VÄLKOMMEN

TILL ÖVNINGARNA I

REGLERTEKNIK AK!

EMMA TEGLING
tegling@kth.se

KOM IHÅG:

- LABANMÄLNINGAR (IDAG!)
- LÄS LAB-PM!
  - förberedelseövningar
  - KS i början av lab 2
- 5 ÖVNINGSGRUPPER a, b + c, d, e
  - olika tider
  - (- olika språk)
- HÄNG MED I BOKEN
  - för vara med på tentan :)
- DATORÖVNINGAR [redacted]
  - behövs för lab 3
  - "Räkneövnings"-typ

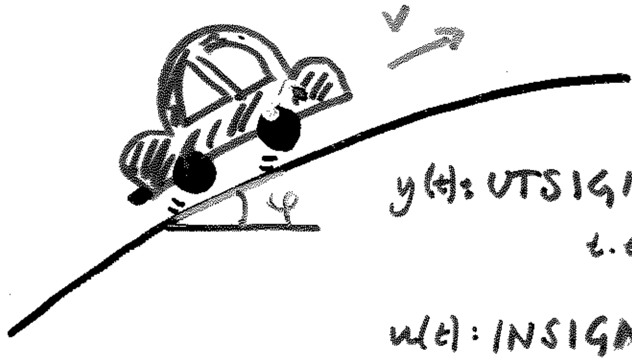
7/9, 14/9, 27/9 XQ-salar /Glader/Butter/Toker

(SE SCHEMA!)

TEORI

Reglerteknik: konsten att styra

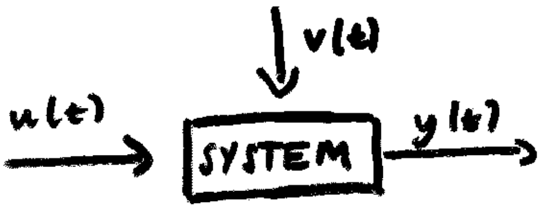
EXEMPEL: FARTHÅLLARE I BIL



$y(t)$: UTSIGNAL: DET VI VILL STYRA
t.ex. hastighet

$u(t)$: INSIGNAL/STYRSIGNAL: DET VI KAN STYRA
t.ex. dragkraft

$v(t)$: STÖRSIGNAL: DET VI INTE KAN STYRA
t.ex. vind, vägens lutning



FÖR ATT STYRA:

MÄTA, MODELLERA, ÅTERKOPPLA

2.11

MÅL: Modellera en process

a) SIGNALER

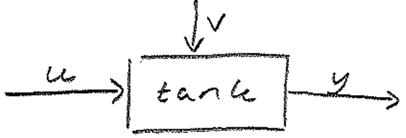
- UTSIGNAL $y(t)$: Det vi vill styra!
  HÄR: pH-värde i utflödet

- INSIGNAL/STYRSIGNAL $u(t)$: Det vi kan styra!
  HÄR: Inflöde av NaOH

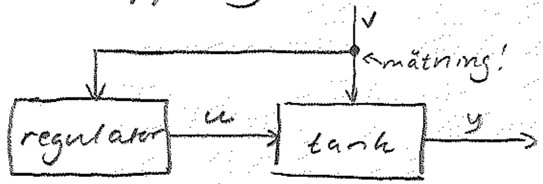
- STÖRNING $v(t)$: Det vi inte kan kontrollera/styra.
  HÄR: syraflödet

b) BLOCKSCHEMA

> systemet utan reglering

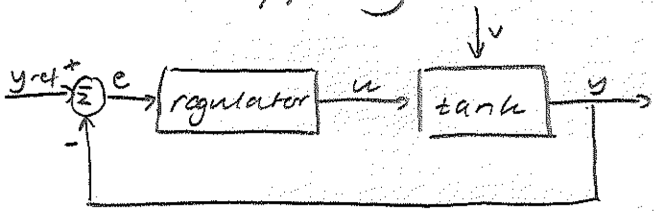


> framkoppling



+ snabbt
− måste mäta v
− känslig för modellfel

> återkoppling



+ behöver ej mäta v
+ kan stabilisera instabilt system
− långsammare
− känsligt för mätbrus.

I DETTA FALL ÄR TANKENS DYNAMIK SJÄLVA SYSTEMET:

→ EN MATEMATISK MODELL FÖR HUR INSIGNALEN PÅVERKAR UTSIGNALEN!

TEORI: Överföringsfunktioner

> Dynamiska system (LTI): Diff.ekv.:

t.ex. $\dot{y}(t) = -ay(t) + u(t)$ (1)

Ibland svåra att lösa

↳ Laplace-transformer

$$\mathcal{L}[y(t)] := \int_0^\infty y(t)e^{-st}\,dt = Y(s)$$

↑ STORA BOKSTÄVER!

| Tabeller s. 232-234! |

Fördel: faltningar → multiplikation

$$\xrightarrow{u(t)} \boxed{g(t)} \xrightarrow{y(t)} \qquad y(t) = \int_0^\infty g(t-\tau)u(\tau)\,d\tau$$

$$\xrightarrow{U(s)} \boxed{G(s)} \xrightarrow{Y(s)} \qquad Y(s) = G(s)U(s)$$

EXEMPEL

- Betrakta (1), anta $y(0)=0$

$$\mathcal{L} \rightarrow \quad sY(s) = -aY(s) + U(s)$$

$$(s+a)Y(s) = U(s)$$

$$\Rightarrow \quad Y(s) = \underbrace{\frac{1}{s+a}}_{} U(s)$$

ÖVERFÖRINGS-FUNKTION
$G(s)$

- SLUTVÄRDESSATSEN

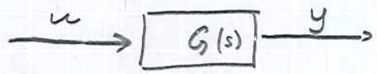
Om systemet stabilt (!!!)

$$\lim_{t\to\infty} y(t) = \lim_{s\to 0} sY(s)$$

Jätteenkelt!

12.10

MÅL: Analysera stegsvar

- 

$u(t) = \begin{cases} 0 & t<0 \\ a & t \geq 0 \end{cases}$ $\qquad y(t) = ?$

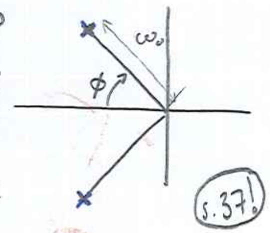
$U(s) = \frac{a}{s}$

- $Y(s) = G(s)U(s) = G(s)\frac{a}{s}$

STEGSVARETS UTSEENDE BEROR PÅ POLER OCH NS!

Almänna samband i stegsvar

* Poler:
- instabilt om pol i HHP
- snabbhet ökar med ω_0
- "svängighet" ökar med ϕ (dämpning minskar)



KOM IHÅG: imaginära poler alltid i konjugerade par!

(s.37!)

* Nollställen (NS):
- påverkar EJ stabilitet
- kan ge överslång
- NS i HHP kan ge underslång

* $|G(0)|$
- statisk förstärkning (vid $t \to \infty$)

VARFÖR:
- Om systemet stabilt:

$$\lim_{t\to\infty} y(t) = \lim_{s\to 0} sY(s) = \lim_{s\to 0} s\,G(s)\frac{a}{s}$$

$$= \lim_{s\to 0} a\,G(s)$$

LÖSNING:

Vi kontrollerar:

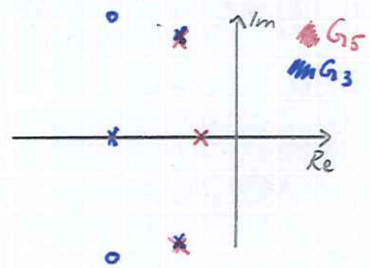
1) STABILITET
- Inget stegsvar instabilt.
- G_6 pol i HHP $\Rightarrow$ $\cancel{G_6}$

2) FÖRSTÄRKNING (notera: skalor jämförbara)

$B, D \Leftrightarrow |G(0)| = 2 \Leftrightarrow G_3, G_5$

$A, C \Leftrightarrow |G(0)| = 1 \Leftrightarrow G_1, G_4$ $\qquad (\cancel{G_2})$

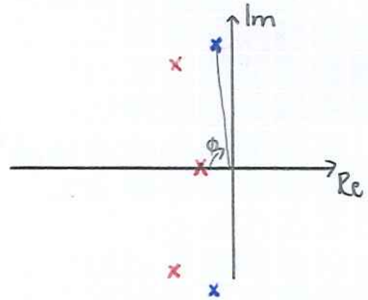
3) SNABBHET, DÄMPNING



- G_3 pol längre från 0 ⇒ snabbt
- G_3 nollställe ⇒ överslång

$G_3 \Leftrightarrow B$

$G_5 \Leftrightarrow D$



- G_4 domineras av reell pol ⇔ dämpat
- G_1 har poler med stort ϕ. ⇔ svängigt

$G_1 \Leftrightarrow C$

$G_4 \Leftrightarrow A$

|2.5|

MÅL: Analysera stegsvar

(se även uppg. 2.10)

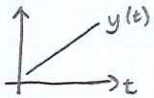
Vi kontrollerar:

1) STABILITET

- No. 3 & 6 instabila (divergerar)
- B, D har ej alla poler i VHP
  - ↳ de är ej insignal-utsignal-stabila
  - B har bara en pol, i $s=0$:

↳ $G_B(s) = \frac{1}{s} \Rightarrow Y(s) = \frac{1}{s}U(s) \Rightarrow sY(s) = U(s)$

$\mathcal{L}^{-1}: \dot{y}(t) = u(t) = \begin{cases} 0 & t<0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$



$\Longrightarrow$ **B ⟺ 6**

alltså: **D ⟺ 3**

2) IMAGINÄRA POLER

- F har imag. poler
- No. 4 är svängigt

$\Longrightarrow$ **F ⟺ 4**

3) NOLLSTÄLLEN

- A har NS i 0; poler i $-a$, $-b$

$G_A(s) = \frac{s}{(s+a)(s+b)}$ stabilt!

A, C, E, har samma poler, olika NS!

- slutvärdessatsen:

$$\lim_{t\to\infty} y_A(t) = \lim_{s\to 0} s\,G_A(s)U(s) = \left\{U(s) = \frac{A}{s}\right\} =$$

$$= \lim_{s\to 0} \cancel{s}\cdot\frac{s}{(s+a)(s+b)}\cdot\frac{A}{\cancel{s}} = 0$$

- No. 2) har $y(t) \to 0$ $\Rightarrow$ **A ⟺ 2**

- C har inga NS:

$G_C(s) = \frac{1}{(s+a)(s+b)}$

$\Rightarrow Y_C(s) = \frac{A}{s(s+a)(s+b)} \Leftrightarrow Y_C(s) = \frac{1}{(s+a)(s+b)}\cdot\frac{A}{s}$

$\mathcal{L}^{-1}: y_C(t) = \frac{A}{ab}\left(1 - \frac{b e^{-at} - a e^{-bt}}{b-a}\right)$

BOK, s.234

(!) Derivatan är ett bra verktyg för att analysera kurvor!

$\dot{y}_C(t) = \frac{e^{-at} - e^{-bt}}{b-a} = \begin{cases} 0 & t=0 \\ >0 & t>0 \end{cases}$

- No. 1 har $\dot{y}(0)=0$ och ingen extrempunkt.

$\Rightarrow$ **C ⟺ 1**

- E återstår
- 5 har överslag (typiskt vid NS)

$\Rightarrow$ **E ⟺ 5**