar sig som önskat (**referenssignalen**  $r(t)$ ) trots inverkan av **störningar**  $v(t)$ .



Här kommer vi i första hand att titta på **linjära, dynamiska system**.



För ett linjärt system med insignal  $u(t)$  och utsignal  $y(t)$  gäller det att om

$$u(t) = u_1(t) \Rightarrow y(t) = y_1(t)$$

och

$$u(t) = u_2(t) \Rightarrow y(t) = y_2(t)$$

så måste

$$u(t) = k_1 u_1(t) + k_2 u_2(t) \Rightarrow y(t) = k_1 y_1(t) + k_2 y_2(t)$$

(superpositionsprincipen).

Dynamiska system = system med minne

Systemets tillstånd beror alltså på vad som har hänt tidigare.

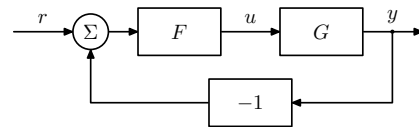
Exempel:

- temperaturen i ett rum
- hastigheten och läget hos en bil
- den ekonomiska konjunkturen i ett land

Motsats: Statiskt system



En fundamental princip inom reglertekniken är **återkoppling**.



Exempel: Temperaturreglering i ett hus

- Formulera ett önskemål om temperaturen.
- Mät den aktuella temperaturen.
- Öka effekten i värmesystemet om temperaturen är för låg (och tvärtom).

Om man har en matematisk modell av ett system kan man bestämma ett lämpligt sätt att styra det utan att behöva pröva sig fram.

Modellbaserad reglerdesign

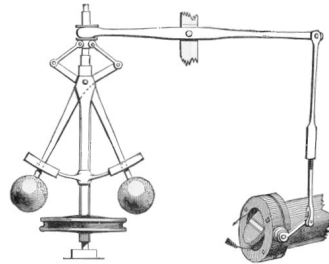
- sparar liv
- sparar tid
- sparar pengar
- gör det möjligt att analysera icke existerande reglertekniska system (och förutsäga eventuella problem)

Ett exempel på en typ av modeller: Differentialekvationer



Fram tills 1900-talets mitt var reglertekniken vanligen ämnesspecifik. Exempel:

- Processreglering
- Kraftgenerering
- Telekommunikation
- Autopiloter



En tidig mekanisk regulator

- Modeller möjliggör abstraktion och generella lösningsmetoder.
- Utan modeller: Tveksamt om reglerteknik skulle vara ett eget ämne.

En enkel modell av en bil kan formuleras m.h.a. Newtons andra lag ( $\sum F_k = ma$ ):

$$m\dot{y}(t) = u(t) - f_l(y(t)) - v(t)$$

Här är

$y(t)$  = bilens hastighet [m/s]

$u(t)$  = drivande/bromsande kraft från motor/bromsar [N]

$f_l(y(t))$  = bromsande kraft p.g.a. luftmotståndet [N]

$v(t)$  = störning som beror på vägens lutning [N]

$m$  = bilens massa [kg]

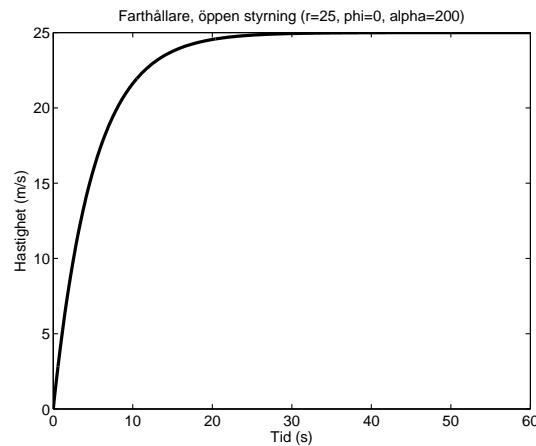


## Öppen styrning: Plan mark

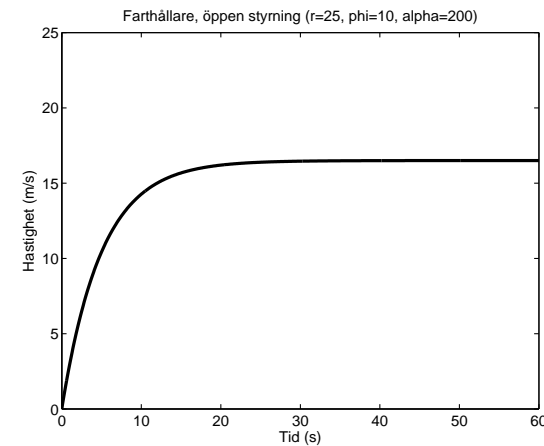
19(26)

## Öppen styrning: Uppförsbacke

20(26)



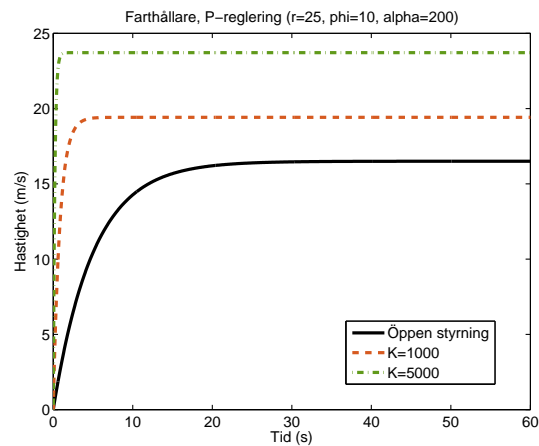
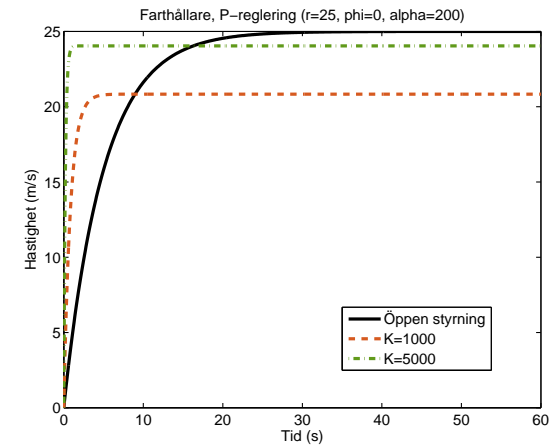
Här:  $y(t) \rightarrow 25$  då  $t \rightarrow \infty$ . OK!



Här:  $y(t) \rightarrow 16.5$  då  $t \rightarrow \infty$ . Ej OK!

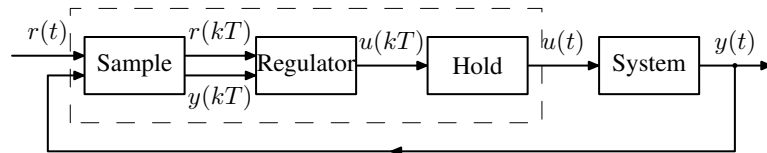


Öppen styrning (styrning utan hjälp av mätningar) är känslig för störningar och modellfel.



Med hjälp av återkoppling kan man minska inverkan av störningar och modellfel.

Idag används oftast datorer för reglering  $\Rightarrow$  Samplad reglering:



**Fördelar med samplad reglering:** enkelt att implementera godtyckliga funktioner (t.ex. tidsfördröjningar, olinjäriteter, logiska uttryck), billigare hårdvara, bättre flexibilitet

**Nackdelar:** fler parametrar att välja, kan försämra regleringen

