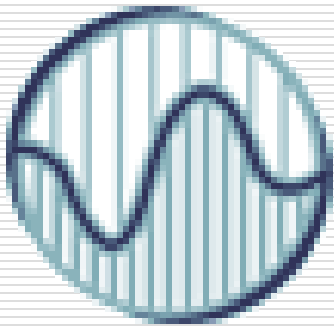
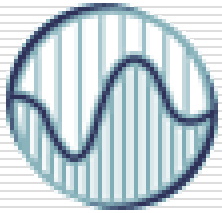




Висока школа електротехнике и
рачунарства струковних студија

СИСТЕМИ ДИРЕКТНОГ УБРИЗГАВАЊЕ БЕНЗИНА

**УВОД У СИСТЕМЕ ДИРЕКТНОГ УБРИЗГАВАЊА
БЕНЗИНА**

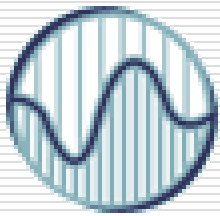


УВОД

Системи директног убризгавања бензина представљају варијанту или врсту система за образовање смеше код Ото мотора путем убризгавања бензина.

Примену имају код савремених четворо тактних али и код двотактних мотора и могу се наћи под следећим називима:

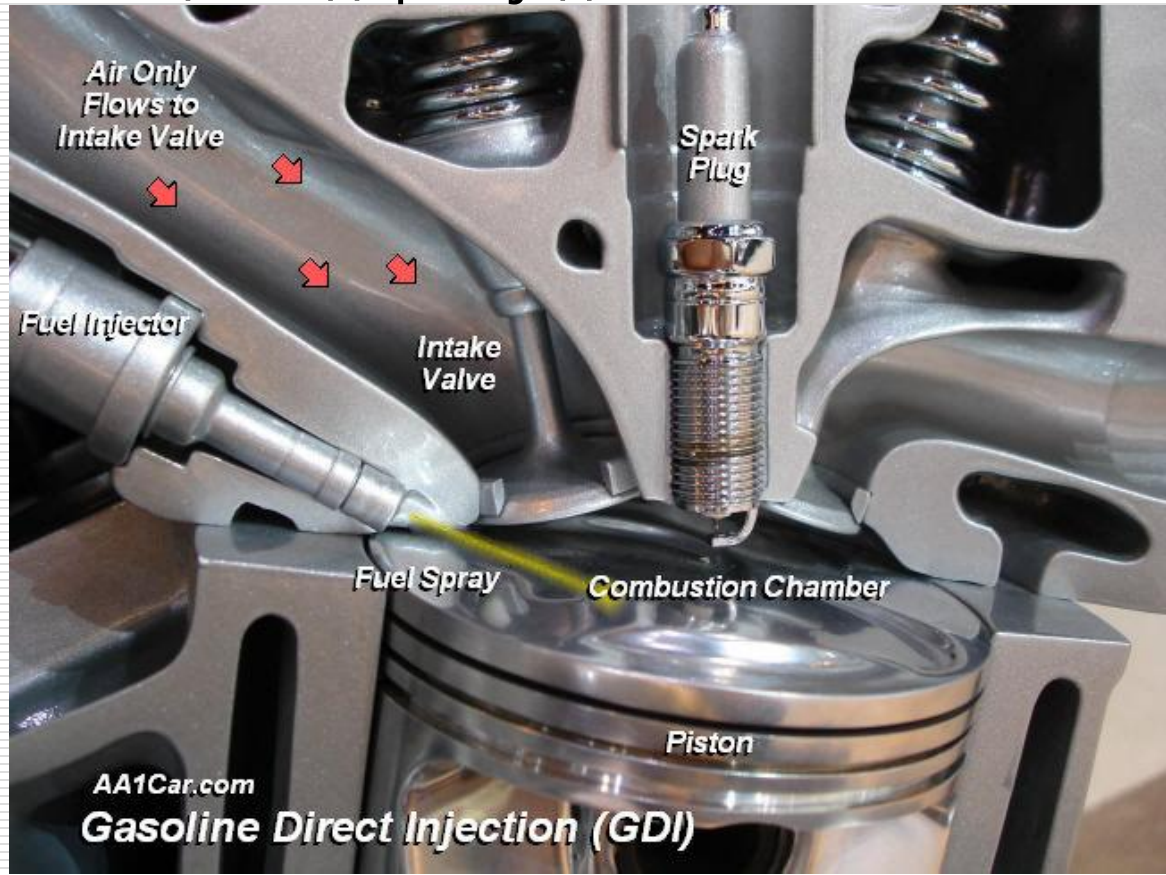
- **Gasoline Direct Injection (GDI),**
- **Petrol Direct Injection,**
- **Direct Petrol Injection,**
- **Spark Ignited Direct Injection (SIDI) или**
- **Fuel Stratified Injection (FSI).**

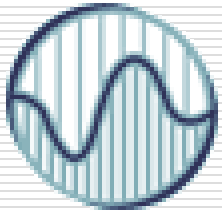


ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

- ❑ Бензин се убризгава под високим притиском преко common rail-а директно у радни простор мотора (у комору за сагоревање) у сваки цилиндар појединачно.

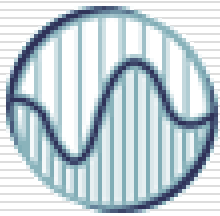
Постоји могућност
више убризгавања
током једног циклуса





ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

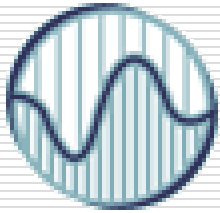
- ❑ Поједине варијанте овог система немају главни лептир, односно раде са потпуним усисом ваздуха. На овај начин повећана је ефикасност мотора и редуковани су пумпни губици.
- ❑ Број обртаја мотора контролише се на страни горива односно временом и начином убризгавања за разлику од пригушења на усису ваздуха код конвенционалних система чиме је постигнута много прецизнија регулација која за последицу има боље перформансе.
- ❑ Главна предност GDI мотора су смањена потрошња горива и већа снага.



ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

- Ради обезбеђења адекватног струјања ваздуха и мешања горива и ваздуха, чело клипа има специфичан облик.

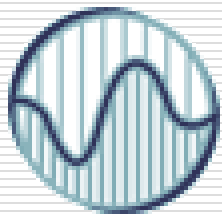




ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

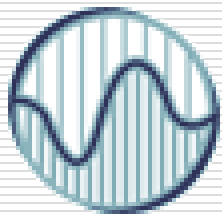
Електронска управљачка јединица мотора у функцији режима рада, континуално бира између три мода рада, односно три режима сагоревања:

- Рад са ултра сиромашном смешом, односно слојевитим пуњењем.
- Рад са стехиометријском смешом.
- *Рад са контролисаним самопаљењем!*



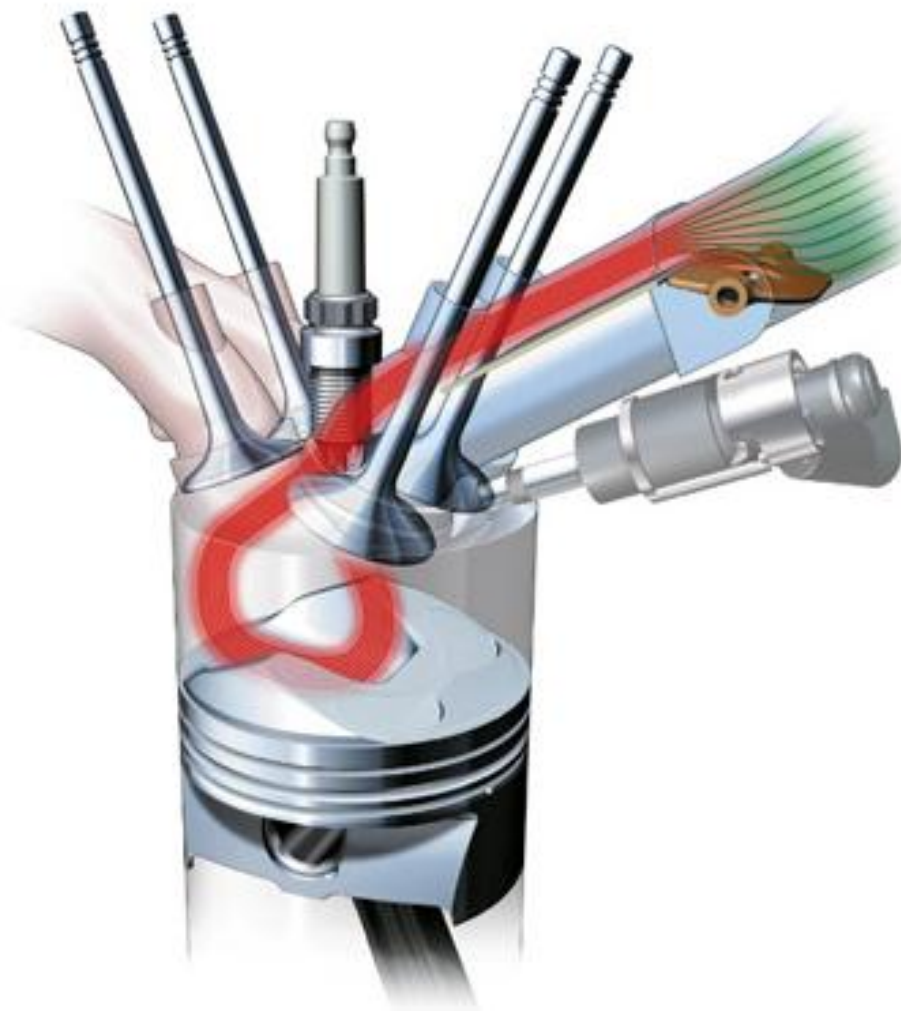
РАД СА УЛТРА СИРОМАШНОМ СМЕШОМ, ОДНОСНО СЛОЈЕВИТИМ ПУЊЕЊЕМ

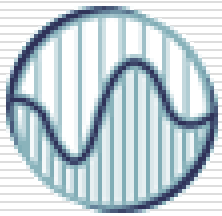
- ❑ Користи се у режимима ниских оптерећења, вожњи константном брзином, вожњи без убрзавања.
- ❑ Гориво се убризгава при крају такта сабијања.
- ❑ Млаз горива је усмерен на чело клипа које има тороидални или овоидални облик. На овај начин ствара се ефекат вртложења при чему се оптимална смеша доводи близу свећице.
- ❑ Однос ваздуха и горива и 65:1 или чак сиромашнија у кратком временском периоду.



РАД СА УЛТРА СИРОМАШНОМ СМЕШОМ, ОДНОСНО СЛОЈЕВИТИМ ПУЊЕЊЕМ

Stratified-charge operation

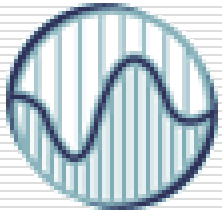




РАД СА СТЕХИОМЕТРИЈСКОМ СМЕШОМ

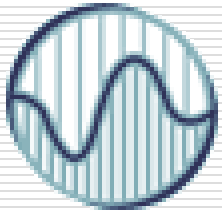
- ❑ Рад са стехиометријском смешом се користи у режимима умерених оптерећења. Гориво се у овом моду убризгава у цилиндар током такта усисавања. У овом режиму рада емисија изудвних гасова је јако ниска и додатно се пречишћава у каталитичком конвертору.





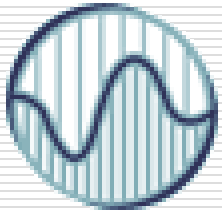
РАД НА ПУНОЈ СНАЗИ

- Примењује се у режимима великих оптерећења и наглих убрзања. Смеша је хомогена и благо богата. Гориво се убризгава током такта усисавања.



КОМБИНАЦЈА СА САВРЕМЕНИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА

- ☐ Turbocharging
- ☐ Supercharging,
- ☐ Variable valve timing (VVT)
- ☐ Continuous variable cam phasing,
- ☐ Variable length intake manifolding (VLIM, or VIM)
- ☐ Water injection
- ☐ Exhaust gas recirculation (EGR)



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

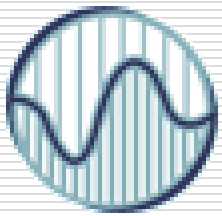
- 1877 Nikolaus Otto – патентирао идеју убризгавања бензина директно у комору за сагоревање
- 1884 Wilhelm Maybach – прва пумпа ВП за бензин
- 1884 Hallesche Maschinenfabrik – први мотор (стационарни) са убризгавањем бензина
-



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

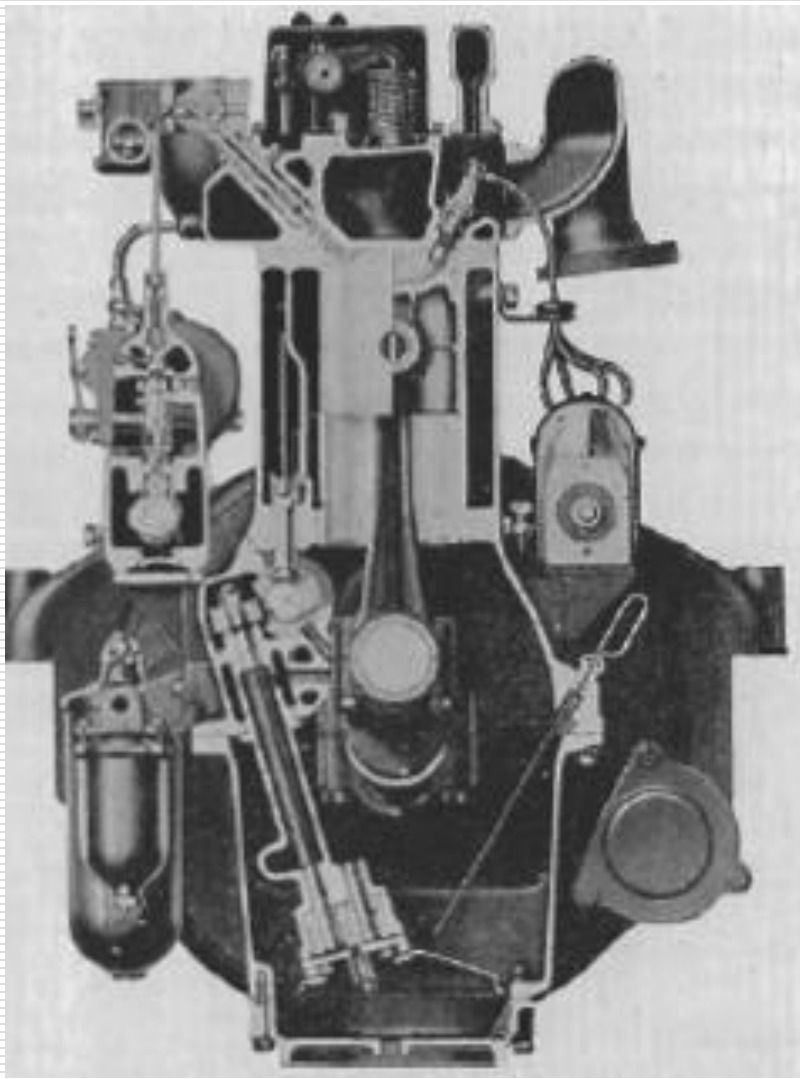
- 1906 Antoinette и Wright V8 авио мотор са ДУ





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Jonas
Hesselman,
1925

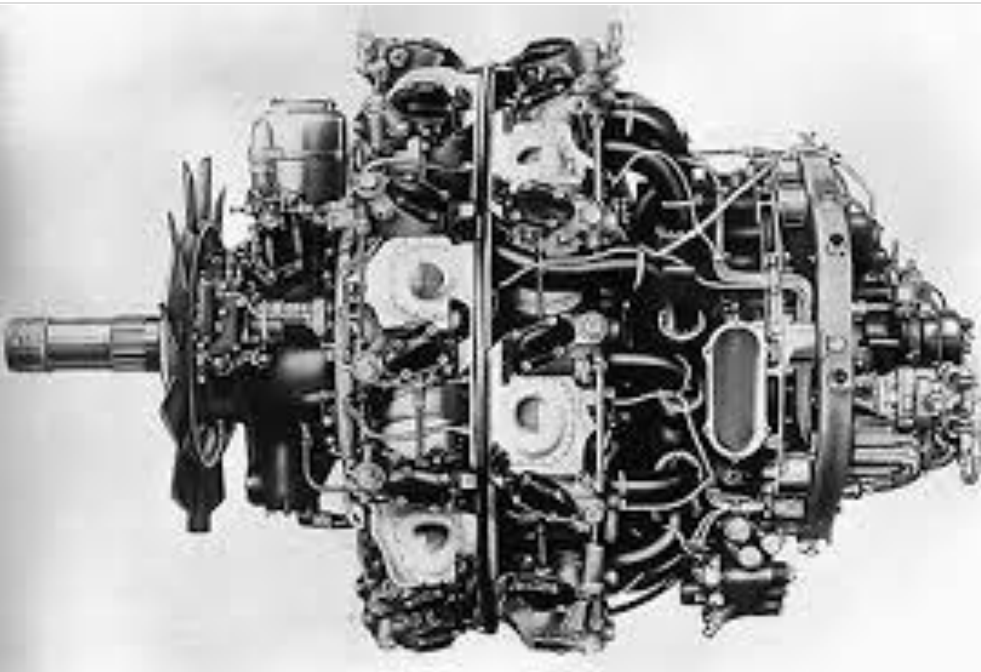


Први мотор са
директним
убризгавањем
бензина и
слојевитим
пуњењем



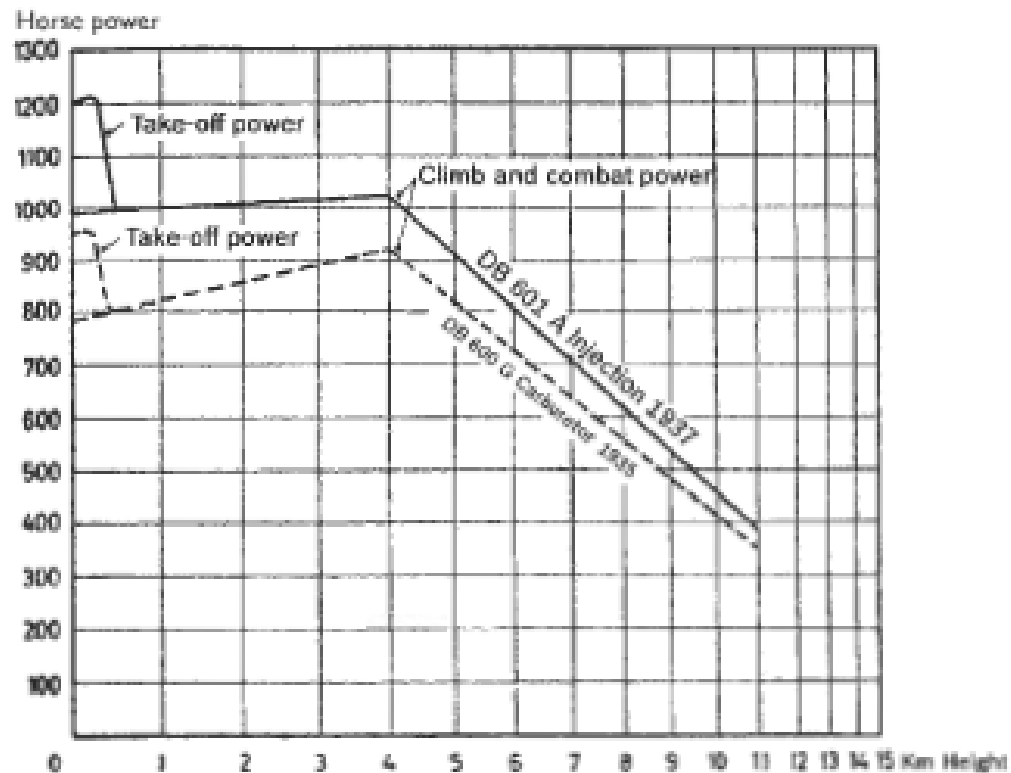
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

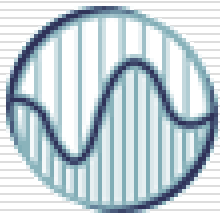
- Непосредно пре другог светског рата:
 - [BMW 801](#)
 - [Daimler-Benz DB 601](#), [DB 603](#) и [DB 605](#),
 - [Junkers Jumo 210G](#), [Jumo 211](#) ИТД.



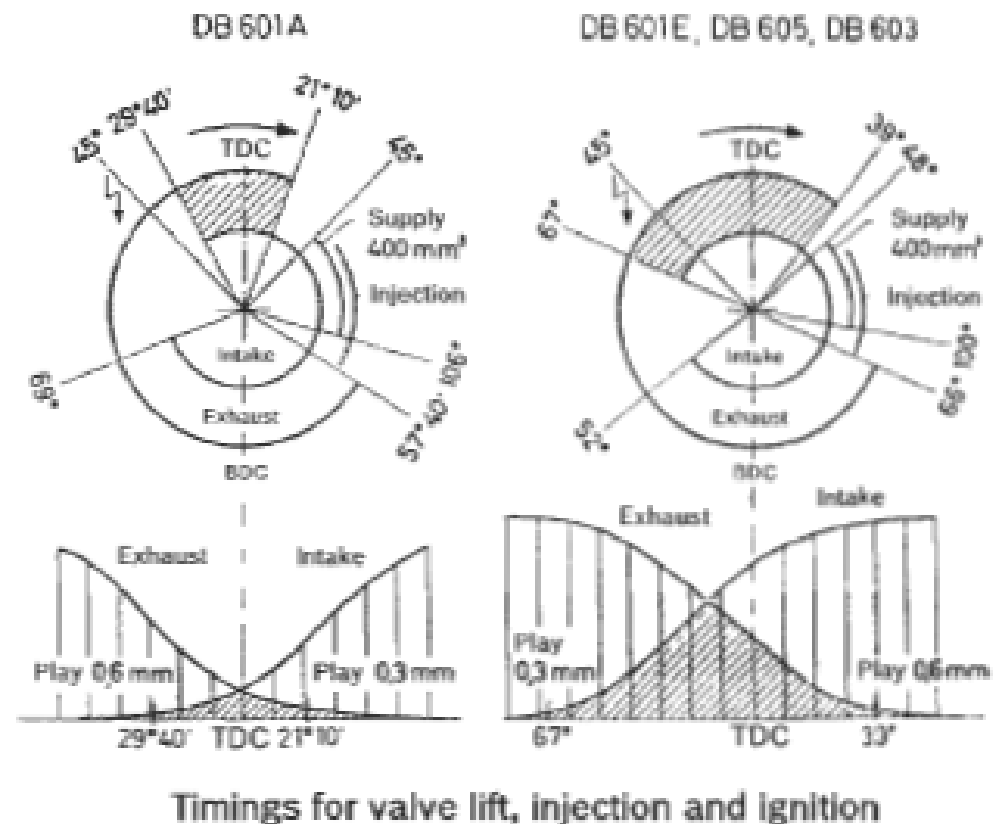


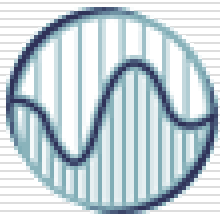
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ



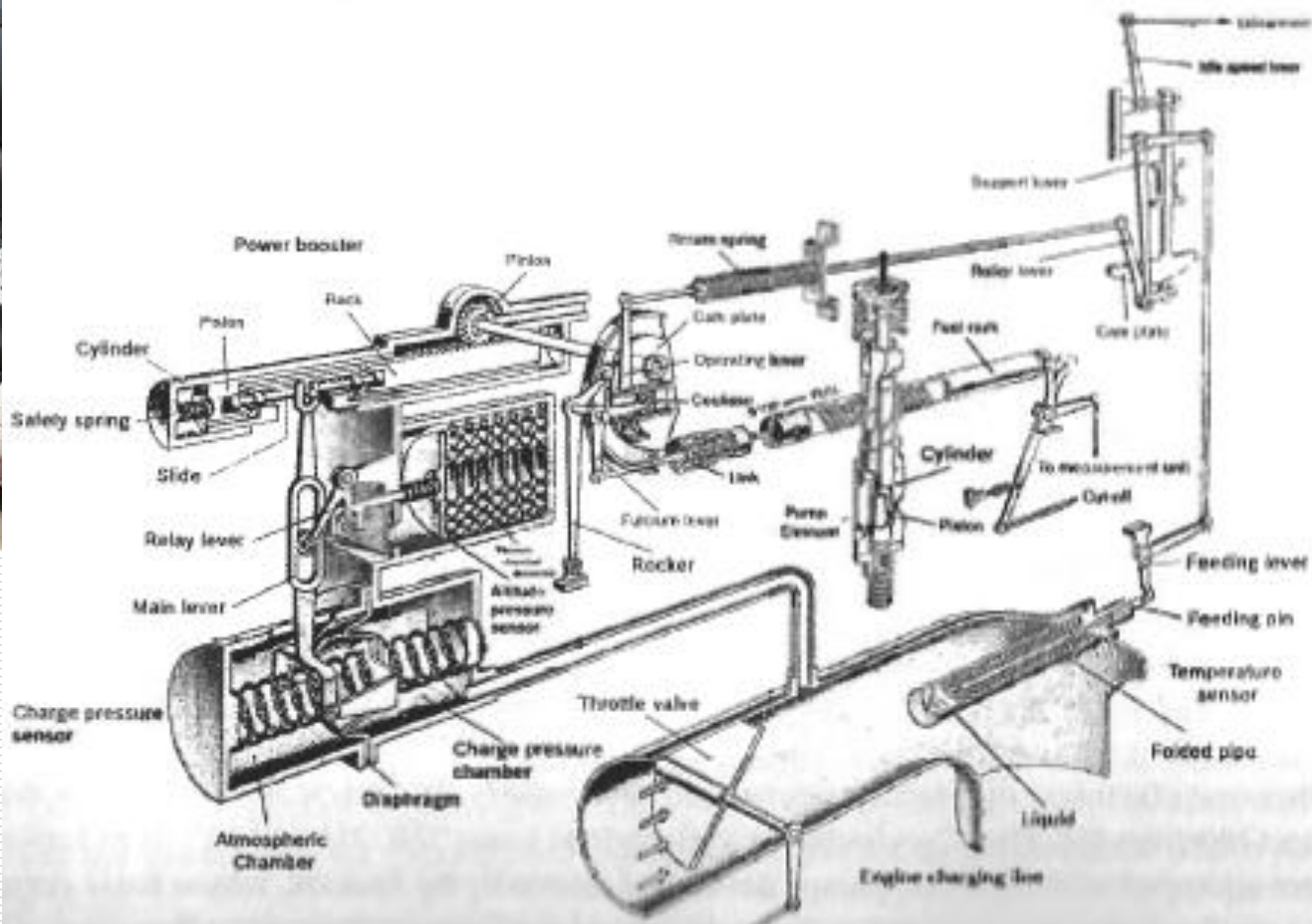


ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

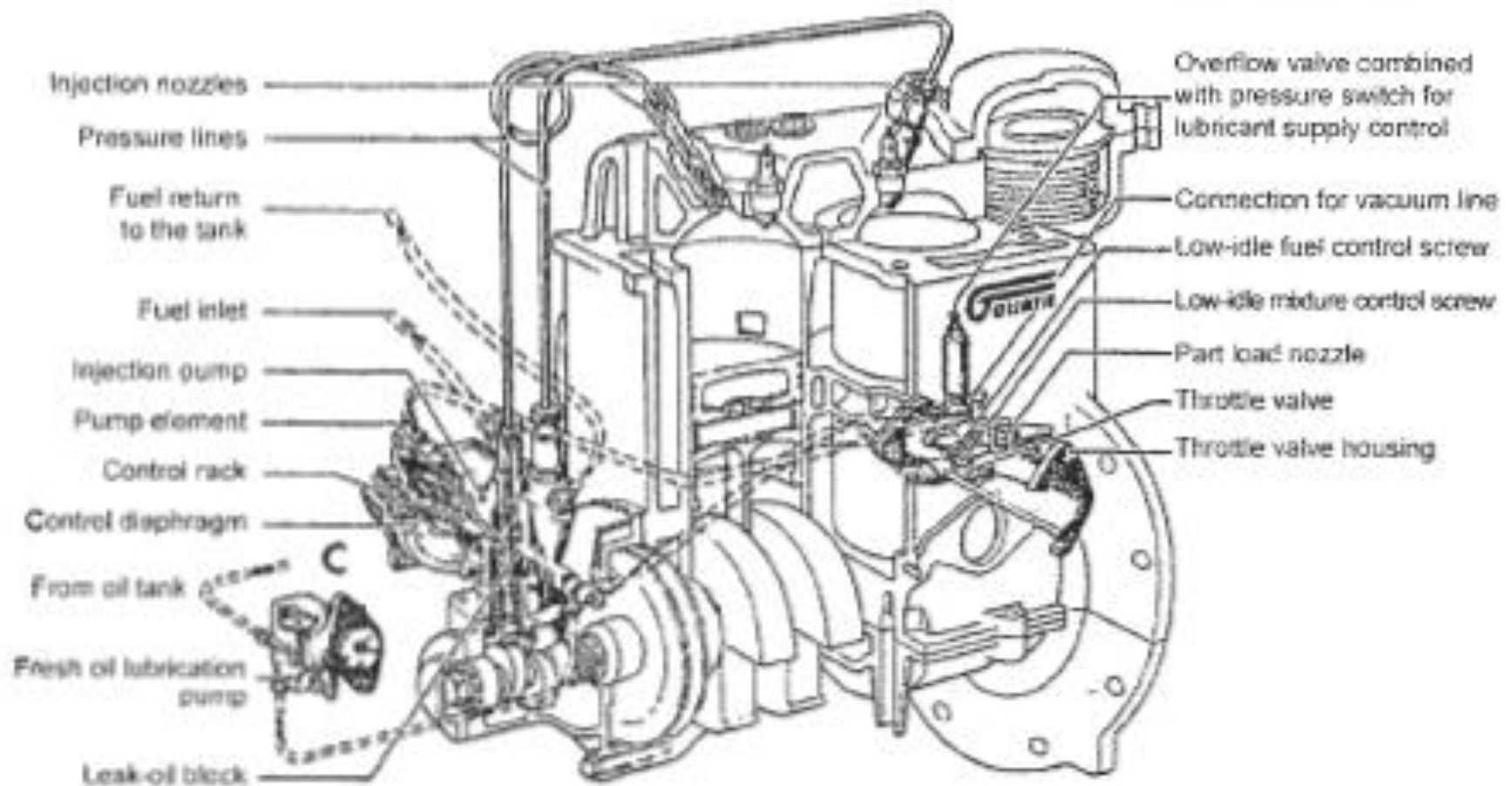
- 1930-те – Daimler-Benz истраживање на спортским аутомобилима
- 1951/2 г. – [Goliath](#) и [Gutbrod](#), двотактни мотори.





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

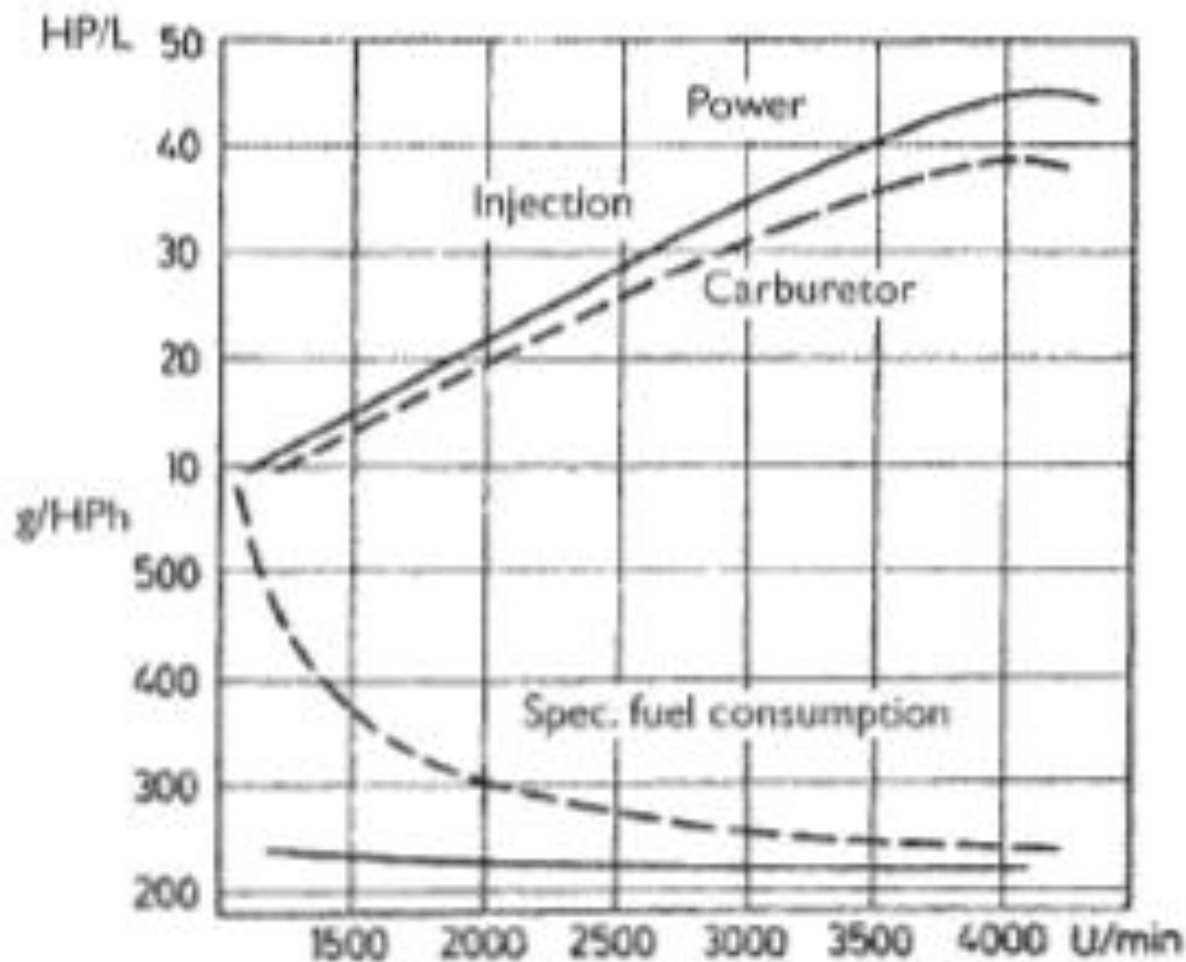
□ 1951/2 г. – [Goliath](#) и [Gutbrod](#), двотактни мотори.

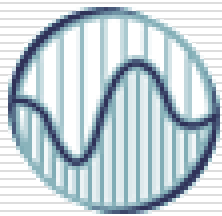




ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

- 1951/2 г. – [Goliath](#) и [Gutbrod](#), двотактни мотори.





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

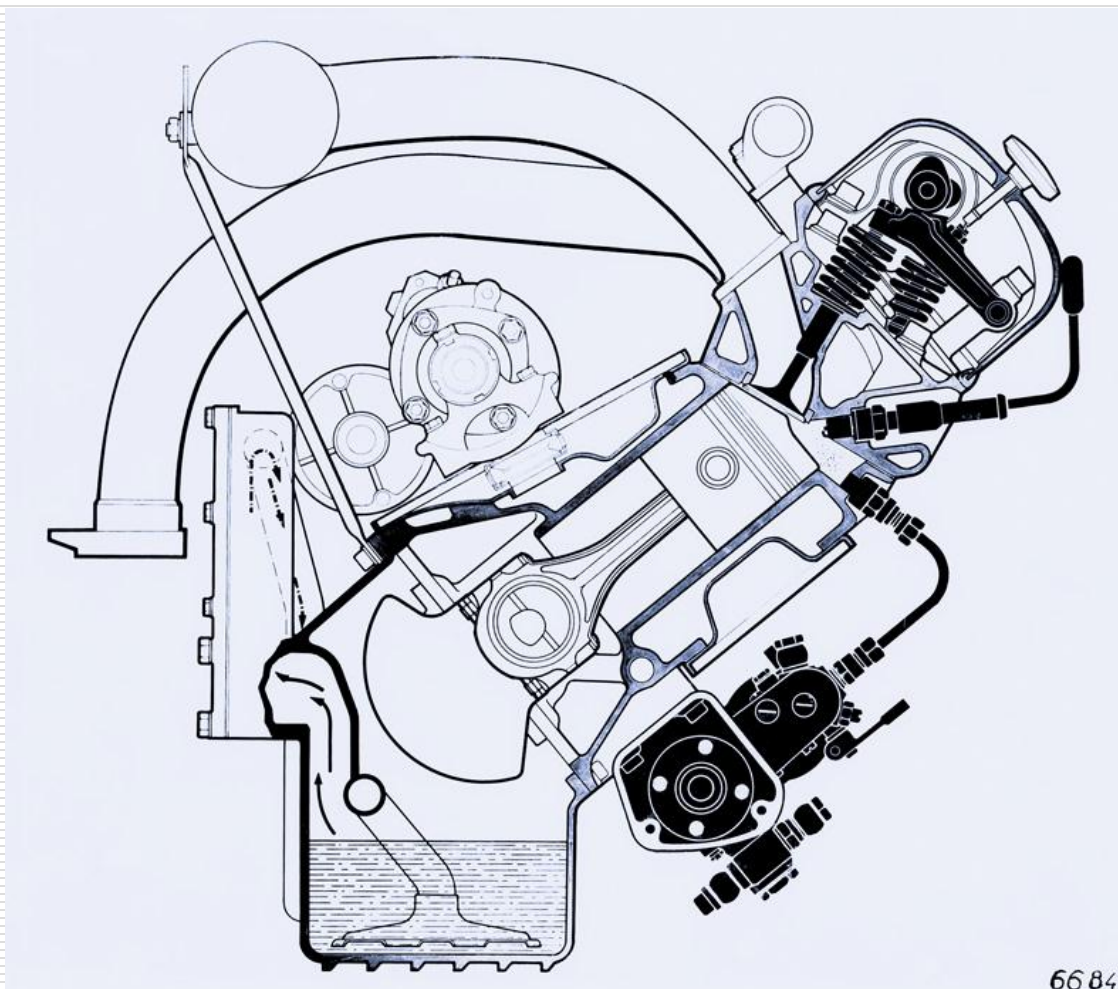
□ 1955.г. [Mercedes-Benz 300SL](#)





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

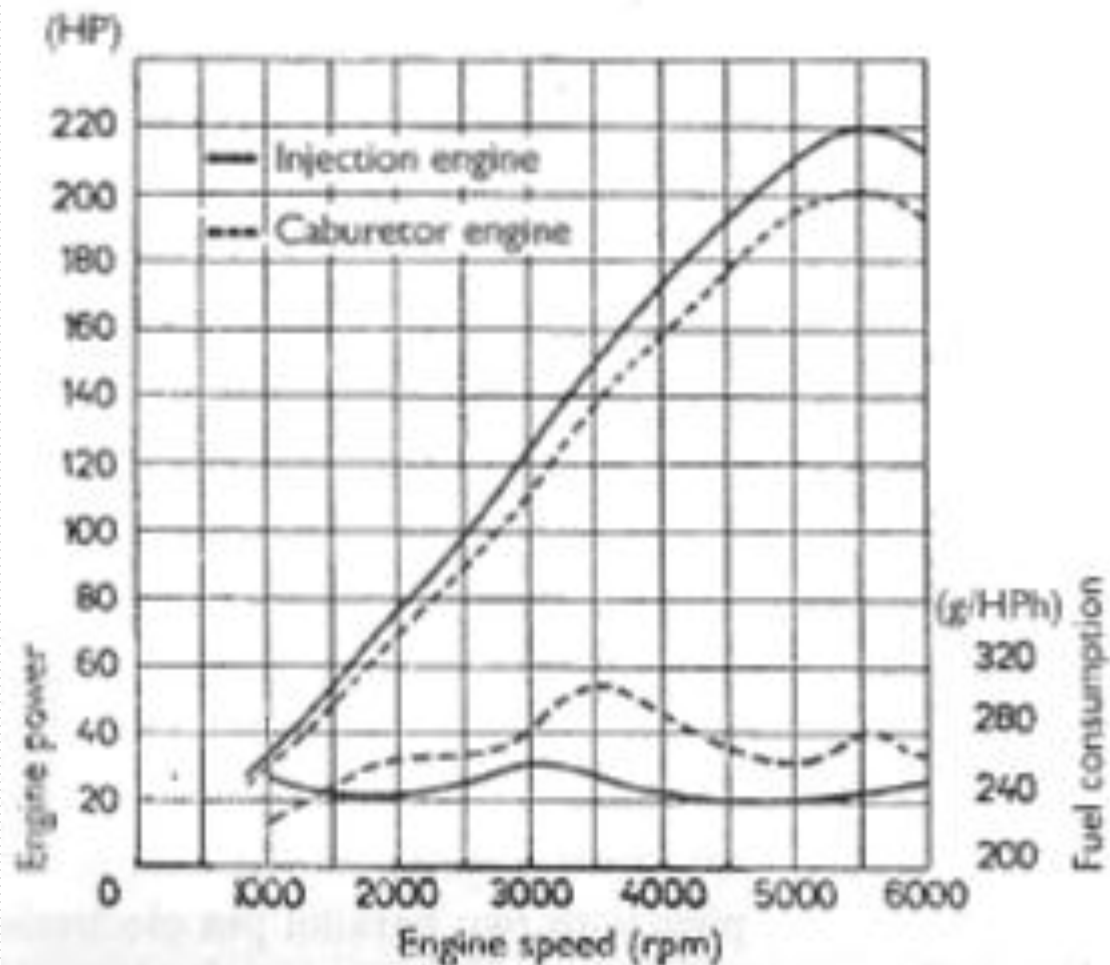
□ 1955.г. Mercedes-Benz 300SL

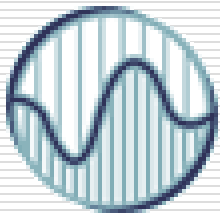




ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

□ 1955.г. [Mercedes-Benz 300SL](#)

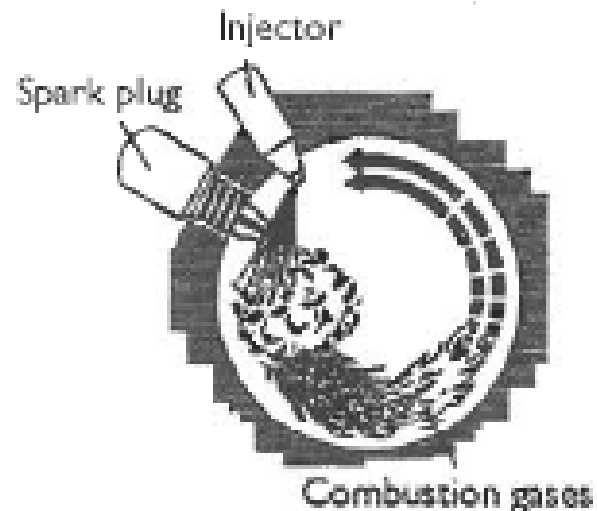
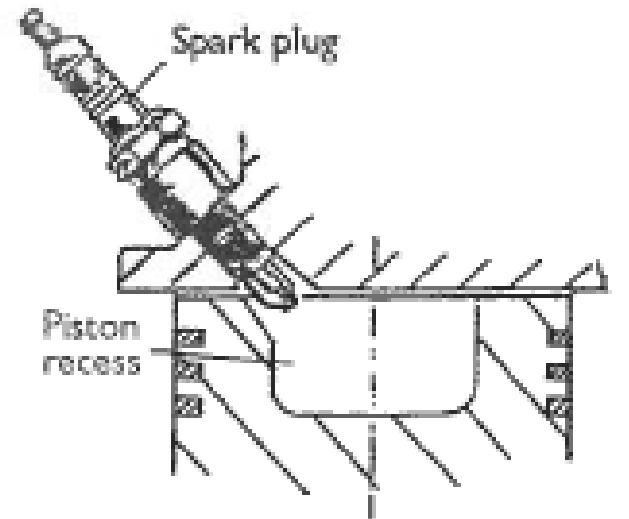


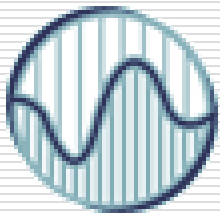


ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

- 1949.г. Texaco
controlled combustion
system

Први мотор који је радио и
у режиму са слојевитим
образовањем смеше





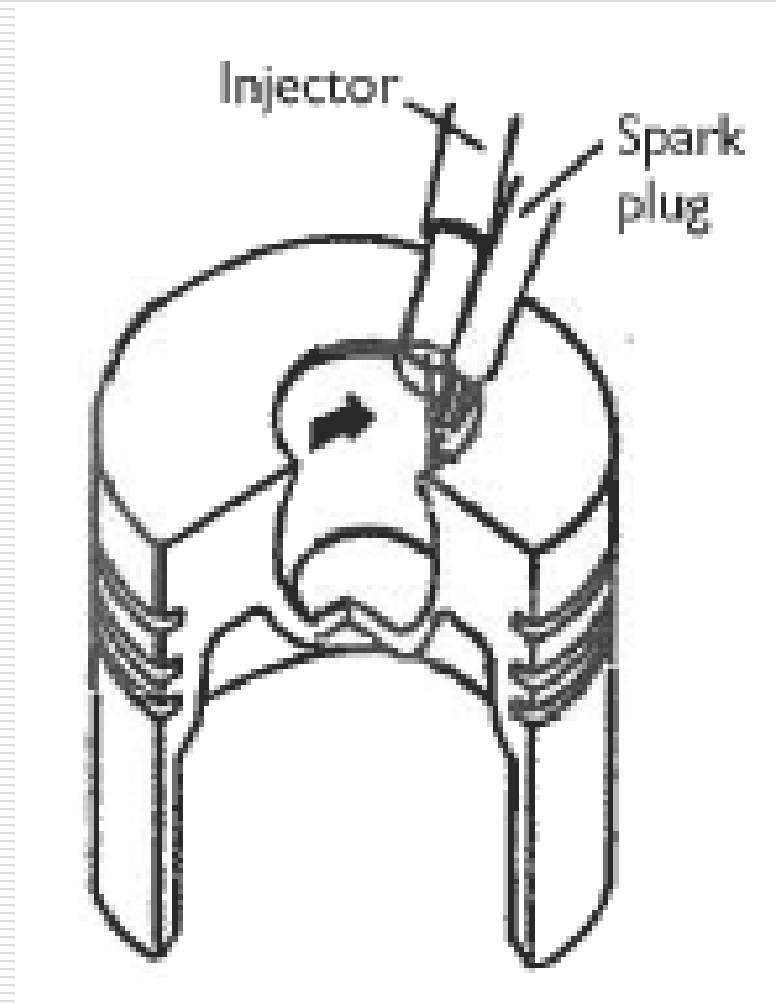
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

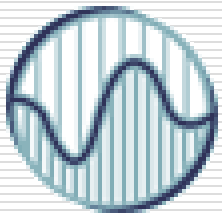
□ MAN FM процес 1960-1980

Комбинација карактеристика рада дизел и бензинских мотора.

Убризгавање у сферну комору.

Свећица са две или три негативне електроде





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

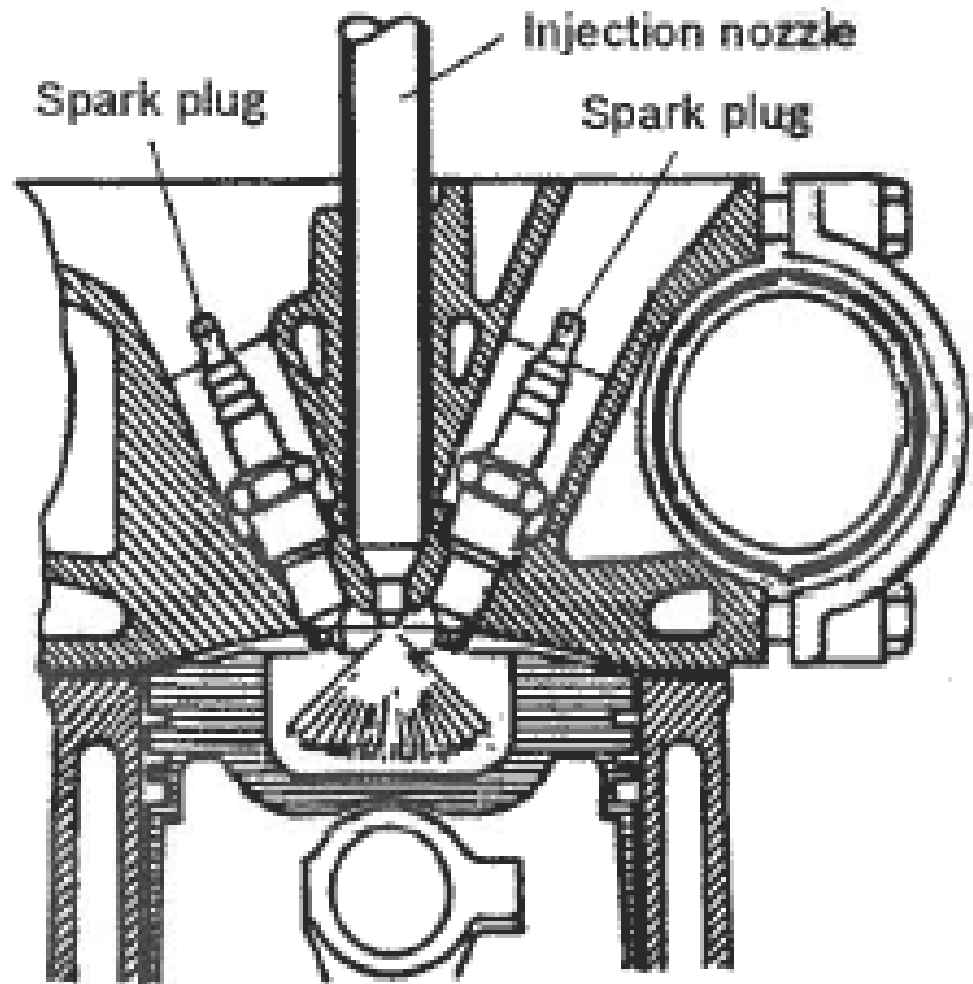
❑ FORD -PROCO око 1950

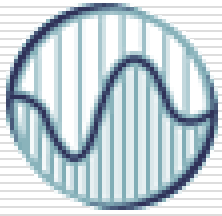
Централно постављена брызгаљка. Млаз под углом од око 100° .

На пуном оптерећењу убризгавање почиње на почетку такта сабијања.

Слојевито убризгавање почиње пред крај такта сабијања.

Две свећице по цилиндру!

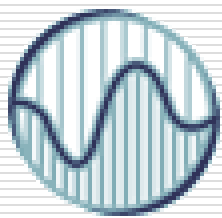




ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

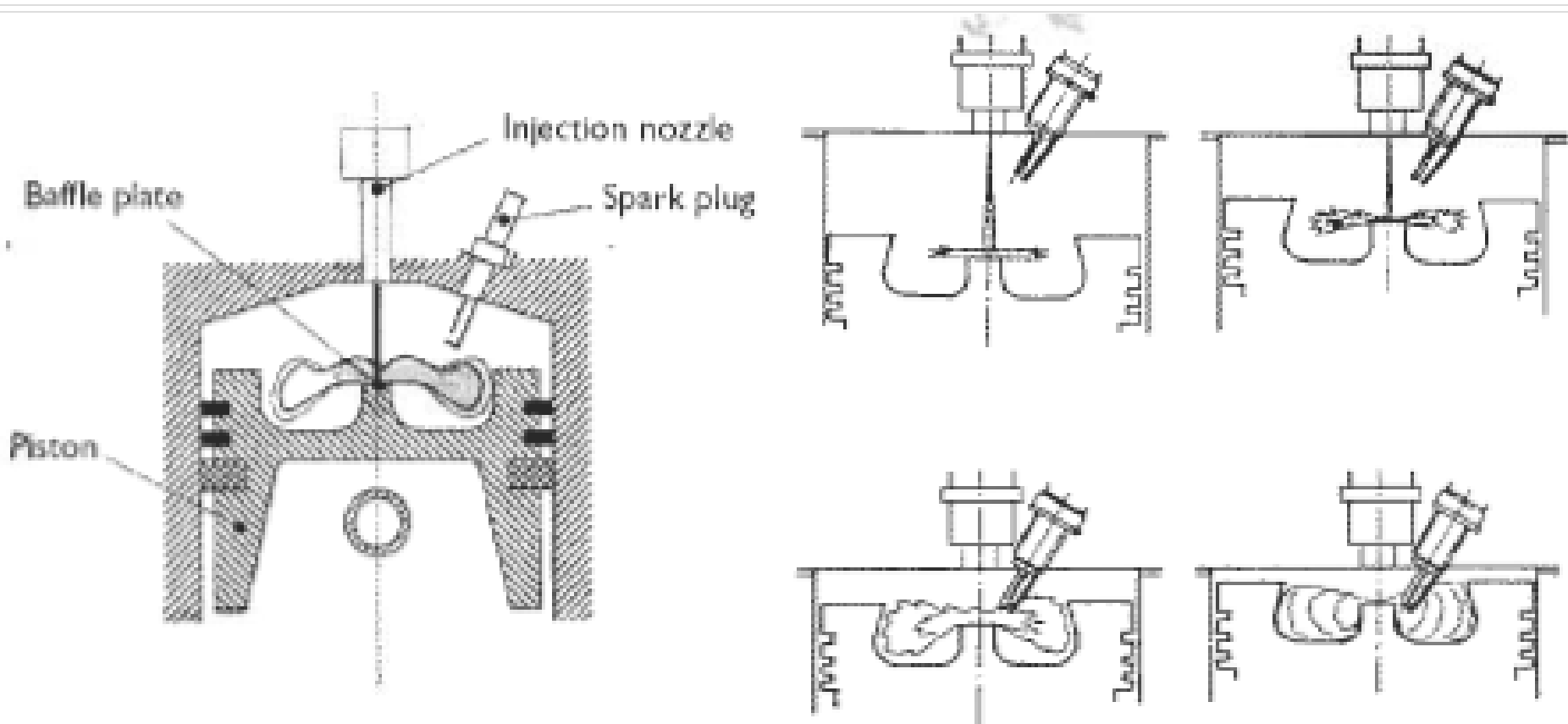
- MITSUBISHI Combustion Process 1976

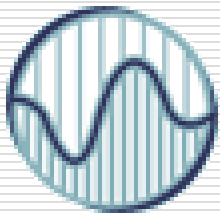
Различити облици млаза горива!



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

□ OSKA Process 1987

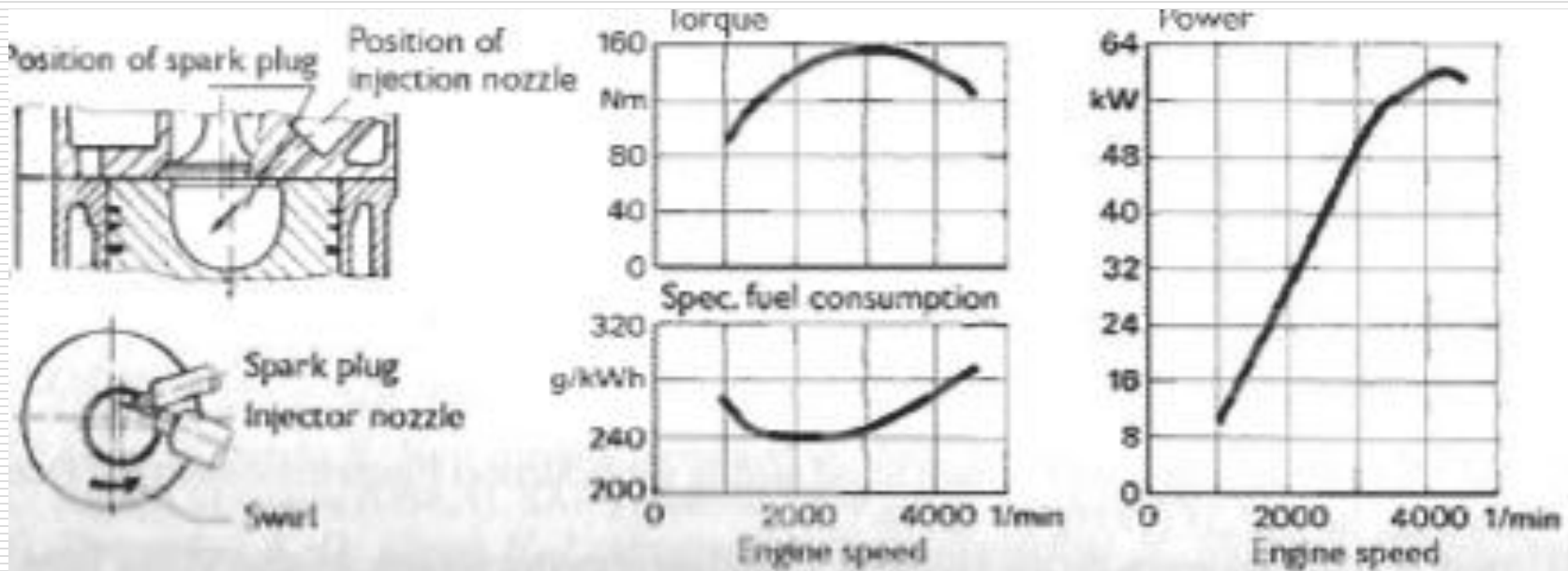


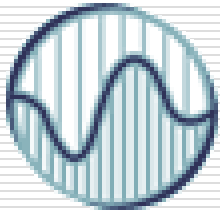


ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

- Integrated Research Volkswagen 1989

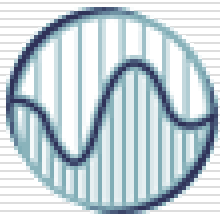
Паљење у тренутку почетка убризгавања!





ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

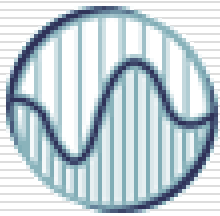
- ❑ Сва претходна решења имала су успеха углавном у квазистатичким условима рада.
- ❑ Моторна возила раде у изразито стохастичким и режимима који су изразито променљиви што значајно отежава рад мотора са директним убризгавањем бензина
- ❑ Тек су крајем 80-тих година прошлог века истраживања која су вршили аустралијска фирма Orbital, Subaru, Toyota I AVL



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

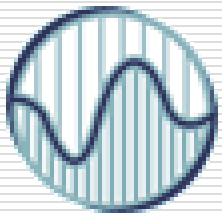
- 1996.г. Mitsubishi **GDI** мотор у Galant/Legnum's 4G93 1.8 L / Carisma





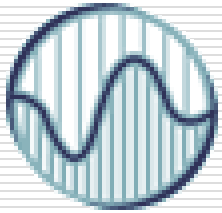
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

- **1997.г.** [Nissan](#)
- **1998.г.** [Toyota](#)
- **1999.г.** [Renault](#) Injection Directe Essence - [Megane](#)
- **2000.г.** [Volkswagen Group](#) FSI и TFSI
- **2002 .г.** [Alfa Romeo](#) [156](#)
-



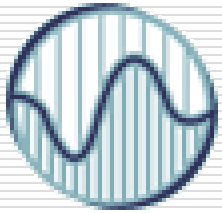
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Због својих предности GDI системи имају све већи удео у бензинским моторима који је од 2.3 % у 2008. години дошао до 45 % у 2015. години



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Велики број произвођача бензинских мотора са ДУ и даље се базира искључиво на рад са хомогеном стехиометријском смешом због још увек скупих NOx катализатора!



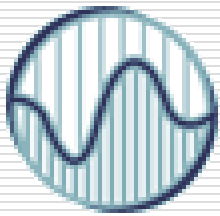
ДВОТАКТНИ МОТОРИ СА ДИРЕКТНИМ УБРИЗГАВАЊЕМ

Двотактни мотори нису нашли примену у возилима због емисије издувних гасова али се успешно примењују за погон пловила и то коа ванбродски мотори Evinrude, Mercury и Yamaha и код двоточкаша Aprilia.

Применом система директног убризгавања избегнут је губитак свеже радне материје, смањење снаге и значајно смањење емисије издувне емисије.

Два типа Gdi система се користе у двотактним моторима:

- ☐ low-pressure air-assisted и
- ☐ high-pressure систем



ДВОТАКТНИ МОТОРИ СА ДИРЕКТНИМ УБРИЗГАВАЊЕМ

