

Tentamen

TSFS 05 Fordonssystem
13 januari, 2006, kl 14-18

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

Datablad

Här nedan anges litet data för en motor som sitter i ett fordon. Några driftsparmetrar och delmodeller anges också för motorn.

$V_d=2.0$ liter	$r_c=10$
$q_{HV}=44.6$ MJ/kg	$\lambda=1$
$\gamma=1.3$	$(A/F)_s=15.1$
$M_a=29$ g/mol	$M_f=114$ g/mol
$R=273$ J/(kg K)	
$p_{amb}=101.3 \cdot 10^3$ Pa	$T_{amb}=27^\circ\text{C}$

Några delmodeller för motorn är beskrivna nedan

Fyllnadsgraden antas vara konstant med $\eta_{vol} = 0.85$.

Avgasmottrycket antas vara konstant $p_{em} = p_{amb}$.

Insugstemperaturen antas vara konstant $T_{im} = T_{amb}$.

$$\eta_{ig, ch} = 0.85$$

$$\eta_{ign} = 1 - C_{ign} \cdot (\theta_{ign} - \theta_{ign, opt})^2$$

där vinklarna ges i grader och $C_{ign} = 4 \cdot 10^{-4}$.

Motorfriktionen, uttryckt i bar, modelleras med följande polynom

$$\text{FMEP} = 0.97 + 0.15 \left(\frac{N}{1000} \right) + 0.05 \left(\frac{N}{1000} \right)^2$$

där N anges i RPM.

Luftflödet genom trotteln ges av följande standardmodell för en kompressibel restriktion med $p_r = \frac{p_{im}}{p_{amb}}$ där ekvationerna är

$$\dot{m}_{at} = \frac{p_{amb}}{\sqrt{R T_{amb}}} \cdot A_{\text{eff}}(\alpha) \cdot \Psi(p_r)$$

med

$$\Psi(p_r) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \left(p_r^{\frac{2}{\gamma}} - p_r^{\frac{\gamma+1}{\gamma}} \right)} & \text{for } p_r > \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \\ \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \left(\left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{2}{\gamma-1}} - \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}} \right)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

och där den effektiva arean hos trotteln ges av

$$A_{\text{eff}}(\alpha) = A_{\text{max}}(1 - \cos(\alpha)) \quad \text{med } A_{\text{max}} = \frac{\pi 0.1^2}{4}$$

Uppgift 1.

Betrakta en ideal Otto cykel där T_1 varieras och alla andra storheter såsom p_1 , λ , x_r , etc hålls konstanta. Ställ upp ekvationerna för maximala trycket och temperaturen och visa att den maximala temperaturen ökar med T_1 men att det maximala trycket minskar med T_1 . (6 poäng)

Uppgift 2.

Modellera (och ge ekvationerna) för en drivlina med en dominerande elasticitet i drivaxlarna. Antag en växellåda utan förluster med utväxling 9 (försumma växellådans egna tröghetsmoment). Gör i övrigt standardantaganden.

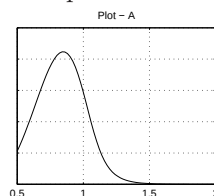
- Ange ekvationerna. (4 poäng)
- Inför tillstånd och ange vad de betyder fysikaliskt. Skriv systemet på tillståndsform. (3 poäng)

Uppgift 3.

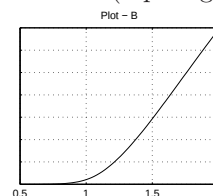
Kunskapsuppgifter

- Vad står förkortningen EGR för? Vilken typ av utsläpp reduceras med EGR? Ange slutligen den mekanism som används för att reducera utsläppen och förklara funktionen med hjälp av en ekvation. (3 poäng)
- Vad är turbofördröjning (turbo lag) och vad beror den på? (2 poäng)
- Vilka fördelar har en motor med variabel kompression jämfört med en konventionell motor? (2 poäng)
- Vad står OBD-II för och vad är i dessa sammanhang MIL? (2 poäng)
- Bilderna nedan till höger visar hur ϕ påverkar prestanda och gassammansättning ut ur motorn (innan katalysatorn). Skalorna är linjära på båda axlarna. Vilken storhet hör ihop med vilken plot? (2 poäng)

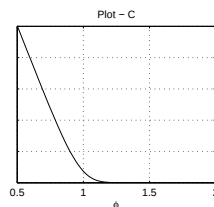
1) CO molekyler



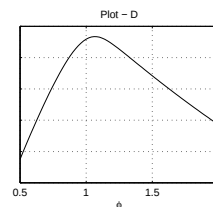
2) NO molekyler



3) O₂ molekyler



4) Adiabatisk flamtemperatur



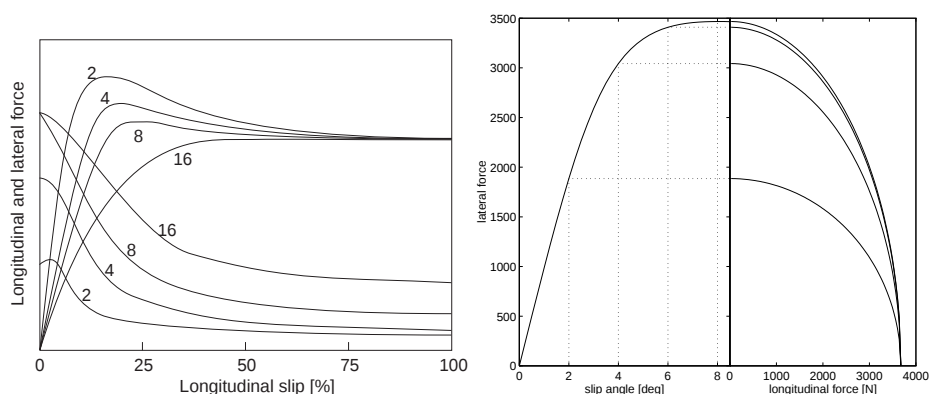
Uppgift 4.

Betrakta återkopplad λ -reglering där en diskret λ -sensor före katalysatorn används för regleringen. Regulatorn är en enkel integrerande regulator. Motorn körs i steady state, dvs konstant varvtal och konstant last. Bortse ifrån bränslepölsdynamiken och studera nu ett fall där tidsfördröjningen från insprutad bränslemängd till λ -sensorn är 0.1 s.

- Skissa utseendet på följande signaler under minst en och en halv period:
 - luftmassflöde till cylinder
 - insprutad bränslemängd
 - λ in till motor
 - λ före katalysator
 - den diskreta λ -sensorns utsignal
 - I-delens värde i regulatorn.(3 poäng)
- Vad är periodtiden? (1 poäng)

Uppgift 5.

Studera ett hjul med radien 0.3 m som färdas i 90 km/h. Motorn som driver hjulet körs på varvtalet 2500 rpm och utväxlingen är 2.83:1. Hjulet har även en sidohastighet på 12.5 km/h, orsakad av en vindpust från sidan. Däckskrafterna beskrivs av figur 1. Vad är de longitudinella och laterala krafterna? Ange beräkningsgången tydligt. (5 poäng)

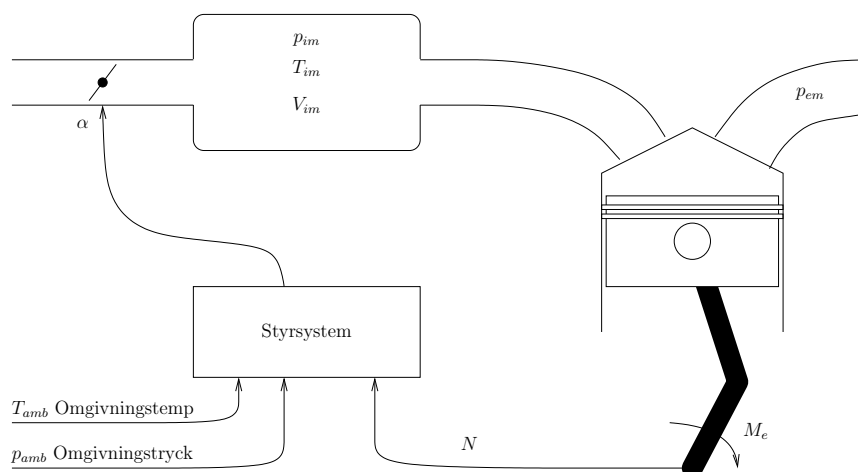


Figur 1: Grafer som ger sambanden mellan slip, slipvinklar, longitudinella och laterala krafter.

Uppgift 6.

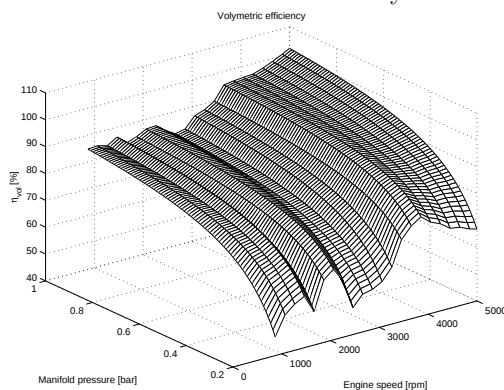
Betrakta luftintagssystemet tillsammans med momentgenererandet för den bensinmotor som visas i figuren nedan. Data för motorn anges i databladet. Motorn är utrustad med en lambda-regulator som styr bränslet och antas fungera perfekt så att $\lambda = 1$. Motorn har också en tändningsregulator som håller tändningen på dess optimala punkt.

- Ställ upp en medelvärdesmodell för systemet från trottelvinkeln till motorns utmoment. Insignalerna till modellen är N , T_{amb} , p_{amb} och α . Ange tillstånd, parametrar och beräkningsgången tydligt. (6 poäng)
- Motorn sitter i ett fordon som framförs i konstant hastighet på en väg och motorns varvtal är 2000 rpm. Föraren begär med gaspedalen momentet $M_e = 50$ Nm. Vilken vinkel α skall styrsystemet ställa ut på trotteln för att motorn under stationära förhållanden skall ge $M_e = 50$ Nm? (3 poäng)
- Under samma villkor som ovan kopplas luftkonditioneringens kompressor in, den konsumerar då 20 Nm av motorns utgående momentet. Hur mycket skall styrsystemet ändra trottelvinkeln för att föraren inte skall märka någon ändring i det moment som motorn levererar till drivlinan då kompressorn kopplats in. (1 poäng)



Uppgift 7.

Figuren för fyllnadsgraden (se nedan) visar ett intressant utseende när trycket i insugningsröret varierar. Eftersom fyllnadsgraden är en viktig parameter i medelvärdesmodellerna skall vi nu titta närmare på den och använda den termodynamiska cykeln för att förstå den bättre. Genom att betrakta en ideal gasväxlings process kan man härleda ett enkelt uttryck för detta.



- Härled ett uttryck för fyllnadsgraden. Du får hjälp med härledningen av följande stegvisa instruktion.
 - Rita ett pV diagram för en Ottocykel med pumparbete och markera punkterna 1, 2, ..., 7 på samma sätt som i kursen.
 - Vid punkt 6, där avgasventilen stängs, är trycket lika med avgastrycket p_e . Volymen V_c vid punkt nummer 6 bestämmer mängden residualgas.
 - Mellan punkterna 6 och 7, antas att residualgaserna expanderar isentropiskt ut i insugningsröret, till trycket p_i . Bestäm den volym V_r som residualgaserna nu upptar?
 - Mellan punkterna 7 och 1 sugs residualgaserna in igen tillsammans med den fräska blandningen av luft och bränsle. Bestäm den volym V_{af} som luftbränsleblandningen upptar vid punkt 1, och uttryck kvoten $\frac{V_{af}}{V_d}$ som en funktion av r_c , p_e , samt p_i .
 - Definitionerna av λ och $(A/F)_s$ ger ett samband mellan luft- och bränslemassan. Bränslets molmassa betecknas M_f och luftens molmassa M_a . Genom att utnyttja ideala gaslagen (och anta att allt bränsle som nått cylindern är förångat) så fås ett samband mellan luftvolym V_a och V_{af} .
 - Från definitionen av fyllnadsgrad ($\eta_{vol} = \frac{V_a}{V_d}$ för en cykel) får man nu enkelt det uttryck som söks, notera att $r_c = \frac{V_{tot}}{V_c}$ (4 poäng)
- Vilket är det lägsta tryck som man kan ha i insugningsröret enligt modellen? (1 poäng)
- Kontrollera att utseendet stämmer med figuren ovan. Plotta funktionen givet informationen i databladet, för dessa värden på trycket $p_i = [25, 30, 40, 60, 80, 100]$ kPa. (2 poäng)