

# Tentamen

**TSFS 05 Fordonssystem**  
**17 april, 2009, kl 8-12**

Hjälpmedel: Miniräknare och formelsamling (TEFYMA eller Physics Handbook).

Ansvarig lärare: Lars Eriksson, 284409.

Totalt 50 poäng.  
Betygsgränser:  
Betyg 3: max 23 poäng  
Betyg 4: max 33 poäng  
Betyg 5: max 43 poäng

**Uppgift 1.**

Betrakta en ideal ottocykel med 5.6% residualgaser. Givet data nedan beräkna det maximala trycket i cykeln. (5 poäng)

Arbetspunkts- och Motordata		
	$Q_{HV}=44.0$ MJ/kg	$r_c=10.5$
Insugningstryck	$p_i=45$ kPa	$\gamma=1.3$
Avgasttryck	$p_e=103$ kPa	$\lambda=1$
Varvtal	$N=2500$ rpm	$n_{cyl}=4$
Temperaturer	$T_{intake}=27^\circ\text{C}$	$T_r=1227^\circ\text{C}$
	$R=283.8$ J/(kg K)	$(A/F)_s=15.1$
	$V_d n_{cyl}=2.3$ dm <sup>3</sup>	$T_{cool}=80^\circ\text{C}$

**Uppgift 2.**

Den ideala Ottocykeln är utgångspunkten för den momentmodell som använts i medelvärdesmodellerna och den skall vi titta litet närmare på här. Använd samma motordata och information om arbetspunkt som i föregående uppgift.

- Beräkna det indikerade bruttoarbetet, som uträttas av den ideala cykeln, för hela motorn. (2 poäng)
- Beräkna pumparbetet och det indikerade nettoarbetet som uträttas under en hel cykel som inkluderar ottocykel och gasväxling. (2 poäng)
- Antag att friktionsmedeltrycket FMEP ges av följande funktion

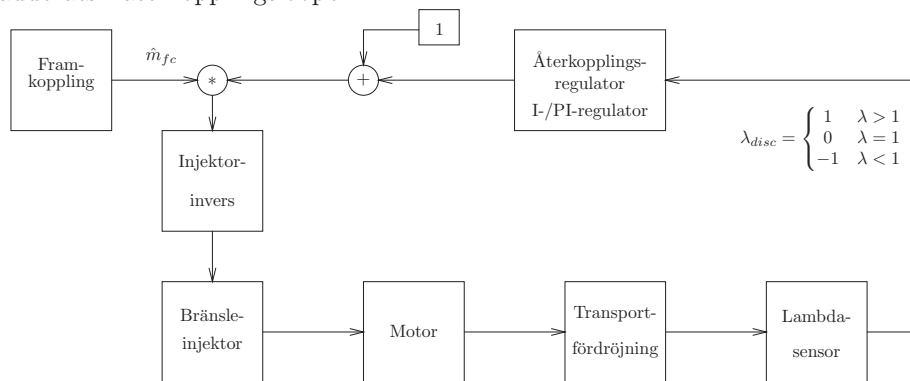
$$FMEP = 0.97 + 0.1 \frac{N}{1000} + 0.05 \left( \frac{N}{1000} \right)^2$$

Där N är varvtalet i RPM och FMEP ges i bar. Beräkna friktionsarbetet och det resulterande utmomentet från motorn. (2 poäng)

- Sammanställ hur många procent av den tillförda mängden av bränslets energi som försvinner till:
  - Förlorad värme till avgaserna.
  - Förlorat arbete vid gasväxlingen.
  - Förlorat arbete till friktion.
 (1 poäng)
- Hur ser ovanstående procentuella fördelningen för förlusterna ut då motorn arbetar vid full last. Antag  $p_i = 1$  atm  $p_e = 110$  kPa men samma förhållanden i övrigt.
  - Förlorad värme till avgaserna.
  - Förlorat arbete vid gasväxlingen.
  - Förlorat arbete till friktion.
 (2 poäng)
- I ovanstående beräkningar för motorns utmoment har en viktig energiförlust inte beaktats. Vilken och ungefär hur stor är den? (2 poäng)

### Uppgift 3.

$\lambda$ -regleringen består av en framkopplings- och en återkopplingsloop. En implementering av återkopplingsloopen, där en diskret  $\lambda$ -sensor används, visas i figuren nedan. Framkopplingsloopen har till uppgift att skatta den önskade mängden bränsle  $\hat{m}_{fc}$  som skall injiceras. Återkopplingsloopen skall nominellt ge utsignalen 1 om framkopplingen är bra för att förtydliga detta har en 1:a adderats i återkopplingsloopen.



- Motivera varför återkopplingen behövs för  $\lambda$ -regleringen? Varför har man en multiplikation i återkopplingsloopen? (3 poäng)
- Antag att motorn körs i en stationär arbetspunkt. Betrakta ren I-reglering och skissa signalerna insprutad bränslemängd,  $\lambda$  in till motorn samt  $\lambda$  i avgassystemet vid sensorn då transportfördröjningen är 0.2 sekunder. Vad blir självsvängningsfrekvensen? (2 poäng)
- Vad kan man uppnå genom att använda en PI-regulator jämfört med enbart en I-regulator? (1 poäng)
- Hur skall  $K_I$  och  $K_p$  väljas i regulatorn

$$u(t) = K_P \cdot \lambda_{disc}(t) + K_I \int \lambda_{disc}(t) dt$$

om man vill hålla  $\lambda$  inom  $1 \pm 0.03$  samt åstadkomma det som söktes i c-uppgiften? (2 poäng)

### Uppgift 4.

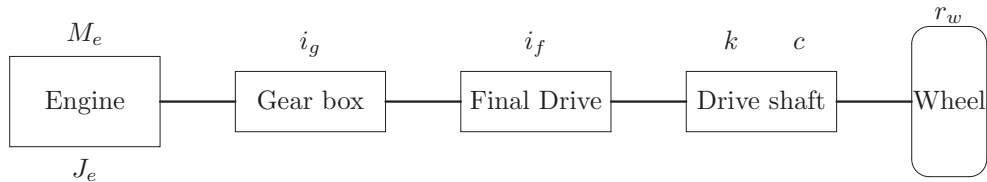
Betrakta en kompressor och turbin som arbetar i en stationär arbetspunkt med följande data.

$$\begin{array}{llll} T_{01} = 293 \text{ K} & p_{01} = 103 \text{ kPa} & p_{04} = 110 \text{ kPa} & \dot{m}_c = 0.09 \text{ kg/s} \\ T_{03} = 900 \text{ K} & p_{03} = 160 \text{ kPa} & c_p = 1200 \text{ J/kg K} & \dot{m}_t = 0.09 * (1 + 1/14.7) \text{ kg/s} \\ \eta_c = 0.76 & \eta_t = 0.71 & \eta_m = 1 & \gamma = 1.4 \end{array}$$

- Vad blir trycket och temperaturen efter kompressorn? (4 poäng)
- Hur styr man laddtrycket efter kompressorn? Vilka aktuatorer och sensorer använder man? (2 poäng)

### Uppgift 5.

Betrakta en förlustfri och masslös drivlina med totalt utväxlingsförhållande  $i = i_g \cdot i_f$  och med en veket i drivaxlarna. Fordonets massa är  $m$ , modellbeteckningarna ges av figuren nedan. Motorns moment verkar på svänghjulet som har tröghetsmängdsmoment  $J_e$ . Antag rullvillkor.



- Betrakta motorns moment  $M_e$  som insignal, och gör ett förenklat modellantagande att kraften som verkar på fordonet från rullmotståndet samt luftmotståndet är  $F_w = \gamma v$ , där  $v$  är fordonshastigheten. Ange och motivera ekvationerna för komponenterna i drivlinan. Ställ upp modellen på tillståndsform och motivera tillståndsvalet. (6 poäng)
- Beräkna maxhastighet för ett fordon med följande data. Motorns karakteristik ges av två begränsningar, det finns ett maximalt moment på 130 Nm och en maximal effekt på 80 kW. Vidare är frontarean  $2.0 \text{ m}^2$ , luftmotståndskoefficienten  $c_w = 0.3$ , rullmotståndet ges av  $F_r = 0.015 \cdot m \cdot g$  samt utväxlingsförhållandena är för växellådan 1.00 och för slutväxeln 3.45. Slutligen så är hjulradien 0.3 m, luftens densitet  $1.202 \text{ kg/m}^3$  och fordonets massa 1500 kg. (4 poäng)

### Uppgift 6.

Kunskapsuppgifter

- En dieselmotor har i huvudsak två typer av emissioner i avgaserna, vilka är de? För var och en av dessa två emissioner nämn minst en teknik vardera som kan användas för att rena dem. (2 poäng)
- Vad är knock? Beskriv fenomenet och hur det kan detekteras i ett styrsystem. (2 poäng)
- Rita en karta ( $N, p_i$ ) över en bensinmotors arbetsområde och markera vilka styrstrategier/regulatorer som är aktiva i olika arbetsområden (exempelvis fullastupprikning, overrun etc). (2 poäng)
- Varför är "misfire" oönskat ur emissionssynpunkt? Ange i stora drag OBD-II-kraven för att detektera misfire och hur man kan detektera misfire. (2 poäng)
- Tändningsregleringen har en framkopplingsloop och en återkopplingsloop. Vad är huvudsyftena med dessa två reglerloopar? (2 poäng)