

Драгиша Вилотић
Мирослав Планчак



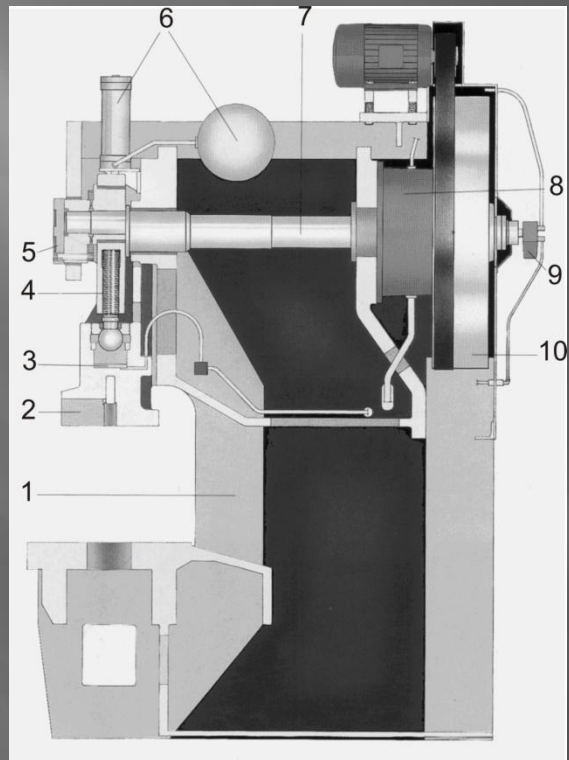
Машине за обраду деформисањем
КРИВАЈНЕ ПРЕСЕ
(CRANK PRESSES)

10 KONSTRUKCIJA KRIVAJNIH PRESA

- ▣ Savremena krivajna presa sastoji se od nekoliko podсистема koji su međusobno funkcionalno i konstrukciono povezani u jedinstvenu celinu.
- ▣ Svaka mašina za obradu deformisanjem, pa i krivajna presa se sastoji od sledećih celina:
 1. noseće strukture (tela prese),
 2. pogonskog sistema,
 3. izvršnog dela (pritiskivač prese),
 4. sistema upravljanja,
 5. sistema za podmazivanje,
 6. pomoćnih sistema

10 KONSTRUKCIJA KRIVAJNIH PRESA

PRESA



Slika 10.1 Konstrukcija ekscentarske prese

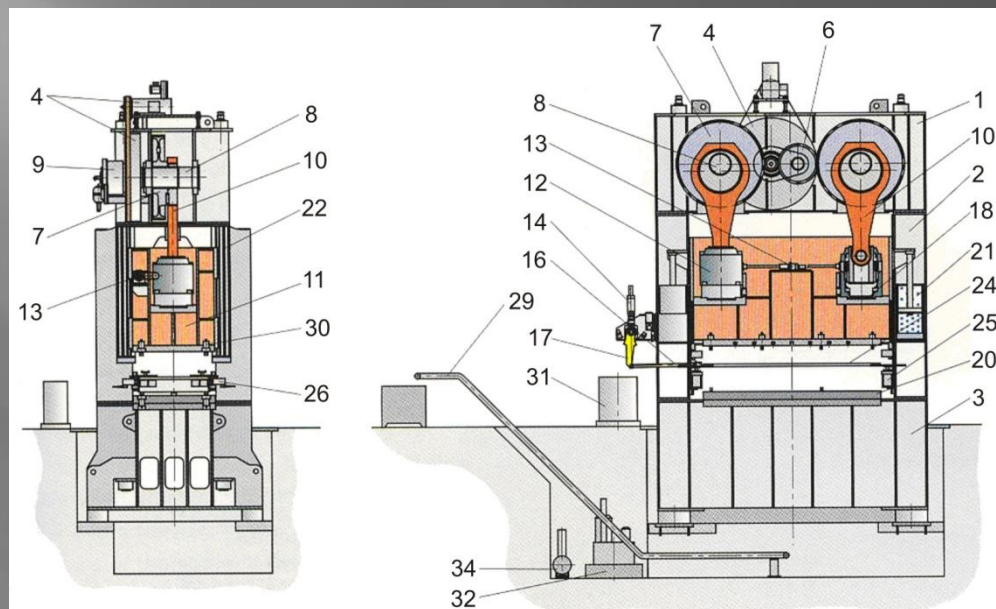
1 – otvorena noseća struktura, 2 – pritiskivač, 3 – hidraulični osigurač od preopterećenja prese, 4 – zavojno vreteno za regulaciju dužine krivaje, 5 – uređaj za promenu veličine ekscentriciteta, 6 – pneumatski balansni uređaj, 7 – ekscentarsko vratilo, 8 – spojnica sa kočnicom, 9 – ventil, 10 – zamajac

10 KONSTRUKCIJA KRIVAJNIH PRESA

- ▣ Konstrukcija prese zavisi od više faktora, među kojima se posebno ističu:
 - tehnološka namena prese
 - proizvodne mogućnosti proizvođača mašina
 - asortiman gotove opreme, agregata i materijala koji se mogu koristiti za izradu mašine.

10 KONSTRUKCIJA KRIVAJNIH PRESA

PRESA



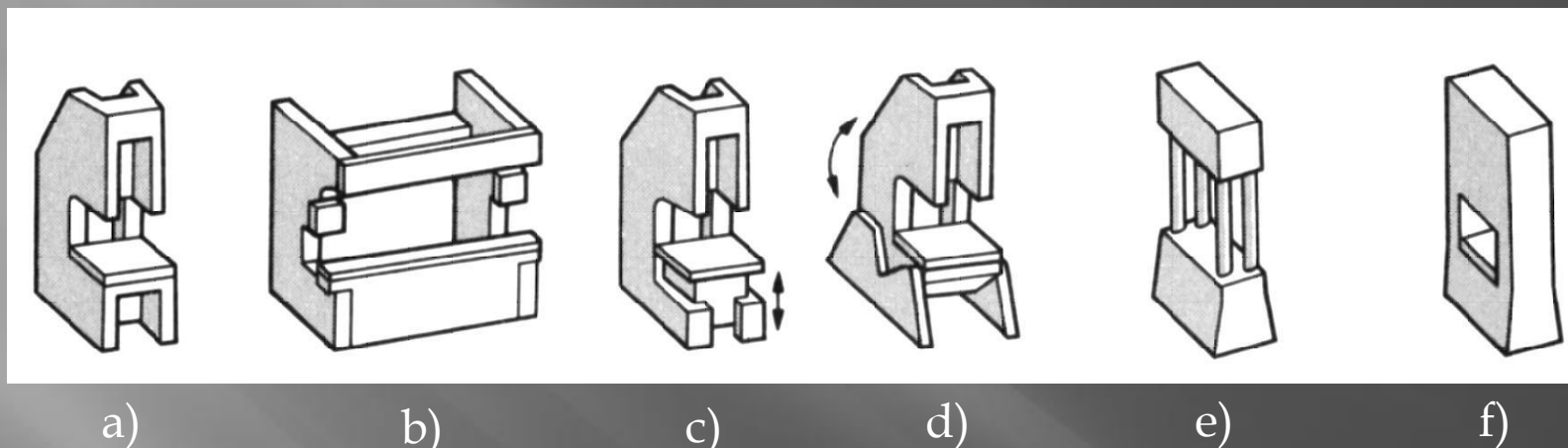
Slika 10.2 Konstrukcija automatske prese za obradu lima [58]

1 – kruna (traversa), 2 – stubovi, 3 – sto prese, 4 – zamajac sa pogonskim motorom, 6 – međuzupčanik, 7 – ekscentarski zupčanik, 8 – krivajno vratilo, 9 – spojnica i kočnica, 10 – krivajna poluga, 11 – pritiskivač, 12 – veza krivajne poluge sa pritiskivačem (ukrsna glava), 13 – uređaj za podešavanje visine pritiskivača, 14 – dodavač, 16 – vezna poluga, 17 – transportna poluga, 18 – zaštita od preopterećenja, 20 – ploča stola, 21 – balansni cilindar, 22 – vođice pritiskivača, 24 – grajferni mehanizam, 25 – pogon grajfera, 26 – pogon za podešavanje grajfera, 29 – kaiš za transport otpada, 30 – jedinica za stezanje alata, 31 – jedinica za hlađenje, 32 – jedinica za cirkulaciju ulja, 34 – kompresor.

10.1 Noseća struktura

- ▣ Noseća struktura – telo krivajne prese, osnovni je element mašine, koji određuje funkcionalnost, kvalitet i opštu dispoziciju prese.
- ▣ Uloga noseće strukture kod krivajnih (i hidrauličnih) presa je:
 - uravnoteženje opterećenja koje nastaje pri procesu deformisanja i usled inercije pokretnih delova mašine;
 - vođenje pokretnih delova mašine (na primer, vođenje pritiskivača ili stola prese);
 - obezbeđenje radnog prostora prese;
 - povezivanje svih sistema i agregata mašine u jedinstvenu celinu.

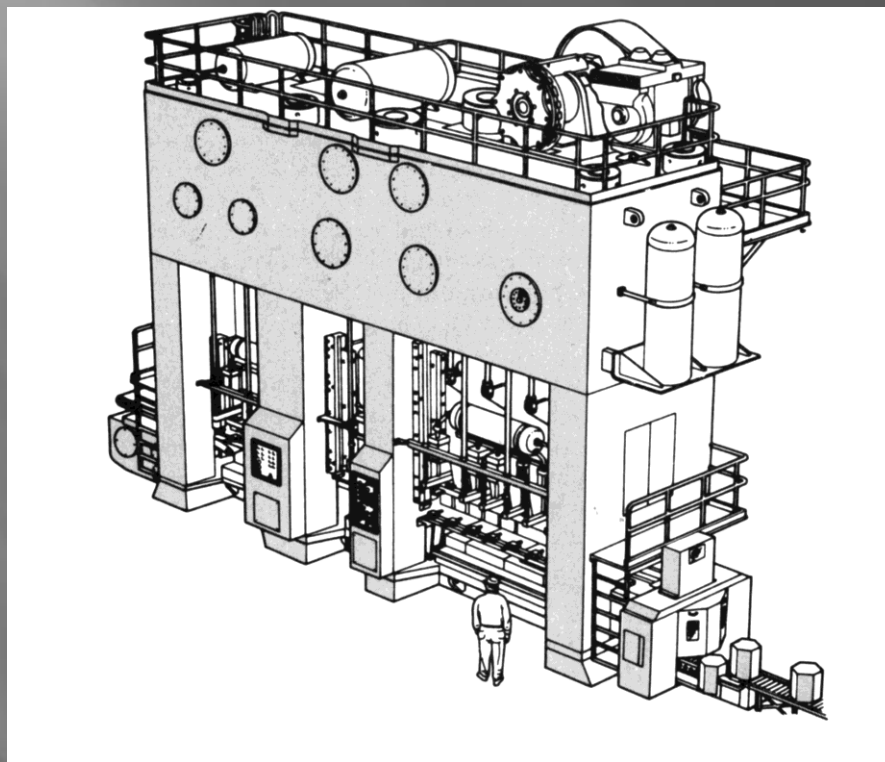
10.1 Noseća struktura



Slika 10.3 Tipovi noseće strukture krivajnih presa [9]

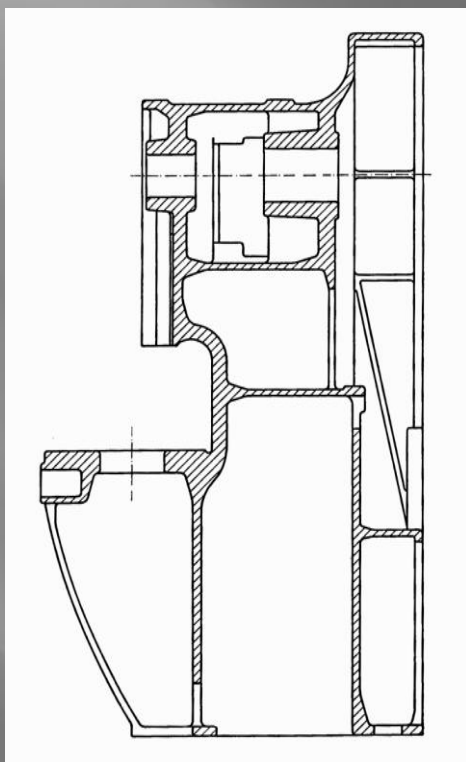
a) otvorena, C oblik, b) dvostranična otvorena širokog raspona, c) otvorena sa podešavanjem visine stola, d) otvorena nagibna, e) zatvorena četvorostubna sa kružnim stubovima, f) zatvorena dvostubna sa kutijastim stubovima

10.1 Noseća struktura

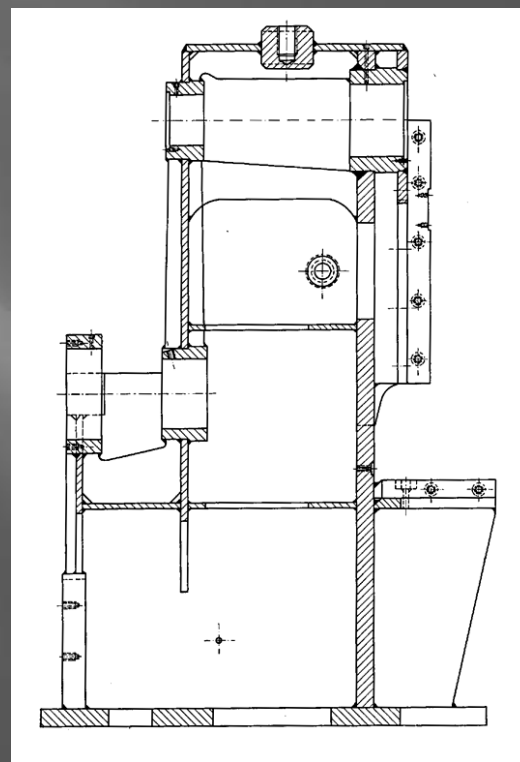


Slika 10.4 Noseća struktura velike (transfer) prese [9]

10.1 Noseća struktura



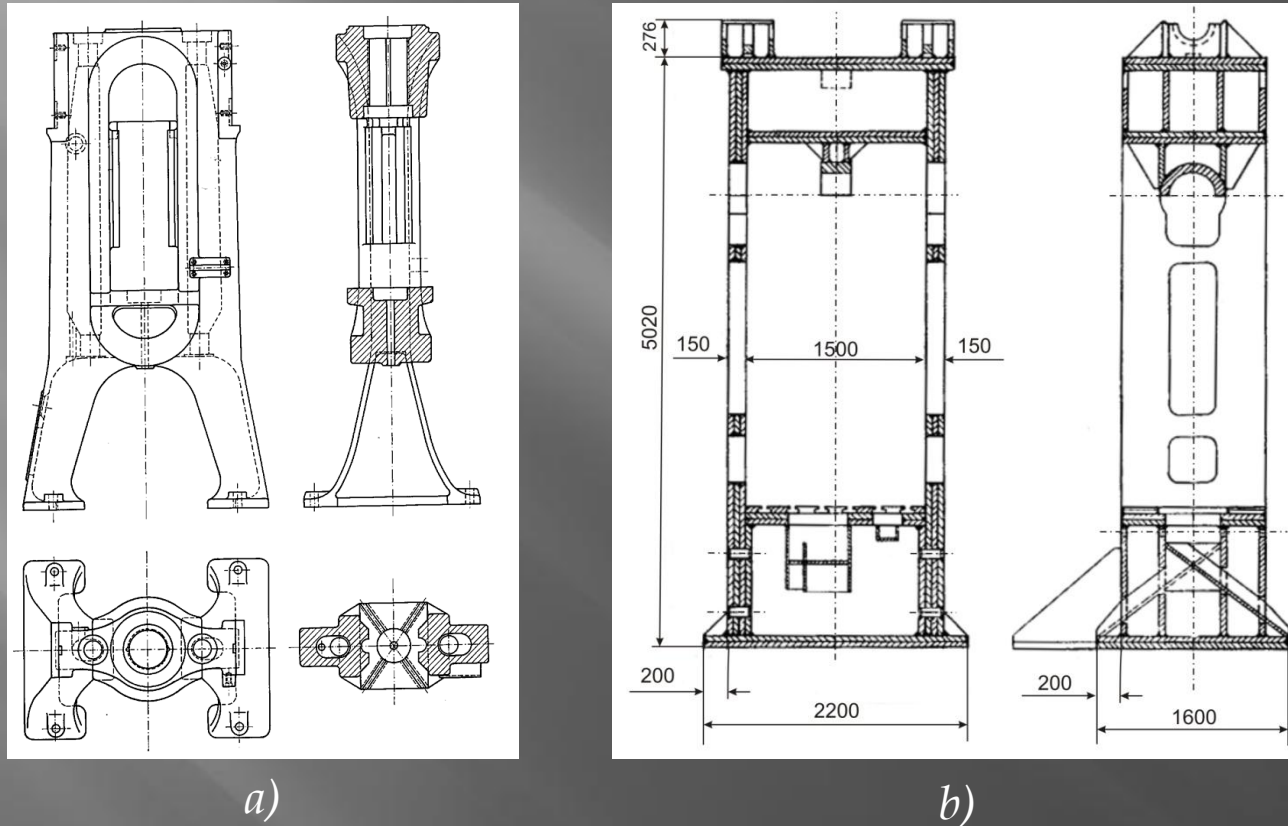
a)



b)

Slika 10.5 Otvorena noseća struktura krivajne prese [3]
a) livena, b) zavarena

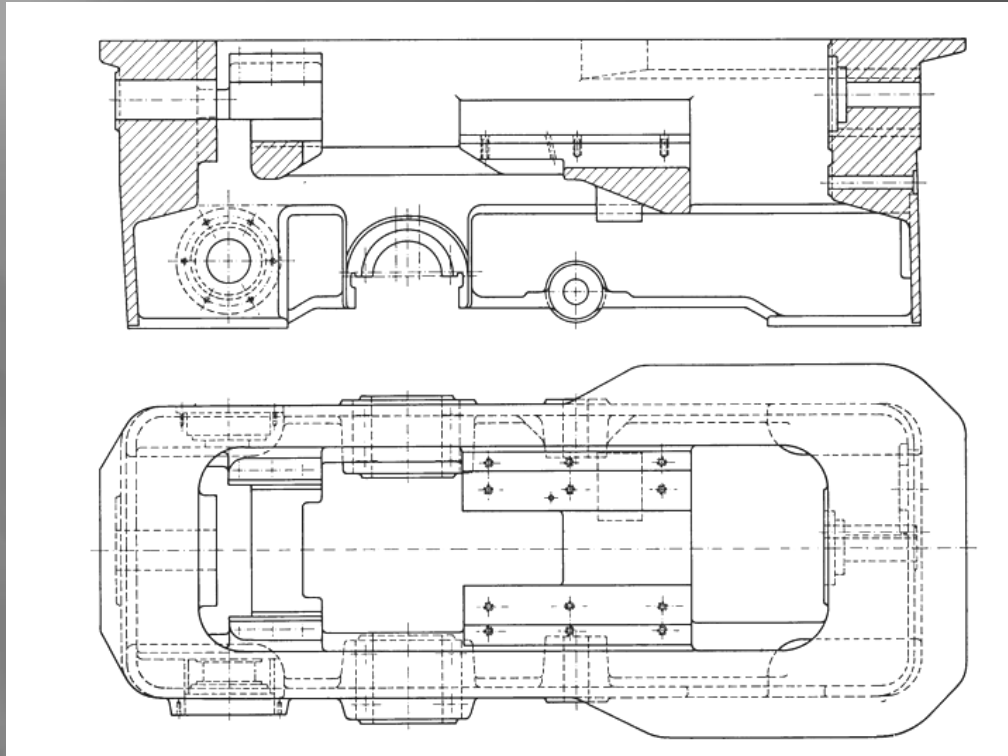
10.1 Noseća struktura



Slika 10.6 Zatvorena noseća struktura [3]

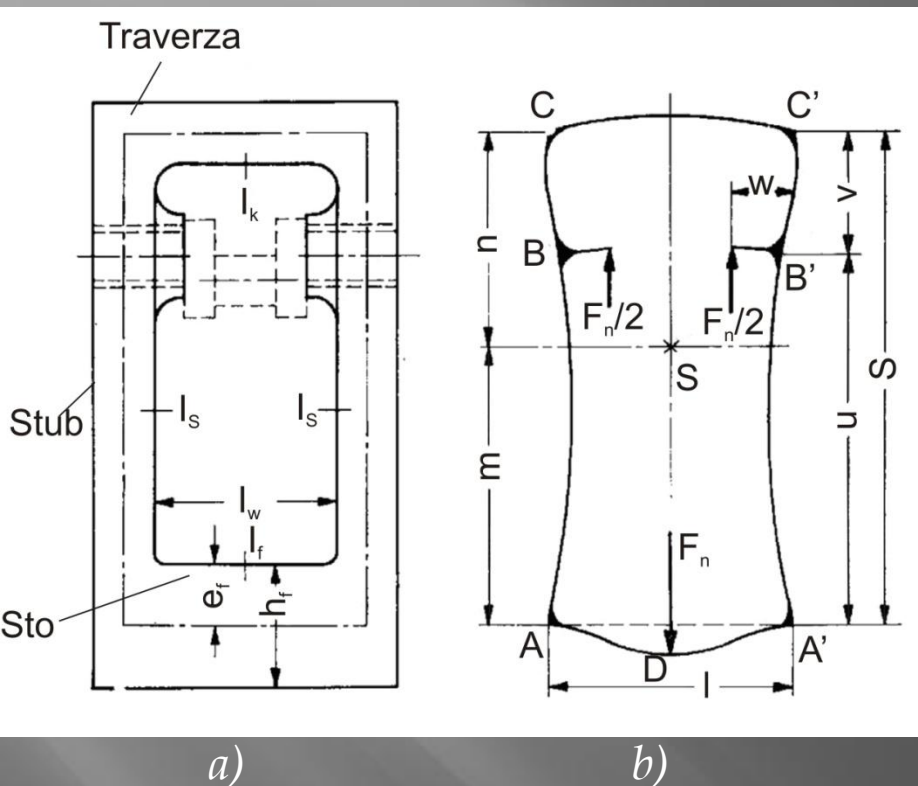
a) livena, b) zavarena

10.1 Noseća struktura



Slika 10.7 Jednodelna horizontalna noseća struktura [3]

10.1.2 Proračun zatvorene noseće strukture



Momenti savijanja:

$$\left. \begin{aligned} M_A &= -\frac{F_n \cdot l}{4} \left(2 \frac{w}{l} - K_1 - K_3 \cdot \frac{m}{l} \right) \\ M_B &= -\frac{F_n \cdot l}{4} \left(2 \frac{w}{l} - K_1 + K_3 \cdot \left\langle \frac{n}{l} - \frac{v}{l} \right\rangle \right) \dots \left(+ \frac{F_n \cdot w}{2} \right) \\ M_C &= \frac{F_n \cdot l}{4} \left(K_1 - K_3 \cdot \frac{n}{l} \right) \\ M_D &= \frac{F_n \cdot l}{4} \left(1 - 2 \frac{w}{l} + K_1 + K_3 \cdot \frac{m}{l} \right) = \frac{F_n \cdot l}{4} + M_A \end{aligned} \right\}$$

U gornjim jednačinama konstante \$K_1\$ i \$K_3\$ određuju se prema izrazima:

$$K_1 = \frac{2 \cdot \frac{w \cdot u}{l^2} - \frac{l_s}{l_f} \left(\frac{1}{4} - \frac{w}{l} \right)}{\frac{s}{l} + \frac{1}{2} \left(\frac{l_s}{l_f} + \frac{l_s}{l_k} \right)}$$

$$K_3 = \frac{2 \cdot \frac{w \cdot u}{l^2} \left(\frac{m}{l} - \frac{u}{2l} \right) - \frac{m}{l} \cdot \frac{l_s}{l_f} \left(\frac{1}{4} - \frac{w}{l} \right)}{\frac{1}{3} \left(\frac{m^3}{l^3} + \frac{n^3}{l^3} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{m^2}{l^2} \cdot \frac{l_s}{l_f} + \frac{n^2}{l^2} \cdot \frac{l_s}{l_k} \right)}$$

Slika 10.9 Zatvorena noseća struktura [3]
a) fizički model, b) proračunski model

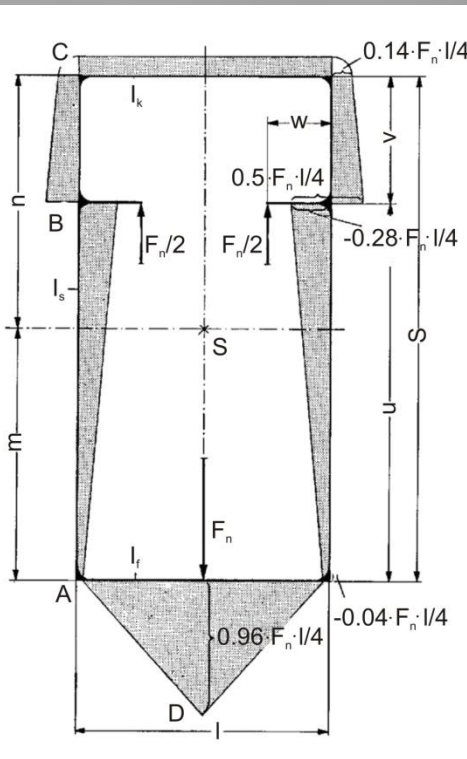
10.1.2 Proračun zatvorene noseće strukture

Geometrijska veličina n određuje se na osnovu izraza:

$$n = s \cdot \frac{\frac{s}{l} + \frac{l_s}{l_f}}{2 \frac{s}{l} + \frac{l_s}{l_f} + \frac{l_s}{l_k}} = s - m$$

Provera nosivosti noseće strukture svodi se na proveru ukupnog napona (savijanje i zatezanje) u pojedinim presecima:

$$\sigma_u = \sigma_s + \sigma_z = \frac{M_s}{W} + \frac{F}{A_z} \leq \sigma_{doz}$$



Slika 10.10 Dijagram momenata savijanja [3]

10.1.2 Proračun zatvorene noseće strukture

➤ Elastične deformacije pojedinih elemenata noseće strukture određuju se prema sledećim izrazima:

1. Izduženje stubova:

$$\Delta u = \frac{F_n \cdot u}{2A_s \cdot E}$$

2. Ugib stola prese usled dejstva momenta savijanja M_D :

$$f_l = \frac{l^2}{8 \cdot E \cdot I_f} \cdot \left(\frac{F_n \cdot l}{6} + M_A \right)$$

3. Ugib stola usled dejstva momenta savijanja M_Q

$$f_q = \frac{c}{A_f \cdot G} \cdot M_Q \quad M_Q = \frac{F_n \cdot l_w}{4}$$

4. Ukupna elastična deformacija prese iznosi:

$$f_s = \Delta u + f_l + f_q$$

Sila stezanja u zavrtnjima za prednaprezanje

$$F = k_p \cdot F_n$$

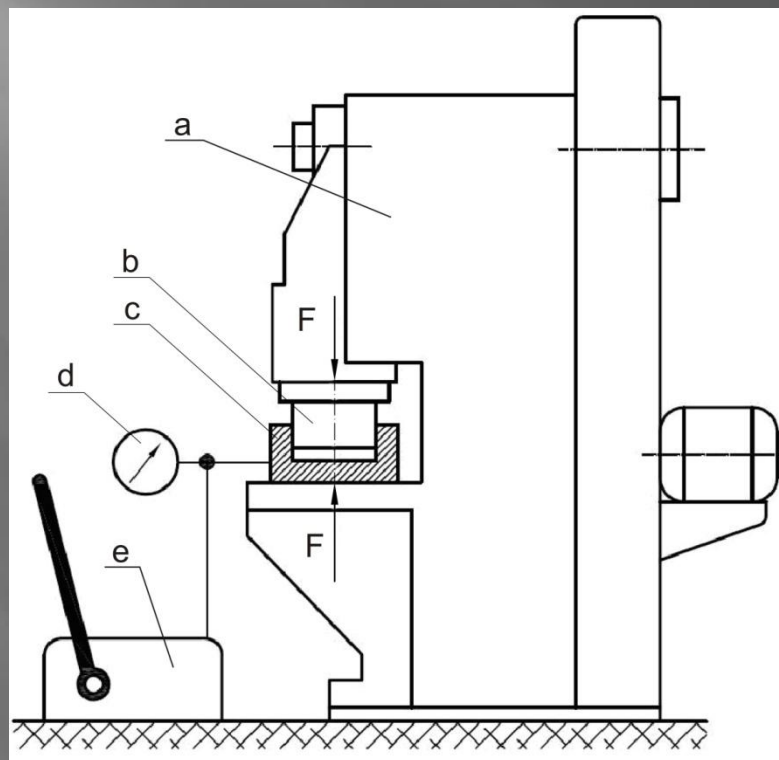
Izduženje zavrtnja

$$\lambda_v = \frac{F}{i \cdot A_{sr}} \cdot \frac{l_z}{E}$$

Ukupno skraćenje noseće strukture prese pod dejstvom sile pritezanja iznosi:

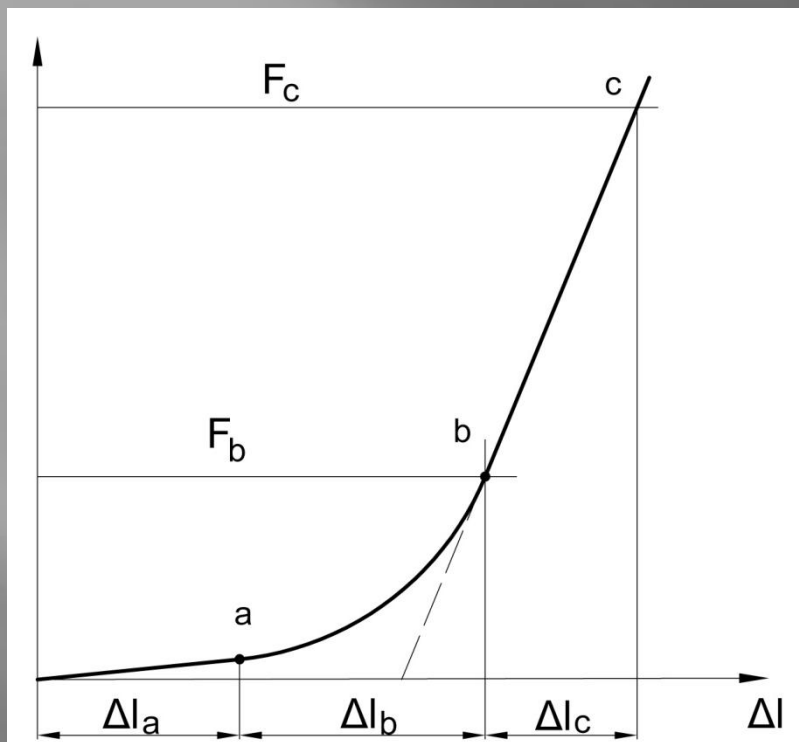
$$\lambda = \lambda_{st} + \lambda_s + \lambda_T$$

10.1.3 Krutost krivajnih presa



Slika 10.11 Instalacija za određivanje krutosti ekscentarske prese [3]
a – telo prese, b – klip, c – cilindar, d – manometar, e – pumpa

10.1.3 Krutost krivajnih presa

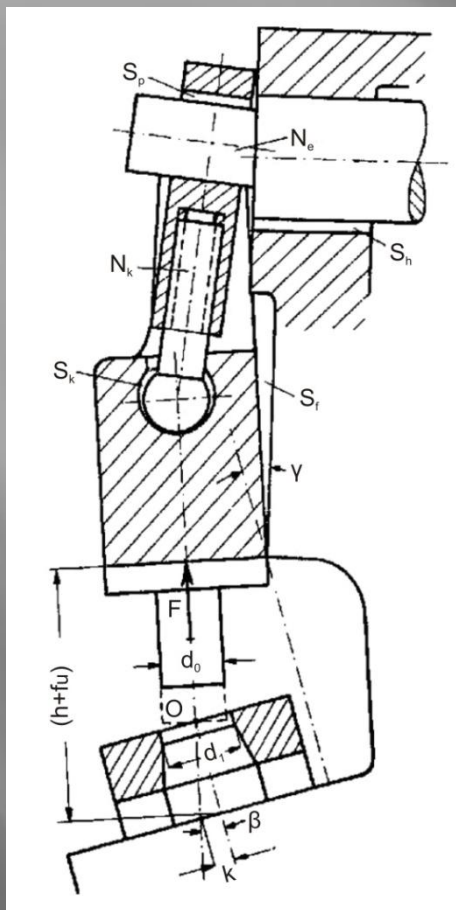


Slika 10.12 Dijagram opterećenja pri ispitivanju krutosti prese

Krutost prese:

$$C = \frac{F_c - F_b}{\Delta l_c} [MN / mm]$$

10.1.3 Krutost krivajnih presa



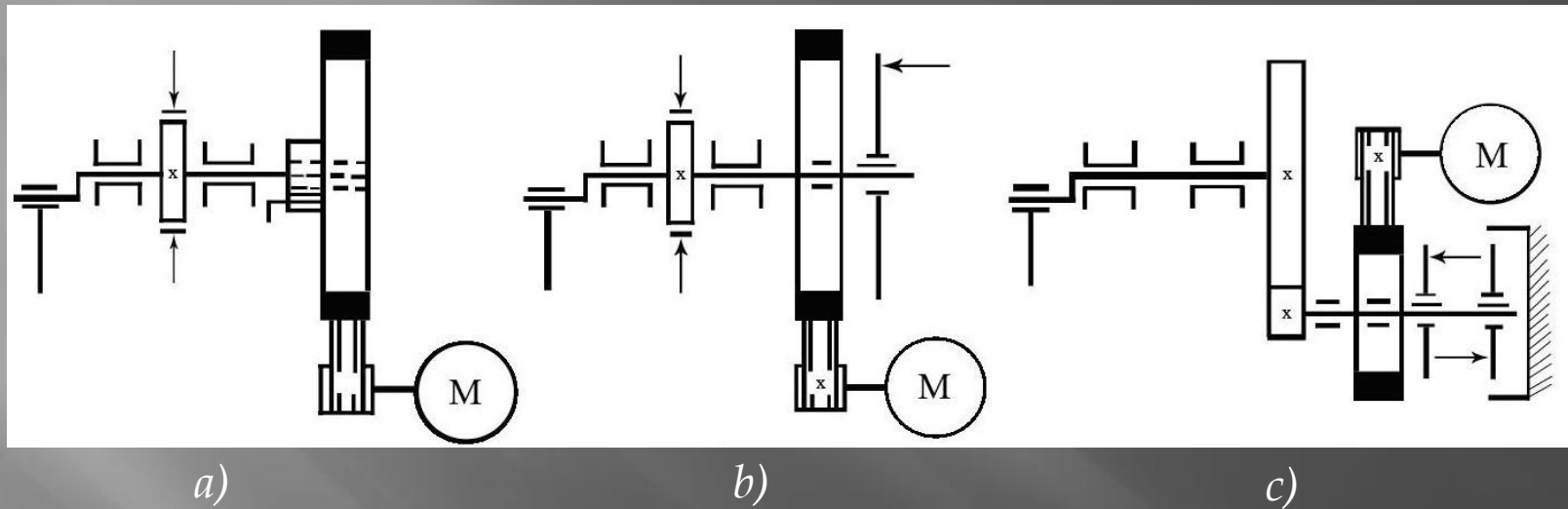
Slika 10.13 Deformacije u krivajnom pogonu prese i alatu [3]

S_f – zazor u vođicama pritiskivača, S_k – zazor u sfernom ležaju, S_p – zazor u ležaju krivaje, N_k – deformacije u zavojnici usled savijanja i zatezanja, S_h – zazor u glavnom ležaju vratila, k – horizontalno pomeranje osa alata, f_u – ukupno elastično pomeranje u vertikalnom pravcu, β – ugaona greška, γ – ugaona greška

10.2 Pogonski sistem krivajnih presa

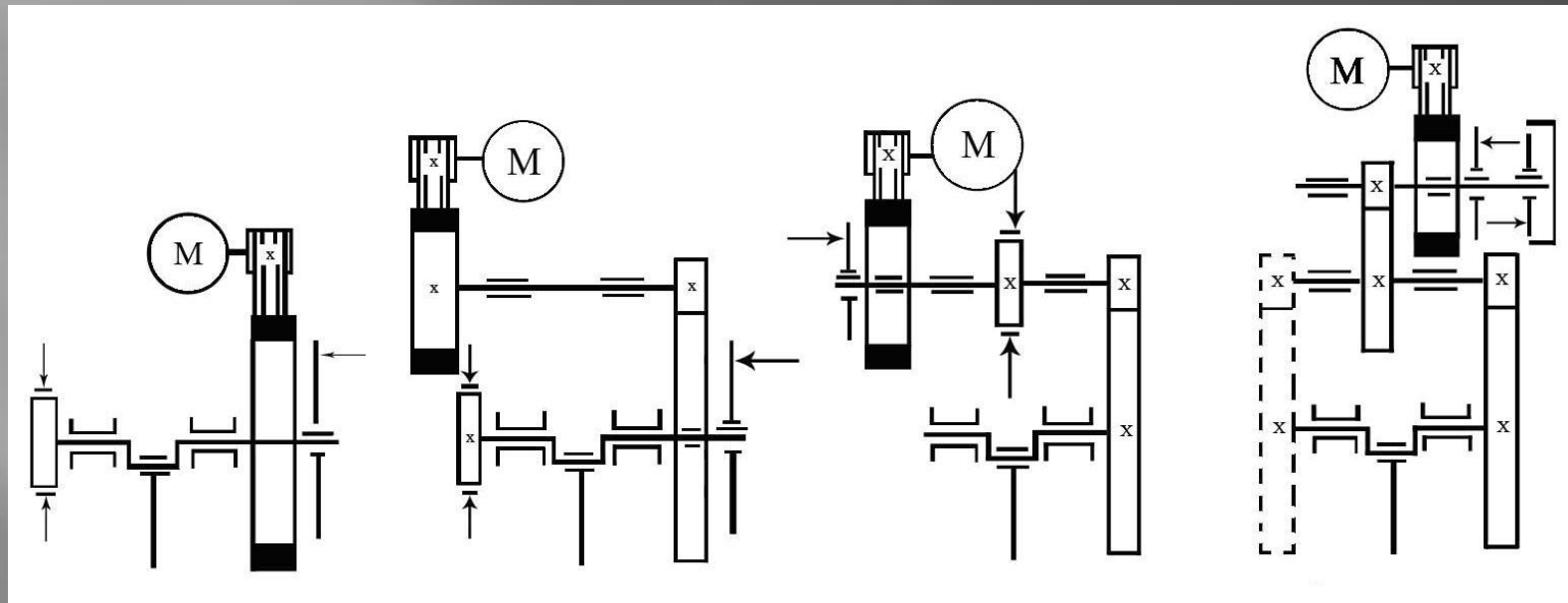
- ▣ Kinematska struktura pogonskog sistema zavisi od vrste i namene krivajne prese.
- ▣ Faktori koji određuju strukturu pogonskog sistema su:
 - broj hodova prese i zahtevani prenosni odnos;
 - način prenosa obrtnog momenta na krivajno vratilo (jednostrano ili dvostrano);
 - stepen hermetizacije pogona (otvoreni ili zatvoreni);
 - broj pogonskih tačaka pritiskivača, odnosno, broj krivajnih poluga.

10.2 Pogonski sistem krivajnih presa



Slika 10.14 Otvoreni pogonski sistem jednostubnih krivajnih presa [19]
a) pogon sa krutom spojnicom, b) pogon sa elastičnom spojnicom,
c) pogon sa reduktorom

10.2 Pogonski sistem krivajnih presa



a)

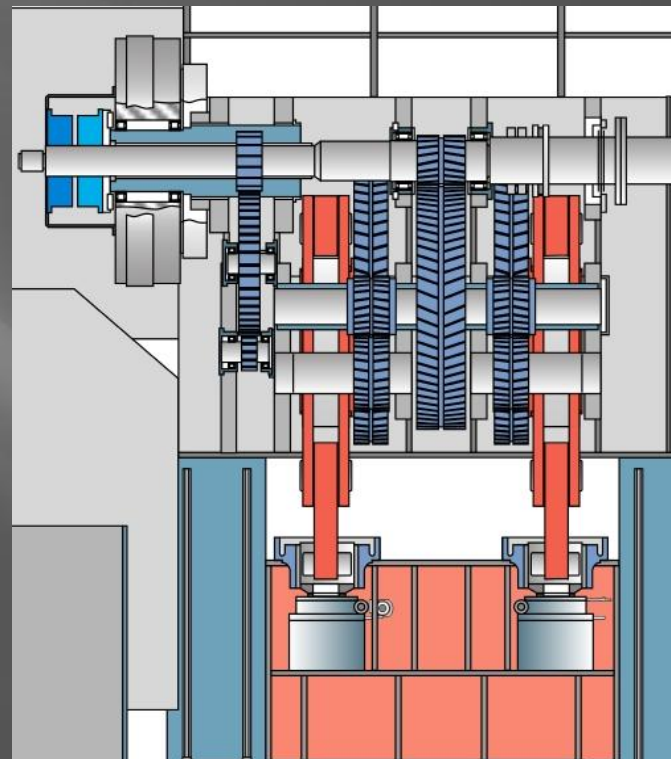
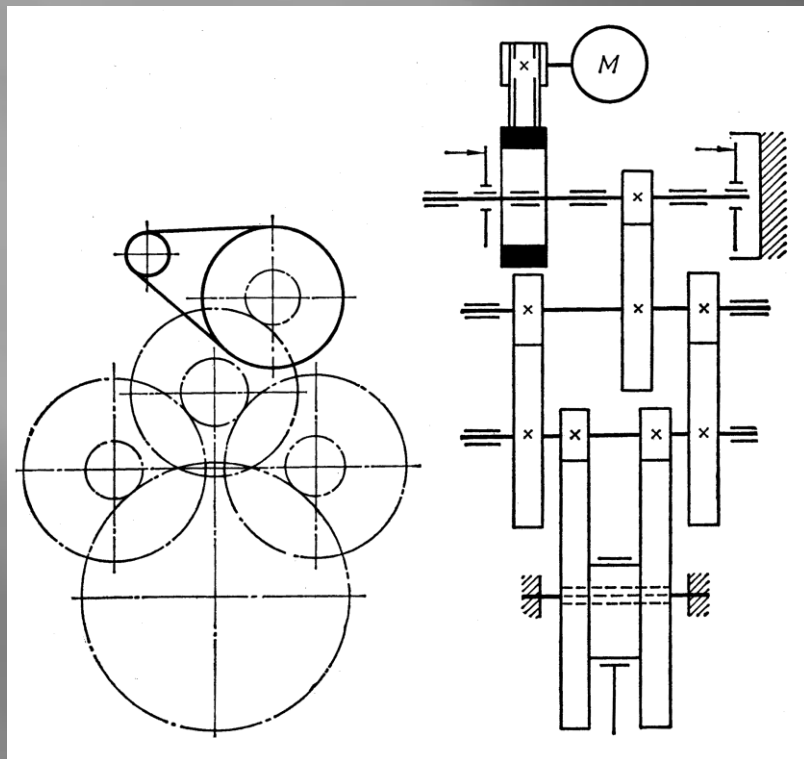
b)

c)

d)

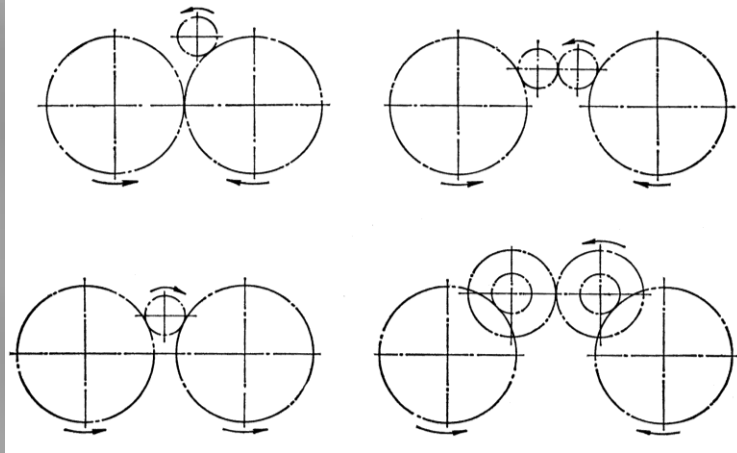
Slika 10.15 Otvoreni pogonski sistem jednokrivajnih dvostubnih presa [19]
a) direktni pogon; b, c, d) pogon sa reduktorom

10.2 Pogonski sistem krivajnih presa

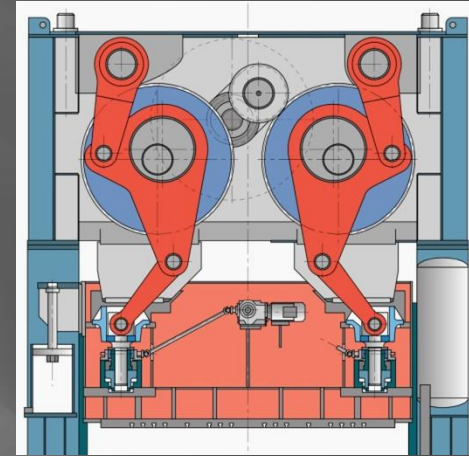


a)
Slika 10.16 Sporohodi pogonski sistem presa za obradu lima
a) pogon jedne (ili dve) krivaje [19], b) centralni četvorokrivajni pogon
velike transfer prese [34]

10.2 Pogonski sistem krivajnih presa



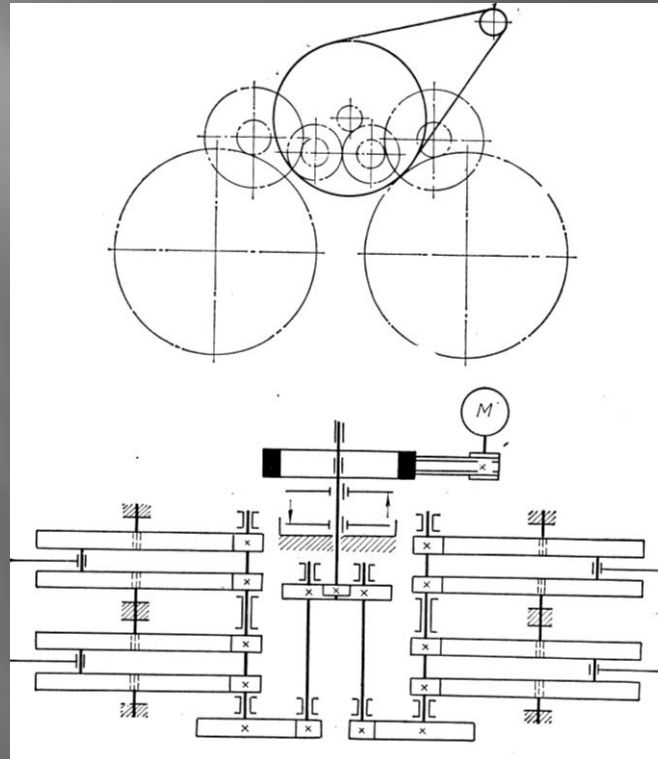
a)



b)

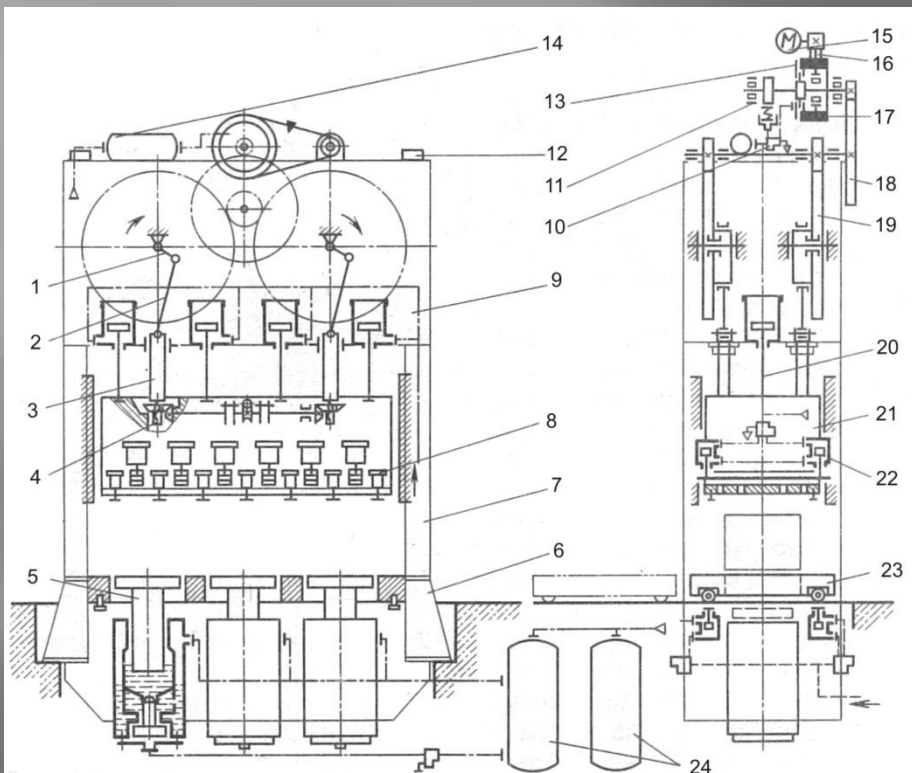
Slika 10.17 Zatvoreni pogonski sistem dvokrivajnih presa
a) varijante dvokrivajnog pogona [19], b) dvokrivajni pogon
prese za oblikovanje višepozicionim alatom [14]

10.2 Pogonski sistem krivajnih presa



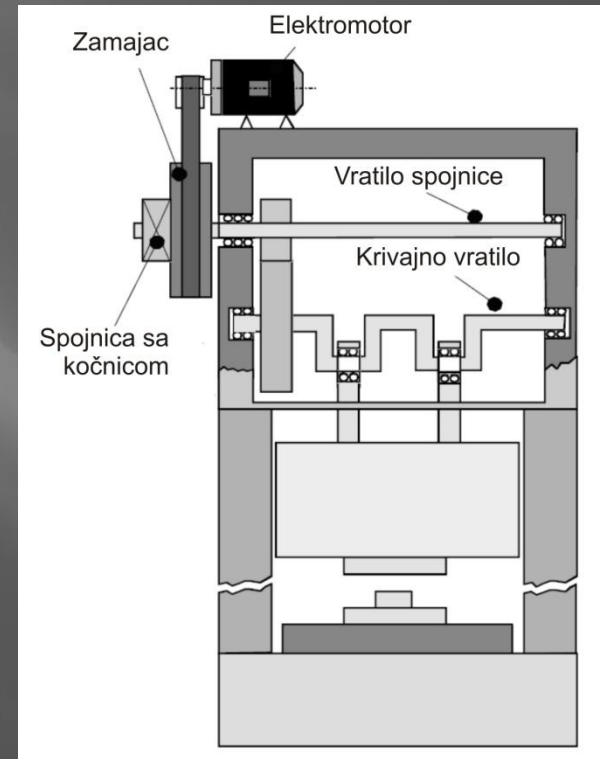
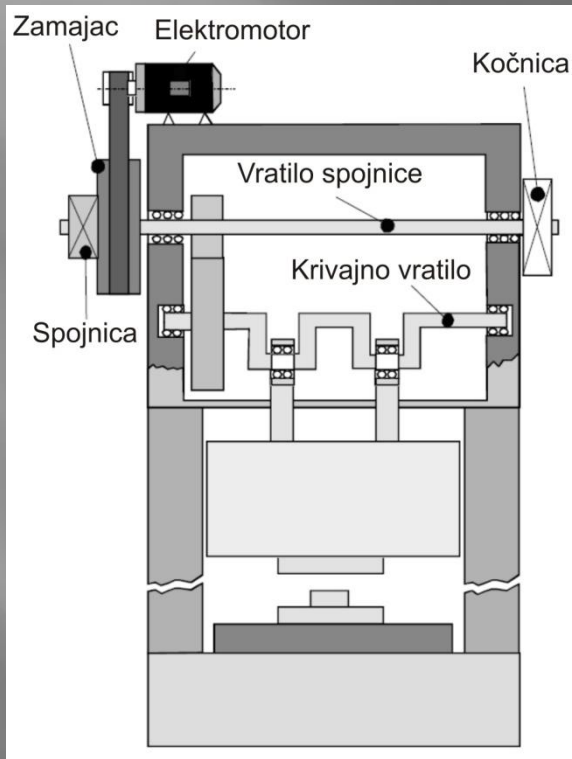
Slika 10.18 Pogonski sistem četvorokrivajne prese [19]

10.2 Pogonski sistem krivajnih presa



Slika 10.19 Četvorokrivajna presa sa hidropneumatskim jastukom [24]
1 – krivajno vratilo, 2 – krivajna poluga, 3 – plunđer, 4 – mehanizam za podešavanje visine pritiskivača, 5 – hidropneumatski držač lima, 6 – sto prese, 7 – telo prese, 8 – stega alata, 9 – traverza, 10 – razvodni ventil, 11 – kočnica, 12 – zavrtnanj za prednaprezanje tela prese, 13 – disk spojnica, 14 – rezervoar vazduha, 15 – elektromotor, 16 – kaišni prenosnik, 17 – zamajac, 18 – brzohodi zupčasti prenosnik (1x), 19 – sporohodi zupčasti prenosnik (4x), 20 – balansni cilindar, 21 – pritiskivač, 22 – izbacivači u pritiskivaču, 23 – pokretni sto prese

10.3 Spojnica i kočnica

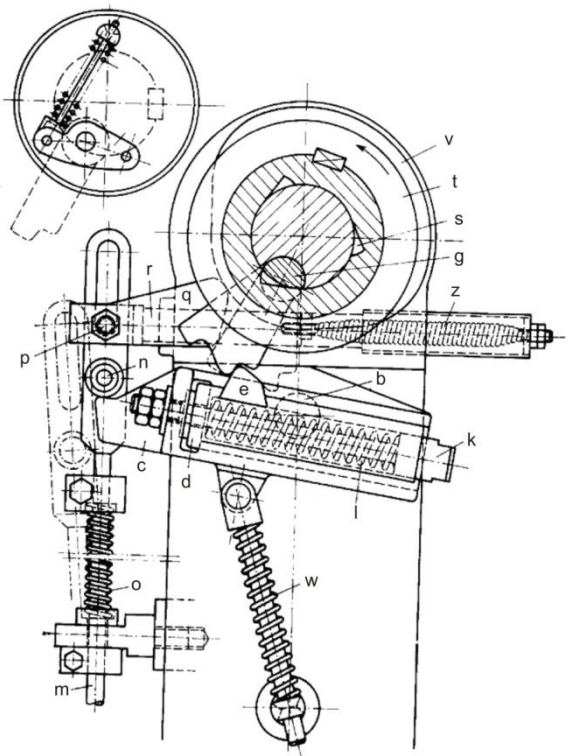


a) Slika 10.20 Položaj spojnice i kočnice u pogonskom sistemu [12]
b) a) spojnica razdvojena od kočnice, b) spojnica sa kočnicom

10.3.1 Spojnica

- ▣ Spojnica krivajnih presa spada u najopterećenije elemente mašine, i služi za prenos obrtnog momenta i kretanja sa zamajca na krivajno vratilo.
- ▣ Opterećenje na spojnici je udarnog karaktera sa velikim brojem ponavljanja u jedinici vremena.
- ▣ U krivajnim presama najčešće se koriste krute i elastične (frikcione) spojnice.

Kruta spojnica

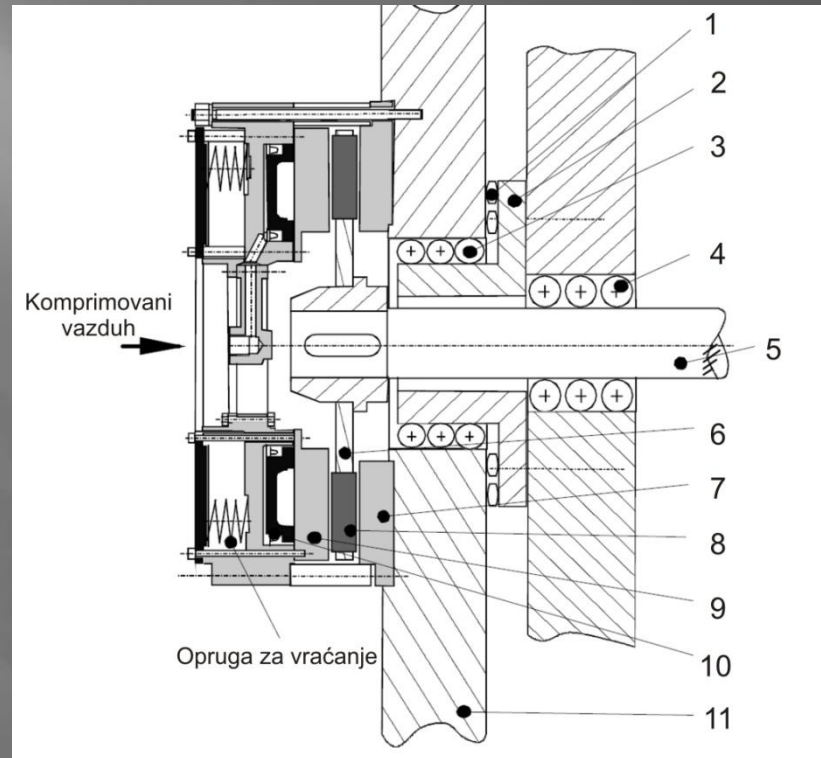


Slika 10.21 Spojnica sa obrtnim klinom [3]
a – telo prese, b – osovina, c – poluga, d – šiber, e – oslonac, f – ručica obrtnog klina, g – obrtni klin, h – ručica obrtnog klina, i, j – pritisna opruga, k – zavrtanj, l – pritisna opruga, m – poluga, n – valjčić, o – pritisna opruga, p – osovina, q – prst, r – šiber, s – žljeb u glavčini zamajca, t – zamajac, u – krivajno vratilo, v – bregasta ploča, w – pritisna opruga, z – zatezna opruga

Frikciona spojnica

- Konstrukcije varijante frikcionih spojnica su sledeće:
 - frikciona površina može biti ravna (u obliku diska), prstenasta ili konusna;
 - aktiviranje spojnice može biti mehaničko, pneumatsko, elektromagnetsko i hidraulično;
 - frikciona spojnica može biti građena posebno ili zajedno sa kočnicom.

Frikciona spojnica



Slika 10.22 Frikciona spojnica [12]

1 – aksijalni ležaj zamajca, 2 – prirubnica, 3 – radijalni ležaj zamajca, 4 – ležaj vratila, 5 – pogonsko vratilo, 6 – disk lamele, 7 – nepokretni frikcioni disk, 8 – frikciona obloga, 9 – klip, 10 – pokretni frikcioni disk, 11 – zamajac

Proračun frikciione spojnice

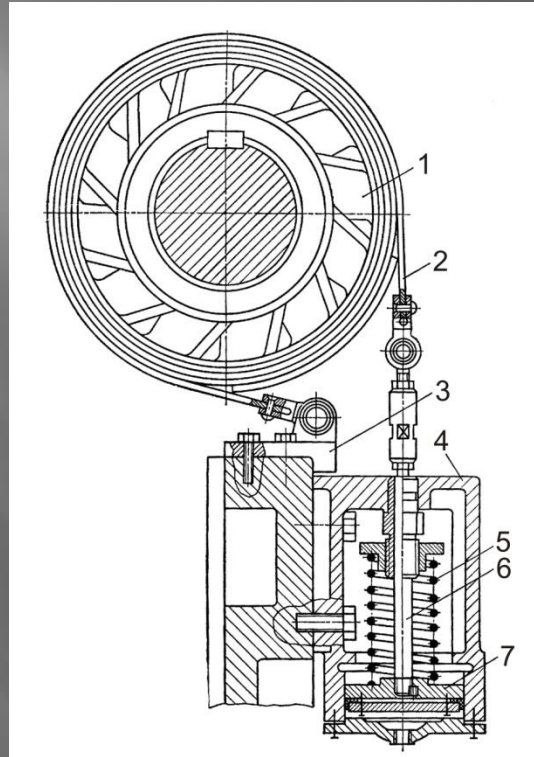
- Obrtni moment koji frikciona spojnica prenosi na krivajno vratilo određuje se prema izrazu:

$$M_s = z \cdot \mu \cdot A_{tr} \cdot R_{sr} \cdot q$$

- Pritisak koji zavisi od vrste materijala frikcionog spoja, obimne brzine spojnice na srednjem prečniku i broja uključivanja spojnice na sat:

$$M_s = z \cdot \mu \cdot A_{tr} \cdot R_{sr} \cdot q$$

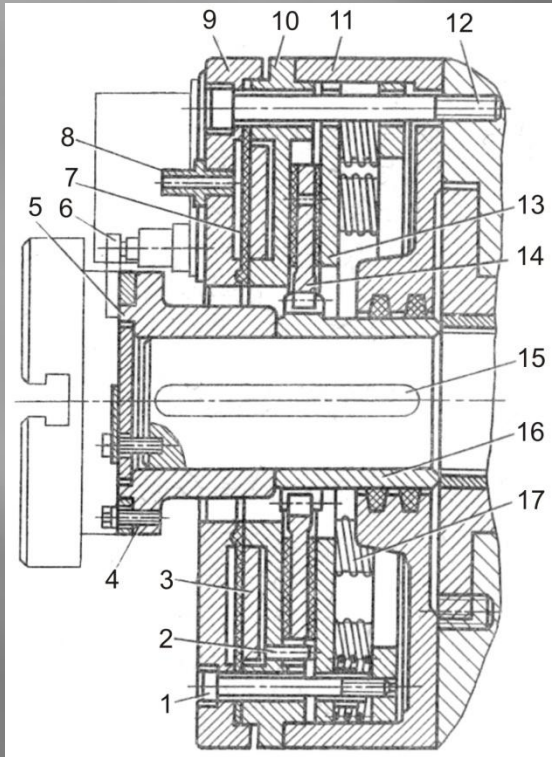
10.3.2 Kočnica



Slika 10.23 Kočnica sa trakom [19]

1 - disk, 2 - traka, 3 - spona trake, 4 - cilindar,
5 - opruga, 6 - klipnjača, 7 - klip

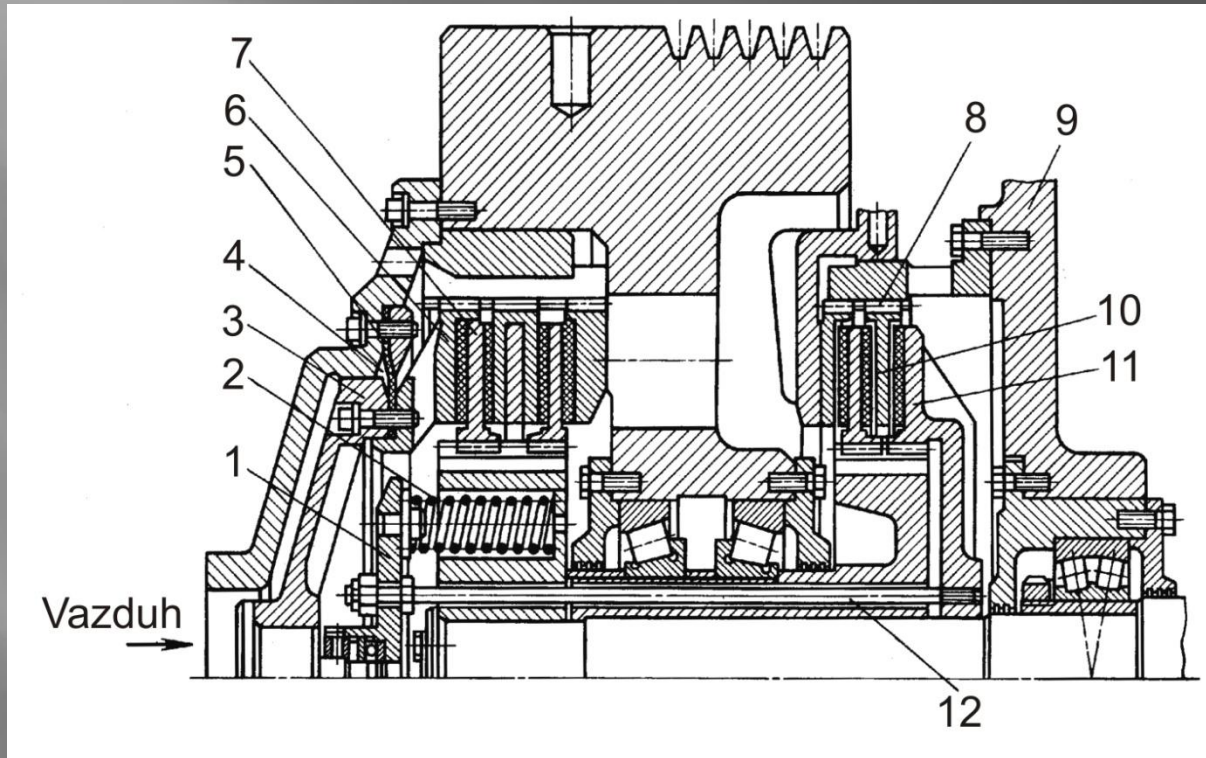
10.3.2 Kočnica



Slika 10.24 Frikciona kočnica sa pneumatskim upravljanjem [24]

1 - zavrtnanj, 2 - čivija, 3 - klip pneumatskog cilindra, 4 - ploča, 5 - čaura, 6 - uređaj za isključivanje kočnice, 7 - dijafragma, 8 - priključak vazduha, 9 - poklopac kočnice, 10 - cilindar, 11 - kućište kočnice, 12 - zavrtnanj, 13 - aksijalno pokretni disk (kočioni), 14 - obrtni disk kočnice, 15 - klin, 16 - glavčina diska 17 - pritisna opruga

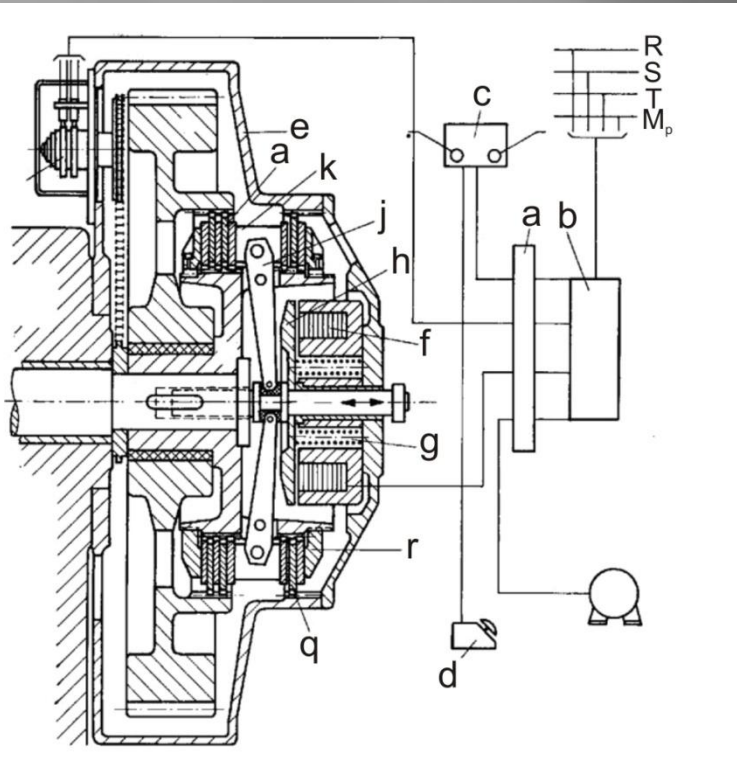
10.3.2 Kočnica



Slika 10.25 Disk spojnice i kočnica [24]

1 – disk, 2 – opruga, 3 – klip, 4 – cilindar, 5 – meka dijafragma, 6 – pritisni disk, 7 – frikcionni diskovi spojnice, 8 – žljeb, 9 – kućište prese, 10 – frikcionni diskovi kočnice, 11 – pritisni disk kočnice, 12 – šipka

10.3.2 Kočnica



Slika 10.26 Elektromagnetna frikciona spojnica sa kočnicom [3]

a – razvodna šina, b – elektroormar, c – dvoručni prekidač, d – nožni prekidač, e – kućište spojnice, f – prstenasti magnet, g – pritisna opruga kočnice, h – anker ploča, i – cilindar, j – dvokraka poluga, k – pritisni prsten, l – krivajno vratilo, m – disk spojnice, n – zamajac, o – paket lamela spojnice, p –upravljački cilindar, q – lamele kočnice, r – pritisni prsten kočnice

Proračun frikciione kočnice

- Proračun kočnice sličan je proračunu spojnice, a svodi se na izjednačavanje kinetičke energije pokretnih delova sa energijom momenta kočenja:

$$\frac{J_k \omega_k^2}{2} = \frac{\pi}{180} M_k \cdot \alpha_k^0 \cdot i_k$$

- Moment kočenja:

$$M_k = \frac{28,65 \cdot J_k \cdot \omega_k^2}{\alpha_k \cdot i_k}$$

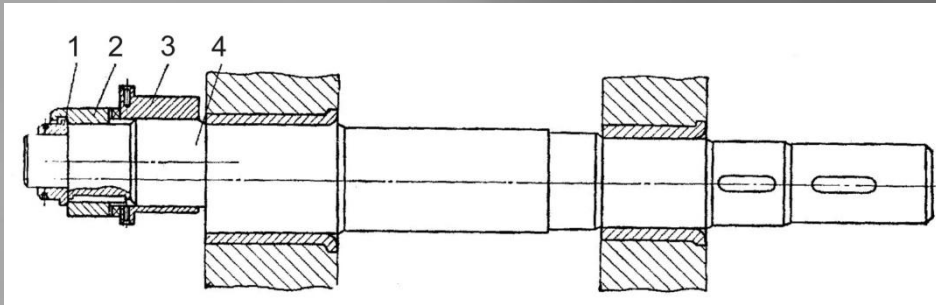
- Dimenzije elemenata kočnice se izračunavaju izjednačavanjem prethodno izračunatog momenta kočenja sa momentom kočenja definisanim silama trenja:

$$M_k = \frac{2}{3} \pi \cdot q_k \cdot \mu \cdot z \cdot (R_1^3 - R_2^3)$$

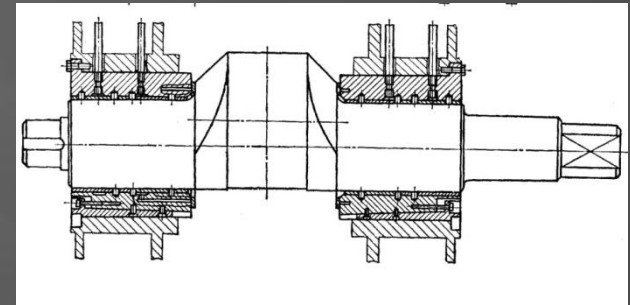
10.4 Krivajna vratila

- ▣ Konstrukcije varijante krivajnog vratila su različite, a prema Živovu [19] krivajno vratilo može biti:
 - a) ekscentarsko vratilo sa jednostranim uležištenjem;
 - b) ekscentarsko vratilo sa dvostranim uležištenjem;
 - c) kolenasto vratilo sa dvostranim uležištenjem.

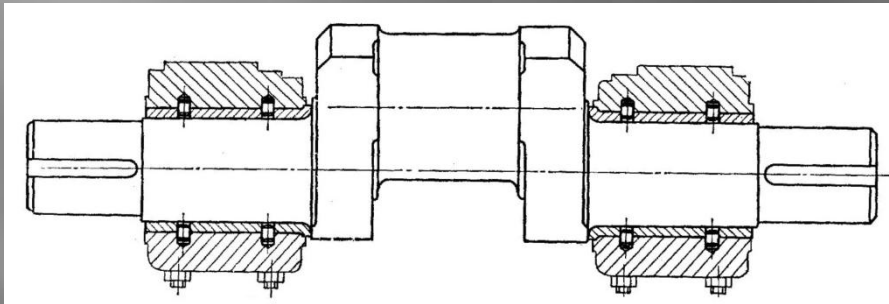
10.4 Krivajna vratila



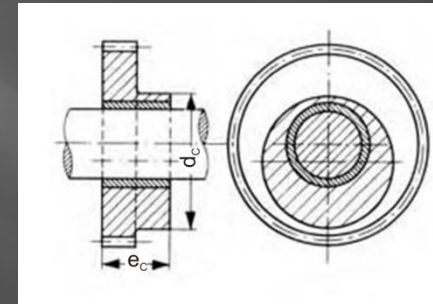
a)



b)



c)

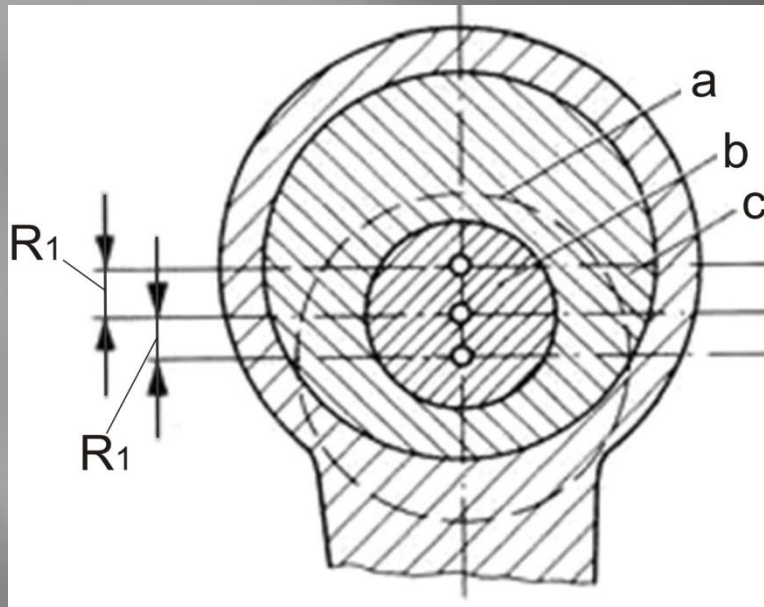


d)

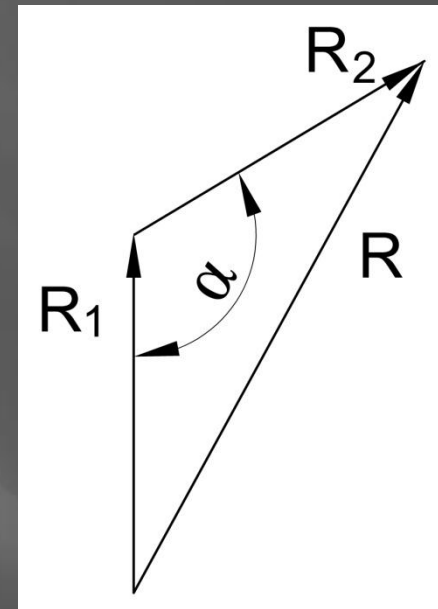
Slika 10.27 Vrste krivajnih vratila [19]

a) ekscentarsko vratilo sa jednostranim uležištenjem: 1 – navrtka, 2 – nazubljena spojica, 3 – ekscentarska čaura, 4 – ekscentarski rukavac b) ekscentarsko vratilo sa dvostranim uležištenjem, c) kolenasto vratilo sa dvostranim uležištenjem, d) vratilo sa zupčastim ekscentarskim parom

10.4 Krivajna vratila



a)

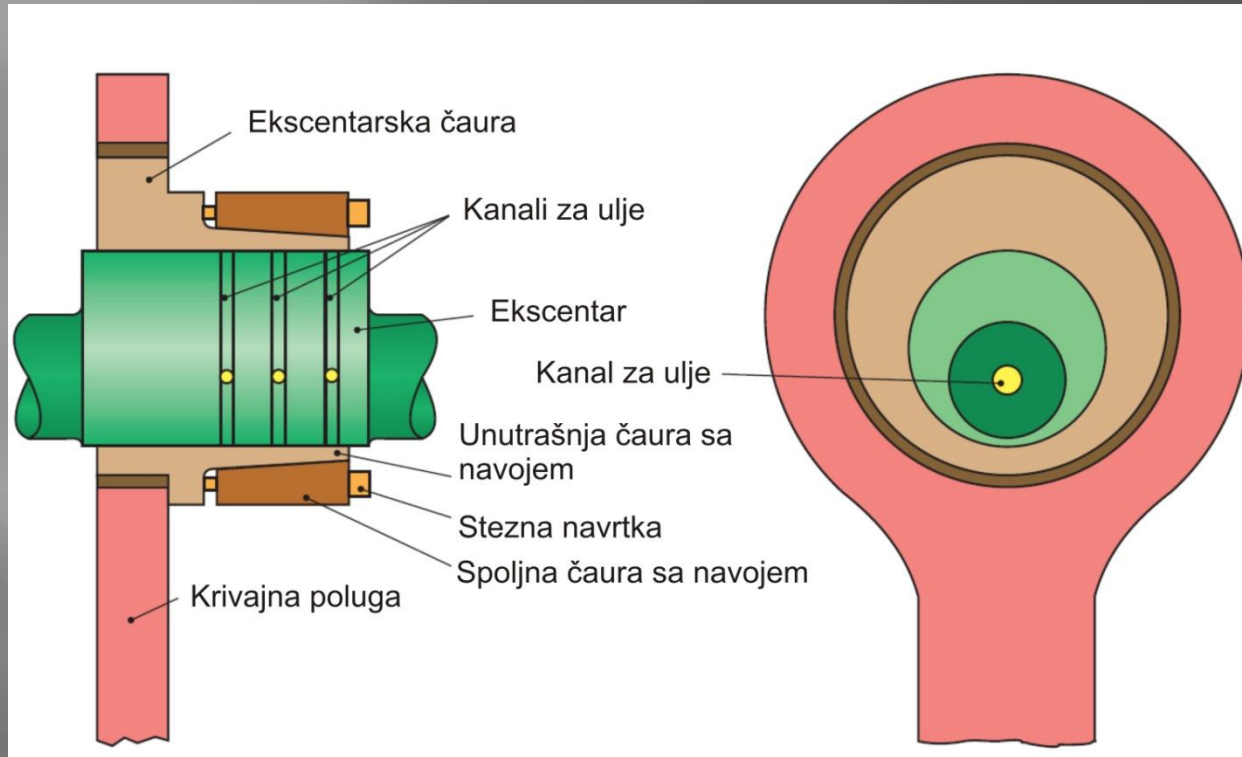


b)

Slika 10.28 Proračun ekscentriciteta vratila

- a) šema ekscentarskog vratila, a – ekscentarsko vratilo, b – rukavac vratila, c – ekscentarska čaura, R_1 – ekcentricitet rukavca, R_2 – ekcentricitet čaure u odnosu na rukavac
- b) b) vektorski prikaz ekscentriciteta

10.4 Krivajna vratila



Slika 10.29 Sistem za automatsko podešavanje hoda prese, Schuler [10]

Proračun krivajnih vratila

- ▣ Prečnik rukavca krivajnog vratila određuje se na osnovu iskustvenih (empirijskih) izraza
 - za kolenasto vratilo sa nominalnom silom prečnik rukavca iznosi:

$$d_o = 14 \cdot \sqrt{F_n + 0,02} [mm]$$

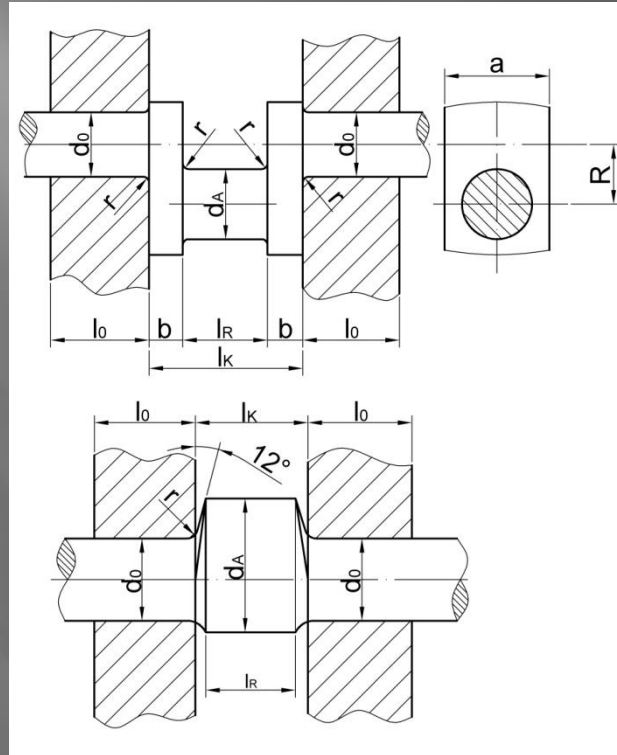
- za kolenaste prese sa nominalnom silom prečnik rukavca iznosi:

$$d_o = 12 \cdot \sqrt{F_n + 0,6} [mm]$$

- za ekscentarsko vratilo prečnik rukavca određen je izrazom:

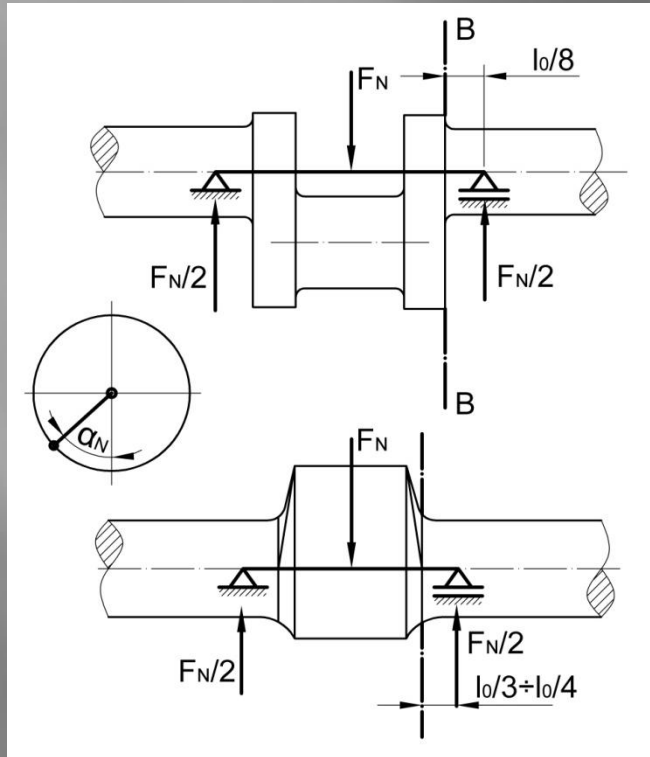
$$d_o = 10,3 \cdot \sqrt{F_n + 1} [mm]$$

Proračun krivajnih vratila



Slika 10.30 Dimenzije krivajnog i ekscentarskog vratila [26]

Proračun krivajnih vratila



Ukupni stepen sigurnosti vratila

$$v = \frac{v_\sigma \cdot v_\tau}{\sqrt{v_\sigma^2 + v_\tau^2}}$$

Slika 10.31 Proračunske šeme vratila
a) kolenastog vratila, b) ekscentarskog vratila

10.5 Pogonska vratila

- ▣ Pogonska vratila postoje kao međuvratila kod presa koje imaju složeniji pogonski sistem, to jest, sistem sa reduktorom.
- ▣ Proračun pogonskih vratila izvodi se s obzirom na stvarno opterećenje od savijanja, uvijanja zatezanja i pritiska.
- ▣ Obrtni moment na posmatranom vratilu određuje se na osnovu:

$$M_t = \frac{M_n}{i \cdot \eta}$$

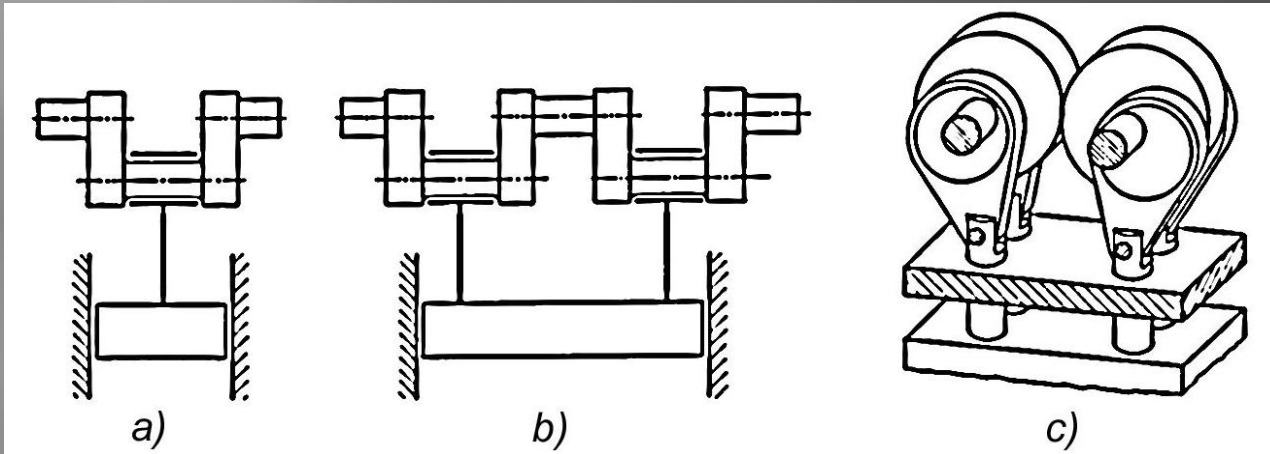
10.6 Krivajna poluga, pritiskivač i vođice pritiskivača

- ▣ Krivajna poluga i pritiskivač predstavljaju jedinstven sklop izvršnog dela mašine.
- ▣ Po pravilu u pritiskivaču su ugrađeni izbacivači, sistem za regulaciju visine pritiskivača i sistem za zaštitu prese od preopterećenja.

10.6.1 Pritiskivač

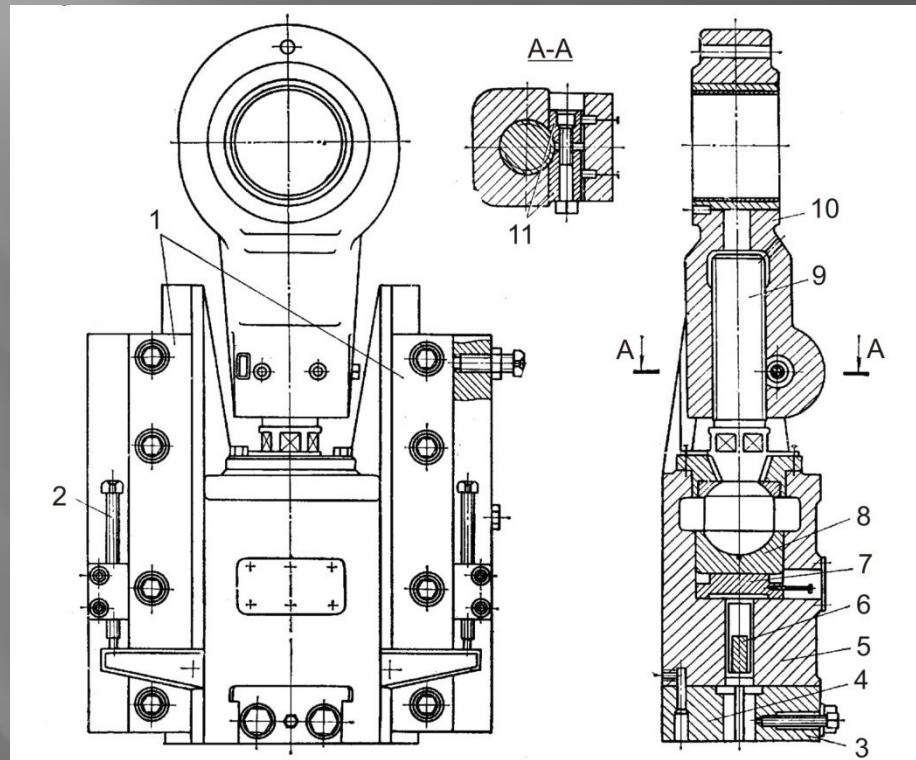
- ▣ Konstrukcije varijante pritiskivača zavise od:
 1. broja krivajnih poluga (jedna, dve ili četiri);
 2. načina povezivanja pritiskivača sa krivajnom polugom, koji može biti direktan ili posredan pomoću plunžera;
 3. konstrukcije krivajne poluge, čija dužina može biti promenljiva ili stalna;
 4. veze krivajne poluge i pritiskivača, koja može biti izvedena sa cilindričnom osovinom ili sa sfernim zglobovom;
 5. načina vođenja pritiskivača – vođenje pomoću osnovnih vođica, ili vođenje sa osnovnim i dodatnim vođicama.

10.6.1 Pritiskivač



Slika 10.32 Broj krivajnih poluga pritiskivača [3]
a) jedna poluga, b) dve poluge, c) četiri poluge

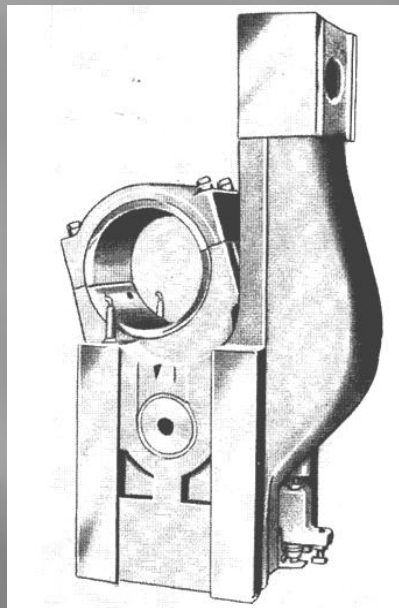
10.6.1 Pritiskivač



Slika 10.33 Pritiskivač jednokrivajne prese [19]

1 – vođica, 2 – graničnik, 3 – zavrtnaj za stezanje alata, 4 – deo pritiskivača za postavljanje alata, 5 – telo pritiskivača, 6 – izbacivač, 7 – osigurač, 8 – ležaj sfernog zgloba, 9 – zavojno vreteno, 10 – telo krivajne poluge, 11 – osigurač zavojnog vretena

10.6.1 Pritiskivač

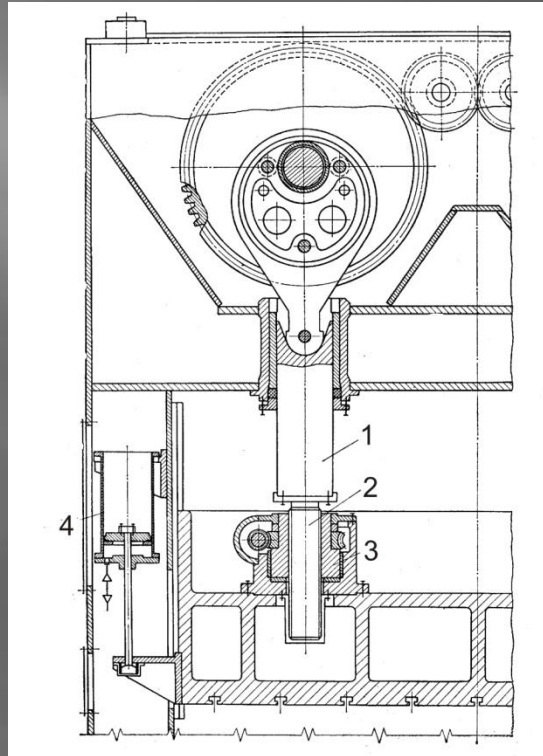


Slika 10.34 Pritiskivač vertikalne kovačke prese [3]



Slika 10.35 Pritiskivač horizontalnog automata
Hatebur [63]

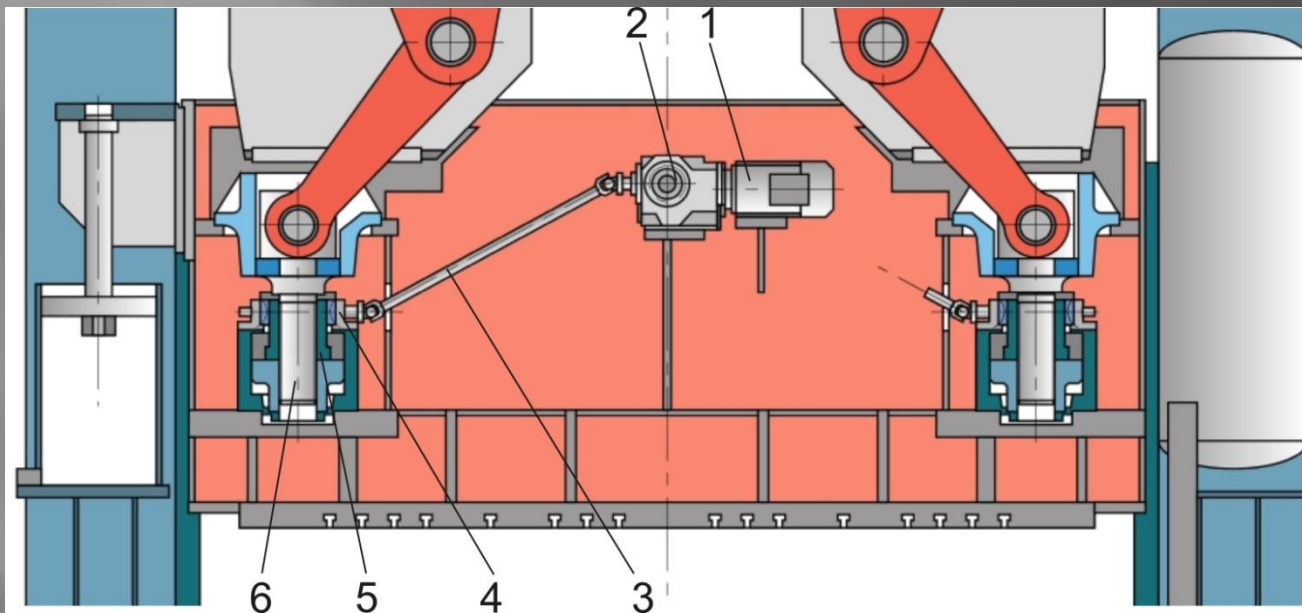
10.6.1 Pritiskivač



Slika 10.36 Pritiskivač prese za obradu lima sa zatvorenim pogonskim sistemom [19]


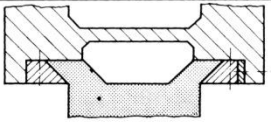

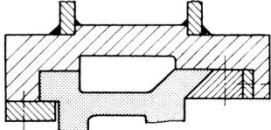

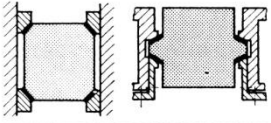

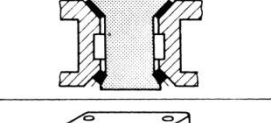

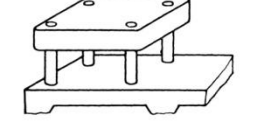
1 – plunđer, 2 – zavojno vreteno, 3 – navrtka, 4 – cilindar balansnog uređaja

Mehanizam za podešavanje položaja pritiskivača

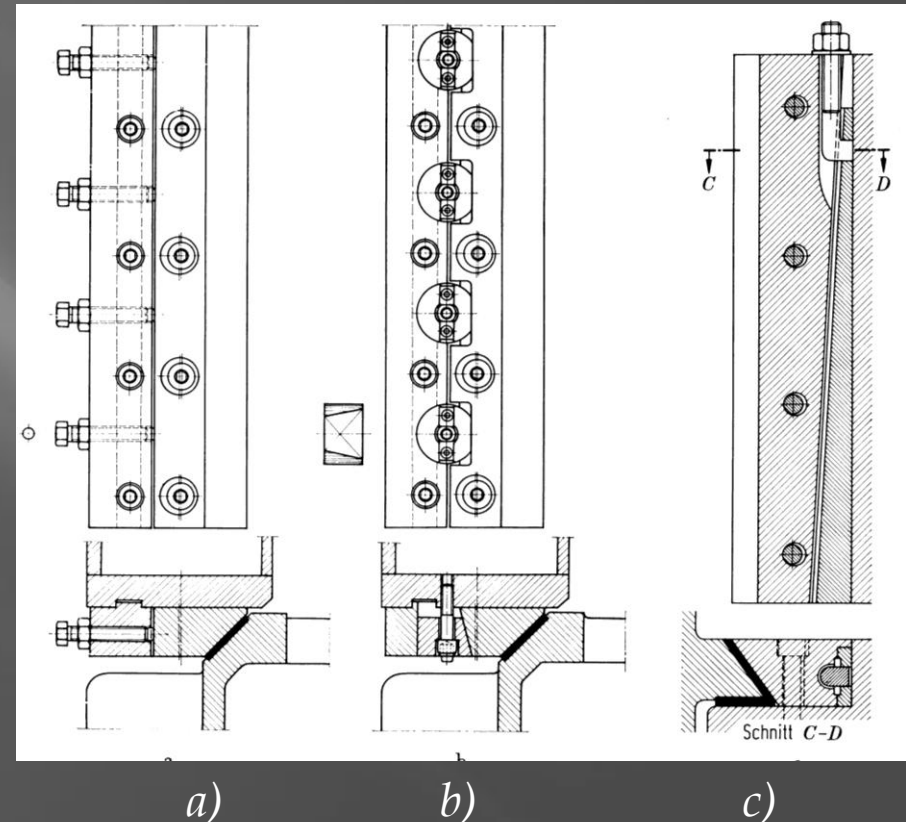


Slika 10.37 Automatski sistem podešavanja početnog položaja pritiskivača [14]
1 – elektromotor, 2 – reduktor, 3 – kardansko vratilo, 4 – pužni prenosnik, 5 – navrtka, 6 – zavojno vreteno

Vodíce pritiskivača

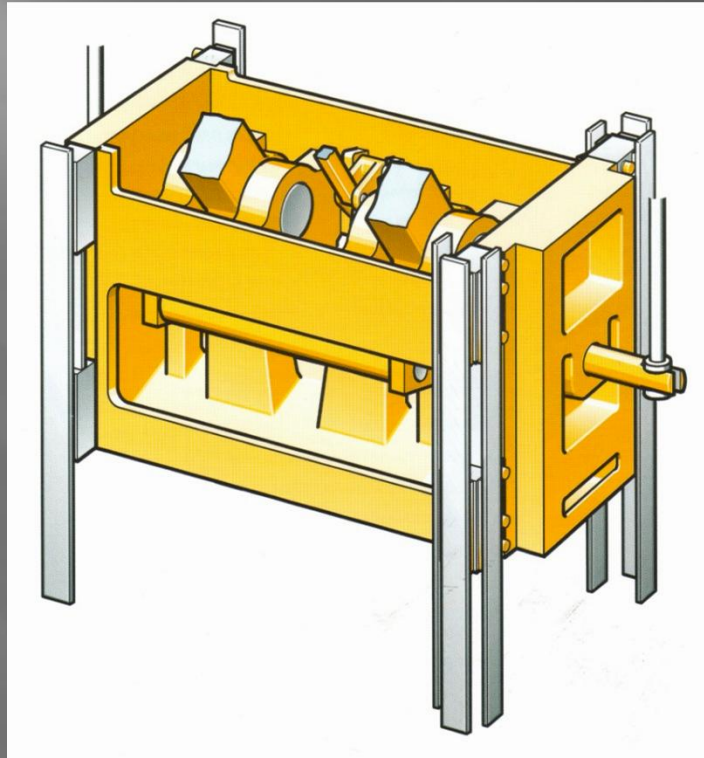
Oblik vodiča		Izvedba
Kose		
Kose i ravne		
Dvostruko prizmatične		
		
Kružne		

Slika 10.38 Vodíce pritiskivača [2]



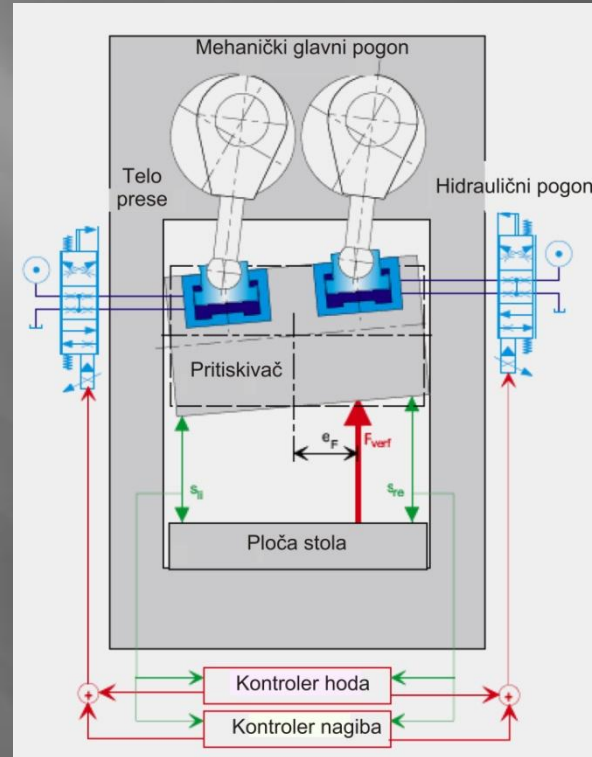
Slika 10.39 Načini podešavanja zazora vodiča [2]
 a) pomoću zavrtnjeva, b) pomoću zavrtnja i poprečnog klina, c) pomoću zavrtnja i uzdužnog klina

Vođice pritiskivača



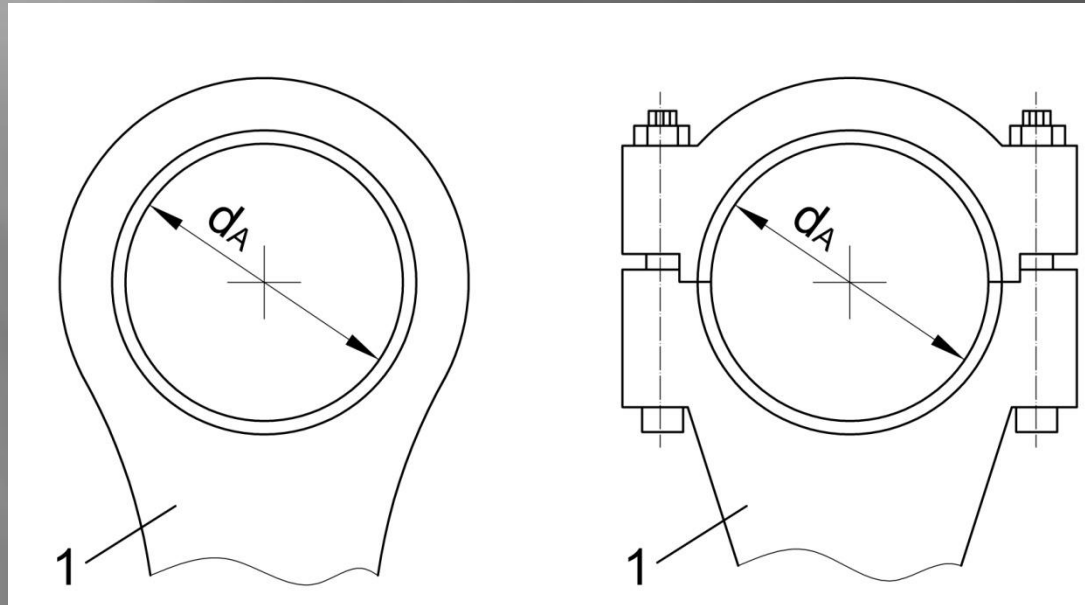
Slika 10.40 Vođice pritiskivača kod presa
Schuler, tip *MML2* [44]

Sistem za automatsko održavanje paralelnosti pritiskivača i stola prese



Slika 10.41 Automatski sistem za održavanje paralelnosti pritiskivača, IWU Chemnitz [31]

10.6.2 Krivajna poluga



a)

b)

Slika 10.42 Velika pesnica krivajne poluge
a) jednodelna, b) dvodelna

10.6.2 Krivajna poluga

- Dijagram momenata savijanja određen je silama trenja u maloj i velikoj pesnici:

$$M_A = F \cdot \mu \cdot r_A \quad M_B = F \cdot \mu \cdot r_B$$

- Zbirno opterećenje od savijanja i pritiska u kritičnom preseku krivajne poluge iznosi:

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_s$$

- Kod mašina koje u povratnom hodu obezbeđuju izvlačenje žiga iz materijala nastaje zatezno opterećenje:

$$\sigma_z = \frac{F_z}{A}$$

- Prema tome, opterećenje krivajne poluge je naizmenično promenljivo sa srednjim naponom:

$$\sigma_{sr} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{-\sigma + 0,2\sigma}{2} = -0,4\sigma$$

- Amplitudni napon:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = \frac{0,2\sigma + \sigma}{2} = 0,6 \cdot \sigma$$

10.7 Sistem podmazivanja krivajnih presa

- ▣ Krivajne prese, kao i sve druge mehaničke mašine, zahtevaju brižljivo projektovanje sistema podmazivanja elemenata i sklopova sa tarućim površinama.
- ▣ Snižavanje koeficijenta trenja postiže se podmazivanjem tarućih površina pojedinih sklopova prese primenom odgovarajućih ulja, masti i drugih maziva.
- ▣ Gusta maziva (masti) dobro prijanjaju na vertikalne površine, što je važno kod podmazivanja vođica pritiskivača

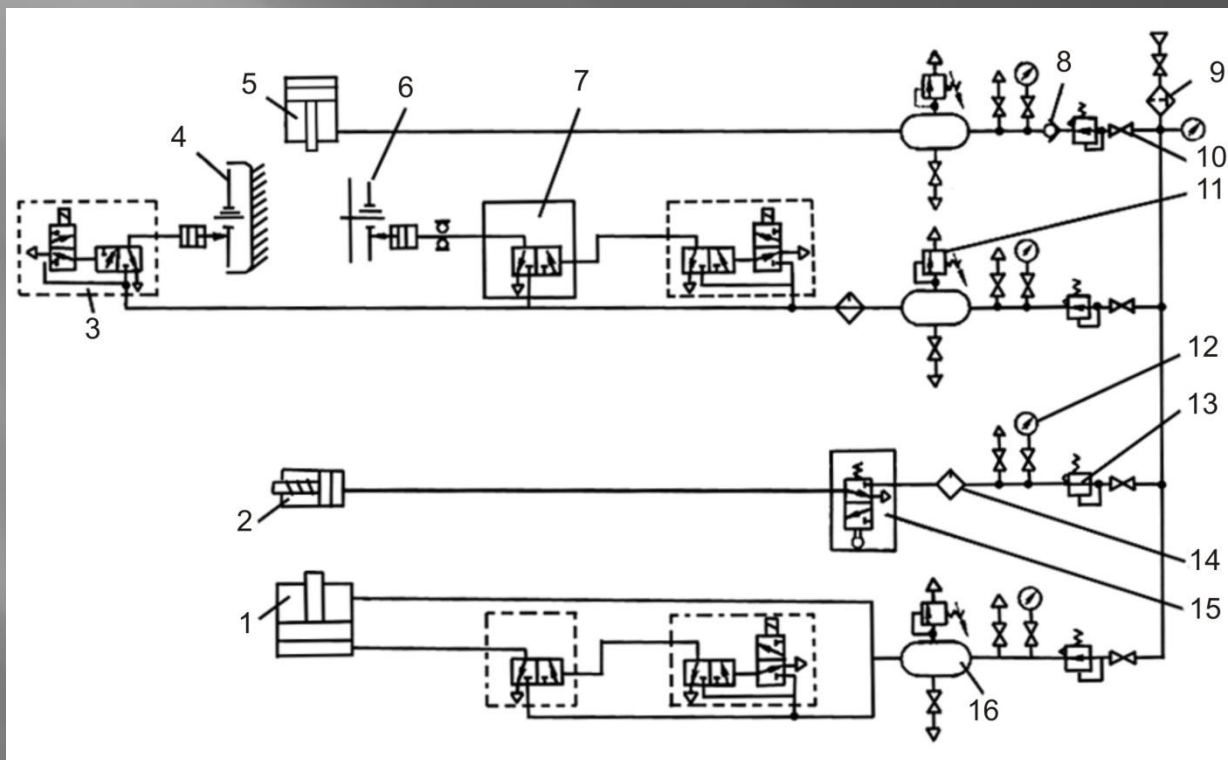
10.8 Sistem upravljanja krivajnih presa

- ▣ Sistem upravljanja krivajnih presa služi za pokretanje i zaustavljanje pritiskivača, to jest, obezbeđuje izvođenje dvojnih hodova prese u skladu sa izabranim režimom rada mašine, koji može biti pojedinačni, neprekidni (uzastopni) i regulisani.
- ▣ Sistemi upravljanja krivajnih presa starije konstrukcije, koje su još uvek u upotrebi, razlikuju se od sistema upravljanja savremenih presa.

10.8.1 Sistem upravljanja klasičnih krivajnih presa

- ▣ Sistem upravljanja krivajnih presa sastoji se od:
 - sistema za izdavanje komandi;
 - sistema za izvršavanje komandi koji neposredno deluje na spojnicu i kočnicu;
 - sistema za poništavanje komandi.
- ▣ S obzirom na vrstu sistema izdavanja i izvršavanja komandi, moguće su različite kombinacije sistema upravljanja:
 - mehanički;
 - elektromehanički;
 - elektropneumatski;
 - elektrohidraulični itd.

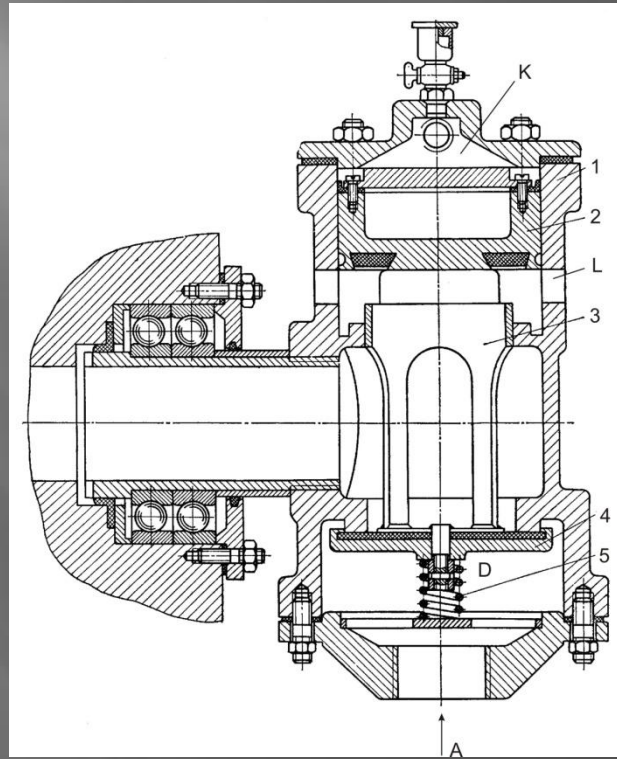
10.8.1 Sistem upravljanja klasičnih krivajnih presa



Slika 10.44 Elektropneumatski sistem upravljanja krivajne prese [19]

1 – izbacivač, 2 – kočnica zamajca, 3 – razvodnik, 4 – kočnica krivajnog vratila, 5 – balansni uređaj pritiskivača, 6 – spojnica, 7 – glava za uvođenje vazduha, 8 – nepovratni ventil, 9 – filter, 10 – slavina za dovod vazduha, 11 – sigurnosni ventil, 12 – manometar, 13 – sigurnosni ventil, 14 – zauljivač vazduha, 15 – razvodni ventil, 16 – akumulator

10.8.1 Sistem upravljanja klasičnih krivajnih presa



Slika 10.45 Glava za uvođenje vazduha za brz rad mašine [19]
1 – kućište uvedne glave, 2 – klip, 3 – cilindar, 4 – ventil, 5 – opruga, K – komandni vazduh, L – otvor za izlaz vazduha u atmosferu, A – priključak akumulatora vazduha

10.8.2 Sistem upravljanja savremenih krivajnih presa

- ▣ CNC sistem upravljanja u zavisnosti od vrste i namene mašine, omogućuje upravljanje različitim sistemima prese:
 1. sistemom transporta materijala do mašine,
 2. uređajem za dodavanje priprema,
 3. glavnim pogonskim sistemom,
 4. sistemom zaštite mašine,
 5. pritiskivačem prese (kretanje, zaustavljanje, zaštita od preopterećenja, kompenzacija težine, sistem za podešavanje visine itd.),
 6. sistemom za zamenu alata,
 7. jastukom za izvlačenje (kretanje, zaustavljanje),
 8. držačem lima,
 9. sistemom za međuoperacioni transport obratka,
 10. hidrauličnim i pneumatskim sistemom i sistemom za podmazivanje,
 11. posebnim funkcijama prese.

10.8.2 Sistem upravljanja savremenih krivajnih presa

- ▣ Komponente sistema upravljanja su:
 - sistem za posluživanje i vizuelizaciju – komandna tabla,
 - jedinica za upravljanje koja može biti centralna ili decentralizovana,
 - senzori i aktuatori prese.

10.8.2 Sistem upravljanja savremenih krivajnih presa

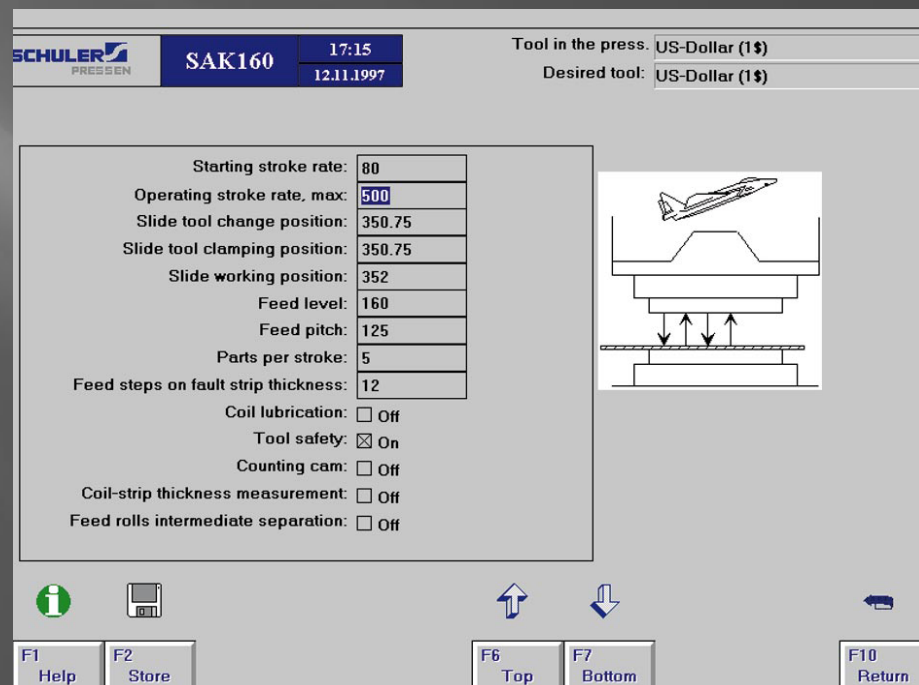


Slika 10.46 Komandna tabla

10.8.2 Sistem upravljanja savremenih krivajnih presa



Slika 10.47 Trenutni status mašine [10]



Slika 10.48 Podaci o alatu i mašini [10]

10.8.2 Sistem upravljanja savremenih krivajnih presa

SCHULER PRESSEN SAK 160 14:53 23.05.95 Corrective maintenance

Corrective maintenance in case of Fault Illustration

Miniature circuit breaker responded =00

Case of fault

1) Overload in circuit

Working steps

- 1) Open the control cabinet door to +X10
- 2) Inspect miniature circuit breaker
- 3) Reclose miniature circuit breaker
- 4) Restart machine
- 5) When does the M.c.b. respond ?

Working instruction

Inspect closely if the miniature circuit breaker drops out immediately after initiating a function which directly leads to a switching operation in the circuit concerned. If so, a short circuit is encountered during switching of the respective contact.

F1 Help F6 Plant F10 Return

Slika 10.49 Modul za dijagnostiku [10]

SCHULER PRESSEN SAK160 17:21 12.11.97 Servicing procedure

Maintenance message

2000 h-Servicing

Servicing procedure

2) Hydraulic accumulator on hydraulic aggregate

Operating sequence

- 1) Turn off machine
- 2) Disengage main disconnect
- 3) Relieve accumulator pressure
- 4) Screw off protecting cap
- 5) Remove plug screw
- 6) Screw on testing and filling device

Operating instruction

Turn manual lever valve on accumulator in horizontal position → the accumulator pressure will be relieved

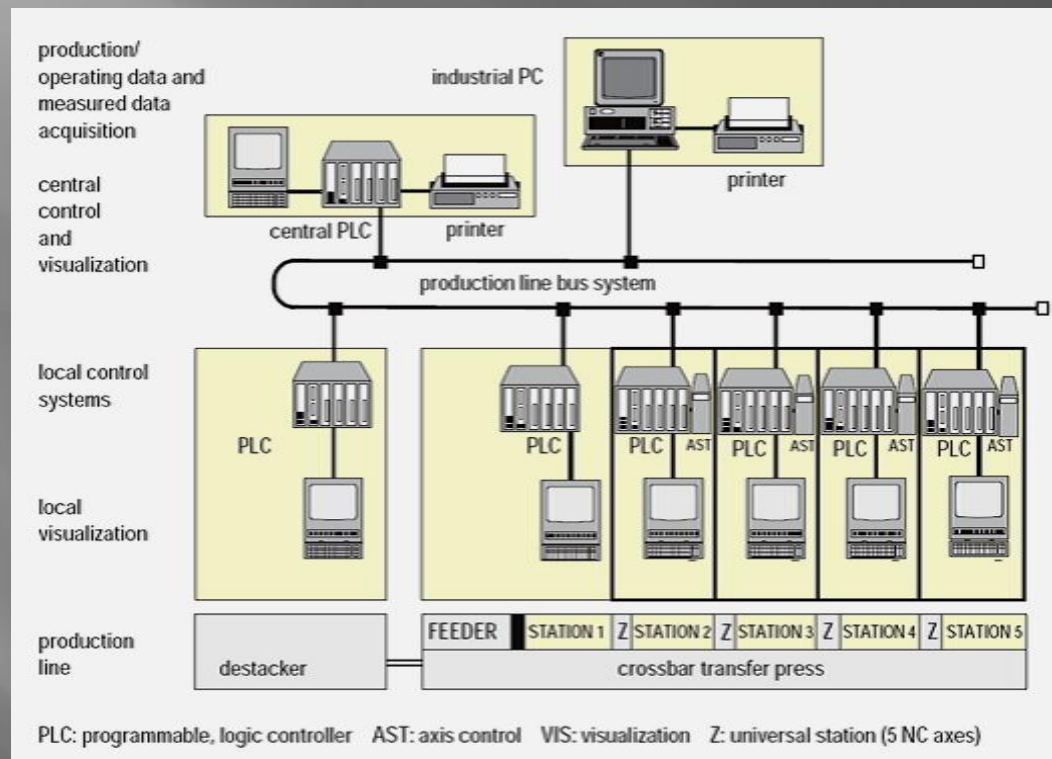
F1 Help F6 Zoom F10 Return

Slika 10.50 Instrukcije za održavanje [10]

10.8.2 Sistem upravljanja savremenih krivajnih presa

- ▣ Elektronski sistem upravljanja sastoji se od sledećih komponenti:
 - konvencionalni deo,
 - PLC (programabilni logični kontroler),
 - ulazno-izlazni sistem (eng. *input-output*),
 - komunikacioni sistem.
- ▣ Senzori i aktuatori mašine povezani su sa centralnim PLC pomoću ulazno-izlaznog modula koji može biti:
 - centralni,
 - razučeni u okviru prese i povezan sa PLC brzom komunikacijom.

10.8.2 Sistem upravljanja savremenih krivajnih presa



Slika 10.51 Struktura sistema upravljanja tranfer prese za izradu velikih delova [10]