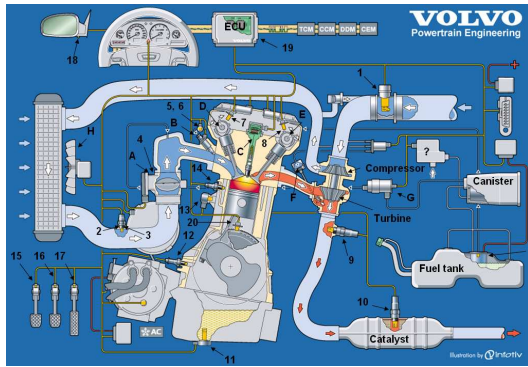


Motor – Överladdning och Turbo



Lars Eriksson

1

September 2007

Perspektiv på dieselmotorer i personbilar

- Dieselmotorerna är och har länge varit den *enda* motortypen i tunga applikationer.
- Innan 1990 var marknadsandelen kopplad till bränslekostnaden. Efter 1990 har den gått från 14% till 42% i 2003 trots att den relativa skillnaden i pris mellan diesel och bensen har varit nästan konstant under samma tidsperiod.

Lars Eriksson

3

September 2007

Huvudsakliga skillnader mellan diesel- och bensenmotorer

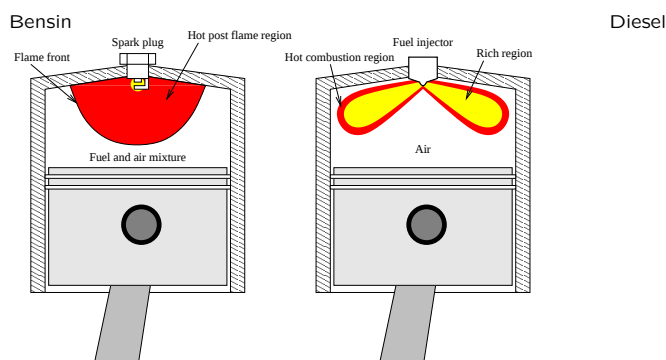
- Bränsleinjektion och förbränningsprincipen är helt olika. I *bensenmotorerna* sprutas bensen utanför inloppsporten så att bränslet förångas och blandas ordentligt innan förbränningen. Förbränningen initieras med tändstiftet. I *dieselmotorn* sugas bara luft in under insugsslaget och dieseln injiceras direkt i förbränningskammaren under högt tryck. Bränslet självantänder pga den höga temperaturen efter förbränningen.
- Det finns ingen trottell i dieselmotorn. En bensenmotor arbetar mycket nära stökiometrisk blandning, $\lambda = 1$, medans en diesel alltid körs magert $\lambda > 1.3$.

Lars Eriksson

5

September 2007

Förbränningsprocesserna



Lars Eriksson

7

September 2007

Diesel- och bensenmotorer – De stora skillnaderna

	Bensen (Spark Ignited)	Diesel (Compression Ignited)
Bränsle	Bensen	Diesel
Luftintag	Trottell	Raka rör
Bränsleinjektion	I insugningssystemet	Direkt i cylindern
Laständring	Luftflöde p_i	Bränslemängd Q_{in}
Luft- & bränsleblandning	Homogen	Stratifierad
Förbränningsstart	Tändgnista	Självantänder
Förbrännigstyp	Förblandad	Diffusion
Emissioner	CO , HC och NO_x 3-vägs-katalysator	NO_x och partiklar partikelfälla de-nox-katalysator
r_c	8–12	12–24
λ	0.5–1.5	>1.1

Lars Eriksson

2

September 2007

Perspektiv på dieselmotorer i personbilar

- Minst två viktiga steg i teknikutvecklingen under perioden
 - Direktinsprutning, där Audi var först 1989.
 - I mitten av 90-talet utvecklades common rail systemen och nådde marknaden 1997.
- Dessa två och andra teknologier gjorde det möjligt att öka injektionsstrycket mer exakt kunna styra andelen bränsle, till och med multipla injektioner.

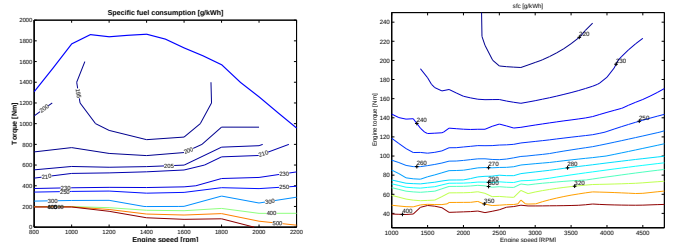
Lars Eriksson

4

September 2007

Musseldiagram

En dieselmotor och en bensenmotor



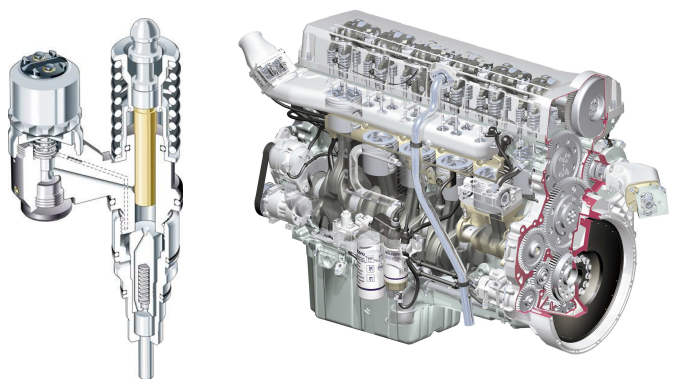
Jämförelse av absoluta tal är inte riktigt rättvis pga olika motorstorlek, 11.7 respektive 2.3 liter.

Lars Eriksson

6

September 2007

Enhetsinsprutare



Lars Eriksson

8

September 2007

Common rail



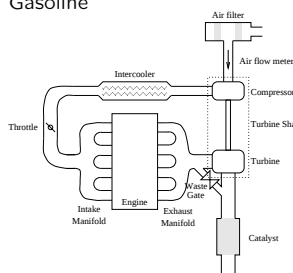
Lars Eriksson

9

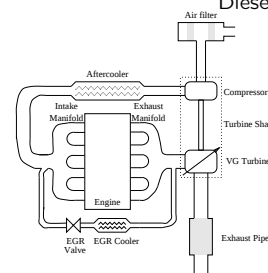
September 2007

Skisser på bensin och dieselmotorer

Gasoline



Diesel



Moderna Dieselmotorer är alltid utrustade med turbo.

Lars Eriksson

10

September 2007

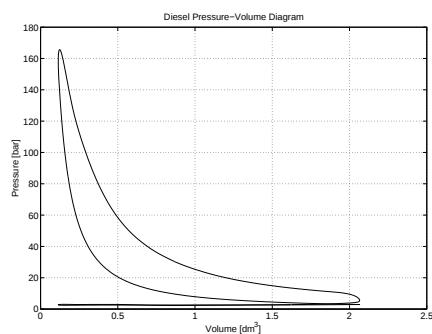
Hur beskriver man Dieselmotorns prestanda?

Lars Eriksson

11

September 2007

Ett pV-diagram, uppmätt på en dieselmotor



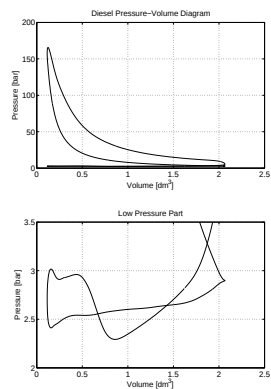
Ingen ideal Dieselcykel! Inte konstanttryckförbränning.

Lars Eriksson

12

September 2007

Försumbara pumpförluster



Momentmodell (välkänd):

$$W_{i,n} = W_{i,g} - W_{pump} - W_{fric}$$

$$W_{i,g} \propto m_f$$

$$W_{pump} \approx 0$$

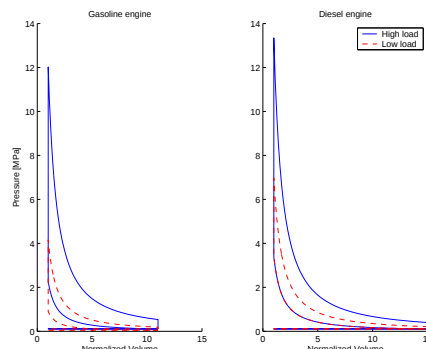
$$W_{fric} = V_d FMEP(N, \dots)$$

Lars Eriksson

13

September 2007

Lastförändringsprincip i Bensin- och Dieselmotorer

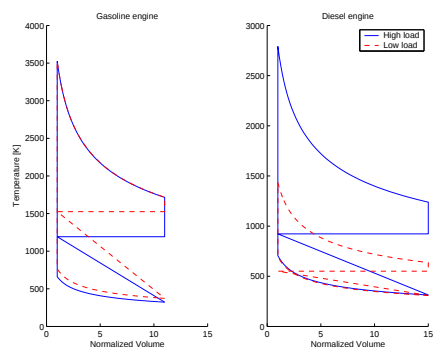


Lars Eriksson

14

September 2007

Lastförändringsprincip i Bensin- och Dieselmotorer



Lars Eriksson

15

September 2007

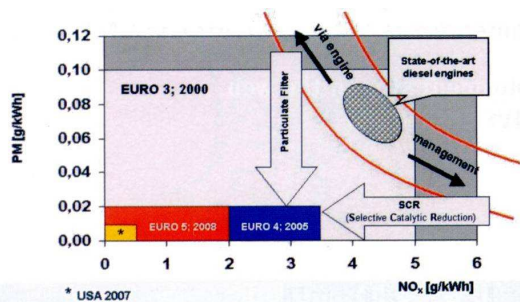
Hur är det med Dieselmotorns emissioner?

Lars Eriksson

16

September 2007

Dieselmotorns emissionsavvägning



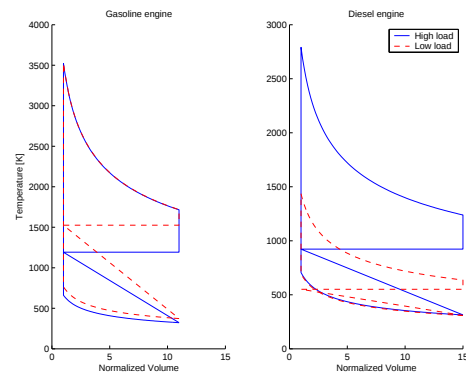
Emissionerna är i huvudsak partiklar och NO_x .

Lars Eriksson

17

September 2007

Varför har Dieselmotorn höga NO_x ?



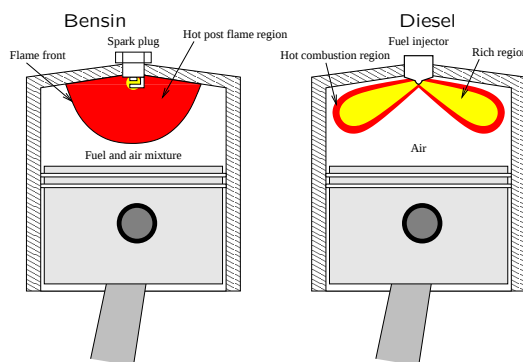
Global temperatur är inte nyckeln.

Lars Eriksson

18

September 2007

Varför har Dieselmotorn höga NO_x ?



Lokala temperaturen är nyckeln.

Lars Eriksson

19

September 2007

Hur reducerar man den lokala temperaturen?

$$\Delta T = \frac{m_f q_{HV}}{m_{tot} c_v} = \frac{m_f}{m_a + m_f + m_r} \frac{q_{HV}}{c_v}$$

- Blandningen brinner vid gynnsamma förhållanden runt $\lambda = 1$
- Residualgas, dvs EGR

Lars Eriksson

20

September 2007

Fördelar och nackdelar

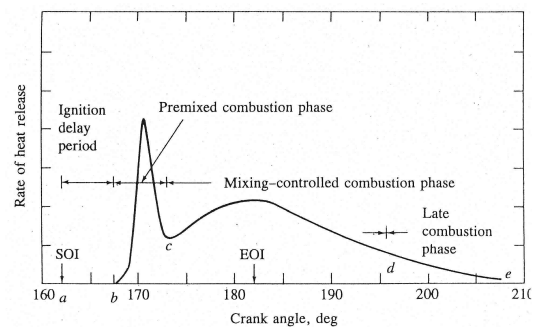
- Effektivitet – Tre fördelar för dieselmotorn
 - Högre kompression
 - Lägre pumpförluster
 - Mager blandning
- Emissioner – Tre nackdelar för dieselmotorn
 - Höga NO_x emissioner – Skitad och mager blandning $\lambda > 1$ samt hög kompression
 - Ingen effektiv efterbehandling – mager blandning $\lambda > 1$
 - Sot- och partikelbildning – stratifierad blandning

Lars Eriksson

21

September 2007

Dieselmotorer och ljud

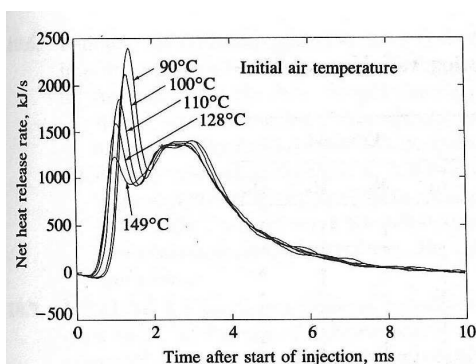


Lars Eriksson

22

September 2007

Dieselmotorer och ljud



Lars Eriksson

23

September 2007

Bränslereglering

Två system i för de två delarna i bränsleregleringen.

- Lågtrycksdel – fuel supply system
- Högtrycksdel – fuel injection system

Lågtrycksdelen förbereder bränslet genom filtrering och vattenseparation för att slutligen leverera bränslet till högtrycksdelen.

Det finns några regleringsaspekter i lågtrycksdelen, såsom förvärmning i vissa fall.

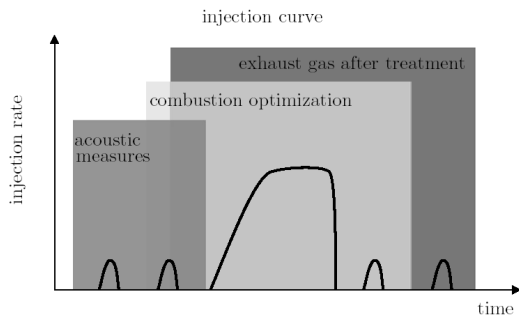
Huvuddelen av regleringen ligger i högtrycksdelen.

Lars Eriksson

24

September 2007

Principskiss av multippla bränsleinsprutningar



Lars Eriksson

25

September 2007

Motor - Avancerade koncept

Nya?

Super charging:
–Turbo

Variable compression (v_c)

Gasoline direct injection – GDI

Styrssystem är basen

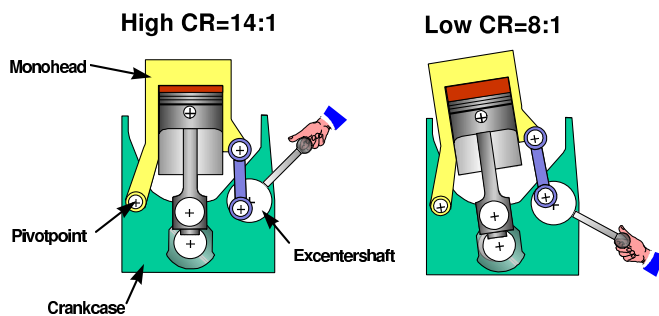
Lars Eriksson

27

September 2007

Variabel kompression, v_c

$$\epsilon = r_c = \frac{V_d + V_c}{V_c}$$

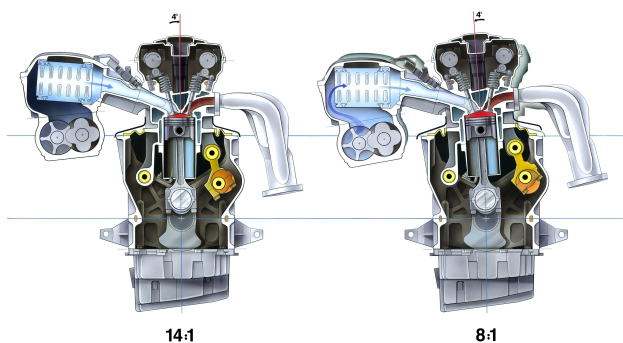


Lars Eriksson

29

September 2007

Motor - Variabel kompression



Lars Eriksson

31

September 2007

Motor - Avancerade koncept

“Engines are now computerized machines”.

- Nya mekanisk design. Dessa möjliggörs av, och förlitar sig på, styrsystemen.
- Nya metoder för signaltolkning. Tillgänglighet på beräkningskapacitet och nätverks teknologier har öppnat upp för nya möjligheter.

Lars Eriksson

26

September 2007

Motor – Kompression och effektivitet

Luft och bränsle $\Rightarrow$ arbete och emissioner

pV-diagram med standardcykler som modell av uppmätt indikatordiagram.

$$\text{Cykeleffektiviteten} \begin{cases} \text{Otto:} & \eta_{f,i} = 1 - \frac{1}{r_c^{\gamma-1}}, \\ \text{Diesel:} & \eta_{f,i} = 1 - \frac{1}{r_c^{\gamma-1}} \frac{\beta^{\gamma}-1}{(\beta-1)\gamma} \end{cases}$$

$r_c \rightarrow \infty$

Knack – Begränsning vid höga temperaturer (höga laster).

Kan man göra något åt kompromissen?

Lars Eriksson

28

September 2007

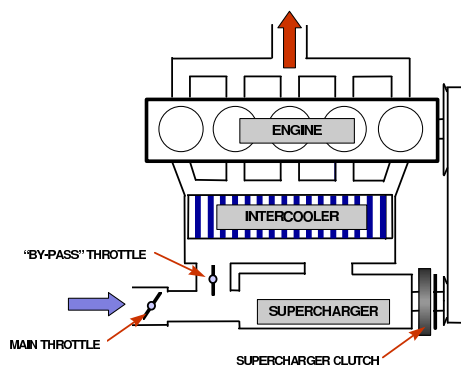


Lars Eriksson

30

September 2007

Motor - Variabel kompression



Lars Eriksson

32

September 2007

Motor – Variabel kompression

Aktuell forskning

Samtidig styrning av kompression och tändning

Kompressorinkoppling

Kompressor by-pass

GDI – fusion av diesel och bensen

Låg last fullt öppet spjäll
 sen injektionstidpunkt
 stratifierad blandning, lokalt $\lambda \in [0.5, 1.3]$

Hög last Delvis stängt spjäll
 tidig injektionstidpunkt
 $\lambda = 1$ (för emissionsrening)

Konceptet kräver avancerade styrsystem.