Kortfattat facit till Tentamen
TSFS 05 Fordonssystem
22 december, 2009, kl 8-12

Uppgift 1.
Residualgasen och den oförbrända luft/bränsle-blandningen blandas adiabatiskt enligt

$$T_1 = x_r\, T_r \, + (1 - x_r)\, T_{intake} = 367.35K$$

Detta ger att maxtrycket, p_3, blir:

$$p_3 = p_1 r_c^{\gamma}(1 + \frac{q_{HV}\,(1 - x_r)\,(\gamma - 1)}{T_1\, R\, r_c^{\gamma-1}\,(1 + \lambda\,(A/F)_s)}) = 4.4644\ MPa$$

Uppgift 2.
Momentmodell

a. En cylinders totala massa är $m_{tot} = \frac{p_i}{R\,T_1}\frac{V_d\, r_c}{r_c-1}$, vilket ger bränslemassan $m_f = m_{tot}\,\frac{1}{1+\lambda\,(A/F)_s}\,(1-x_r)$. Det indikerade bruttoarbetet fås sedan med hjälp av ideala Otto-cykeln, och blir för hela motorn $W_{ig} = n_{cyl}\, m_f\, q_{LHV}\,\frac{1}{1-r_c^{\gamma-1}} =$ 1432.7 J.

b. Pumparbete $W_{pump} = V_d\, n_{cyl}\,(p_e - p_i) = 133.4$ J.

c. Friktionsarbetet $W_{fric} = 352.475$ J. Motorns utmoment $M_e = 75.343$ Nm.

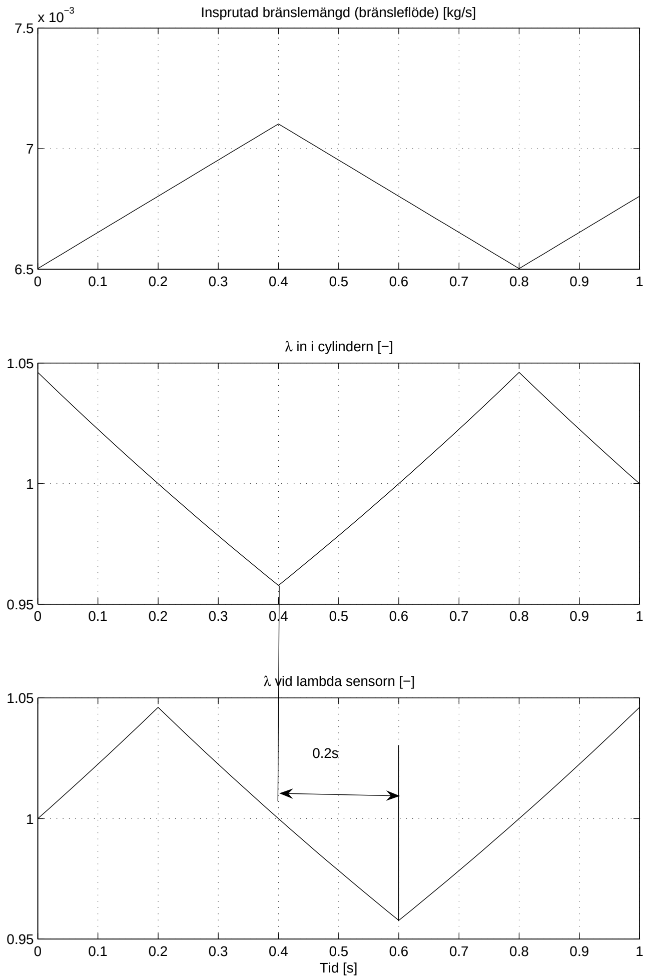
d. De procentuella förlusterna är:
1) Förlorad värme till avgaserna 54.1029% .
2) Förlorat arbete vid gasväxlingen 4.7124%.
3) Förlorat arbete till friktion 12.4513%.

e. De procentuella förlusterna är vid full last:
1) Förlorad värme till avgaserna 49.70350%.
2) Förlorat arbete vid gasväxlingen 0.31303%.
3) Förlorat arbete till friktion 5.52983%.

f. Den största förlust som försummats är i värmeöverföringen till väggarna i cylindern och den är ca 20 procent av W_{ig}.

Uppgift 3. a. Återkoppling är nödvändig därför att vi har hårda krav på tolerans i λ för att katalysatorn ska kunna reducera alla emissioner och att vi har stora modellosäkerheter såsom t.ex. variationer i bränslets kemiska sammansättning och densitet. Man har en multiplikativ korrigering pga att man reglerar en kvot, dvs alla fel som uppstår kommer in multiplikativt i λ.

b. Signalernas utseende vid ren I-reglering blir:



Självsvängningsfrekvensen blir $f = \frac{1}{4*0.2} = 1.25$ Hz.

c. Man kan få dubbelt så snabb självsvängning.

d.

$$K_I\,\tau = 0.03 \Rightarrow K_I = \frac{0.03}{0.2} = 0.15$$

$$K_P = \frac{K_I\,\tau}{2} = 0.015$$

Uppgift 4.

Turbinen genererar en effekt P, där

$$P = \dot{m}_t c_p T_{03} \eta_t \left(1 - \left(\frac{p_{04}}{p_{03}}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \approx 7.48\ kW.$$

Temperaturen T_{02} efter kompressorn blir

$$T_{02} = T_{01}\left(1 + \frac{P}{\dot{m}_c c_p T_{01}}\right) \approx 362\ K.$$

Trycket p_{02} efter kompressorn blir

$$p_{02} = p_{01}\left(1 + \frac{\eta_c P}{\dot{m}_c c_p T_{01}}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \approx 184\ kPa.$$

Uppgift 5.
Drivline-uppgiften

a. Ekvationerna för de olika delsystemen är sammanställda i tabellen nedan. Hjulets tröghetsmoment antas vara litet i förhållande till bilens massa.

Komponent	**Ekvationer**
Engine	$J_e\dot{\omega}_e = M_e - M_{out}$
Gearbox	$\omega_e = \omega_g i_g$ $M_{out} = \frac{M_g}{i_g}$
Final Drive	$\omega_g = \omega_f i_f$ $M_g = \frac{M_f}{i_f}$
Drive Shaft	$M_w = M_f = k(\theta_f - \theta_w) + c(\omega_f - \omega_w)$
Wheel	$\dot{\omega}_w = \frac{M_w}{mr_w^2} - \frac{\gamma\omega_w}{m}$

Tabell 1: Ekvationer för drivlinan

Lämpliga tillstånd är $x_1 = \omega_e$, $x_2 = \omega_w$ samt $x_3 = \theta_f - \theta_w$ eftersom de svarar mot i nån mån fysikaliska tillstånd. På tillståndsform får man då ekvationerna

$$\begin{aligned}
\dot{x}_1 &= -\frac{c}{J_e i_g^2 i_f^2}x_1 + \frac{c}{J_e i_g i_f}x_2 - \frac{k}{J_e i_g i_f}x_3 + \frac{1}{J_e}M_e \\
\dot{x}_2 &= \frac{c}{mr_w^2 i_g i_f}x_1 - \left(\frac{\gamma}{m} + \frac{c}{mr_w^2}\right)x_2 + \frac{k}{mr_w^2}x_3 \\
\dot{x}_3 &= \frac{1}{i_g i_f}x_1 - x_2
\end{aligned}$$

b. Begränsningarna på effekt och moment ger att två fall skall undersökas. I fall 1 så antar man att $v \leq r_w P_{max}/(M_{max} i_g i_f) \approx 53.5$ m/s. Då skall $M_{max} = 130$ Nm användas varpå en andragradsekvation erhålles

$$\frac{i_g i_f M_{max}}{r_w} - 0.015mg - \frac{c_w \rho A}{2}v^2 = 0$$

vilken har lösningen $v \approx 59.4$ m/s, d.v.s. antagandet stämmer ej. I fall 2 antar man att $v \geq 53.5$ m/s och då skall $P_{max} = 80$ kW användas varpå en tredjegradsekvation erhålles

$$P_{max} - 0.015mgv - \frac{c_w \rho A}{2} v^3 = 0$$

vilken har lösningen $v \approx 57.2$ m/s, d.v.s. antagandet i fall 2 stämmer.

Uppgift 6.
Se kursmaterialet för utförliga svar på kunskapsuppgifterna.