

TSFS09 – Modelling och Reglering av Motorer och Drivlinor – Fö 12

Motor – Jämförelse Diesel och Bensin

Lars Eriksson - Kursansvarig

Fordonssystem, Institutionen för Systemteknik
 Linköpings universitet
 larser@isy.liu.se

November 28, 2016

Innehållsförteckning

Motor – Diesel vs Bensin

Diesel Fuel Injection and Combustion

Performance – Torque

Performance – Emissions

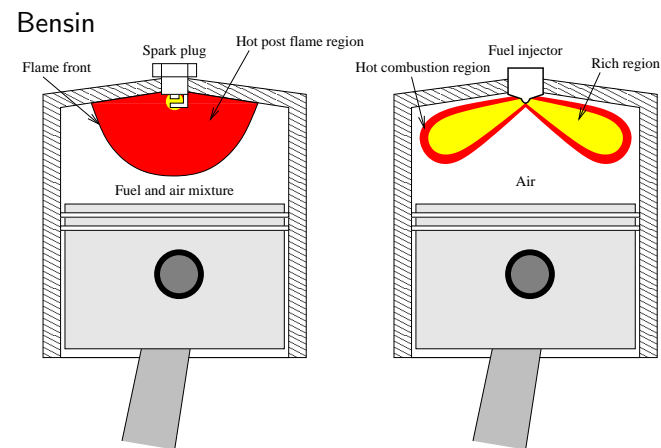
Motor – Avancerade koncept

Framtida Ingenjörsutmaningar

Diesel- och bensinmotorer – De stora skillnaderna

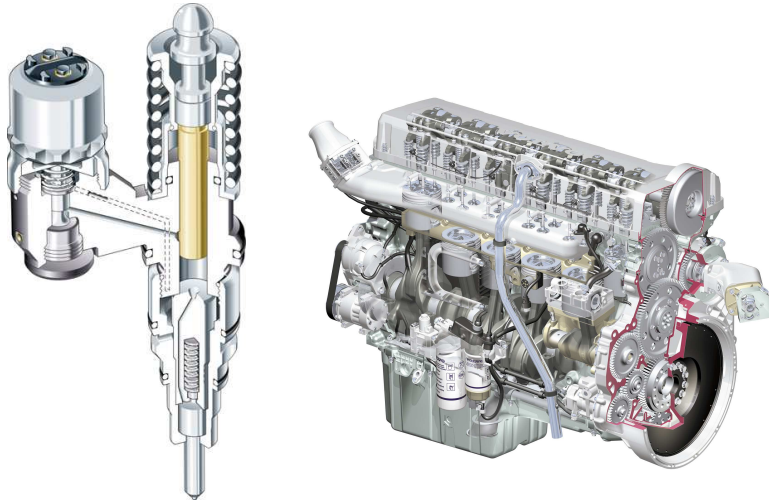
	Bensin (Spark Ignited)	Diesel (Compression Ignited)
Bränsle	Bensin	Diesel
Luftintag	Trottel	Raka rör
Bränsleinsprutning	I insugningssystemet	Direkt i cylindern
Laständring	Luftflöde p_i	Bränslemängd $Q_i n$
Luft- & bränsleblandning	Homogen	Stratifierad
Förbränningsstart	Tändgnista	Självantänder
Förbrännigstyp	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

Förbränningsprocesserna

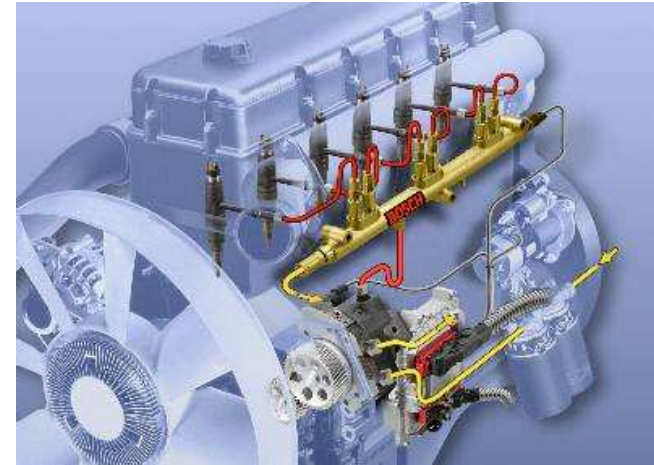


Diesel

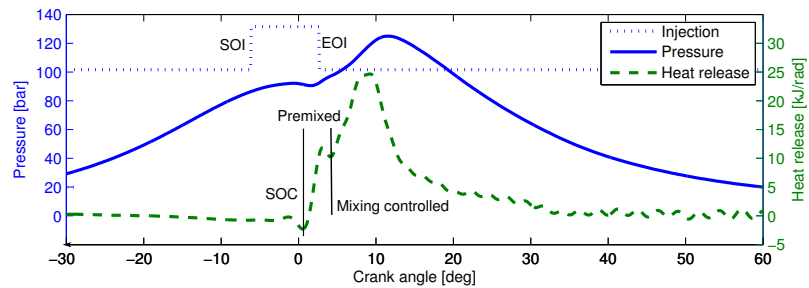
Enhetsinsprutare



Common rail

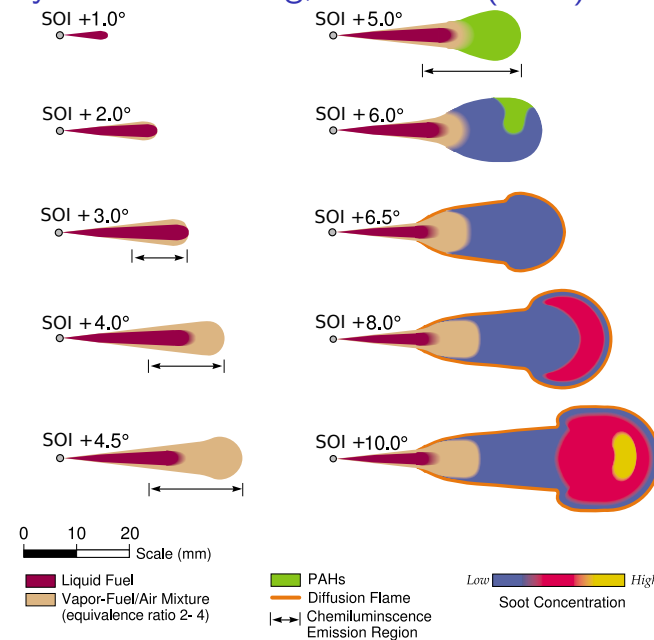


Förbränning, John Dec (1997)

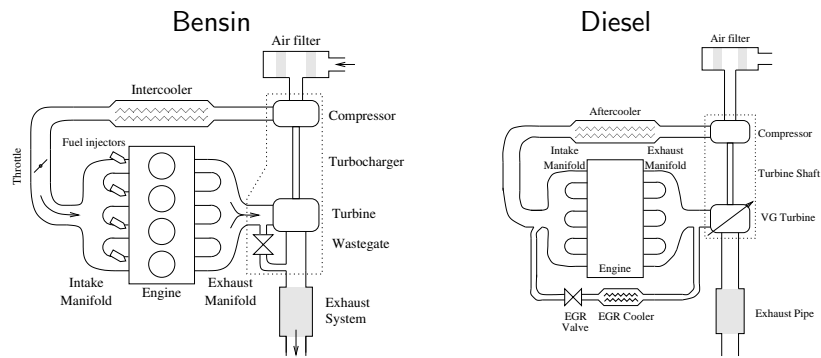


- ▶ Start Of Injection, End Of Injection
- ▶ Start Of Combustion, Ignition delay
- ▶ Premixed combustion, Diffusion (mixing) combustion

Spray och förbränning, John Dec (1997)



Skisser på bensen och dieselmotorer



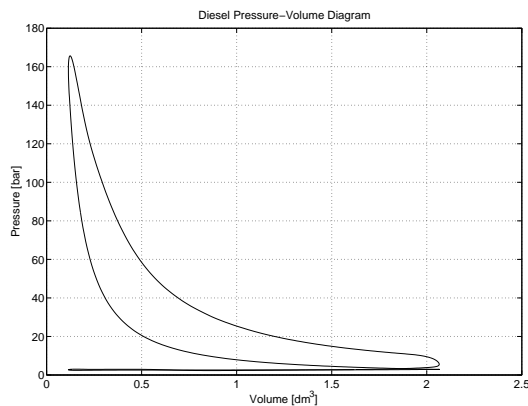
Moderna Dieselmotorer är alltid utrustade med turbo.

Hur beskriver man Dieselmotorns prestanda?

Momentmodellen

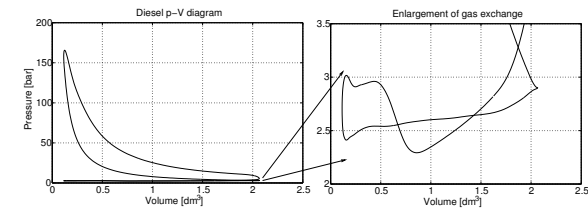
- ▶ Utgår från den terodynamiskt baserade momentmodellen, som kopplar bränsle till arbete/moment.
- ▶ Analysera komponenterna.
- ▶ Börjar med pV-diagrammet.

Ett pV-diagram, uppmätt på en dieselmotor



Ingen ideal Diesel cykel! Inte konstanttryckförbränning.

Försumbara pumpförluster



Momentmodellen (välkänd)

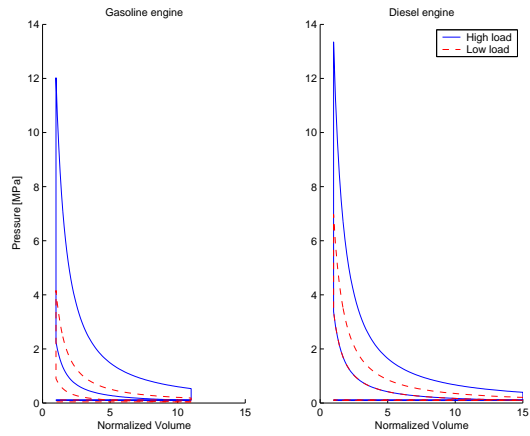
$$W_{i,n} = W_{i,g} - W_{pump} - W_{fric}$$

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

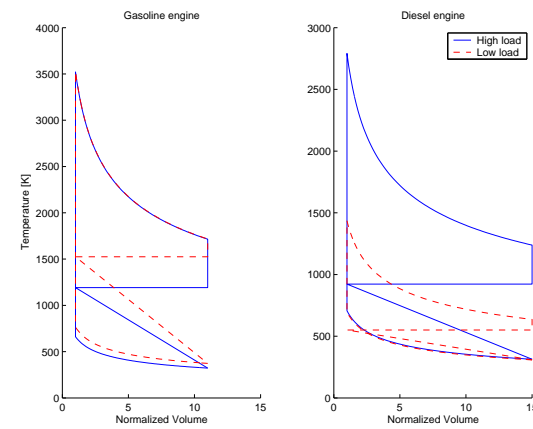
$$W_{pump} \approx 0$$

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

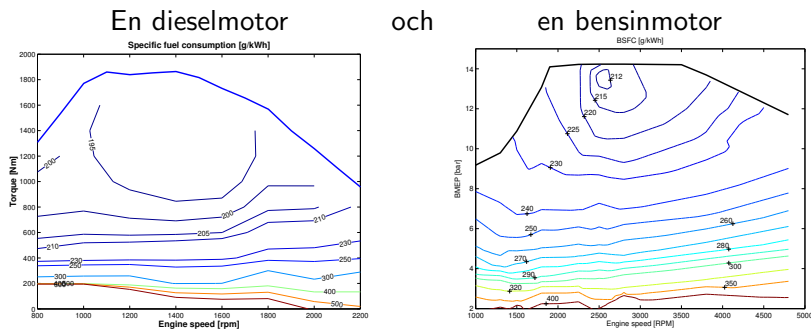
Lastförändringsprincip i Bensin- och Dieselmotorn



Lastförändringsprincip i Bensin- och Dieselmotorn



Musseldiagram

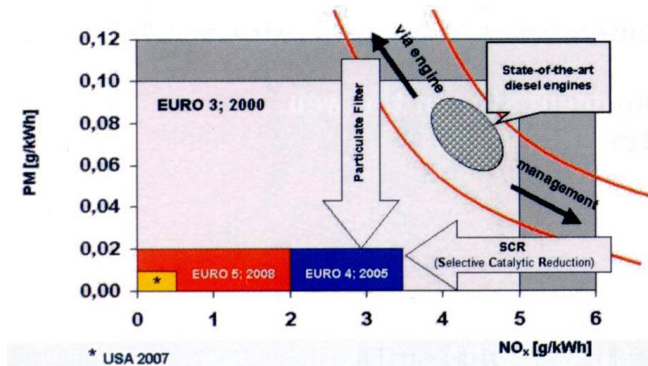


och

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

Hur är det med Dieselmotorns emissioner?

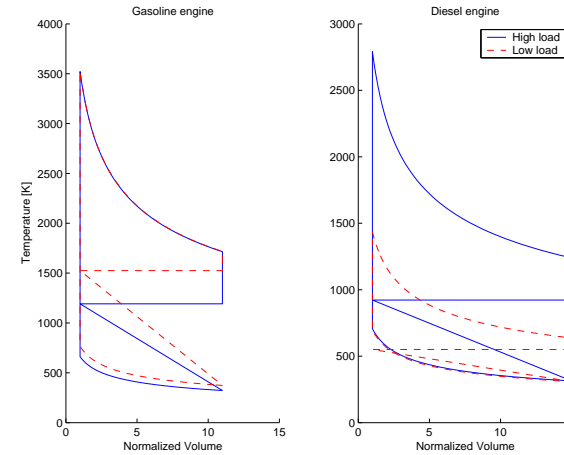
Dieselmotorns emissionsavvägning



Emissionerna är i huvudsak

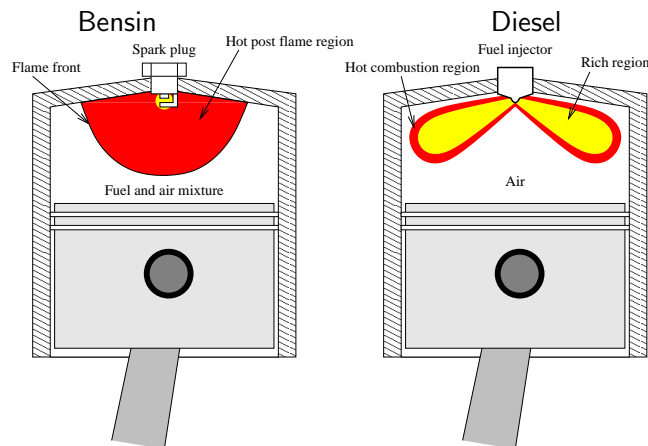
- ▶ Partiklar (sot, rök) – Particulate Matter (PM)
- ▶ Kväveoxider, NO_x

Varför har Dieselmotorn höga NO_x?



Global temperatur är inte nyckeln.

Varför har Dieselmotorn höga NO_x?



Lokala temperaturen är nyckeln.

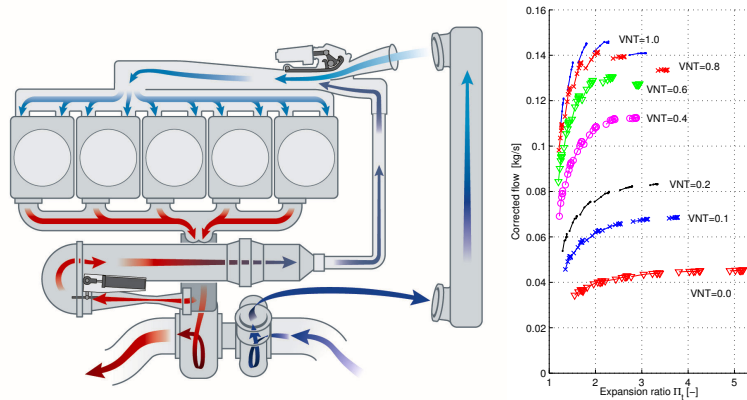
Hur reducerar man den lokala temperaturen?

- ▶ Blandningen brinner vid gynnsamma förhållanden runt $\lambda = 1$
- ▶ Kan inte använda globalt lambda.

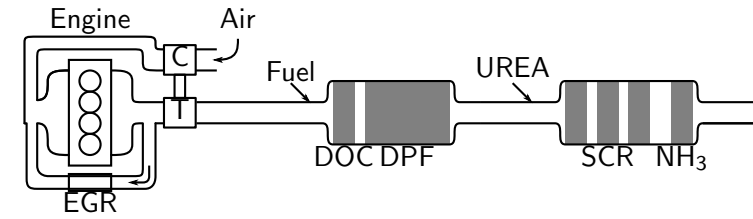
$$\Delta T = \frac{m_f q_{HV}}{m_{tot} c_v} = \frac{m_f}{m_a + m_f + m_r} \frac{q_{HV}}{c_v} = \frac{1 - x_r}{\lambda(A/F)_s + 1} \frac{q_{HV}}{c_v}$$

- ▶ Residualgas, dvs EGR.

EGR och VGT system



Efterbehandling



- ▶ EGR/VGT
- ▶ Diesel insprutning
- ▶ Diesel Oxidizing Cat (DOC), Diesel Particulate Filter (DPF)
- ▶ Insprutning av Urea CO(NH₃)₂ lösning (Urea+vatten)
- ▶ Selective Catalytic Reduction (SCR), Ammonia Slip Catalyst (NH₂)
- ▶ Lägre bränslekostnad, högre efterbehandlingskostnad

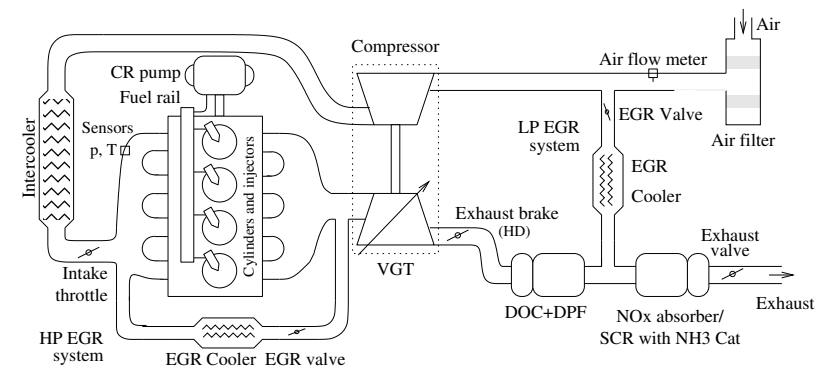
UREA system: Tank, Värmare+pump

Extra tank, UREA + vattenlösning, smältpunkt -11°.

-Lagkrav på tid från fryst till när man måste kunna spruta in.



Dieselmotor – Totalt System

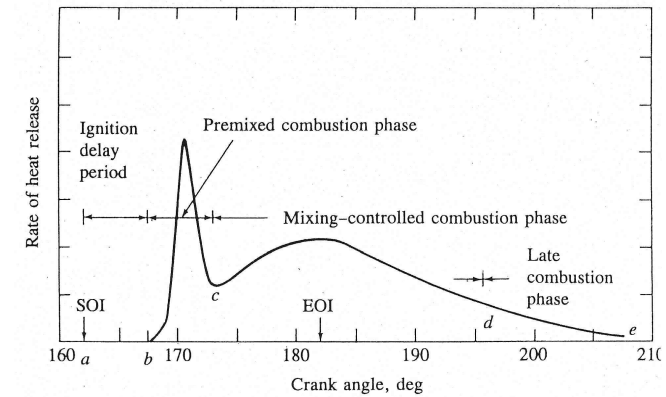


- ▶ Long and short route EGR & många andra system

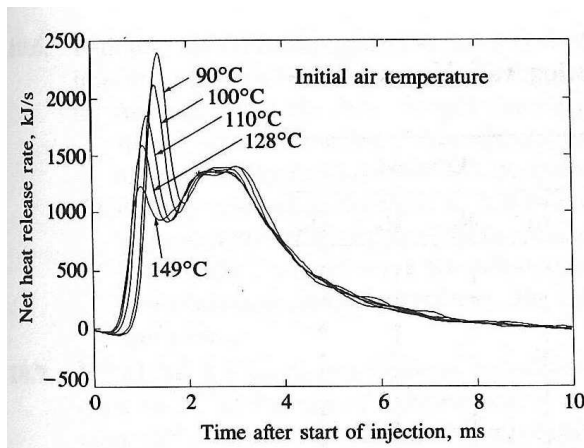
Fördelar och nackdelar

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

Dieselmotorer och ljud



Dieselmotorer och ljud



Bränslereglering

Två system i för de två delarna i bränsleregleringen.

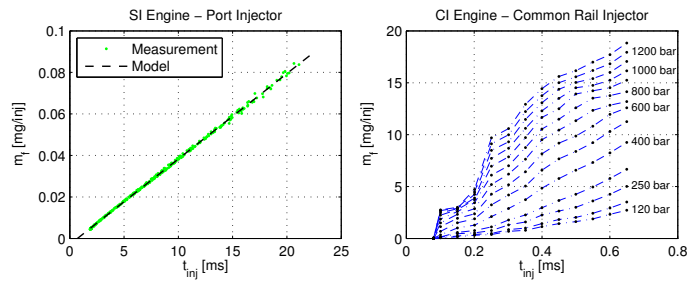
- ▶ Lågtrycksdel – fuel supply system
- ▶ Högtrycksdel – fuel injection system

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

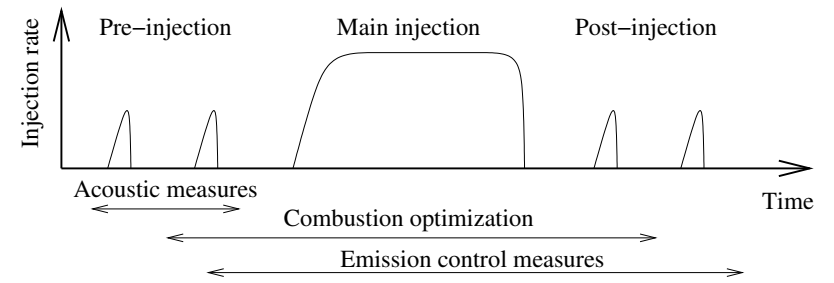
Det finns några regleringsaspekter i lågtrycksdelen, såsom förvärmning i vissa fall.

Huvuddelen av regleringen ligger i högtrycksdelen.

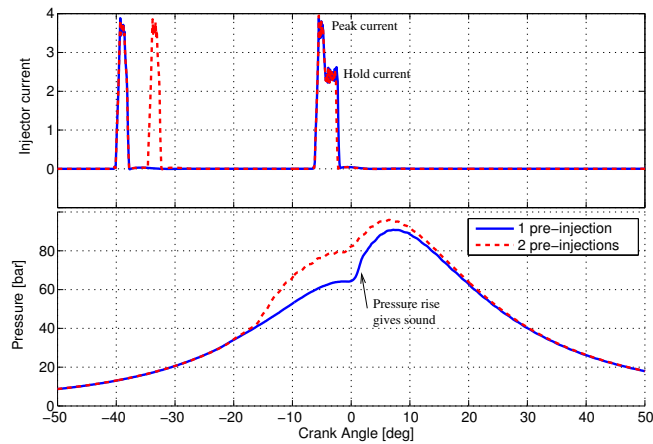
Fuel Injector Characteristics



Principskiss av multipa bränsleinsprutningar



Exempel på multipa bränsleinsprutningar



Även strömreglering till injektorn.

Innehållsförteckning

Motor – Diesel vs Bensin

Motor – Avancerade koncept

Variabel Kompression

Direktinsprutning

Framtida Ingenjörsutmaningar

Motor – Kompression och effektivitet

Luft och bränsle

⇒
och emissioner

arbete

pV-diagram med standardcykler som modell av uppmätt indikatordiagram.

Cykeleffektiviteten $\left\{ \begin{array}{l} \text{Otto: } \eta_{f,i} = 1 - \frac{1}{r_c^{\gamma-1}}, \\ \text{Diesel: } \eta_{f,i} = 1 - \frac{1}{r_c^{\gamma-1}} \frac{\beta^\gamma - 1}{(\beta - 1)\gamma} \end{array} \right.$

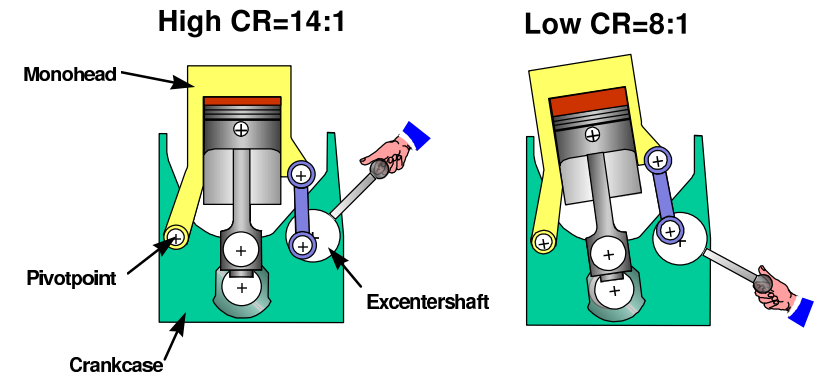
$r_c \rightarrow \infty$

Knack – Begränsning vid höga temperaturer (höga laster).

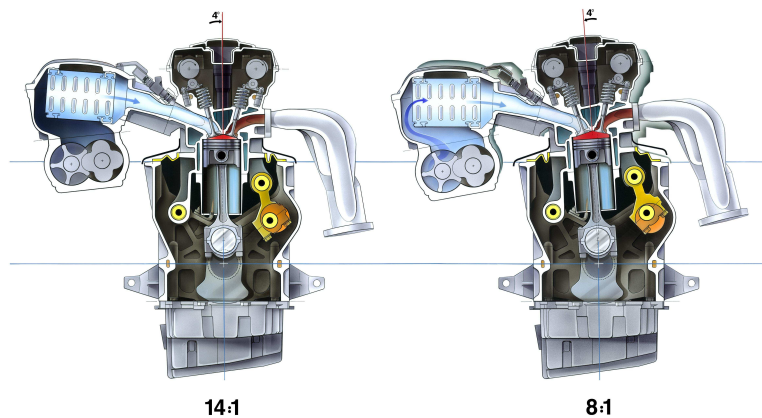
Kan man göra något åt kompromissen?

Variabel kompression, v_c

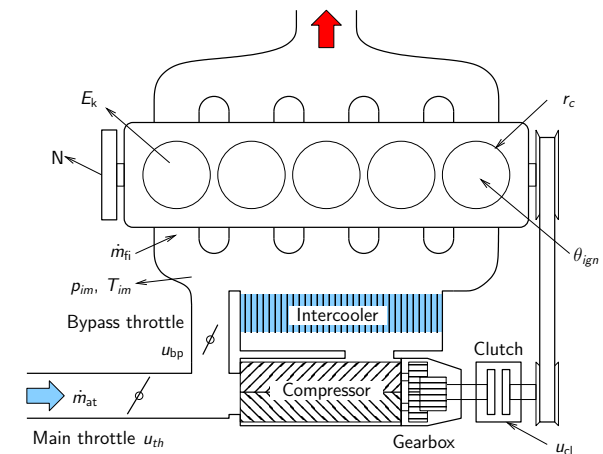
$$\epsilon = r_c = \frac{V_d + V_c}{V_c}$$



Motor - Variabel kompression



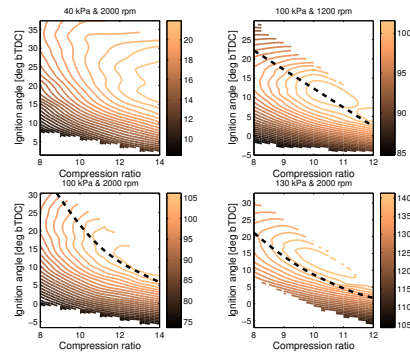
Motor - Variabel kompression



Motor - Variabel kompression

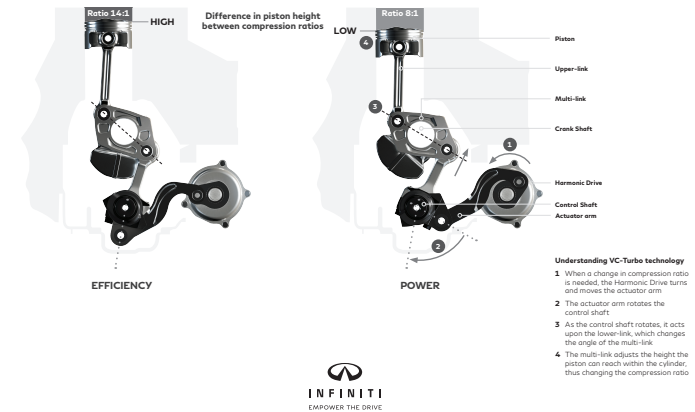
Intressanta utmaningar

- ▶ Samtidig styrning av kompression och tändning
- ▶ Kompressorinkoppling
- ▶ Strategier för trottelt
- ▶ Samtidig styrning av huvudtrottelt och kompressor by-pass



Annan Teknisk Lösning – Samma Grundprincip

INFINITI VC-TURBO ENGINE
COMPARISON OF VC-TURBO TECHNOLOGY IN HIGH AND LOW COMPRESSION RATIOS



GDI - Fusion av Diesel och Bensin

Inriktat på att förbättra dellastverkningsgraden

- 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.

Utmaningar

- ▶ Efterbehandlingssystem för NO_x , (lösning NO_x -fällor).
- ▶ Sot/partiklar har traditionellt inte varit något problem för bensin.
- ▶ Partikelräkning.

Innehållsförteckning

Motor – Diesel vs Bensin

Motor – Avancerade koncept

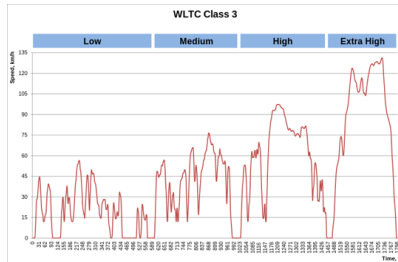
Framtida Ingenjörsutmaningar

WLTP
RDE

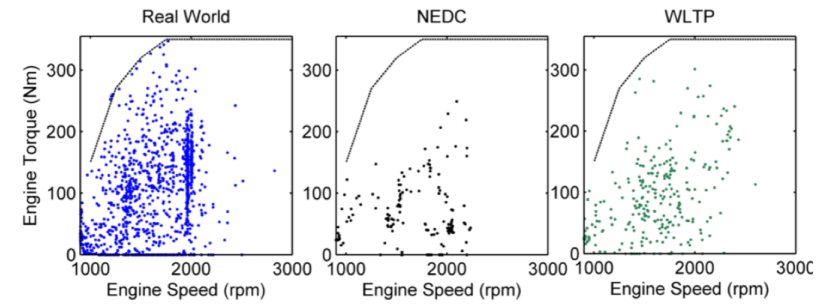
Nya krav från myndigheter

Design av fordon och drivlina

- ▶ Nu – Styrda körcyklerna. Standard. Systematisk design.
- ▶ Nu – Körcykler byts ut. NEDC \Rightarrow WLTP
- ▶ Framtid – Real Driving Emissions (RDE)



Cycle Beating to RDE



Hur skall vi designa, kalibrera och validera för RDE.