TSFS09 – Modellering och Reglering av Motorer och Drivlinor – Fö 10

Drivlina – Modellering för Reglering

Lars Eriksson - Kursansvarig

Fordonssystem, Institutionen för Systemteknik
Linköpings universitet
larer@isy.liu.se

December 4, 2019

Innehållsförteckning

Drivlinemodellering

Olika modeller av olika komplexitetsgrad.

- Stel drivlina - Körcykelsimulering, acceleration
- Flexibel drivlina - Reglerdesign för "körbarhet"
  –Linjäriserad modell - analys, linjär observatörs- och reglerdesign
  –Olinjär modell: Validering, reglerdesign, ...
- Flexibilitet/glapp i kopplingen - Reglerdesign och validering
- Sensordynamik

–Vad skall modellen användas till?

Olika typer av modeller

- Tillståndsform - implementera i Simulink
- Överföringsfunktion - finna insikt om reglerproblemet

Insignal:

$$u = M_m - M_{fr:m}$$

Tillstånd:

$$\boldsymbol{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{i}\theta_m - \theta_w \\ \dot{\theta}_m \\ \dot{\theta}_w \end{bmatrix}$$

Utsignaler

$$\boldsymbol{y} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}_w \\ \dot{\theta}_e \\ M_d \end{bmatrix}$$

Modellen på tillståndsform

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{i} & -1 \\ -\frac{\alpha k}{i} & -\frac{\alpha c}{i^2} & \frac{\alpha c}{i} \\ \beta k & \frac{\beta c}{i} & -\beta(c+\gamma) \end{bmatrix} \boldsymbol{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ \alpha \\ 0 \end{bmatrix} \boldsymbol{u} \qquad \text{där} \begin{cases} \alpha = \frac{1}{J_m} \\ \beta = \frac{1}{J_w + m r_w^2} \end{cases}$$

$$\boldsymbol{y} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ k & \frac{c}{i} & -c \end{bmatrix} \boldsymbol{x}$$

Förluster:

- c – Dämpning i fjädern.
- γ – Den förenklade fordonsmodellen (luft- & rullmotstånd).

Transformation från tillståndsform till överföringsfunktion

$$\begin{cases} \dot{\boldsymbol{x}} = A\boldsymbol{x} + B\boldsymbol{u} \\ y = C\boldsymbol{x} \end{cases} \qquad G(s) = C(sI - A)^{-1}B$$

Överföringsfunktioner

$$\begin{bmatrix} G_{u,\dot{\theta}_w}(s) \\ G_{u,\dot{\theta}_m}(s) \\ G_{u,M_d}(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{i\,\alpha\,\beta\,c(s+\frac{k}{c})}{n(s)} \\ \frac{i^2\,\alpha\,(s^2+s\,\beta\,(c+\gamma)+k\,\beta)}{n(s)} \\ \frac{\alpha\,c(s+\frac{k}{c})\,(s+\beta\,\gamma)}{n(s)} \end{bmatrix}$$

$$n(s) = (k + c\,s)\,\alpha\,(s + \beta\,\gamma) + i^2\,s\,(s^2 + k\,\beta + s\,\beta\,(c+\gamma))$$

- Nämnarpolynomet är svårt att faktorisera
- Förenkla modellen litet.

Förenkling – Förlustfritt system

Förlustfritt system $\gamma = 0$ och $c = 0$ ger insikt i strukturen

$$\begin{bmatrix} G_{u,\dot{\theta}_w}(s) \\ G_{u,\dot{\theta}_m}(s) \\ G_{u,M_d}(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\alpha\,\beta\,k}{i}\frac{1}{s\,(s^2+k\,(\frac{\alpha}{i^2}+\beta))} \\ \alpha\frac{s^2+k\,\beta}{s\,(s^2+k\,(\frac{\alpha}{i^2}+\beta))} \\ \frac{\alpha\,k}{i}\frac{1}{s^2+k\,(\frac{\alpha}{i^2}+\beta)} \end{bmatrix}$$

Komplexa poler i $\pm j\sqrt{k\,(\beta + \frac{\alpha}{i^2})}$

Nollställen för $G_{u,\dot{\theta}_m}(s)$ i $\pm j\sqrt{k\,\beta}$ (innanför polerna)

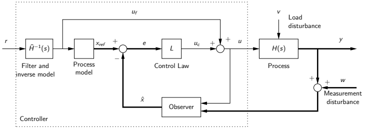
- Låg växel ger stort utväxlingsförhållande i.
- Reglerdesign med P-regulator
  –Rotort för det förenklade systemet.
  –Rotort för det dämpade systemet.

Innehållsförteckning

Litet om reglersyntes

- Tillståndsrekonstruktion (observatör)
- Begränsad styrsignal
- Återkoppling från rekonstruerade tillstånd
- Framkoppling från störning (känd transient)

Modellbaserad Reglering



Drivlinans komponenter