

Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings Universitet

Datum för tentamen	2010-04-09
Sal	U6 (12 platser)
Tid	8-12
Kurskod	TSFS05
Provkod	TENA
Kursnamn	Fordonssystem
Institution	ISY
Antal uppgifter som ingår i tentamen	6
Antal sidor på tentamen (inkl. försättsbladet)	5
Jour/kursansvarig	Johan Wahlström
Telefon under skrivtid	013-285743
Besöker salen ca.	9 och 11
Kursadministratör (namn+tfnr+e-post)	Anita Petersson, 013-281328, anita@isy.liu.se
Tillåtna hjälpmedel	TeFyMa, Physics Handbook, Miniräknare
Övrigt	Betygsgränser: 23 poäng - 3 33 poäng - 4 43 poäng - 5

Datablad

Fordonet och motorn som vi skall titta på i uppgifterna går att köra på E85, vilket är en blandning med ca 85% etanol och 15% bensin. Fordons- och motor-data är inspirerat av fordonssystemets bil för fordonsdynamiska mätningar. Bilen är följande Volkswagen Golf.



Vi har följande motor-, turbo- och gasdata.

- Motorn har 4 cylindrar, slagvolymen 1.6 liter, 1 st turboaggregat och kompressionsförhållandet $r_c = 10.0$.
- Turboaggregatet styrs så att det ger $p_i = 2.2$ bar som max.
- Bensintankens volym: 60 liter
- Bränslets egenskaper: $\rho_f = 0.77 \text{ kg/dm}^3$, $q_{LHV} = 29 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$, $(A/F)_s = 9.8$
- Övriga gasparametrar: $R = 290 \text{ J/kg K}$, $\gamma = 1.3$
- Kompressorns effektivitet är: $\eta_c = 0.75$
- Turboaggregatets mekaniska verkningsgrad är: $\eta_m = 0.95$

Den arbetspunkt som motorn arbetar i ges av:

- Insugsrörets tryck: $p_i = 2.2$ bar
- Insugsrörets temperatur: 35°C
- Motorvarvtal: 2100 RPM
- Massflöde av luft till motorn: 62 g/s
- Luftbränsleförhållande: $\lambda = 1$

Data för turbons arbetspunkt

- Kompressorns arbetspunkt ges av $p_{01} = 1$ bar, $p_{02} = p_i$ (trotteln är fullt öppen), samt $T_{01} = 20^\circ\text{C}$.
- Turbinens arbetspunkt ges av $T_{03} = 870^\circ\text{C}$, $p_{04} = 1.15$ bar.
- Wastegaten är helt stängd.

Uppgift 1.

En uppgift på tändningsreglering och cykelmodellering. Betrakta två ideala cykler, en Otto-cykel och en Diesel-cykel. Vi antar att hela cylindern fylls med luft-bränsle blandningen, dvs det finns inga residual gaser, samt $p_1 = p_i$ och $T_1 = T_i$.

- Vad är knack och åt vilket håll flyttar man tändningen när man detekterar knack (tidigare eller senare)? (2 poäng)
- När man skyddar motorn mot knack så minskar man temperatur- och trycktoppen jämfört med optimal tändning. Antag att man måste tända på ett sådant sätt att processen följer en ideal Diesel-cykel. Hur mycket arbete utträttas i Diesel-cykeln i denna driftspunkt? (5 poäng)
- Den mest effektiva ideala cykeln i en kolvmotor med intern förbränning är Otto-cykeln. Skillnaden mellan den ideala och den som fås pga förändrad tändning kan tolkas som en tändningseffektivitet. Vad blir tändningseffektiviteten om man jämför Diesel-cykeln med Otto-cykeln i denna driftspunkt? (3 poäng)

Uppgift 2.

Betrakta den kontrollvolym som utgörs av insugningsröret för turbomotorn.

- Under transienter så förändras trycket p_i beroende på inflödet \dot{m}_{in} och utflödet \dot{m}_{out} . Härled den dynamiska ekvationen för tryckuppbyggnaden i kontrollvolymen. Vilket/vilka antagande ligger bakom den dynamiska ekvationen för tryckuppbyggnaden? (2 poäng)
- Hur modelleras utflödet, dvs massflödet in till cylindern? Ange ekvationen samt ange även vilka sensorer man behöver för att kunna bestämma modellparametrarna. (2 poäng)
- Vad är motorns fyllnadsgrad i databladets arbetspunkt? (1 poäng)

Uppgift 3.

Betrakta turbomotorn som arbetar i arbetspunkten enligt databladet. Motorn kan utrustas med två olika turbiner, en som har verkningsgrad $\eta_t = 0.65$ och en som har verkningsgrad $\eta_t = 0.8$.

- Kompressordata tillsammans med tryck och massflöde är givna i databladet. Hur mycket effekt behöver kompressorn för att kunna generera det givna trycket efter kompressorn? (3 poäng)
- Vi antar att wastegaten är helt stängd, dvs allt massflöde som kommer ut ur motorn går även genom turbinen. Hur stora blir avgasmottrycken p_{em} för de två turbinerna? (3 poäng)
- Turbinen påverkar pumparbetet och man kan då undra vad man får för motoreffektivitet för de olika turbineffektiviteterna? Detta besvaras med momentmodellen. Antag att $IMEP_g = Q_{in} \eta_{ig} / V_d$ med $\eta_{ig} = 0.35$ och att $FMEP = 1.5$ bar. Vad blir motoreffektiviteterna? (Ledning: Utgå från luftmassflödet för att beräkna Q_{in} .) (3 poäng)

Uppgift 4.

Betrakta λ -regleringsloopen, där man vill använda en diskret givare eftersom den är billigare än en kontinuerlig givare. Regulatorn använder den diskreta sensorn och beräknar sin styrsignal genom följande ekvationer.

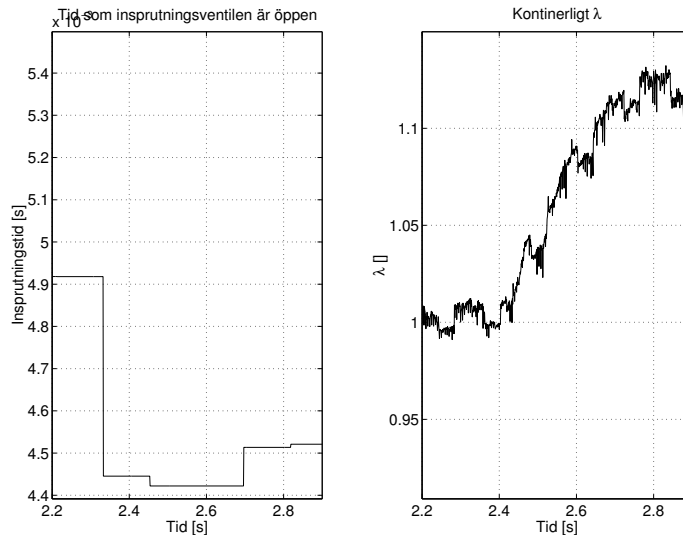
$$\lambda_s = \begin{cases} -1 & \text{För } \lambda_e > 1 \\ 1 & \text{För } \lambda_e < 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$u_\lambda = K_p \lambda_s + K_I \int \lambda_s dt \quad (2)$$

$$\dot{m}_{f_{inj}} = \frac{\dot{m}_a}{\left(\frac{A}{F}\right)_s} u_\lambda \quad (3)$$

I figur 1 finns ett bränslestegsexperiment där man även mätt kontinuerligt λ (den kontinuerliga sensorn används under utvecklingsfasen men är sedan borttagen). Antag oändligt snabb givare och att inverkan av bränslefilmsdynamik är försumbar.

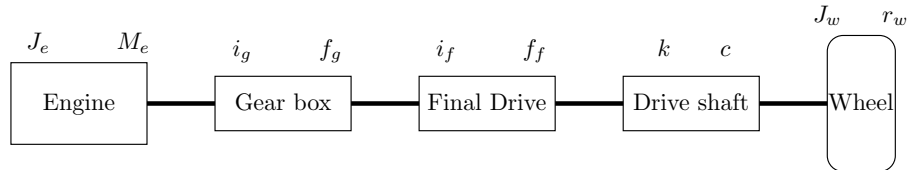
- Betrakta enbart I-reglering ($K_p = 0$). Rita signalerna insprutat bränsleflöde, lambda vid cylindern, lambda vid sensorn, samt den diskreta sensorns utsignal och motivera varför λ -regulatorn börjar självsvänga när man kör motorn stationärt. Vilken självsvängningsfrekvens kan man förvänta sig? I figur 1 finns nödvändig information. (4 poäng)
- Man kan styra självsvängningen genom att välja parametrarna till λ -regulatorn. Givet en viss I-del, hur skall man ställa in (beräkna) P-delen så att regulatorn får en så hög självsvängningsfrekvens som möjligt? Vilken självsvängningsfrekvens kan man förvänta sig? (3 poäng)



Figur 1: Bränslesteg vid konstant varvtal och konstant luftmassflöde. Tiden som insprutningsventilen är öppen ändras och det kontinuerliga λ mäts.

Uppgift 5.

Betrakta drivlinan i figuren nedan som har en dominerande elasticitet i drivaxlarna. Denna drivlina tillsammans med ett fordon skall nu modelleras. Momentet är insignal och verkar direkt på vevaxeln. Växellådan har utväxling i_g och slutväxeln utväxling i_f . Växellådan och slutväxeln har båda en viskös friktionsförlust som verkar på utgående axlar, dvs $M_{fr} = f_x \cdot \omega$ där f_x är friktionskoefficienterna. Fordonet har förluster från luft- och rullmotstånd samt påverkas även av väglutningen. Rullvillkor kan antas.



- Inför hjälpstorheter och ange ekvationerna för delsystemen. (4 poäng)
- Skriv systemet på tillståndsform. Ange vad de införda tillstånden betyder fysikaliskt. (3 poäng)
- Försumma alla förluster såsom, friktion, fjädderdämpning, rullmotstånd, luftmotstånd och väglutning. Bestäm överföringsfunktionen från motormoment till överfört moment i drivaxeln. (2 poäng)

Uppgift 6.

Kunskapsuppgifter

- Varför är "misfire" önskat ur emissionssynpunkt? Ange i stora drag OBD-II-kraven för att detektera misfire. Ange även hur man kan detektera misfire? (3 poäng)
- Vad är nedskalning och överladdning (down-sizing and supercharging)? Förklara de två begreppen och vad man uppnår med dem. (2 poäng)
- Rita en karta över en bensinmotors arbetsområde (varvtal, moment) och markera vilka styrstrategier/regulatorer som är aktiva i olika arbetsområden (exempelvis fullastupprikning, overrun etc). (2 poäng)
- Vad är aktiv dämpning? Hur och när kan det tillämpas vid drivlinereglering? (2 poäng)
- Vilka är de dominerande emissionerna från en dieselmotor? (1 poäng)