

HIDRAULIČKI ELEMENTI I SISTEMI

- UVOD
- PRINCIP RADA HIDRAULIČKIH SISTEMA
 - HIDRAULIČKI PRENOSNIK
 - OSNOVNE HIDRAULIČKE PROMENLJIVE
- HIDRAULIČKI PUMPE
 - ZUPČASTE PUMPE, ZAVOJNE PUMPE, KRILNE PUMPE,
 - KLIPNO-AKSIJALNE PUMPE I KLIPNO-RADIJALNE PUMPE
- HIDRAULIČKI MOTORI
- HIDRAULIČKI CILINDRI
- HIDRAULIČKI RAZVODNI VENTILI

HIDRAULIČKI SISTEM

je tehnički sistem, koji u opštem slučaju, predstavlja skup uređaja sposobnih da vrše **prenos energije** i informacija pomoću **hidrauličke tečnosti**.

- **Hidraulički sistem pretvara mehaničku energiju u hidrauličku i obratno.**
- Medijum za pretvaranje i prenošenje energije u hidrauličkim sistemima je **fluid**, kod kojeg se zapremina ne sme značajno menjati pod delovanjem spoljne sile (nestišljivi fluidi).

Dele se u dve velike grupe:

- **hidrodinamički** i
- **hidrostatički** sistemi.

Hidrodinamički sistem prenosi energiju posredstvom kinetičke energije struje radne tečnosti. Učešće energije pritiska je zanemarivo malo.

Hidrostatički sistem prenosi energiju posredstvom energije pritiska u struji radne tečnosti. Učešće kinetičke energije pri tome je vrlo malo (ispod 0,5%).

Mi ćemo analizirati samo hidrostatičke sisteme za koje se koristiti naziv **"HIDRAULIČKI SISTEMI"**.

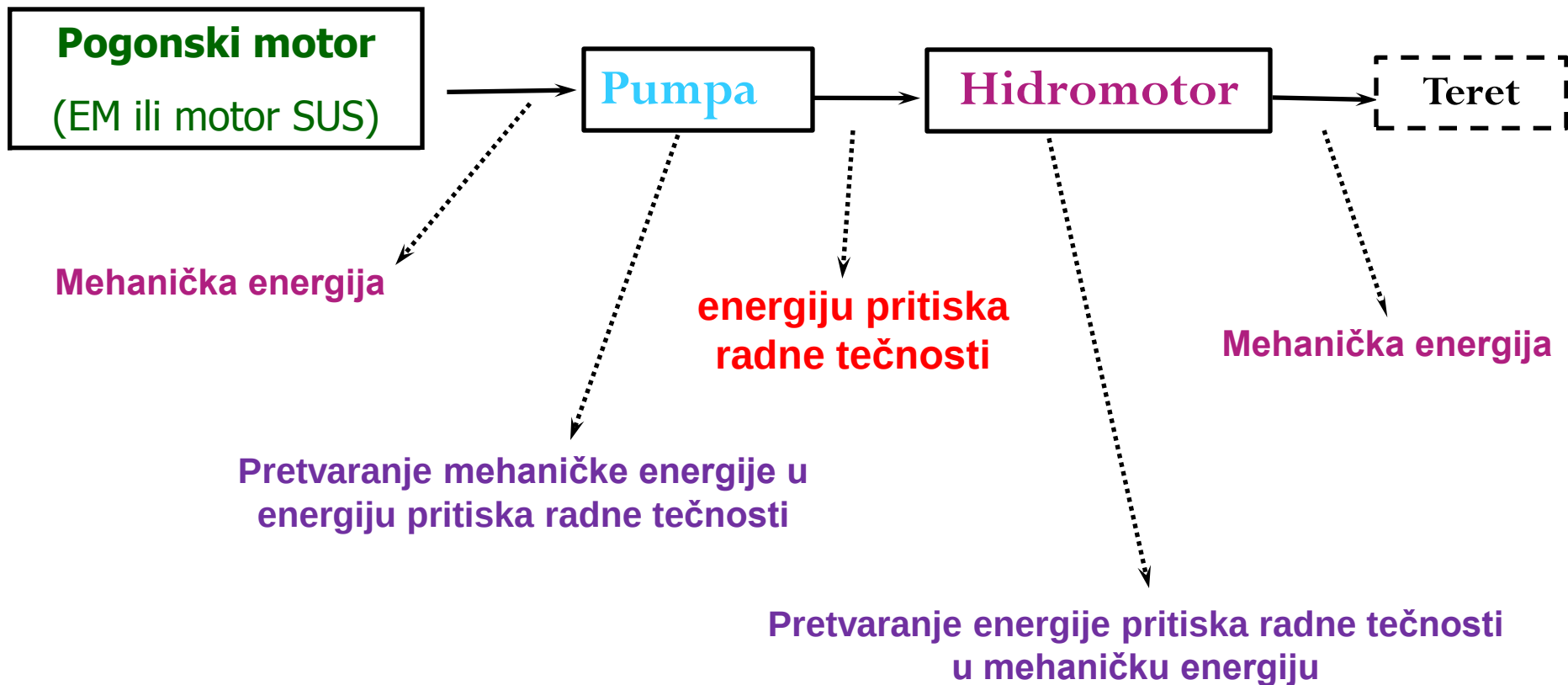
Osnovne komponente hidrostatickog sistema su:

- **generator hidrauličke energije** (pumpa, akumulator),
- **upravljačke komponente** (razvodnik, servorazvodnik, regulator pritiska, regulator protoka itd.),
- **izvršne komponente** (hidromotori, cilindri) i
- **pomoćne komponente** (cevovodi, rezervoari, filtri, izmenjivači toplote itd.).

Hidraulička pumpa je uređaj koji mehaničku energiju prevodi u hidrauličku energiju (energiju pritiska).

Hidraulički motor hidrauličku energiju prevodi u mehaničku energiju.

Proces pretvaranja energije



Glavni elementi hidrostatičkog sistema prenosa snage



**POGONSKA
MAŠINA**



PUMPA



**AKTUATOR –
HIDROMOTOR**

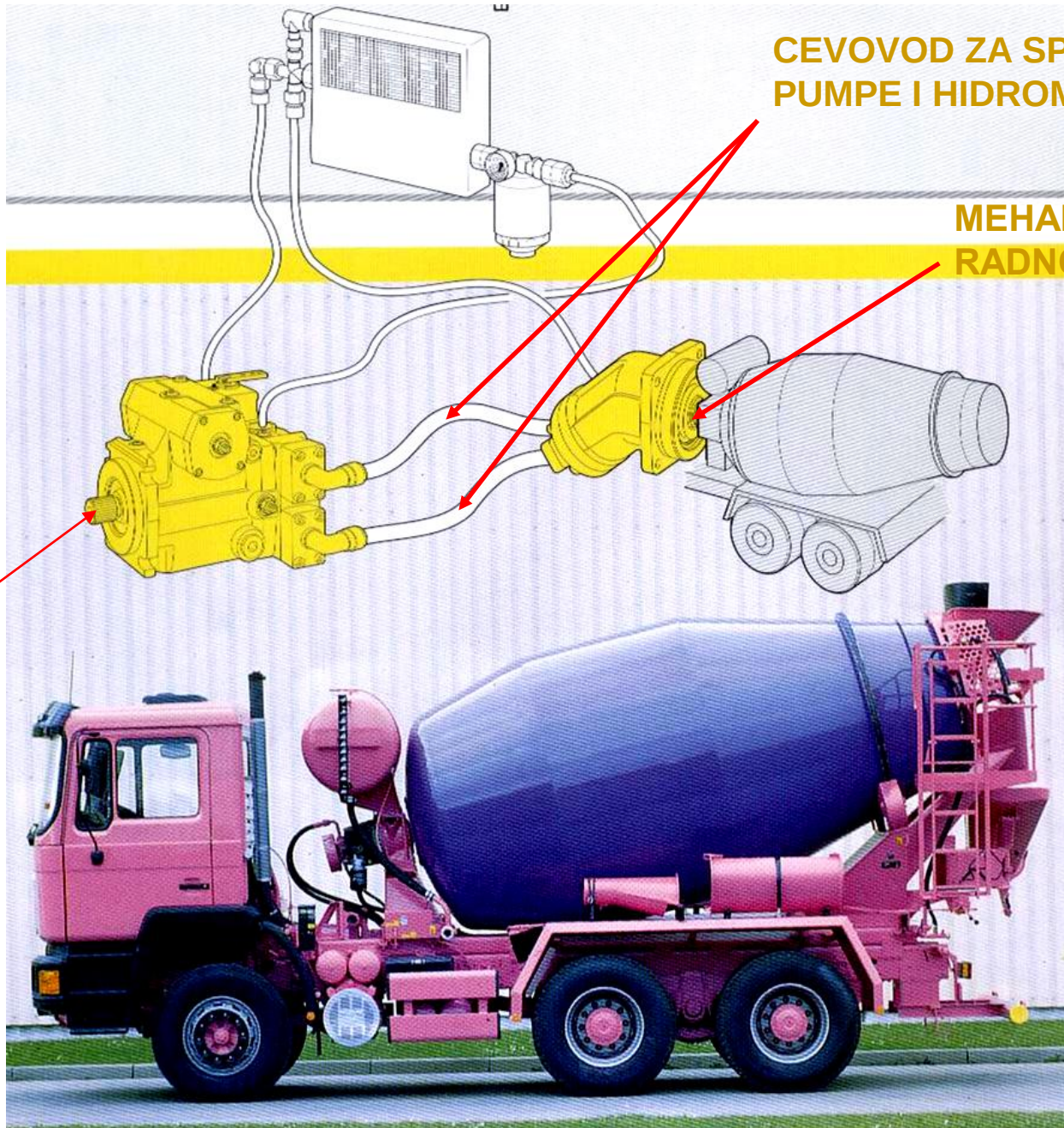


**RADNA
MAŠINA**

**CEVOVOD ZA SPAJANJE
PUMPE I HIDROMOTORA**

**MEHANIČKA VEZA S
RADNOM MAŠINOM**

**MEHANIČKA
VEZA S
POGONSKIM
MOTOROM**



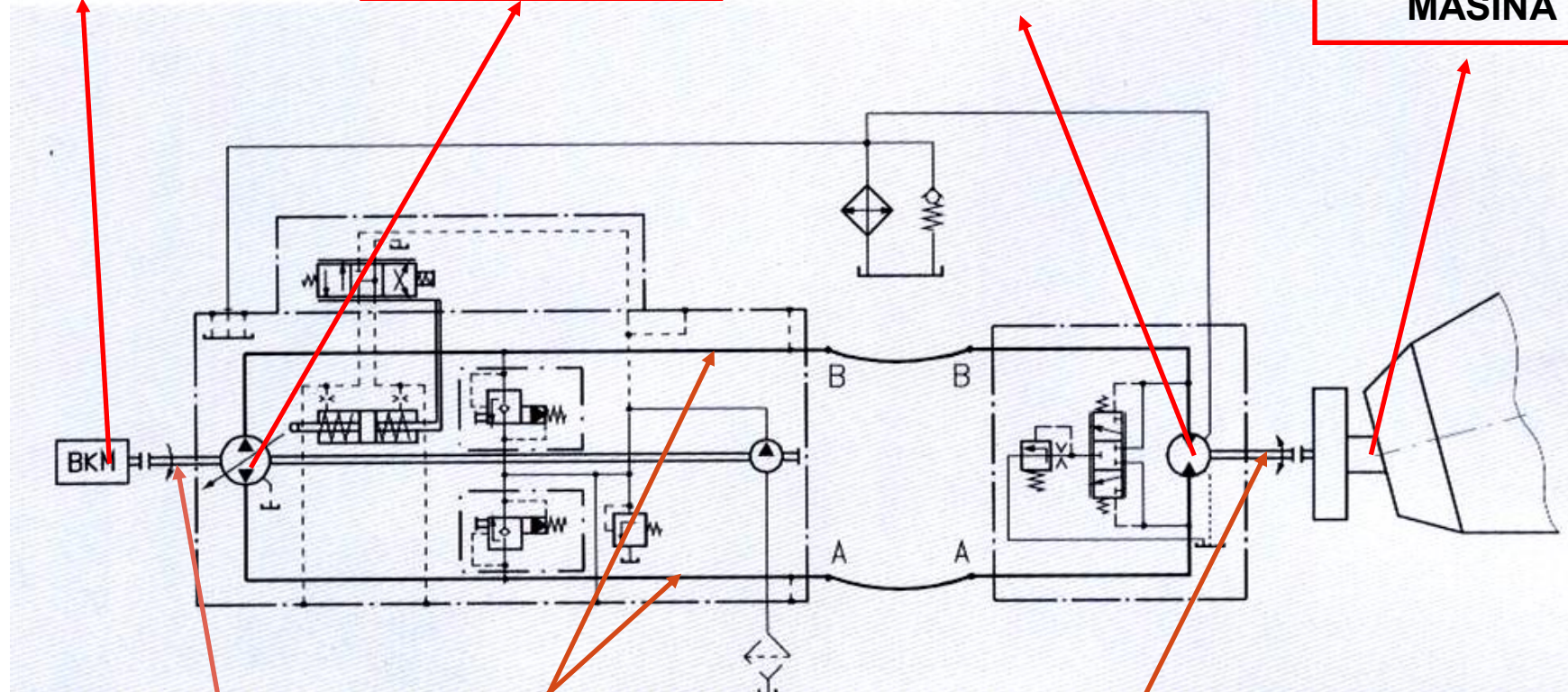
Simbolički prikaz hidrostatičkog sistema

POGONSKI
MOTOR

PUMPA

AKTUATOR -
HIDROMOTOR

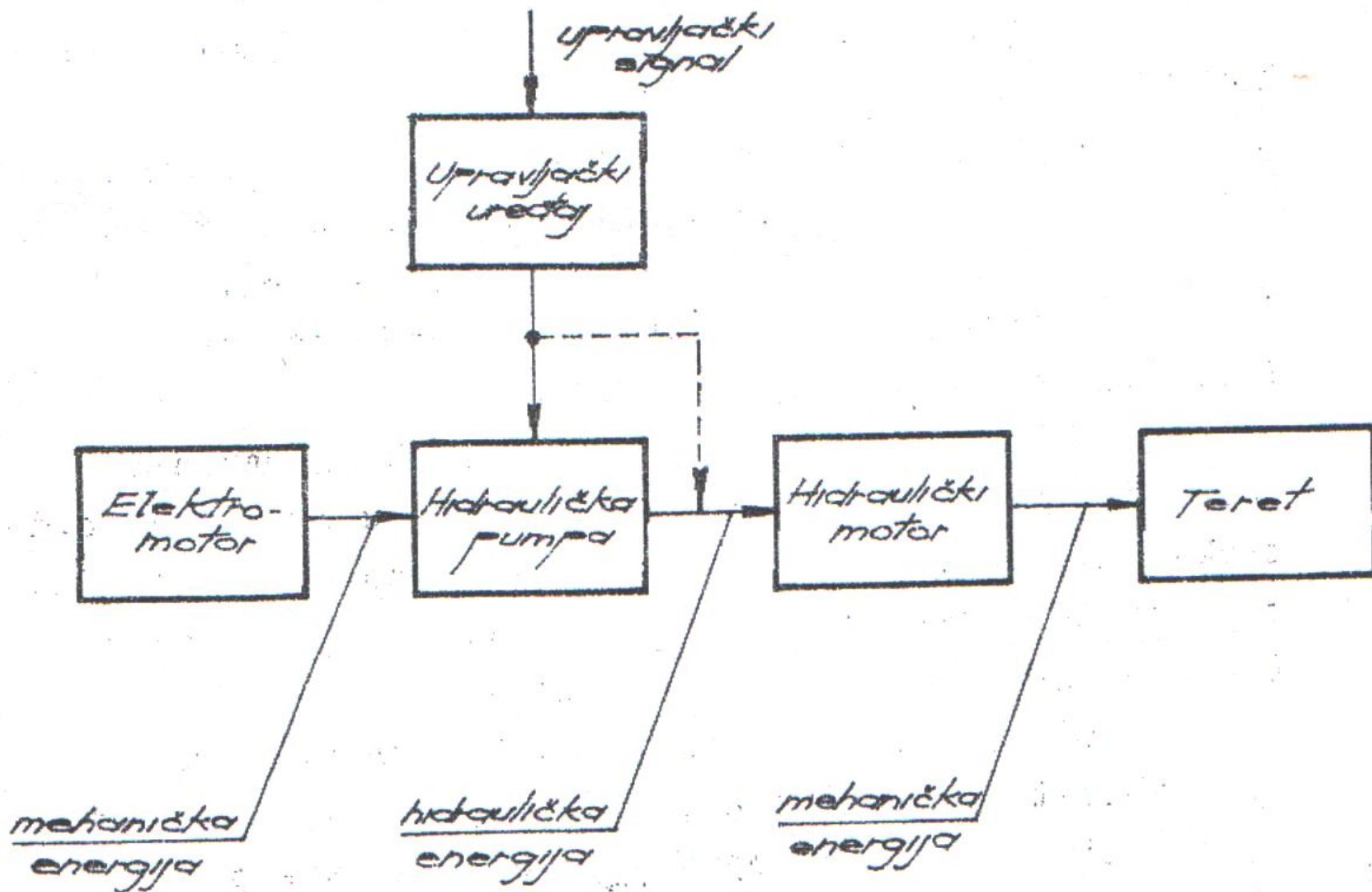
RADNA
MAŠINA



MEHANIČKA
VEZA

HIDRAULIČKA
VEZA

MEHANIČKA VEZA



Ilustracija toka energije i informacije u hidrostatičkom sistemu

Osnovne prednosti hidrostatičkih pogona su:

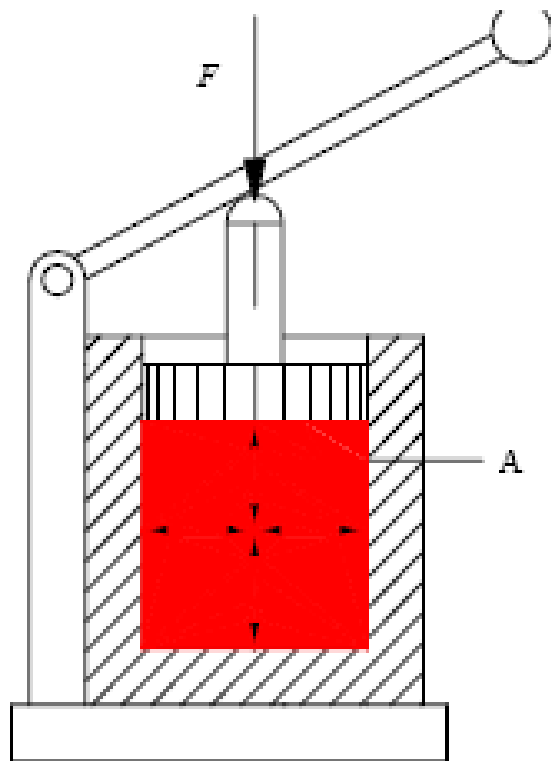
- veoma mala težina, gabariti i momenti inercije,
- jednostavna zaštita od preopterećenja,
- mogućnost dobijanja velikih prenosnih odnosa bez upotrebe reduktora,
- mogućnost kontinualne promene brzine i smera,
- veoma jednostavno pretvaranje obrtnog u translatorno kretanje,
- velika brzina odziva, zbog praktične nestišljivosti hidrauličnog ulja.

Nedostaci su:

- osetljivost na prljavštinu,
- gubitak energije, koji se pretvara u toplotu naročito kod prigušnog upravljanja,
- pojava unutrašnjih i spoljašnjih gubitaka
- mogućnost prodora vazduha u sistem,
- uticaj promene temperature na rad istema, i dr

PRINCIP RADA HIDRAULIČKIH SISTEMA

Paskal je ustanovio da se **poremećaj** izazvan dejstvom **spoljašnje sile** na mirnu tečnost u zatvorenom sudu, **prostire na sve strane jednako** i ima istu vrednost (to važi za svaku česticu tečnosti).

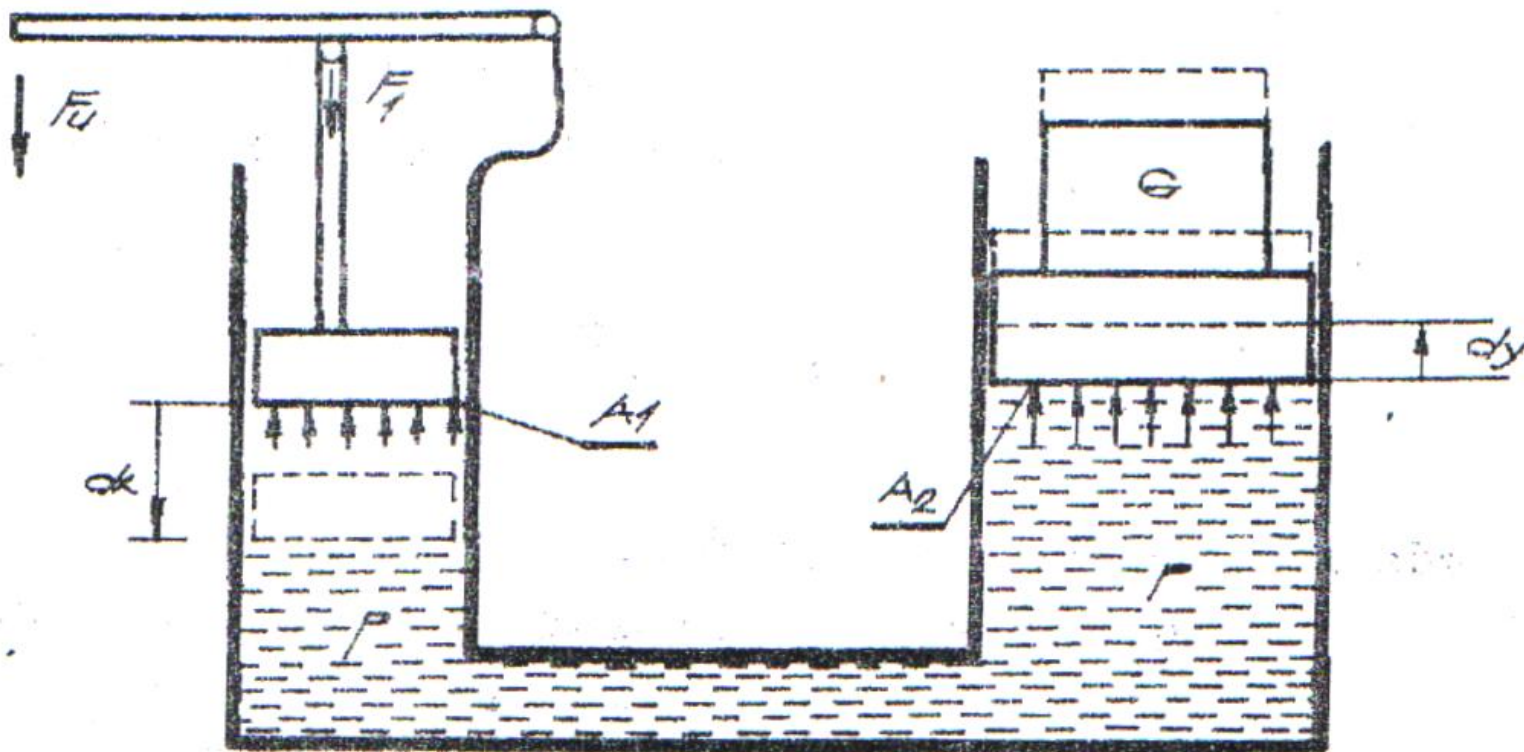


$$p = \frac{F}{A}$$

p [Pa] - pritisak,

F [N] - sila i

A [m²] - aktivna površina klipa



$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} = p_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 = k_F F_1$$

$k_F = A_2/A_1$ - koeficijent
pojačanja sile

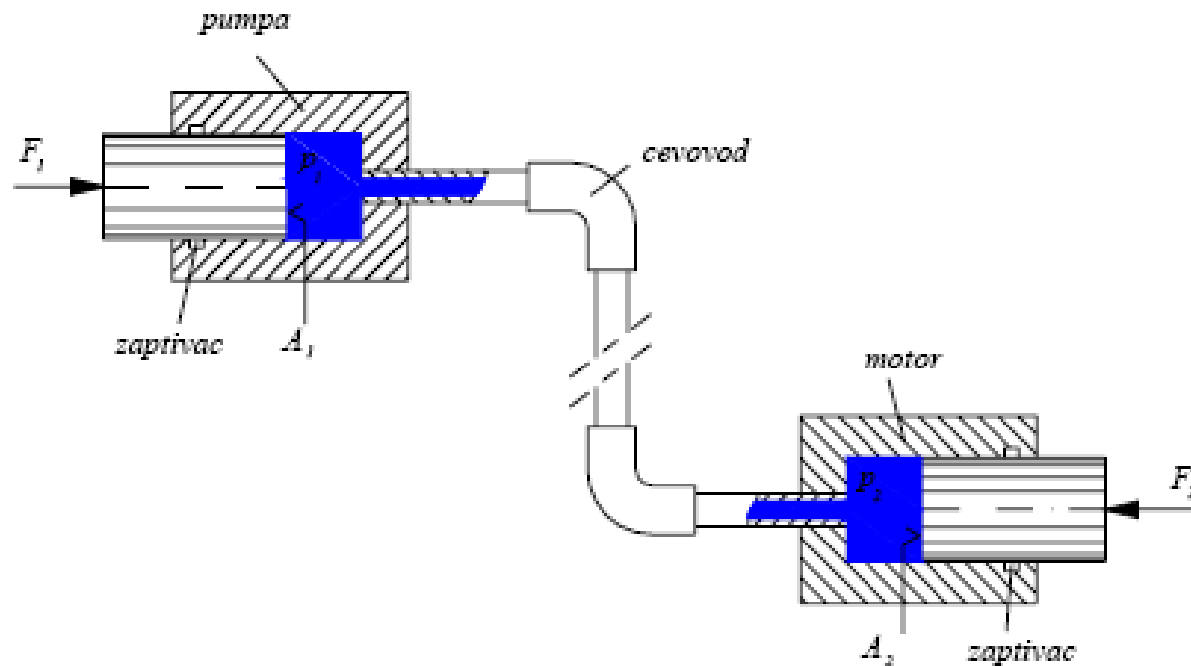
$$V = v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$



HIDRAULIČKI PRENOSNIK

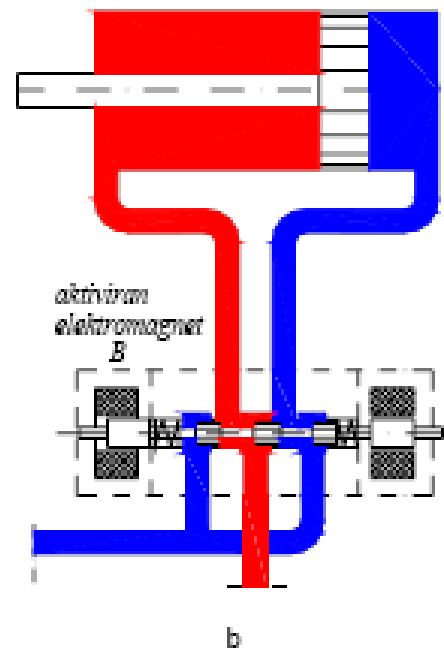
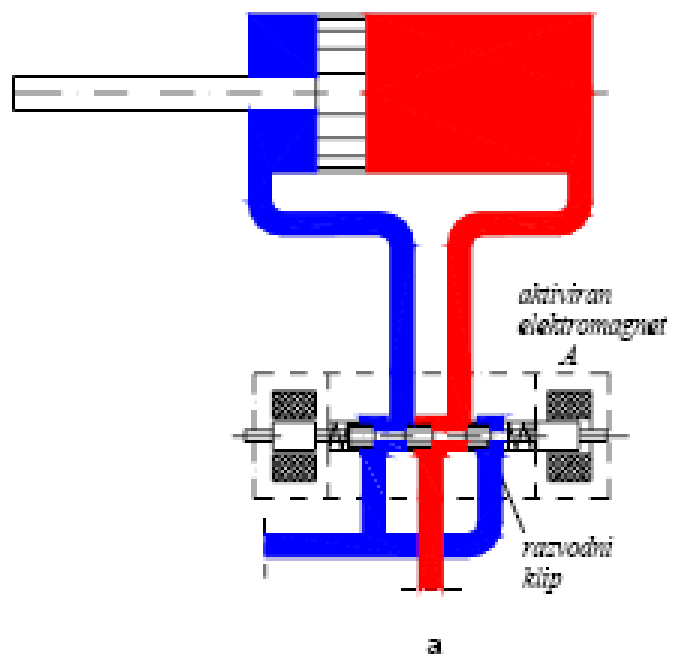
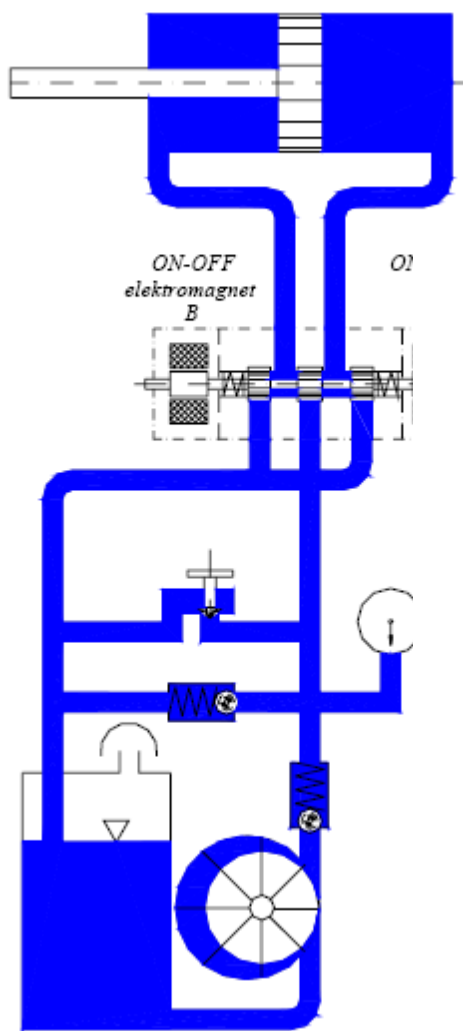
Hidraulički prenosnik je hidraulički sistem čije su funkcije pretvaranje i prenos energije



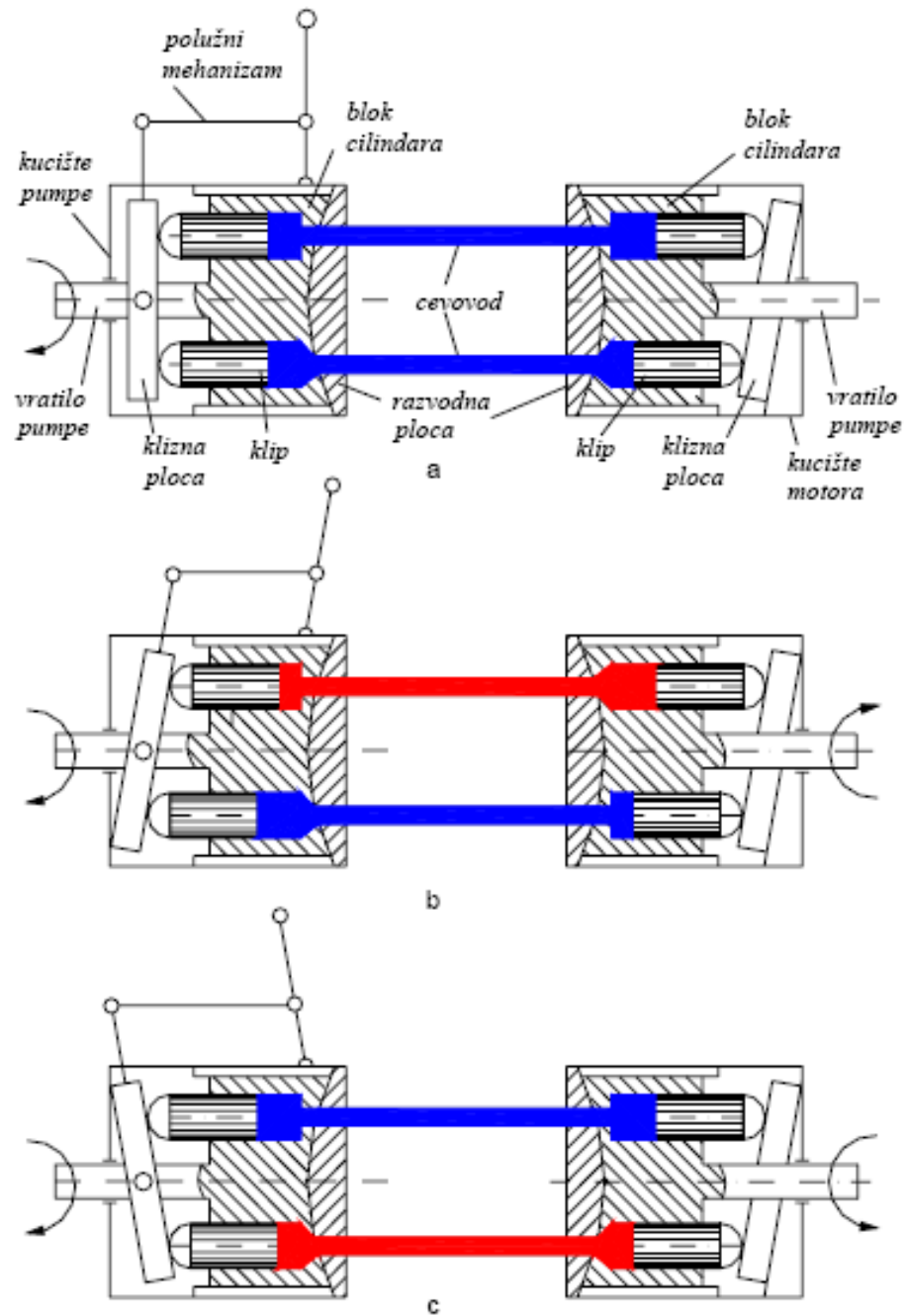
Kod hidrauličkog prenosnika upravljanje hidrauličkom energijom vrši se na dva načina:

- prigušivanjem toka (prigušno upravljanje),
- promenom radne zapremine (zapreminsko upravljanje)

Hidraulički prenosnik sa prigušnim upravljanjem



Hidraulički prenosnik sa zapreminskim upravljanjem



OSNOVNE HIDRAULIČKE PROMENLJIVE

Pritisak p :

$$p = \frac{F}{A}$$

p [Pa] - pritisak,

F [N] - sila i

A [m²] - aktivna površina klipa

Zapreminski protok Q radne tečnosti :

$$Q = v \cdot A$$

gde su: Q [m³/s] - protok i

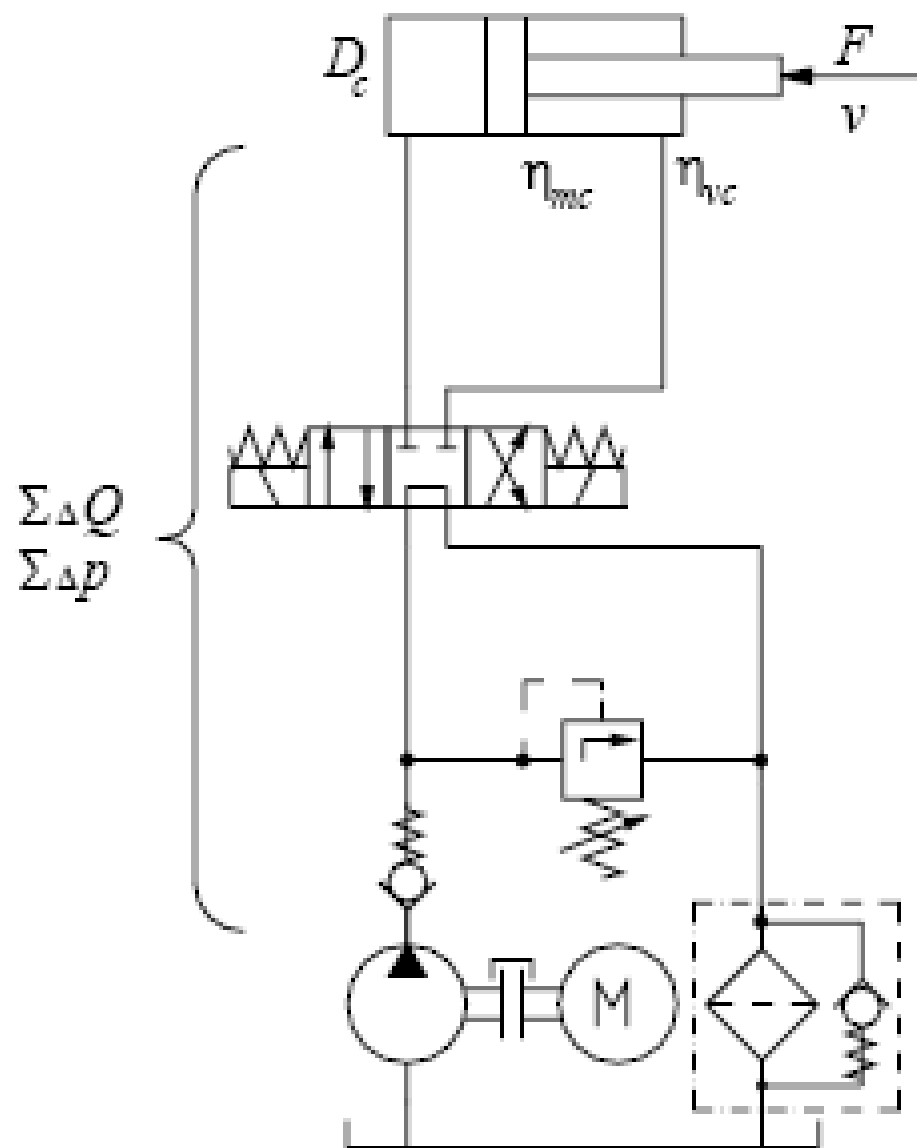
v [m/s] - brzina kretanja klipa

Hidraulička snaga P je:

$$P = Q \cdot p$$

gde je: P [W] - hidraulička snaga.

Prikazivanje hidrauličkih sistema



Hidraulički simboli prema standardima JUS L.N1.001 до JUS L.N1.008

Хидрауличне пумпе

хидраулична пумпа са једним смером потискивања константне (променљиве) радне запремине

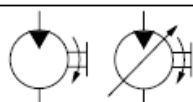


хидраулична пумпа са два смера потискивања константног (променљиве) радне запремине

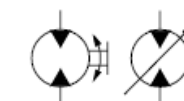


Хидромотори

једносмерни хидраулични мотор константне (променљиве) радне запремине

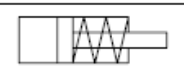


двосмерни хидраулични мотор константне (променљиве) радне запремине



Хидраулични цилиндри

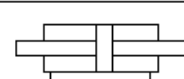
једнорadni хидраулични цилиндар



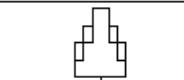
дворadni хидраулични цилиндар



дворadni хидраулични цилиндар са пролазном клипњачом



телескопски хидраулични цилиндар



вентил за смањење притиска



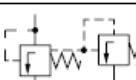
подесиви вентил за ограничење притиска са спољашњим хидрауличким управљањем



подесиви вентил за смањење притиска са спољашњим хидрауличким управљањем



индиректно управљани вентил за ограничење притиска



притисни прекидач



Вентили протока

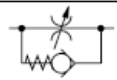
пригушник



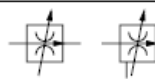
пригушник са блендом



променљиви пригушник са једносмерним вентилом



регулатор протока



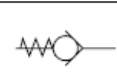
раздељивач протока



једносмерни вентил



једносмерни вентил са опругом



блокирајући вентил

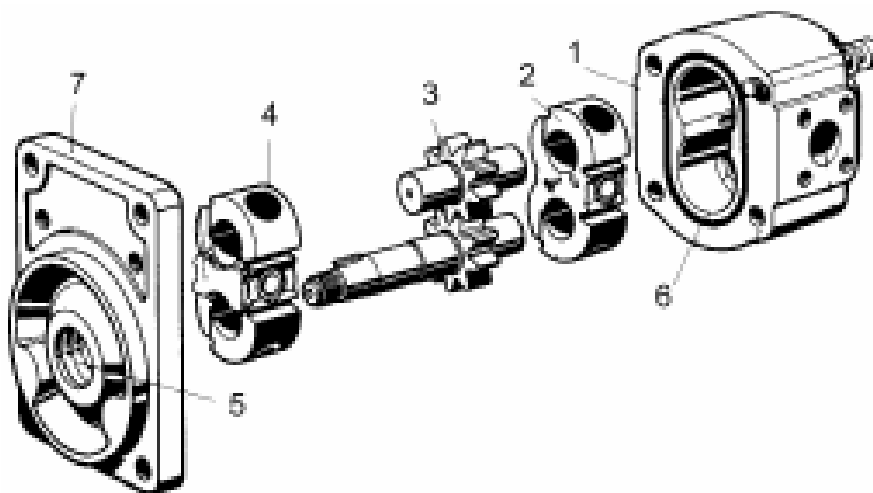
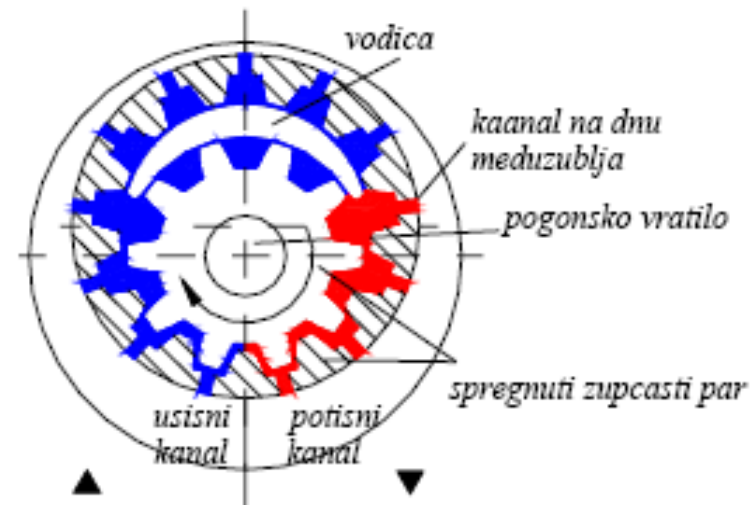
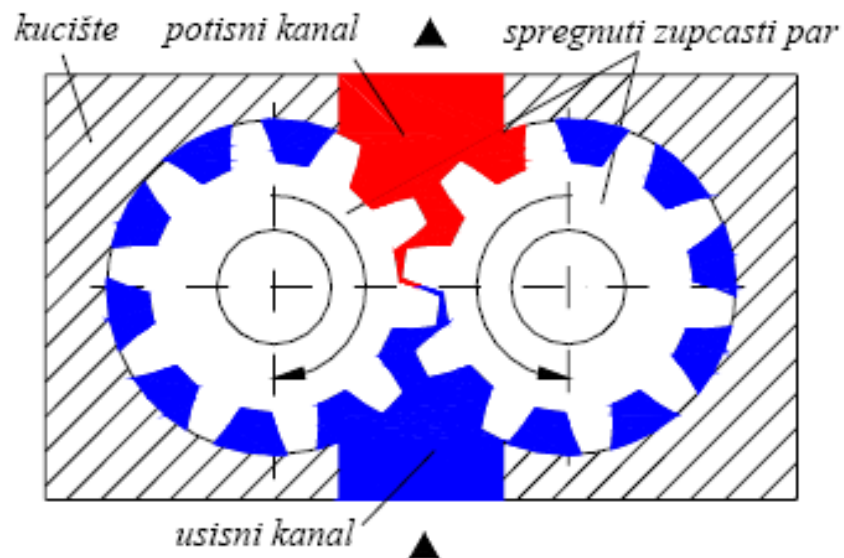


HIDRAULIČKE PUMPE

- **Hidrauličke pumpe** pretvaraju mehaničku u hidrauličku energiju struje radne tečnosti (protok i pritisak).
- Hidraulička pumpa je zapreminska pumpa, energiju predaje zahvaćenoj zapremini tečnosti.
- Pumpa ima jednu ili više zasebnih radnih komora, konstruisanih tako da periodično mogu menjati veličinu radne zapremine. Promena zapremine omogućuje usisavanje, razdvajanje (odsecanje) i potiskivanje radne tečnosti.
- Hidrauličke pumpe imaju:
 - mehanizam za potiskivanje i
 - mehanizam za razvođenje.
- Hidrauličke pumpe mogu pored navedenih mehanizama imati mehanizam za upravljanje radnih parametara pumpe.

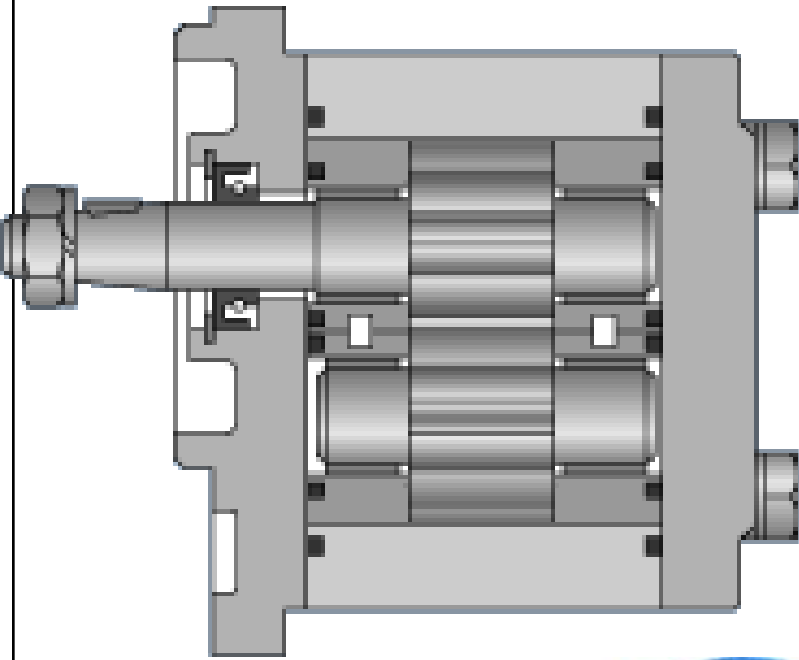
HIDRAULIČKE PUMPE

Zupčaste pumpe

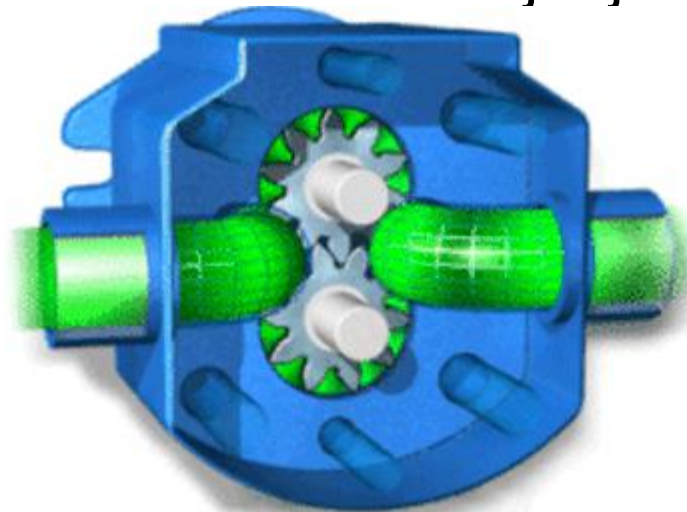


- 1 – kućište,
- 2 i 4 – čeone ploče,
- 3 – spregnuti zupčasti par,
- 5 i 6 – zaptivač i
- 7 – poklopac

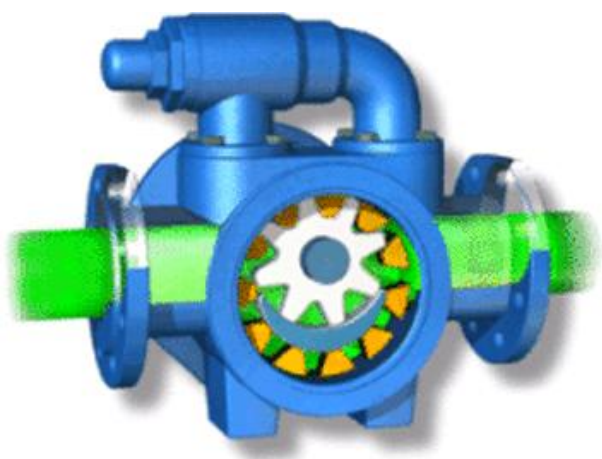
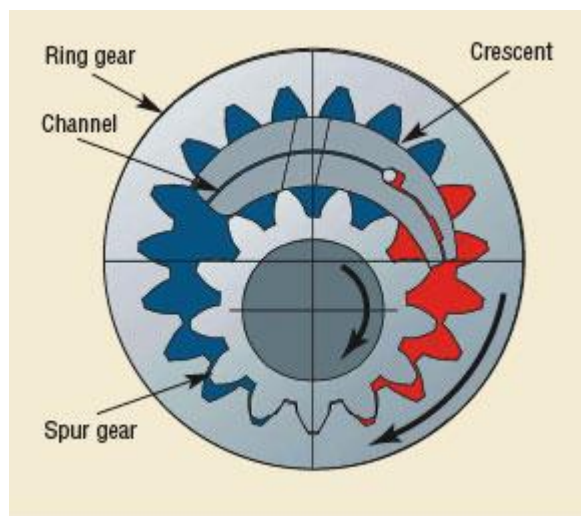
Zupčaste pumpe sa spoljnim ozubljenjem



Izrađuju se najčešće s dva evolventna zupčanika s ravnim zubima. Postoje uređaji i sa srednjim pogonskim i dva pogonjena zupčanika. Zbog visokog nivoa buke koji stvaraju u radu (68-88 dB), izrađuju se i s kosim evolventnim ozubljenjem sa uglom zuba 5-8°.



Zupčaste pumpe s unutrašnjim ozubljenjem



Pumpa sa sastoji od kućišta, zupčanika s unutrašnjim ozubljenjem i zupčanika sa spoljnim ozubljenjem. Zupčanic sa spoljnim ozubljenjem je pogonski. Zupčanic s unutrašnjim ozubljenjem je smešten u kućištu s izvesnim zazorom. Kretanje zupčanika sa spoljnim ozubljenjem izaziva rotaciju zupčanika s unutrašnjim ozubljenjem, te oni zajedno rotiraju. Pri tome na mestu gde zupčanici izlaze iz zahvata nastaje potpritisak, radna tečnost ulazi u radnu komoru, ispunjava međuzublja i transportuje u potisnu komoru. Srp je nepokretan i služi za razdvajanje usisne od potisne komore.

Zupčaste mašine s cikloidnim ozubljenjem



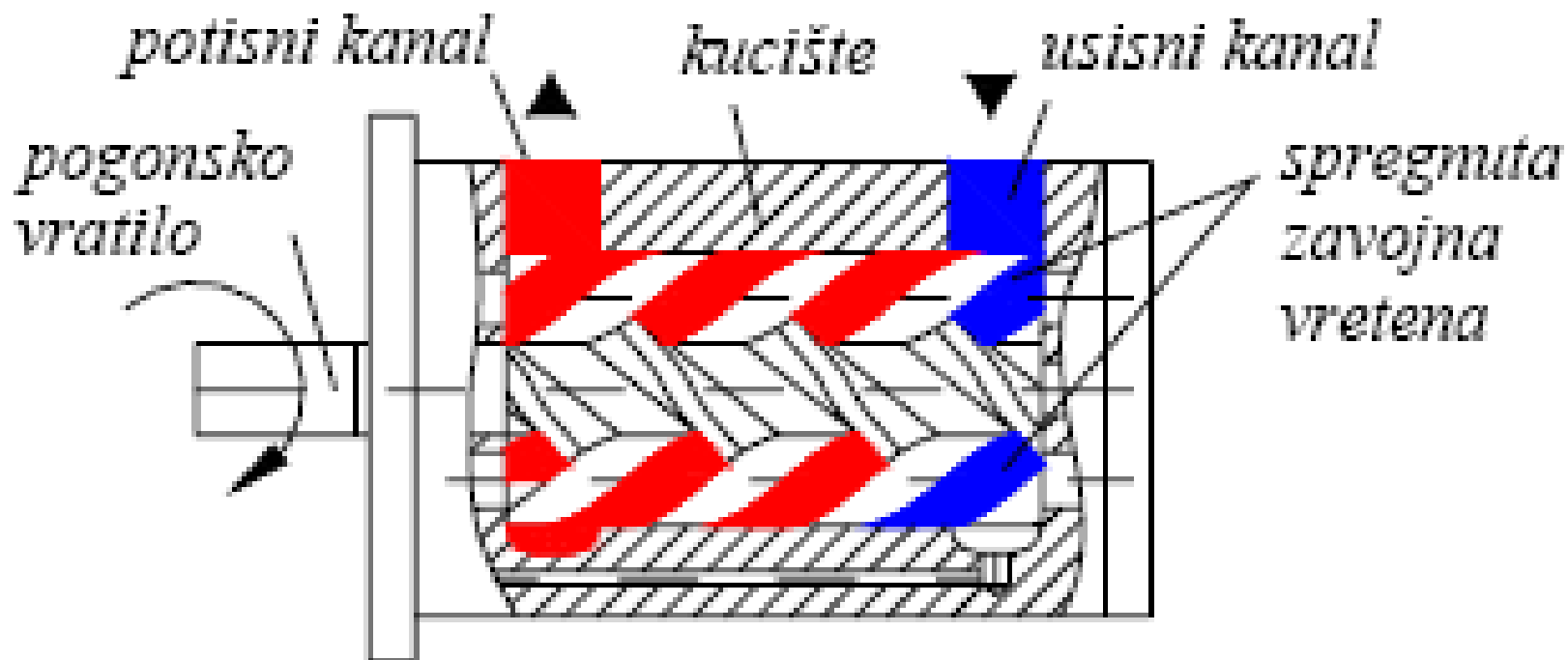
GEROTOR



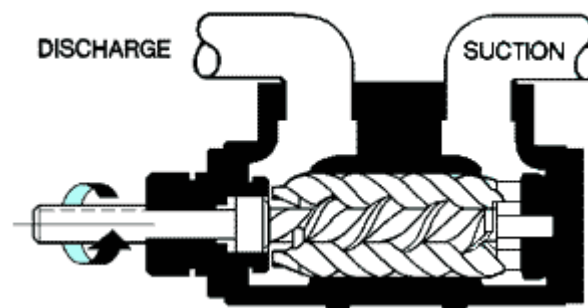
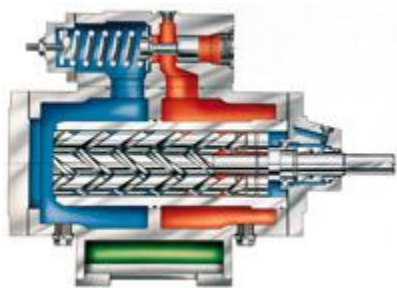
Iz osnovne konstrukcije zupčaste pumpe s unutrašnjim ozubljenjem razvila se zupčasta pumpa s **cikloidnim ozubljenjem**. Kinematika je identična, ali je zupčanik sa spoljnim ozubljenjem napravljen s **jednim zubom manje** nego li zupčanik s unutrašnjim ozubljenjem. Takva geometrija osigurava potpuno odvajanje usisne od potisne zone, **te nije potreban dodatni element (srp) koji će ih odvajati.**

HIDRAULIČKE PUMPE

Zavojne pumpe



Rotacijom pogonskog vretena u jednom i pogonjenog vretena u suprotnom smeru, zahvaća se radna tečnost na usisnoj strani u prostor između dva zavoja i **translacijski se potiskuje prema potisnoj strani**. Zaptivanje između niskopritisne i visokopritisne zone ostvaruje se po **liniji dodira vretena i kućišta**.



Nemaju mogućnost regulacije protoka.

Prednosti:

- protok bez pulzacija,
- miran rad
- pouzdane u radu i dug vek trajanja

Nedostaci:

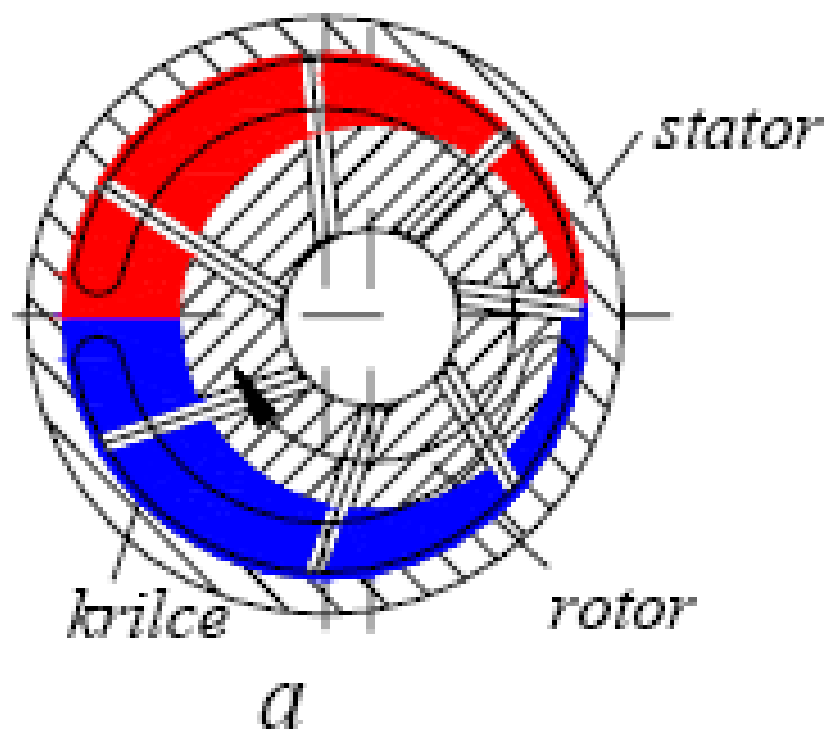
- niži radni pritisci (50-100 bar)
- mala specifična snaga
- relativno visoka cena

Primena:

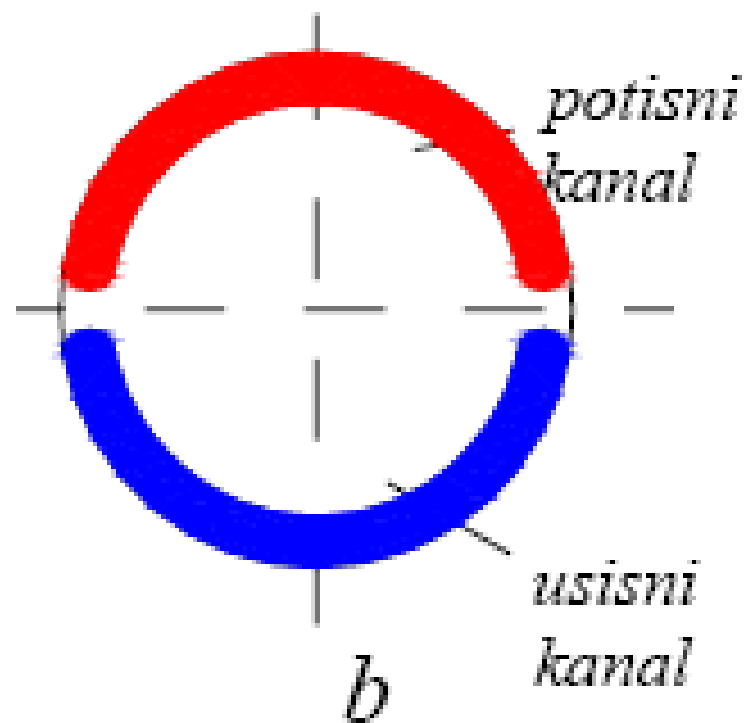
- dobavne pumpe za ložišta
- u sistemima za podmazivanje
- u procesnoj industriji

HIDRAULIČKE PUMPE

Krilne pumpe



(a) šematski prikaz

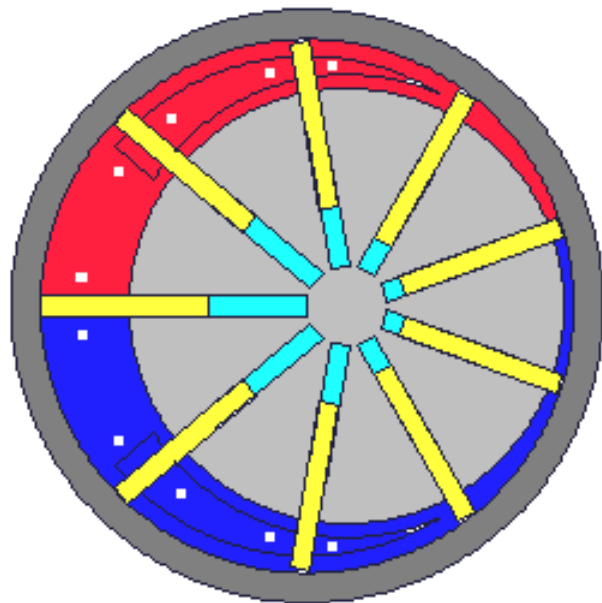


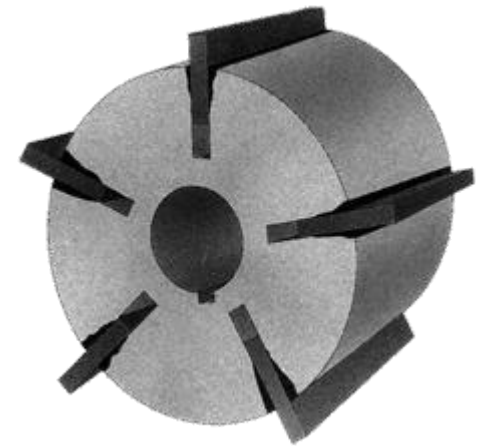
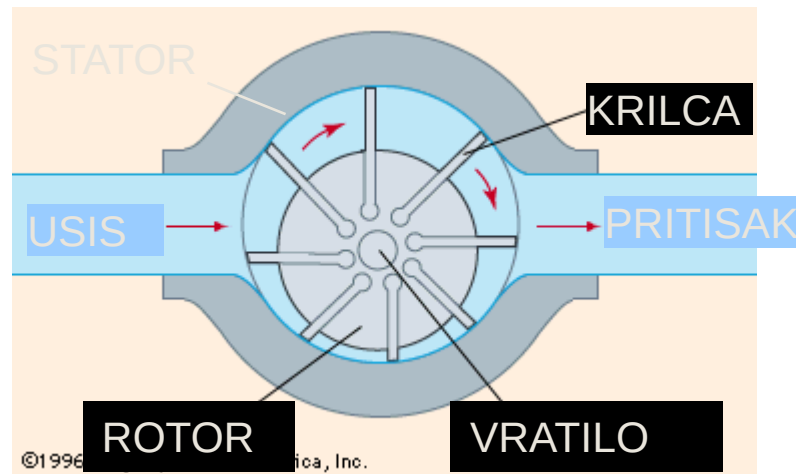
(b) - razvodna ploča

Radni elementi krilnih mašina su **krilca**.

Radni elementi obavljaju **rotacijsko-translacijsko kretanje**.

Pojedinim vrstama mašina **može se regulisati protok**.

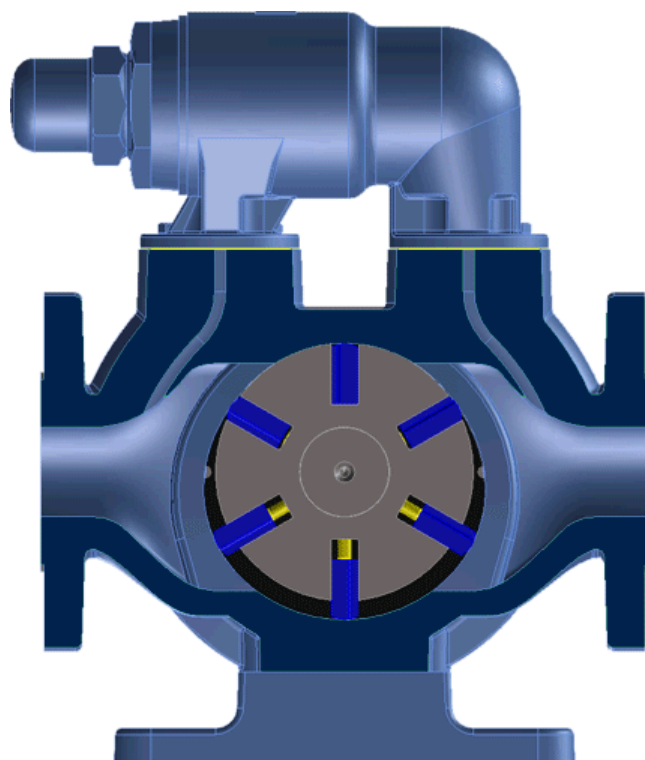




Pumpa je sastavljena od **statora**, **rotora** i **krilaca**, koja su umetnuta u žljebove usečene u rotoru.

Centar rotora je pomaknut u odnosu na osu statora za veličinu **ekscentričnosti (e)**.

Od veličini ekscentričnosti zavisi protok pumpe. Stoga su česte izvedbe pumpi s promjenljivom veličinom ekscentričnosti, odnosno protoka.



Usled delovanja centrifugalne sile i sile opruga, koje su smeštene s donje strane krilaca, u području povećanja zazora, krilca se izvlače iz žljebova rotora. Radne komore, ograničene površinama dvaju susjednih krilaca, bočnim stranama, te površinama rotora i statora, povećavaju se, pa se usled stvorenog podpritiska, komore pune radnom tečnošću. U području smanjenja zazora, krilca se zbog djelovanja sile pritiska na mestu kontakta površine statora i krilca, uvlače u rotor, pa se zapremina komora smanjuje. U tom području se radni medijum pod pritiskom potiskuje iz pumpe.

Prednosti:

- male dimenzije i kompaktna konstrukcija
- neznatna pulzacija protoka, mala buka
- povoljan zapreminski stepen iskorišćenja
- mogućnost regulacije protoka (jednoradni - povoljno u primeni kod upravljanja i regulacije)

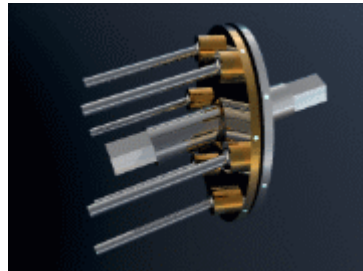
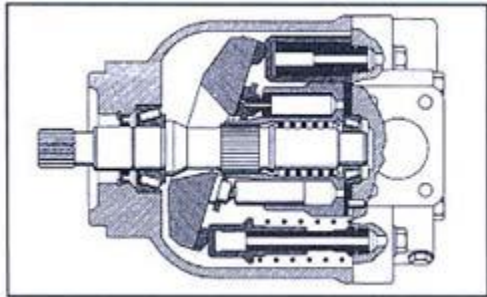
Nedostaci:

- osetljivi na vršne pritiske (lom krilaca)
- nepovoljan mehanički i ukupan stepen iskorišćenja
- nemogućnost regulacije protoka

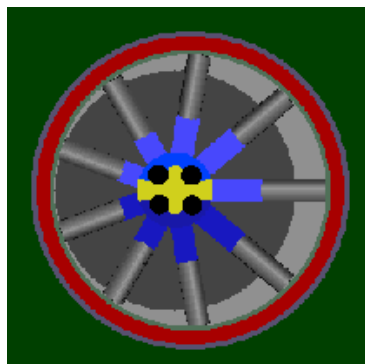
Primena:

- glavna primena kod alatnih mašina
- dozirne pumpe u procesnoj industriji

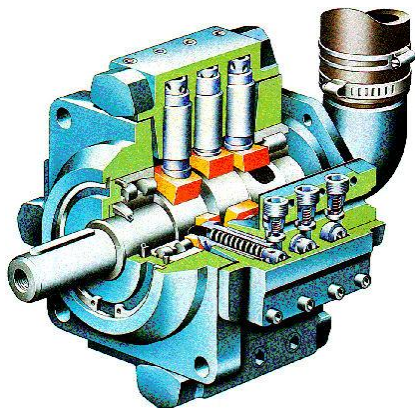
Klipne se mašine dele **prema položaju radnih elemenata** u odnosu na pogonsko vratilo na:



Aksijalno klipne



Radijalno klipne



Redno klipne

AKSIJALNO KLIPNI UREĐAJI

Teorijski svaki uređaj može da radi

- kao pumpa i
- kao hidromotor.

Radni elementi su im **klipovi**.

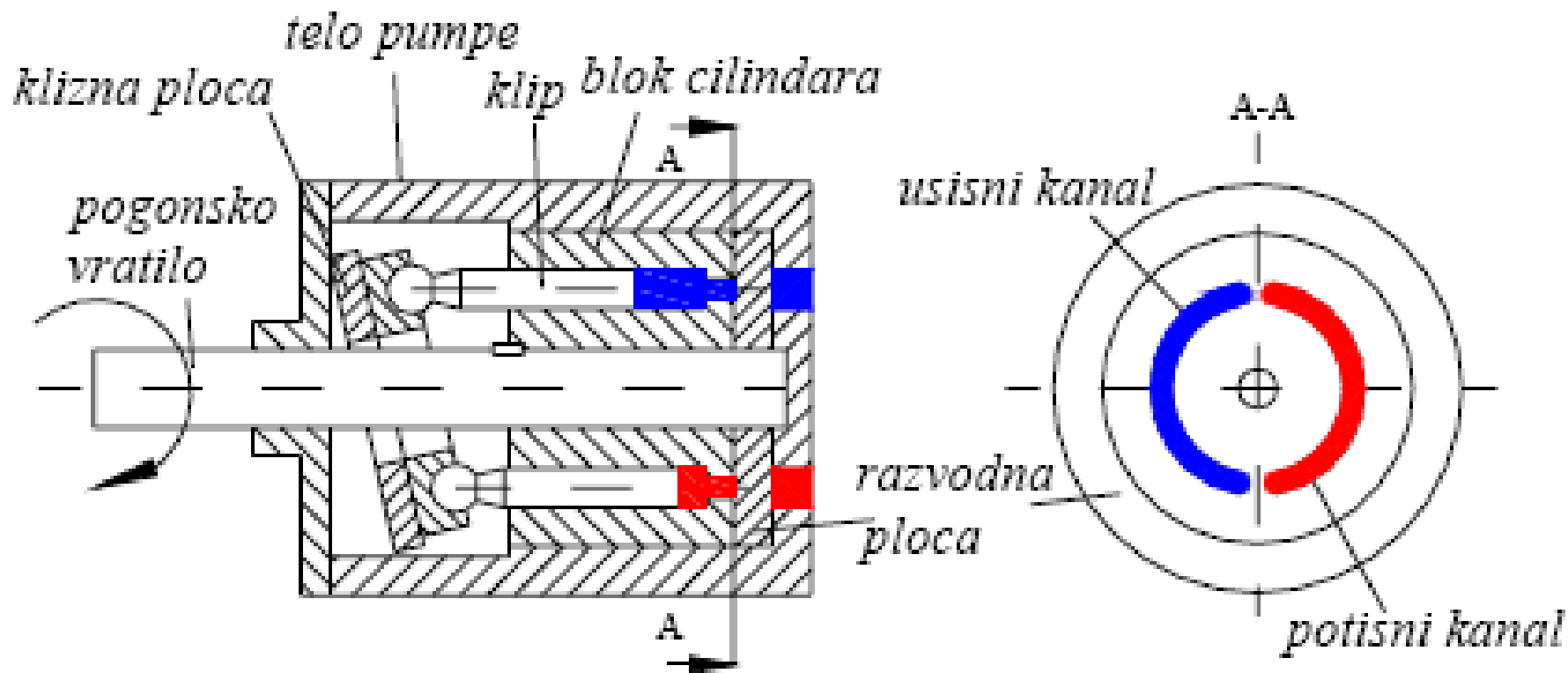
Imaju **mogućnost regulacije protoka**.

Maksimalni radni pritisci su im preko **40 MPa**.

Kada rade kao hidromotori mogu da razvijaju moment do **3000 Nm**.

HIDRAULIČKE PUMPE

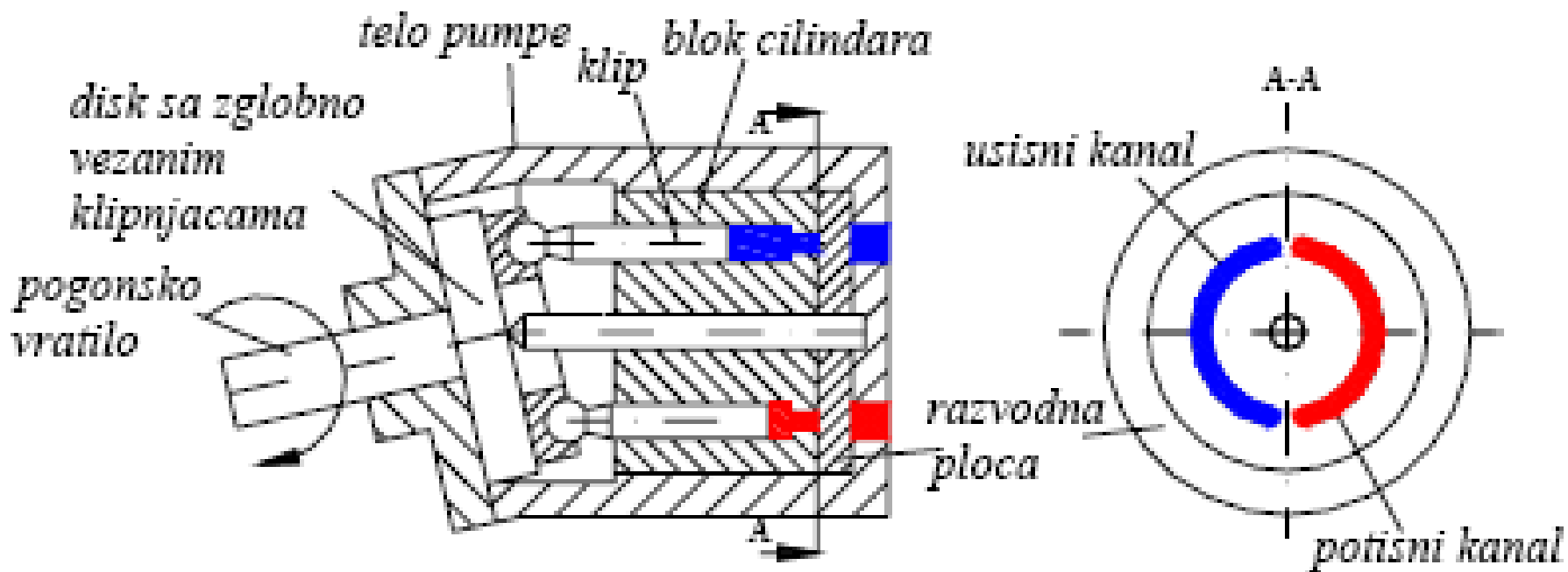
Klipno-aksijalne pumpe



Klipno-aksijalna pumpa sa kliznom pločom

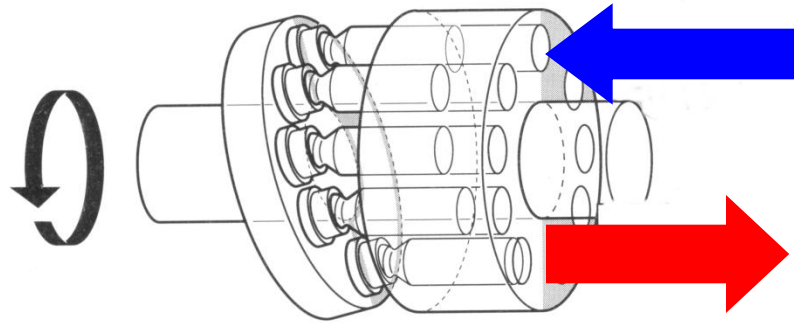
HIDRAULIČKE PUMPE

Klipno-aksijalne pumpe



Klipno-aksijalna pumpa sa zglobnom vezom pogonske grupe

Aksijalno klipni uređaji s kosom pločom



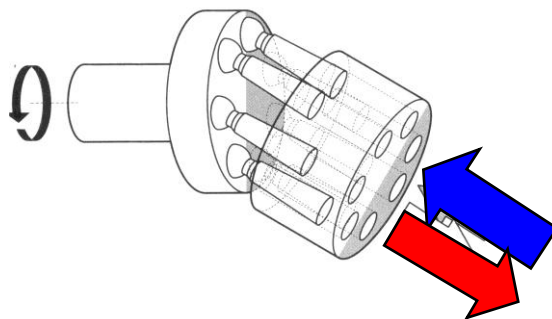
Način rada pumpe

Pokretanjem pogonskog vratila pokreće se cilindarski blok budući da su mehanički vezani. Klipovi koji su preko kliznih papučica naslonjeni na kosu ploču počinju se izvlačiti odnosno uvlačiti u cilindrima. U fazi izvlačenja povećava se radni prostor te se usled stvorenog potpritiska tečnost **usisava**, a kada se cilindar uvlači, smanjuje se zapremina radne komore te se tečnost **potiskuje** pod pritiskom.

Način rada hidromotora

Iz pumpe **dolazi** radni medij **pod visokim pritiskom**. Pri tome potiskuje sve cilindre koji su vezani dovodni kanal razvodne ploče. Tangencijalna komponenta sile pritiska stvara moment kojim se počinje rotirati cilindarski blok, a isto tako i pogonsko vratilo s njim mehanički vezano. **Izlaz** radne tečnosti iz radne komore cilindra preko zajedničkog izlaznog kanala na razvodnoj ploči je pod nekim **malim pritiskom**.

Aksijalno klipni uređaj s zglobnom vezom



Način rada pumpe

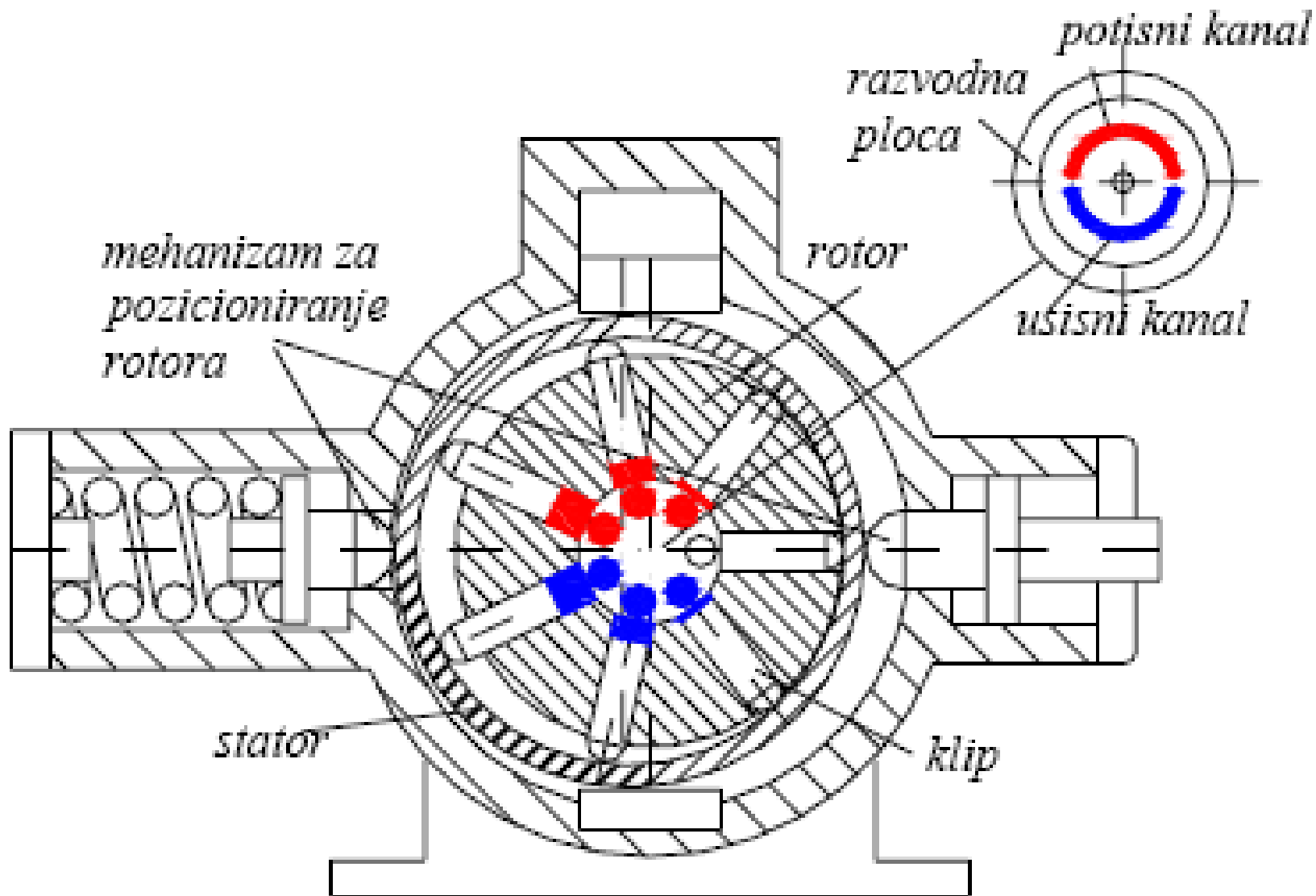
Zakretanjem pogonskog vratila počinju se zakretati i klipovi koji su preko kuglastih ležajeva vezani na prirubnicu vratila. Zajedno sa klipovima počinje rotirati i cilindarski blok. Zbog izvedenog ugla bloka, klipovi se također pomiču aksijalno u cilindrima. Svi cilindri u kojima se povećava radna komora spojeni su na usisni kanal razvodne ploče i u toj fazi oni usisavaju radnu tečnost. U području u kojem se klipovi približavaju razvodnoj ploči smanjuje se zapremina radnih komora te klipovi potiskuju radnu tečnost u potisni kanal razvodne ploče.

Način rada hidromotora

Ulje pod visokim pritiskom dolazi u cilindre koji su u tom momentu spojeni sa dovodnim kanalom razvodne ploče. Cilindri bivaju potiskivani, a tangencijalna komponenta sila pritiska koja se pojavljuje zbog ugla zgloba izaziva rotaciju cilindarskog bloka i pogonskog vratila. U fazi kada se klip približava razvodnoj ploči ulje s minimalnim pritiskom odlazi iz hidromotora.

HIDRAULIČKE PUMPE

Klipno-radijalne pumpe



RADIJALNO KLIPNE MAŠINE

Radialno-klipne mašine mogu da rade i kao pumpe i kao hidromotori. Klipovi su im smešteni radialno u odnosu na pogonsko vratilo. Postoji mogućnost da se aksijalno u smeru pogonske ose smesti više redova radialno smeštenih cilindara.

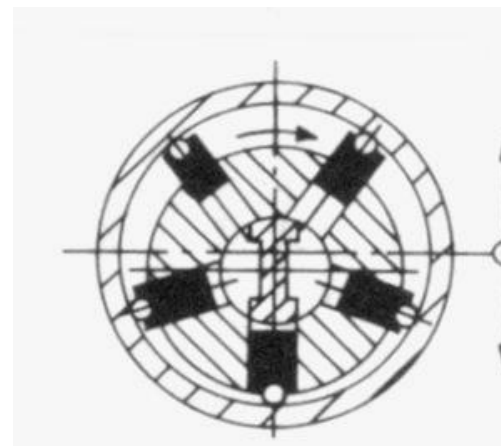
Mogu razvijati pritiske do **50 MPa**.

Mogu razvijati momente do **170 000 Nm**.

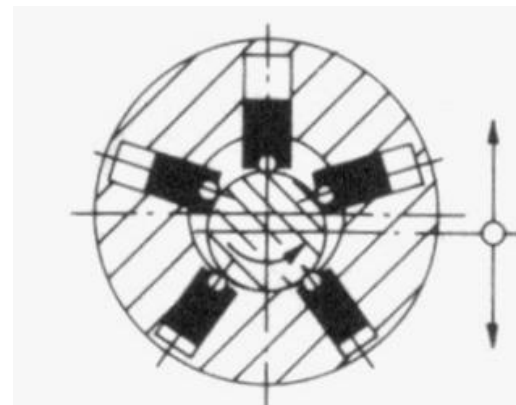
Vrste radijalno klipnih mašina

Radijalno klipne mašine dele se u dve grupe:

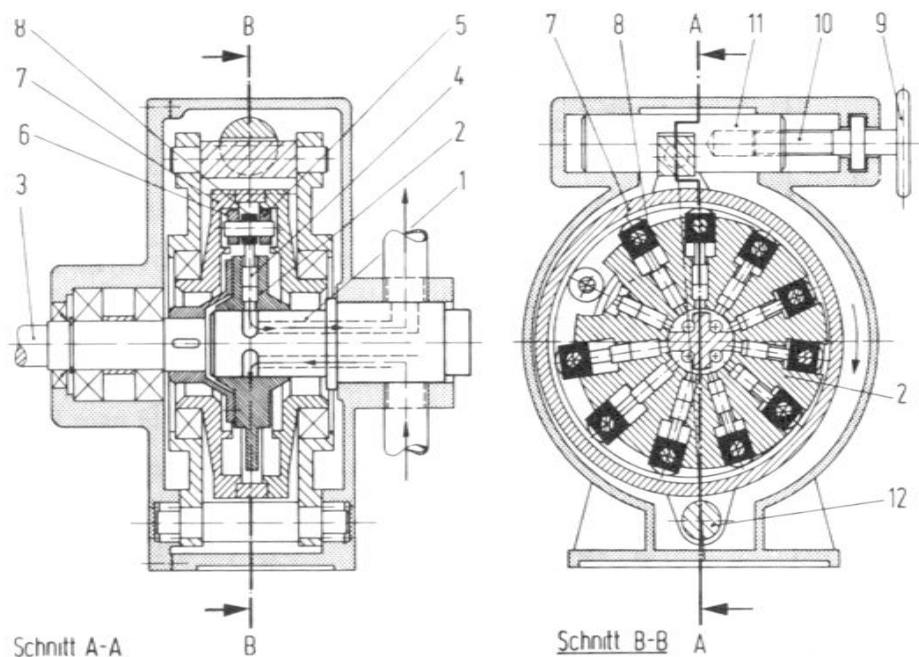
◀ S klipovima u rotoru



◀ S klipovima u statoru



Radijalno-klipne mašine s klipovima u rotoru

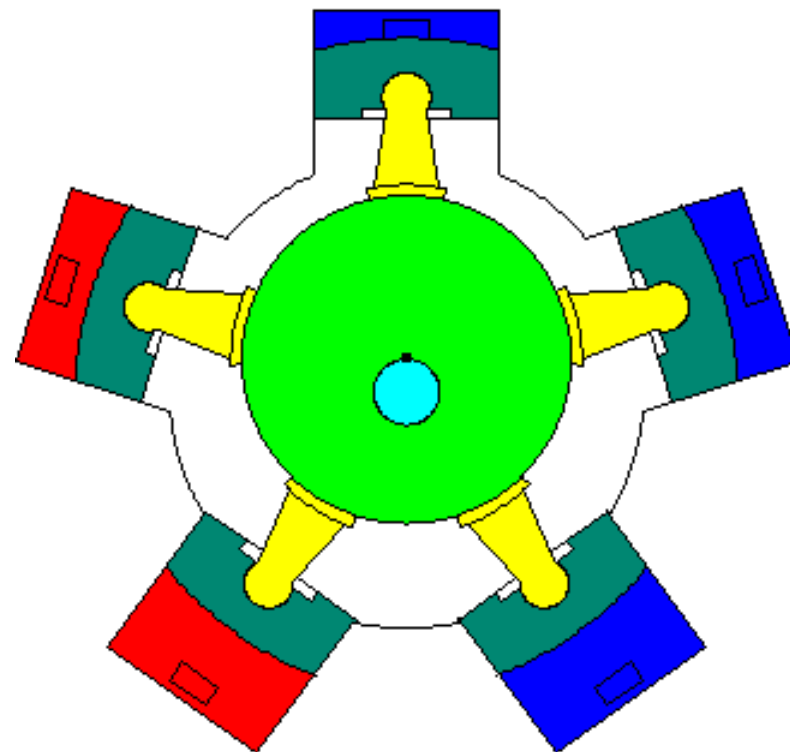
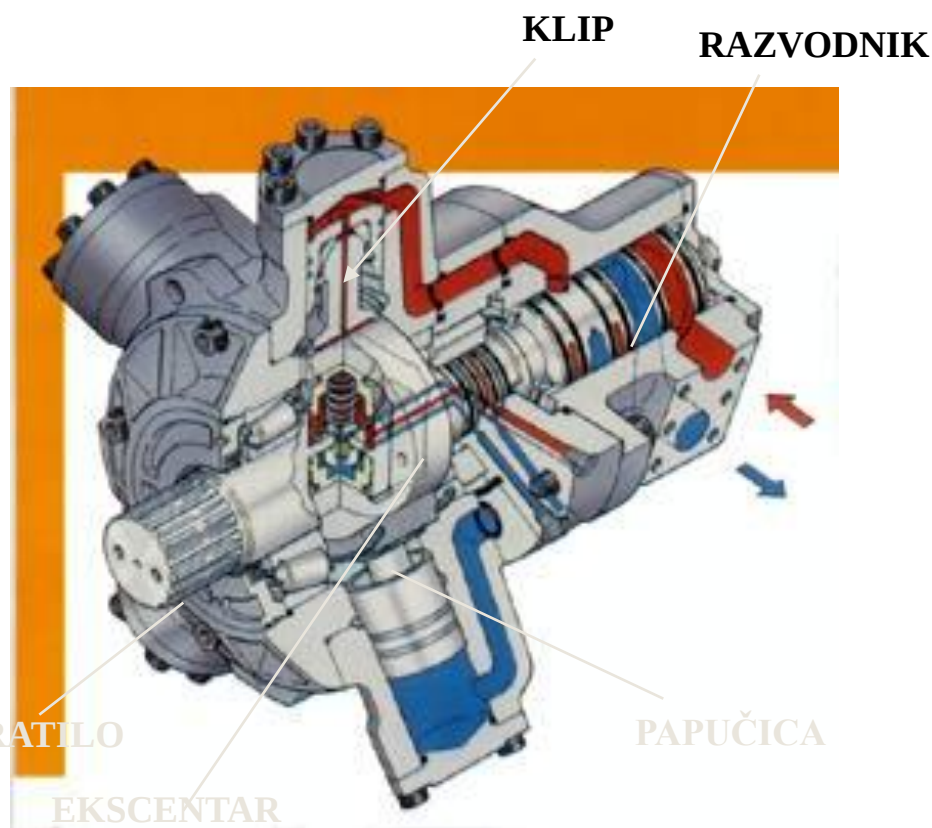


S pogonskim je vratilom (3) čvrsto spojen rotor (2) u kojem su smešteni klipovi (4). Klipovi se pomiču radialno u svojim cilindarskim prostorima zbog izvedene ekscentričnosti između ose statora (7) i ose rotora. Cilindri također rotiraju zajedno s rotorom i pri tome se oslanjaju na stazu statora preko valjčića (5), koji se kotrljaju smešteni u žljebovima (6). Da se spreče poprečne sile između klipa i cilindra, klipovi i rotor se vode preko valjnih ležaja (8). Dovod i odvod radne tečnosti obavlja se preko razvodnih kanala u priključku (1).

Postoji li mogućnost da se stator uz pomoć ručnog točka (9), navojnog vretena (10) i matice (11) na osovini (12) zakrene, tada se promeni ekscentričnost između statora i rotora. Tako se promeni hod klipa u cilindru, odnosno promeni se protok.

Mada se ovakvi tipovi mašina u praksi najčešće koriste kao hidromotori, mogu raditi i kao pumpe.

Radijalno-klipne mašine s klipovima u statoru

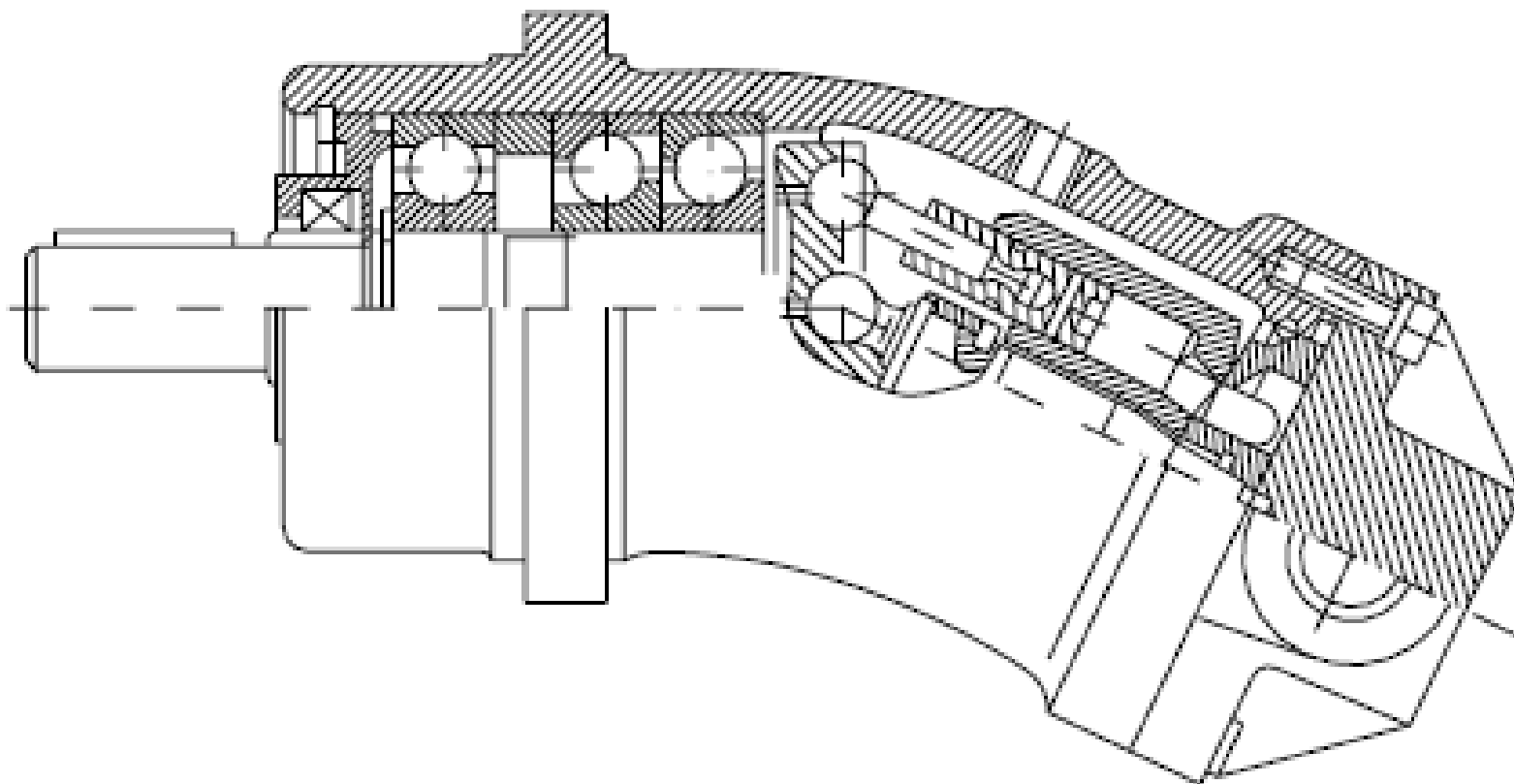


Spada u grupu sporohodnih mašina. Klipovi su preko hidrostatski kompenzovanih papučica naslonjeni na ekscentar pogonskog vratila.

Dovod i odvod radne tečnosti se obavlja preko razvodnika iz kanala visokog i kanala niskog pritiska, a povezani su s radnim prostorom cilindara.

HIDRAULIČKI MOTORI

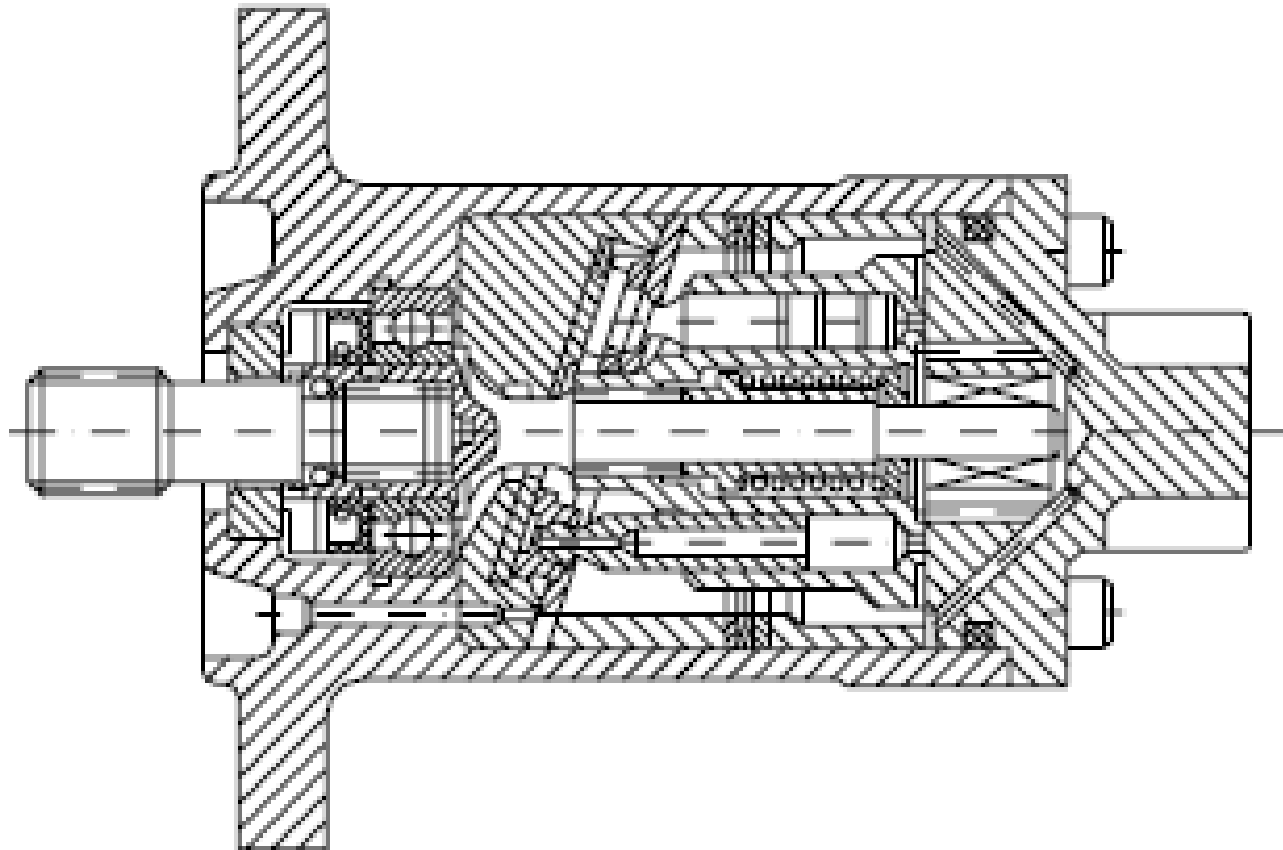
Klipno-aksijalni hidromotori



Konstruktivno rešenje klipno-aksijalnog hidrauličkog motora sa zglobnom vezom vratila i pogonske grupe

HIDRAULIČKI MOTORI

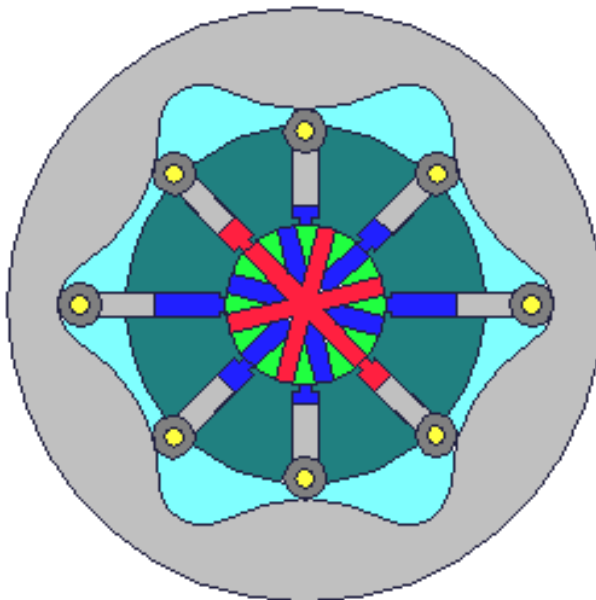
Klipno-aksijalni hidromotori



Klipno-aksijalni hidraulički motor sa kliznom pločom

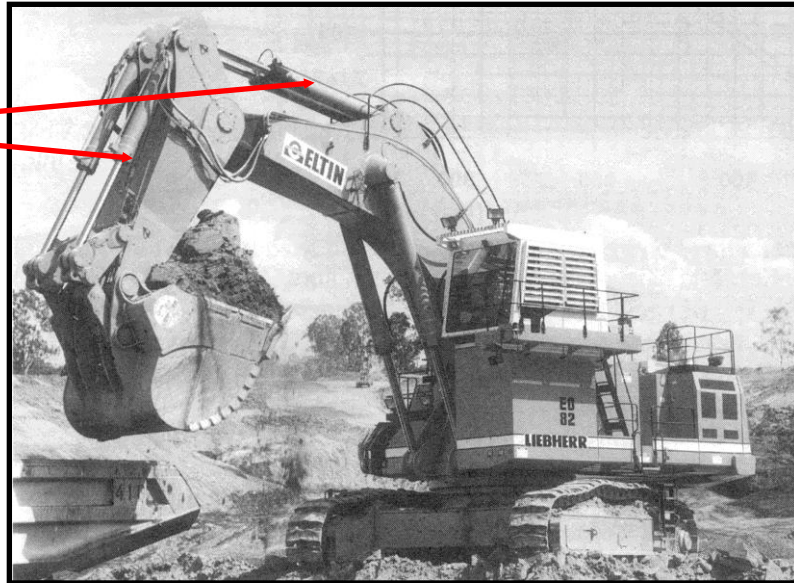
Visokomomentni radialni hidromotori

Visokomomentni radialni hidromotori imajo u rotoru smešteno 8 do 15 cilindara, koji se oslanjaju na graničnu stazu koja je izvedena najčešće u obliku visoke sinusoide. Oslanjanjem na graničnu stazu klipovi bivaju pomicali pod delovanjem pritiska iz pumpe i vraćani onoliko puta unutar pune rotacije koliko je izvedeno bregova na graničnoj stazi. Na taj se način hidromotoru povećava moment.



HIDRAULIČKI CILINDRI

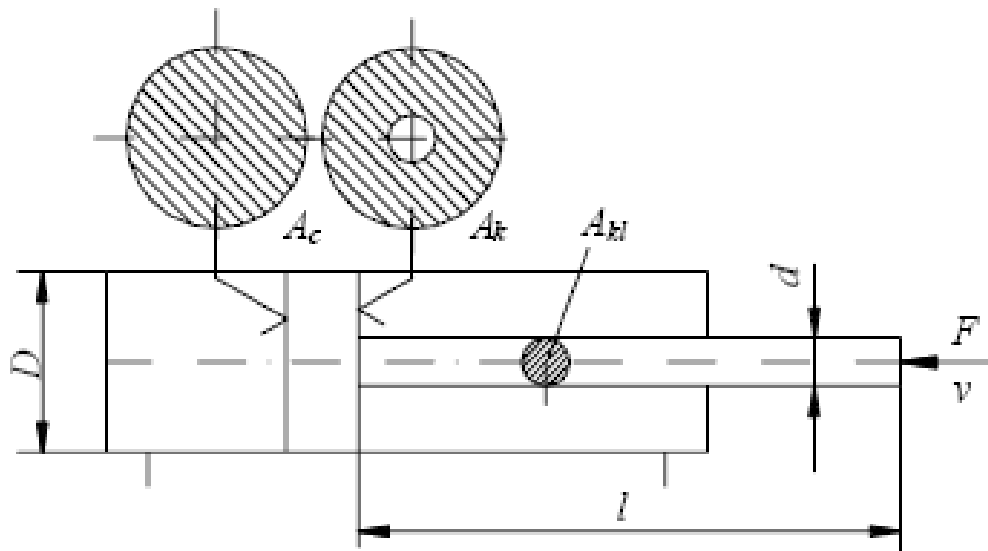
Cilindri na bageru



Dele se u dve grupe:

1. Jednoradni
2. Dvoradni

HIDRAULIČKI CILINDRI

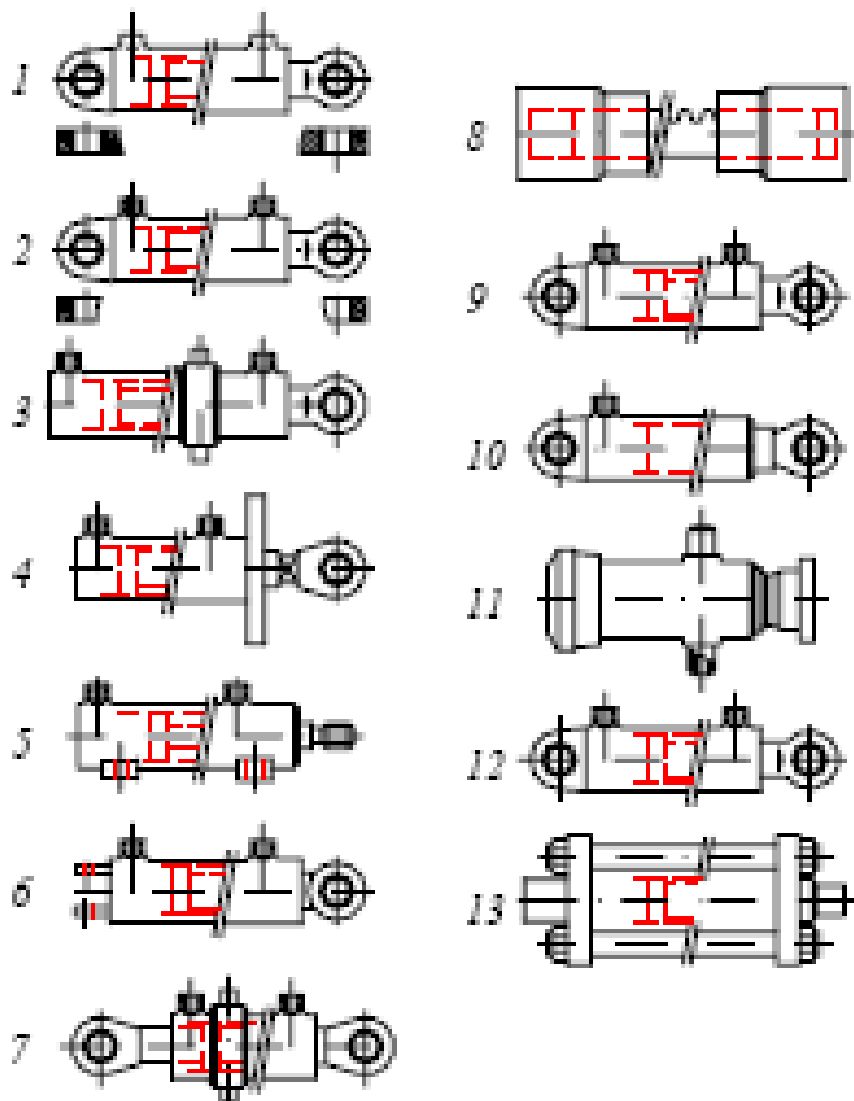


Sematski prikaz hidrauličkog cilindra

Parametri radnog procesa hidrauličkog cilindra:

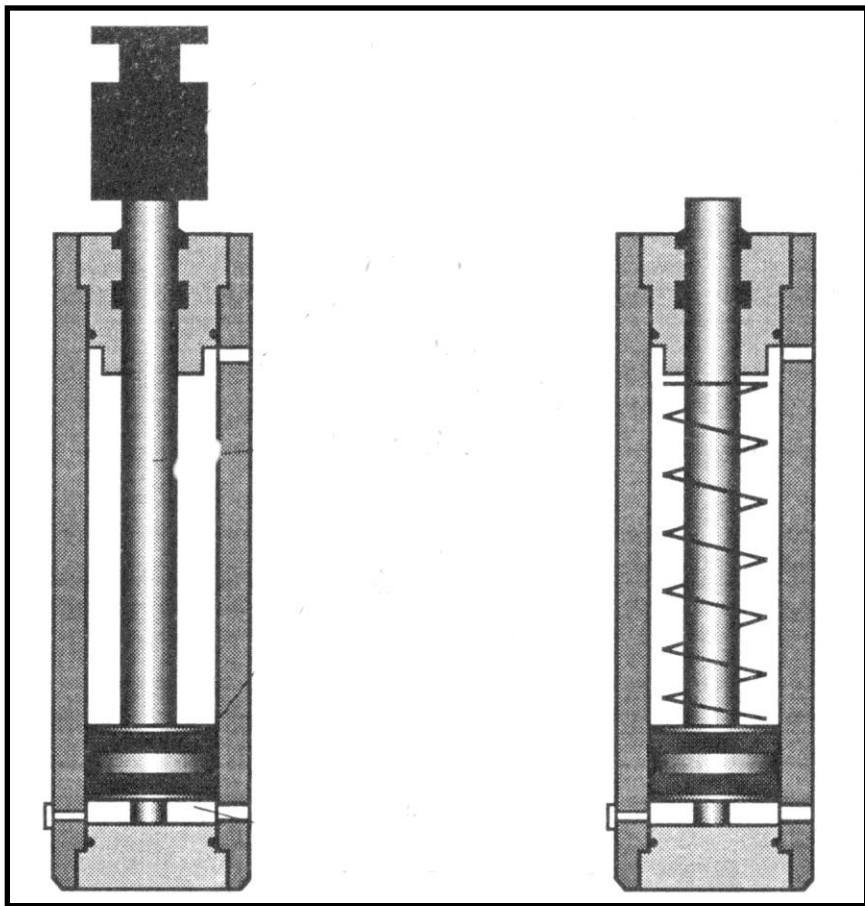
- - sila na klipnjači F ,
- - aktivna površina klipa A ,
- - brzina klipnjače v ,
- - dužina hoda (izvlačenja) klipnjače l i
- - stepen iskorišćenja η_c .

HIDRAULIČKI CILINDRI



*Karakteristične konstrukcije
hidrauličkih cilindara:
jednoradnih (10 i 11) i
dvoradnih (od 1 do 9, 12 i 13)*

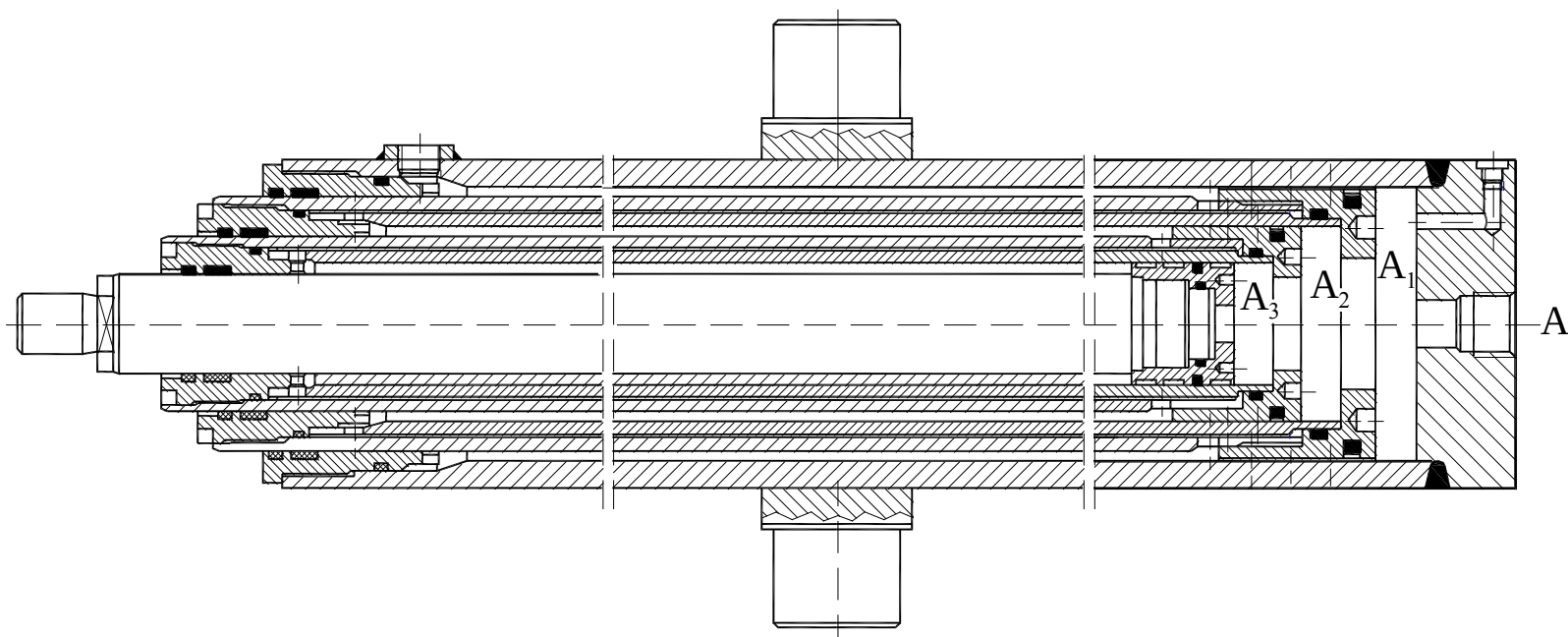
Jednoradni cilindri



Samo se sa strane klipa može dovesti ulje pod pritiskom. **Rad se obavlja samo u jednom smeru.** Radna tečnost struji u prostor klipa na kojem se zbog delovanja protivsile (opterećenje teretom) stvara pritisak. Nakon savladavanja protivsile klip se počinje pomicati.

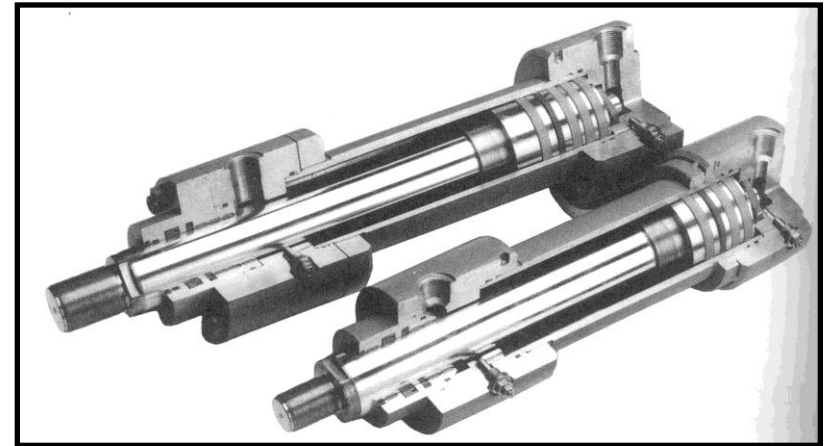
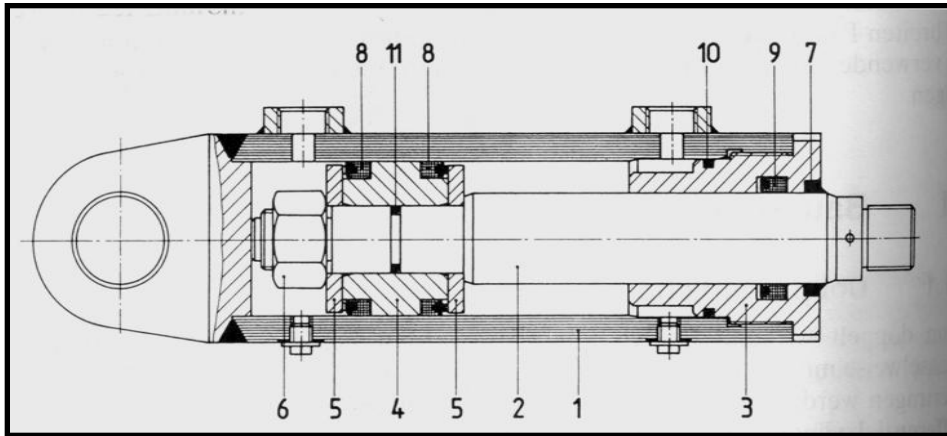
U povratnom hodu, klipni je prostor povezan cevovodima sa rezervoarom. Povratni hod se odvija ili delovanjem sopstvene težine, opruge ili tereta.

Jednoradni teleskopski cilindri



Uvek kada su potrebni veliki hodovi cilindara, a ugradni je prostor mali, koriste se teleskopski cilindri. Dužina hoda im može biti i 8 puta veća od iste dimenzije standardnog cilindra. Najveću primenu imaju u mobilnoj hidraulici.

Dvoradni cilindri - diferencijalni



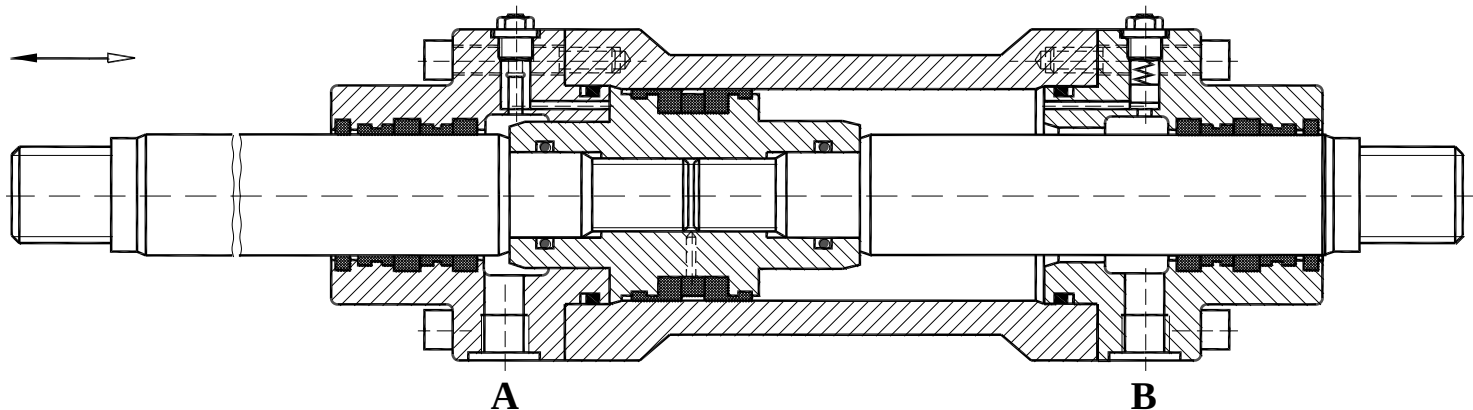
Pomicanje klipa cilindra obavlja se delovanjem pritiska radne tečnosti s **obe strane klipa**. Pod uslovom istog pritiska i protoka što ga daje pumpa:

U radnom hodu je: $F_1 = p \cdot A_1$ $v_1 = \frac{Q}{A_1}$

U povratnom hodu: $F_2 = p \cdot A_2$ $v_2 = \frac{Q}{A_2}$

Kako je: $A_1 \succ A_2$ $F_1 \succ F_2$ $v_1 \prec v_2$

Dvoradni cilindar s prolaznom klipnjačom



Ukoliko je potrebno ostvariti **iste sile i brzine kretanja klipa u oba smera kretanja klipa**, tada se koriste cilindri s prolaznom klipnjačom. Skuplji su od diferencijalnih cilindara, a zbog tri izvedena zaptivna mesta imaju velike gubitke trenja.

REGULACIONI UREĐAJI

U regulacione uređaje spadaju sve vrste ventila.

Njihova je funkcija:

- ◀ regulacija smera protoka radne tečnosti
- ◀ regulacija pritiska radne tečnosti
- ◀ regulacija protoka radne tečnosti

Prema svojoj funkciji ventili se dele na:

- ❑ razvodne ventile (razvodnike)
- ❑ ventile pritiska
- ❑ ventile protoka

HIDRAULIČKI RAZVODNI VENTILI

Hidraulički razvodnici omogućuju:

- start,
- reverziranje i
- zaustavljanje hidrauličkih motora.

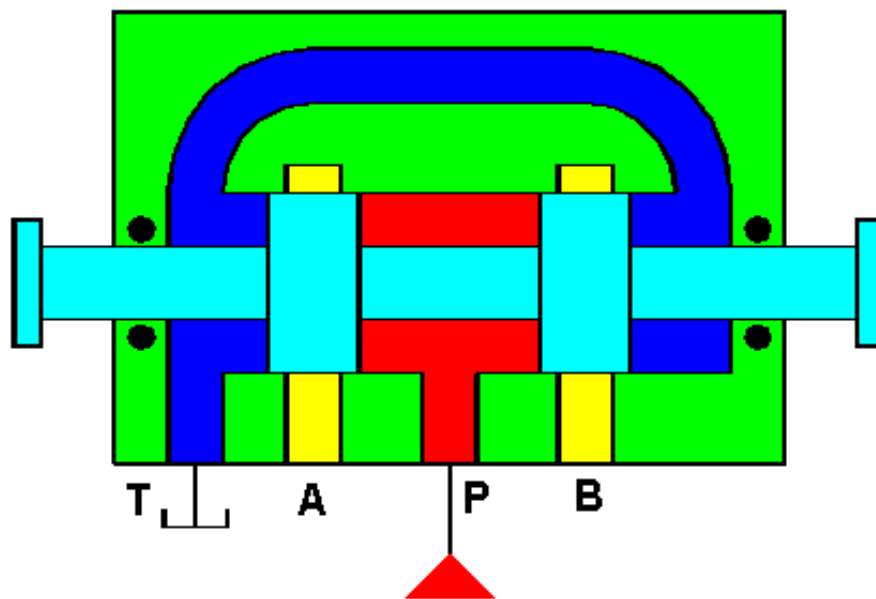
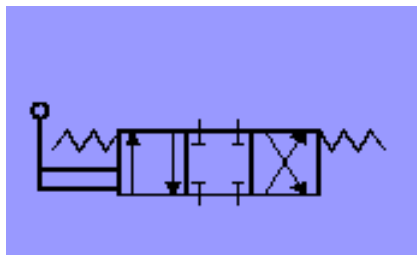
Osnovne funkcionalne karakteristike hidrauličkih razvodnika:

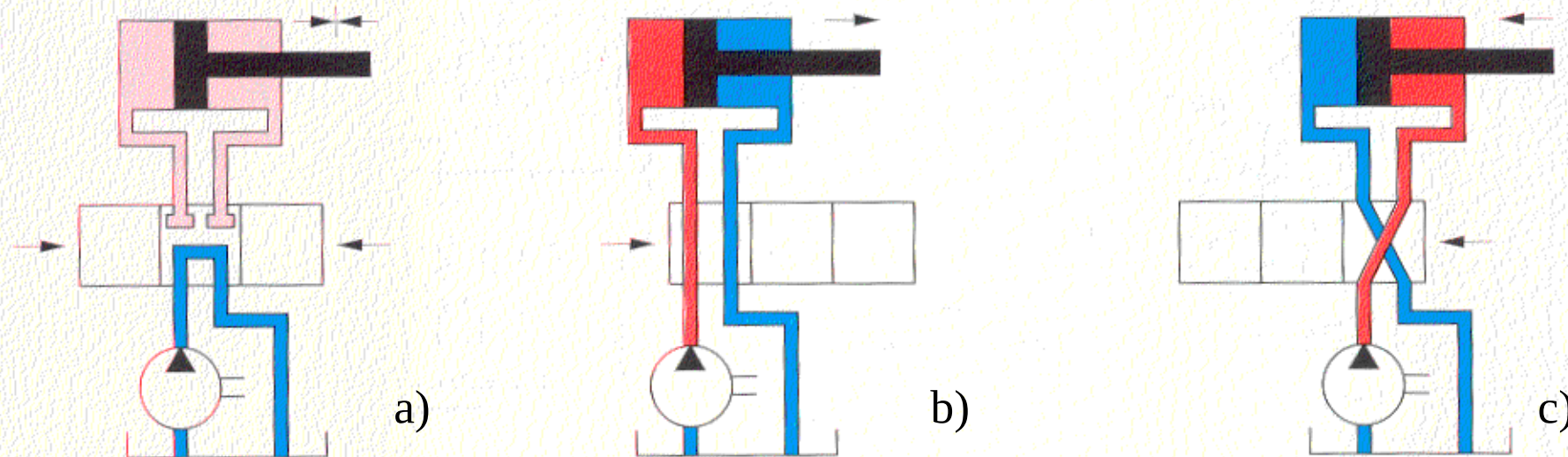
- broj radnih položaja,
- broj hidrauličkih priključaka na razvodniku,
- funkcija radnih položaja,
- način aktiviranja razvodnika i
- nazivna veličina NP priključnih otvora

Razvodni ventili

Razvodnim se ventilima reguliše **smer protoka** radne tečnosti. Dele se u tri grupe:

- ◀ s klipom koji se pomiče aksijalno
- ◀ s rotirajućim klipom
- ◀ ventilski razvodnici



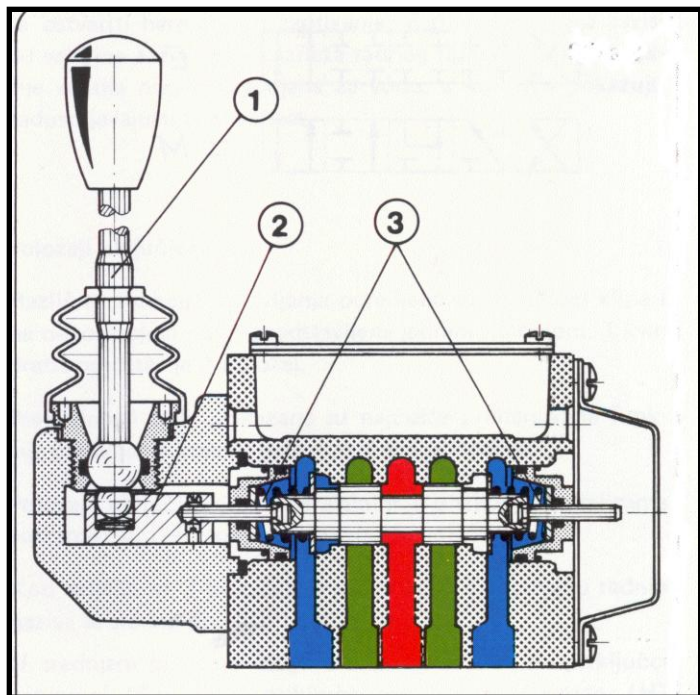


a) **Neutralni položaj** – Cilindar miruje. Pumpa pritiska ulje i preko razvodnika se vraća u spremnik. Pritisak ulja je takav da pokrije gubitke strujanja do spremnika.

b) **Izvlačenje klipa cilindra** – Ulje dolazi na klipnu stranu cilindra. Pritisak zavisi od opterećenju na klipnjači. Ulje sa strane klipnjače vraća se u spremnik.

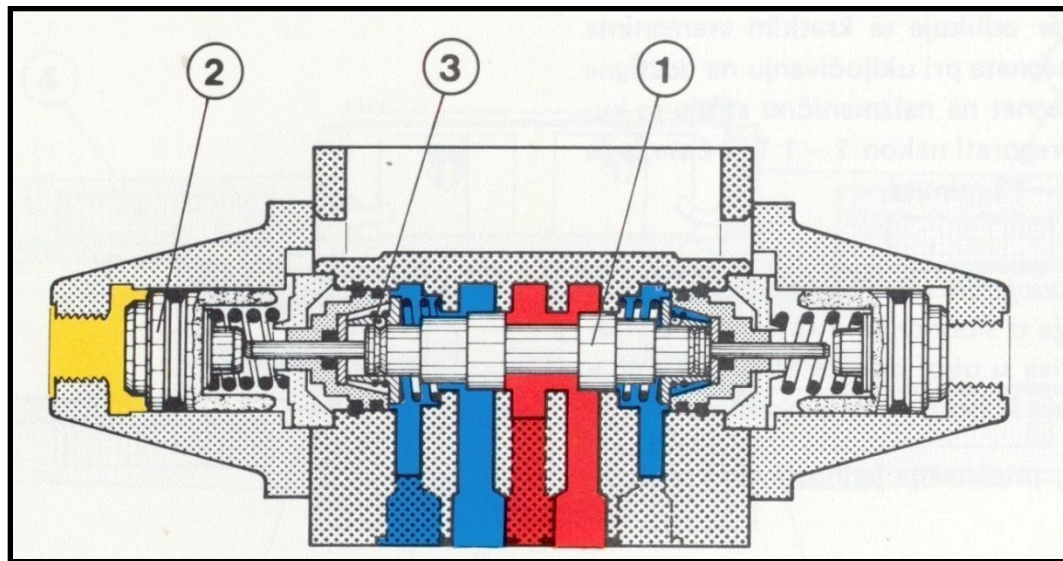
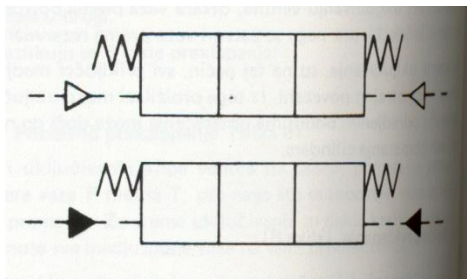
c) **Uvlačenje klipa cilindra** - Ulje pod pritiskom dolazi na stranu klipnjače. Klip se uvlači. Ulje sa strane klipa odlazi u spremnik.

Direktno aktivirani razvodnici

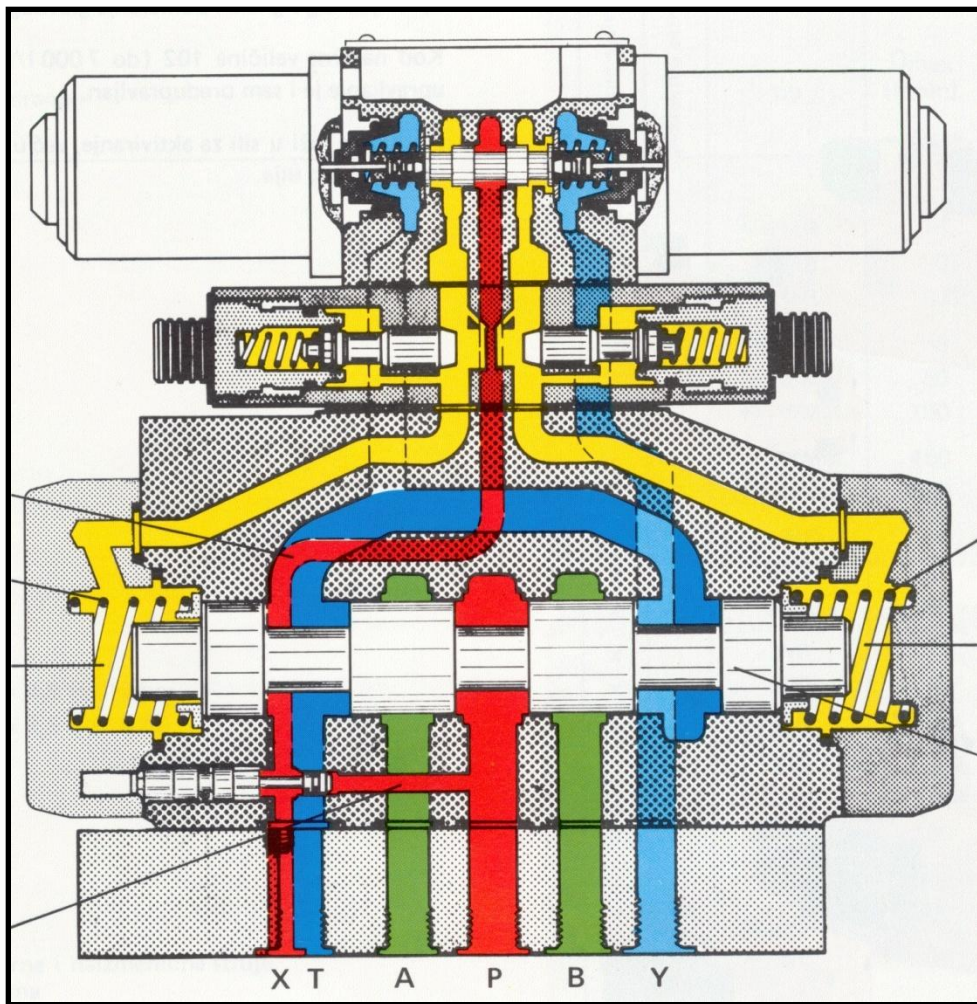


Ručno upravljanje razvodnikom

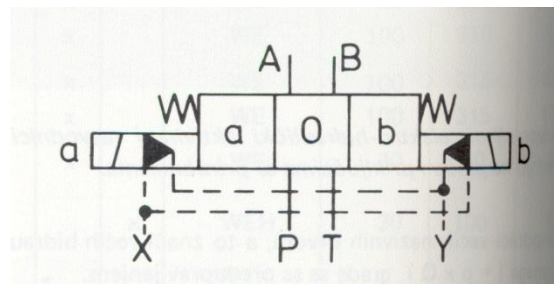
Hidrauličko ili pneumatsko upravljanje razvodnikom



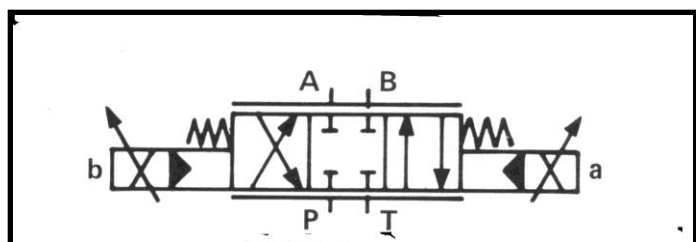
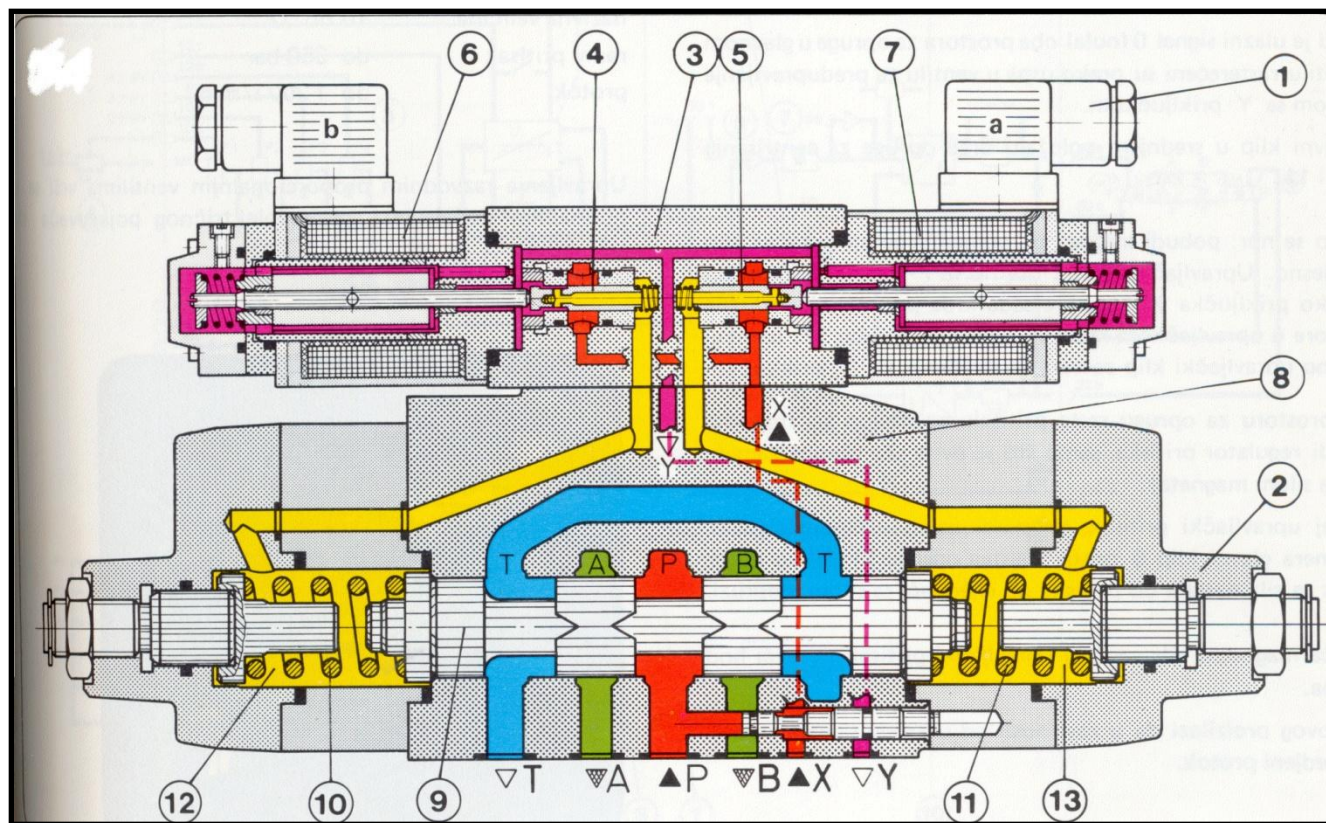
Indirektno upravljani razvodnici



Elektro-hidraulički aktiviran
razvodnik s opružnim
centriranjem

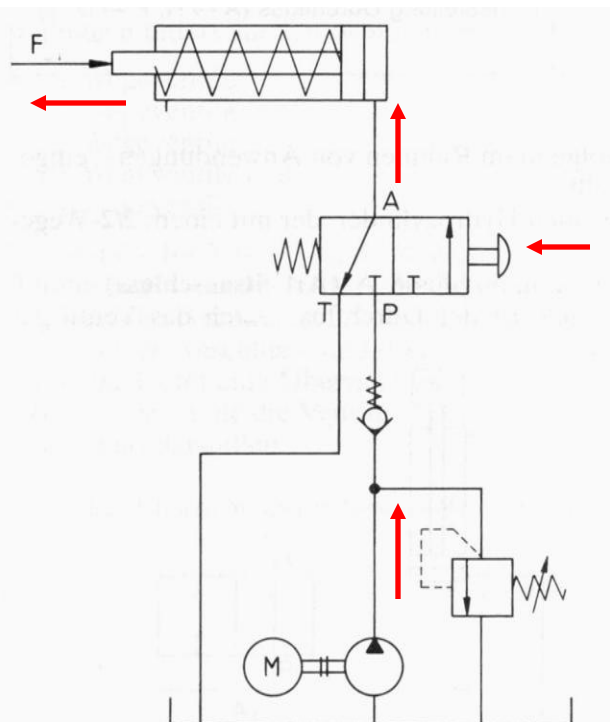


Proporcionalni razvodnici

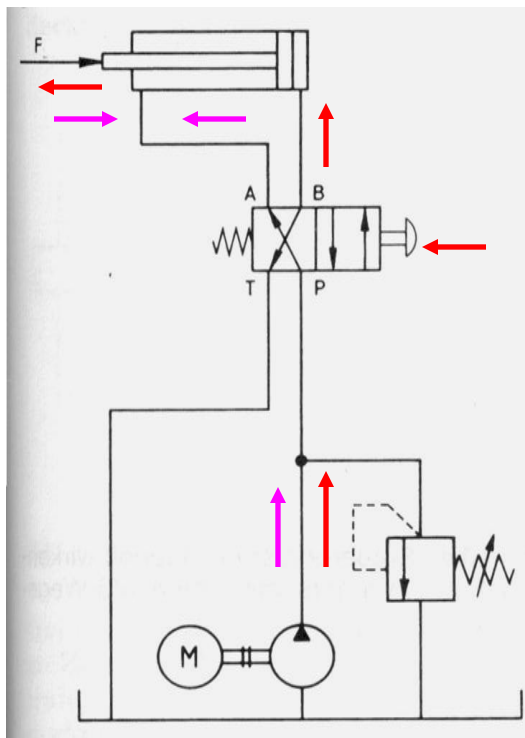


Izlazna veličina (protok) proporcionalna je jačini struje ulaznog signala. Upravljački pritisak pomiče klip glavnog razvodnika sve do one vrednosti kada se sila pritiska izjednači sa silom u opruzi.

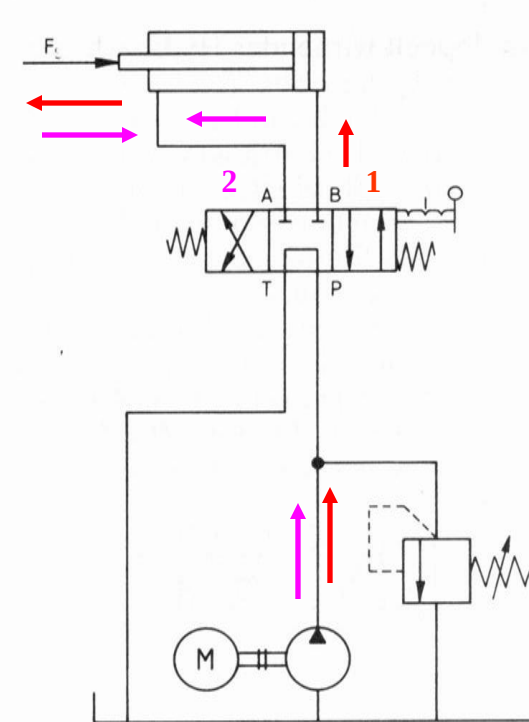
Izbor razvodnika prema funkciji



Upravljanje
jednoradnim cilindrom



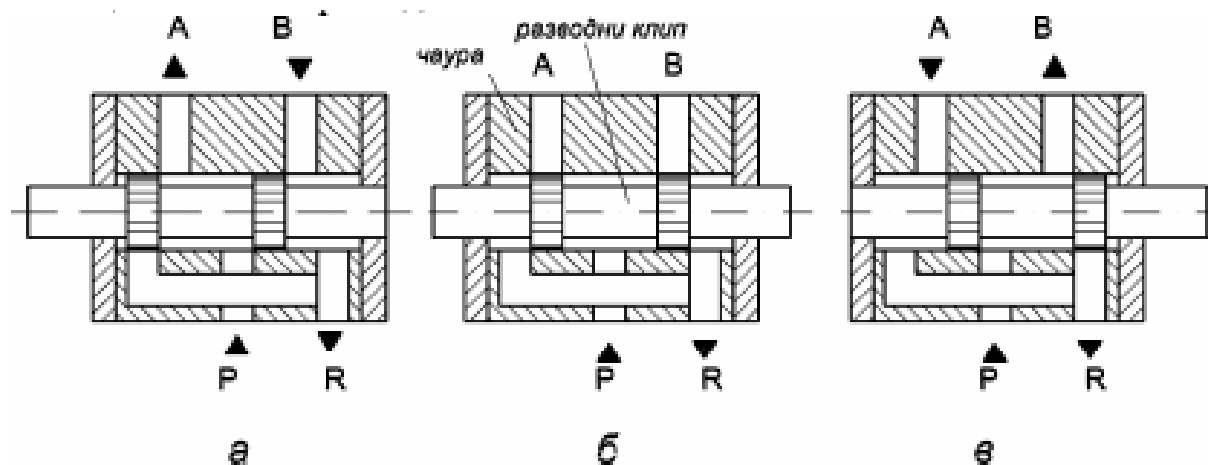
Upravljanje
dvoradnim
cilindrom



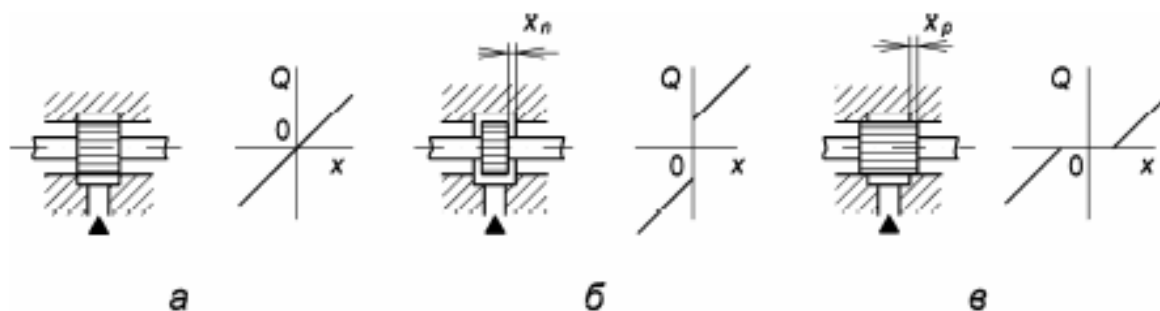
Upravljanje
dvoradnim cilindrom
(s neutralnim
položajem)

HIDRAULIČKI RAZVODNI VENTILI

Konstrukcija klipnog razvodnika :



Klipni razvodnik sa četiri priključka i tri radna položaja

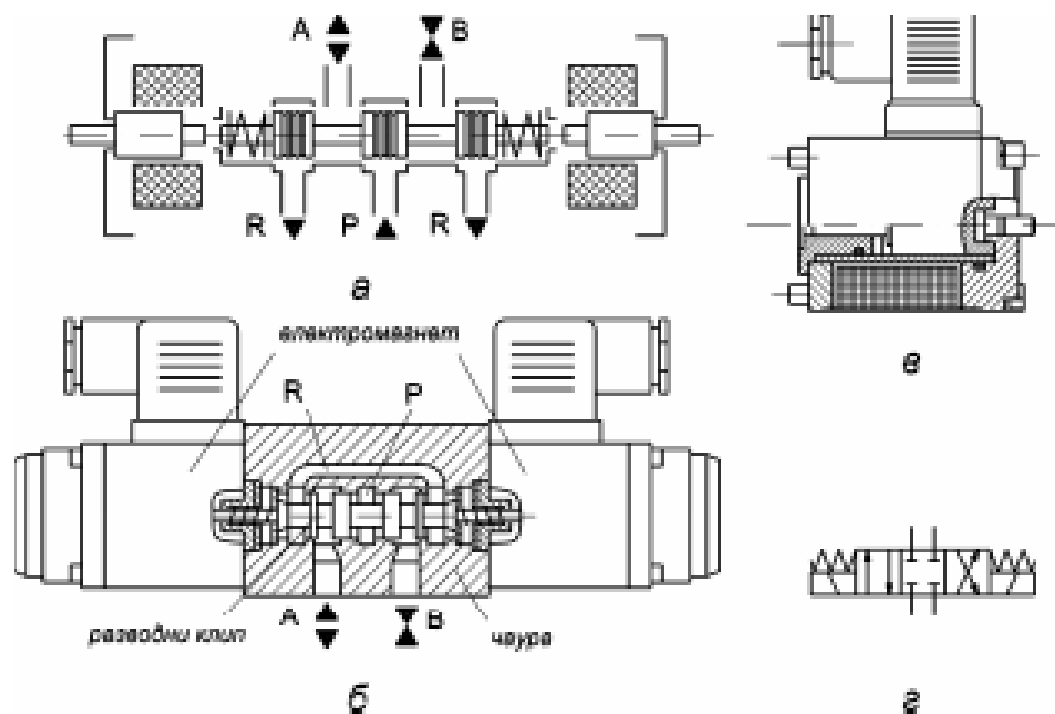


Nulto (a), negativno (b) i pozitivno (v) prekrivanje radnog polja

HIDRAULIČKI RAZVODNI VENTILI

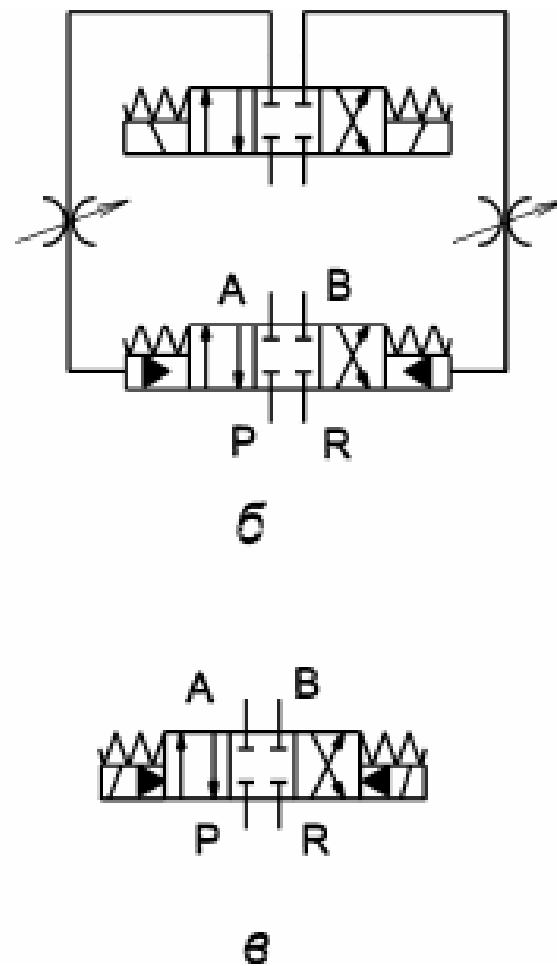
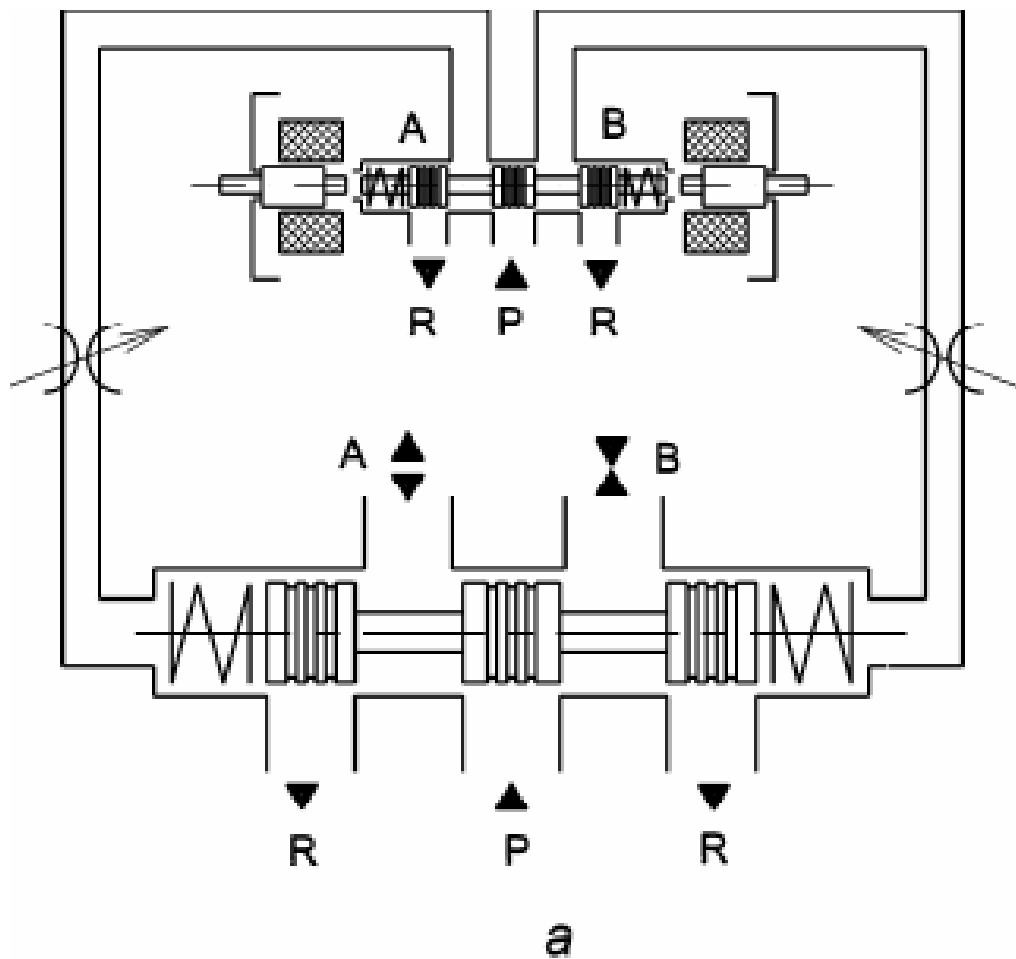
Aktiviranje klipnih razvodnika:

- *ručno (mehaničko),*
- *elektromagnetsko i*
- *hidrauličko*



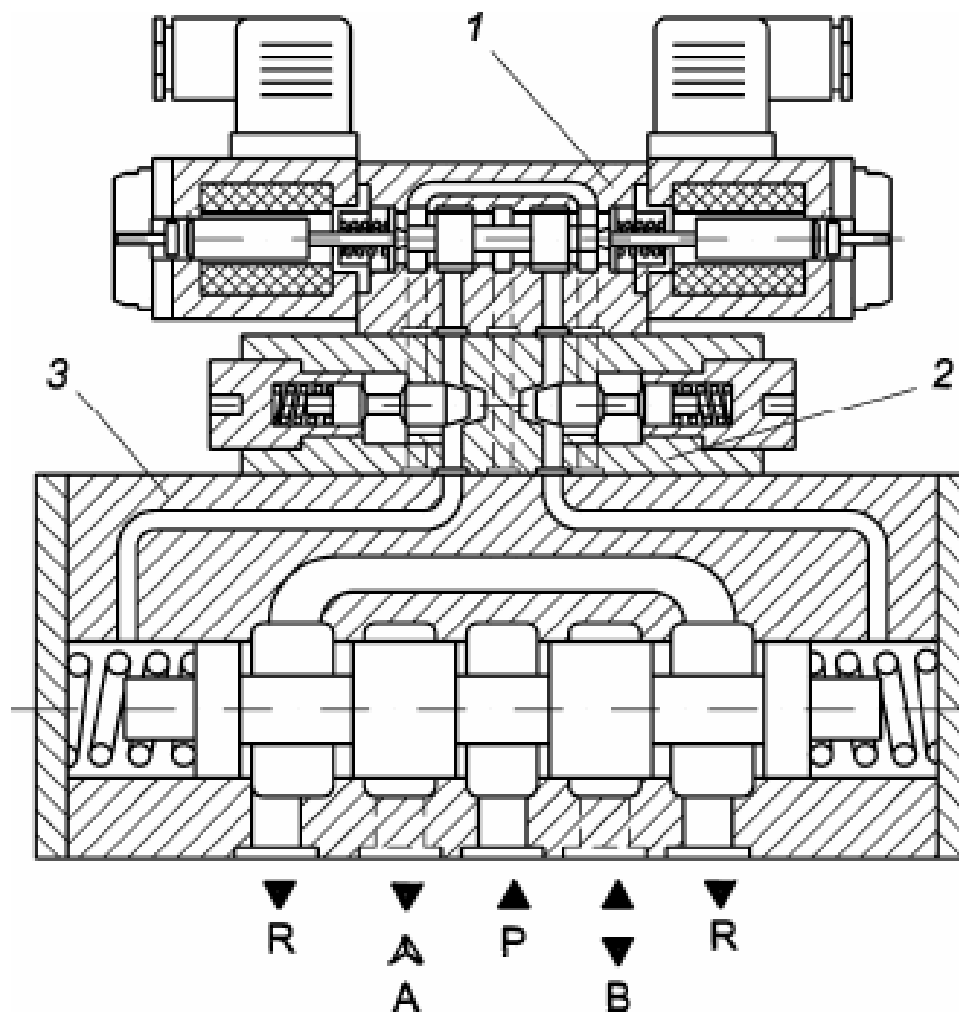
Elektromagnetsko aktiviranje (a) šematski prikaz, (b) konstrukcijsko rešenje, (v) elektromagnet i (g) hidraulički simbol

HIDRAULIČKI RAZVODNI VENTILI



*Hidrauličko aktiviranje (a) šematski prikaz b) funkcionalna šema i
(v) hidraulički simbol*

HIDRAULIČKI RAZVODNI VENTILI

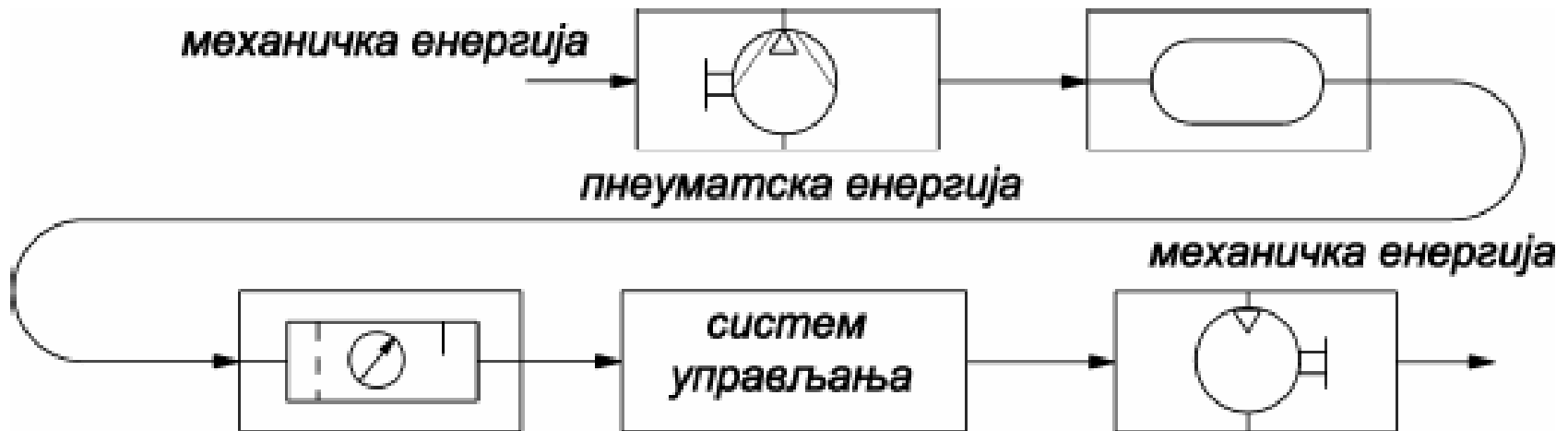


Tipična konstrukcija elektrohidrauličkog klipnog razvodnika 4/3

1- pilot elektromagnetski razvodnik, 2- prigušivač i 3 - klipni razvodnik 4/3

PNEUMATSKI ELEMENTI I SISTEMI

PNEUMATSKI SISTEM je tehnički sistem, koji u opštem slučaju, predstavlja skup uređaja sposobnih da vrše prenos energije i informacija pomoću **vazduha** (gasa).



Šematski prikaz pneumatskog sistema

Postoji više ***vrsta pneumatskih sistema*** koji su našli primenu u tehničkoj praksi zavisno od ***radnog pritiska*** koji se kreće od 0,1 bara pa do 2000 bara i više:

- vakuumska tehnika (radni pritici max 0,1 bar),
- fluidika (radni pritisak max 2 bara),
- industrijska pneumatika (radni pritisak max 15 - 30 bara),
- pneumatika visokog pritiska (radni pritisak max 200 bara) i
- pneumatika ekstremno visokog pritiska (radni pritisci preko 1000 bara)

Osnovni parametri koji određuju stanje vazduha u pneumatskom sistemu su:

- *pritisak,*
- *temperatura i*
- *gustina vazduha.*

Pneumatski sistemi se koriste u mnogim oblastima tehnike:

- mašine za obradu drveta, plastike, gume, metala;
- prehrambena industrija;
- tekstilna industrija;
- transportna sredstva, autobusi, kamioni;
- mehanizacija i automatizacija utovara i istovara;
- brodogradnja, vazduhoplovstvo, rudarstvo i energetika.

Elementi pneumatskih sistema

- **Kompresori i kompresorska stanica,**
- **Pripremna grupa za vazduh,**
- **Razvodni ventili,**
- **Pneumatski cilindri i**
- **Pneumatski motori**

Kompresori i kompresorska stanica

Kompresori su komponente pneumatskog sistema kojima se mehanička energija pogonskog motora pretvara u pneumatsku, odnosno u energiju sabijenog vazduha.

Prema **kretanju radnog elementa** kompresori se dele na:

- translatorne (klipni i membranski kompresor)
- obrtne (krilni kompresor i turbokompresor).

Prema **principu rada** kompresori se dele na:

- zapreminske (klipni, membranski i krilni) i
- strujne (turbokompresor).

Za **industrijske primene** najčešće se koriste **klipni kompresori**, i, malo ređe, ostali zapreminski kompresori, dok se strujni koriste samo za neke specijalne namene

Klipni kompresori mogu biti:

- jednostranog dejstva (*jednoradni*) i
- dvostranog dejstva (*dvoradni*),

zavisno od toga da li se sabijanje vazduha vrši u oba smera kretanja ili samo jednom.

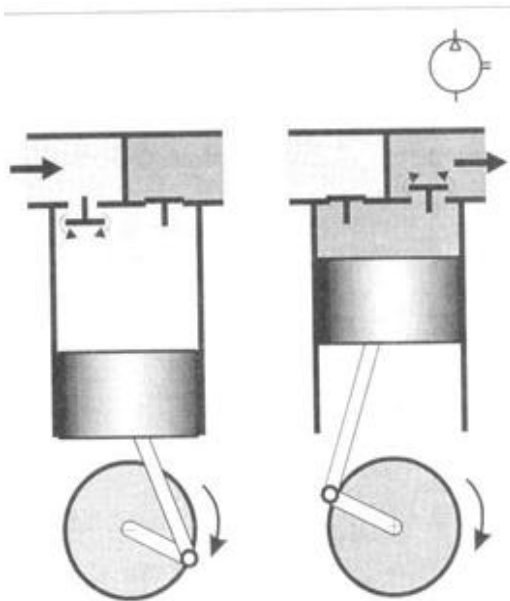
Pored toga, možemo ih podeliti i na:

- jednostepene (do 10 *bara*) i
- dvostepene (do 15 *bara*),

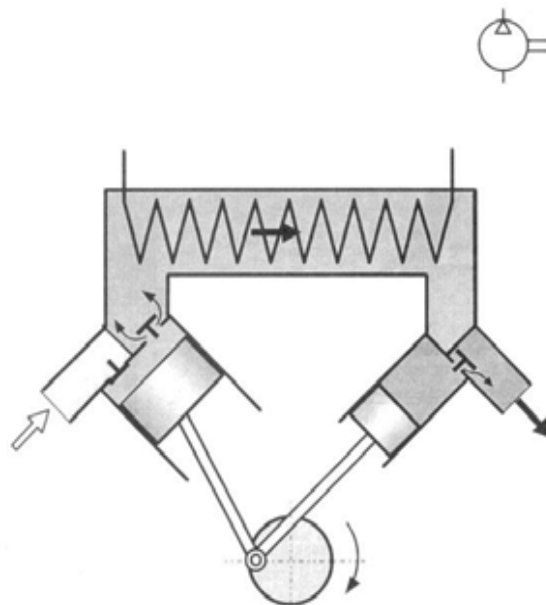
zavisno od toga da li se sabijanje vazduha vrši jednom ili dva puta pri jednoj rotaciji.

Kompresorsku stanicu čine: kompresor, pogonski motor, sigurnosni uređaji, filteri za vazduh, uređaji za sušenje vazduha, rezervoari za vazduh i prenosnici mehaničke i pneumatske energije.

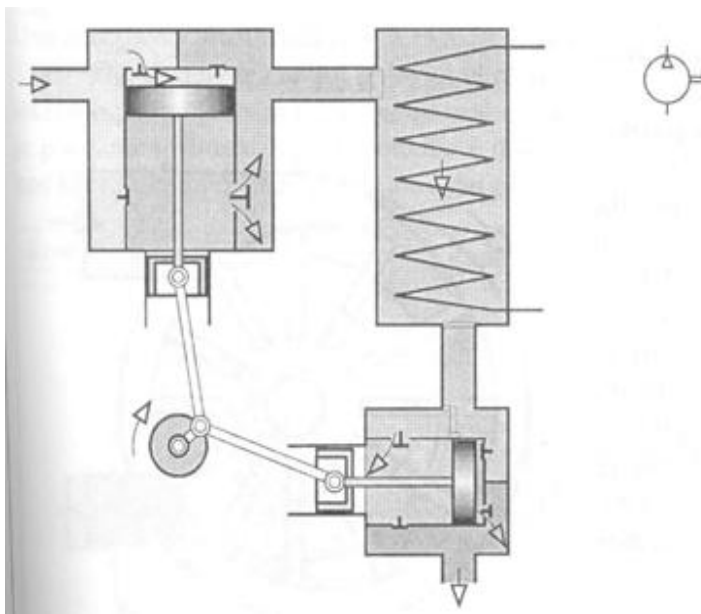
Klipni kompresori



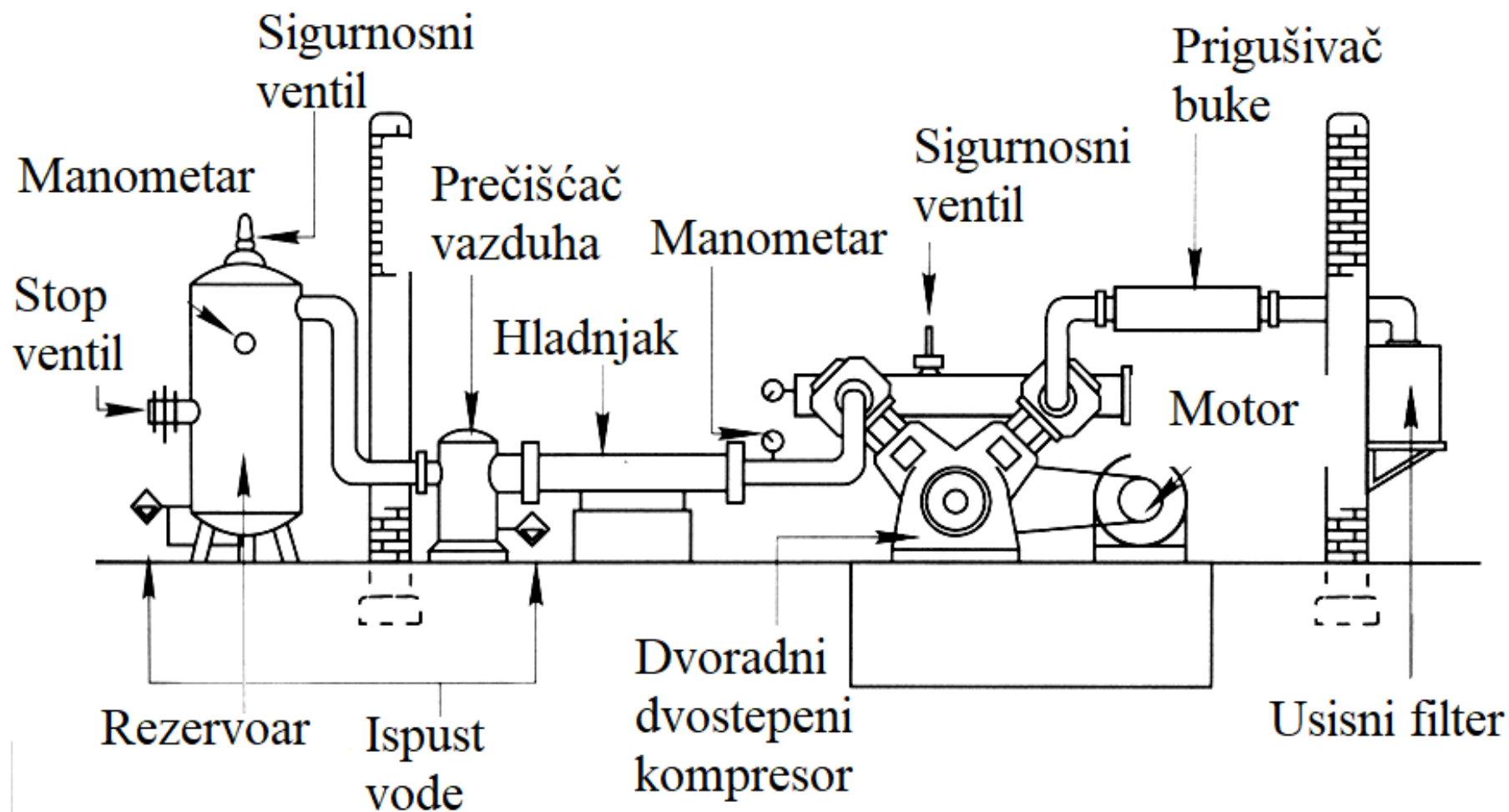
*jednoradni jednostepeni
kompresor (levo),*



*jednoradni dvostepeni
kompresor (desno),*



*dvoradni dvostepeni
kompresor (dole)*



Šematski prikaz jedne kompresorske stanica



Kompresorska stanica ABAC A29B 50 CT3 V230

Pripremna grupa za vazduh

- Vazduh pod pritiskom koji dolazi iz rezervoara sadrži metalne i nemetalne čestice, vodenu paru, pare ulja i drugih tečnosti.
- Stoga svaki pneumatski sistem mora na svom ulazu imati pripremnu grupu za vazduh koja se sastoji od:
 - prečistača vazduha,
 - regulatora pritiska i
 - zauljivača.

Prečistača vazduha se nalazi na samom ulasku u pneumatski sistem i njegova uloga jeste da vazduh očisti od metalnih i nemetalnih nečistoća kao i vodene pare i drugih tečnosti koliko je to moguće.

Regulator pritiska je ventil koji podešava pritisak. Nalazi se nakon prečišćavača vazduha i njegova uloga jeste da obezbedi stabilan pritisak vazduha ka ostalim elementima pneumatskog sistema, bez obzira na promene pritiska u razvodnoj mreži.

Zauljivač vazduha koji se nalazi na samom kraju pripremne grupe služi da vazduh koji ide prema izvršnim elementima obogati sitnim česticama ulja koje podmazuju pokretne metalne delove elementa kako bi ih zaštitili od korozije.

Razvodni ventili

Razvodni ventili (razvodnici) su elementi pneumatskih sistema kojima se vazduh pod pritiskom usmerava i razvodi prema izvršnim elementima, odnosno koji služe za upravljanje izvršnih elemenata.

Razvodnici se razlikuju prema sledećim karakteristikama :

- tip;
- veličina;
- način aktiviranja;
- dužina trajanja signala;
- konstrukcija.

Tip razvodnika određen je brojem priključaka i razvodnih položaja. Oznaka tipa razvodnika stavlja se ispred naziva, npr “3/2 razvodnik” i označava razvodnik sa tri priključka i dva razvodna položaja.

Veličina razvodnika opisana je priključnom merom odnosno nazivnim promerom (npr. $\frac{1}{4}$ "). Veličina se bira prema protoku medija.

Aktiviranje može biti neposredno i posredno (neposredni i posredni razvodnici). Mogući načini (neposrednog) aktiviranja razvodnika su:

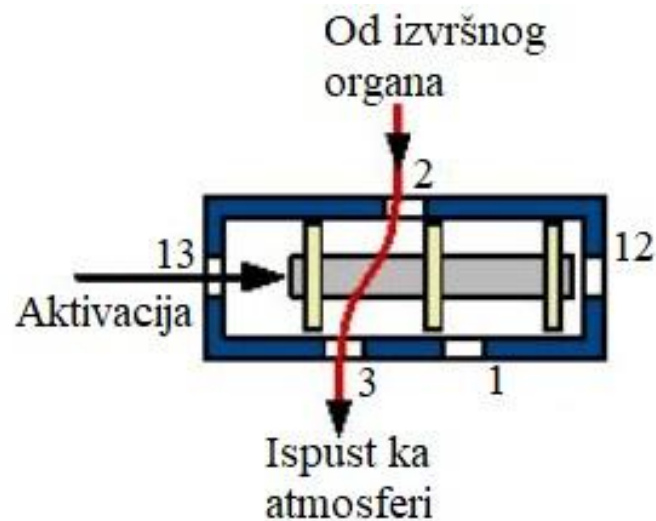
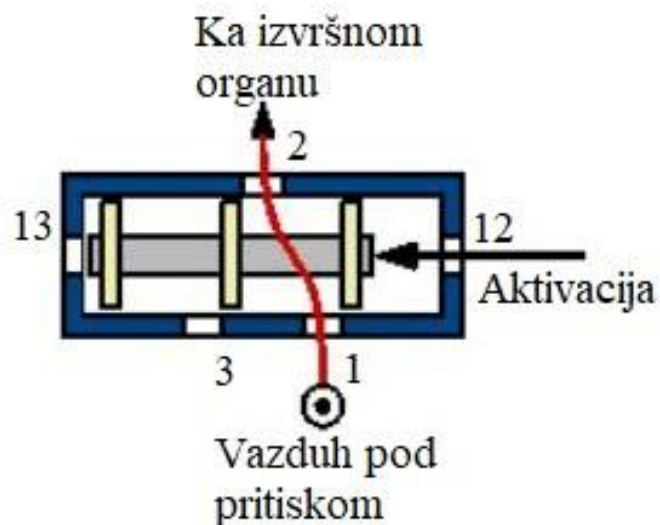
- ručno;
- mehaničko;
- vazdušno (pneumatsko);
- električno;
- kombinovano.

Prema dužini trajanja signala potrebnog za aktiviranje razvodnika, razvodnici se dele na:

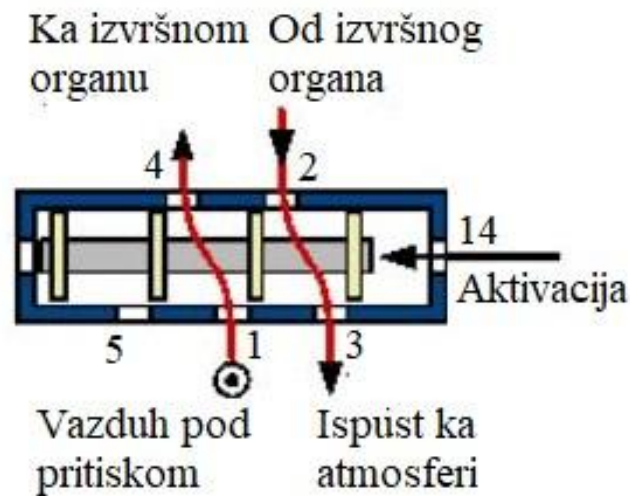
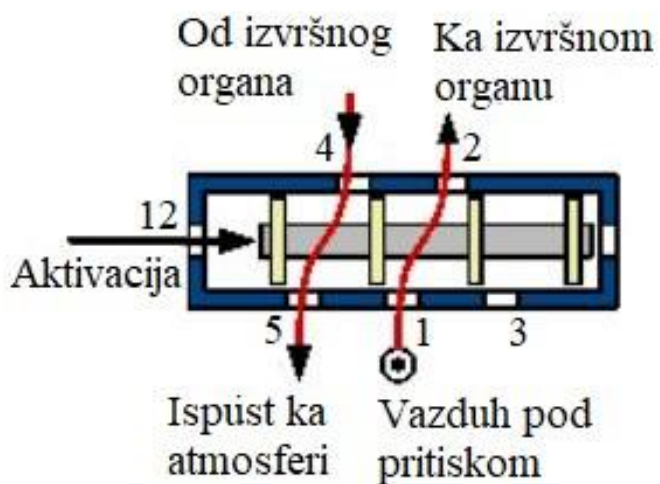
- razvodnike sa trajnim aktiviranjem (monostabilni) koji su aktivirani samo dok traje pobudni signal;
- razvodnike sa trenutnim aktiviranjem (bistabilni) koji su trajno aktivirani kratkom signalom – impulsnom pobudom.

Prema konstrukciji razvodnici se dele na:

- razvodnike sa kliznim prekrivanjem (klipni i pločasti razvodnici);
- razvodnici sa sedištem (ravni, konusni, kuglasti).



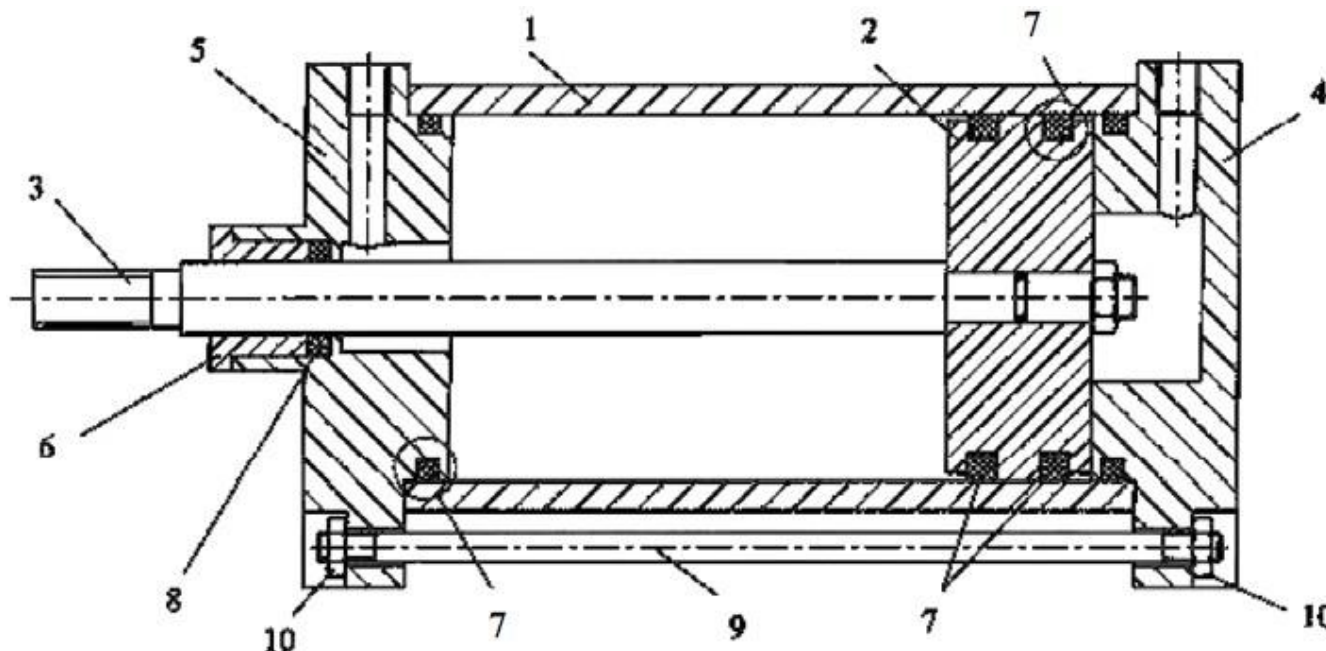
Razvodni ventil 3/2, razvodni položaj prema izvršnom organu (levo) i od izvršnog organa prema atmosferi (desno).



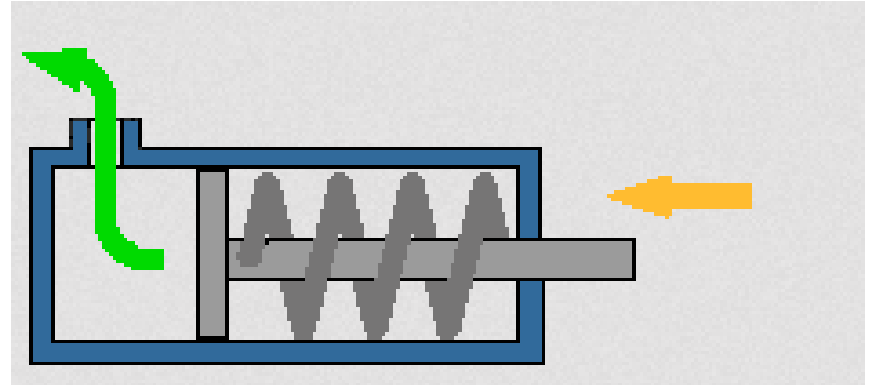
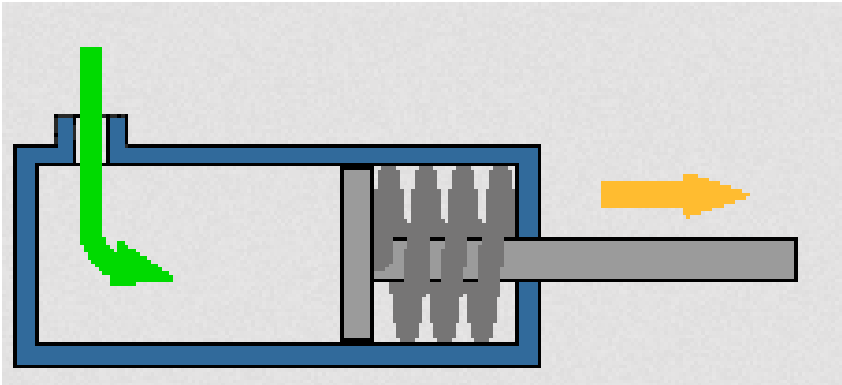
Razvodni ventil 5/2, razvodni položaj 1-2 (levo) i 1-4 (desno)

Pneumatski cilindri

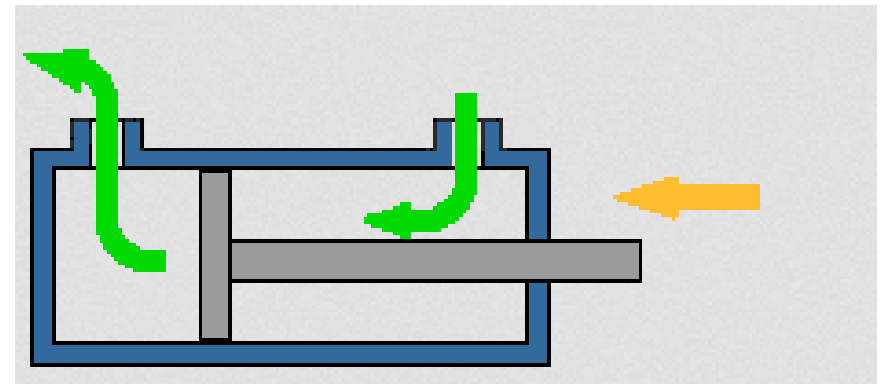
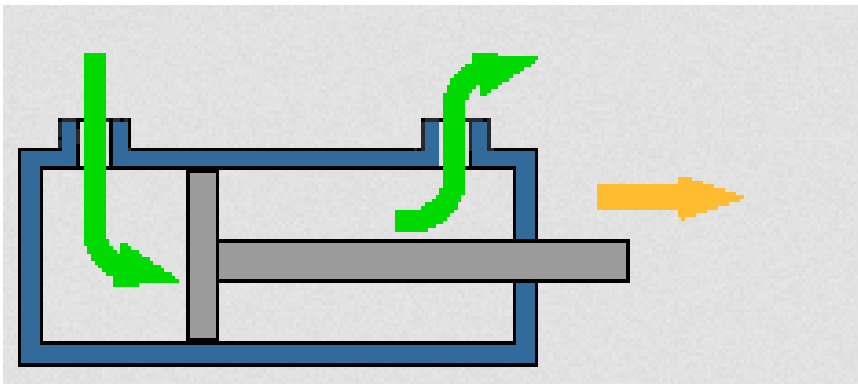
U pneumatskim sistemima, cilindar je najčešći izvršni element. On ustvari spada u translatorne pneumatske motore, pošto je kretanje koje on realizuje – translatorno.



Pneumatski cilindar: 1. plašt cilindra (košuljica), 2. klip, 3. klipnjača, 4. zadnji poklopac, 5. prednji poklopac, 6. vođica klipnjače, 7. zaptivka klipa (manžetna), 8. zaptivka klipnjače (manžetna), 9. šipka za spajanje, 10. matice za spajanje

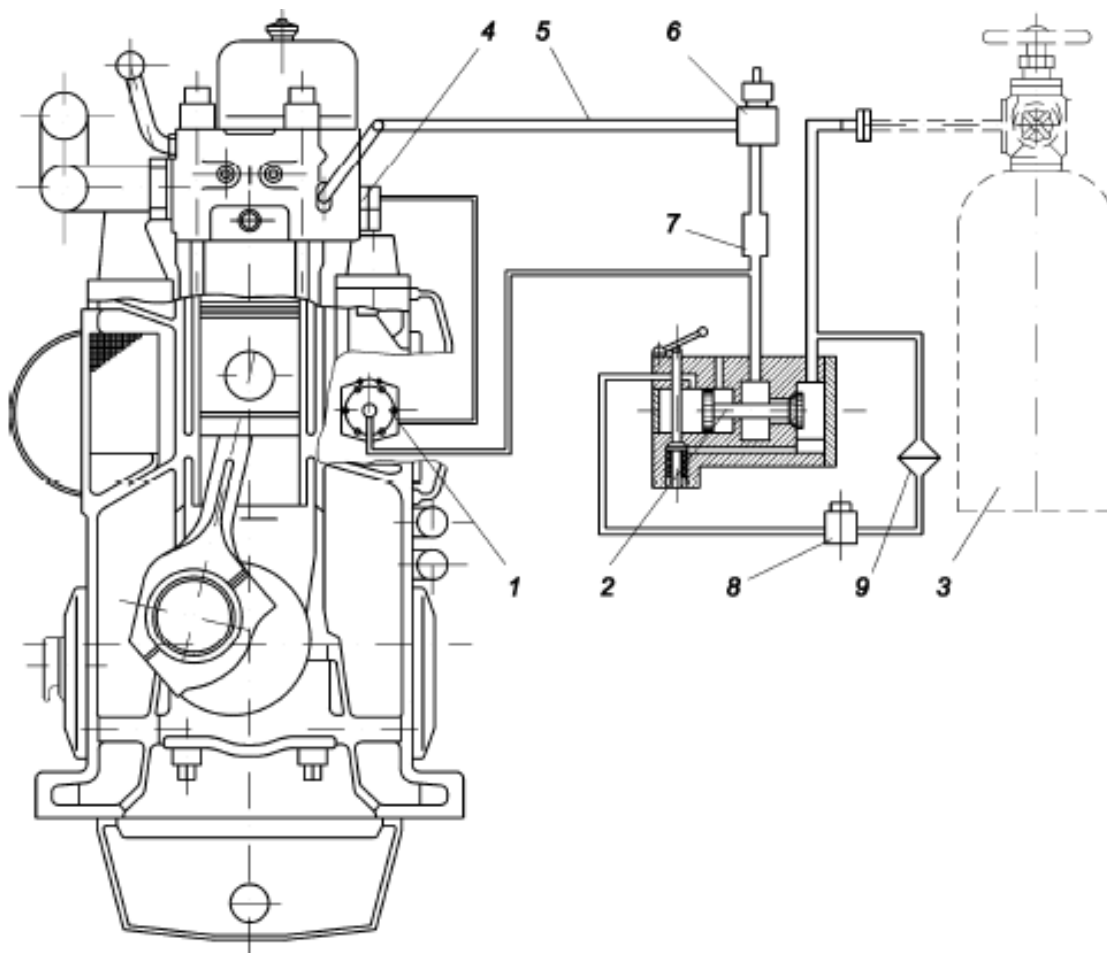


Radni položaj (levo) i povratni položaj (desno) cilindra jednosmernog dejstva).



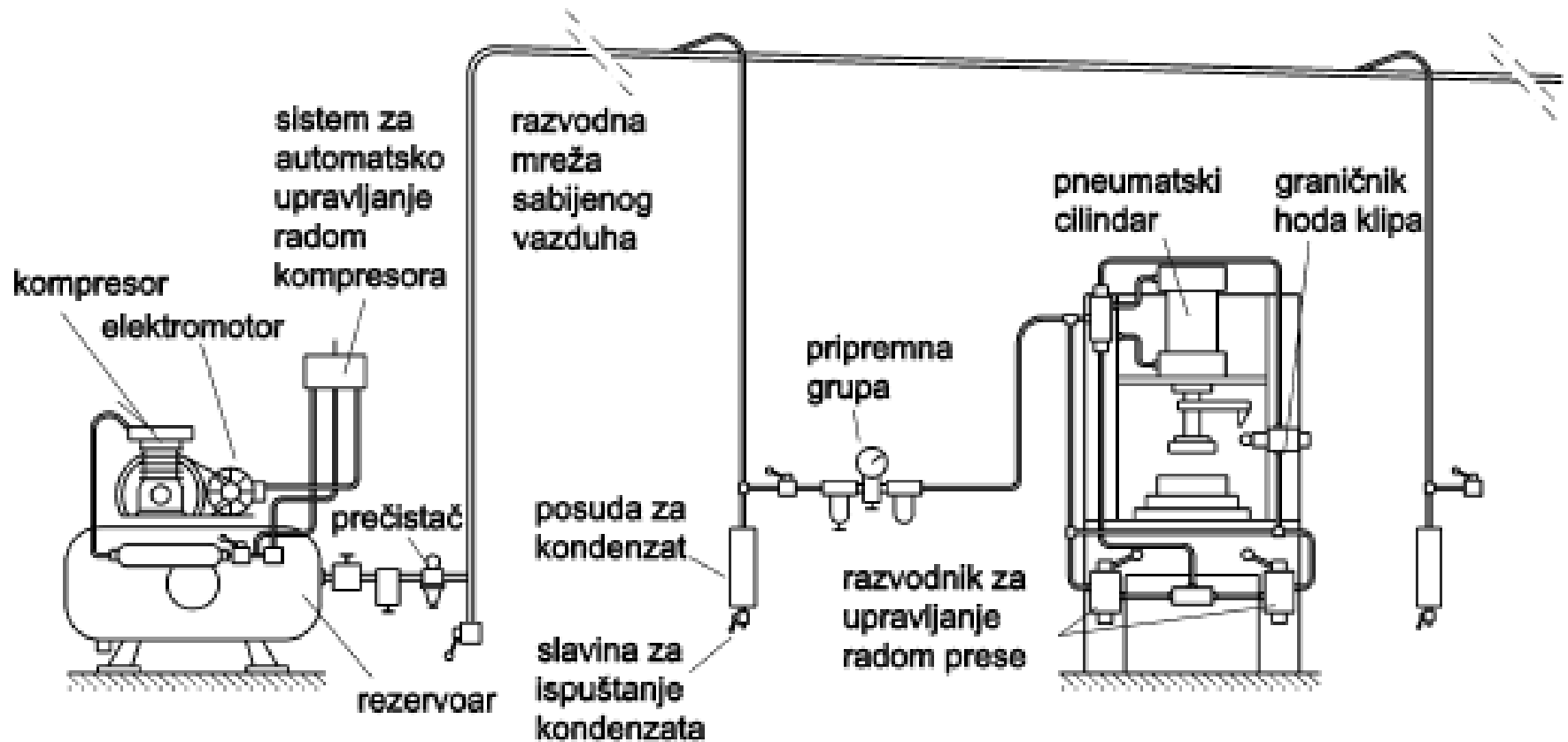
*Radni položaji klipnjače cilindra dvosmernog dejstva
izvlačenja (levo) i uvlačenja (desno)*

Karakteristične primene pneumatskih sistema



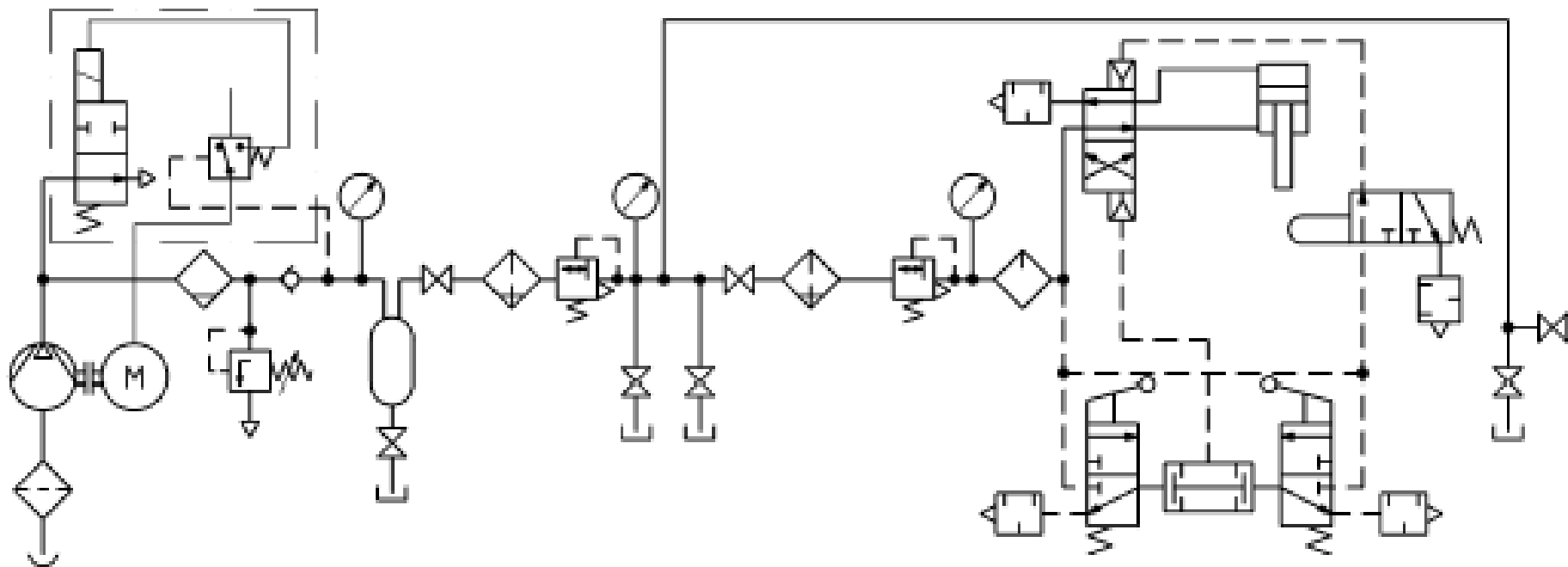
Pneumatski sistem za start dizel motora: 1 - razvodni ventil, 2 - klipni razvodnik za start, 3 - čelična boca, 4 - ventil na glavi cilindra, 5 - cevovod, 6, 9 i 7 ventili, 8 - prečistač

Karakteristične primene pneumatskih sistema



Pneumatski sistem za pogon prese

Karakteristične primene pneumatskih sistema



Funkcionalna šema pneumatskog sistema za pogon prese

Prednosti pneumatskih sistema:

- ne postoji opasnost od eksplozije ili požara, pa su vrlo pogodni za primenu u industriji obrade drveta, nafte, boja i lakova, eksploziva itd,
- moguć je na relativno jednostavan način prenos pneumatske energije na veće udaljenosti,
- neosetljivost na preopterećenje, pa se pneumatski izvršni motori mogu preopteretiti do zaustavljanja, a da pri tome ne nastanu nikakva oštećenja,
- nisu osetljivi na radijaciju, magnetsko i električno polje i na druge oblike zagađenosti okolne atmosfere,
- sabijeni vazduh može biti čist, pa kod eventualnih propuštanja, kao i izduvavanja u atmosferu ne prlja uređaje i okolinu (pogodan je za upotrebu u prehrambenoj industriji),
- pneumatski sistemi nemaju povratne vodove,
- jednostavno održavanje i laka zamena delova s obzirom na standardne elemente,
- mala masa (komponente su lakše od električnih za istu snagu),
- komponente su robusne i otporne na vibracije.

Nedostaci pneumatskih sistema:

- zbog stišljivosti vazduha, sile na klipnjači su ograničene,
- sabijeni vazduh kao medijum je skuplji od ekvivalentnog medijuma za isti proizvodni rad ostvaren električnom energijom ili uljem u hidrauličnom sistemu. U proseku, potrebno je oko 0,12 kWh električne energije za dobijanje 1 m³ sabijenog vazduha na 6 *bara*,
- kod ekspanzije vazduha u atmosferu, nakon izvršenog rada stvara se znatna buka,
- zbog stišljivosti vazduha nije moguće postići male i konstantne brzine kretanja izvršnih organa i
- prenos signala na veće udaljenosti je ipak ograničen.