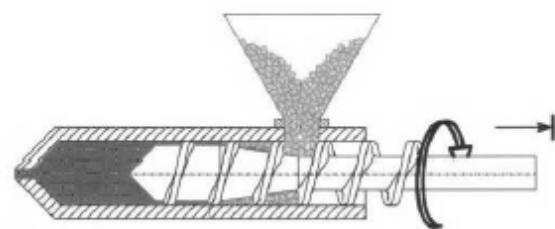
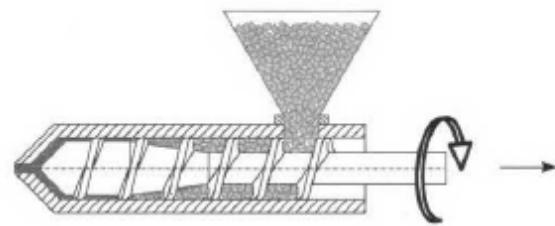
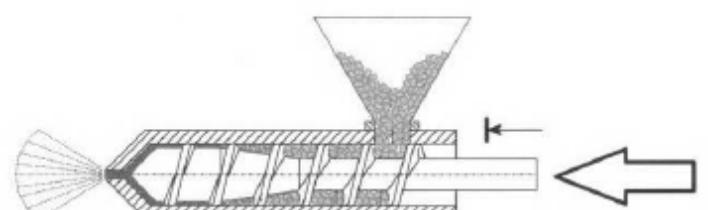
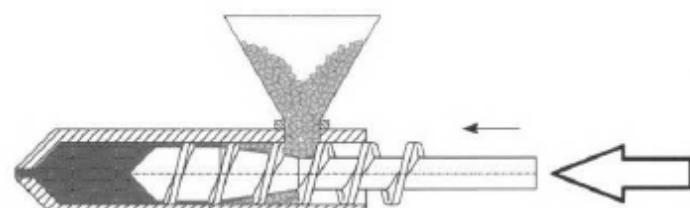


MAŠINE I UREĐAJI ZA PRERADU PLASTIKE

Vrste pogonskog sistema jedinice za IP

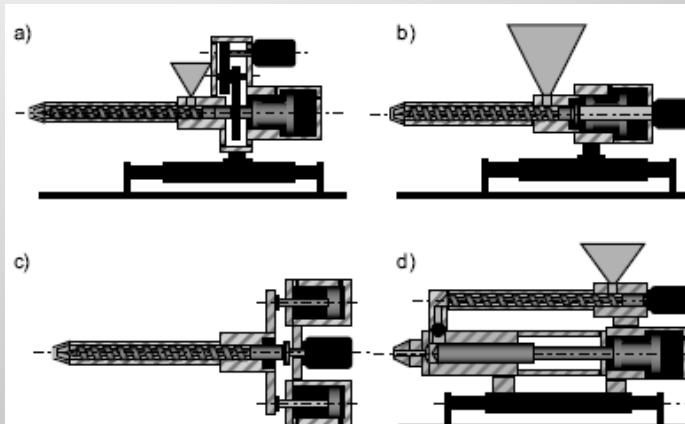


Plastication: Rotary function
Screw is rotating with setted screw speed
and is running back to the setted point.

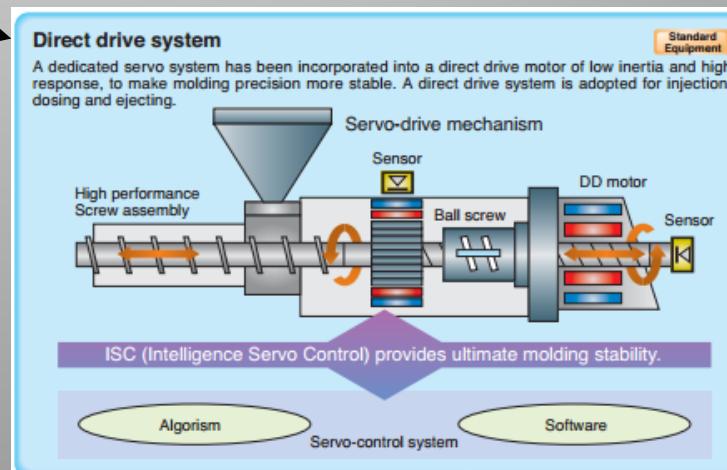


Injection: Translatory movement
Screw moves forward without rotation with a set injection speed.

- 1. ELEKTRO-HIDRAULIČNI**
- 2. ELEKTRO-MEHANIČKI**
- 3. HIBRIDNI**



: Drive systems of injection units; a) Fast rotating electric or hydraulic motor with gear.
b) Direct driven screw by an electric or hydraulic motor with slow rotation, c) Two cylinder in parallel position and slow rotating motor, d) Unit with screw plastication and ram injection



Pogonski sistem jedinice za IP

	Characteristics	Drive system		
		Electrohydraulic	Electromechanical	Hybrid ¹
Function	Mold closing / mold opening	+	o	+
	Part ejection	+	o	+
	Core pull put	+	-	+
	Injection unit forward/back	+	o	+
	Injection	+	o	+
	Plastication	o	+	+
Precision	Nominal variation of positioning	>	<	>
	Reproduction of settings	>	<	>
	Thermal equilibrium	>	<	>
	Start preparation	>	<	>
	Availability	<>	<>	<>
Maintenance	Consumption of replacement parts / replacement expense	>	<	>
	Servicing expense	>	<	>
	Hydraulic oil management	>	<	>
	Wear of movable control parts and movable elements	<	>	<
Costs	Efficiency	>	<	(<)
	Energy costs	>	<	(<)
	Consumption of cooling water	>	<	(<)
	Initial costs	<	>	(>)
Others	Work place hygiene	>	<	>
	Heat development	>	<	>
	Noise emissions	>	<	>
	Dirt	>	<	>

(+ suitable, o acceptable, - unsuitable, < better, <> neutral, > poorer)

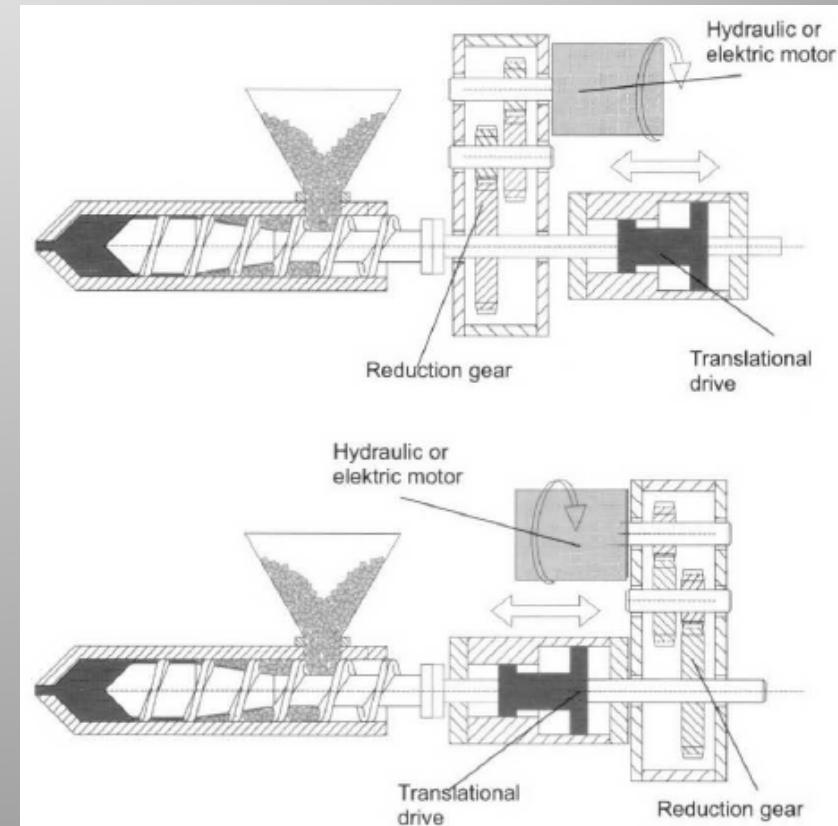
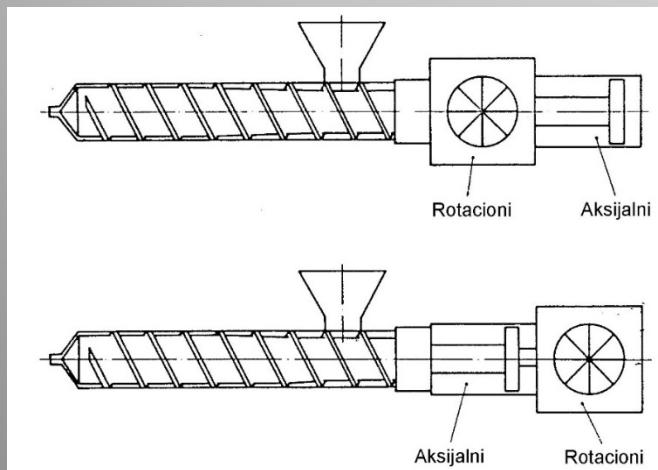
Pogonski sistem za obrtno kretanje puža

Vrste elektro-hidrauličnog pogona:

- elektromotor sa reduktorom (puž ili zupčanici)
- hidromotor sa reduktorom
- direktni hidropogon

Položaj pogonskog sistema:

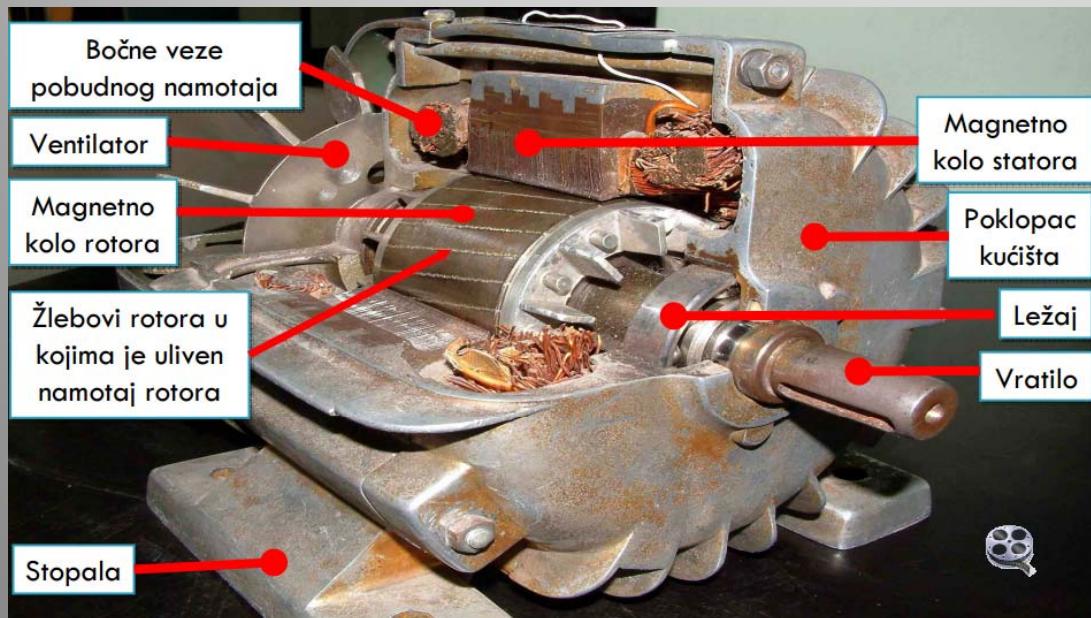
- lokacija između puža i hidrocilindra
- iza hidrocilindra



ELEKTROMOTOR

Višefazni kavezni (asinhroni) motori

- ✓ Prednosti asinhronih motora u odnosu na ostale vrste električnih motora su: niža cena, jednostavnost konstrukcije, manji momenat inercije, robusnost, pouzdanost, sigurnost u radu i lako održavanje.
- Nedostaci su vezani za uslove pokretanja (veliki obrtni moment i jačina struje - 5-8 puta je veća od nominalne struje) i mogućnost regulisanja brzine obrtanja u širokim granicama.



Višefazni kavezni (asinhroni) motori

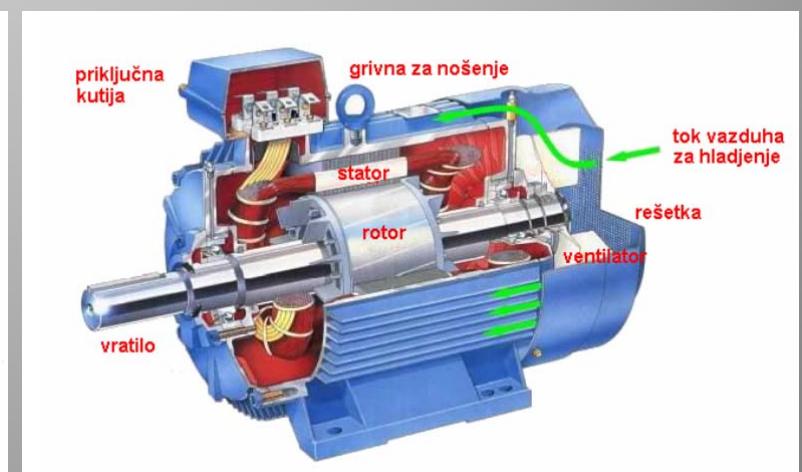
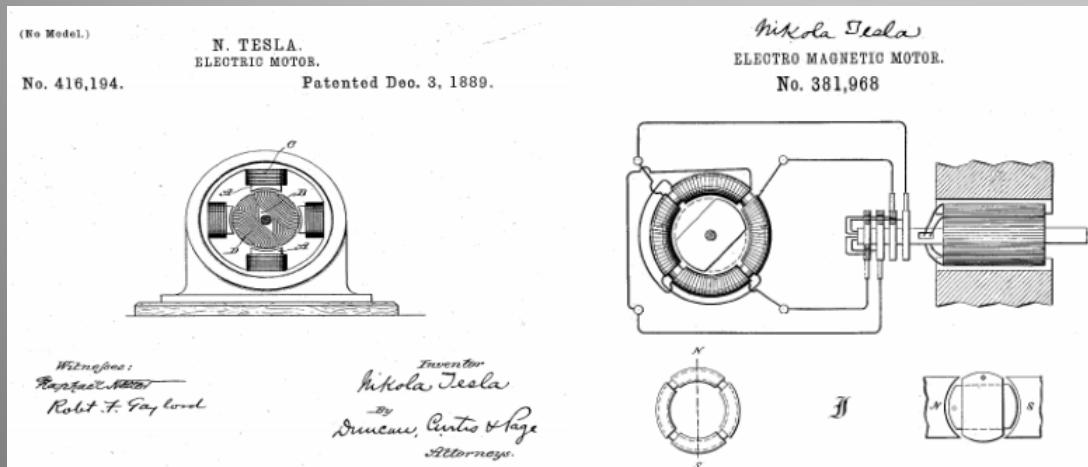
- Asinhroni elektromotor ima startni obrtni moment koji je 1,5 puta veći u odnosu na isti pri punom opterećenju pri normalnom naponu. Da bi se startni obrtni moment smanjio (kod velikih mašina - preko 370KW) potrebno je smanjiti napon. Na taj način startni obrtni moment iznosi 1/3 od istog pri direktnom napajanju.
- Elektromotori mogu da rade i sa vrlo velikim ali kratkotrajnim preopterećenjem koja idu i do 275%.
- Broj obrtaja elektro motora zavisi od frekvencije napona i broja polova:

$$N = 120 \frac{f}{P}$$

f – frekvencija

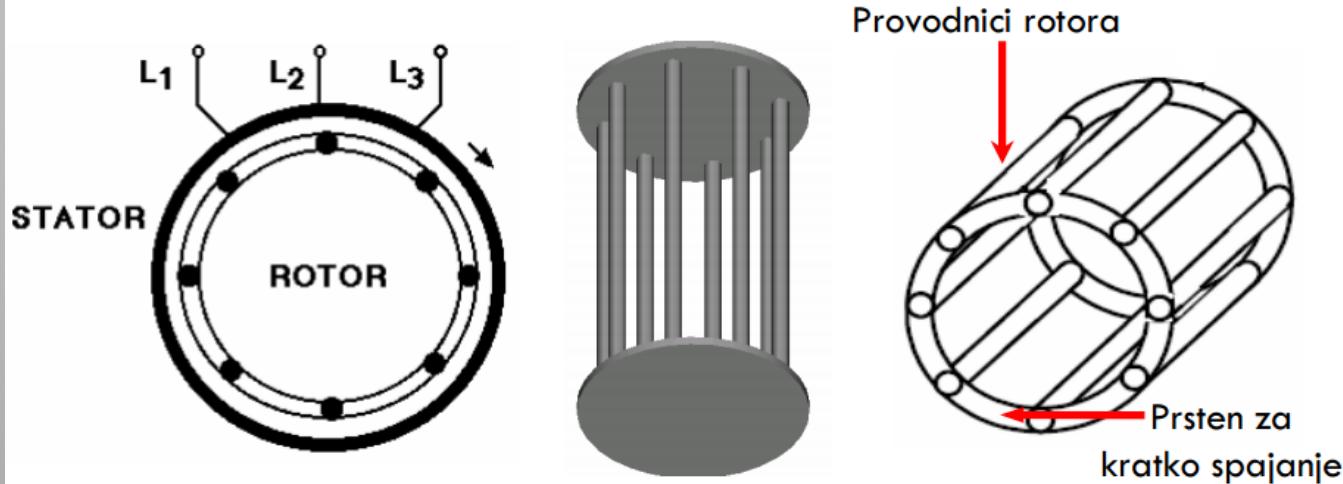
P – broj polova

Za promenu broja obrtaja potreban je frekventni konvertor. Ovi uređaji mogu biti tranzistorski i tiristorski.

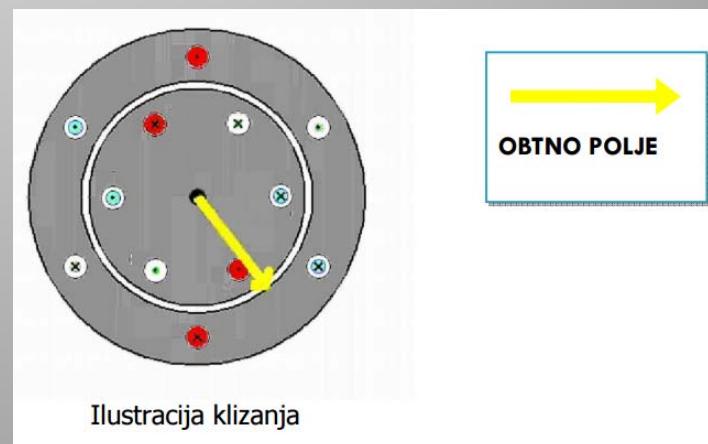
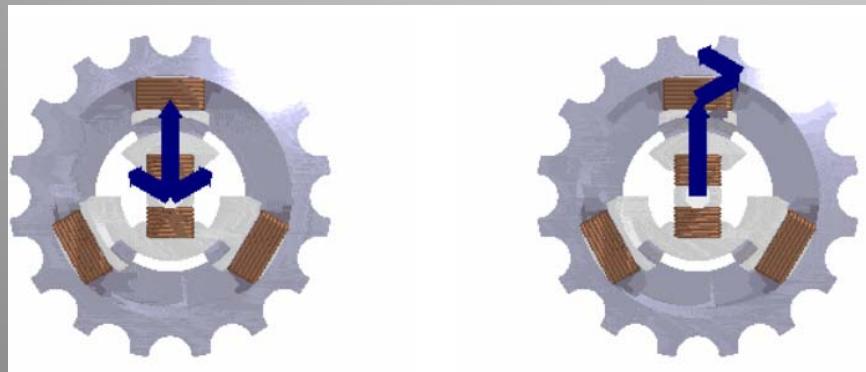


Višefazni kavezni (asinhroni) motori

□ Asinhrona mašina sa kaveznim rotorom



Rotor i magnetno obrtno polje se ne obrću istom brzinom (sinhrono), već različitom (asinhrono), pa se zbog toga ovakve mašine i nazivaju ASINHRONE MAŠINE.



Razlika između brzine obrtnog polja i brzine rotora naziva se klizanje

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\%$$

ELEKTRO-HIDRAULIČNI POGON ZA AKSIJALNO KRETANJE PUŽA

Za transformaciju električne u mehaničku energiju koriste se pumpe (klipne, zupčaste, lopatične i dr.).

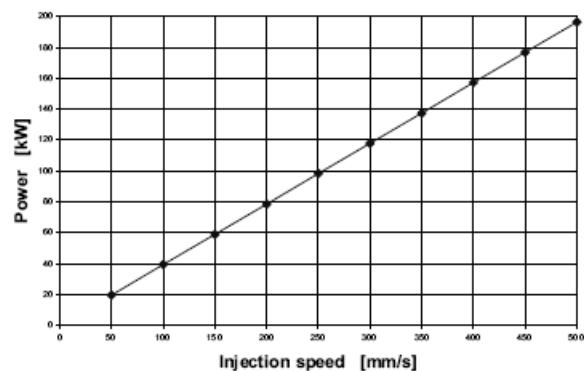
Hidromotori – konverzija energije pritiska (fluida) u rotaciono kretanje

Injection forces

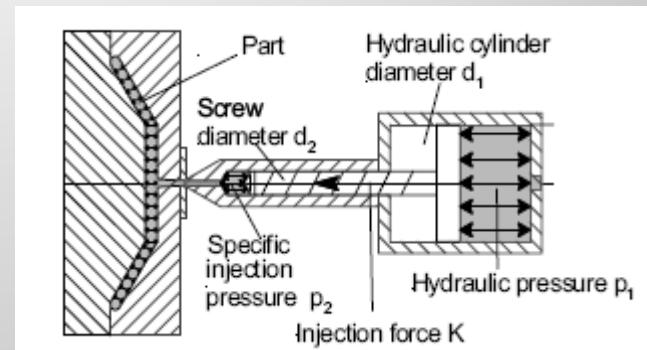
Diameter [mm]	Screw		Hydraulic cylinder		Transmission ratio
	Injection pressure [bar]	Injection force [kN]	Pressure [bar]	Diameter [mm]	
20	2500	79	180	75	13.9
30	2200	156	180	105	12.2
50	2000	393	180	167	11.1
70	1800	693	180	221	10.0
100	1500	1178	180	289	8.3
150	1400	2474	180	418	7.8
200	1200	3770	180	516	6.7

Injection speed and power

Diameter [mm]	Screw stroke $4 \times D$ [mm]	Injection speed [mm/s]	Power [kW]
20	80	150	12
30	120	150	23
50	200	150	59
70	280	150	104
100	400	150	177
150	600	150	371
200	800	150	565



Theoretical injection power in relation to injection speed, screw diameter 50 mm, specific injection pressure 2000 bar, injection speed 50 mm/s to 500 mm/s



$$p_2 = \frac{A_c}{A_p} \cdot p_1$$

ELEKTRO-HIDRAULIČNI POGON ZA ROTACIONO KRETANJE PUŽA

Hidraulični motori

Linearni hidromotori - cilindri

Rotacioni hidromotori – za pogon puža



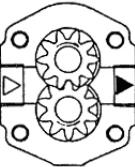
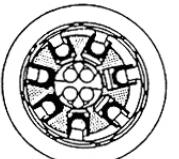
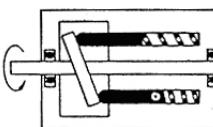
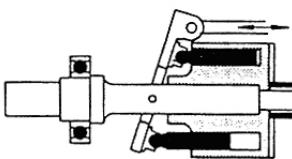
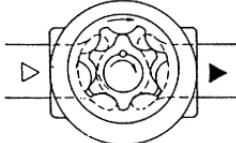
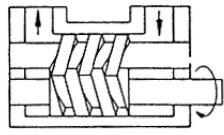
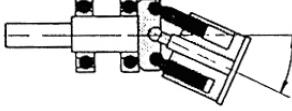
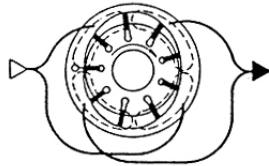
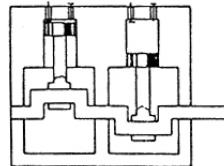
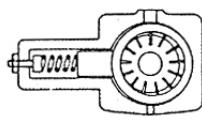
Karakteristike:

- kontinualna regulacija broja obrtaja u širokom opsegu
- uvek konstantan obrtni moment u celom području broja obrtaja
- lako ograničavanje obrtnog momenta pomoću kontrolnog ventila i na taj način obezbeđena je i zaštita od loma
- mala inercija rotacionih delova i lako pokretanje i kočenje
- mala težina i kompaktna konstrukcija, lako ubrzavanje pogona
- efikasan uticaj na brzinu

Osnovni tipovi hidro-motora:

- zupčasti (sa spoljnjim i unutrašnjim ozubljenjem)
- lopatični
- lopatično oscilujući (swinging vane)
- klipni (aksijalni i radijalni)

Hidraulični motori

	Pumpa sa konstantnim hodom	Pumpa sa promenljivim hodom
	 Zupčasti motor	 Radijalno - klipni motor
 Zupčasti motor sa unutrašnjim zupčanicom	 Aksijalno - klipni motor	 Promenljiv aksijalno - klipni motor
 Unutrašnji zupčasti motor jednozubom razlikom	 Dvostruko pužni motor	 Klipni motor sa kosom pumpom
 Motor sa lopaticama	 Seriski klipni motor	 Motor sa lopaticama

Tip pumpe	Kapacitet cm ³ /min	Moment Nm	Opseg pritisak MPa	Brzina rpm
Zupčasti motor	5 - 300	14 - 900	15 - 22	4000 - 800
Motor sa lopaticama	50 - 2300	130 - 6600	14 - 20	1500 - 200
Motor sa oscilujućim lopaticama	60 - 750	140 - 1600	14.5 - 21	1000 - 600
Unutrašnji zupčasti motor	12 - 800	18 - 2000	14 - 18	1600 - 200
Aksijalno - klipni motor	10 - 2000	40 - 8000	25 - 35	6000 - 2000
Radijalno - klipni motor	25 - 23 000	90 - 85 000	25 - 31.5	900 - 80

Zupčasti hidromotori

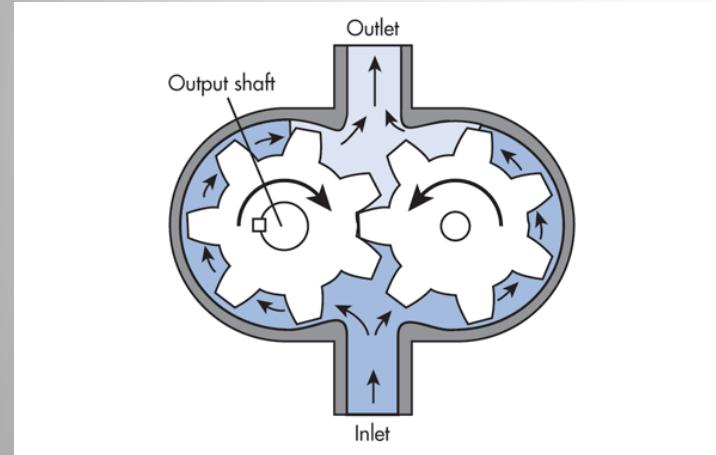


Figure 1. The output torque of an external gear motor is a function of pressure on one tooth because pressure on other teeth is in hydraulic balance.

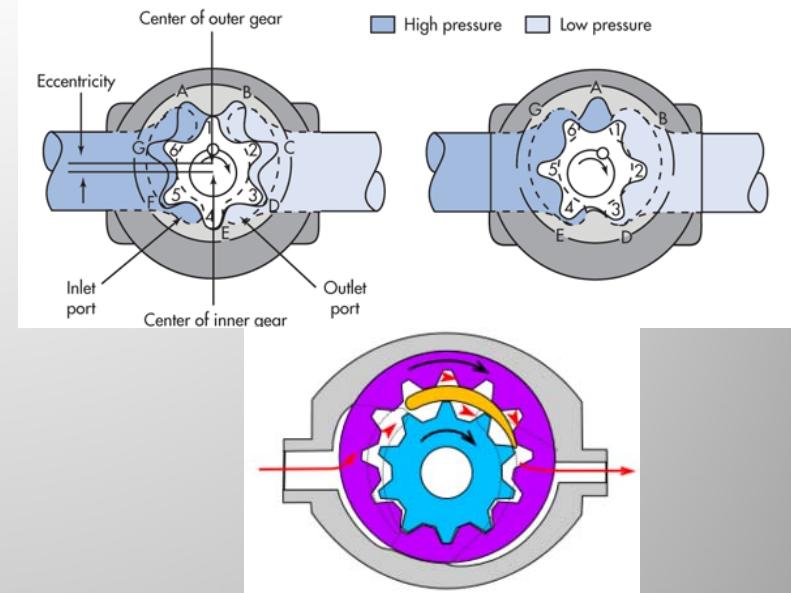


Figure 2. A direct-drive gerotor motor has internal and external gear sets. Both gears rotate during operation.

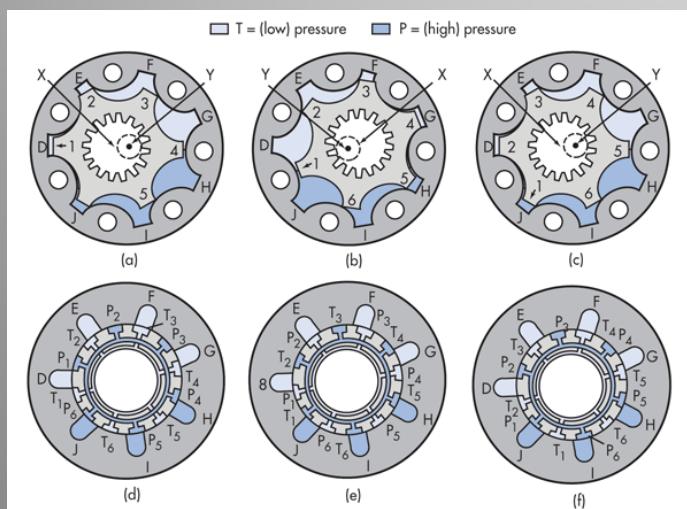


Figure 3. An orbiting gerotor motor has a stationary outer gear and a rotating inner gear. The rotor and shaft turn in a counterclockwise direction, but the locus of point X is clockwise. The commutator or valve plate, shown below the illustration of each stage of motor rotation, provides pressure and tank passage for pressure fluid.

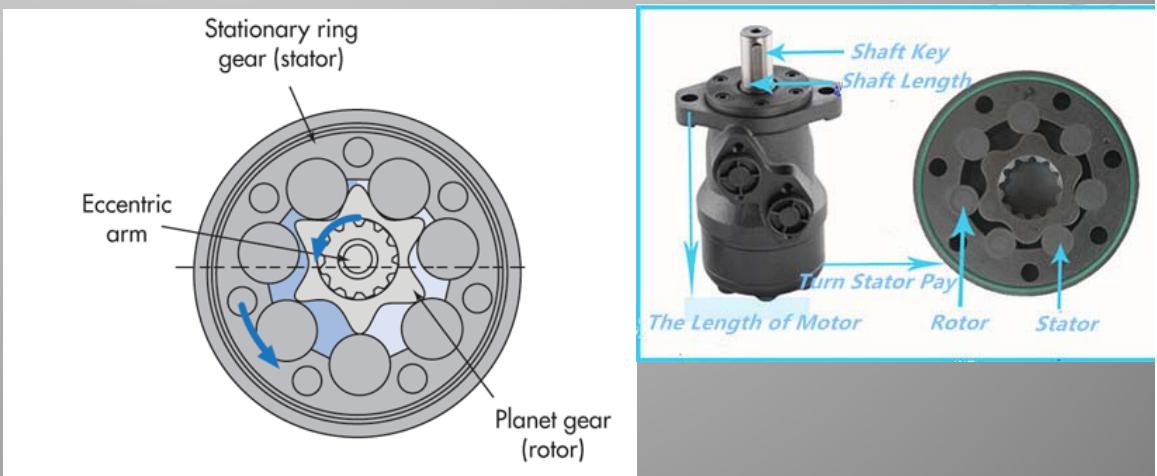
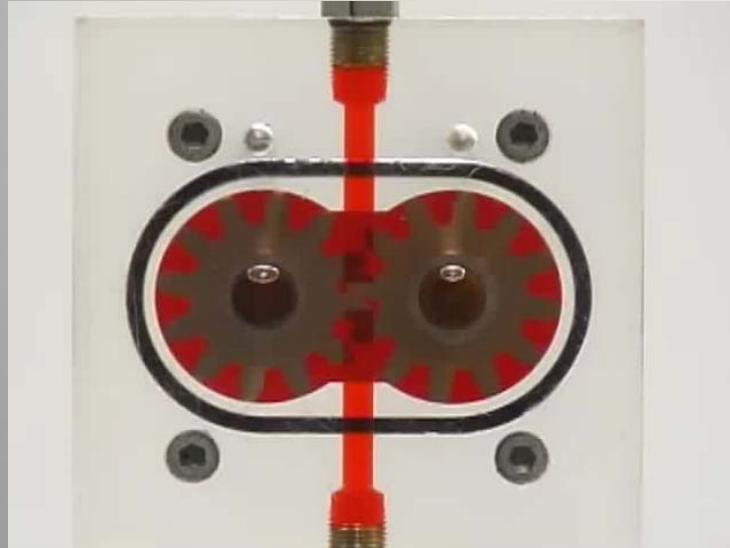


Figure 4. A roller-vane gerotor motor incorporates rolling vanes that reduce wear.

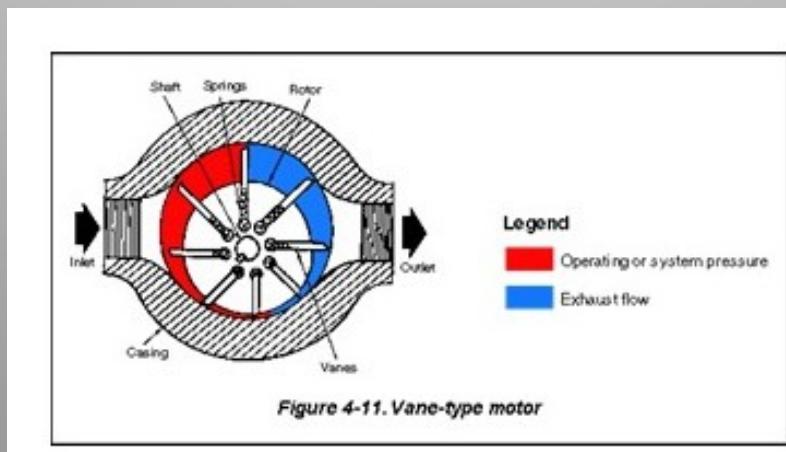
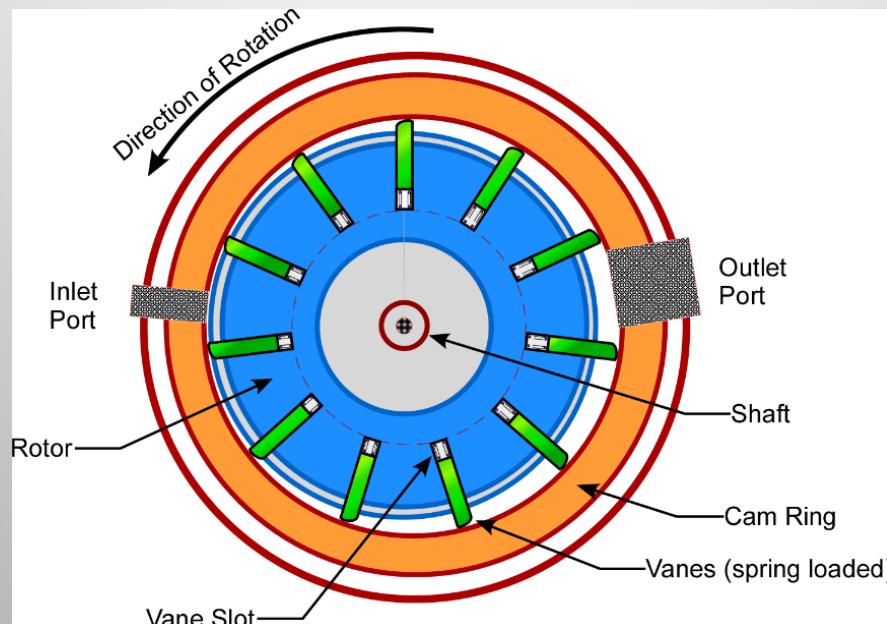
Zupčasti hidromotori

- Zupčasti motori imaju sekundarni značaj zbog suvišnog klizanja i niske efikasnosti
- Motori sa unutrašnjim ozubljenjem, pre svega se koriste kod malih i srednjih mašina zbog njihovog limitiranog kapaciteta.



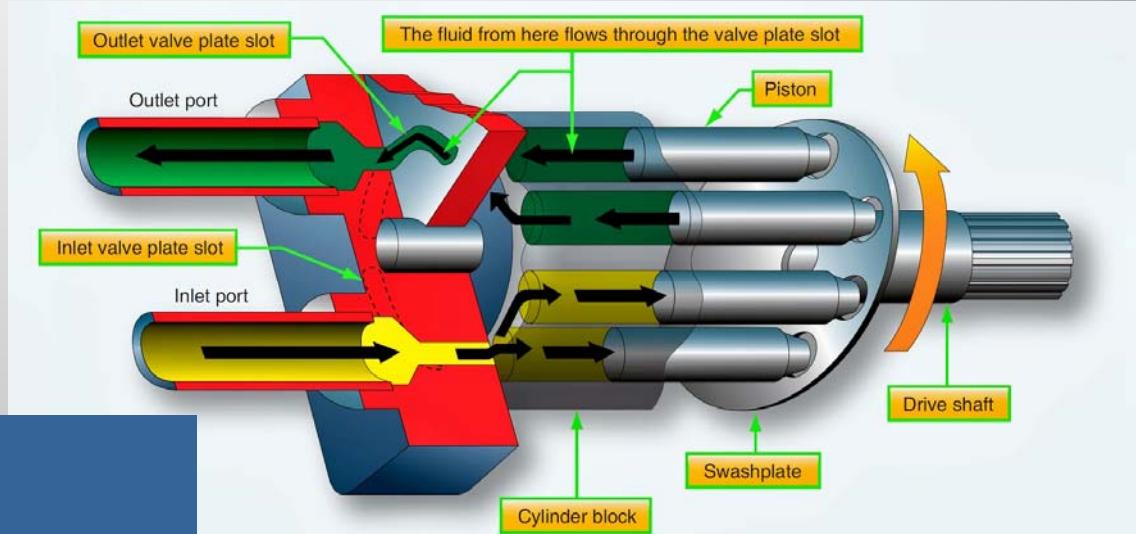
Lopatični hidromotori

Lopatični motori retko se koriste zbog pada efikasnosti pri porastu pritiska.



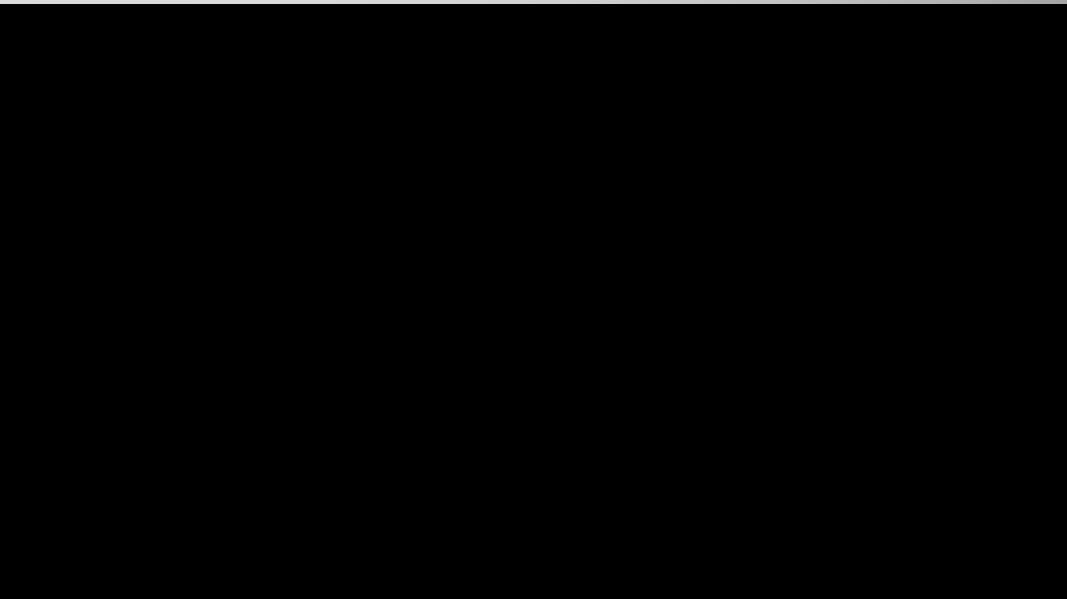
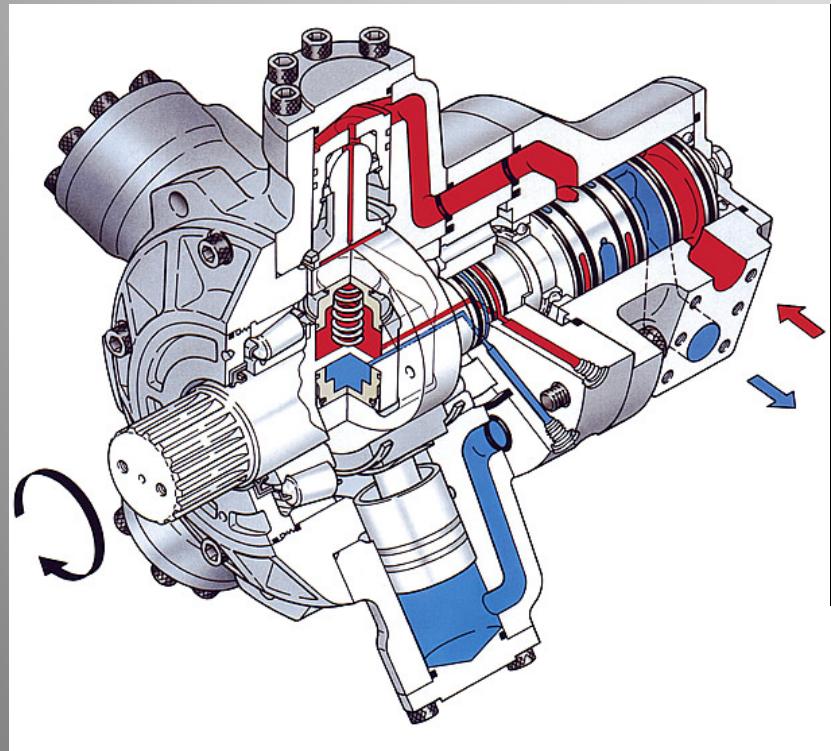
Aksijalno klipni motori

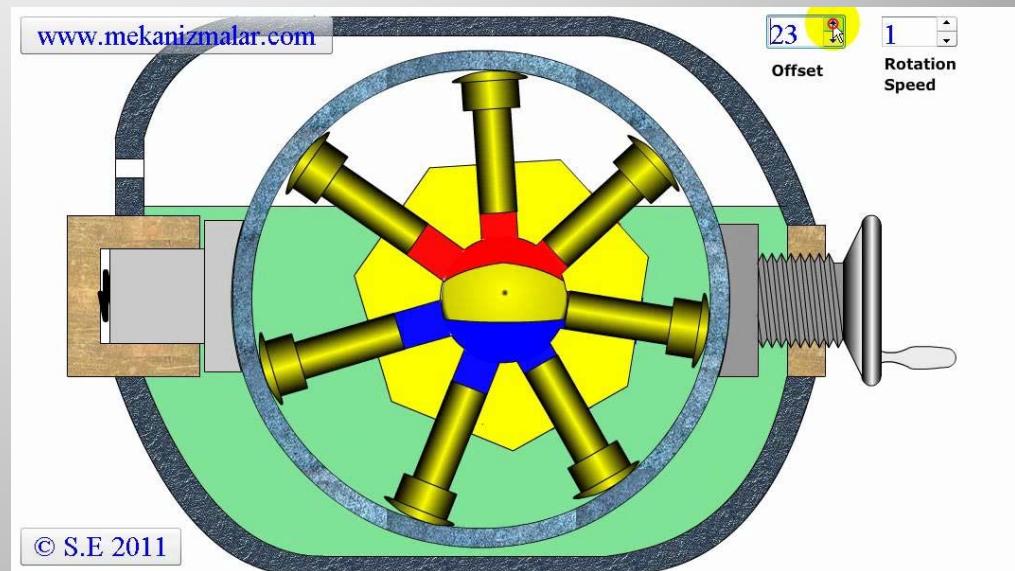
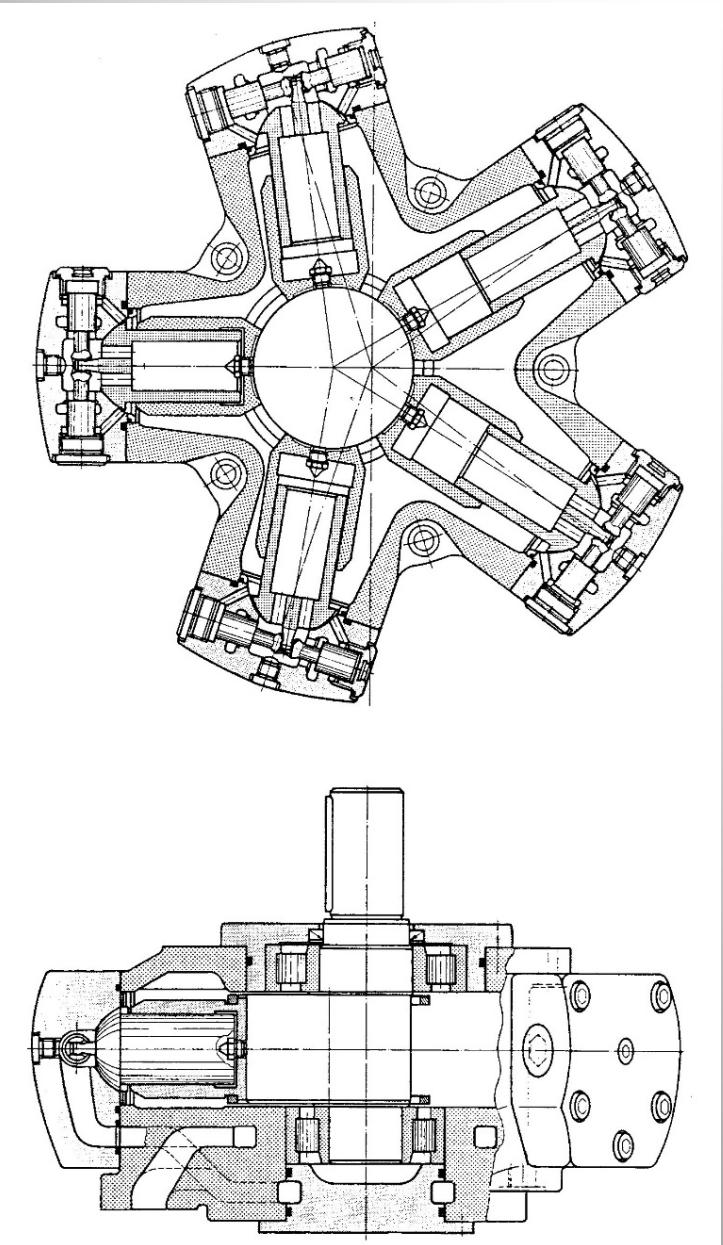
- Visokobrzinski hidraulični koji se uspešno koriste kod malih i srednjih mašina.
- Kod mašina sa pužem prečnika preko 50mm kombinuju se sa mehaničkim prenosnikom da bi se postigao željeni obrtni moment



Radijalno-klipni motor

- Visok hidraulični (volumetrijski) i mehanički stepen iskorišćenja i ekstremno nisku buku u radu.
- Mogu da se koriste u direktnom pogonu puža bez prenosnika (reduktora) za smanjenje broja obrtaja, za puževe od najmanjih do najvećih prečnika.
- Proizvode se sa konstantnim i promenjivim hodom klipa (stepenast i kontinualan)

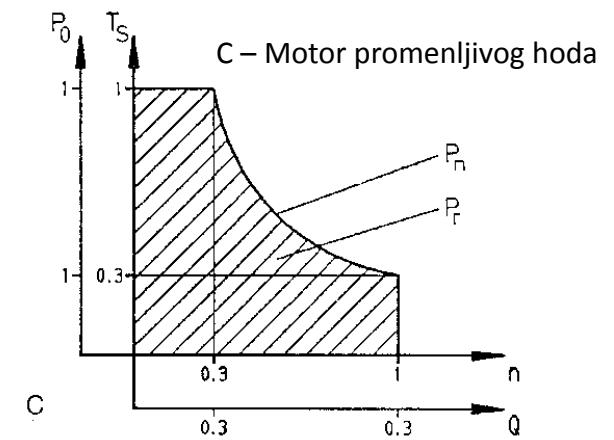
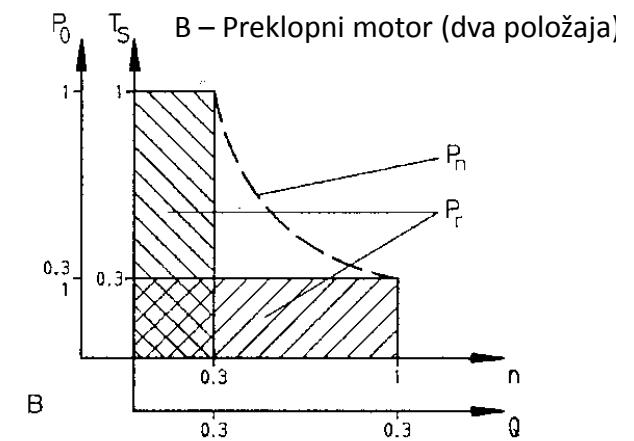
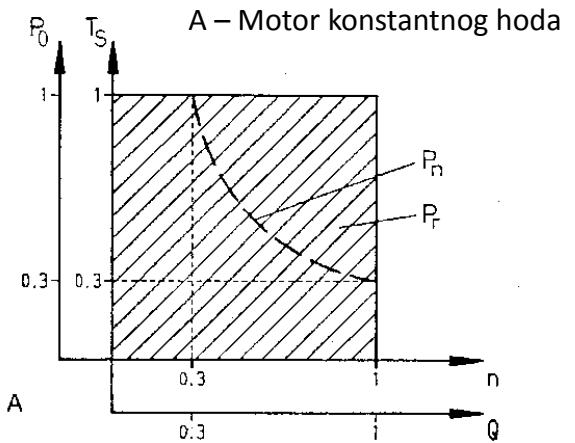




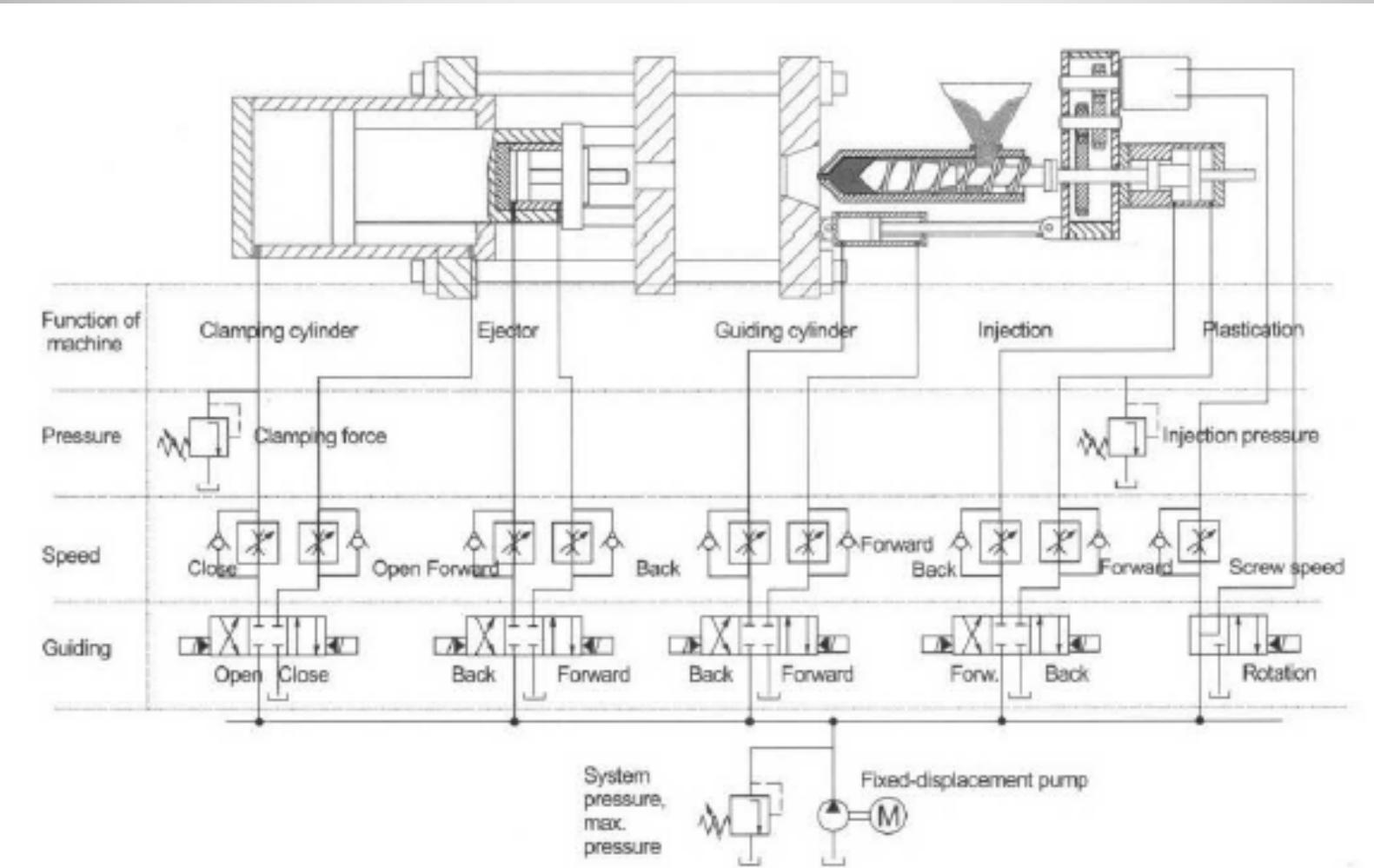
© S.E 2011

- ❖ Radijalni motor sa promenjivim hodom omogućuje dobro podešavanje brzine, obrtnog momenta sa dobrim iskorišćenjem instalisane snage.
- ❖ Ulazna snaga se transformiše u moment i broj obrtaja
Hidraulična snaga ostaje konstantna dok se zahtevi u pogledu obrtnog momenta i ugaone brzine mogu podešavati po želji u određenom opsegu; mali moment – velika ugaona brzina i obrnuto (b).

P₀ - Radijalni pritisak
 T_s - Obrtni moment
 n - Broj obrtaja
 P_n - Potrebna snaga
 P_r - Izlazna snaga
 Q - Protok



ELEKTRO-HIDRAULIČNI POGON



Pumpe

Hidraulična pumpa koju pokreće elektromotor obično sa $n=\text{const.}$, transformiše električnu energiju u hidrauličnu prema relaciji:

$$k_1 \cdot T_1 \cdot N = K_2 \cdot V \cdot p_H$$

$$(N \cdot \omega = P \cdot Q = N)$$

k_1, k_2 - konstante

T - obrtni moment motora

N - broj obrtaja motora

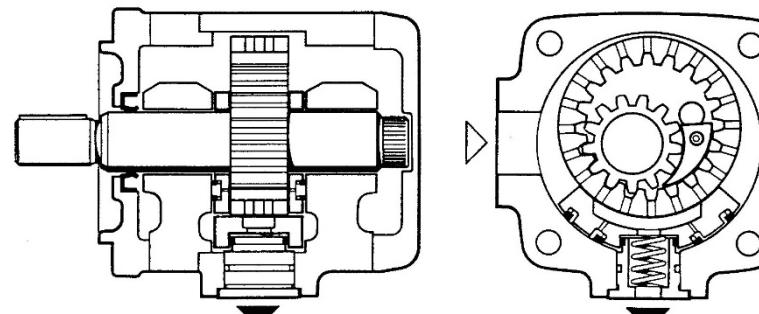
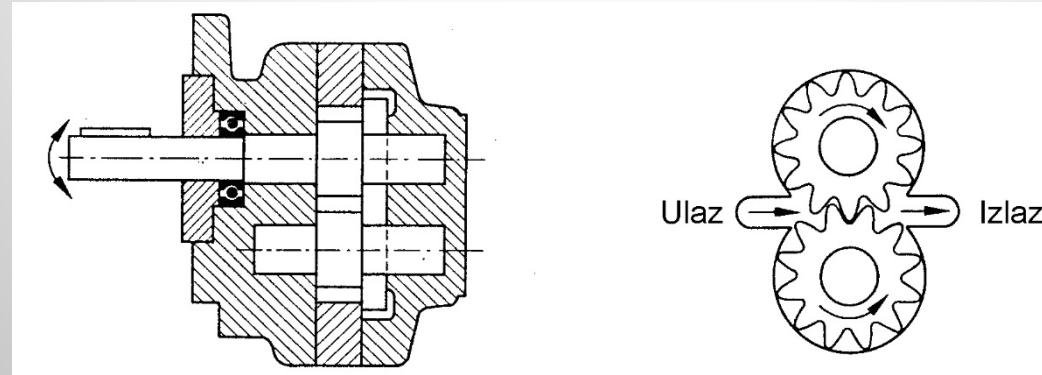
p_H - pritisak pumpe

V - protok

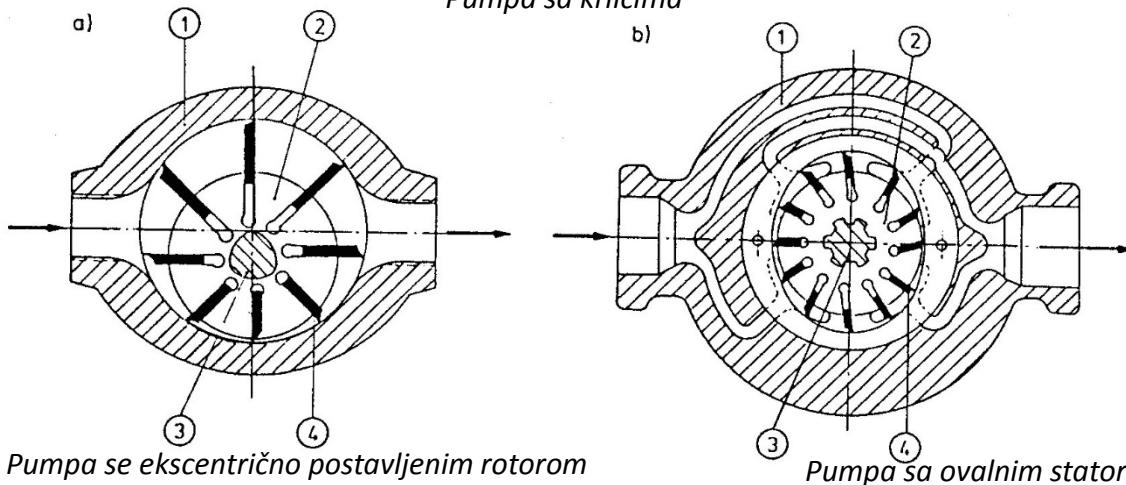
Karakteristike	Nepokretna - klipna pumpa				Promenljiva - klipna pumpa			
	Pumpa sa lopaticama	Aksijalno-klipna pumpa	Radijalno-klipna pumpa	Obimna pumpa sa propusnim ventilom	Zupčasta pumpa	Unutrašnja župčasta pumpa	Radijalno-klipna pumpa	Pumpa sa lopaticama
n_{tot}	7 MPa	76–85	85–87	85–87	91–92	77–80	90–92	82–86
	14 MPa	75–84	90–92	87–90	88–90	76–78	88–90	88–90
	21 MPa	74–82	91–93	87–90	87–88	74–76	87–89	86–88
Nivo buke dB(A)	7 MPa	60–70	78–80	76–80	~ 62	74–80	70–73	65–67
	14 MPa	72–75	80–83	77–81	~ 65	75–82	~ 76	69–71
	21 MPa	76–80	80–86	79–83	~ 67	76–85	~ 77	72–74

- Pumpe mogu da rade sa takozvanom p-V regulacijom pri konstantnoj snazi elektromotora, što je pogodno za pogon puža, zatim pogon jedinice za zatvaranje, izbacivača i drugih elemenata mašine
- Hidraulične pumpe kod mašina za injekciono presovanje treba da budu postavljene ispod nivoa ulja - postavljene u rezervoar ili još bolje van njega.
- Brzina na usisnom vodu kod pumpi treba da je do 1,5m/s.
- Pogonski sistem mora biti postavljen tako da obezbedi smanjenje buke u cevima i sistemu uopšte.
- Predgrevanje radne tečnosti (ulja) pre početka

Pumpe



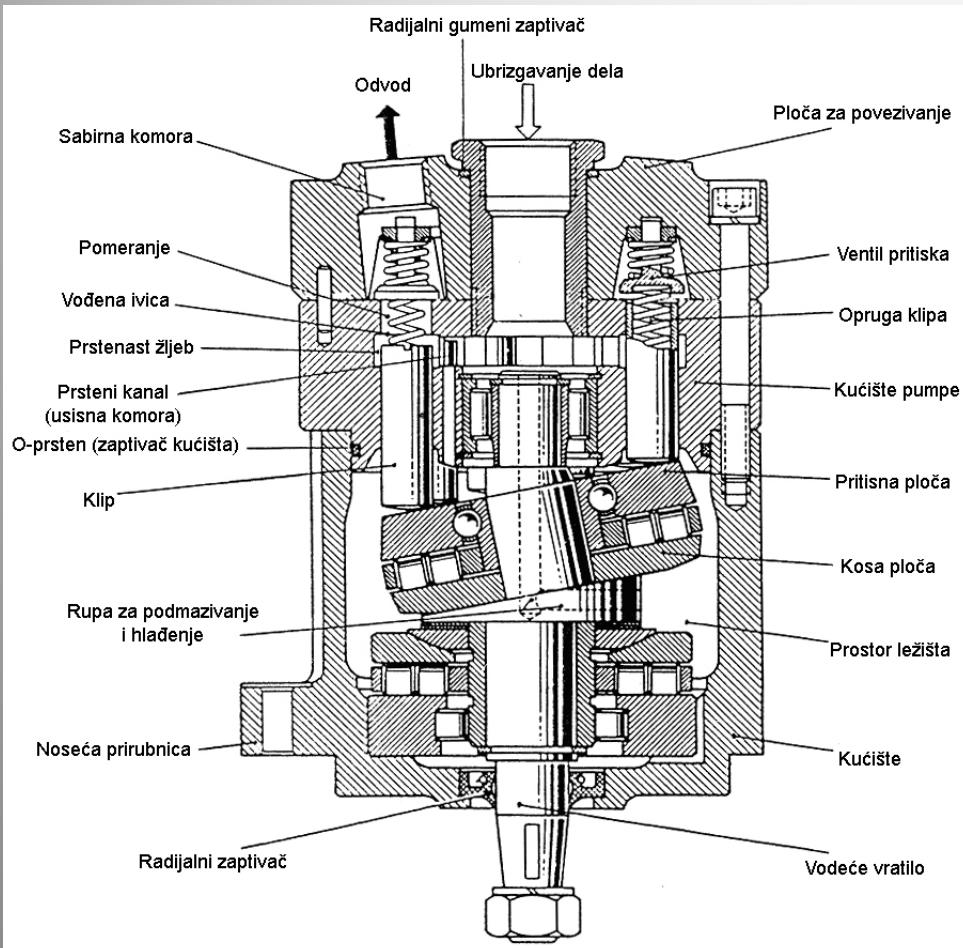
Pumpa sa krilcima



Pumpa se ekscentrično postavljenim rotorom

Pumpa sa ovalnim statorom

Aksijalne klipne pumpe

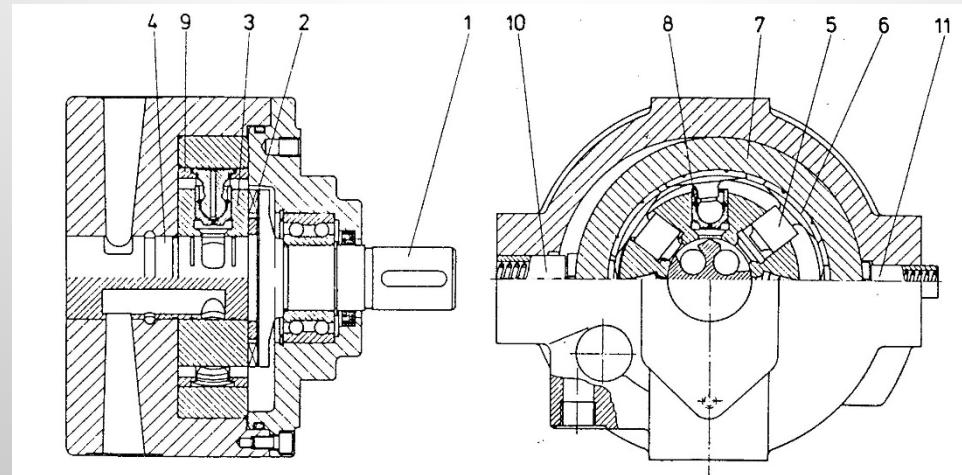


Pressure Compensated Piston Pump

by

www.mekanizmalar.com

Radijalne klipne pumpe



**Variable Displacement
Piston Pump (or Motor)**
by
www.mekanizmalar.com
and
www.mechanisms.co
© 2010

Hidraulični sistem

Pumpe
Konstantnog hoda

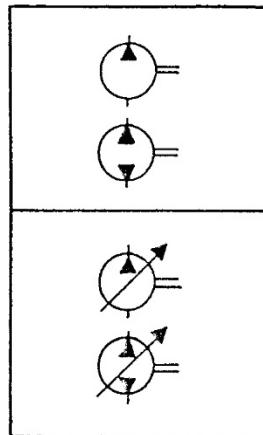
1. izlazni kanal

2. izlazni kanali

Pumpa promenljivog
hoda

1. izlazni kanal

2. izlazni kanali



Motori
Sa konstantnim hodom

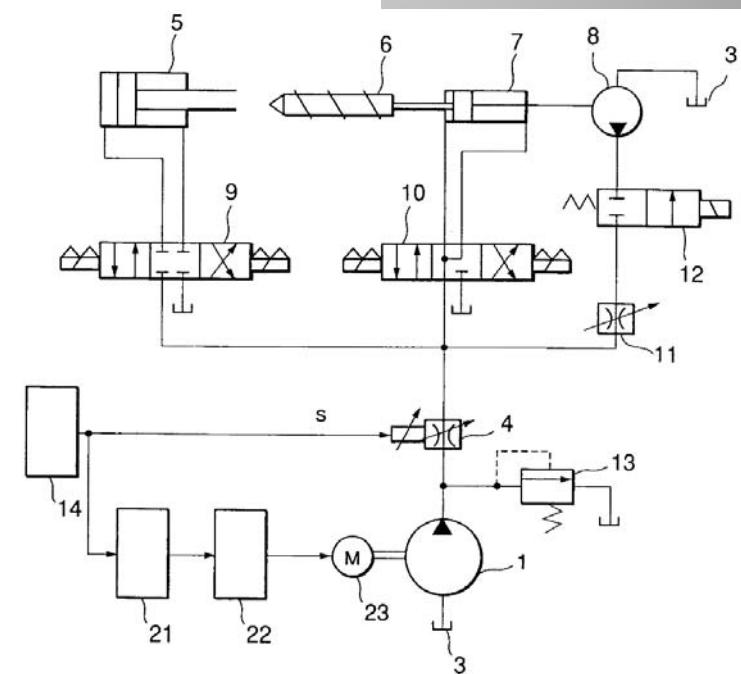
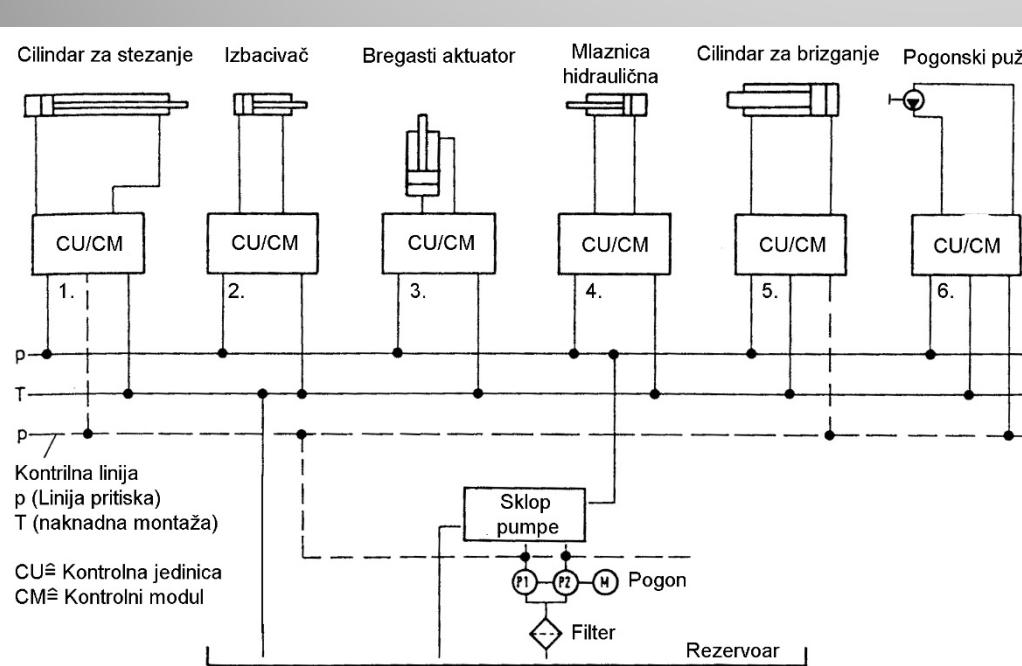
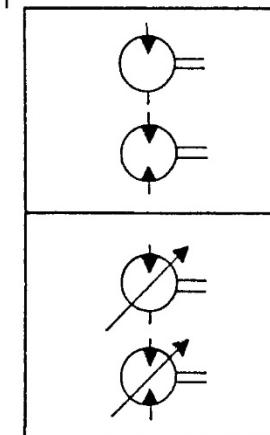
1. ulazni kanal

2. ulazni kanali

Sa promenljivim
hodom

1. ulazni kanal

2. ulazni kanali



Gubitak energije u hidrauličnom sistemu predstavlja razliku uložene i iskorišćene energije:

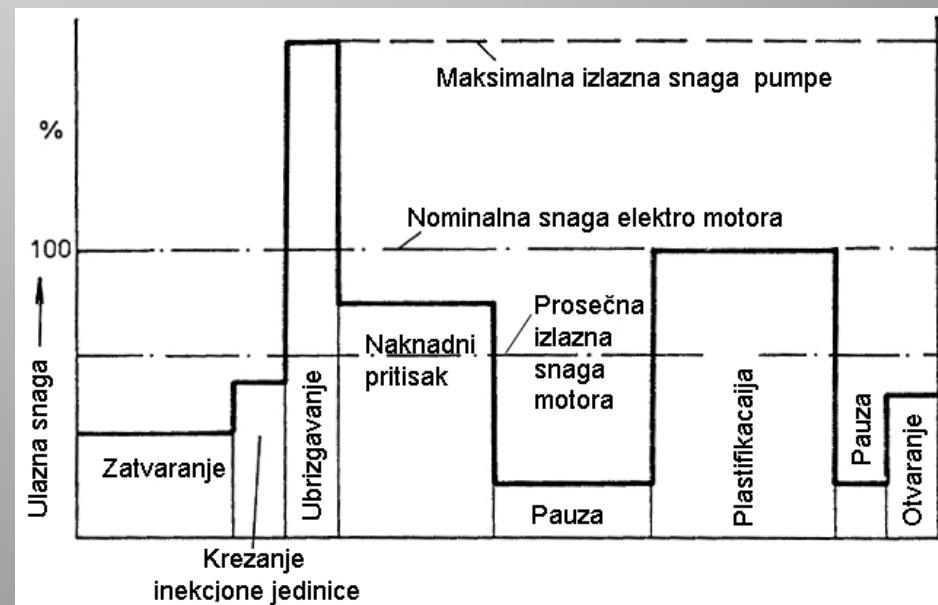
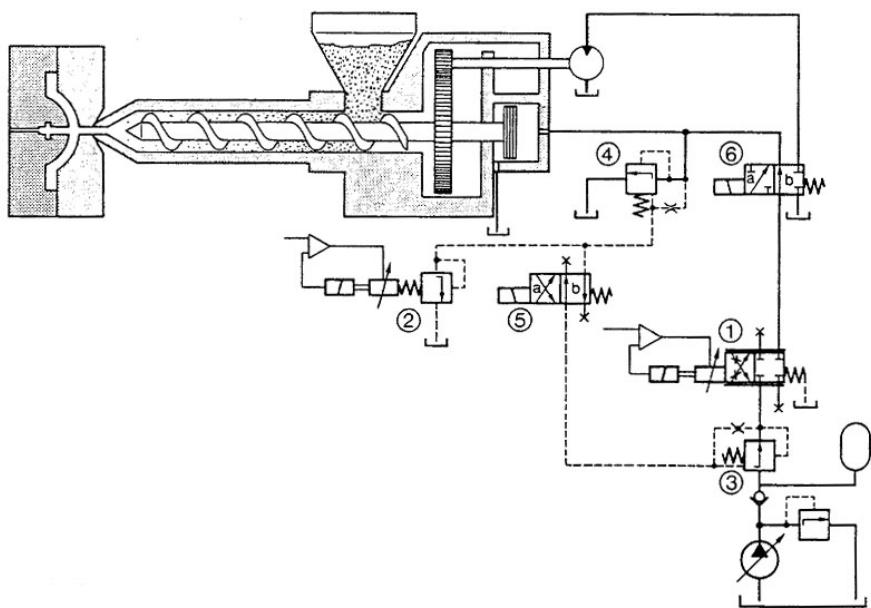
$$E_L = p_P \cdot Q_p - p_o \cdot Q_o$$

p_p, Q_p - pritisak i protok pumpe

p_o, Q_o - pritisak i protok potrosaca

Na osnovu gornjeg izraza proizlazi:

- Instalisanje pumpe velike snage je neracionalno pa se predlaže upotreba akumulatora
- Zahtev za ulaznu snagu treba da prati uslove iz faze zadržavanja (naknadnog pritiska) i faze plastifikacije, zbog toga što ove dugo traju.
- Redukcija ulazne snage pumpe je nezavisna od zahteva za niskom snagom. Mašine za injekciono presovanje imaju prosečni stepen efikasnosti samo 35%. Gubici energije se kreću od 40-95%.



Pogonski sistemi

Koncepti pogonskog sistema:

1. ugradnja velikog broja kontrolnih elemenata koji omogućuju da se svaka faza oblikovanja izvede sa opimalnom energijom, tj. pritiskom i protokom.
2. kontinualna regulacija hidraulične pumpe u skladu sa zahtevima procesa.

Važni (komercijalni) pogonski sistemi su sledeći:

- a) singl pumpa $Q=\text{const.}$ sa dvopolozajnim razvodnikom,
- b) singl pumpa $Q=\text{const.}$ sa tropoložajnim razvodnikom,
- c) dvopolozajna pumpa, sa tropoložajnim razvodnikom,
- d) pumpa promenjivog kapaciteta (P-Q regulacija),
- e) sistem sa brzom kontrolom protoka sa kontrolnim elektro motorom,
- f) sistem sa akumulatorom.

Pumpa sa konstantnim hodom

Varijanta sa jednom pumpom

$$\text{Snaga pumpe: } E_P = P_P \cdot Q_P$$

$$\text{Snaga hidromotora: } E_M = P_{req} \cdot Q_M$$

$$\text{Gubici: } E_L = E_P - E_M$$

P_{req} - zahtevani pritisak u hidromotoru

Q_M - protok u hidromotoru

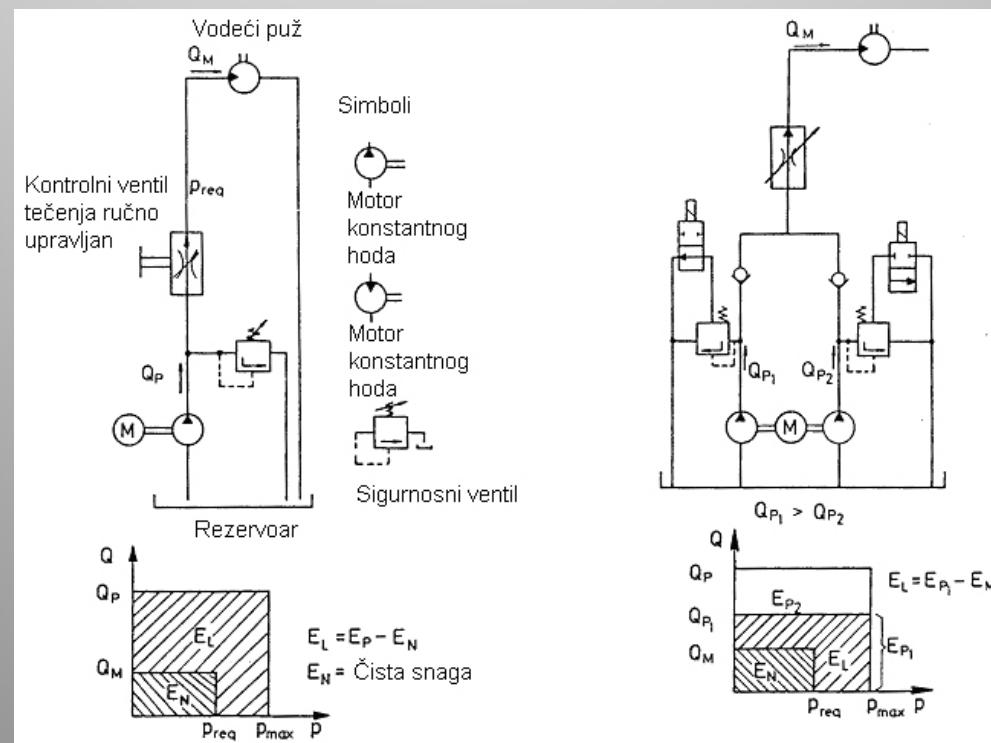
Varijanta sa dve pumpe

$$E_{P1} = P_{P1} \cdot Q_1$$

$$E_{P2} = P_{P2} \cdot Q_2$$

$$E_L = E_{P1} + E_{P2} - E_M$$

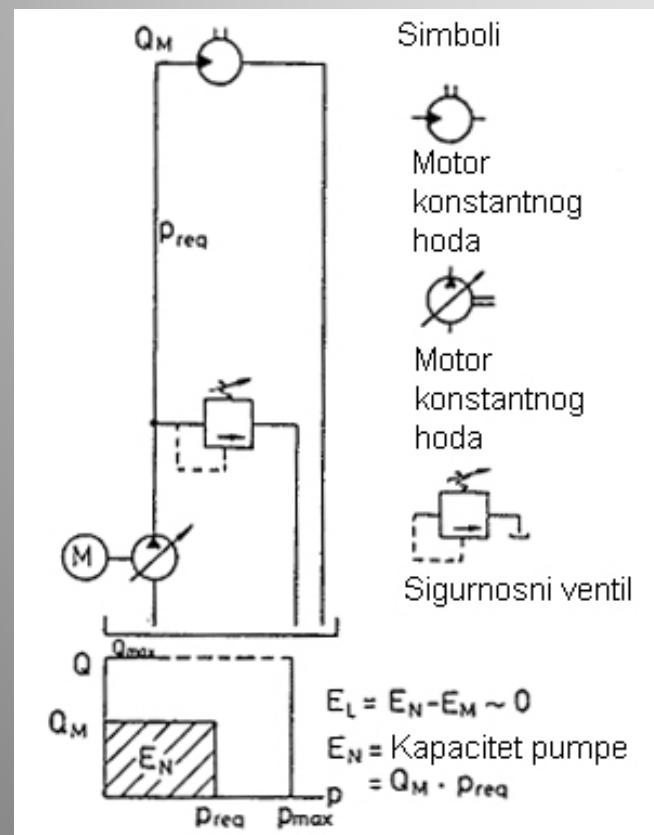
$$\text{Pumpe 1 i 2 mogu biti: } P_{P1} = P_{P2} \text{ i } P_{P1} \neq P_{P2}$$



Pumpa sa promenjivim hodom

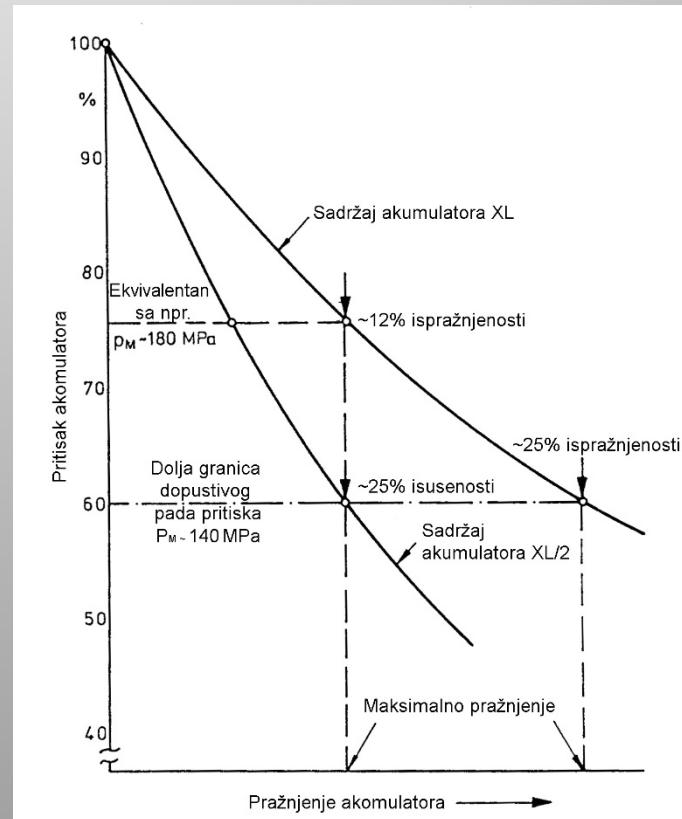
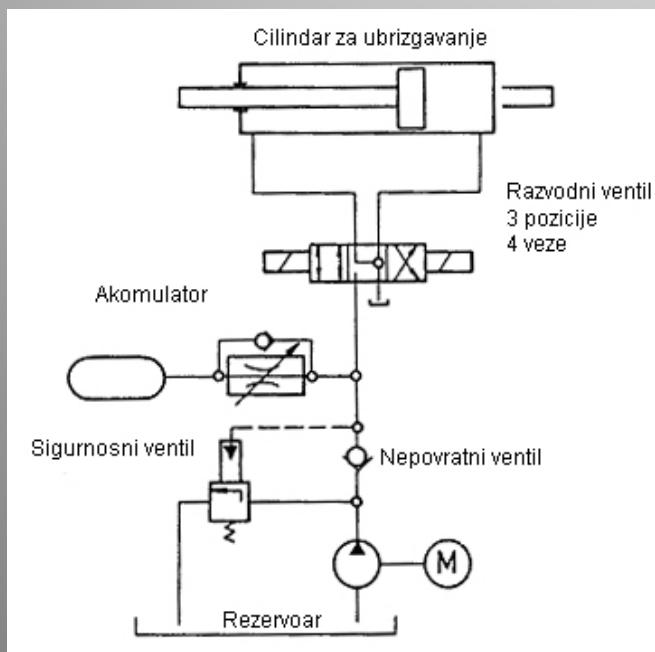
Veoma a dobro iskorišćenje snage pumpe, jer se regulacijom hoda pumpe postiže optimalan odnos između P_p i Q_p , koji odgovara efektivnoj (angažovanoj) snai puža.

$$E_L = E_p - E_e \approx 0$$



Akumulatorski sistemi

- Kod savremenih mašina za injekcionalno presovanje – brza reakcija, veliki kapacitet
- Koristi se u sledećim fazama: za pomeranje injekcione jedinice, za pokretanje izbacivača i vraćanje istih u polazno stanje.
- Maksimalni pritisak u akumulatoru jednak je pritisku napajanja (pritisku pumpe)
- Izbor akumulatora – zahteva procesa odnosno pada pritiska

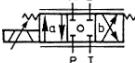
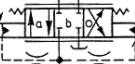


Hidraulična kontrola (upravljanje)

Podešavanje izlazne energije ($E = P \cdot Q$): pumpa ili ventili

Vrste ventila:

- a) Ventili pritiska
- b) Ventili protoka
- c) Razvodni ventili
- d) Proporcionalni ventili
- e) Servoventili

Komponente	Simbol i funkcija	Delovanje	Komponente	Simbol i funkcija	Delovanje		
Razvodni ventil (električni ili elektrohidraulični aktuator)	 	Četiri pravca, tri pozicije ventila Četiri pravca, tri pozicije ventila	Kontrola operacija mašina kao što su: start, stop, kretanje u suprotnom smeru	Sigurnosni ventil		Ventil ograničenja pritiska	Ograničenje pritiska (sigurnosna funkcija); Podešavanje pritiska (pritisak ubrizgavanja, naknadni pritisak, itd.)
Nepovratni ventil (jedan prevac toka u jednom ili drugom smeru)	 	Nepovratni ventil sa oprugom Nepovratni ventil upravljan	Blokiranje toka u jednom pravcu, moguće tečenje u drugom pravcu			Ventil redukcije pritiska, podešljiv	
Ventil protoka	  	Prigušenje sa konstantnim ograničenjem Prigušenje sa promenljivim ograničenjem Prigušenje sa promenljivim ograničenjem, ručno upravljanje	Kontrola brzine aktuatora			Ventil redukcije pritiska, podešiv, kapacitet povratnog toka i pražnjenje u rezervoaru	
Protočni kontrolni ventil, kompenzacija pritiska i temperatura	  	Protočni kontrolni ventil sa konstantnim ograničenjem i kompenzacijom pritiska Protočni kontrolni ventil sa konstantnim ograničenjem i ispuštanjem pritiska u rezervoaru Protočni kontrolni ventil sa promenljivim ograničenjem i ispuštanjem pritiska u rezervoaru	Kontrola brzine aktuatora	Servo ventil (dozirajući ventil)		Primer: četiri pravaca sa neograničenim podešavanjem, električno pokretanje i centriranje oprugom	Zatvoren sistem upravljanje za pritisak ubrizgavanja i naknadni pritisak kroz povratnu spregu za kalup ili hidraulični pritisak
						Primer: Pet pravaca sa izmenjivim pozicijama, elektrohidraulični pilot pokretač i poravnavanje oprugom	
						Primer: četiri pravaca ventila sa izmenjivim pozicijama, elektrohidraulični pilot pokretač i centriranje oprugom	
			Catridge valves		Više funkcionalni ali sa različitim konstrukcijama		

Ventili protoka

- Razvodnici sa digitalnim upravljanjem
- Proporcionalni ventili
- Ventili za probni rad

Aktiviranje ventila: i ručno, elektromagnetsko, pneumatsko, hidraulično, mehaničko...

Ventili pritiska

- ventili za ograničenje pritiska (sigurnosni ventili)
- ventili za regulaciju pritiska

Digitalni upravljački elementi

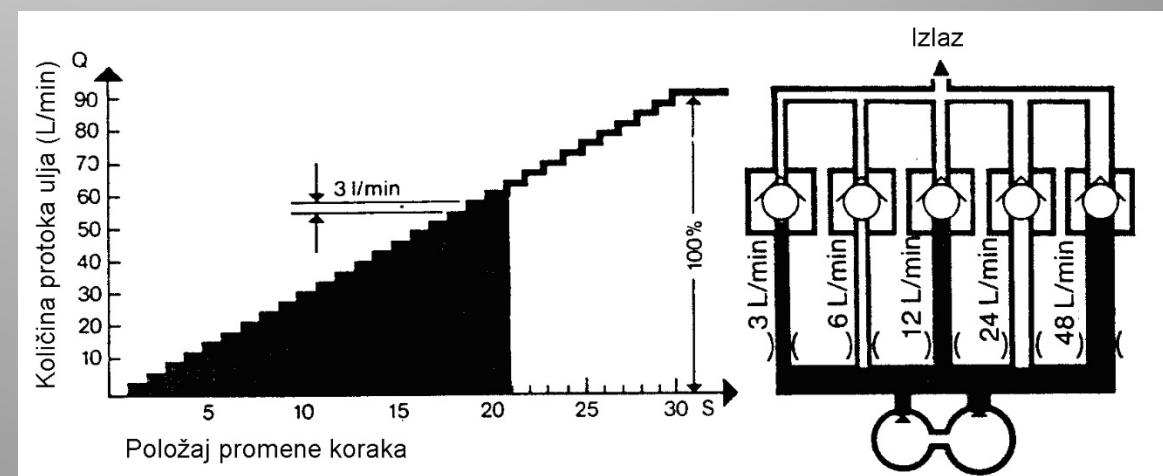
Kod pumpi sa promenjivim hodom klipa promena (regulacija) pritiska i protoka vrši se analognim putem.

Digitalno upravljanje bazirano je na relaciji:

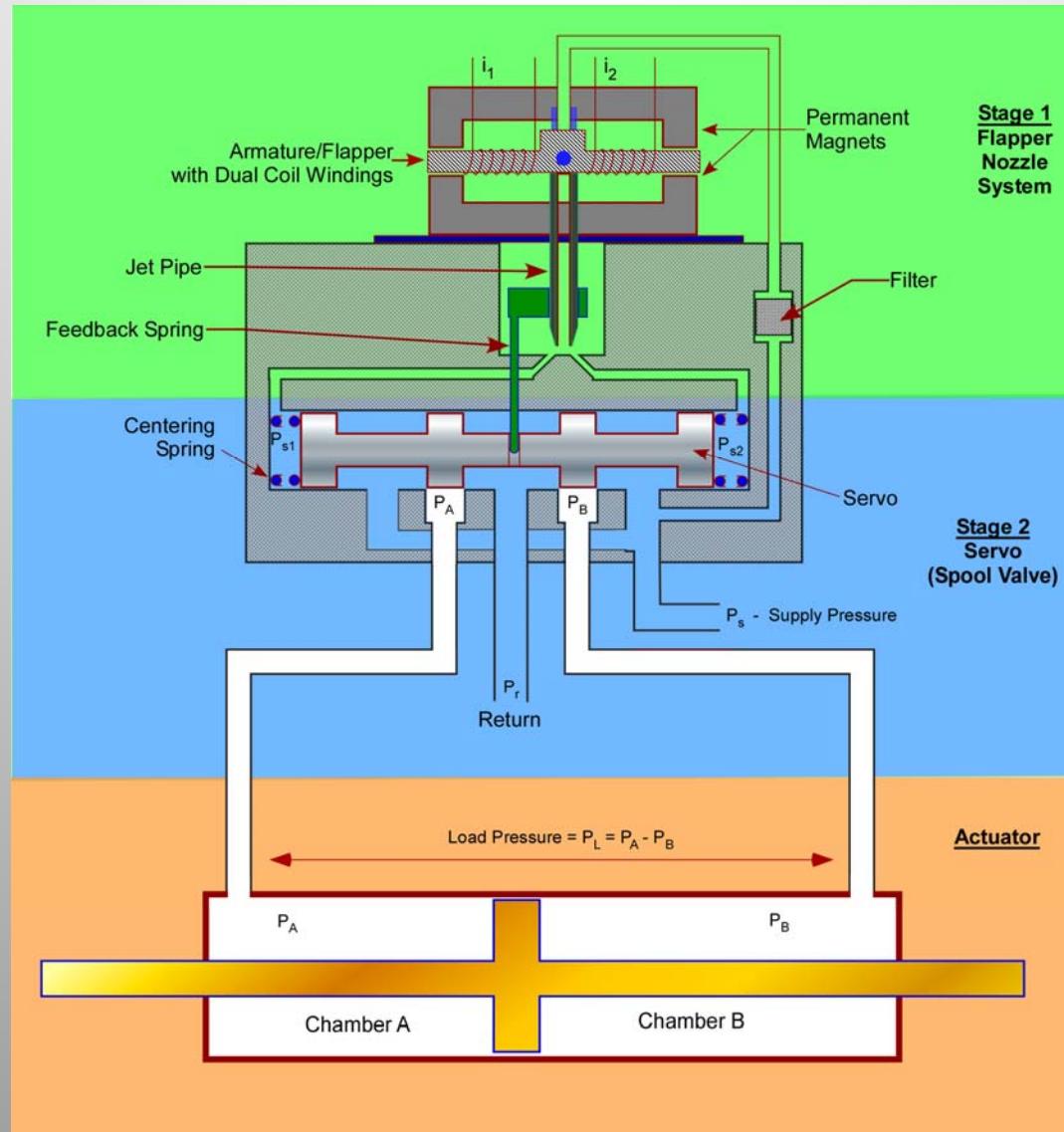
$$N = 2^n - 1$$

N – broj stepenica

n – broj upravljačkih elemenata





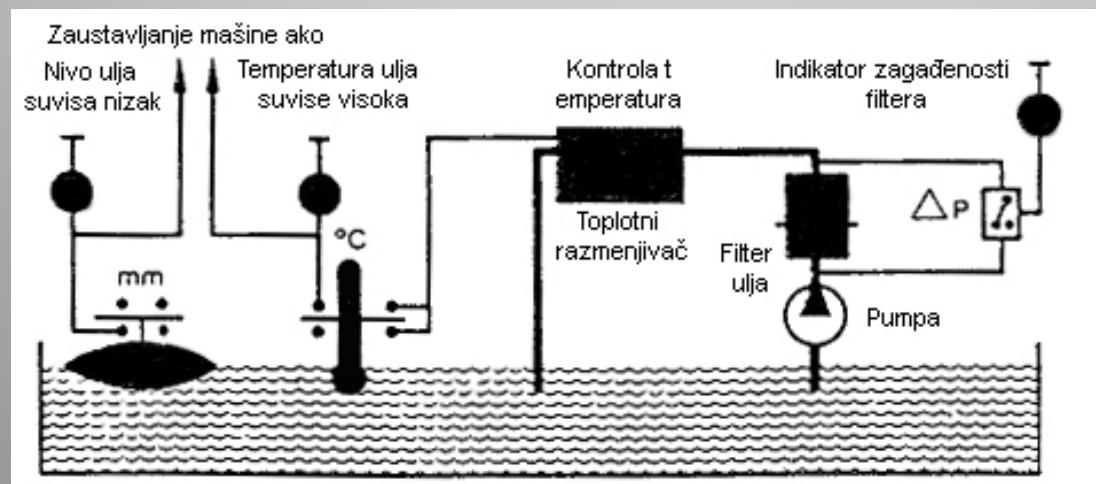


Monitoring uređaji u hidrauličnom sistemu

Habanje elemenata hidrosistema, curenje ulja i radni vek mašine zavise od čistoće i temperature radnog fluida u hidrauličnom sistemu.

Zazor u upravljačkim elementima $< 15\mu\text{m}$ pa se preporučuj filteri visoke finoće $2 \div 5\mu\text{m}$

- pri ulivanju ulja u rezervoar izvršiti filtriranje pomoću filtera finoće $< 5\mu\text{m}$
- usisni filter $25\mu\text{m}$
- filter punog toka (pored pumpe) ili ispred osetljivog ventila $5\mu\text{m}$



Prigušenje buke u hidrauličnom sistemu

Izvori buke:

- ventilator elektromotora,
- pumpa,
- hidraulični motor,
- preklopni ventili,
- protok kroz suženja i krivine cevovoda
- kalupi pri otvaranju i zatvaranju

Mere za smanjenje buke:

- ❖ smanjenjem broja obrtaja elektro motora
- ❖ montažom pogonskih jedinica na elemente koji amortizuju vibracije,
- ❖ primenom fleksibilnih cevi za dovod i odvod ulja,
- ❖ korišćenjem ventila koji ne lupaju,
- ❖ korišćenjem pravilno dimenzionisanih cevi bez sužavanja, izbegavanjem naglih promena pravaca sa malim radijusima,
- ❖ korišćenjem hidrauličnih pumpi i motora sa niskom radnom bukom,
- ❖ korišćenjem pumpe potopljene u rezervoar,
- ❖ pogonsku jedinicu zatvoriti u zvučno izolovan kavez.

Buka od pumpe ne treba da je viša od 75dB

Stepen korisnog dejstva

Prosečni stepen korisnog dejstva pojedinih komponenti je:

- hidrocilindar

$$\eta_{tot} = 61 \div 78\%$$

- sporohodni hidromotor

$$\eta_{tot} = 51 \div 83\%$$

- brzohodi hidromotor

$$\eta_{tot} = 52 \div 80\%$$

- elektro motor + zupčasti prenosnik

$$\eta_{tot} = 82 \div 93\%$$

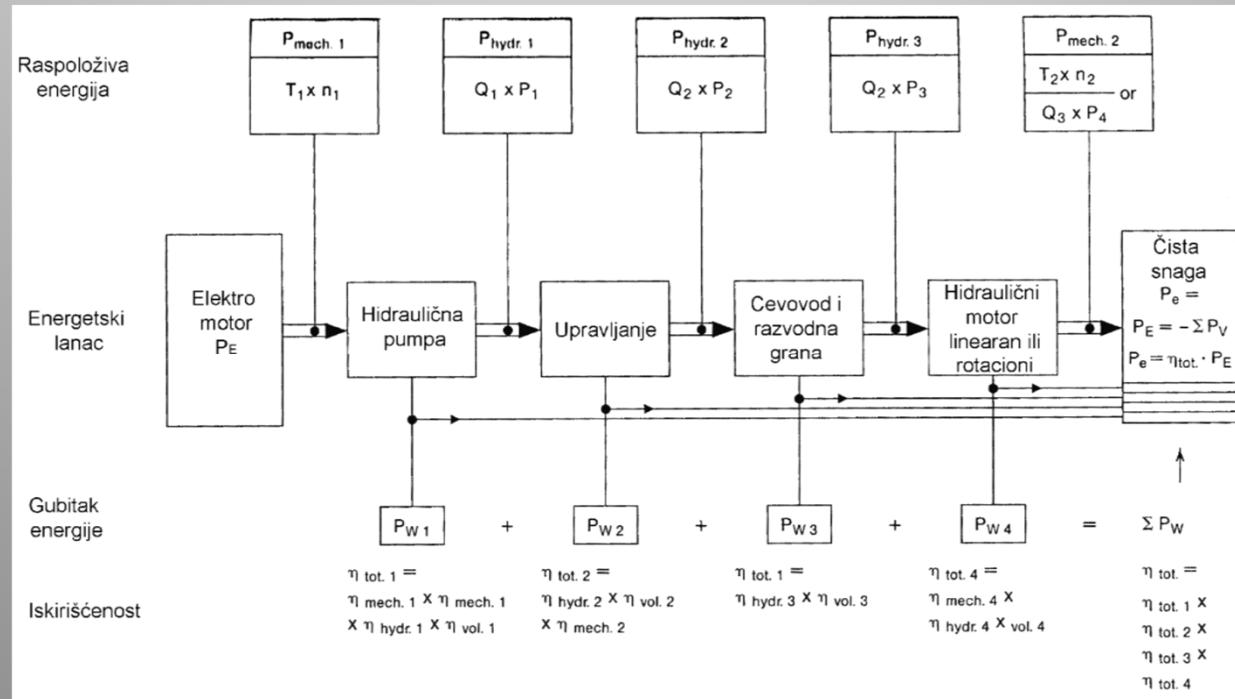
$$\eta_{tot} = \eta_{conv} \cdot \eta_{contr} \cdot \eta_{trans}$$

η_{conv} - stepen korisnog dejstva konverzije energije

η_{contr} - stepen korisnog dejstva kontrolnog sistema

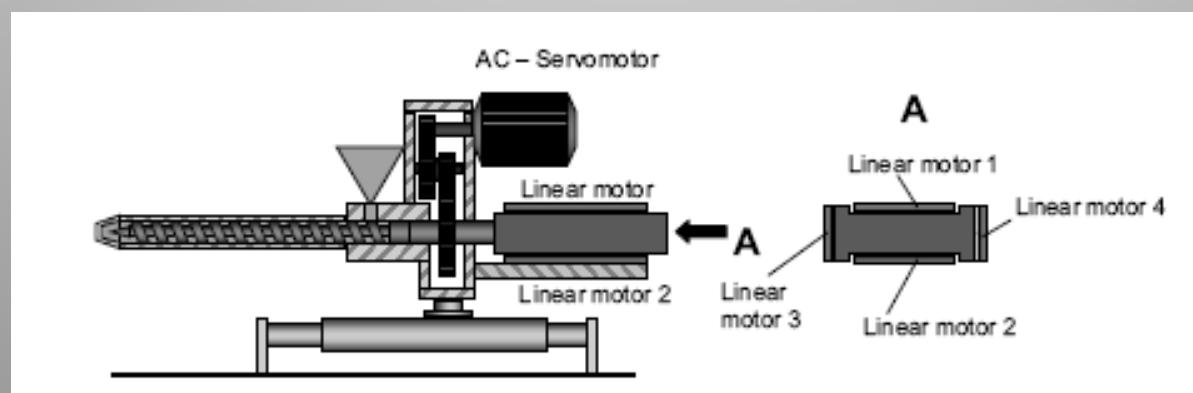
η_{trans} - stepen korisnog dejstva prenosa energije

$$\eta_{tot} = \eta_{conv} \cdot \eta_{contr} \cdot \eta_{trans} = 8,6 \div 37,2\%$$

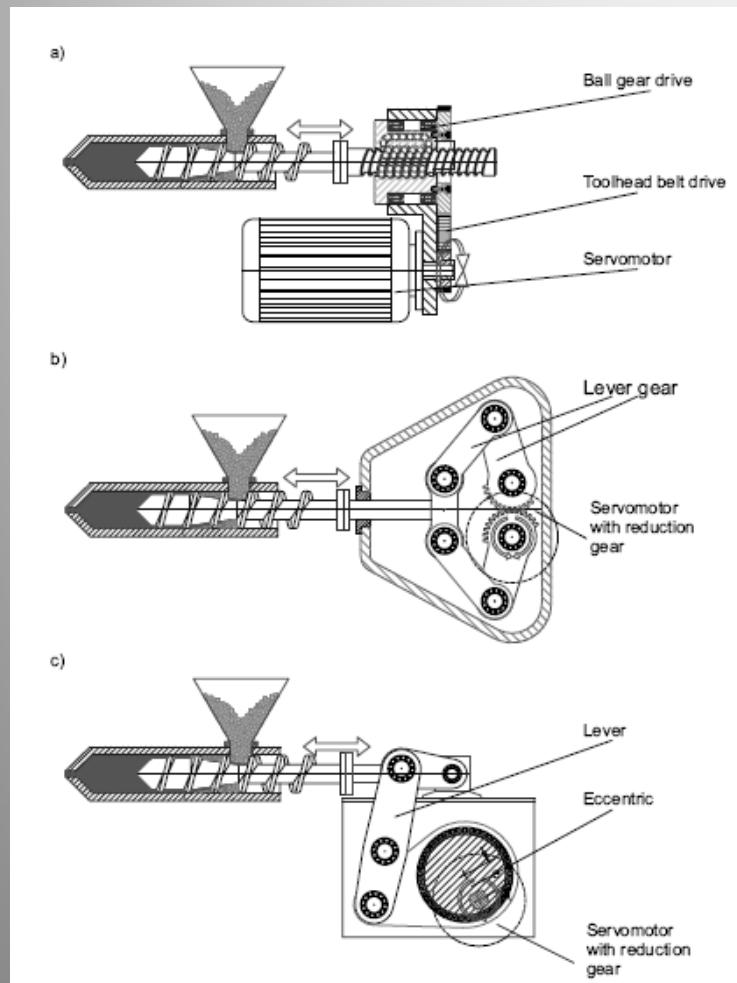


ELEKTRO-MEHANIČKI POGON

- Elektromehanički pogon razvijen krajem 50-tih godina XX veka.
- Nestao sa tržišta 1970. godine zbog neprekidnih funkcionalnih problema.
- Japanska industrija je 1985. godine ponudila ovakvu vrstu pogona za male mašine sa silom zatvaranja od 50 do 100 kN, kod kojih se primenjuju zupčasti prenosnici i zavojna vretana za obezbeđenje potrebnih kretanja.
- Devedesetih godina na tržištu su se pojavile »električne« mašine za injekcione presovanje koje je proizveo »Fanuc« - Japan u saradnji sa »Cincinnati Milacron« - kod ovih mašina rotacija se transformiše u translaciju pomoću zavojnog vretena sa kuglicama (500-3000 kN).
- 2001 – 25% mašina u Japanu je imalo elektro-mehanički pogon
- Azija i Amerika – akcenat je na elektromehničkom pogonu
- Evropa - elektro-hidraulični pogon

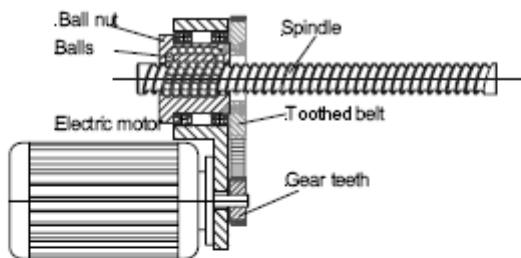


Elektromehanički pogon za aksijalno kretanje puža

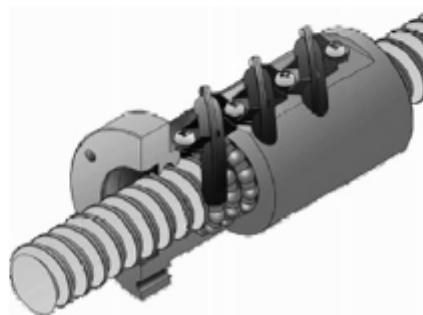


Comparison of different linear electromechanical drives for screws

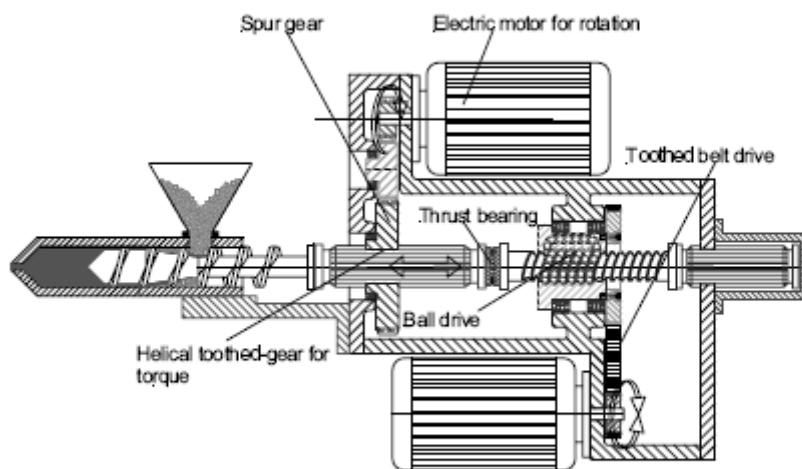
	Ball screw drive with toothed belt (Standard system)	Crank lever drive, planetary gear drive (Ferromatik Milacron system)	Crank lever drive, eccentric drive (Netstal system)
Injection speed at constant motor speed (rpm) Use of total screw stroke			
Injection pressure during constant motor speed (rpm) Use of total screw stroke			
Accuracy	100	100	100
Costs	100	125	130
Maintenance	100	100	100
Efficiency	100	90	80



Ball screw drive with toothed-belt reduction



Ball spindle drive with caged ball technology and high bearing (THK system)



Electromechanical drive for the injection unit with spur gear for rotation and ball drive for injection [1]

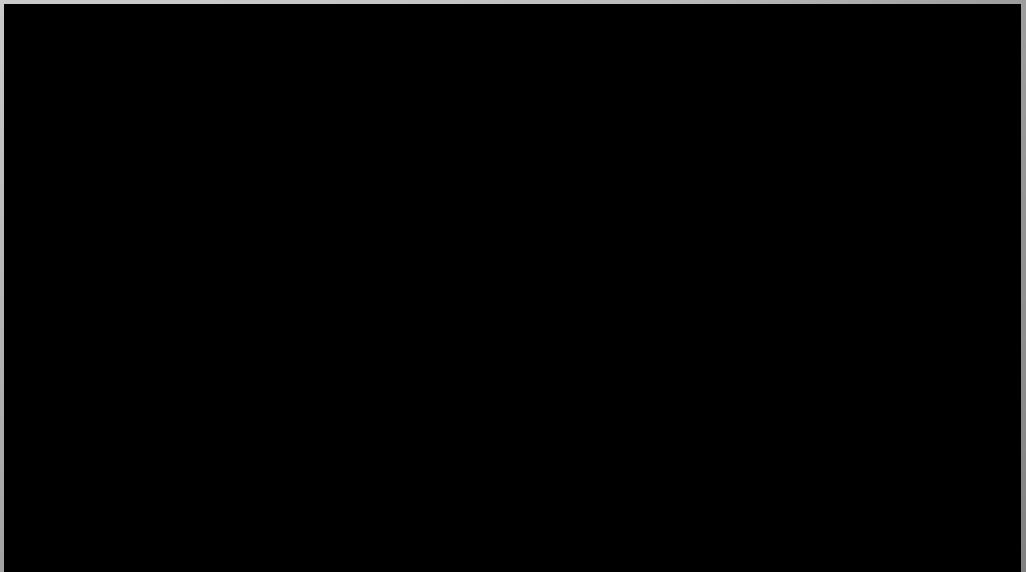


Zavojno vreteno sa kuglicama – ball screw

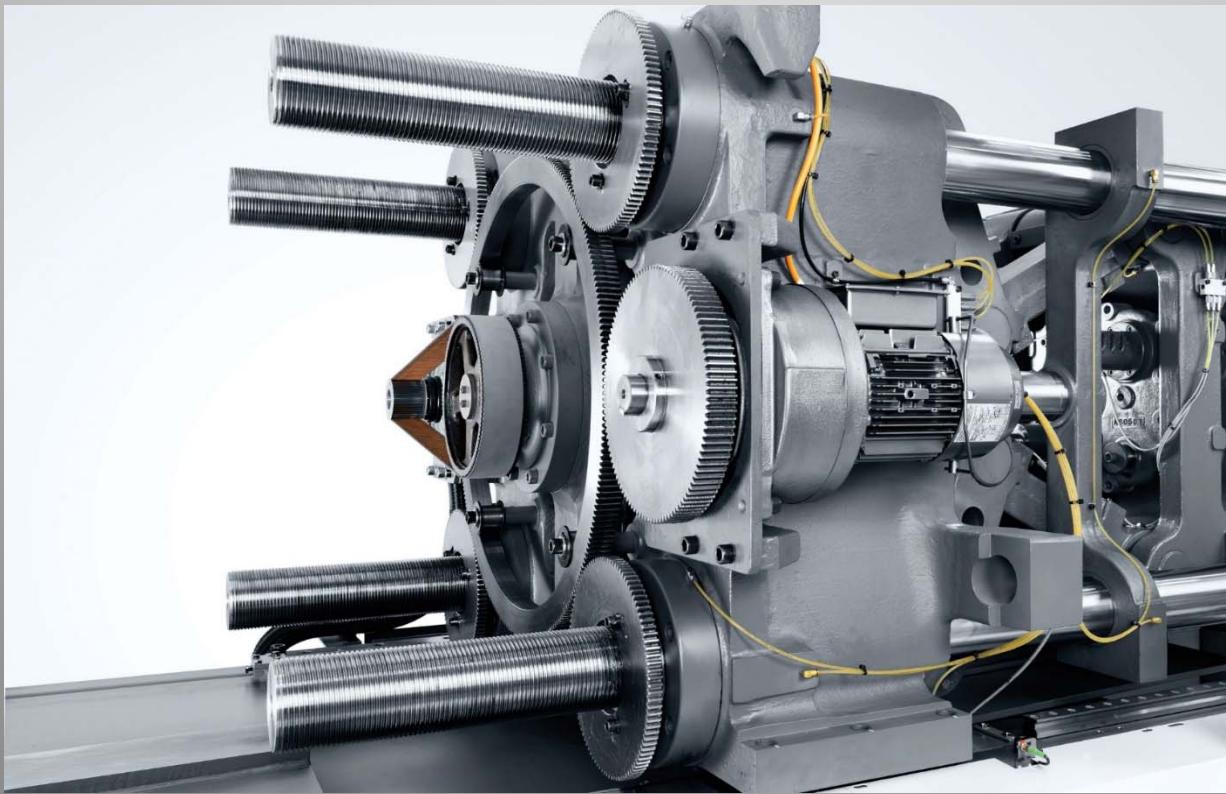
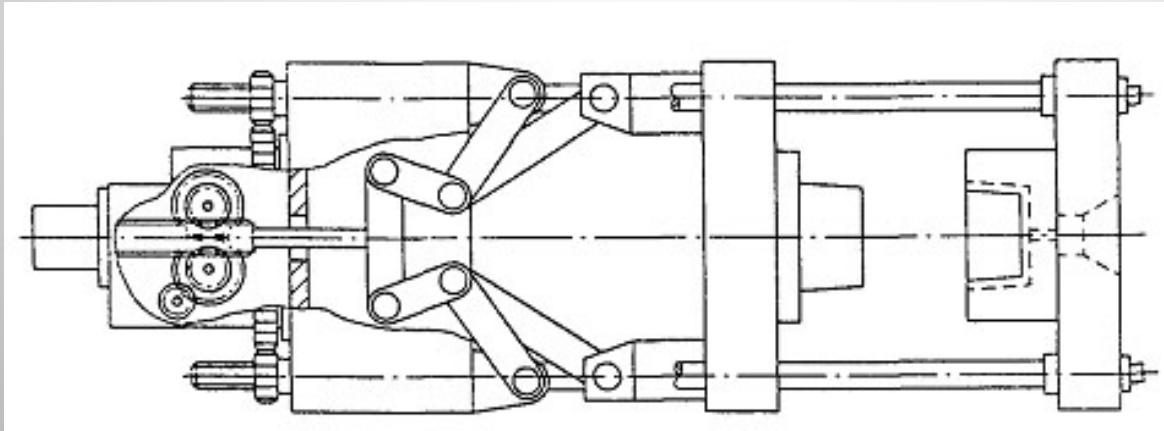


Linearni motor

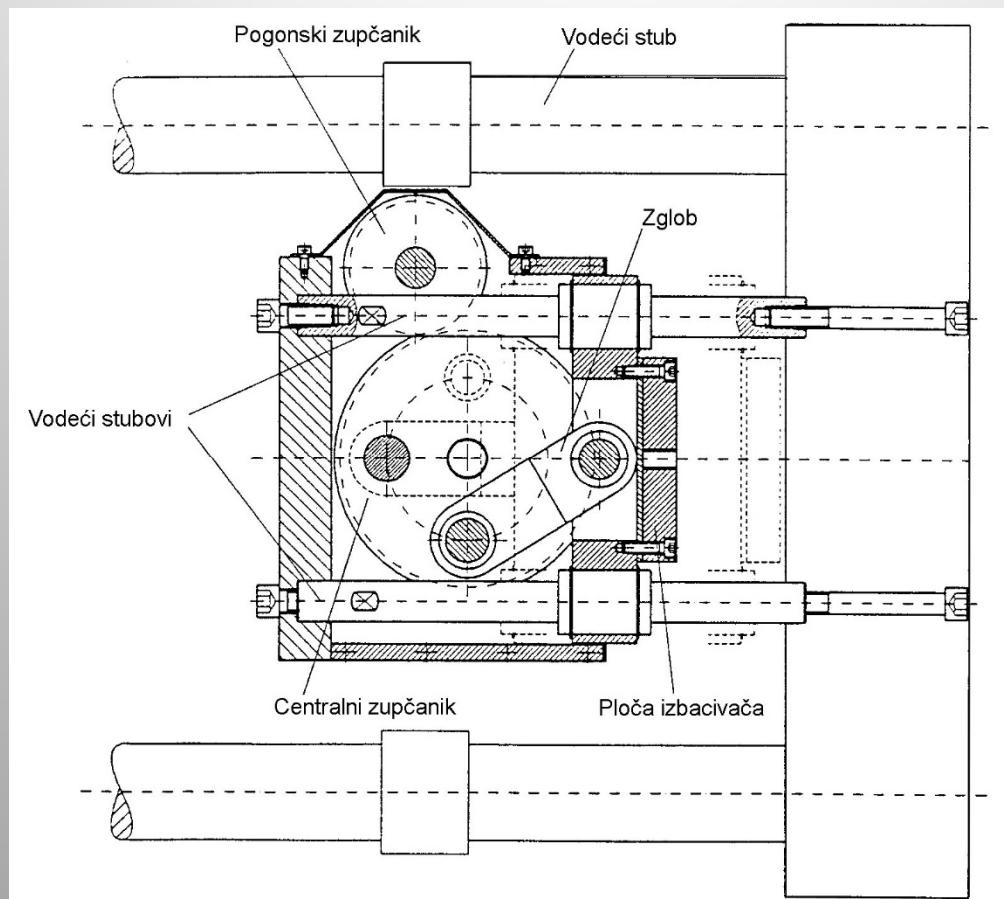
PI



- Pogonski sistem za zatvaranje kalupa sa dvostrukim polugama oslonjenim u četiri tačke koje se pokreću pomoću ozubljene letve (Battenfeld; Kloeckner Ferromatik)
- Prednost ovog sistema je potpuna kontrola brzine pri zatvaranju i otvaranju.



Ekscentar pogon izbacivača



- ❖ Početna sila izbacivanja je velika, kao i brzina
- ❖ Sila i brzina izbacivača se unapred programiraju
- ❖ Sopstveni pogon.