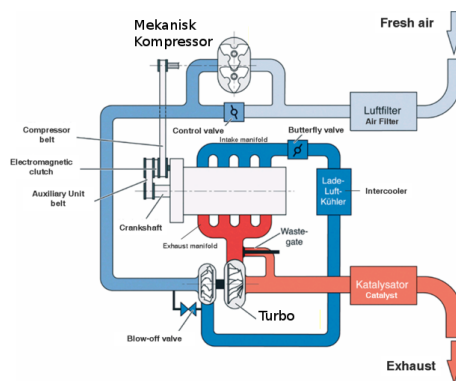


# Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings Universitet

<b>Datum för tentamen</b>	2011-12-19
<b>Sal</b>	TER3 (31 platser)
<b>Tid</b>	8-12
<b>Kurskod</b>	TSFS05
<b>Provkod</b>	TEN2
<b>Kursnamn</b>	Fordonssystem
<b>Institution</b>	ISY
<b>Antal uppgifter som ingår i tentamen</b>	6
<b>Antal sidor på tentamen (inkl. försättsbladet)</b>	4
<b>Jour/kursansvarig</b>	Lars Eriksson
<b>Telefon under skrivtid</b>	013-284409
<b>Besöker salen ca.</b>	9 och 11
<b>Kursadministratör (namn+tfnr+e-post)</b>	Jenny Stendahl, 013-281020, Jenny.Stendahl@LiU.se
<b>Tillåtna hjälpmedel</b>	TeFyMa, Physics Handbook, Miniräknare
<b>Övrigt</b>	Betygsgränser: 23 poäng - 3 33 poäng - 4 43 poäng - 5

## Datablad

Motorn här intill har varit inspirationskällan till uppgifterna och den är Volkswagens "1.4 liter TSI Engine with Dual-charging". Den är en nedskalad och överladdad bensinmotor, utrustad med både turbo och kompressor. Motorn har utsetts till "International Engine of the Year" åren 2009 och 2010, och kan väljas i ett antal av VW koncernens fordon, bl.a. Golf GT TSI.



Luft- och bränsledata		Storheter i gasflödesvägen				
$R$	290	J/kg K	Omgivningstryck	$p_{amb}$	101.3	kPa
$c_p$	1120	J/kg K	Omgivningstemp.	$T_{amb}$	20	°C
$\gamma$	1.35	-	Temp. i insugsrör	$T_i$	40	°C
$(A/F)_s$	15.1	-	Temp. före turbin	$T_{em}$	1150	K
$\lambda$	1.0	-	Tryck före katalysator	$p_t$	115	kPa
$q_{LHV}$	$44.6 \cdot 10^6$	J/kg				

Den mekaniska kompressorn har verkningsgraden  $\eta_{mc} = 0.75$ .

Motordata			Turbodata				
Motorvolym	$V_d \cdot n_{cyl}$	1.39	dm <sup>3</sup>	Kompressor	$\eta_c$	0.77	-
Cylinderantal	$n_{cyl}$	4	-	Turbin	$\eta_t$	0.73	-
Kompression	$r_c$	10.0	-	Mekanisk	$\eta_m$	0.98	-
Fyllnadsgrad	$\eta_{vol}$	0.95	-	Fordonsdata			
Borrning	$B$	76.5	mm	Fordonsmassa	$m$	1370	kg
Slaglängd	$S$	75.6	mm	Frontarea	$A$	2.22	m <sup>2</sup>
Max effekt	$P_{max}$	125	kW	Hjulradie	$r_w$	0.3	m
Max moment	$M_{max}$	240	Nm	Luftmotståndskoeff.	$C_D$	0.31	-
				Rullmotståndskoeff.	$c_{r,0}$	0.015	-

## Andra fakta och data

Motorprestanda: 125 kW vid 6000 rpm och 240 Nm från 1500 till 4500 rpm.

Drivlinan har en effektivitet på 96%.

Den omgivande luften har en densitet på  $\rho_{air} = 1.2 \text{ kg/m}^3$ .

Slutväxeln har utväxlingen 3.650 och växellådan har utväxlingarna

1:an	2:an	3:an	4:an	5:an	6:an
3.778	2.118	1.360	1.029	0.857	0.733

I momentmodellen så antar vi att man tänder med optimal timing så att  $\eta_{ign} = 1$  och att förbränningskammarens effektivitet är  $\eta_{ig,ch} = 0.75$ .

Motorfriktionsmodellen (där FMEP ges i bar och N ges i RPM) är:

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

Datablad för matlabkoderna:

**Uppgift 1.**

Antag att en av motorns cylindrar följer en ideal Seiligercykel där 60% av energin frigörs under en konstantvolymsprocess och resten under en konstanttrycksprocess.

- a. Startförhållandena är  $p_1 = 80$  kPa och  $T_1 = 80^\circ\text{C}$ . Räkna cykeln runt och ställ upp resultatet i en tabell med rader som visar värdena för  $V_j, T_j, p_j$  med  $j \in \{1, 2, 3a, 3b, 4\}$ . (5 poäng)
- b. Om cylindern hade följt en ideal Dieselcykel med samma förutsättningar och startvärden, hade  $T_4$  varit högre, samma, eller lägre? För poäng krävs även motivering. (1 poäng)

**Uppgift 2.**

Antag att fordonet når maxhastigheten vid motorns maximala effekt.

- a. Vad blir fordonets maxhastighet? (5 poäng)
- b. Vilken utväxlingen skulle detta motsvara hos drivlinan, och på vilken växel kommer man närmast? (1 poäng)

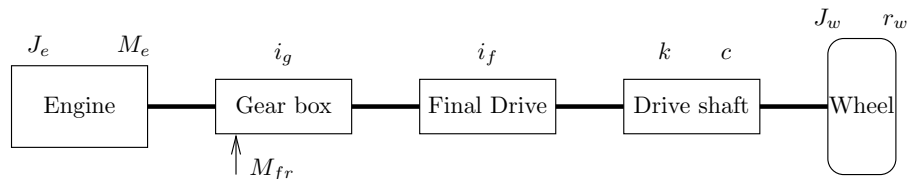
**Uppgift 3.**

En uppgift på modellering och reglering av bränsle.

- a. Ange och motivera medelvärdesekvationerna på tillståndsform för en standardbränslepöl enligt tunnfilmsmodellen. Redogör för antagandena som ligger bakom modellen. (3 poäng)
- b. Modellen kan användas i reglersystemet. Hur och i vilken reglerloop används modellen? (2 poäng)
- c. Avdunstningen beror även på motortemperaturen och blir snabbare för högre temperaturer. Effekten finns inte med i tunnfilmsmodellen men är enkel att lägga till. Antag att avdunstningshastigheten är proportionell mot  $\frac{T_{cool}}{T_0}$ , där  $T_0$  motsvarar en referenstemperatur där man bestämt tidskonstanten  $\tau_{fp}$ . Vad blir tillståndsmodellen då man lägger till denna effekt? (2 poäng)

**Uppgift 4.**

Betrakta nedanstående drivlina för en Golf. Den består av: motor, växellåda, slutväxel, hjul, drivaxlar och fordon. Bilen är framhjulsdreven och har den huvudsakliga torsionen vid drivaxlarna. I drivlinan och växellådorna finns förluster som modelleras som ett belastande moment som verkar på ingående axel i växellådan och är 4% av ingående moment. Rullvillkor antas vid hjulet.



- a. Ställ upp ekvationerna för komponenterna i drivlinan. Luftmotstånd och (ett konstant) rullmotstånd skall tas med i modellen. (3 poäng)

- b. Låt motorns drivande moment vara insignal  $u$ , gör standardvalen av tillstånd och ställ upp systemet på (olinjär) tillståndsform. (3 poäng)

### Uppgift 5.

Betrakta motorn i databladet. Vid låga motorvarvtal används bara den mekaniska kompressorn och vid höga används bara turboaggregatet. Vid 2500 rpm kan båda användas. För att öka densiteten tar den mekaniska kompressorn arbete från vevaxeln medan turboaggregatet använder avgasenergin vilket kräver ett högre avgasmottryck. Uppgiften går ut på att studera hur en turbomotor och en kompressormatad motor förhåller sig till varandra. Vi antar att: trotteln är helt öppen, det finns inga tryckfall över varken intercooler eller luftfilter, samt att motorn arbetar vid 2500 rpm.

- a. Antag att bara turboaggregatet är aktivt och genererar 2.0 bar i insugstryck. Hur stort tryck behövs före turbinen om vi antar att wastegateventilen är stängd? (5 poäng)
- b. Hur mycket moment genererar turbomotorn i arbetspunkten? (Detta är en maxlastpunkt där man bland annat skyddar motorn mot knock med justerad tändning, vilket bortses från i uppgiften. Modellen kan därför eventuellt ge högre moment än var motorn gör.) (3 poäng)
- c. Antag att turboaggregatet är bortkopplat och den mekaniska kompressorn genererar allt tryck i insugssystemet. Bestäm hur mycket arbete kompressorn konsumerar från motorn under en cykel som funktion av laddtryck. För att koppla luftmassflöde till arbete (moment) så antar vi att fyllnadsgraden är konstant. (3 poäng)
- d. Bestäm det laddtryck som behövs från den mekaniska kompressorn för att den skall ge samma utmoment som turbomotorn som jobbar vid 2.0 bar. Vad blir motoreffektiviteterna för de två fallen och hur stor är skillnaden? (3 poäng)

### Uppgift 6.

Kunskapsuppgifter

- a. När man pratar om Dieselmotorns emissioner så pratar man i huvudsak om två emissioner. Den ena är  $\text{NO}_x$ , men vilken är den andra och vilka faktorer beror den på? (2 poäng)
- b. För att reducera  $\text{NO}_x$ -emissionerna så kan man använda EGR. Hur påverkar man emissionsbildningen med EGR? Motivera denna påverkan med en ekvation som kommer från den ideala Ottocykeln. (2 poäng)
- c. Ge tre anledningar till varför en konventionell bensinmotor har lägre verkningsgrad än en dieselmotor vid dellast. (2 poäng)
- d. I en bensinmotor påverkas emissionerna av  $\lambda$ . Skissa hur  $\lambda$  påverkar HC, CO och  $\text{NO}_x$  emissionerna som kommer ut ur motorn samt de som kommer ut ur katalysatorn, indikera speciellt om det finns ett max, min eller knä och ange i så fall för vilket  $\lambda$  det antas. (3 poäng)
- e. Vad är OBD-II? Vad är i detta sammanhang MIL? (2 poäng)