



Scania 14 liter V8 DSC14 engine.

Scania transmission with retarder and OptiCruise automatic gear-shifting system.

Drivlina - Modellering

Mätgivare för hastighet hos

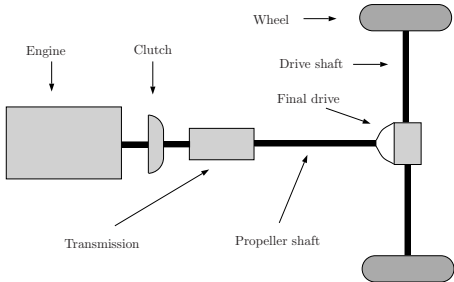
$\dot{\theta}_m$ Svänghjul (motorn) $\dot{\theta}_m$

$\dot{\theta}_t$ Växellädans utaxel

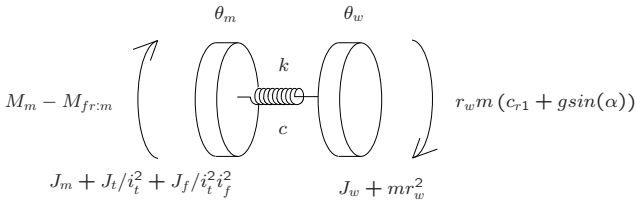
$\dot{\theta}_w$ Hjulen

Measured Variables			
Variable	Node	Resolution	Rate
Engine speed, $\dot{\theta}_m$	Engine	0.013 rad/s	20 ms
Engine torque, M_m	Engine	1% of max torque	20 ms
Engine temp, T_m	Engine	1° C	1 s
Wheel speed, $\dot{\theta}_w$	ABS	0.033 rad/s	50 ms
Transmission speed, $\dot{\theta}_t$	Transmission	0.013 rad/s	50 ms

Vi behöver nu en modell som fångar dessa egenskaper.



Drivlina - Modellering



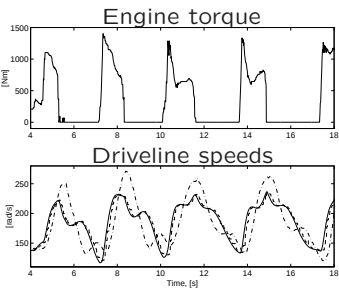
Drivlina - Modellering

Egenskaper?

Vad händer om man trampar gasen i botten på en låg växel?

Vad händer om man trampar gasen i botten på lite högre växel?

Stegsvarsexperiment



Det gällde att hålla i sig!

Drivlina - Modellering

Fortsättning på Enkelt exempel

Illustrerar följande viktiga idéer:

- torsionsmodellering
- val av tillstånd

Drivlina - Modellering

$$\begin{aligned}(J_m + J_t/i_t^2 + J_f/i_f^2)\ddot{\theta}_m &= M_m - M_{fr:m} - (b_t/i_t^2 + b_f/i_f^2)\dot{\theta}_m \\ &\quad - k(\theta_m/i_{ti_f} - \theta_w)/i_{ti_f} \\ &\quad - c(\dot{\theta}_m/i_{ti_f} - \dot{\theta}_w)/i_{ti_f} \\ (J_w + m r_w^2)\ddot{\theta}_w &= k(\theta_m/i_{ti_f} - \theta_w) + c(\dot{\theta}_m/i_{ti_f} - \dot{\theta}_w) \\ &\quad - (b_w + m c_r 2 r_w^2)\dot{\theta}_w - \frac{1}{2} c_w A_a \rho a r_w^3 \dot{\theta}_w^2 \\ &\quad - r_w m (c_{r1} + g \sin(\alpha))\end{aligned}$$

Torsionen i drivaxeln, motorvarvtalet och hjulvarvtalet används som tillstånd enligt.

$$x_1 = \theta_m/i_{ti_f} - \theta_w, \quad x_2 = \dot{\theta}_m, \quad x_3 = \dot{\theta}_w$$

Drivlina - Modellering

Experiment - stegsvar (egentligen hastigheter som trampsvar på gaspedalen)

Två tillstånd mäts - ett är okänt

Vilket är den viktigaste fysikaliska egenskapen som förklarar data

Modellstruktursval

Parameterskattning

Lars Eriksson

17

September 2007

Drivlina - Modellering

Är modellen perfekt?

Vilken är nu den svagaste länken, dvs den viktigaste omodellerade effekt som behövs för att förklara data.

Kopplingsdynamik?

Kardandynamik?

Sensordynamik?

Olinjäriteter?

Lars Eriksson

19

September 2007

Drivlina - Modellering

Är modellen perfekt nu då?

Det finns specialfall som kräver ännu noggrannare modeller.

Exempel:
 –Automatisk farthållning i svagt nedförslut.
 –Slag och såg.

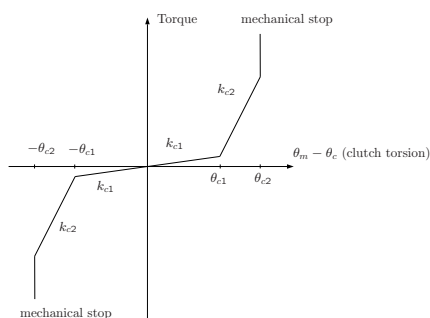
Lars Eriksson

21

September 2007

Drivlina - Modellering

Olinjär karaktäristik för kopplingen

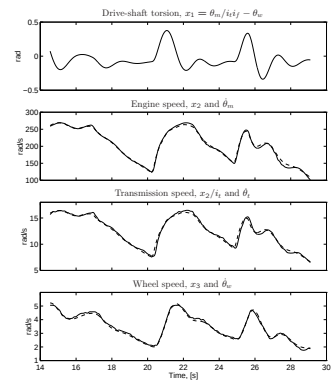


Lars Eriksson

23

September 2007

Resultat



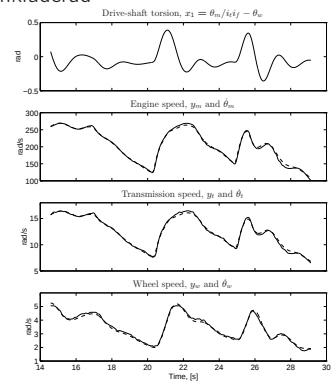
Lars Eriksson

18

September 2007

Drivlina - Modellering

Sensordynamik inkluderad



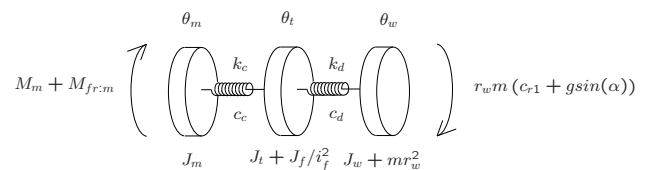
Lars Eriksson

20

September 2007

Drivlina - Modellering

Linjär koppling och torsion i drivaxlarna.



Lars Eriksson

22

September 2007

Ickelinjär koppling och torsion i drivaxelarna.

$$\begin{aligned}
 J_m \ddot{\theta}_m &= M_m - M_{fr:m} - M_{kc}(\theta_m - \theta_t i_t) \\
 &\quad - c_c(\dot{\theta}_m - \dot{\theta}_t i_t) \\
 (J_t + J_f/i_f^2) \ddot{\theta}_t &= i_t (M_{kc}(\theta_m - \theta_t i_t) + c_c(\dot{\theta}_m - \dot{\theta}_t i_t)) \\
 &\quad - (b_t + b_f/i_f^2) \dot{\theta}_t \\
 &\quad - \frac{1}{i_f} (k_d(\theta_t/i_f - \theta_w) + c_d(\dot{\theta}_t/i_f - \dot{\theta}_w)) \\
 (J_w + mr_w^2) \ddot{\theta}_w &= k_d(\theta_t/i_f - \theta_w) + c_d(\dot{\theta}_t/i_f - \dot{\theta}_w) \\
 &\quad - (b_w + mc_{r2} r_w) \dot{\theta}_w - \frac{1}{2} c_w A_a \rho_a r_w^3 \dot{\theta}_w^2 \\
 &\quad - r_w m (c_{r1} + g \sin(\alpha))
 \end{aligned}$$

Lars Eriksson

24

September 2007

Drivlina - Modellering

Exempel på användning:

Enkel modell för reglerdesign

Utförligare modell för verifierande simuleringar.

Vad har vi gjort under modelleringsarbetet?

- Grundläggande drivlinemodell (stelkroppsantagande, ...).
- Studium av riktiga mätningar och deras avvikelse från den enkla modellen.
- Utvidgade drivlinemodeller.