

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

Drivlina – Modellering för Reglering

Lars Eriksson - Kursansvarig

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

November 25, 2018

1 / 11

Innehållsförteckning

Drivlinemodellering – Repetition

Summering av modellerna

Rotort

Tillståndsform

Överföringsfunktioner

Reglersyntes

Drivlina Komponenter

2 / 11

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?

3 / 11

Olika typer av modeller

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

Insignal:

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

Tillstånd:

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

Utsignaler

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}_w \\ \theta_e \\ M_d \end{bmatrix}$$

4 / 11

Modellen på tillståndsform

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{I} & -1 \\ -\frac{\alpha k}{I} & -\frac{\alpha c}{I} & \frac{\alpha c}{I} \\ \beta k & \frac{\beta c}{I} & -\beta(c+\gamma) \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ \alpha \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{u} \quad \text{där} \quad \begin{cases} \alpha = \frac{1}{J_w} \\ \beta = \frac{1}{J_w + m r_G^2} \end{cases}$$

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

Förluster:

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

Transformation från tillståndsform till överföringsfunktion

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} \\ \mathbf{y} = \mathbf{Cx} \end{cases} \quad G(s) = \mathbf{C}(s\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{B}$$

5 / 11

Överföringsfunktioner

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

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

- Nämnarpolynomiet är svårt att faktorisera
- Förenkla modellen litet.

6 / 11

Förenkling – Förlustfritt system

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

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

Komplexa poler i $\pm j\sqrt{k(\beta + \frac{\beta}{I})}$

Nollställen för $G_{u,\hat{\theta}_m}(s)$ 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.

7 / 11

Innehållsförteckning

Drivlinmodellering – Repetition

Reglersyntes

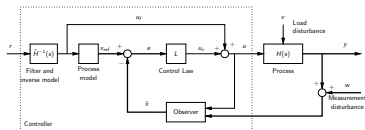
Drivlina Komponenter

8 / 11

Litet om reglersyntes

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

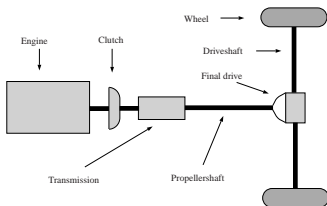
Modellbaserad Reglering



9 / 11

10 / 11

Drivlinans komponenter



11 / 11