

# Föreläsning 1

## Reglerteknik AK

©Bo Wahlberg

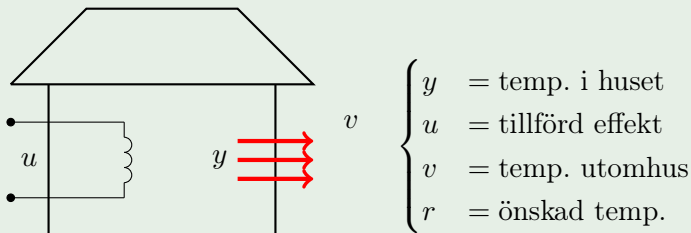
Avdelningen för reglerteknik  
Skolan för elektro- och systemteknik

1 september, 2014



## Exempel (Temperaturreglering)

Hur reglerar vi temperaturen i ett hus?



**Lösning:**

Betrakta en värmebalans:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \text{tillförd effekt} - \text{bortförd effekt}$$

## Exempel (Temperaturreglering, fort.)

$$\Rightarrow \frac{d}{dt} y(t) = \beta(u(t) - \alpha[y(t) - v(t)])$$

Förenkla genom att ta  $\beta = 1$  (skalning).

$$\dot{y} + \alpha y = u + \alpha v$$

## Exempel (Temperaturreglering, Öppen styrning)

Antag att  $r = 20^\circ\text{C}$ . Hur ska vi välja  $u(t)$ ?

*Lösning:*

I. Antag att  $\alpha = 1$  och  $v = 0$ . Välj

$$u(t) = \begin{cases} 20, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \dot{y} + y = 20, \quad y(0) = 0$$

$$\Rightarrow y(t) = 20(1 - e^{-t}) \rightarrow 20, \quad t \rightarrow \infty$$

OK!

## Exempel (Temperaturreglering, Öppen styrning)

II. Välj  $u(t)$  som i I men antag att  $\alpha \neq 1$  och  $v(0) = -10$ .

$$\Rightarrow \dot{y} + \alpha y = 20 - 10\alpha, \quad y(0) = -10$$

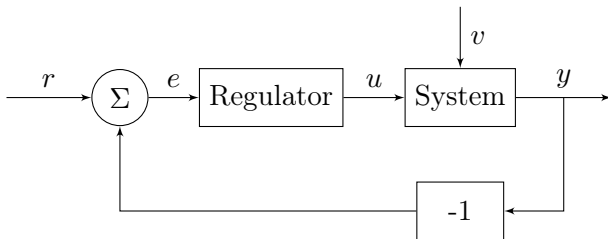
$$\Rightarrow y(t) = \frac{20}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t}) - 10$$

$$\Rightarrow y(t) \rightarrow \frac{20}{\alpha} - 10, \quad \text{då } t \rightarrow \infty$$

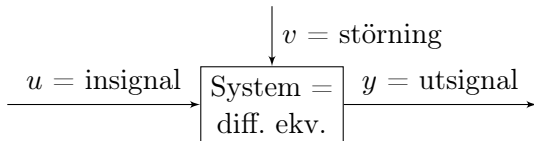
Vilket ej är OK (Såvida inte  $\alpha = 2/3$ )!

# Återkoppling

Vi löser detta med hjälp av *återkoppling*.



Reglerfelet ges av  $e = r - y$ .



Välj

$$u(t) = K[r(t) - y(t)] = Ke(t)$$

där  $K > 0$  är en konstant.

Jämför med en termostat (till/från, pulserande).

## Exempel (Temperaturreglering, P-reglering)

*Lösning:*

$$\dot{y} + \alpha y = u + \alpha v$$

$$\Rightarrow \dot{y} + \alpha y = Kr - Ky + \alpha v$$

$$\Rightarrow \dot{y} + (\alpha + K)y = Kr + \alpha v$$

Sätt  $r = 20$ ,  $v = -10$  och  $y(0) = 0$ .

$$\begin{aligned} \Rightarrow y(t) &= \frac{K}{\alpha + K} \cdot 20 \cdot (1 - e^{-(\alpha+K)t}) + \\ &+ \frac{\alpha}{\alpha + K} \cdot (-10) \cdot (1 - e^{-(\alpha+K)t}) \end{aligned}$$



## Exempel (Temperaturreglering, P-reglering, fort.)

$$\Rightarrow y \rightarrow \frac{20}{1 + \frac{\alpha}{K}} - \frac{10}{1 + \frac{K}{\alpha}} \approx 20, t \rightarrow \infty$$

om  $K$  är stor, trots att  $\alpha \neq 1$  och  $v = -10$ .

BRA!

Med återkoppling:

- minskas inverkan av störningar och modellfel.
- ökar snabbheten vid insvängning (servo).  
Här från  $e^{-\alpha t}$  till  $e^{-(\alpha+K)t}$ .
- stabiliseras instabila system, t.ex. Segway

Vad kan gå fel?

Läxa till nästa gång:

**Repetera differentialekvationer!**