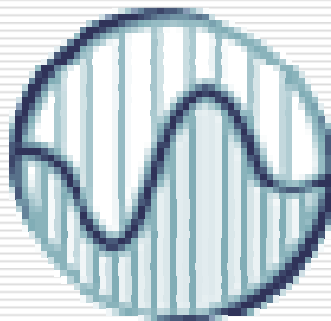
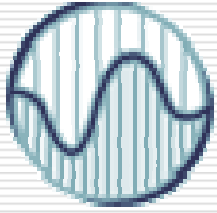




Висока школа електротехнике и
рачунарства струковних студија

СИСТЕМ ЗА РАЗВОД РАДНЕ МАТЕРИЈЕ

1. Намена и врсте
2. Основне карактеристике вентилског развода
3. Шема развода



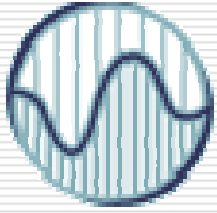
НАМЕНА И ВРСТЕ

НАМЕНА

- правовремено отварање и затварање цилиндара ради измене радне материје

ВРСТЕ:

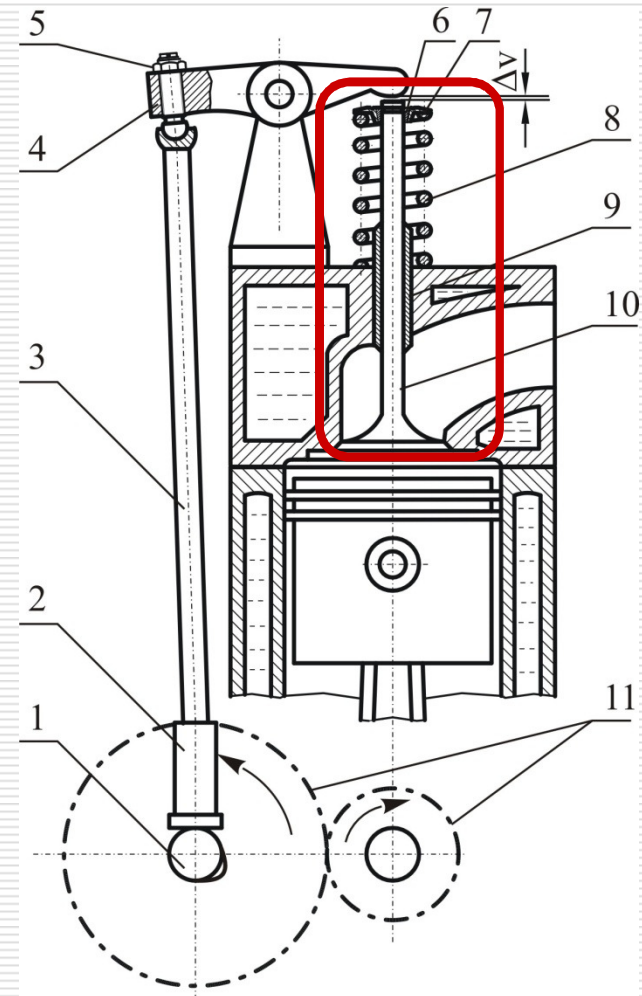
- Вентилски
- Засунски
- Комбиновани

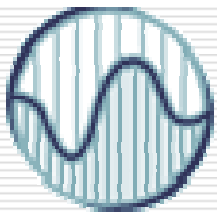


ВЕНТИЛСКИ РАЗВОД

Елементи:

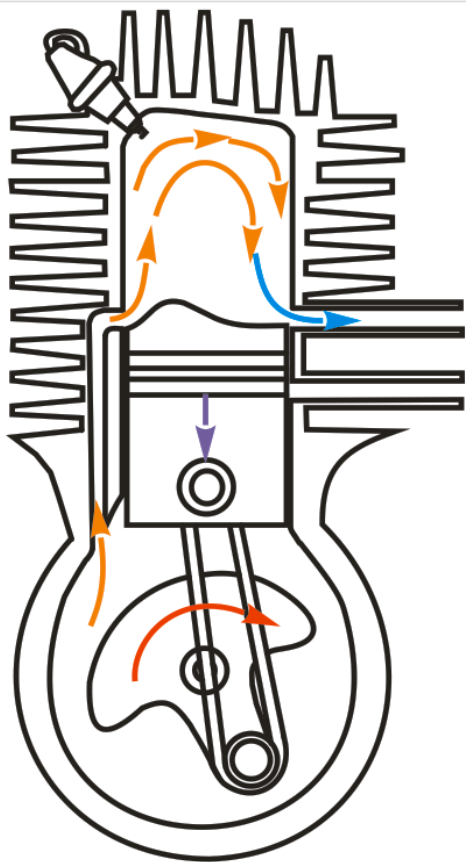
- склоп вентила,
- брегасто вратило,
- погон брегастог вратила (преносник обртног момента) – разводни механизам,



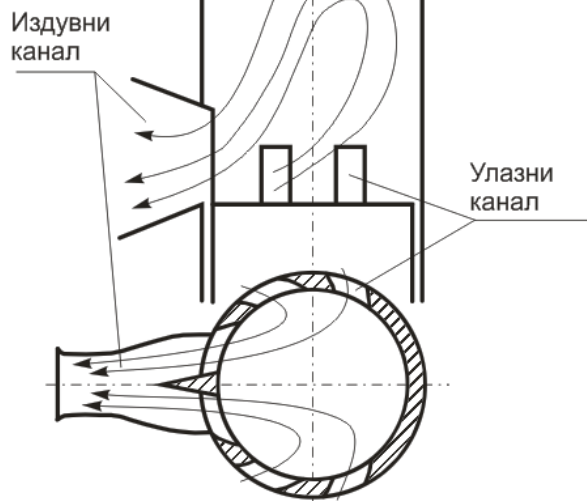


ЗАСУНСКИ И КОМБИНОВАНИ РАЗВОД

Засунски развод

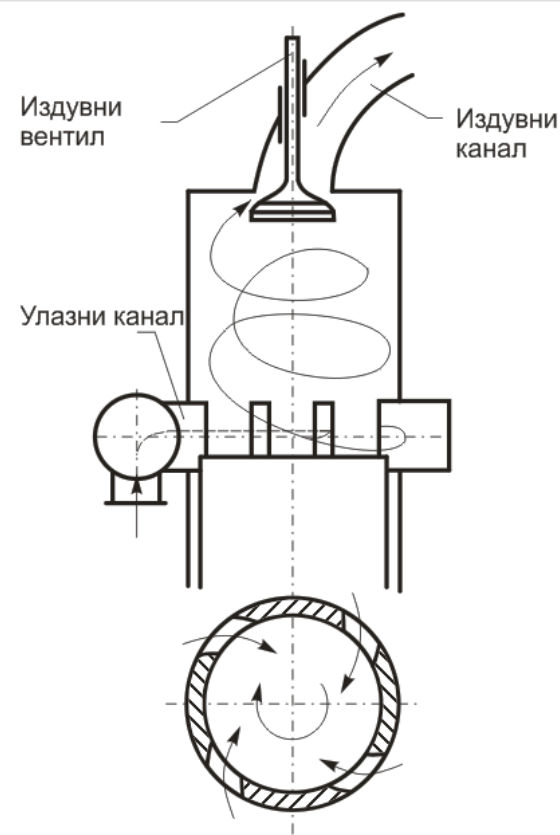


Попречно испирање

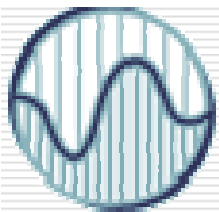


Повратно испирање

Комбиновани развод



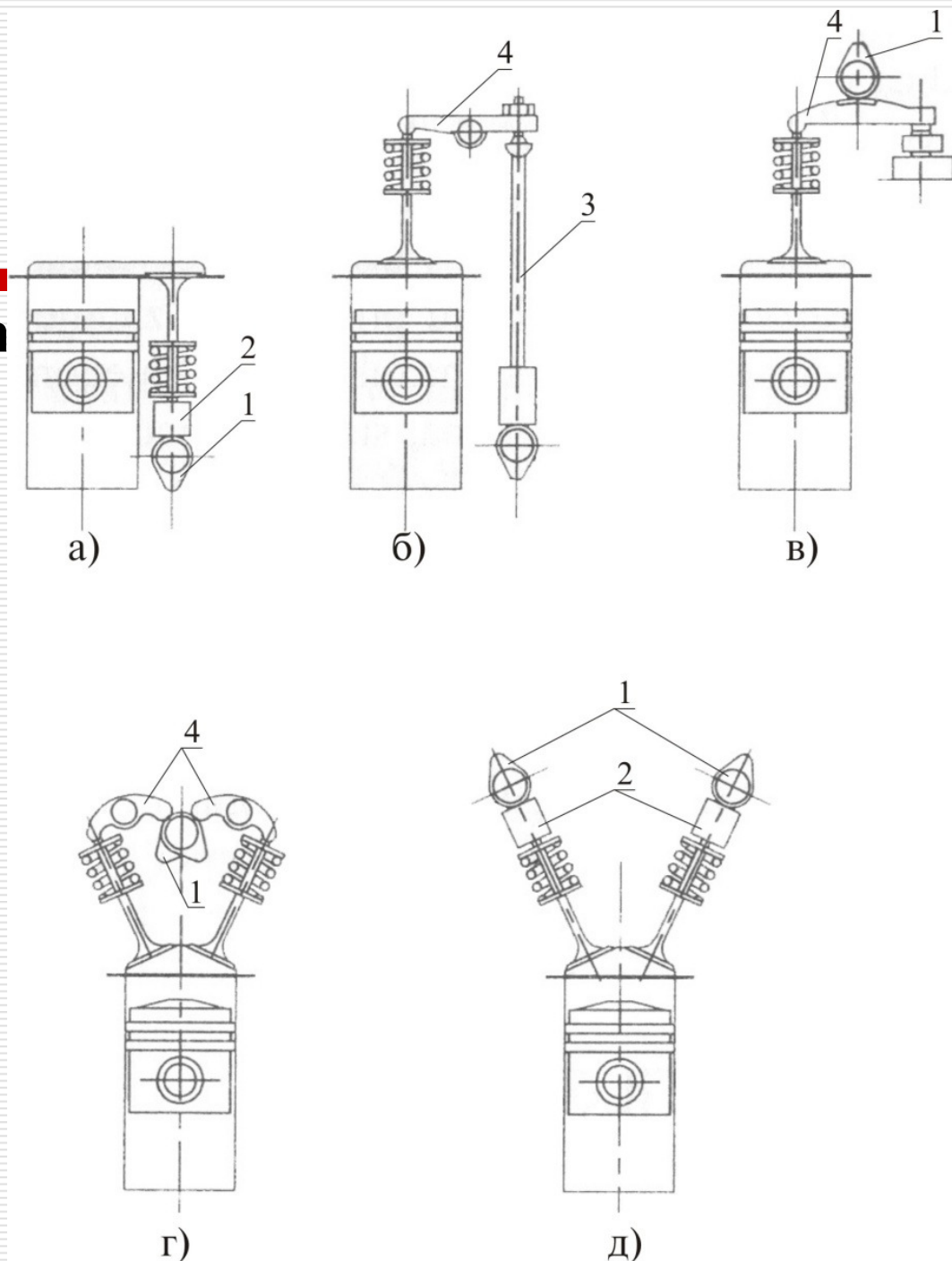
Једносмерно испирање

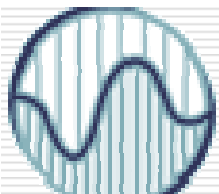


ВЕНТИЛСКИ РАЗВОД

Конструкцијска решења

- а) бочни стојећи вентил у блоку
- б) viseћи вентил, брегасто вратило у блоку мотора
- в,г,д) viseћи вентил, брегасто вратило у глави мотора



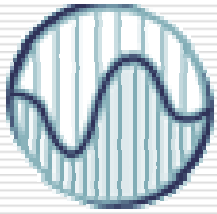


ВЕНТИЛСКИ РАЗВОД

Конструкцијска решења

Према положају вентила и брегастог вратила у мотору:

- ❑ **SV** (standing valve – стојећи вентил). Брегасто вратило и вентили су постављени у блоку мотора.
- ❑ **OHV** (over head valve – вентил изнад главе). Брегасто вратило је у блоку, а вентили висећи у глави мотора.
- ❑ **IOE** (inlet over exhaust – усисни вентил изнад издувног). Брегасто вратило је у блоку, усисни вентил је висећи а издувни је стојећи испод усисног вентила.
- ❑ **ОНС** (over head camshaft – брегасто вратило изнад главе). Брегасто вратило је постављено изнад главе мотора док су вентили висећи.
- ❑ **ДОНС** (double over head camshaft – два брегаста вратила изнад главе). Брегаста вратила су постављена изнад главе мотора, а вентили су висећи.
- ❑ **СИН** (camshaft in head – брегасто вратило у глави). Брегасто вратило је у глави мотора а вентили су висећи.
- ❑ **CVH** (compound valve-angle hemispherical chamber – вентили су под сложеним углом распоређени у кугластом простору). Брегасто вратило је постављено изнад главе мотора и вентили су висећи.



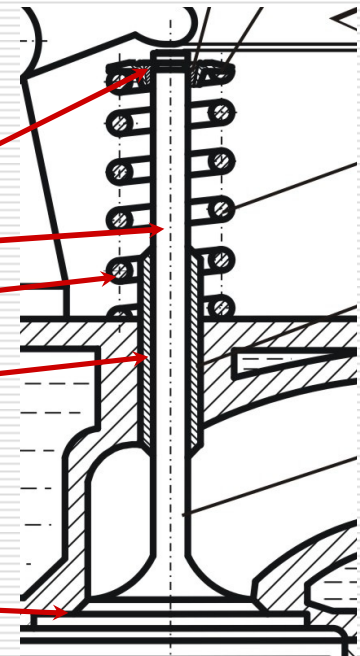
Склоп вентила

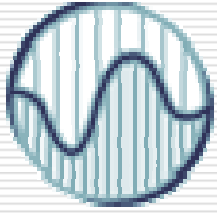
Намена:

- обезбеђење уласка свеже радне материје у цилиндар и изласка продуката сагоревања из цилиндра,
- потпуно заптивање радног простора мотора за време такта сабијања и ширења.

Елементи:

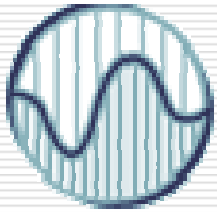
- *тањирић опруге са полуогрлицом*
- *вентил,*
- *опруга,*
- *вођица,*
- *седиште вентила.*





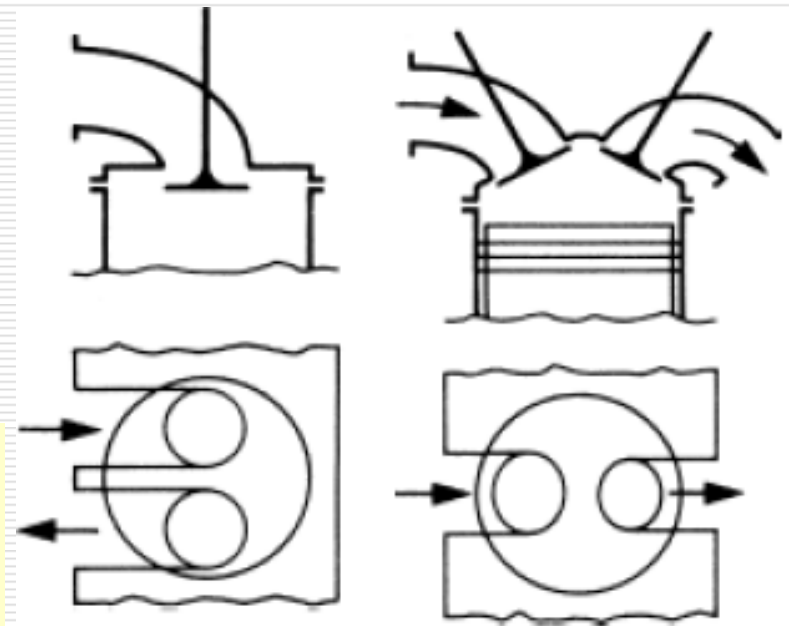
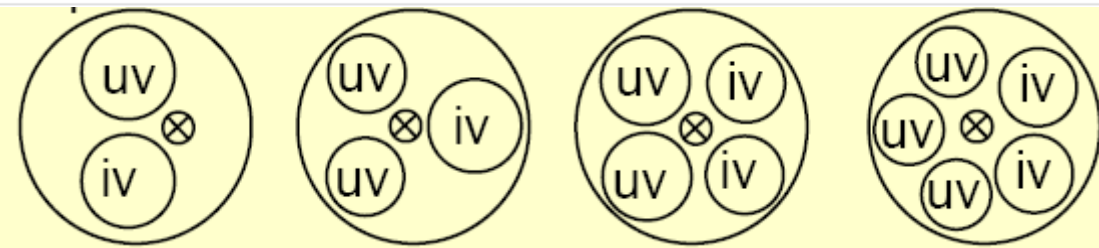
Склоп вентила

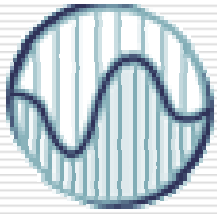
- *Вентил* се састоји из стабла и печурке, која при затварању належе на седиште, при чему називни пречник вентила одговара пречнику отвора седишта.
- Вентили су изложени великим термичким напрезањима због чега се израђују од легираних челика отпорних на високе температуре.
- *Вентилске вођице* се израђују од материјала који обезбеђује добра клизна својства и отпорност на хабање, махом од легираног сивог лива или код *форсираних мотора* од фосфорне бронзе.



Склоп вентила

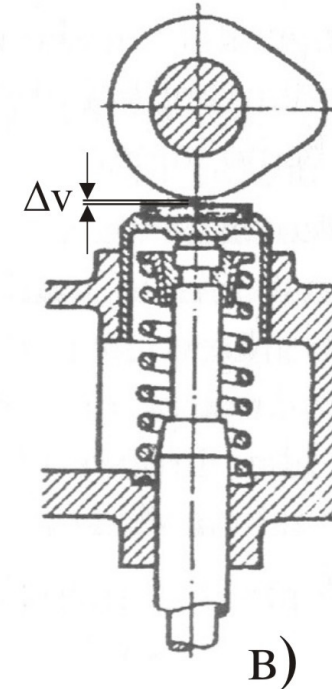
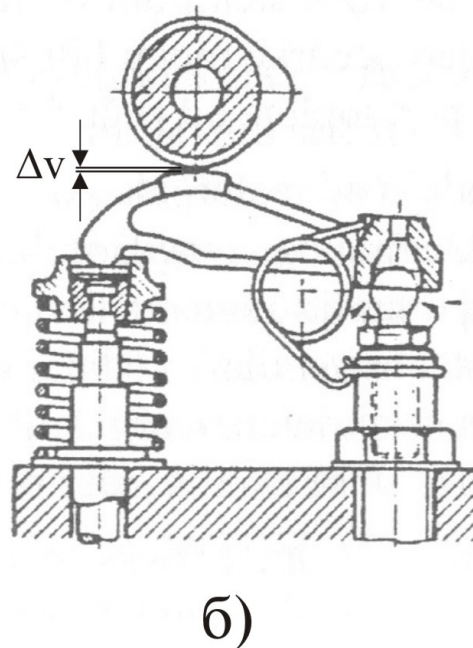
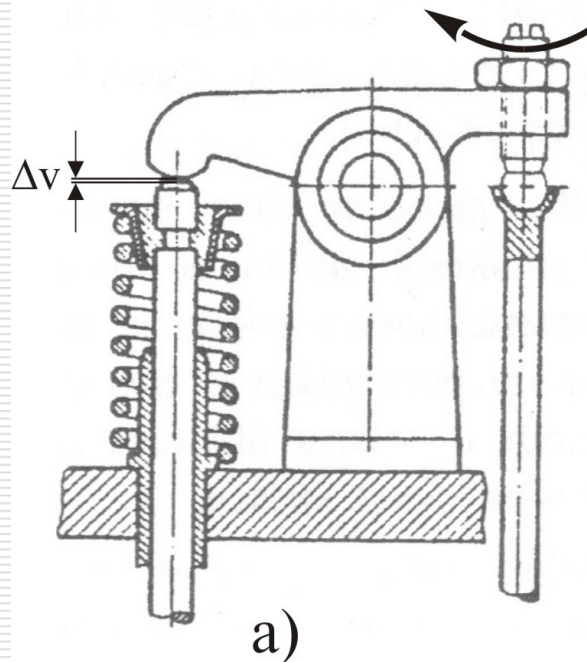
- Положај усисног и издувног канала
- Број вентила по цилиндру

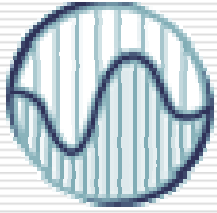




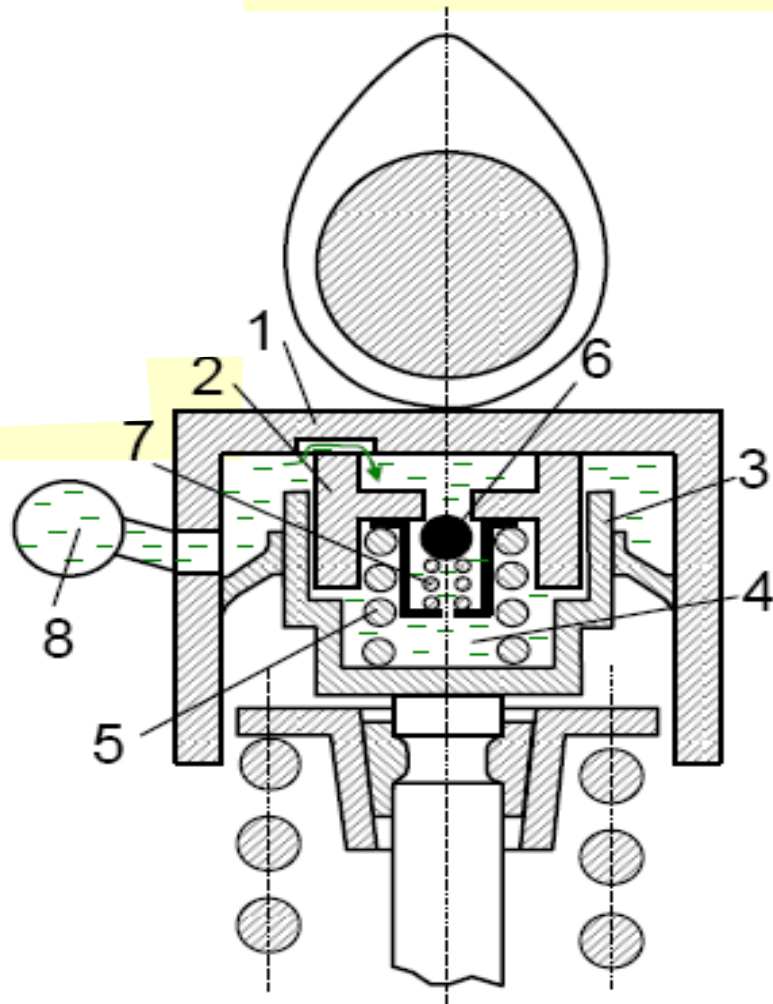
Регулација зазора вентила

Зазор вентила је зазор између стабла вентила и преносних елемената када је подизач на кружном делу брега и када је вентил затворен.

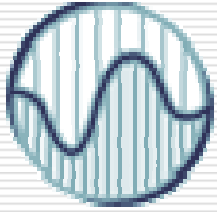




Регулација зазора вентила – хидрауличка компензација



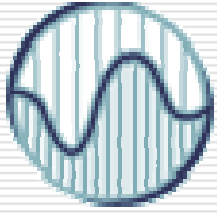
- ❑ Тих рад система и сигурно затварање вентила
- ❑ Поједностављено подешавање – нема потребе за подешавањем
- ❑ Мања могућност хаварије



Брегасто вратило

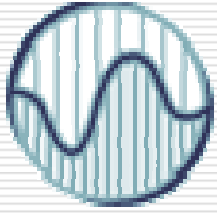
- својим бреговима управља отварањем и затварањем вентила.
- профил и међусобни положај брегова (2) брегастог вратила су такви да обезбеђују отварање и затварање вентила по одређеном закону, по одређеном редоследу и у тачно одређеном тренутку.





Брегасто вратило

- Угао између брегова појединих цилиндара зависи од размака и редоследа паљења, док угао између усисног и издувног брега једног цилиндра, зависи од шеме развода и међусобног положаја додирних линија са подизачима или клацкалицама издувних и усисних вентила.
- Деловање брегастог вратила на вентиле може бити непосредно и посредно (преко посредних полуга).
- У употреби су кована брегаста вратила од челика за цементацију где се након цементације постиже висока површинска тврдоћа уз истовремену жилавост језгра.



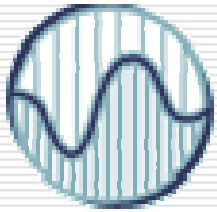
Разводни механизам

Намена и основне карактеристике:

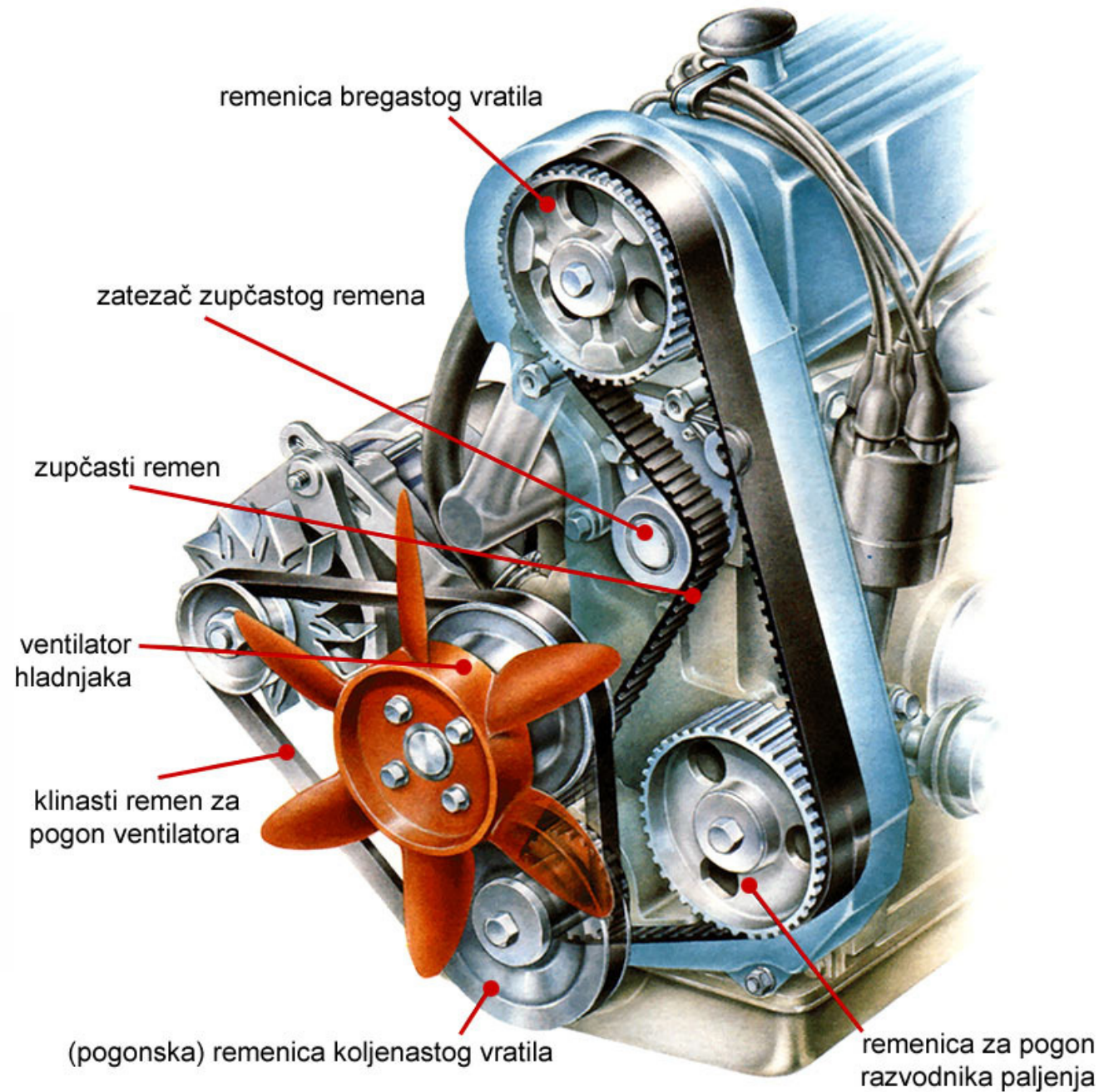
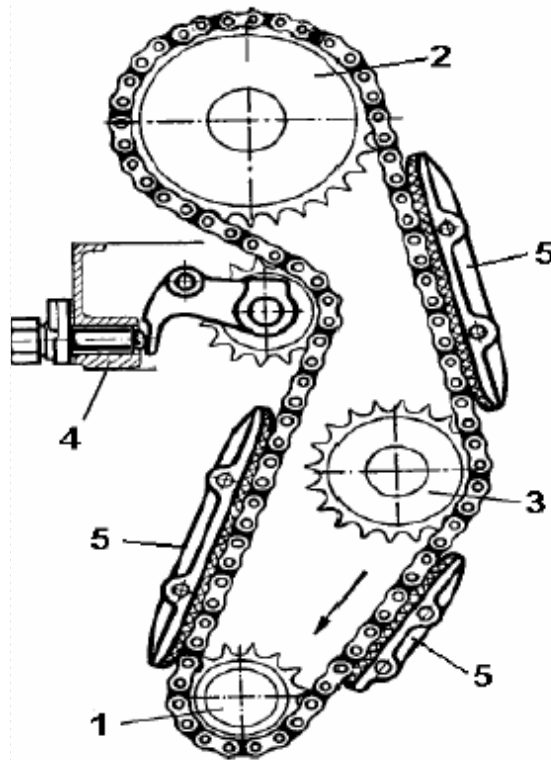
- погон брегастог вратила и елемената других подсистема мотора
- преносни однос зависи од тактности
- мора да постоји потпуна синхронизација са коленастим вратилом (означавање)

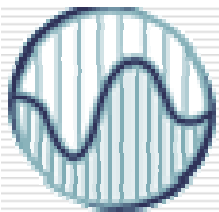
Конструкцијске реализације:

- *са зупчаницима,*
- *са ланцем,*
- *са назубљеним ременом (зупчастим каишем) и др.*



Разводни механизам





Активно управљање вентилима – варијабилна шема развода

Класично брегасто вратило увек отвара и затвара вентиле на истом углу према коленастом вратилу и подиже их на исту висину без обзира на начин и брзину рада мотора. Шема развода вентила/радног тела је константа.

Развод радног тела са класичним брегастим вратилом одвија се по непроменљивој шеми развода радног тела и потпуно одговара само једном начину рада и само једном броју обртаја мотора. (Једна радна тачка, за развој највеће снаге мотора.)

Непроменљиви параметри развођења своде се на пасивно* управљање вентилима.

Пуњење, паљење и развођење су три основна елемента којима се управља моментом и снагом мотора. Најтеже у техничком смислу је остварити активно управљање разводом радног тела – радом вентила.

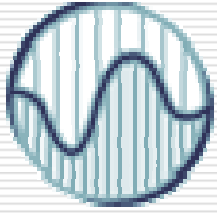
Активно управљање вентилима омогућава да се радно тело разводи оптималано за сваки начин рада мотора и сваку брзину мотора.

Уобичајени страни називи на енглеском језику су:

VVT: Variable Valve Train – променљива серија вентила (Уопште)

FVVT: Fully Variable Valve Train – Потпуно променљива серија вентила

AVT: Active Valve Train – активна серија вентила (Лотус)



Активно управљање вентилима

Параметри управљања вентилима су:

- ☐ Углови отварања и затварања (valve phase)
- ☐ Висине издизања (valve lift)

Управљањем развода контролише се:

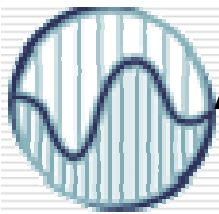
- ☐ Пуњење цилиндра ваздухом (свежом смешом)
- ☐ Испирање цилиндра
- ☐ Рециркулација издувних гасова

Предности у односу на непроменљив развод

- ☐ Већа снага мотора* (велике брзине мотора)
- ☐ Бољи ток криве момента** (средње брзине мотора)
- ☐ Смањена потрошња горива
- ☐ Смањена токсичност издувних гасова (посебно азотних оксида)
- ☐ Стабилнији рад на мањим брзинама мотора (нарочито на празном ходу)
- ☐ Елиминисање лептир-клапне за управљање пуњењем ото мотора

Управља се радом и усисних и издувних вентила

- ☐ Усисни вентили се управљају по фази и по висини издизања (оба параметра управљања).
- ☐ Издувни вентили се управљају по фази (један параметар управљања (практично))



Активно управљање вентилима

Фазе отварања и затварања усисних вентила

Поређење са непроменљивом шемом развода по углу за:

☐ Мале брзине мотора

Усисни вентил се отвара касније (late intake valve opening, timing retardation)

Смањује се преклапање вентила.

Преклапање вентила је уведено за високе бројеве обртаја да би се побољшало испирање цилиндра од продуката сагоревања посредством кинетичке енергије струје свеже смеше.

На малим бројевима обртаја талас надпритиска* издувних гасова, насупротив уструјавању свеже смеше, има довољно енергије да део издувних гасова потисне кроз усисни вентил у усисни вод током издувавања, док су вентили преклопљени. ($n < 2000$ o/min, недовољна кинетичка енергија струје за испирање цилиндра).



Активно управљање вентилима

Последица:

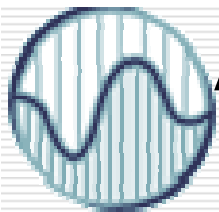
У наставку усисавања, кад се затвори издувни вентил, издувни гасови се враћају из усисног вода у цилиндар. У цилиндру заостаје превелика количина издувних гасова за мали број обртаја и мало пуњење. Резултат је нестабилно сагоревање, што даје немиран рад мотора и захтева богатију смешу да би мотор могао да ради. Богатија смеша погоршава састав издувних гасова и расте потрошња горива.

Каснијим отварањем усисних вентила на малим брзинама мотора оставља се више времена (хода клипа) за издувавање и спречава одлазак издувних гасова у усисни вод, одакле се током усисавања издувни гасови враћају у цилиндар.

Тиме се остварује боље пуњење цилиндра ваздухом, боље сагоревање са мање СО, јер расте λ и стабилнији рад мотора са мањом потрошњом горива.

Стабилнији рад мотора на малим брзинама даље омогућава снижавање минималаног броја обртаја мотора, што даје додатну уштеду горива.

Рад на малом и минималном броју обртаја карактеристичан је за вожњу крени – стани (go and stop), која одговара вожњи у градској саобраћајној гужви. Боље сагоревање на празном ходу смањује токсичност управо у време и на месту кад и где је то веома потребно.



Активно управљање вентилима

Фазе отварања и затварања усисних вентила

Поређење са константном шемом развода по углу за:

☐ Средње брзине мотора

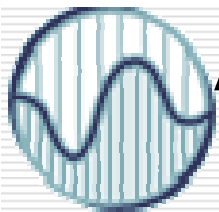
Усисни вентил се затвара раније (early intake valve closing, timing advance)

При средњим брзинама мотора (између 2000 и 3000 o/min) кинетичка енергија струје усисавања је недовољна за бољу запреминску ефикасност**. Последица:

У кретању клипа у такту сабијања клип део свежје смеше из цилиндра потискује у усисни вод. Кад се усисни вентил затвори, овај део смеше остаје у усисном воду. То смањује пуњење цилиндра (у хомогеном раду), ИИ/ДИ.

Раније затварање усисног вентила спречава да се део већ припремљене смеше потисне у усисни вод, тамо остане после затварања усисног вентила и тако смањи пуњење цилиндра (Важи за хомоген рад). (Код слојевитог пуњења ДИ враћа се ваздух, а гориво се убризгава у такту сабијања, ваздуха има довољно за сагоревање па практично нема утицаја на пуњење).

Са бољим пуњењем цилиндра по основи смањења губитка смеше ранијим затварањем усисног вентила побољшава се крива момента мотора на средњим брзинама мотора.



Активно управљање вентилима

□ Највеће брзине мотора

Усисни вентил се затвара касније (late intake valve closing, timing retardation)

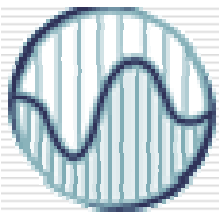
При већим брзинама мотора (изнад 5000 о/min) отпори уструјавању у цилиндар расту, због чега се смањује пуњење цилиндра, а тиме и снага и момент. Ипак, кинетичка енергија струје усисавања је довољна за бољу запреминску ефикасност. Последица:

Усисни вентил се затвара касније, после УМТ, тек кад се уструјавање у цилиндар заустави. У време заустављања уструјавања клип се креће ка СМТ.

Овај ефекат користи и пасиван развод. Уствари, непроменљива шема развода вентила се управо оптимизира преклапањем вентила за радну тачку у вишим бројевима обртаја да би се добиле већа снаге мотора.

Активна шема може боље да искористи кинетичку енергију струје усиса још каснијим затварањем вентила у односу на пасивну шему развода. Добија се више снаге.

Касније затварање усисног вентила омогућава боље пуњење цилиндра користећи кинетичку енергију струје ваздуха за побољшање запреминске ефикасности.



Активно управљање вентилима

Фазе отварања и затварања усисних вентила

Поређење са непроменљивом шемом развода по углу:

□ **Интерна рециркулација издувних гасова**

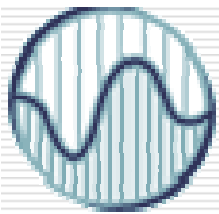
Усисни вентил се отвара много раније (early intake valve opening, timing advance)

Повећава се преклапање вентила.

Принцип: У кретању клипа према СМТ у такту издувавања клип због ранијег отварања усисног вентила, део издувних гасова, који још нису изашли из цилиндра у издувни систем, потискује кроз усисни вентил у усисни вод. Затим у такту усисавања који следи, издувни гасови се из усисног вода враћају у цилиндар. (Начин рада са рециркулацијом је оптерећен мотор – значајан момент, али не на пуној снази.)

Раније отварање усисног вентила омогућава да се издувни гасови рециркулишу без ЕГР система за рециркулацију издувних гасова ("интерна рециркулација").

Уместо да круже из издувног система кроз посебан вод према вентилу за рециркулацију издувних гасова, затим кроз ЕГР вентил и на крају кроз вод у усисни систем, издувни гасови се "рециркулишу" у цилиндар из усисног вода, где се претходно смештају током издувавања кроз усисни вентил.



Активно управљање вентилима

Фазе отварања и затварања издувних вентила

Поређење са константном шемом развода по углу:

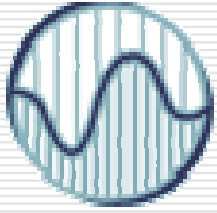
Задржавање издувних гасова у цилиндру

Издувни вентил се затвара раније (early exhaust valve closing, timing advance)

Смањује се преклапање вентила.

Принцип: Ранијим затварањем издувног вентила у такту издувавања задржава се део издувних гасова у цилиндру.

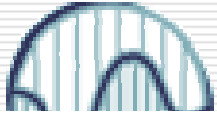
Посебна мера којом се веома проширује могућност интерне рецикулације издувних гасова. Може се бирати фаза – угао отварања усисног вентила: Уместо да се усисни вентил отвори раније за интерну рецикулацију, независно од издувног вентила, бира се најпогоднији моменат, када је потребна количина издувних гасова већ “заробљена” у цилиндру затварањем издувног вентила, клип пролази СМТ, усисавање почиње, па се отвара усисни вентил.



Активно управљање вентилима

Раније затварање издувног вентила, као независна мера, омогућава да се тачно одреди количина издувних гасова који ће се задржати у цилиндру за следећи циклус.

Интерна рециркулација издувних гасова заједно са ранијим затварањем издувног вентила има велике могућности. Активно управљање вентилима по фазама је веома ефикасно па је могуће остварити стехиометријско сагоревање $\lambda=1$ са тако великим смањењем азотних оксида (98%) у издуву да се може елиминисати додатни катализатор за неутрализацију азотних оксида из издувног система*.



Активно управљање вентилима

Синхронизација фаза вентила са осцилацијама таласа притиска

Синхронизација усисних вентила

Отварање усисног вентила изазива поремећај у притиску* који се као талас подпритиска преноси ка слободном крају усисне цеви. Талас подпритиска се одбија од слободног краја усисне цеви (атмосфера) као талас надпритиска и враћа ка усисном вентилу. Понављањем одбијања стварају се осцилације поремећајних таласа притиска са фреквенцијама које зависе од геометрије (L, C, P^{**}) усисних водова, брзине струје у усисном воду и положаја пригушног лептира.

Тренутак отварања усисних вентила могуће је подесити тако да се подудара са доласком таласа надпритиска на отвор усисног вентила и тако побољшати пуњење.

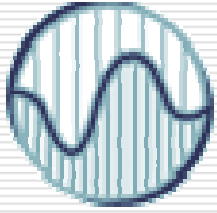
Синхронизација усисних и издувних вентила

Отварање издувног вентила изазива поремећај у притиску* који се као талас надпритиска преноси ка слободном крају издувне цеви. Талас надпритиска се одбија од слободног краја издувне цеви и као талас подпритиска враћа на издувни вентил. Понављањем одбијања се стварају осцилације поремећајних таласа са фреквенцијама које зависе од геометрије издувних водова (L, C, P^{**}) и брзине струје у издувном воду.

Тренутак отварања усисног и издувног вентила могуће је подесити тако да се синхронизује поремећајни талас надпритиска на усисном вентилу са поремећајним таласом подпритиска на издувном вентилу, чиме се побољшава испирање – “дисање мотора”***. У овом процесу узима учешћа и висина издизања усисног вентила променом брзине струје усиса пригушивањем струје код малих висина издизања вентила.

Непроменљива шема развода радног тела налаже да се геометрија усисних и издувних водова обликује према шеми развода.

Активно управљање вентилима са променљивом шемом развода даје слободу за оптимизацију геометрије усисних и издувних водова независно од шеме развода.



Активно управљање вентилима

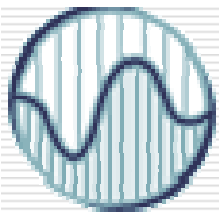
Висина издизања вентила: Примењује се у пракси за усисне вентиле.

Код променљиве шеме развода тек управљање висинама издизања усисних вентила заједно са фазама отварања даје потпуну контролу пуњења мотора ваздухом.

У интервалу од најмањих до средњих брзина мотора (1000-3000 о/мин) издизање вентила на пуну висину је непотребно и штетно за хомогенизацију и потрошњу енергије:

Брзина струје ваздуха при малим брзинама мотора је такође мала, што смањује вртложење у цилиндру и тиме хомогенизацију смеше у цилиндру (при хомогеном начину рада мотора). Мањим издизањем вентила смањује се проточни пресек струје ваздуха кроз отвор вентила, тиме повећава брзина струје ваздуха што даје боље вртложење у цилиндру.

Смањењем висине издизања вентила се управља на начин да се смањењем проточног пресека струја довољно убрза, а да се при том непотребно не повећа пригушење струје – смањи проток ваздуха за захтевано пуњење цилиндра.



Активно управљање вентилима

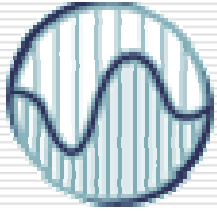
Потрошња енергије на издизање вентила је значајна, па се штеди ако се ходови вентила скрате, односно смање висине издизања вентила.

Код активног управљања усисним вентилима количину ваздуха која улази у цилиндар одређују заједно фазе отварања и затварања вентила и висине издизања вентила.

Смањењем висине издизања вентила на мањим бројевима обртаја смањује се количина усисаног ваздуха – контрола пуњења ваздухом у функцији лептир-клапне и повећава брзина усисавања ваздушне струје у цилиндар (хомогенизација).

Управљањем висином издизања вентила заједно са управљањем фазама вентила елиминише се пригушни лептир. Без пригушног лептира веза са притиском околине, раније на лептиру, сада се доводи директно на усисни вентил.

Пуњење цилиндра мотора са притиском околине непосредно на усисном вентилу је боље, јер нема подпритиска који влада у усисном воду од пригушног лептира до усисног вентила. Талас промене притиска преноси се неометано од усисног вентила кроз усисину цев до околине (атмосфера) и натраг, јер нема лептира који је механичка препрека на путу струје усисавања.



Активно управљање вентилима

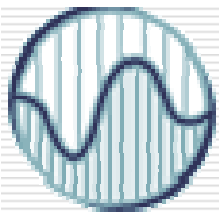
Без пригушног лептира је:

- ❑ Смањен пумпни рад јер се отклања пригушење на лептиру, остаје само пригушење на усисном вентилу
- ❑ Боља топлотна ефикасност мотора
Криве у радном, pV дијаграму обухватају већу површину због смањеног пумпног рада, чиме је боља топлотна ефикасност мотора.
(Термодинамички степен корисног дејства везан за pV дијаграм).
Лептир омета континуитет струјања кроз усисни систем па се струјање побољшава на основу следећег:

Слика струје усисавања непоремећене око опструјавања лептира је равномерна, односно без вртложења и тиме губитка кинетичке енергије струје на вртложење. Више енергије струје даје бољу запреминску ефикасност и испирање цилиндра и штеди гориво јер је пумпни рад мањи.

Таласи поремећаја притиска преносе се кроз усисни вод без разбијања о лептир, чиме сами таласи имају више притисне енергије, што побољшава пуњење на свим брзинама мотора.

Инерција једноделне струје је већа него дводелне, јер је стуб струје дужи за део од лептира до усисног вентила, па је боље пуњење на средњим и већим брзинама мотора, када се користи инерција струје за побољшање запреминске ефикасности и добијање веће снаге мотора.



Активно управљање вентилима

Фазе рада усисних вентила и пумпни рад

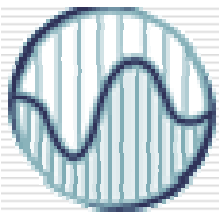
Ранијим затварањем усисног вентила (early intake valve closing) у тренутку кад је цилиндар добио потребно пуњење, престаје даље усисавање, односно пумпни рад, који односи енергију. (За непуна оптерећења).

Код непроменљиве шеме пумпни рад траје и даље до тренутка одређеног шемом затварања усисног вентила.

Код променљиве шеме даљим ходом према УМТ клип добија отпор услед повећања подпритиска у затвореном цилиндру. (Испод клипа је притисак у кућишту мотора сличан атмосферском). Међутим, повећан подпритисак у повратном ходу клипа делује као опруга у коју је променом дужине смештена потенцијална енергија савладавањем силе опруге F на ходу h . Рад утрошен код усисавања враћа се код сабијања, у ходу клипа према СМТ, кад подпритисак помаже у кретању клипа.

Рад се враћа до висине клипа кад је усисни вентил био раније (рано) затворен.

Разлика од ранијег затварања усисног вентила по променљивој шеми (раније затварање у.в.) до затварања усисног вентила према непроменљивој шеми (касније затварање у.в.) јесте уштеђен пумпни рад.



Активно управљање вентилима

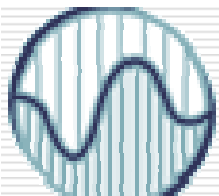
Додатне могућности

- **Равномеран распоред пуњења по појединим цилиндрима** – мирнији рад мотора
Са активним управљањем вентилима могуће је потпуно изједначити моменте по појединим цилиндрима изједначавањем количине усисаног ваздуха по цилиндрима, тако да ниједан цилиндар не “вуче” други цилиндар.
- **Искључење појединих цилиндара**
Кад мотор има довољно момента/снаге за савладавање отпора кретања возила са мање од пуног броја цилиндара, поједини цилиндри се искључују (напр. искључење два од шест цилиндара). Цилиндри се искључују постављањем вентила на седишта.
Постављањем вентила на седишта елиминише се пумпни рад за искључен цилиндар и тиме остварује уштеда у гориву.



Активно управљање вентилима

- ❑ **Побољшање вртложења у цилиндру код мањих бројева обртаја**, за моторе који имају више од једног усисног вентила по цилиндру, асиметричним издизањем усисних вентила на истом цилиндру (tumble). Мање издигнут вентил отвара мањи проточни пресек па су брзине струје веће. Истовремено отпори струјању су већи на мање издигнутом вентилу, што убрзава струју кроз други усисни вентил који је више отворен.
- ❑ **Олакшан старт мотора** искључивањем свих сем једног цилиндра који има најповољнију позицију клипа за старт. (Процена позиције клипа ECU на основу сензора положаја коленастог вратила и брегастог вратила). Сви вентили осталих цилиндара су затворени чиме се елиминише пумпни рад. Резултат је смањење димензија електропокретача и смањење потребе за јачином струје, односно количином електричне енергије из батерије за старт мотора.
- ❑ **Побољшава се „возивост“, односно одзив мотора**, на захтеве за моментом када нема лептира. Код наглог додавања гаса прво се повећава момент, па потом, тиме и снага која настаје да расте са повећањем броја обртаја при новом моменту. Сила вуче нагло расте због повећања момента, а не повећања снаге. Зато се појам „возивости“ везује за момент, не за снагу.



Активно управљање вентилима

Извођења уређаја за активно управљање фазама развода

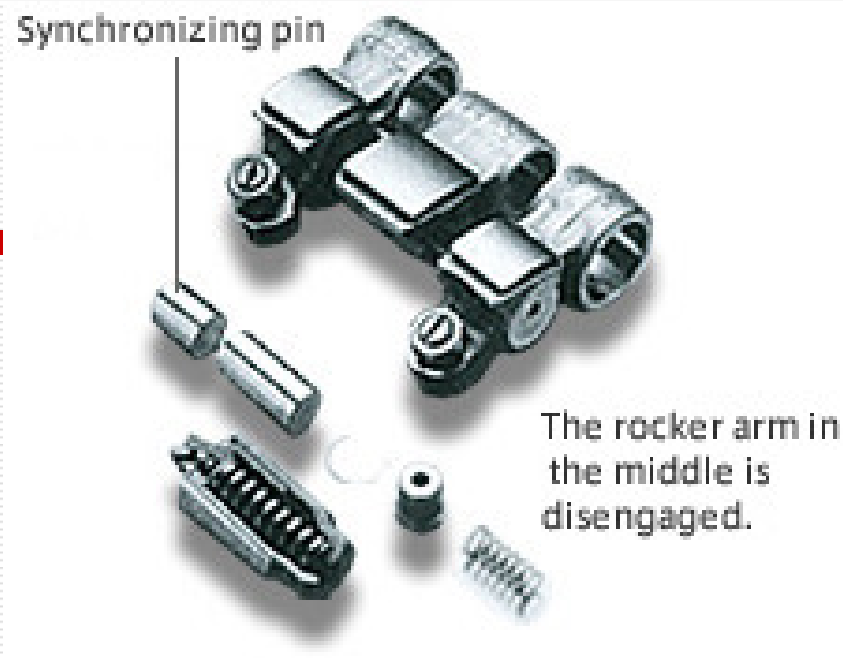
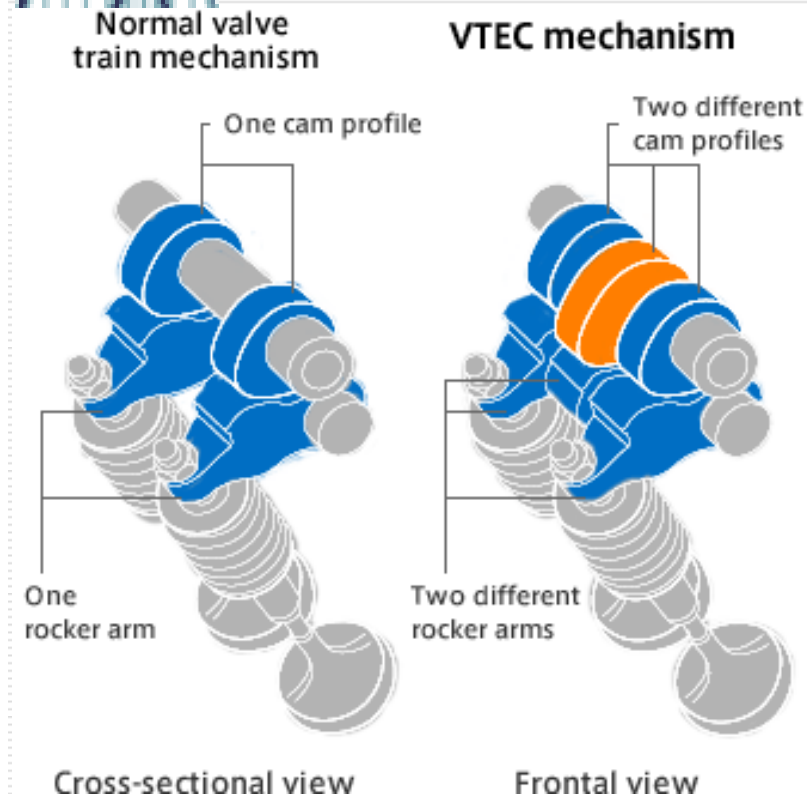
- *Са брегастим вратилом*
Уређаји за промену угла отварања, „фазери“
- *Јединични системи*
Појединачни модули за цилиндри, без брегасте осовине
Функције модула се могу испитивати и рад подешавати изван склопа са мотором

Извођења погона за издизање вентила

- *Механичко*
Полуге и ексцентри
- *Електрично*
Електромагнети
- *Електрохидраулично*
Извршна хидраулика



Двостепено издизање вентила на различите висине*



* Honda VTEC

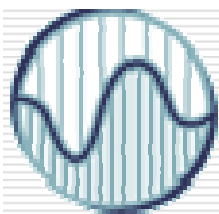
Šema levo: Dva usisna ventila po cilindru bez mogućnosti promene visine izdizanja, klasično rešenje,

Šema desno: Dva usisna ventila po cilindru sa mogućnošću promene visine izdizanja, normalna i povećana visina idizanja, sa pratećim uglovima, VVT. (Sistem ima samo dve različite faze i visine izdizanja ventila).

Slika desno: Osovinice (sinhronizing pin) aksijalnim pomeranjem funkcionišu kao reza, koja uključuje ili isključuje klackalicu u sredini. (Jedna osovinica gura drugu, a smeštene su u klackalicama). Kada je srednja klackalica uključena, aktivira se srednji bregasti par koji ima viši breg i drugi ugao (narandžasta boja).

Honda ima i trostepeni sistem 3-Stage i-VTEC + IMA, na hibridnom motoru (motor sa elektromotorom na jednosmernu struju bez četkica). Prva dva stepena su ista ko i kod VTEC sistema, sa većom i manjom visinom izdizanja. U trećem stepenu isključuju se svi ventili, usisni i izduvni, čime se eliminiše pumni rad. Vozilo se tada kreće sa manjim brojem cilindara. Za treći stepen dodata je osovinica za isključenje i uključenje izduvnih ventila. (Menja se samo ugao i visina izdizanja usisnih ventila, izduvni ventili nemaju regulaciju).

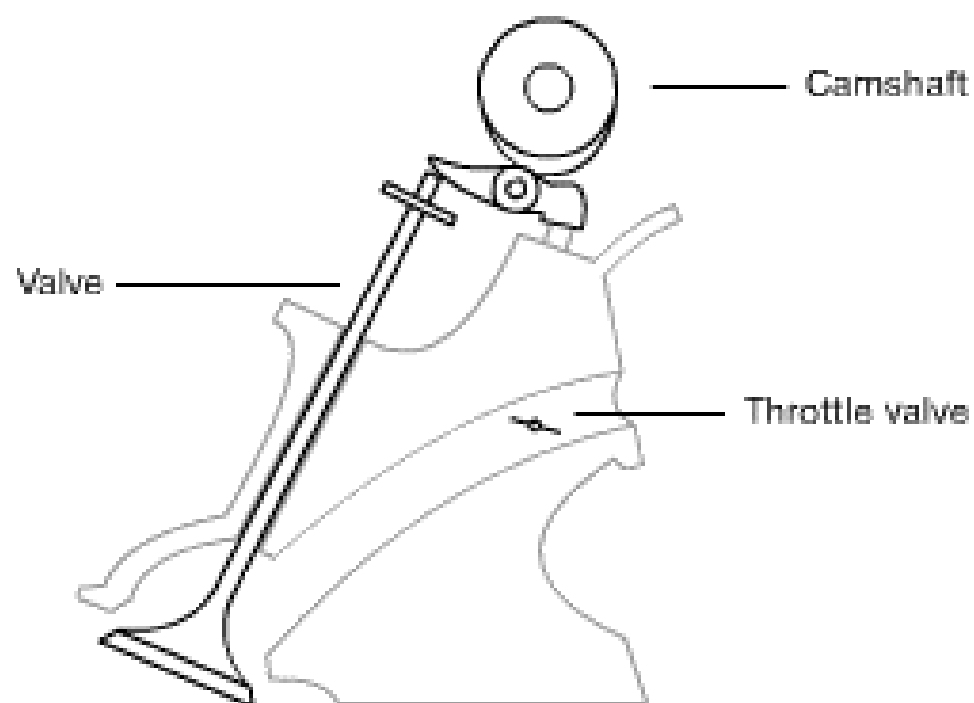
I za VTEC i za 3-Stage i-VTEC + IMA pomeranje osovinice sistema reze (sinhronizing pin) je hidrauličko.



Шема константне и променљиве* висине издизања вентила

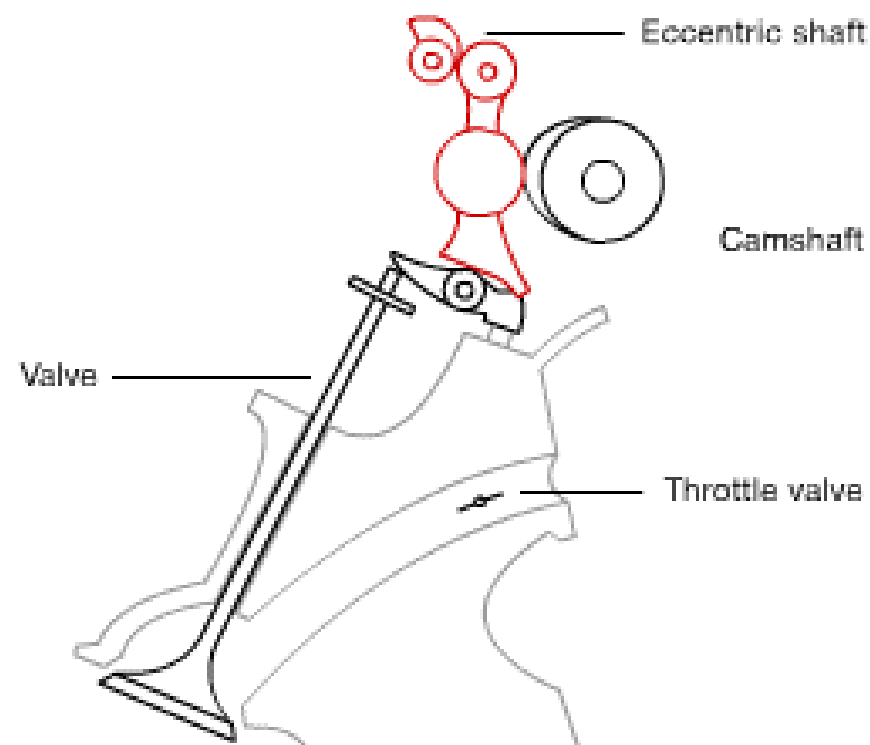
Intake valve with throttle plate.

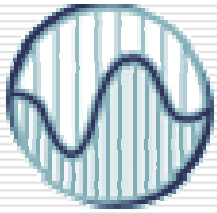
The supply of the fuel/air mixture is controlled by the throttle plate. Valve lift is unchanged.



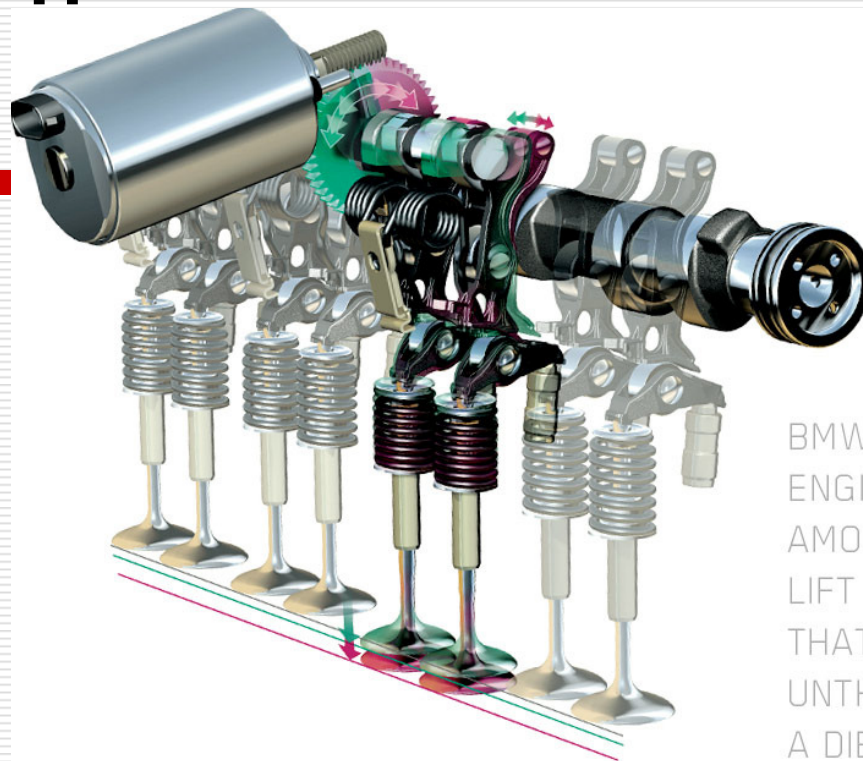
Intake valve with VALVETRONIC.

The fuel/air mixture is controlled by a variable valve lift, without a throttle plate.





Систем са ексцентром и полугом за подешавање висине издизања вентила*



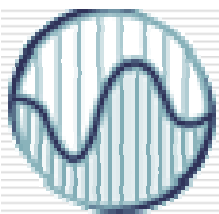
BMW'S VALVETRONIC ENGINES VARY THE AMOUNT OF VALVE LIFT SO PRECISELY THAT THEY RUN UNTHROTTLED, LIKE A DIESEL.

*** BMW Valvetronic: Postoje nezavisna bregasta vratila za usisne i izduvne sisteme.**

Elektromotor (gore levo) preko puža pokreće pužni točak postavljen na osovину sa ekscentrima. (Pužni prenosnik). Ekscentri osovine udaljavaju ili približavaju posrednu polugu prema bregastom vratilu. Drugi krak posredne poluge pritisne klackalicu koja izdiže ventil na visinu uslovljenu uglom ekscentra. Zelena boja strelica na pužnom točku, posrednoj poluzi i pečurcima ventila označava smer ka manjim visinama izdizanja, a crvena ka većim visinama izdizanja ventila.

Elektromotorom upravlja ECU.

Nedostatak: Potrošnja energije sistema na trenje članova kinematskog lanca je znatna, pa prednosti AVT nestaju pri brzinama iznad 6000 o/min. Drugim rečima, motor mora biti veći za iste snage.



Модел и отворен пресек механичког подешавања висине издизања вентила*



* BMW Valvetronic:

Šema levo prikazuje kinematski lanac članova mehanizma koji menjaju visini uzdizanja ventila.

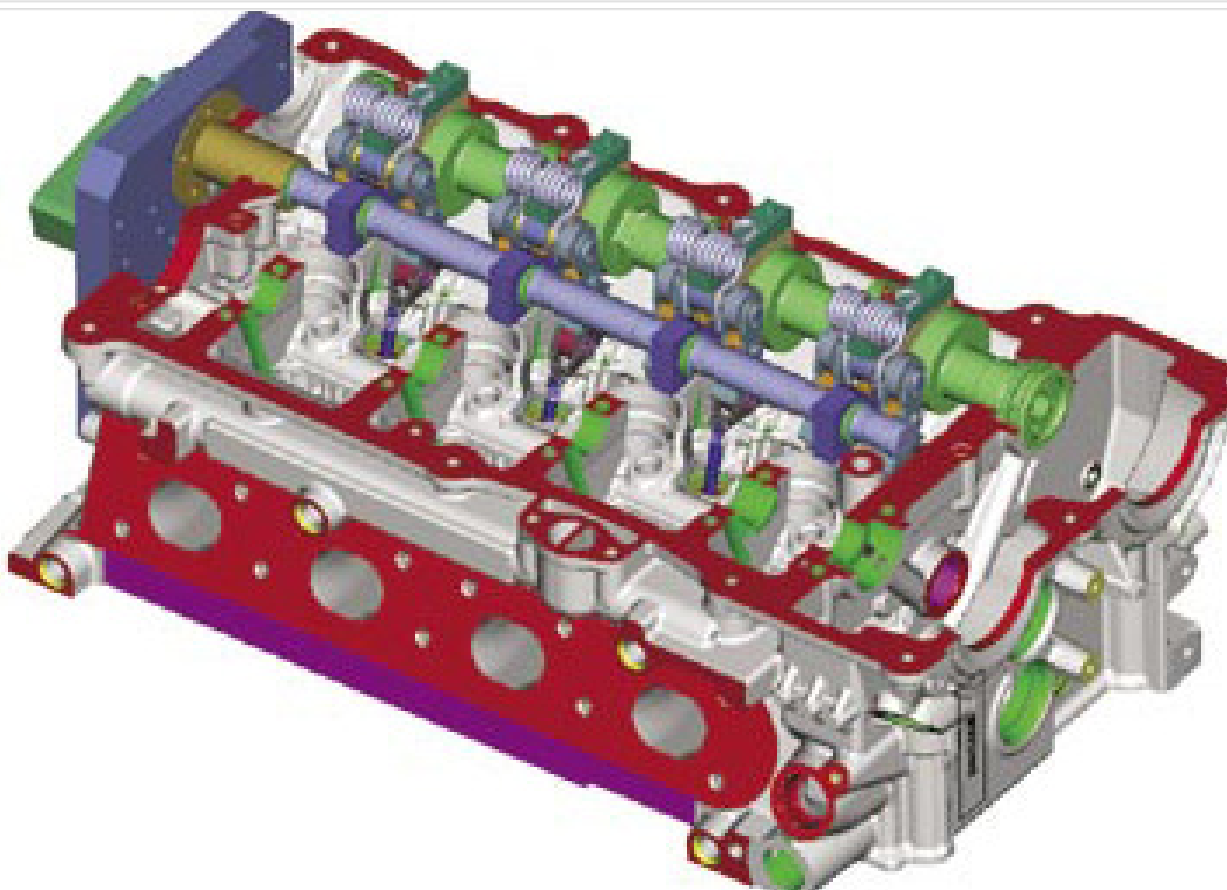
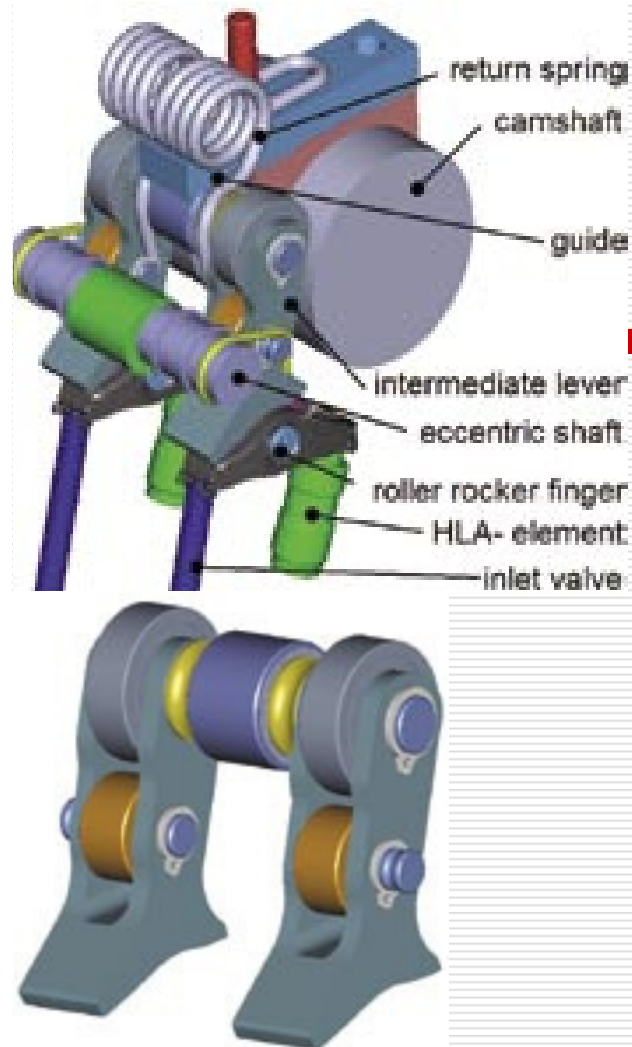
Lanac čine: Elektromotor, pužni prenosnik, osovina sa ekscentrima, posredna poluga.

Zelena boja označava manje visine izdizanja, a crvena veće.

Krak klackalice na strani suprotnoj od ventila oslanja se na element koji hidraulički poništava zazor na ventilima.

Otvoreni model desno prikazuje izduvne ventile na levoj strani sa klasičnom kinematikom pokretanja, a na desnoj strani usisne ventile sa mehanizmom za promenu izdizanja ventila. Na vrhu slike (u pozadini) vidi se elektromotor, na čijoj je osovini puž u sklopu sa pužnim točkom.

Механичко подешавање висине издизања вентила*



* HILITE – Univalve

Ista ideja sa mehaničkom promenom visine izdizanja ventila, drugi proizvođač.

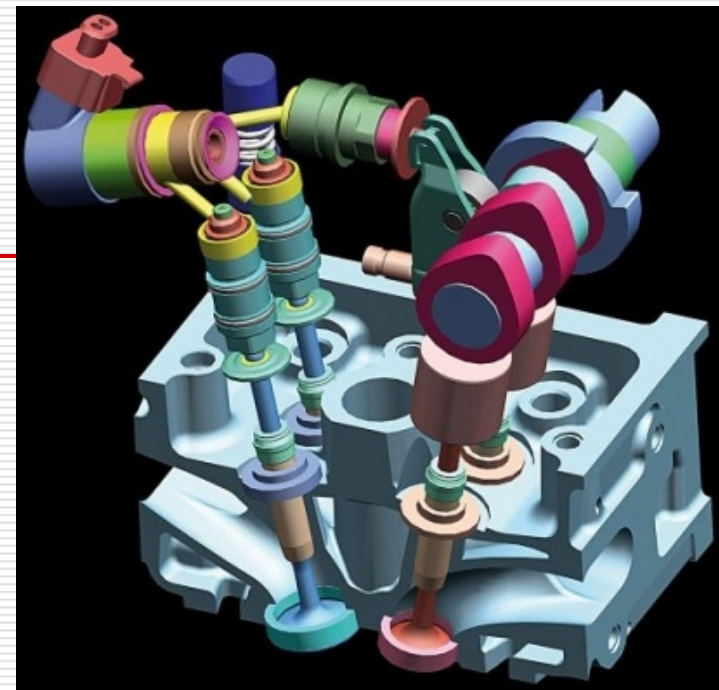
Gore levo: Sklop mehanizma.

Dole levo: Posredne poluge.

Desno: Sklop ugrađen u glavu motora. Visina glave povećana je nekoliko santimetara zbog mehanizma za upravljanje visinom izdizanja ventila.



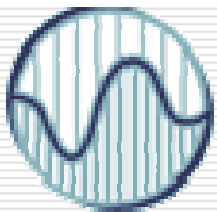
Електрохидрауличко подешавање фаза и издизања вентила*



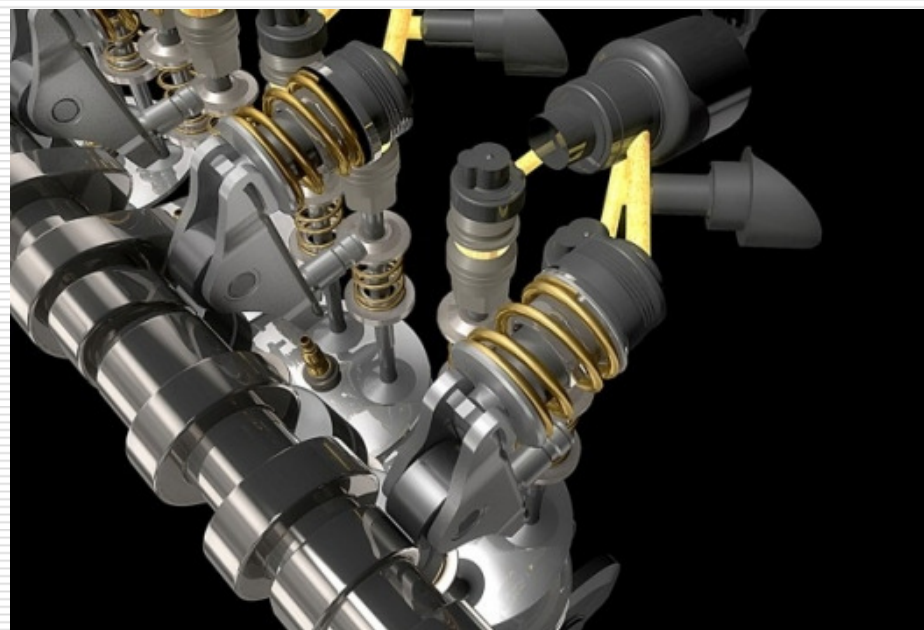
*FIAT Multipla, četvoroventilska tehnika

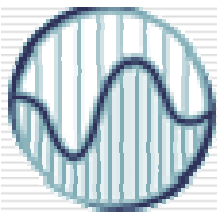
Pogon izduvnih ventila: Na desnoj strani obe šeme vide se profili bregova izduvnih ventila, koji imaju konstantnu šemu razvoda.

Pogon usisnih ventila: Klackalica [A] dobija pogon sa brega bregaste osovine i prenosi ga na klip [B], koji pumpa ulje u solenoidni ventil [C]. Ventil otvaranjem određuje kada će prestati dovodenje ulja pod pritiskom na usisne ventile motora [D]. Najveće visine izdizanja i uglovi otvorenih ventila ostvaruju se kad ventil stalno drži pritisak ulja koji dobija od klackalice. Tada preko hidrauličke veze usisni ventili u potpunosti rade saglasno bregu bregaste osovine koji pogoni klackalicu za pumpanje ulja pod pritiskom. Sve druge varijante razvoda moraju se nalaziti u okviru ove maksimalne šeme.



Електрохидраулично подешавање фаза и издизања вентила*





Електрохидрауличко подешавање фаза и издизања вентила* Могућности управљања

UNIAIR intake valve actuation modes

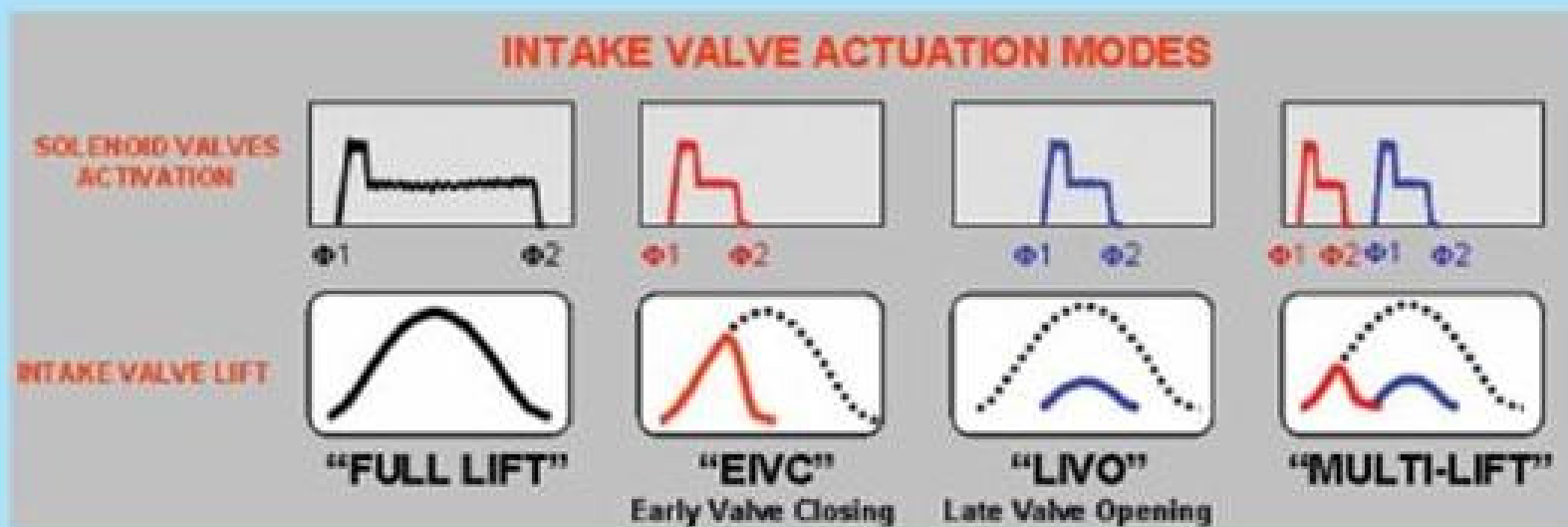
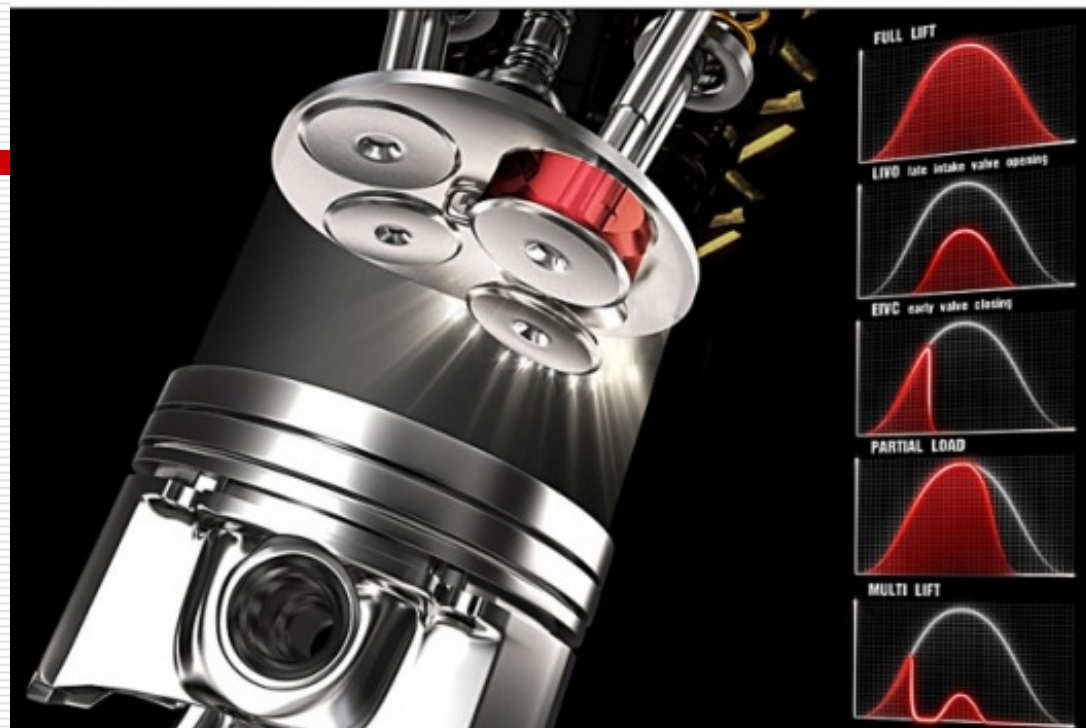


Figure 2

- ❑ "Early intake valve closing", rano zatvaranja usisnog ventila sprečava potiskivanje smeše u usisni vod tokom sabijanja na srednjim brzinama motora
- ❑ "Late intake valve opening", kasno otvaranje usisnog ventila sprečava potiskivanje izduvnih gasova u usisni vod tokom izduvavanja na malim brzinama motora
- ❑ "Multi-lift": Kombinacija za četveroventilsku tehniku (dva usisna ventila).

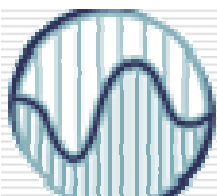


Мотор са електрохидрауличким подешавањем фаза и издизања вентила

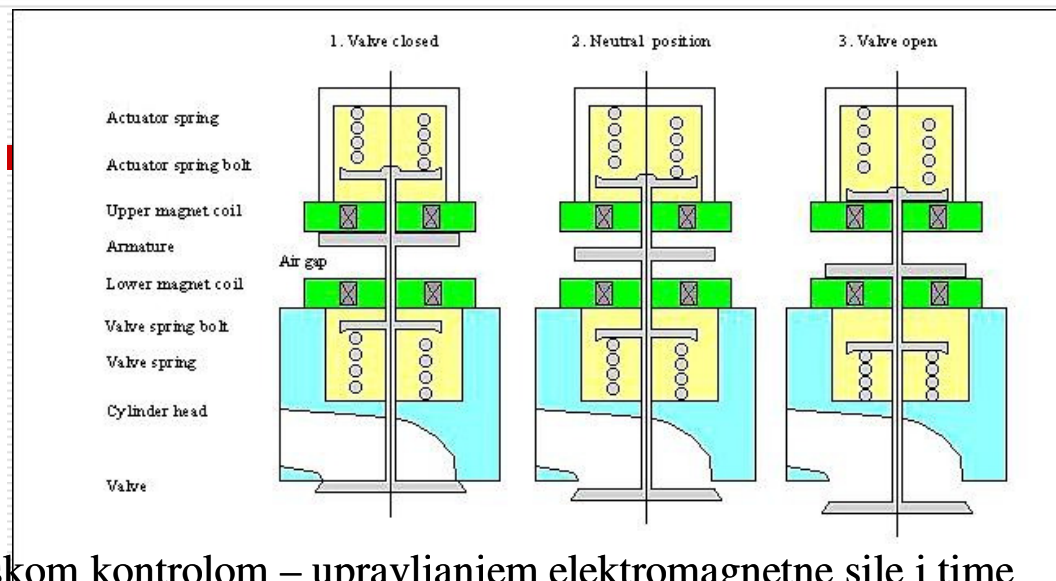
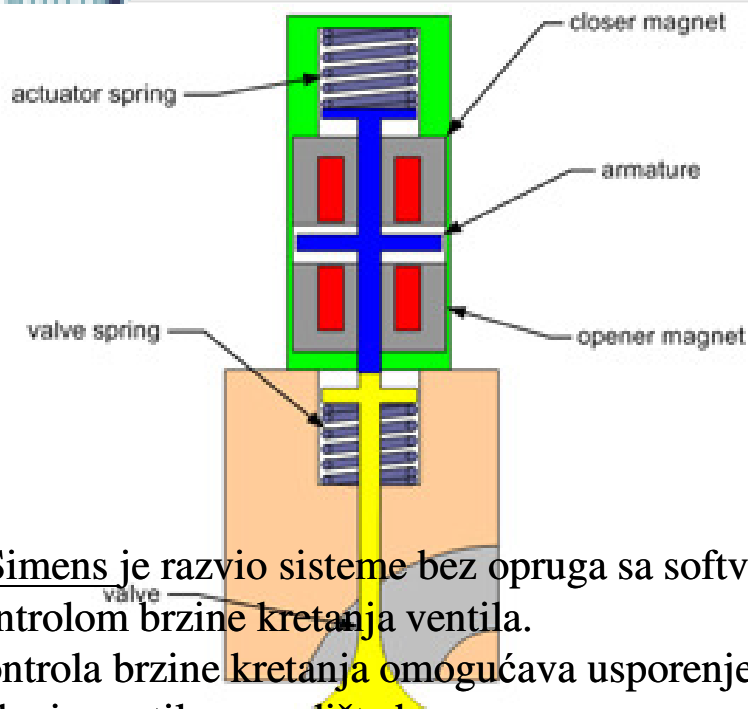


Четворовентилска техника*. Издувни вентили су затворени, усисни вентили** су на различитим висинама. На усисном вентилу у првом плану црвеном бојом приказана је пуна висина издизања. На усисном вентилу у другом плану приказана је струја усиса, убрзана услед смањења проточног пресека кроз отвор усиса због мањег издизања вентила.

На пет дијаграма је приказан облик криве која се добија електрохидрауличким управљањем у поређењу са непроменљивом шемом развода. Уочљива је да све шеме рада вентила падају у затворену област максималне фазе и висине издизања вентила. (Зависност од брега брегастог вратила који даје притисак, односно хидрауличну енергију за покретање у.в. преко соленоидног хидрауличног вентила).



Електро-механички (Електромагнетни) вентил *



* Simens je razvio sisteme bez opruga sa softverskom kontrolom – upravljanjem elektromagnetne sile i time kontrolom brzine kretanja ventila.

Kontrola brzine kretanja omogućava usporenje brzine kod vraćanja ventila na sedište, što omogućava “meko” sedanje ventila na sedište bez opruga.

Nema bregaste osovine.

Levo: Šema sklopa ventila.

Desno: Šeme položaja ventila

Šema levo: Zatvoren ventil, uključena gornja kotva.

Šema u sredini: Ventil u srednjem položaju, gornja i donja kotva isključene. Srednji položaj obezbeđuju opruge.

Šema desno: Otvoren ventil, uključena donja kotva.

Postoje rešenja sa jednom kotvom koja otvara ventil i sa dve opruge. Kruća (snažnija) opruga zatvara ventil po prestanku delovanja elektromagnetne sile, a manje kruta opruga (slabija) ublažava spuštanje ventila na sedište kod zatvaranja ventila.



Касетни склоп електромеханичког (електромагнетног) вентила



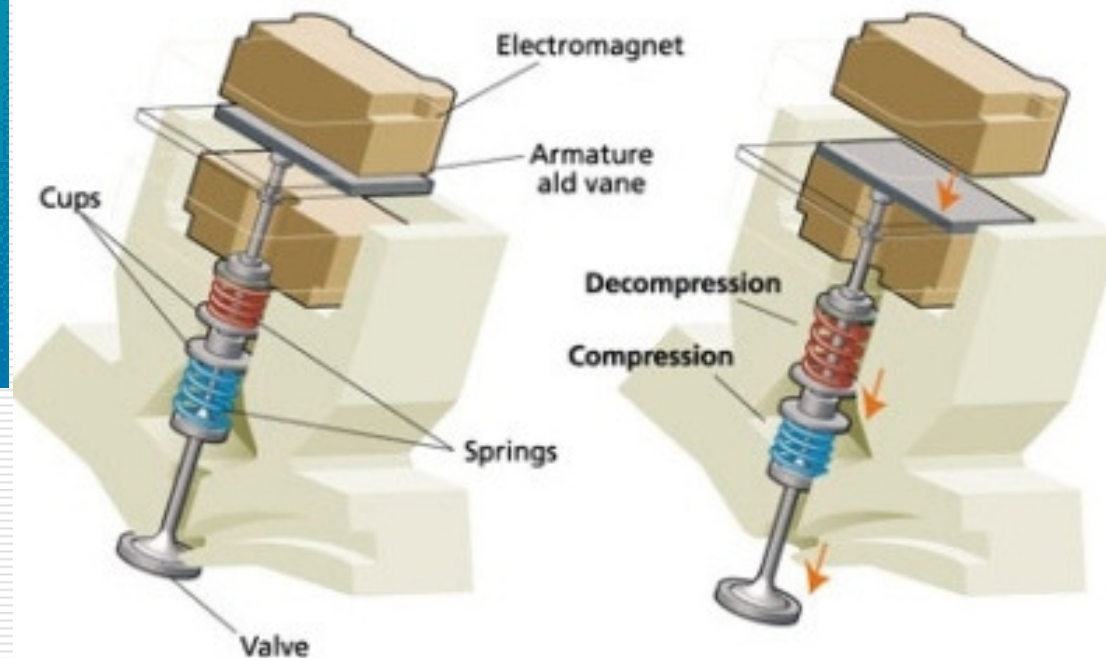
Nema bregaste osovine.
Faze razvoda ne zavise od položaja klipa niti postoji međusobna zavisnost uglova otvaranja i zatvaranja ventila po pojedinim cilindrima.

POWERTRAIN EFFICIENCY

Valeo replaces camshaft with smart valve actuation (SVA)

When the upper electromagnet is activated, the vane is held upward. The valve is in the closed position.

When the upper electromagnet's magnetic field is disrupted, the vane is pulled downward by springs. Actuation of the lower electromagnet maintains the valve in the open position.

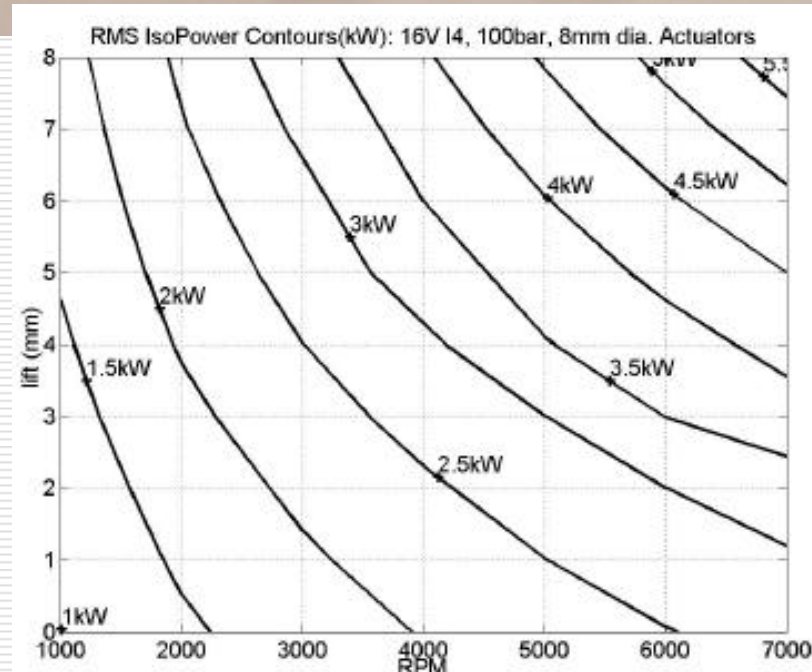
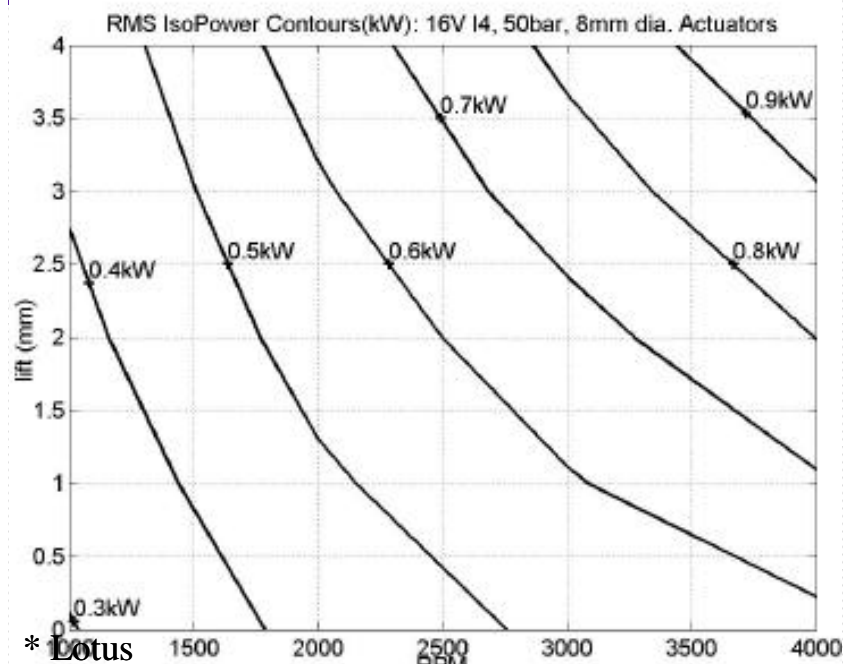
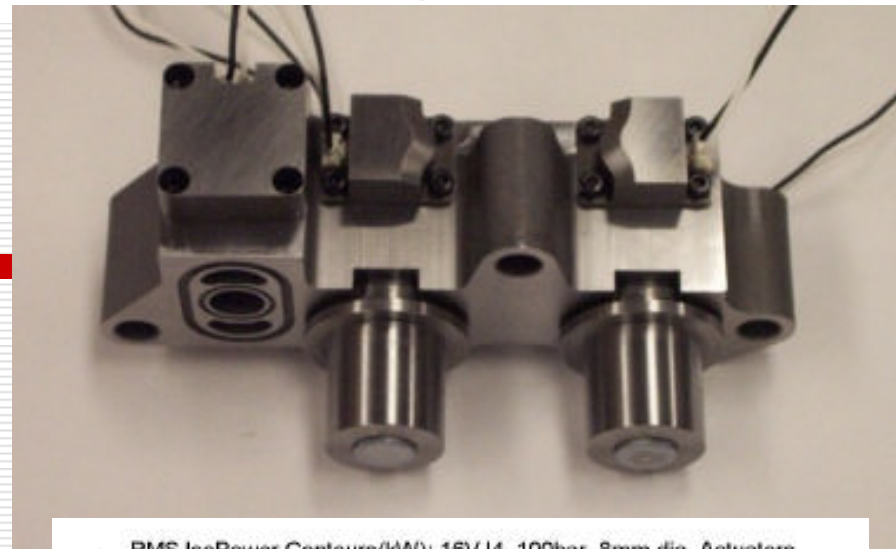
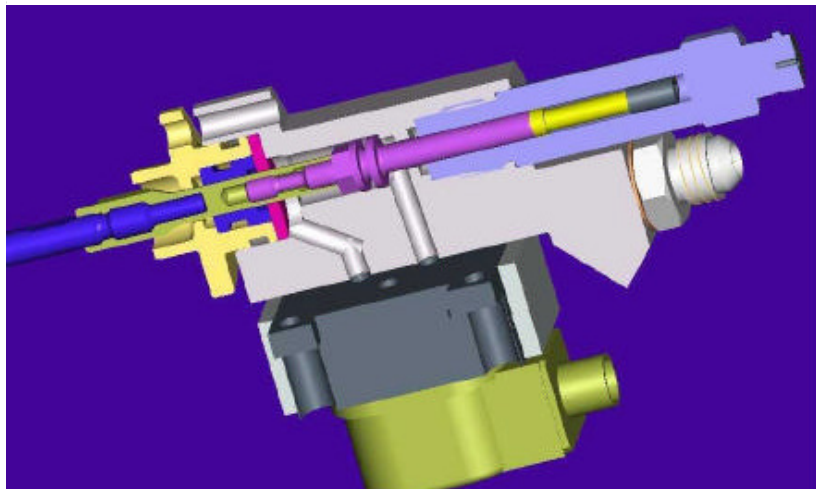


CHARACTERISTICS

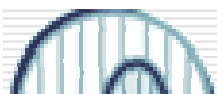
- 20% reduction of fuel consumption
- 20% reduction of pollutant emissions
- 20% increase in low-end engine torque

- Optimization of air-fuel mixture and motion
- Each engine valve operates independently from the others and independently from the piston position

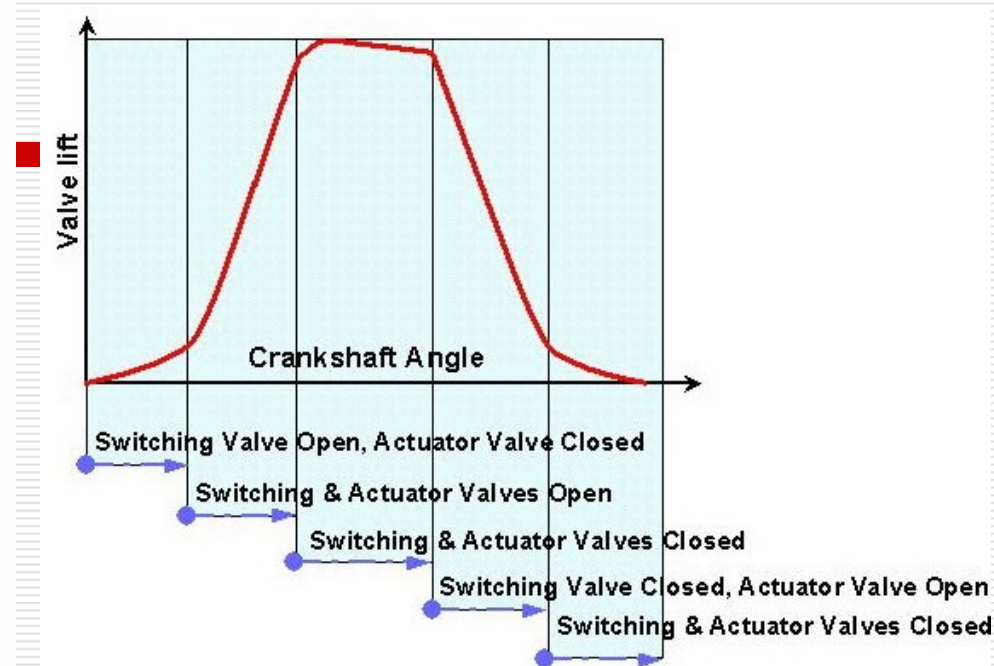
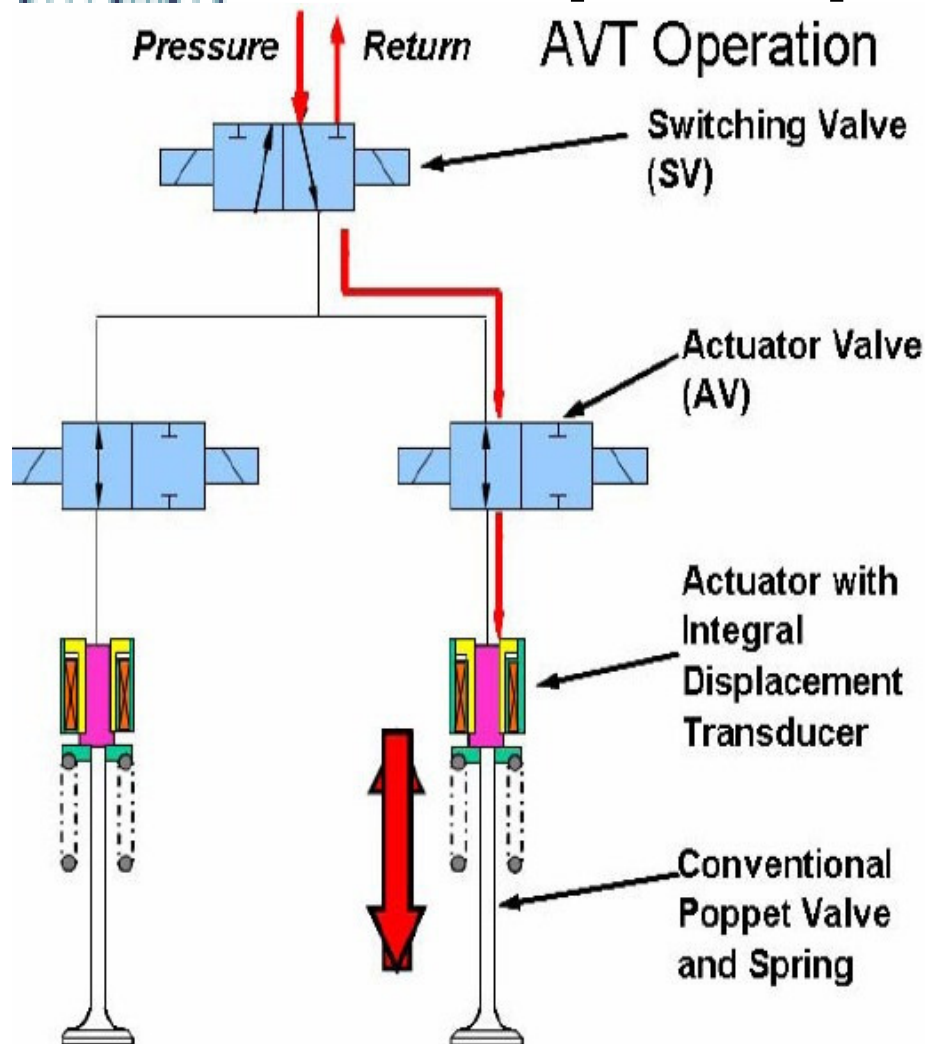
Електрохидраулички вентил касетног система*



Dijagram levo: Za izdizanje ventila na visinu od 3.5 mm pri 2500 0/min potrebna snaga je oko 0.7 kW uz pritisak od 50 bar.
Dijagram desno: Za izdizanje ventila na visinu od 6.0 mm pri 5000 0/min potrebna snaga je oko 4 kW uz pritisak od 100 bar.
Za veće visine izdizanja ventila potrebne su veće snage (više energije za veći protok hidraulične pumpe), a za veće brzine motora potrebni su i veći pritisci za brži odziv sistema.



Електрохидрауличка шема*



* Lotus – Eaton

Dvostepena elektrohidraulička regulacija. Nema bregaste osovine. Trapezast oblik krive hoda ventila.

Crvena linija predstavlja dovodenje ulja pod pritiskom za podizanje ventila (oznaka “Pressure”) i povratni vod za ulje (oznaka “Return”). Crne linije predstavljaju funkcionalnu šemu.