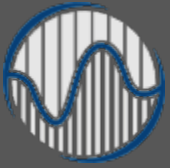




Visoka škola elektrotehnike i  
računarstva strukovnih studija  
Beograd

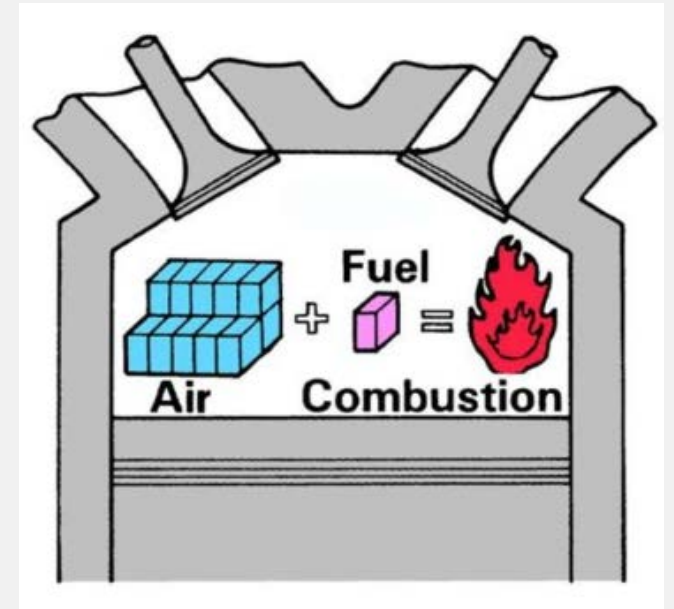
# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

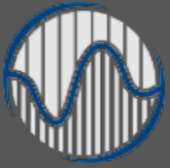




# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

- Osnovni zadatak sistema za snabdevanje gorivom je da obezbedi odgovarajuću kontrolu odnosa vazduh/gorivo (air/fuel mixture ratio-AFR)
  - Optimalan odnos vazduha i goriva kroz sve režime rada motora (maksimalnu snagu, minimalnu potrošnju i minimalnu emisiju štetnih gasova)
  - Ravnomeran i pouzdan rad motora
- Osnovni zadatak sistema za paljenje je da obezbedi paljenje formirane smeše u odgovarajućem trenutku kako bi došlo do što boljeg sagorevanja u cilindru
- Ova dva sistema mogu biti realizovana odvojeno (starija vozila) ili zajedno

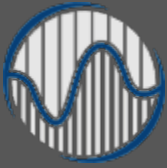




# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

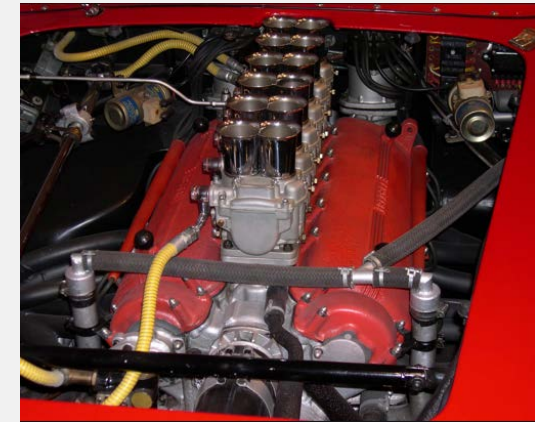
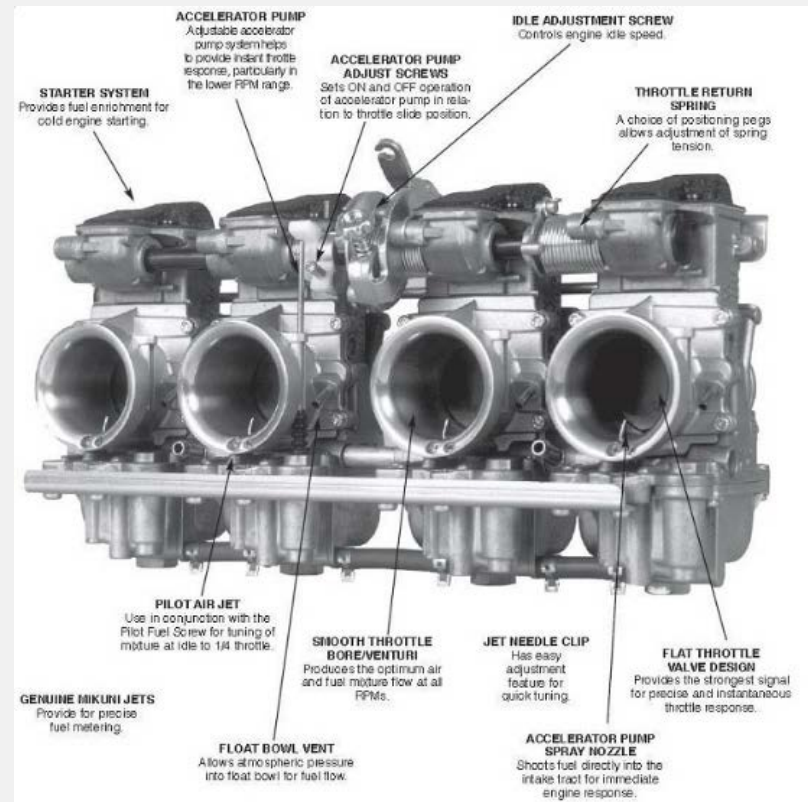
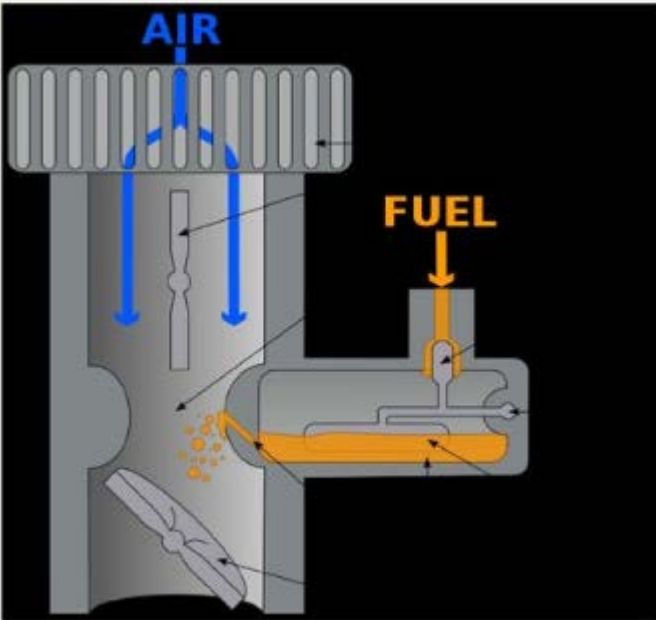
Sistemi za snabdevanje gorivom se mogu klasifikovati na sledeći način:

- Karburatorski
- Single Point (Throttle body) Fuel Injection System
- Multipoint Fuel Injection System
  - Prema mestu ubrizgavanja
    - Indirektni
    - Direktni
  - Prema načinu ubrizgavanja
    - Full group
    - Sekvencijalni

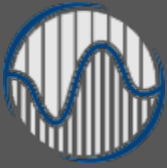


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## Karburatorski sistem snabdevanja gorivom

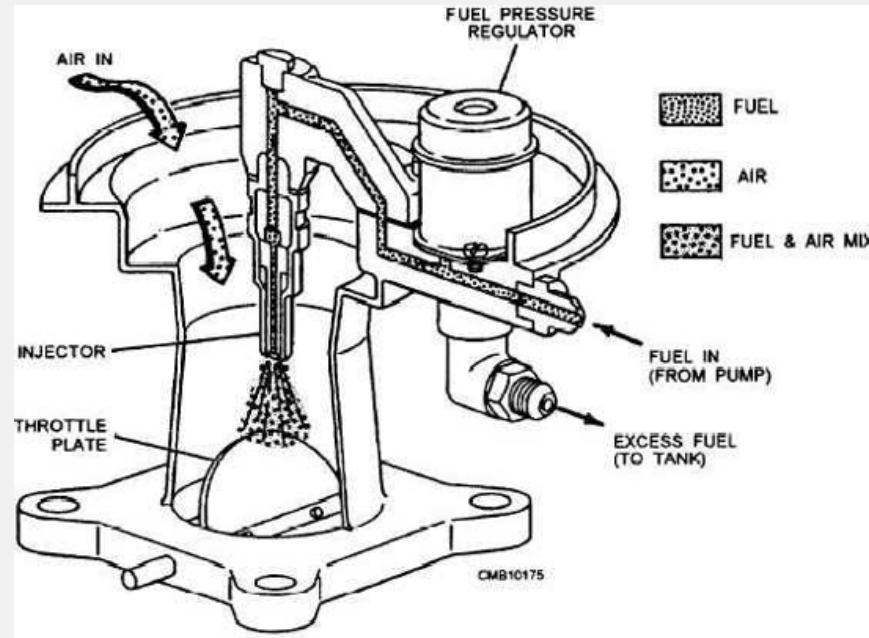
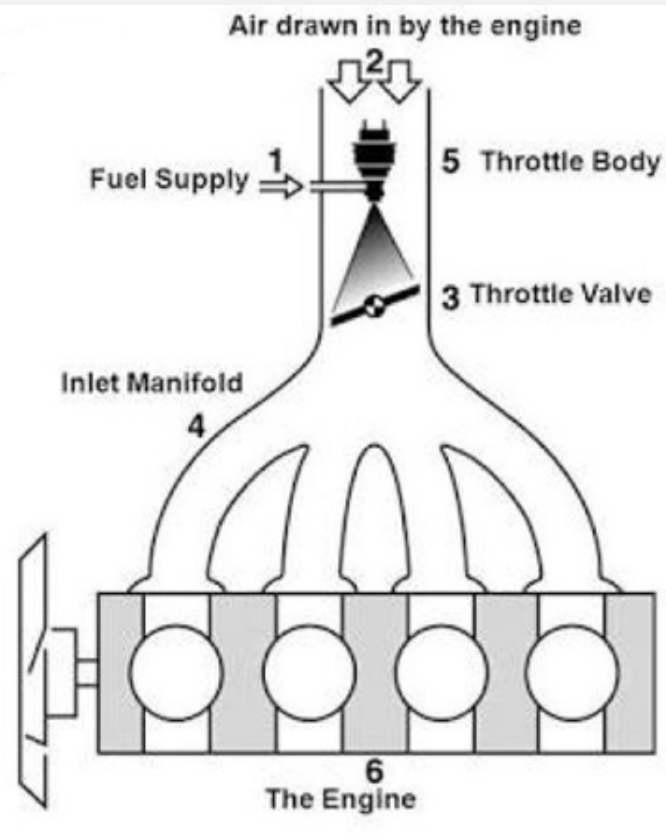


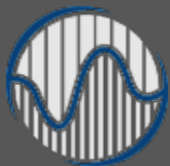




# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## Single Point (Throttle body) Fuel Injection System





# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

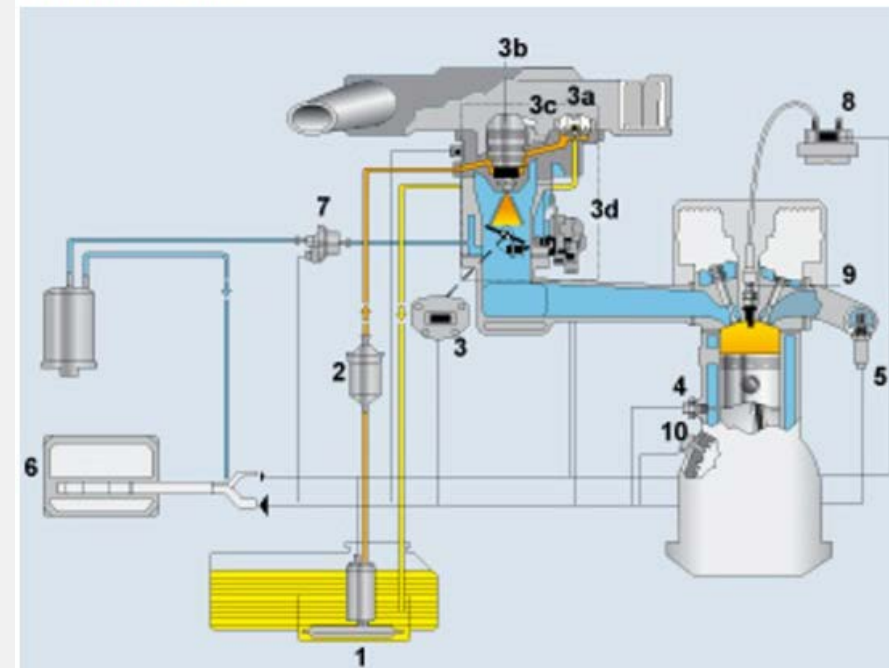
## Single Point (Throttle body) Fuel Injection System

- Jedna brizgaljka za više cilindara
- Brizgaljka se nalazi na početku tela prigušnice iznad prigušnog leptira
- EUJ kontroliše vreme otvaranja brizgaljke

## BOSCH Mono Motronic

- Brizgaljka je montirana na telo prigušnice (slično kao karburator)
- Telo prigušnice integriše i druge komponente koje su kod Monronic sistema raspoređene po motoru (pokretač praznog hoda, potencijometar prigušnog leptira)
- U Mono Motronic sistemu EUJ kontroliše i sistem za paljenje

**Mono Motronic**



- 1 - Fuel pump
- 2 - Fuel filter
- 3 - Butterfly potentiometer
- 3a - Pressure gauge
- 3b - Injection valve
- 3c - Air temperature sensor
- 3d - Idling actuator
- 4 - Engine temperature Sensor
- 5 - Lambda Probe
- 6 - Command unit
- 7 - Tank ventilation valve
- 8 - Ignition coil
- 9 - Spark plug
- 10 - Rotation Sensor



# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

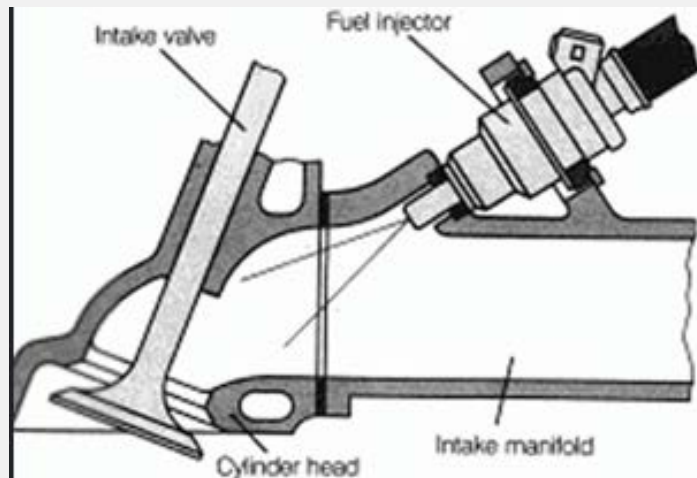
## Multipoint Fuel Injection System

- Indirektni

BOSCH Jetronic (K, KE, LE, LH...)

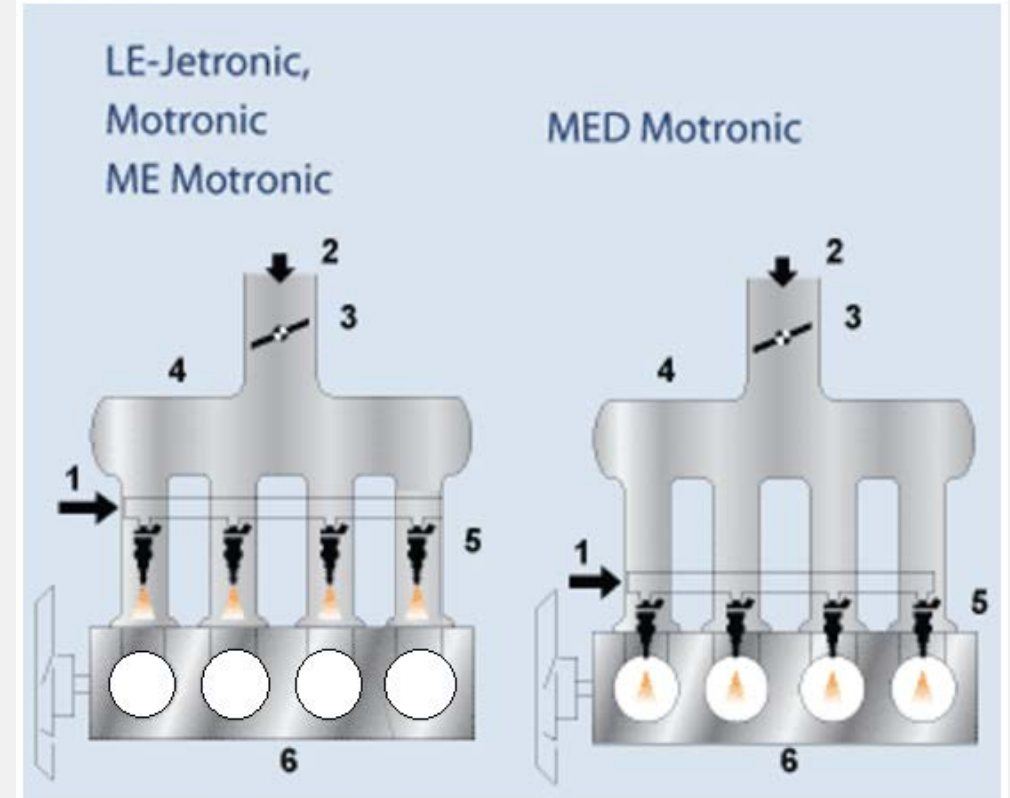
BOSCH Motronic

BOSCH ME Motronic



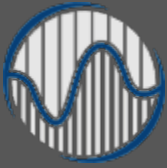
Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija Beograd, 2020

## Multipoint



LE-Jetronic, Motronic, ME Motronic and MED Motronic

- 1 – Distribution gallery (fuel input)
- 2 - Air
- 3 - Throttle Butterfly
- 4 - Intake manifold
- 5 - Injection valves
- 6 - Engine

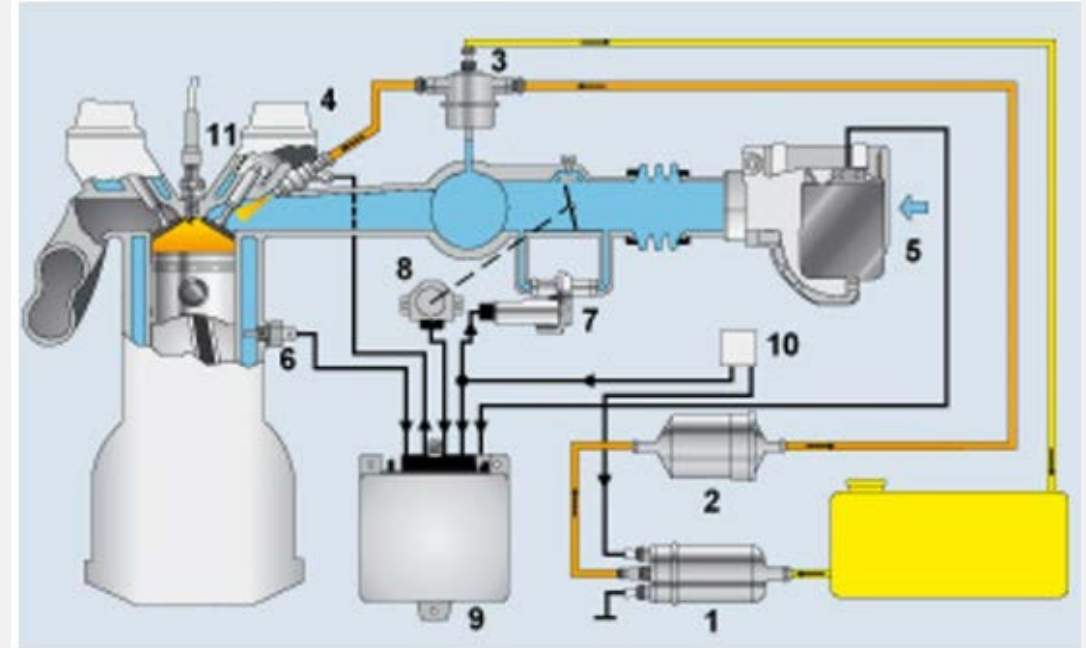


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH LE-Jetronic

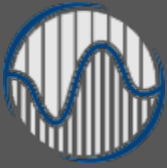
- Analogni sistem
- Elektronski kontrolisano ubrizgavanje na osnovu informacija prikupljenih sa senzora
- Procesirane informacije sa senzora se ogledaju u proračunatom vremenu ubrizgavanja iT (injection Time)
- Sve brizgaljke se pobuđuju simultano (Full Group) pri čemu se ubrizgava polovina potrebnog goriva koja će se sa sledećom polovinom količine potrebnog goriva iskoristiti u odgovarajućem taktu sagorevanja

### LE-Jetronic



- 1 - Fuel pump
- 2 - Fuel filter
- 3 - Pressure gauge
- 4 - Injection valve
- 5 - Air flow meter
- 6 - Temperature sensor
- 7 - Air injector
- 8 - Butterfly switch
- 9 - Command unit
- 10 - Command relay
- 11 - Spark plug

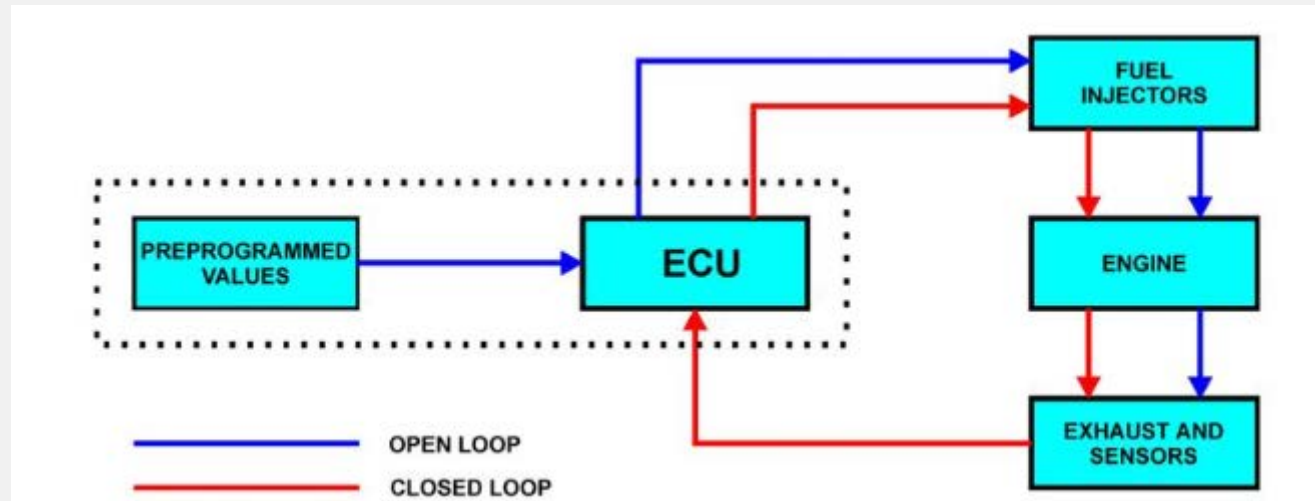


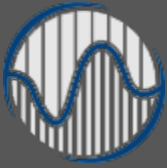


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## EUJ režim rada u otvorenoj i zatvorenoj petlji

- Princip povratne sprege na osnovu očitavanja O2 senzora i ostalih senzora koji se smatraju relevantnim u datom režimu rada
- Otvorena petlja – kalkulacija količine ubrizganog goriva na osnovu predefinisanih vrednosti (režim zagrevanja motora, naglog ubrzanja, greške u sistemu vezanom za emisiju štetnih gasova...)
- Zatvorena petlja – konstantno osluškivanje senzora i kalkulisanje potrebne količine goriva za ubrizgavanje (režim konstantne brzine (*cruise*))-rezultat je mala potrošnja i smanjena emisija štetnih gasova



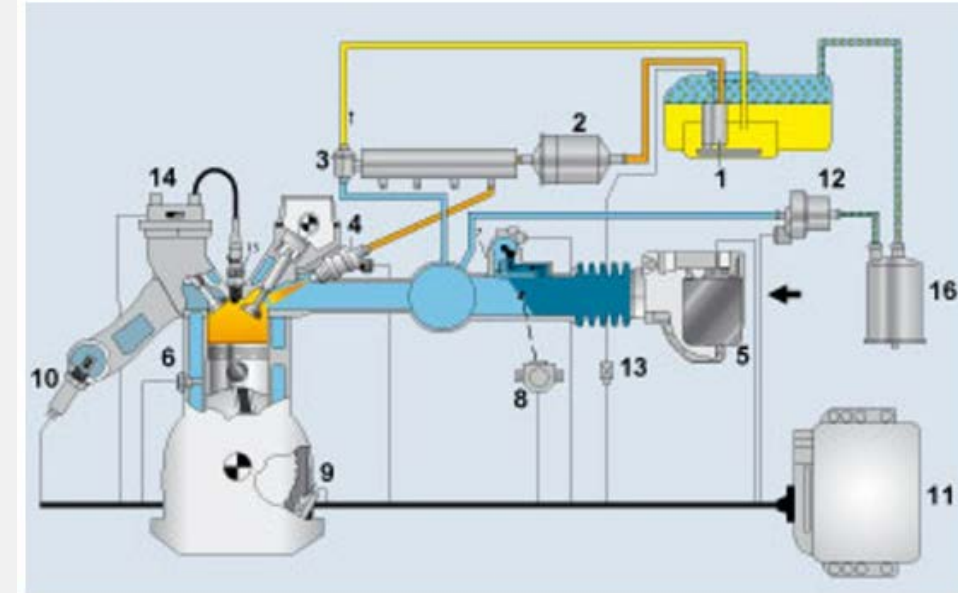


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH M-Motronic

- Sistem koji objedinjuje funkcije ubrizgavanja goriva i paljenja
- Digitalni sistem koji poseduje mogućnost adaptacije i On-board dijagnostike
- Ovaj sistem pruža mogućnost iskorišćenja benzinskih isparenja iz rezervoara

Motronic



- 1 - Fuel pump
- 2 - Fuel filter
- 3 - Pressure gauge
- 4 - Injection valve
- 5 - Air flow meter
- 6 - Temperature sensor
- 8 - Butterfly potentiometer
- 9 - Rotation Sensor
- 10 - Lambda Probe
- 11 - Command unit (injection + ignition) of the tank
- 12 - Tank ventilation valve
- 13 - Command relay
- 14 - Ignition coil
- 15 - Spark plug
- 16 - Canister

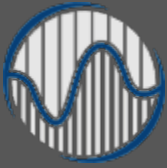


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH M-Motronic

- Mehanička veza između pedale gasa i prigušnog leptira
- Zbog linearne veze vozač direktno određuje usisanu količinu vazduha
- Pri niskim radnim temperaturama i u praznom hodu sistem M-motronic koriguje ukupnu količinu usisanog vazduha putem zaobilaznog kanala na kome se nalazi aktuator (npr. koračni motor)
- Na osnovu ukupno usisane količine vazduha izmerene preko protokomera ili senzora pritiska u usisnoj grani sistem izračunava potrebnu količinu goriva za ubrizgavanje kao i optimalan ugao pretpaljenja
- Za izračunavanje je potrebna preprogramirana mapa upravljanja

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 100.0 | 10.7 | 11.3 | 11.4 | 11.9 | 14.5 | 17.7 | 19.8 | 20.8 | 21.4 | 21.9 | 23.1 | 25.1 | 26.4 | 27.1 | 27.6 | 28.0 |
| 92.7  | 10.8 | 11.4 | 11.6 | 12.2 | 15.0 | 18.4 | 20.6 | 21.8 | 22.4 | 23.0 | 24.3 | 26.4 | 27.7 | 28.6 | 29.0 | 29.0 |
| 85.3  | 10.8 | 11.5 | 11.8 | 12.5 | 15.4 | 19.0 | 21.4 | 22.7 | 23.4 | 24.1 | 25.5 | 27.6 | 28.7 | 29.5 | 30.0 | 29.9 |
| 78.0  | 11.0 | 11.8 | 12.1 | 12.8 | 15.9 | 19.6 | 22.2 | 23.7 | 24.4 | 25.3 | 26.6 | 28.4 | 29.4 | 30.2 | 30.7 | 30.9 |
| 70.7  | 11.8 | 12.7 | 12.7 | 13.1 | 16.4 | 20.2 | 23.0 | 24.6 | 25.4 | 26.3 | 27.2 | 28.3 | 29.8 | 30.9 | 31.5 | 31.8 |
| 63.3  | 12.0 | 12.9 | 12.9 | 13.5 | 16.9 | 20.5 | 23.1 | 24.9 | 25.8 | 26.8 | 27.7 | 28.8 | 31.0 | 32.3 | 33.1 | 33.5 |
| 56.0  | 12.0 | 13.0 | 13.1 | 13.7 | 16.9 | 20.5 | 23.2 | 25.1 | 26.1 | 27.2 | 28.2 | 29.3 | 31.9 | 33.3 | 34.2 | 34.8 |
| 48.7  | 12.0 | 13.1 | 13.3 | 13.9 | 16.8 | 20.5 | 23.3 | 25.4 | 26.6 | 27.7 | 28.8 | 30.1 | 32.6 | 34.2 | 35.1 | 35.9 |
| 41.3  | 12.1 | 13.3 | 13.5 | 14.2 | 17.3 | 21.1 | 24.2 | 26.4 | 27.6 | 28.8 | 30.0 | 31.3 | 33.9 | 35.6 | 36.7 | 37.6 |
| 34.0  | 12.1 | 13.4 | 14.3 | 15.7 | 19.0 | 23.0 | 26.2 | 28.5 | 29.8 | 31.1 | 32.3 | 33.7 | 35.5 | 37.0 | 38.2 | 39.3 |
| 26.7  | 12.1 | 13.5 | 14.9 | 16.8 | 20.0 | 24.1 | 27.4 | 29.9 | 31.3 | 32.7 | 34.0 | 35.4 | 36.7 | 38.1 | 39.4 | 40.6 |
| 19.3  | 12.2 | 13.7 | 15.1 | 16.9 | 19.8 | 24.0 | 27.5 | 30.2 | 31.6 | 33.1 | 34.5 | 35.9 | 37.4 | 38.8 | 40.2 | 41.7 |
| 12.0  | 12.3 | 13.8 | 15.3 | 17.2 | 20.3 | 24.7 | 28.4 | 31.1 | 32.6 | 34.2 | 35.7 | 37.2 | 38.7 | 40.2 | 41.8 | 43.3 |
| 7.3   | 12.3 | 13.9 | 15.5 | 17.5 | 20.6 | 24.4 | 30.0 | 36.0 | 37.2 | 38.6 | 39.7 | 40.5 | 42.0 | 43.0 | 43.7 | 44.4 |
| 4.2   | 12.2 | 13.4 | 14.3 | 15.7 | 18.4 | 23.9 | 32.1 | 40.7 | 41.7 | 42.8 | 43.4 | 43.6 | 44.7 | 45.0 | 45.0 | 45.0 |
| 2.0   | 12.0 | 12.0 | 11.1 | 10.4 | 11.9 | 23.7 | 34.5 | 42.2 | 44.0 | 44.3 | 44.5 | 45.0 | 45.0 | 45.0 | 45.0 | 45.0 |
|       | 500  | 867  | 1233 | 1700 | 2433 | 3167 | 3900 | 4567 | 4933 | 5300 | 5667 | 6033 | 6400 | 6767 | 7267 | 8000 |

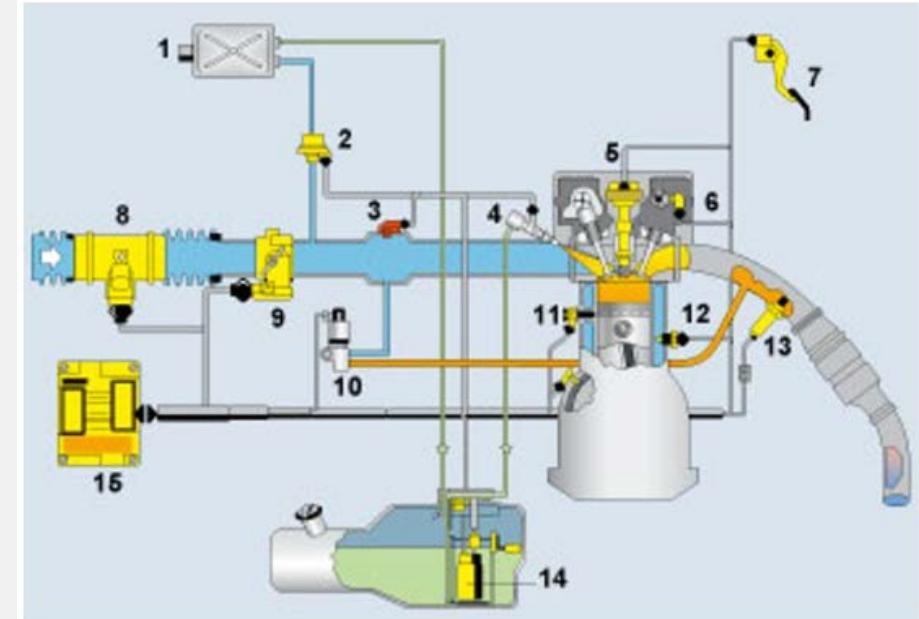


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH ME-Motronic

- Sistem sadrži sve elektronske komponente kao i M Motronic sistem
- Glavna razlika je elektronska regulacija upravljanja radom prigušnog leptira
- Veza između vozača i položaja prigušnog leptira više nije linearna već je moguće pored zahteva vozača uzeti u obzir i ostale relevantne informacije sa senzora i izvršiti preciznu kontrolu usisane količine vazduha

Motronic ME7



- 1- Canister
- 2 - Canister purge valve
- 3 - Pressure sensor
- 4 - Fuel gallery / Injection valve
- 5 - Coil / Spark plug
- 6 - Phase sensor
- 7 - Electronic Accelerator Pedal
- 8 - Air mass sensor with integrated air temperature sensor
- 9 - Throttle body
- 10 - Gas recirculation valve (EGR)
- 11 - Detonation Sensor
- 12 - Temperature sensor
- 13 - Lambda Probe
- 14 - Fuel pump
- 15 - Electronic control unit

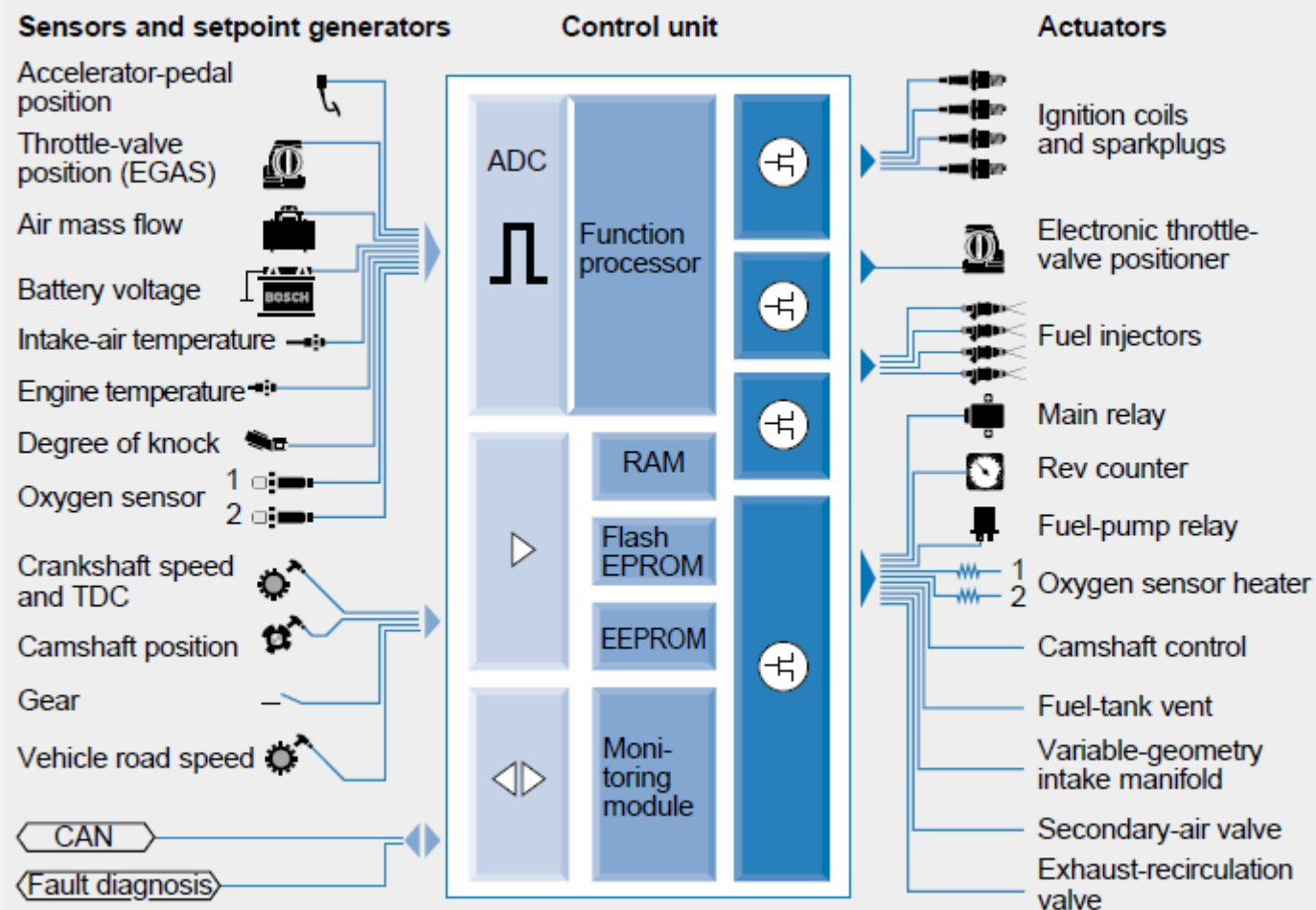


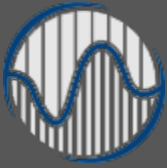


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH ME-Motronic

### Blok šema





# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH ME-Motronic – određivanje obrtnog momenta

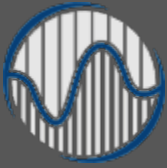
- Definicija zahteva vozača se ostvaruje putem određivanja položaja pedale gasa koji se konvertuje u zadatu vrednost obrtnog momenta koju motor treba da razvije
- Postizanje zadatog obrtnog momenta se ostvaruje putem:
  - Odgovarajućeg punjenja cilindra motora vazduhom
  - Određivanjem mase ubrizganog goriva
  - Određivanjem optimalnog ugla predpaljenja
- Određene vrednosti navedenih varijabli postižu se sa:
  - Elektronski upravljanim prigušnim leptirom (ETC)
  - Sistemom ubrizgavanja goriva (aktivacijom brozgača)
  - Sistemom paljenja radne smeše (aktivacijom bobina)



# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

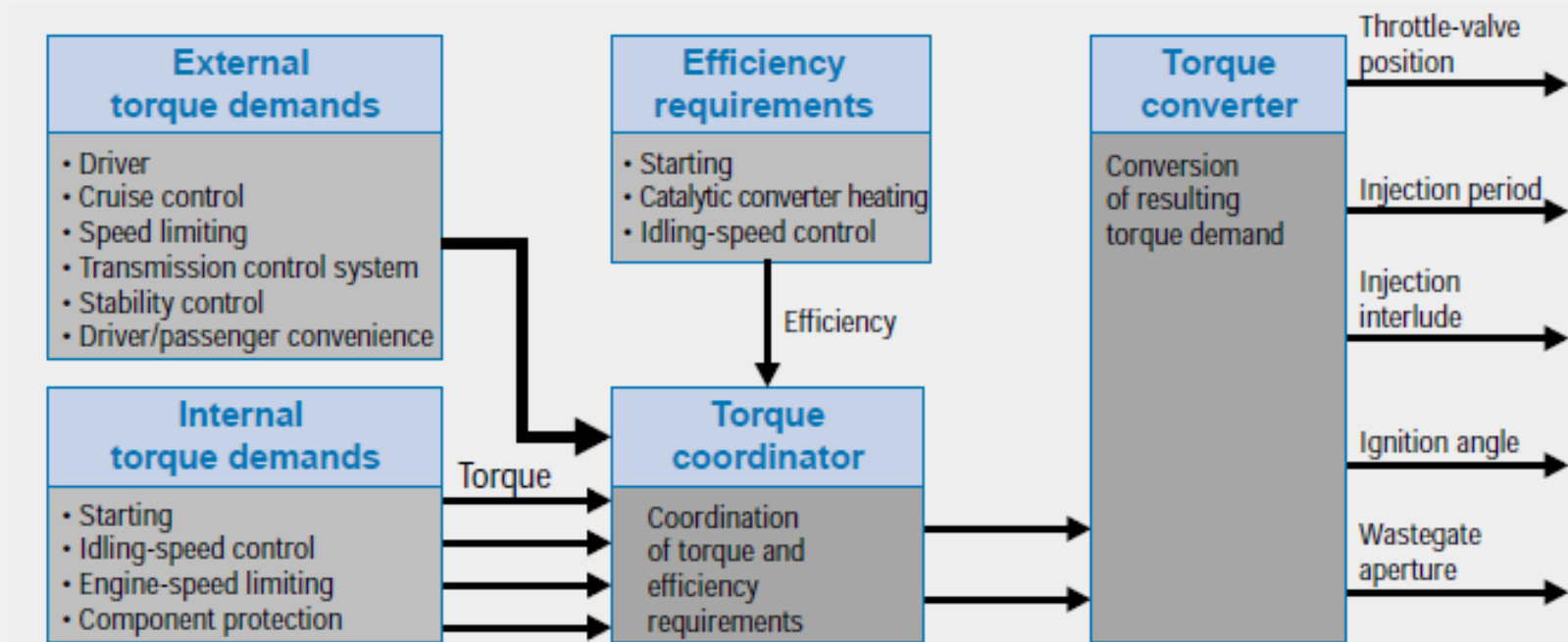
## BOSCH ME-Motronic – određivanje obrtnog momenta

- Algoritam za određivanje konačne vrednosti obrtnog momenta može biti veoma složen, razlog je što na konačnu vrednost obrtnog momenta utiču dodatne funkcije:
  - Kontrola izbora stepena prenosa kod automatskih menjača
  - Elektronska kontrola stabilnosti
  - Elektronska kontrola proklizavanja
  - Kontrola režima praznog hoda
  - Kontrola zagrevanja katalizatora
  - Upotreba klima uređaja

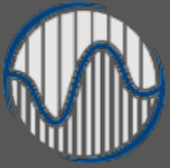


# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH ME-Motronic – određivanje obrtnog momenta – struktura algoritma



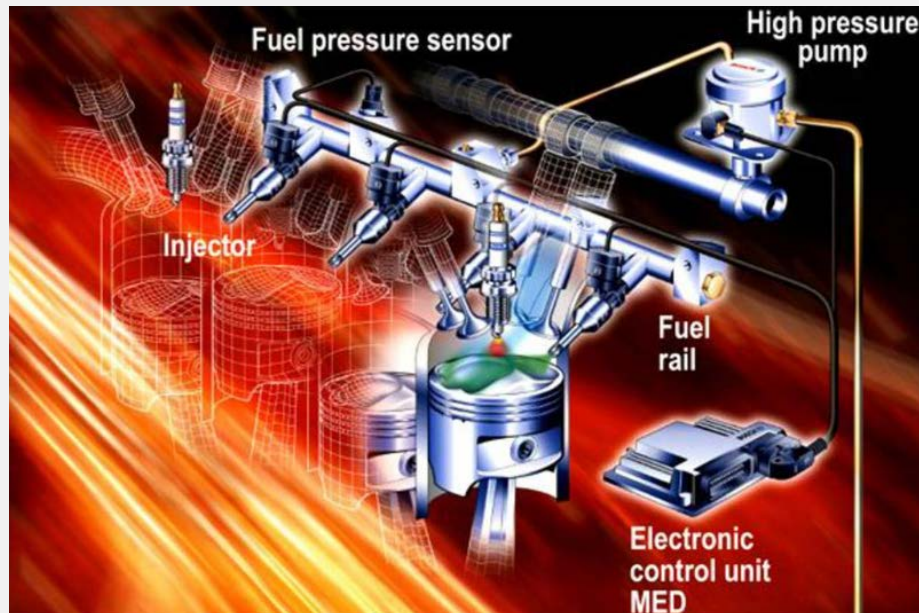




# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

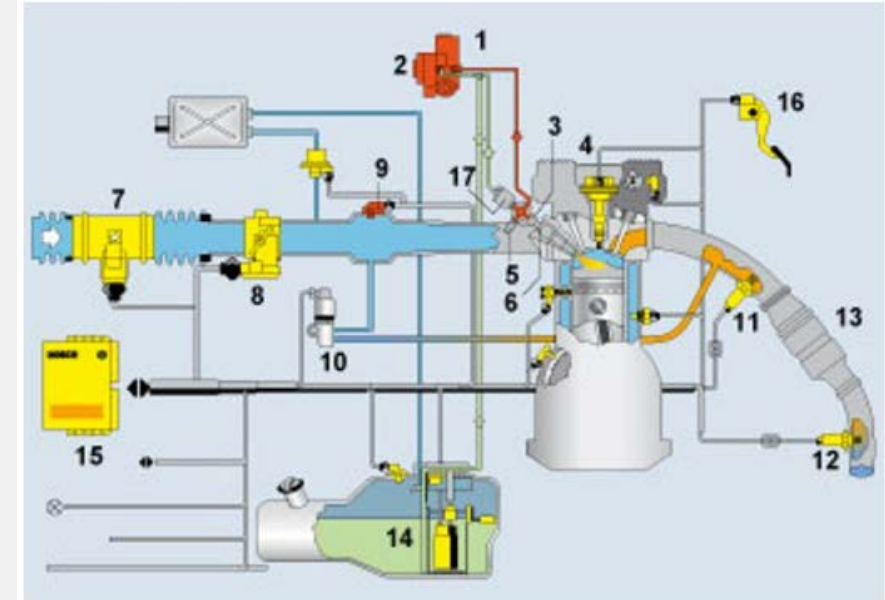
## BOSCH MED-Motronic

- Direktno ubrizgavanje u cilindar
- Smanjena potrošnja goriva

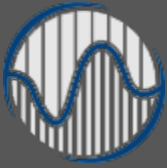


Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija Beograd, 2020

## Motronic MED



- 1 - High pressure fuel pump
- 2 - Flow control valve
- 3 - Fuel gallery
- 4 - Ignition coil
- 5 - Pressure limiting valve
- 6 - Injection valve
- 7 - Air mass sensor with integrated air temperature sensor
- 8 - Throttle body (EGAS)
- 9 - Pressure sensor
- 10 - Valve (EGR)
- 11 - Broad band Lambda
- 12 - Planar Lambda Probe
- 13 - Catalyst
- 14 - Low pressure fuel pump set
- 15 - Command unit
- 16 - Electronic Accelerator Pedal
- 17 - High pressure sensor



# Elektronski sistem upravljanja radom benzinskog motora

## BOSCH MED-Motronic

- Zahtevi koje sistem treba da ispuni u cilju postizanja zadatih radnih performansi su:
  - Osređivanje usisane količine vazduha
  - Generisanje visokog pritiska za za ubrizgavanje direktno u radni prostor motora
  - Određivanje trenutka za početak ubrizgavanja
  - Precizno određivanje potrebne količine goriva
  - Precizno ubrizgavanje i vođenje gorivog mlaza u radnom prostoru motora
  - Određivanje ugla predpaljenja



## BOSCH MED-Motronic

- Prisustvo pumpe visokog pritiska
- Pritisak u magistralnoj cevi se određuje u zavisnosti od zahteva vozača, radnog režima i stanja motora
- Postojanje izlaznih stepena za aktivaciju aktuatora za određivanje egzaktne količine potisnutog goriva i kontrolnog ventila za podešavanje pritiska u magistralnoj cevi
- Izlazni stepen za elektromagnetne brizgače je značajno veće snage u odnosu na sistem sa indirektnim ubrizgavanjem

Hvala na pažnji!

