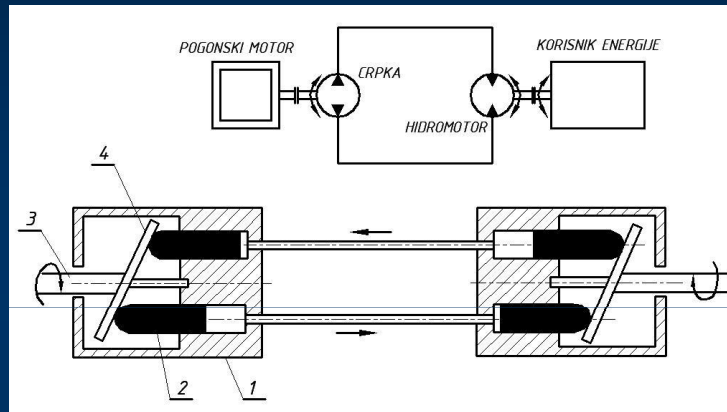


PUMPE I HIDROMOTORI

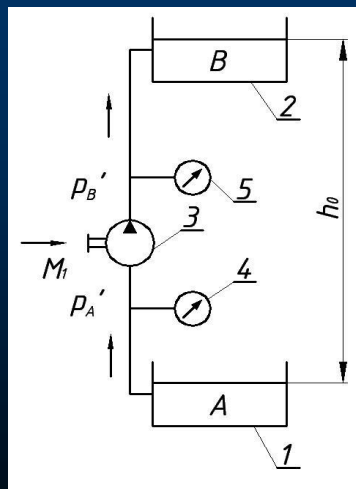
Djelovanje i podjela hidrauličkih crpki i hidromotora

- Pumpe pretvaraju mehaničku energiju pogonskog stroja u hidrauličku energiju fluida
- **Strujne pumpe** koriste se za transport tekućina; nizak tlak; veliki kapacitet (vrijednost ovisna o veličini otpora kojeg treba svladati)
- **Zapreminske crpke** koriste se u konstrukciji hidrauličkih sustava; punjenje i pražnjenje radnih komora - promjenom zapremine radnih komora; usisavanje i potiskivanje radne tekućine - pomoću translacijskog, rotacijskog ili translacijsko-rotacijskog kretanja radnog elementa (klip, zupčanik, krilce ili drugi elementi); veličina tlaka – funkcija ukupnih otpora u sustavu; kapacitet konstantan
- **Podjela** pumpi na dvije osnovne grupe:
 - pumpe s rotirajućim elementima
 - pumpe s oscilirajućim elementima
- Pumpe s **rotirajućim** elementima:
 - zupčaste pumpe (vanjsko i unutarnje ozubljenje)
 - krilne pumpe (s pokretnim ili nepokretnim krilcima)
 - vijčane pumpe
- Pumpe s **oscilirajućim** elementima dijelimo na motorne i ručne klipne pumpe
- **Motorne** klipne pumpe mogu biti:
 - redne klipne pumpe
 - radijalne klipne pumpe
 - aksijalne klipne pumpe

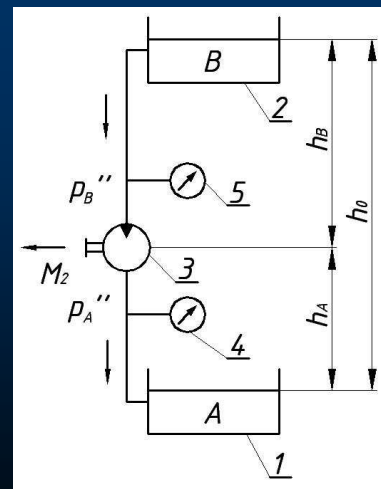
- **Hidromotori** - pretvaraju hidrauličku energiju u mehaničku pokretanjem radnog elementa pod djelovanjem tlaka
- **Podjela hidromotora:**
 - linearni
 - rotacijski
 - zakretni



- Shematski prikaz veze između pumpe i hidromotora



Pumpa



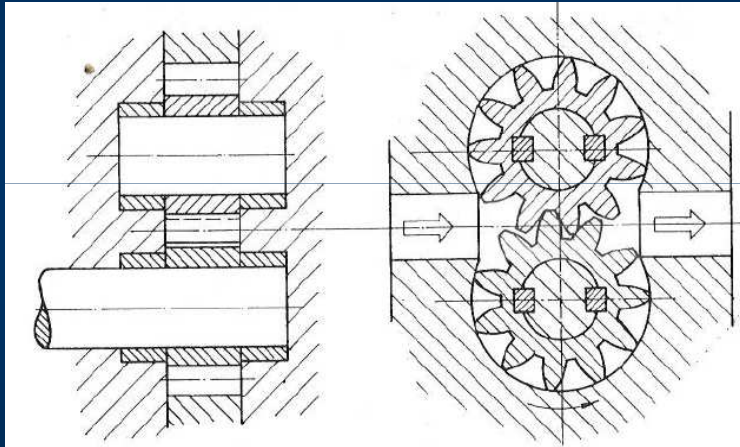
Hidromotor

- Mehanička korisnost motora:

$$\eta_M = \frac{M_2}{M_0}$$

Zupčaste pumpe

- Najrasprostranjenije i najjeftinije
- Prednosti:
 - jednostavna konstrukcija i mali broj dijelova
 - laka zamjena dijelova
 - mala osjetljivost na nečistoće u ulju



- **Nedostatak:** neugodan šum pri visokom tlaku i velikom broju okretaja; rješenje je uranjanje pumpe u ulje
- **Radni tlak:** 50 do 70 bar (140 do 250 bar)
- **Maksimalni broj okretaja:** do 3000 min⁻¹

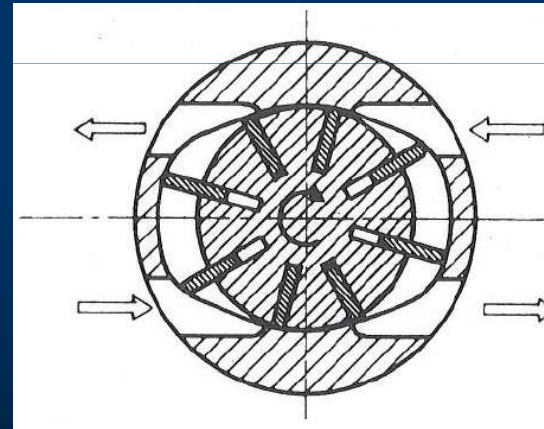
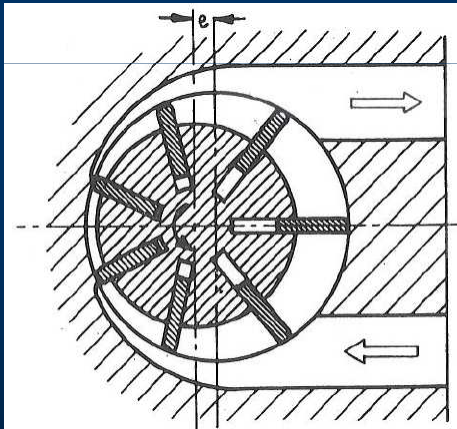
- Teoretski protok:

$$Q_t = \frac{2 \cdot \pi \cdot d_0 \cdot m \cdot b \cdot n}{1000} \quad \left[\text{dm}^3 / \text{min} \right]$$

- **Protok:** 100 do 250 min⁻¹

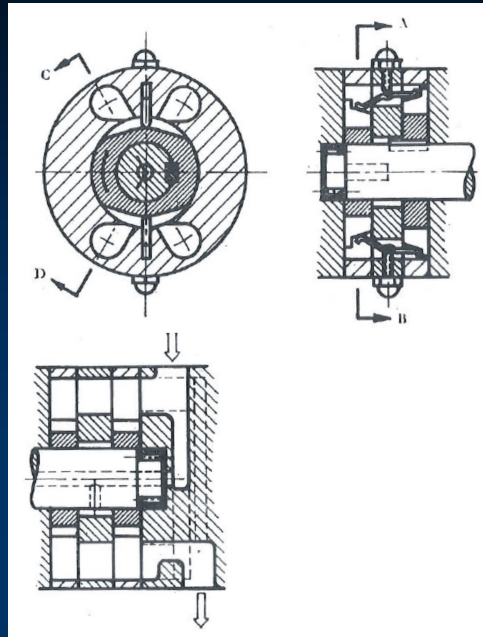
Krilne pumpe

- **Podjela** u dvije konstruktivno različite grupe:
 - krilca rotiraju zajedno s rotorom
 - krilca ugrađena u statoru
- **Krilna pumpa kod koje krilca rotiraju zajedno s rotorom** sastoji se od kućišta u kojem se rotor okreće ekscentrično i naizmjenično na strani usisa vrši stlačivanje i potiskivanje ulja
- Mogu biti jednostrane i dvostrane



- **Prednosti:**
 - miran i tih rad bez šumova
 - mogućnost regulacije protoka promjenom ekscentriciteta
 - protok bez pulzacije

- Krilne s **fiksiranim krilcima u statoru** djeluju na suprotan način – kod njih rotira kućište ili jedna bregasta osovina; krilca su nepokretna



- **Prednosti:** iste kao i krilna pumpa s rotirajućim krilcima
- **Nedostatak:** osjetljivost prema udarima tlaka - lom krilaca
- Riješenje: primjena razvodnika s “negativnim preklapom”
- **Broj okretaja:** do 3000 o/min
- **Radni tlak:** 100 do 160 bar
- **Protok:** do 250 l/min

- Teoretski protok krilne pumpe:

$$Q_t = \frac{A \cdot b \cdot n}{1000} \left[\text{dm}^3 / \text{min} \right]$$

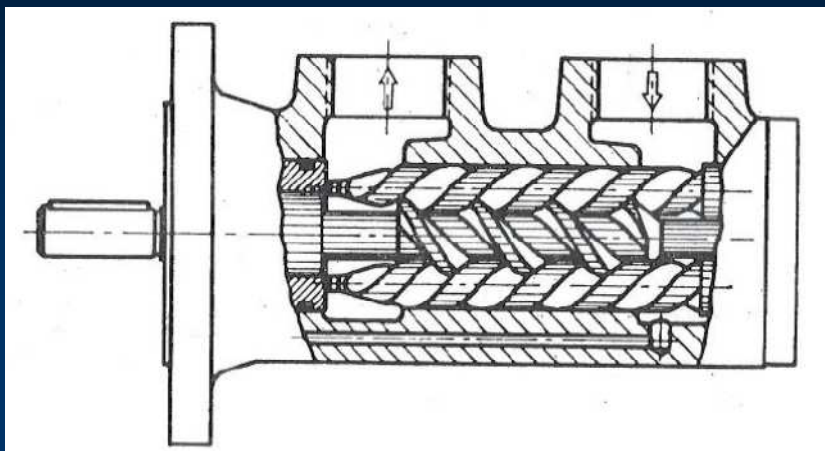
- Teoretski protok krilne pumpe s rotirajućim krilcima:

$$Q_t = \frac{2 \cdot e \cdot b \cdot n}{1000} \cdot (D - sz) \left[\text{dm}^3 / \text{min} \right]$$

- Krilne pumpe općenito - relativno niska cijena, mala specifična masa (mobilni strojevi)

Vijčane pumpe

- Stlačivanje i potiskivanje ulja kroz komore koje se stvaraju uzdužno između kućišta i oba navojna vretena



- **Prednosti:**
 - strujanje ulja bez pulziranja (nema rotacije ulja)
 - miran i bešuman rad
- **Nedostatak:** osjetljivost na visok tlak u usisnom vodu

- **Radni tlak:** 50 do 350 bar
- **Protok:** 3000 do 6000 l/min
- **Broj okretaja:** 1500 do 3000 o/min, maksimalni ostvareni: 30000 o/min!

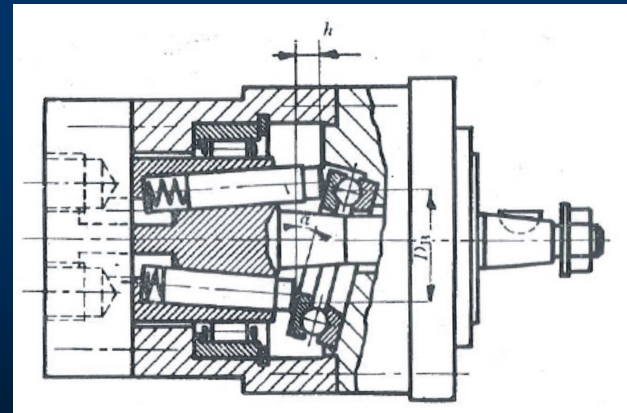
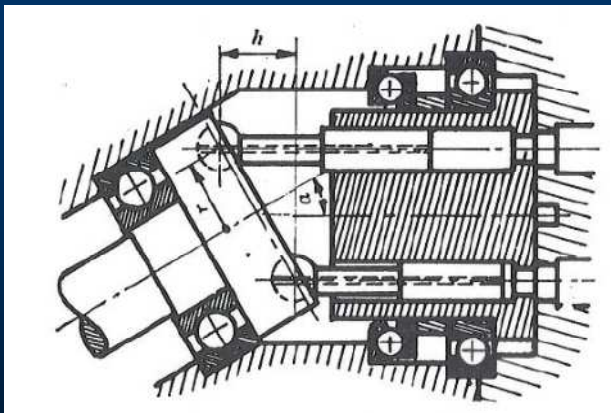
- Teoretski protok:

$$Q_t \approx \frac{\pi \cdot (D_v^2 - D_{un}^2) \cdot s \cdot n}{4 \cdot 1000} \quad \left[\text{dm}^3 / \text{min} \right]$$

- Primjena: sustavi za mehanizaciju i automatizaciju strojeva i procesa, općenito u sustavima veće točnosti kod kojih se traži rad bez šumova i pulzacije

Klipne redne pumpe

- Cilindri postavljeni jedan iza drugog u redu s ekscentrom na pogonskom vratilu
- Nekad vrlo široka primjena u kiper-instalacijama - zupčaste predvladavaju danas
- Razlikujemo **aksijalne** i **radijalne** klipne pumpe
- **Aksijalne** - najpoznatije i najviše proizvođene klipne pumpe
- Primjena: u sustavima za prijenos snage (hidrostatička transmisija)
- Najčešće konstrukcijske izvedbe:
 - sa koso postavljenim cilindarskim blokom
 - s kosom pločom



- Kod klipnih pumpi s **kosim blokom cilindra** uslijed nagnutog bloka cilindra klipovi čiji su hodovi proporcionalni kutu α pri svom oscilatornom gibanju tlače i potiskuju ulje preko tzv. razvodne ploče u potisni vod
- **Usisavanje** se odvija u onim cilindrima koji su preko razvodne ploče spojeni s usisnim vodom
- Usis i potiskivanje - uslijed rotacije bloka cilindra
- **Prednosti:**
 - dobar stupanj korisnosti
 - miran i bešuman rad (do 150 bar)
 - reguliranje protoka relativno jednostavnim uređajem
 - mogućnost promjene kuta bloka
 - robusnost i sigurnost u radu
- **Glavni nedostatak** (općenito kod klipnih pumpi): tehnološka kompliciranost pri serijskoj proizvodnji (velika točnost izrade, precizna kontrola dijelova, skupe operacije brušenja i lepanja)
- **Radni tlak:** do 200 bar
- **Broj okretaja:** do 1500 o/min
- Aksijalna klipna pumpa s **kosom pločom** ostvaruje oscilatorno kretanje klipova na taj način što ploča potiskivanje na klipnjače klipova ostvaruje isti efekt kao u prethodnom slučaju nagnuti cilindarski blok
- Prednosti su iste kao kod pumpe s kosim blokom cilindra uz nešto niže tlakove

- Teoretski protok aksijalne klipne pumpe:

$$Q_t = \frac{A_k \cdot h \cdot n \cdot z}{1000} \left[\text{dm}^3 / \text{min} \right]$$

- Kod pumpe s **kosim blokom cilindra** hod (h) se određuje iz relacije:

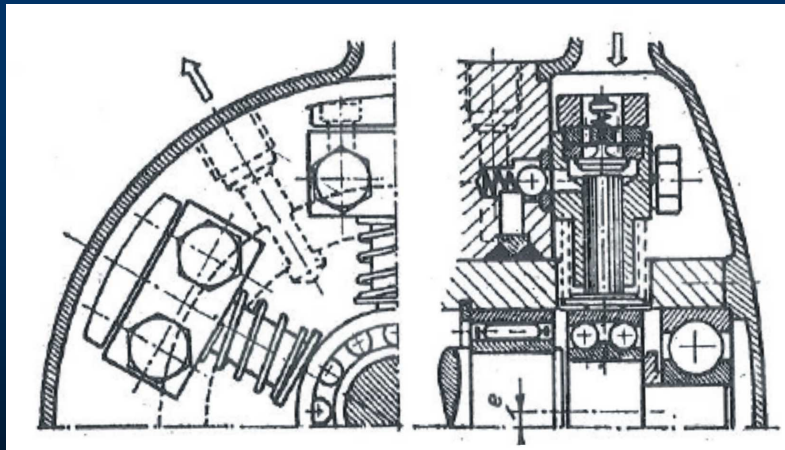
$$h = 2 \cdot r \cdot \sin \alpha$$

gdje je r – radijus po kome su vezani zglobovi klipnjača, a α - kut nagiba cilindarskog bloka

- Kod pumpe s **kosom pločom** hod se računa prema relaciji:

$$h = D \cdot \sin \alpha$$

- **Radijalne** klipne pumpe imaju radijalni raspored radnih cilindara



- Okretanje **ekscentra** omogućuje kretanje klipova u radnim cilindrima i kružno ponavljanje operacija usisavanja, tlačenja i potiskivanja ulja

- **Pednosti** radijalne klipne pumpe:
 - vrlo visoki tlakovi
 - mogućnost regulacije kapaciteta promjenom ekscentra
 - visoki stupanj korisnosti
 - manja osjetljivost na nečistoće u odnosu na aksijalne klipne pumpe
- Zbog položaja cilindara - već dimenzije od aksijalnih klipnih pumpi
- **Radni tlak:** do 300 bar
- **Broj okretaja:** 1500 o/min
- Teoretski protok računa se isto kao kod aksijalnih klipnih pumpi; hod h računa se prema izrazu:

$$h = 2 \cdot e$$

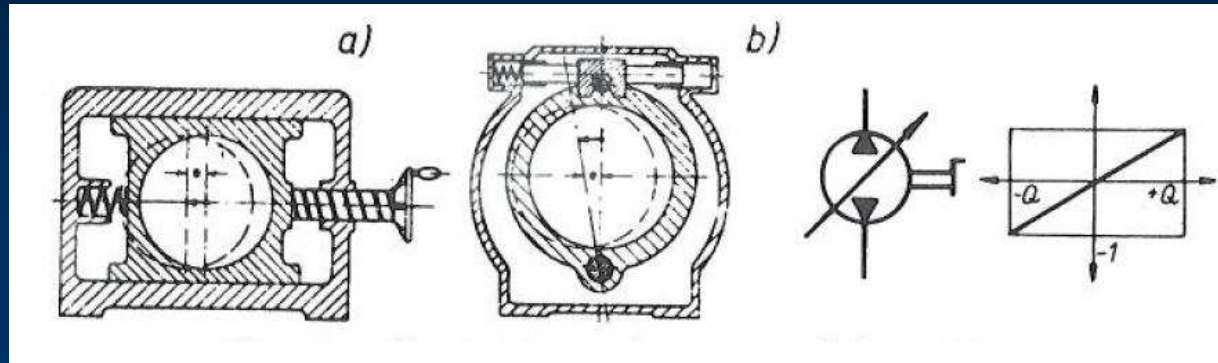
gdje je e - ekscentricitet

Regulacija kapaciteta zapreminskih pumpi

- **Regulatori:** mijenjaju veličinu kapaciteta pumpe, tlak, snagu, stranu usisa i potiskivanja radne tekućine
- **Nije moguće** mijenjati kapacitet: zupčaste, vijčane, višekomorne klipno-radijalne, višekomorne krilne i redne klipne pumpe
- **Moguće:** kod krilnih i radijalno klipnih - promjenom ekscentriciteta, a kod klipno-akijalnih promjenom kuta nagibne ploče
- **Podjela:**
 - mehanički regulatori
 - hidraulički regulatori
 - električni regulatori
 - regulatori tlaka
 - regulatori snage
 - regulatori konstantnog kapaciteta
 - kombinirani regulatori

Mehanički regulatori

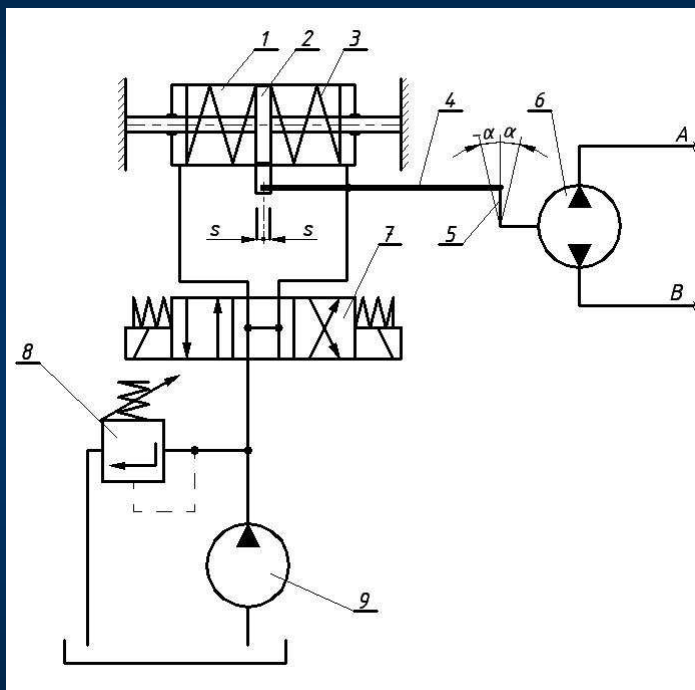
- Jednostavne konstrukcija; za podešavanje kapaciteta prije puštanja sustava u pogon



- **Promjena ekscentra** - pomicanje statora pomoću navojnog vretena; pomicanje statora pomoću klipa
- Kapacitet pumpe je funkcija odnosa e/e_{\max}
- Mogućnost promjene usisne i potisne strane

Hidraulički regulatori

- Određuju kapacitet i položaj usisne i potisne strane u funkciji djelovanja i veličine vanjskog impulsa tlaka
- Prikaz osnovne konstrukcije:



- Konstrukcija regulatora omogućuje **promjenu** usisne i potisne strane i kapaciteta pumpe u **funkciji tlaka** upravljačkog ulja koje se dovodi u cilindar
- Ukoliko se u upravljačkom vodu osigura ulje s različitim veličinama tlaka, mogu postići različiti položaji regulirajućeg elementa (5), što će definirati i različita kapacitete pumpe

- Postoje još izvedbe:
 - regulator kapaciteta pumpe jednosmjernog rada
 - regulator kapaciteta pumpe dvosmjernog rada
 - regulator kapaciteta pumpe dvosmjernog rada sa rasterećenjem