

Szerszámgépek

1999/2000 II. félév

Dr. Lipóth András által leadott anyagrész vázlata

Megjegyzés: További információ a View/Notes Page módban olvasható.

Korszerű szerszámgép

- Gépészeti szempontból a CNC szerszámgép egyszerűbb, mint a hagyományos:
 - Egyedi hajtás \Rightarrow egyszerűbb kinematika
 - Tipizált funkciók \Rightarrow készen vett gépépítő egységek és néhány kritikus rajzszámos alkatrész.
 - Gépváz (teherviselő elemek), gépburkolat, elektromos berendezés, vezérlés.
- Tehát a szerszámgépgyártás szerelő iparág.

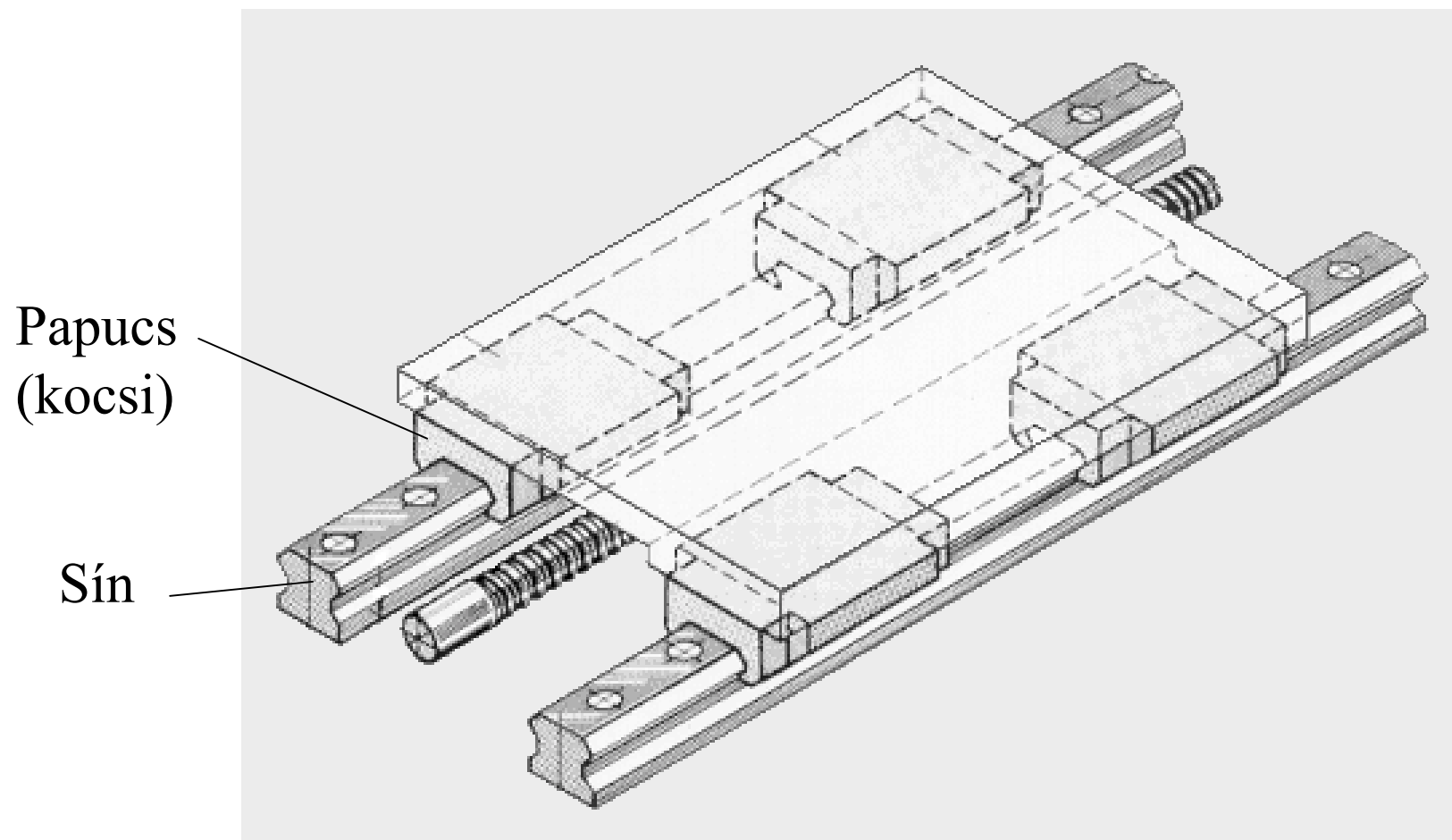
Az egyenesvonalú mozgást végző szánok építő elemei

- Egyenes vezeték
 - Gördülővezeték
 - Csúszó vezeték
 - Lebegő vezeték
- Mozgató kinematika
 - Golyósorsós mozgató
 - Lineáris motoros mozgató
- Kiegészítő elemek
 - mérés
 - végállás
 - kenés
 - védelem

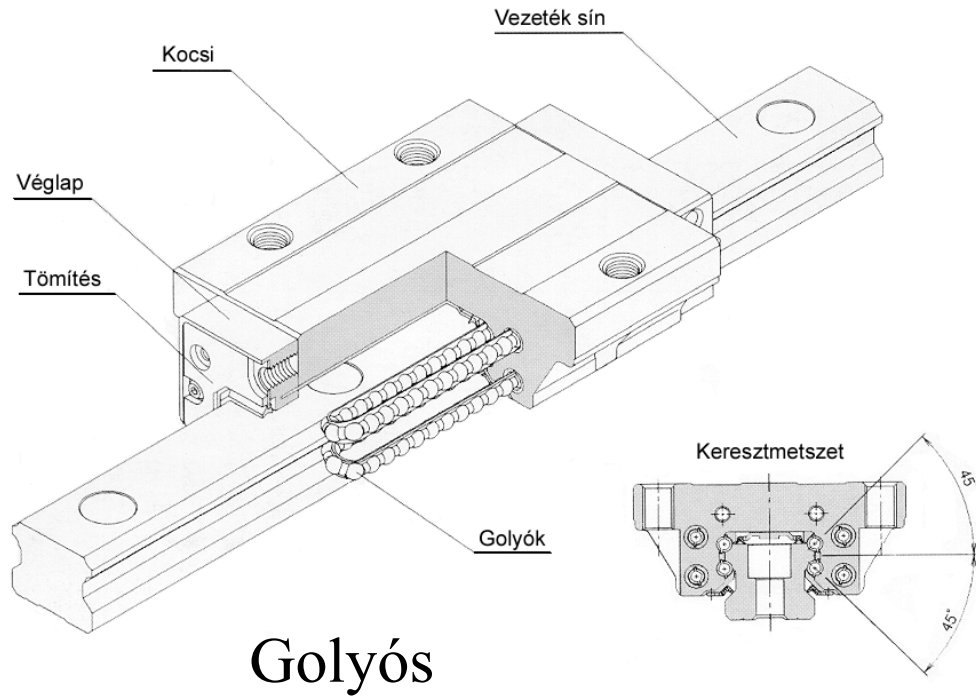
Gördülővezeték

- Elvi működés (egyiptomi), tipikus beépítés (két sín, négy papucs),
- Előnyök (merev, pontos, kis ellenállású)
- Hátrányok (kis csillapítás)
- Fejlődési vonal: visszavezetés nélküli, golyós visszavezetett, görgős visszavezetett, sínre integrált
- Különleges kivitelek: háromsoros golyós, keresztvezeték, többfunkciós vezetékek (mérés, fogasléc)
- Kialakult méretlépcsőzés, méretezési elv.
- Beépítési környezet, üzemeltetés.

Jellegzetes gördülővezeték

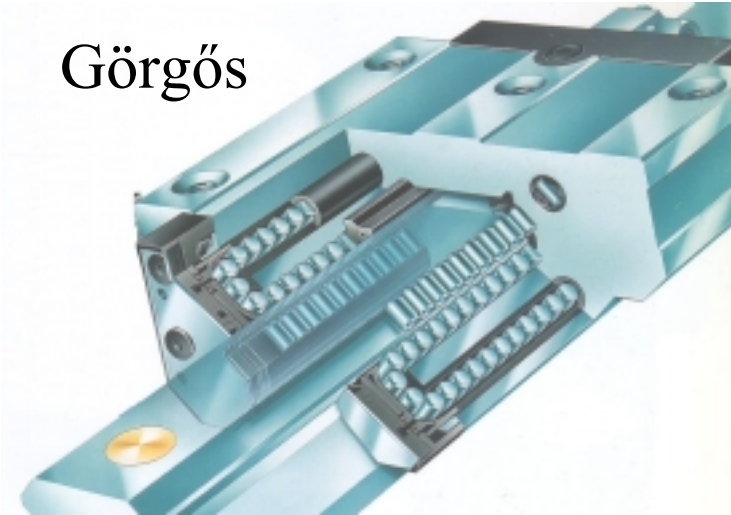


Gördülővezeték típusok

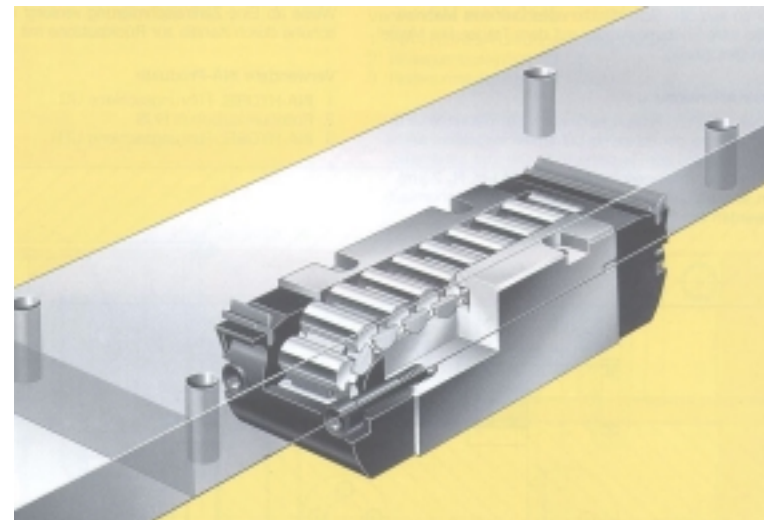


Golyós

Régi típusú görgős



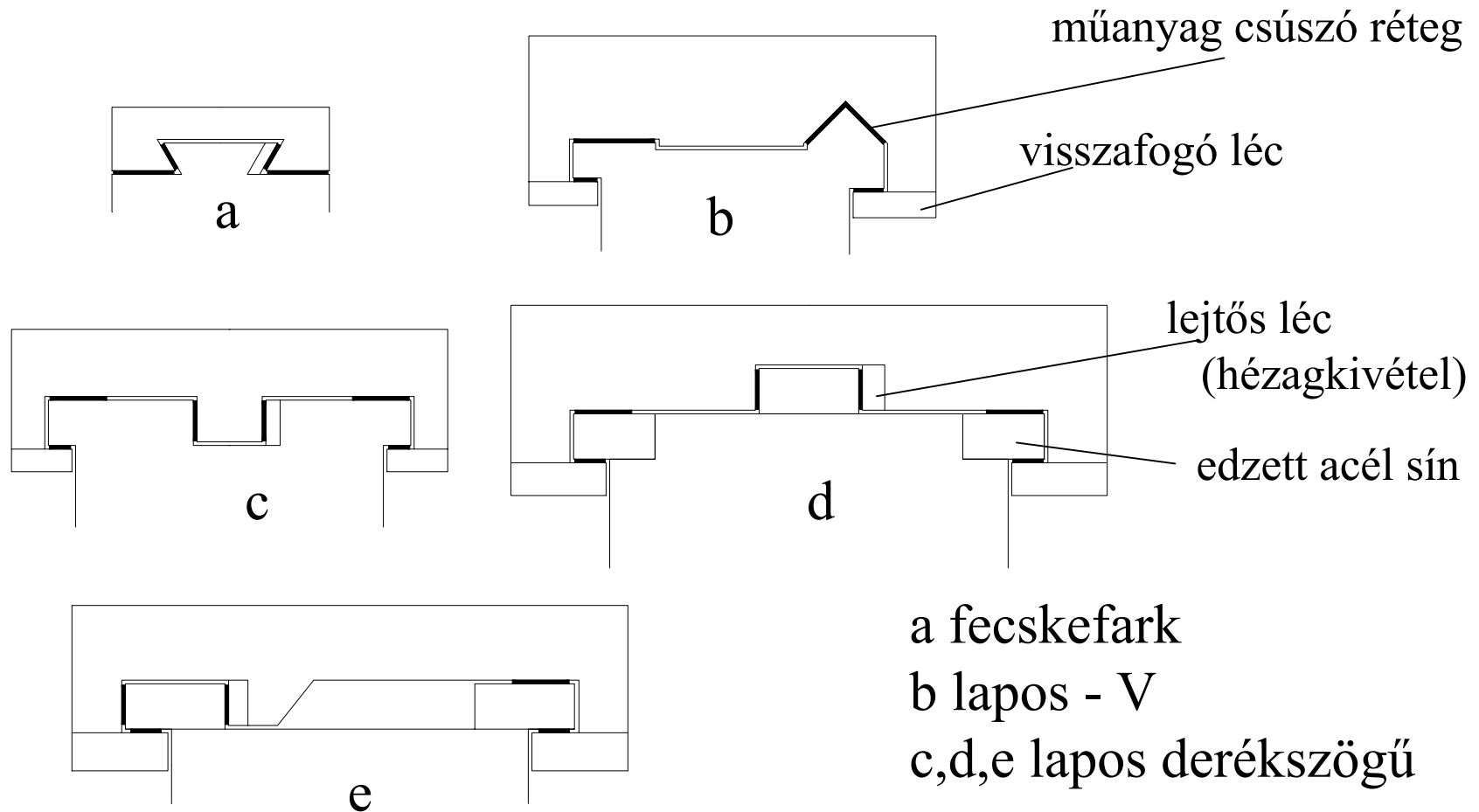
Göggös



Csúszó vezeték

- Elvi működés (vegyes kenés, anyagpárosítás),
- Előnyök:
 - egyszerű, olcsó,
 - jó csillapítás
- Hátrányok
 - kis merevség
 - holtjáték
 - kopás
 - akadozó csúszás (stick-slip)
- Fejlődési vonal: öntöttvas, edzett öntöttvas, edzett acél, betétanyagok, betét felviteli technológiák.
- Beépítési környezet, automatikus kenés, vezetékvédelem

Jellegzetes csúszóvezeték keresztmetszetek



Lebegő vezeték

- A hidrosztatikus vezeték elve (a vezeték hézagot kb. állandó értéken tartó önszabályozó jelleg)
- Kialakítás, (a támasztó zseb előtti fojtás általában kis keresztmetszetű, u.n. kapilláris cső)
- Előnyök: kopás és stick-slip mentes, kis vontatási ellenállású
- Hátrányok: korlátozott merevségű, drága, igényes kivitelű, drága üzemű, nem azonnal üzemkész.
- Üzemeltetés: nagytisztaságú olaj vagy levegő, állandó fogyasztás

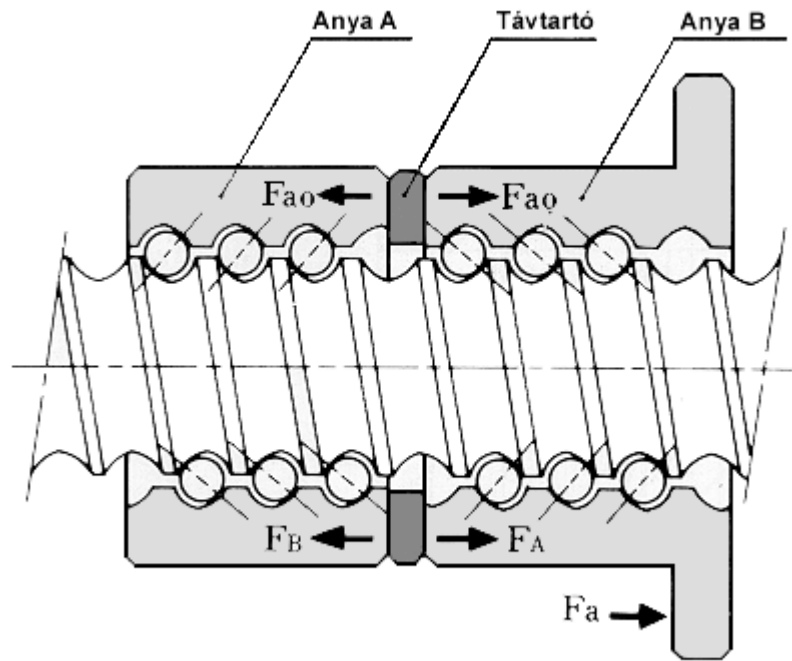
Golyósorsós mozgatás I.

- Az egységek: szervomotor, (fogazott szíj,) golyósorsó-
anya, csapágy, csapágy- és motortartó bak.
- Szervomotor: nyomaték-fordulatszám görbe (határvonalak,
optimális munkapont)
- Fogazott szíj: kopásra méretezés táblázatos adatok alapján.
(tipizált méret, hossz és szélesség)
- Golyósorsó: tipizált méretsor (lehetőleg nagy emelkedést
válasszunk), méretezés (teherbírás, kihajlás)

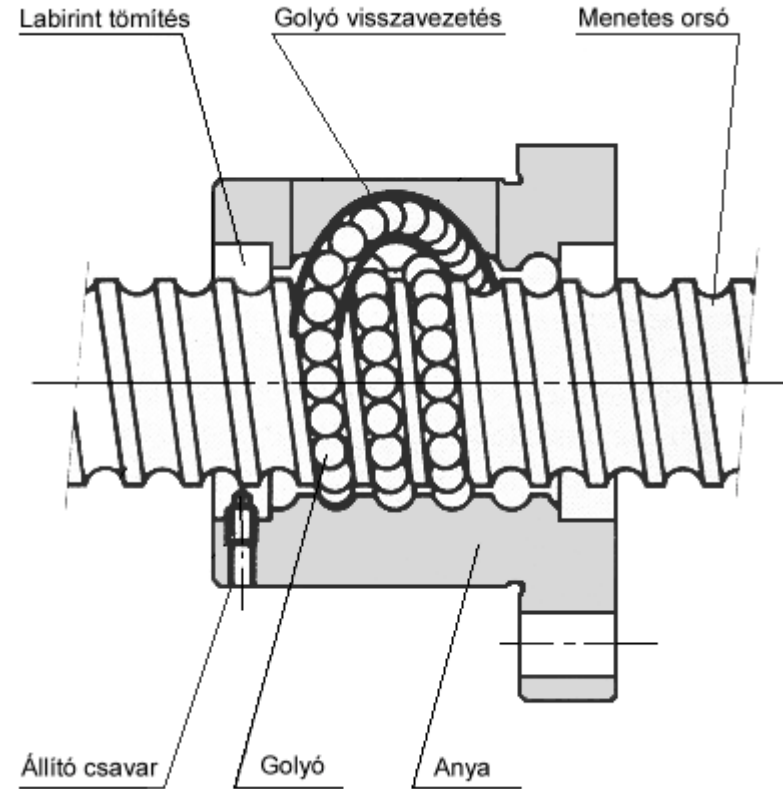
Golyósorsós mozgató II.

- Csapágy: csak különleges típus (ZARN, ferde hatásvonalú) használható
- Csapágy és anyatartó bakok
 - állítási lehetőség (osztási sík párhuzamos, vagy merőleges a golyósorsó tengelyére)
 - merevség (csavar + szeg, kis karok, merev test)
- Korlátok:
 - max. fordulatszám (Dn szorzat vagy diagram)
 - max. lökethossz (kb. 3000 mm felett fogaskerék-fogasléc hajtás hézagatlanítással)

Golyósorsó szerkezete

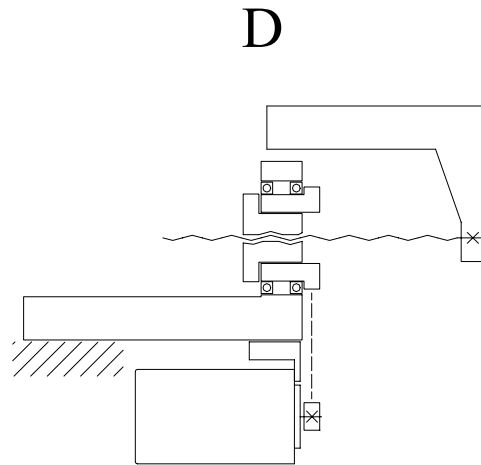
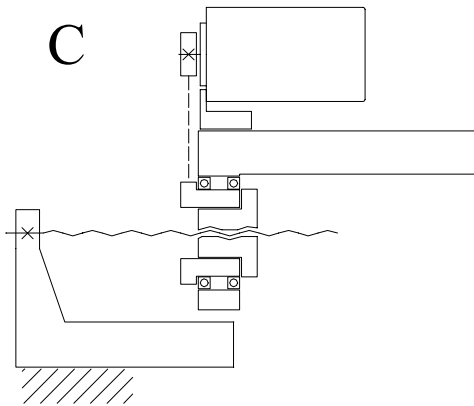
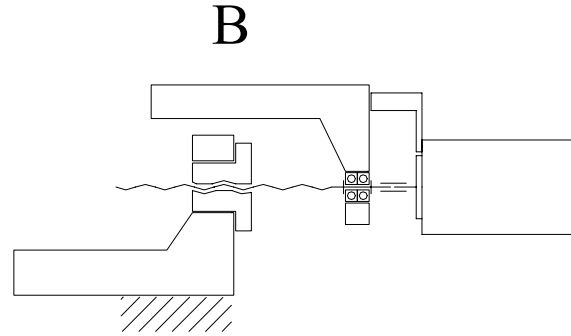
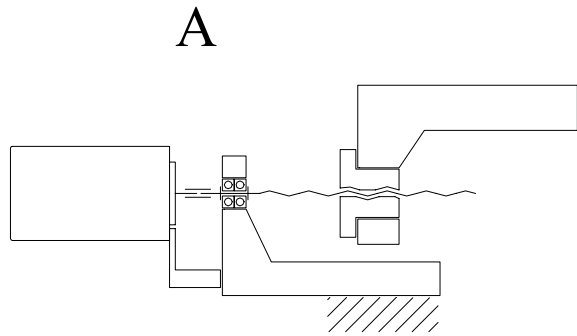


Hézagmentesítés két anya
szétfeszítésével



Golyó visszavezetés
több menet felett

Golyósorsó beépítési változatok



Az orsó
forog
igen nem

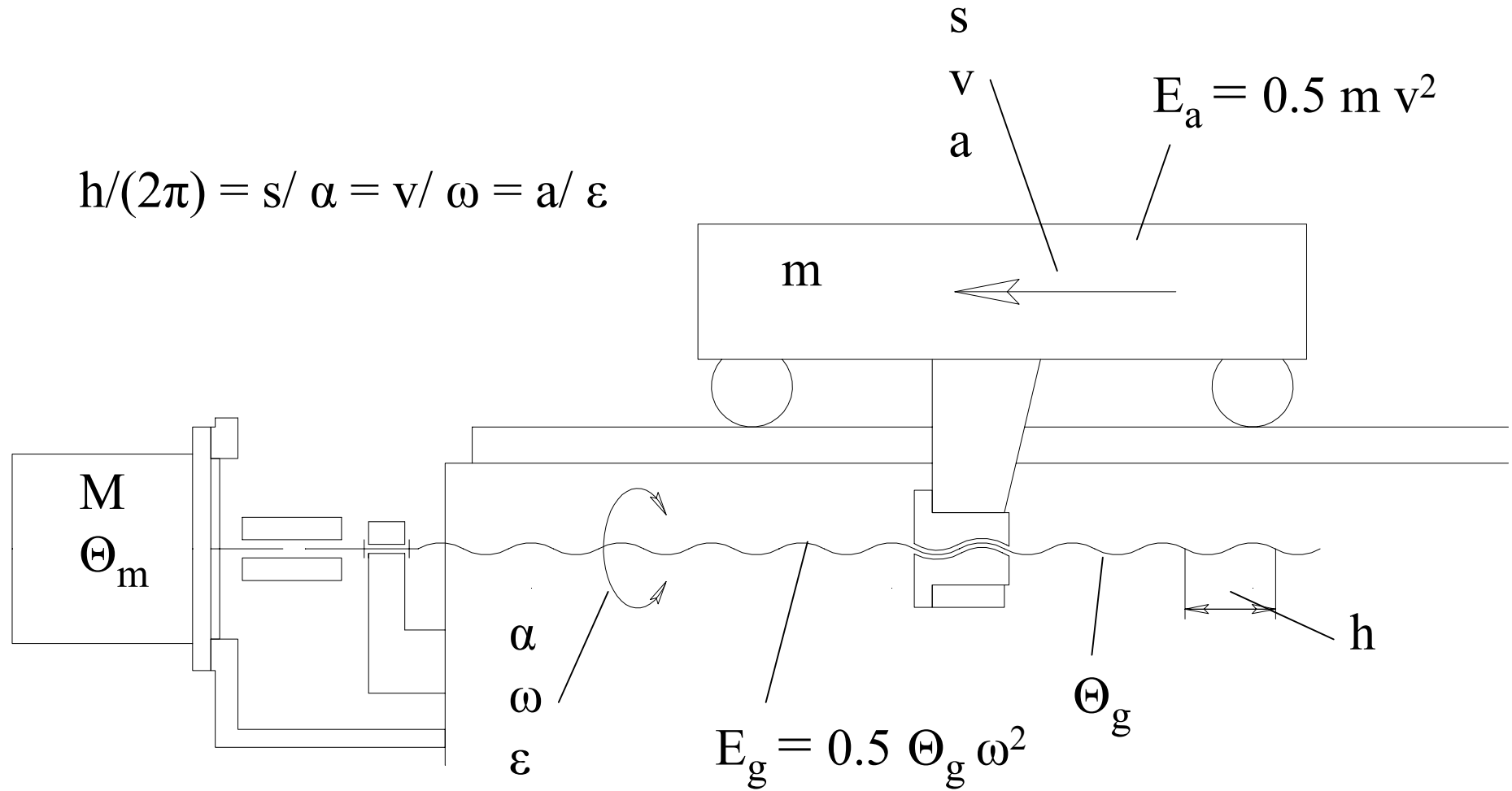
halad

	A	C
igen nem	B	D

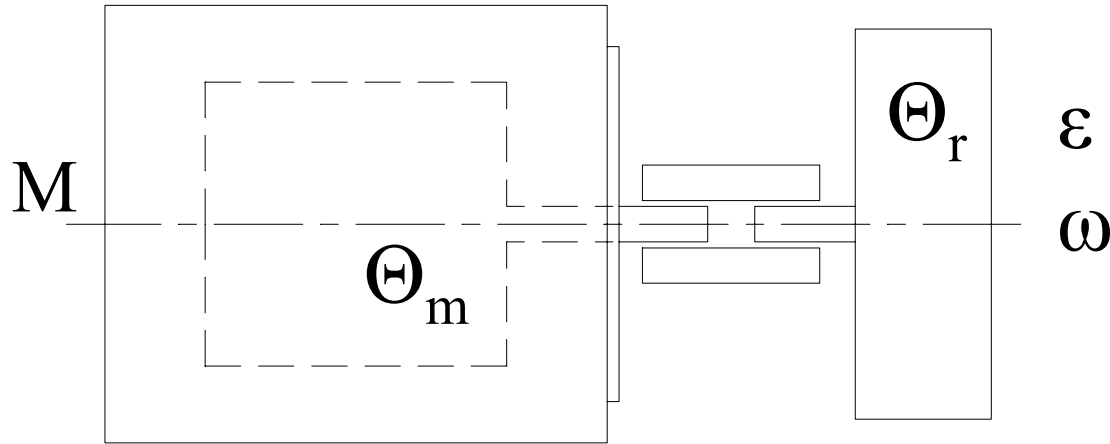
Maximális szángyorsulást adó golyósorsó mentemelkedés meghatározása

- Kinematika (közvetlenül az orsóhoz kapcsolódó motor)
- Motor tengelyére redukált Θ_r (energiamérleg)
- Gyorsulás számítása (motor tengelyé, száné)
- Szélső érték (optimális menetemelkedés, maximális gyorsulás)

Golyósorsós hajtás kinematikája



Redukált tehetelenségi nyomaték



$$E_r = E_g + E_a$$

$$\frac{1}{2} \Theta_r \omega^2 = \frac{1}{2} \Theta_g \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \Theta_g \omega^2 + \frac{1}{2} m \frac{h^2 \omega^2}{4\pi^2}$$

$$\Theta_r = \Theta_g + m \frac{h^2}{4\pi^2}$$

Golyósorsóval mozgatott szán gyorsulása

$$\varepsilon = \frac{M}{\Theta_m + \Theta_r} \quad a = \varepsilon \frac{h}{2\pi} = \frac{Mh}{\left(\Theta_m + \Theta_g + m \frac{h^2}{4\pi^2} \right) 2\pi}$$

Motor tengely szöggyorsulása

Mozgatott szán gyorsulása

$$a = f(h) = \frac{k_1 h}{k_2 + k_3 h^2} = \frac{u}{v} \quad \text{ahol}$$

$$k_1 = M$$

$$k_2 = 2\pi (\Theta_m + \Theta_g)$$

$$k_3 = \frac{m}{2\pi}$$

Maximális gyorsulást adó menetemelkedés

$$a' = \frac{u'v - uv'}{v^2} = \frac{k_1(k_2 + k_3h^2) - k_1hk_32h}{v^2}$$

$$a' = 0 \Rightarrow k_1(k_2 + k_3h^2) - k_1hk_32h = 0$$

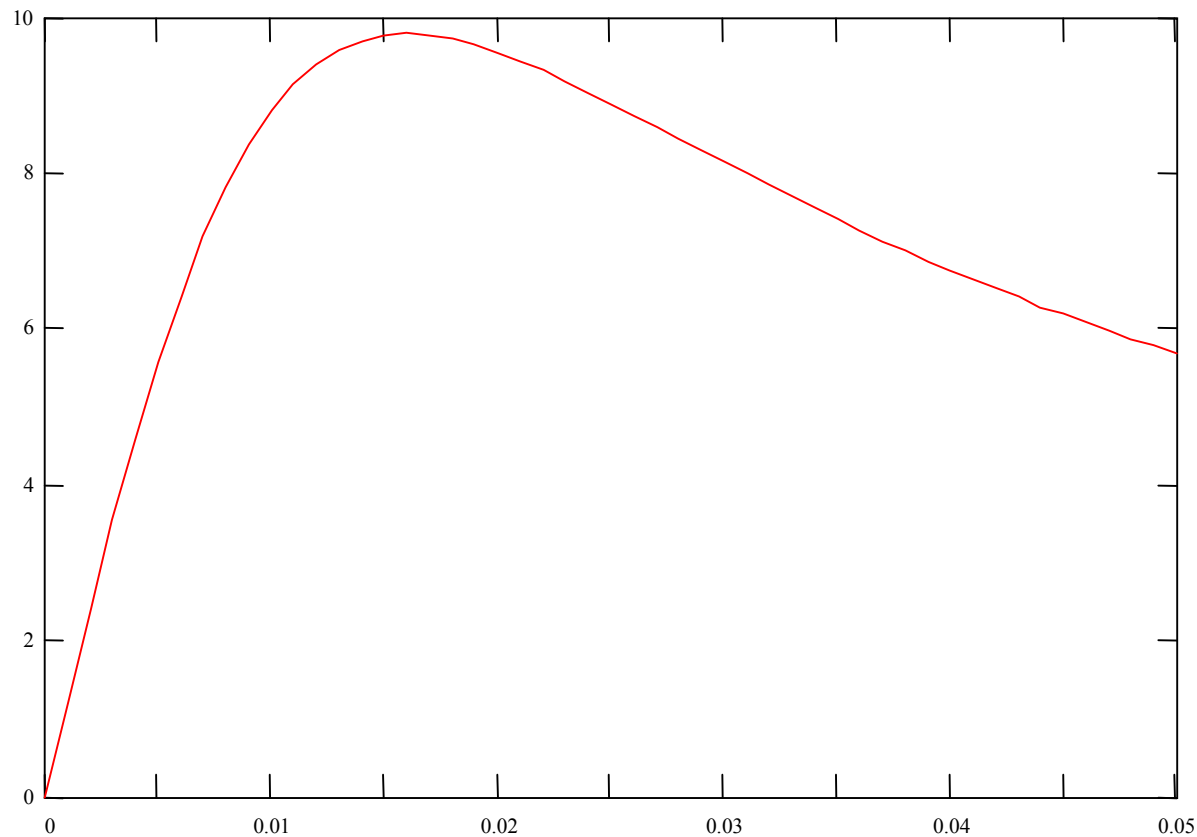
$$k_2 = k_3h^2$$

$$h_{opt} = \sqrt{\frac{k_2}{k_3}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta_m + \Theta_g}{m}} \quad \text{optimális menetemelkedés}$$

$$a_{max} = \frac{M}{2\sqrt{m(\Theta_m + \Theta_g)}} \quad \text{maximális gyorsulás}$$

A gyorsulás függése a menetemelkedéstől (példa)

a (m/s²)



$$M = 10 \text{ Nm}$$

$$\Theta_m = 8 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

$$\Theta_g = 5 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

$$m = 200 \text{ kg}$$

$$h_{\text{opt}} = 16 \text{ mm}$$

$$a_{\text{max}} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

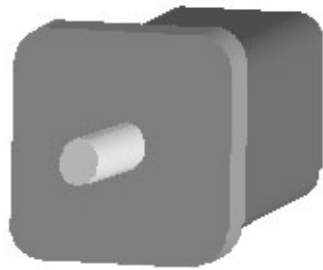
h (m)

Lineáris motoros mozgás

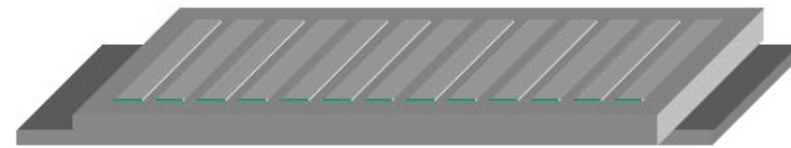
- Elvi felépítés
- Előnyök, hátrányok.
- Beépítési irányelvek.

Lineáris motor elve

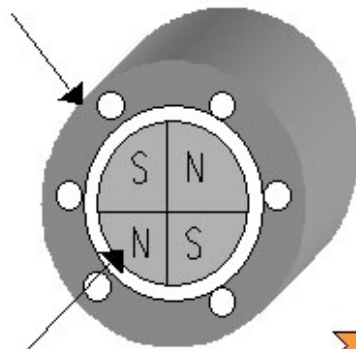
Hagyományos motor



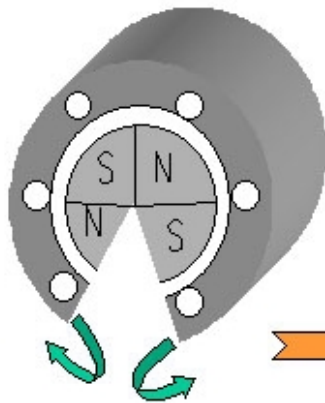
Lineáris motor



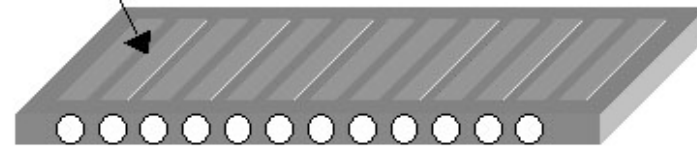
Állórész



Forgórész



Mozgó rész



Mágnes



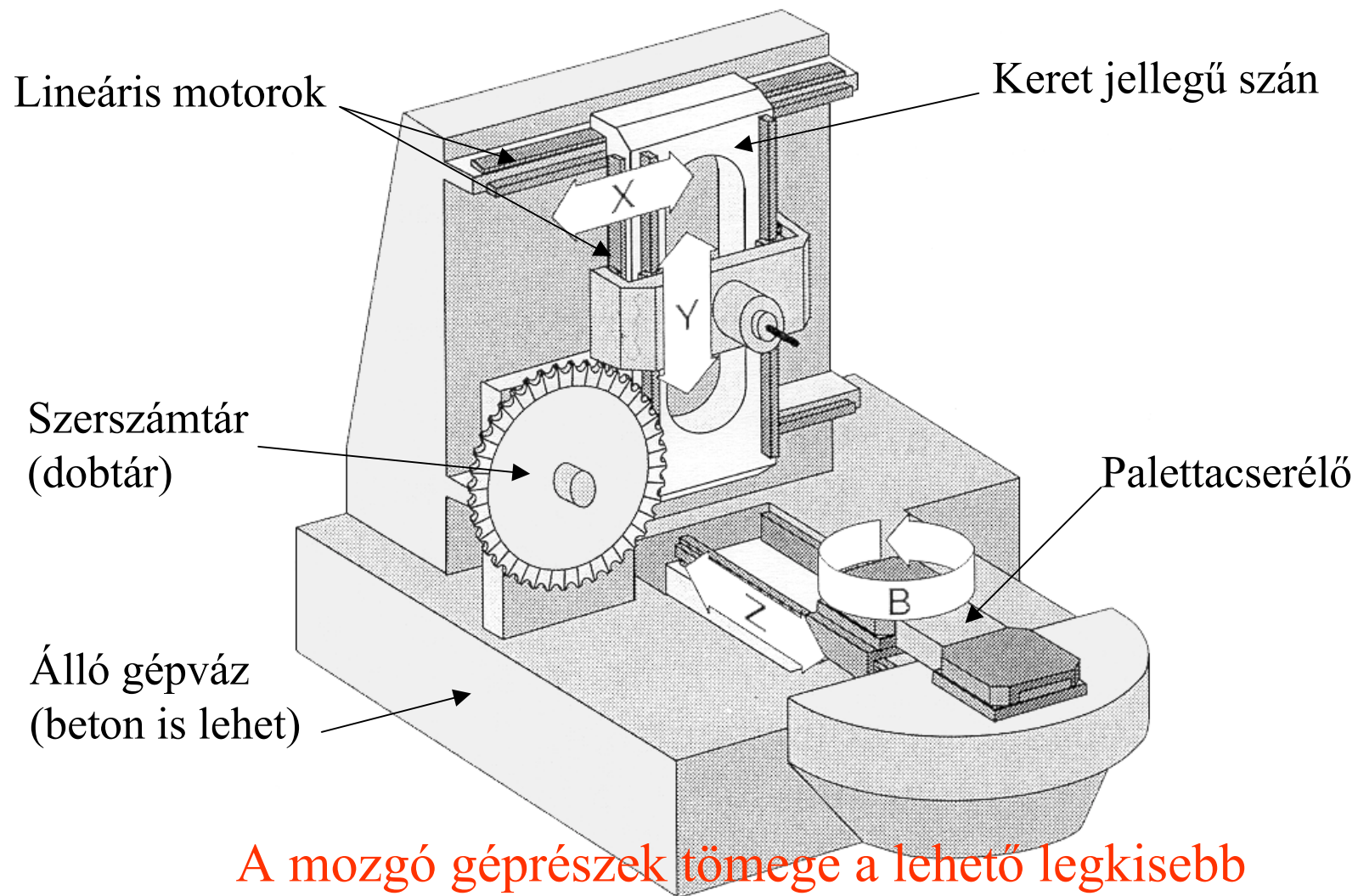
Lineáris motor értékelése

- Előnyök
 - erőátvitel (max 10 kN) mechanikai kapcsolat nélkül = kopás és holtjáték nélkül
 - gyors és pontos szabályozhatóság (900 N/mikronos merevség)
 - nagy gyorsulás, nagy sebesség átfogás (max. 10 g és 10 m/s)
 - egyszerűen változtatható lökethossz (állandó mágneses modulok hozzáadásával)
- Hátrányok
 - melegszik (veszteség hő elvezetés)
 - nyitott szerkezet (nehéz a tökéletes védelmet megvalósítani)
 - nagy összeszorító erő (az előtolóerő tízszerese állandóan terheli a vezetékét)
 - nem önzáró (energiakimaradás esetén működő fék kell)
 - csövek és kábelek hozzávezetése a tekercselt rövid részre

Lineáris motor beépítése

- A motor keresztmetszete nagyobb, mint a golyósorsóé!
- A légrés (0.4 - 0.6 mm) tűrése 0.1 mm nagyságrendű
- A vezeték méretezésénél figyelembe kell venni a nagy összeszorító erőt
- Párhuzamosan két motor is beépíthető (az eredő közel lehet a tehelő erő hatásvonalához!)
- A mérőléc közvetlen működésű és bírnia kell a nagy sebességet és gyorsulást
- Külön hűtőrendszer kell (hűtőegység, csővezeték)
- A motor mozgó részét teljesen burkolni kell

Vízszintes megmunkáló központ lineáris motorokkal



Kiegészítő elemek

- Mérőberendezés (közvetett, közvetlen)
- Végállás kapcsoló
- Kenés
- Forgácsvédelem (törlés, burkolat)

Főorsók

- Eszterga főorsó (a tokmányba fogott munkadarabot forgatja - a max. fordulatszámot a tokmány korlátozza 3000 ford/perc közelében)
- Maró főorsó (az alapszerszámtaróra fogott maró szerszámot forgatja nagy sebességgel - a felső határ 10 000 ford/perc felett van)

Eszterga főorsó

- Követelmények
 - pontosság, terhelhetőség
- Funkcionális egységek
 - eszterga homlok szabványos kialakítása
 - csapágyazás (főleg befelé ható tengelyirányú erő)
 - ráhajtás (polyV szíj, vagy ráépített motor)
 - elfordulás mérés (NC menet esztergálás miatt)
 - tokmány (az automatikus nyitás-zárás a főorsó furatában lévő rúddal)

Maró főorsó egység

- Követelmények
 - pontosság, merevség
 - nagy fordulat
- Részegységek
 - csatlakozó kúp (meredek, vagy HSK)
 - csapágyazás
 - ráhajtás (fogaskerék vagy ráépített motor)
 - szerszám rögzítés

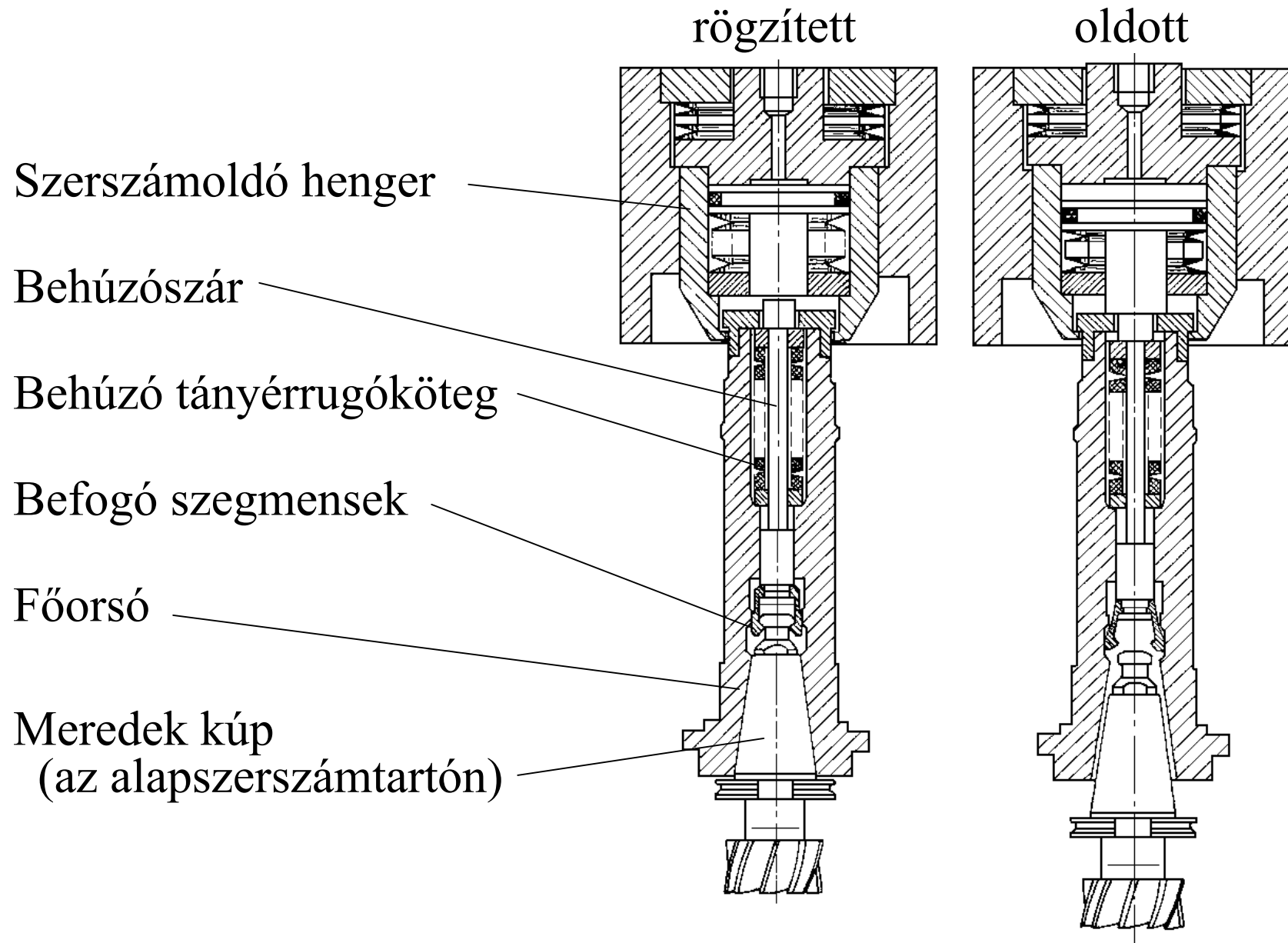
Maró szerszámok csatlakozó kúpjai

Meredek kúp

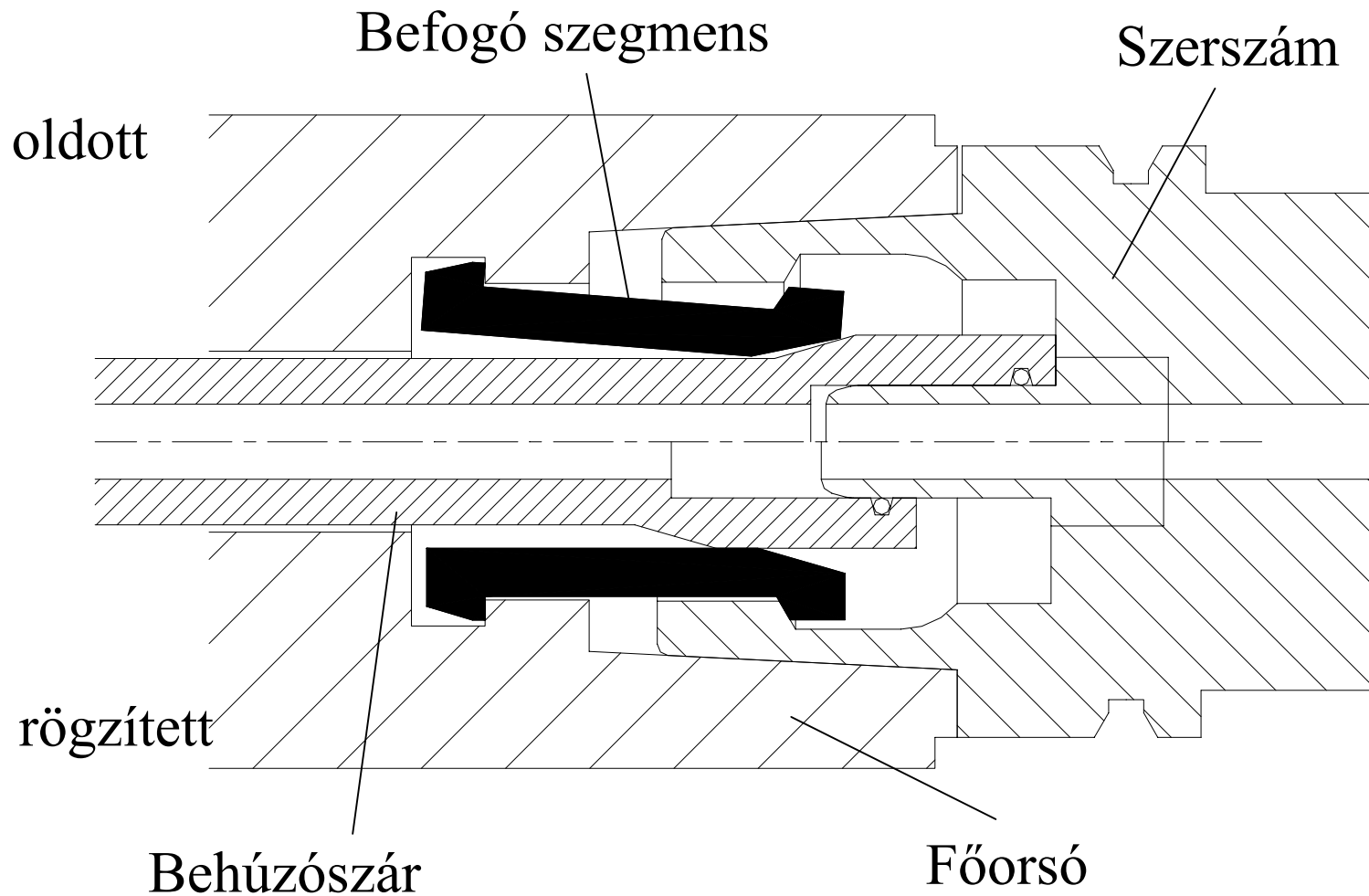


HSK kúp

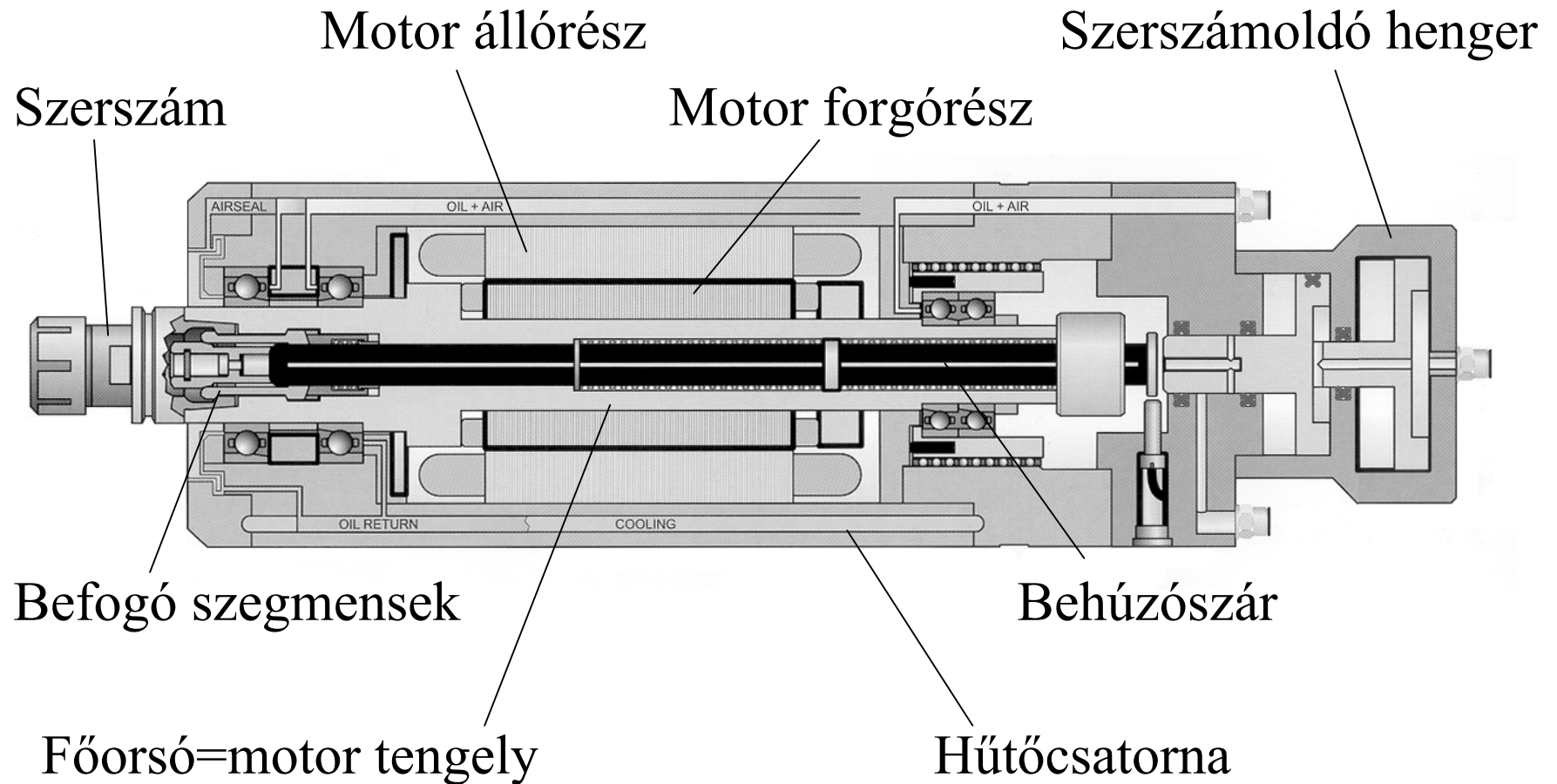
Meredek kúpos szerszám befogása



HSK kúpos szerszám befogása



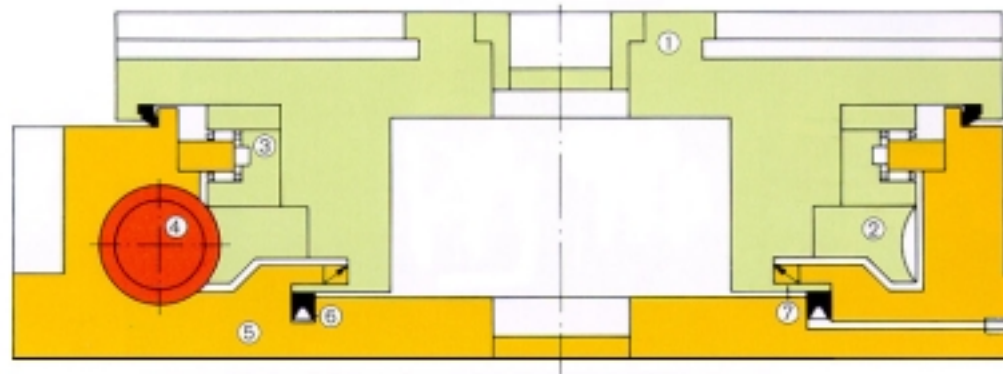
Motororsó HSK kúppal



Forgó és osztó asztalok, revolverfejek

- Forgó asztal
- Eszterga központ C tengely
- Osztó asztal
- Revolverfej

Folyamatos forgású forgósztal

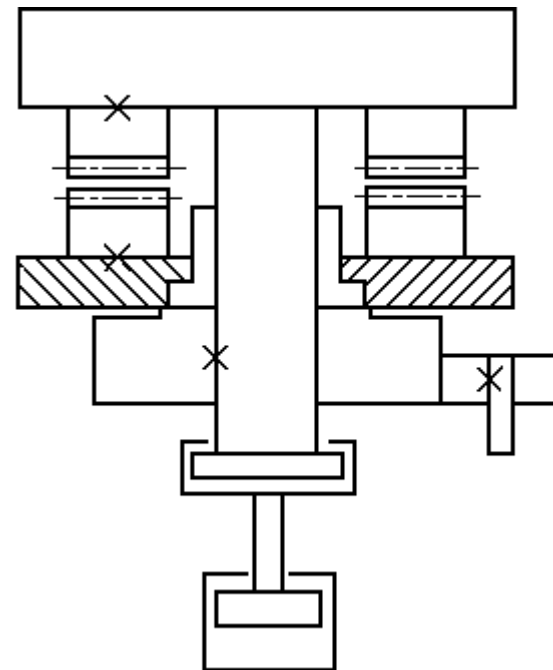


Követelmények
Konstrukciós kialakítás

Eszterga központ C tengely

- Követelmények
- Konstruktív kialakítás (meghajtás, fék)

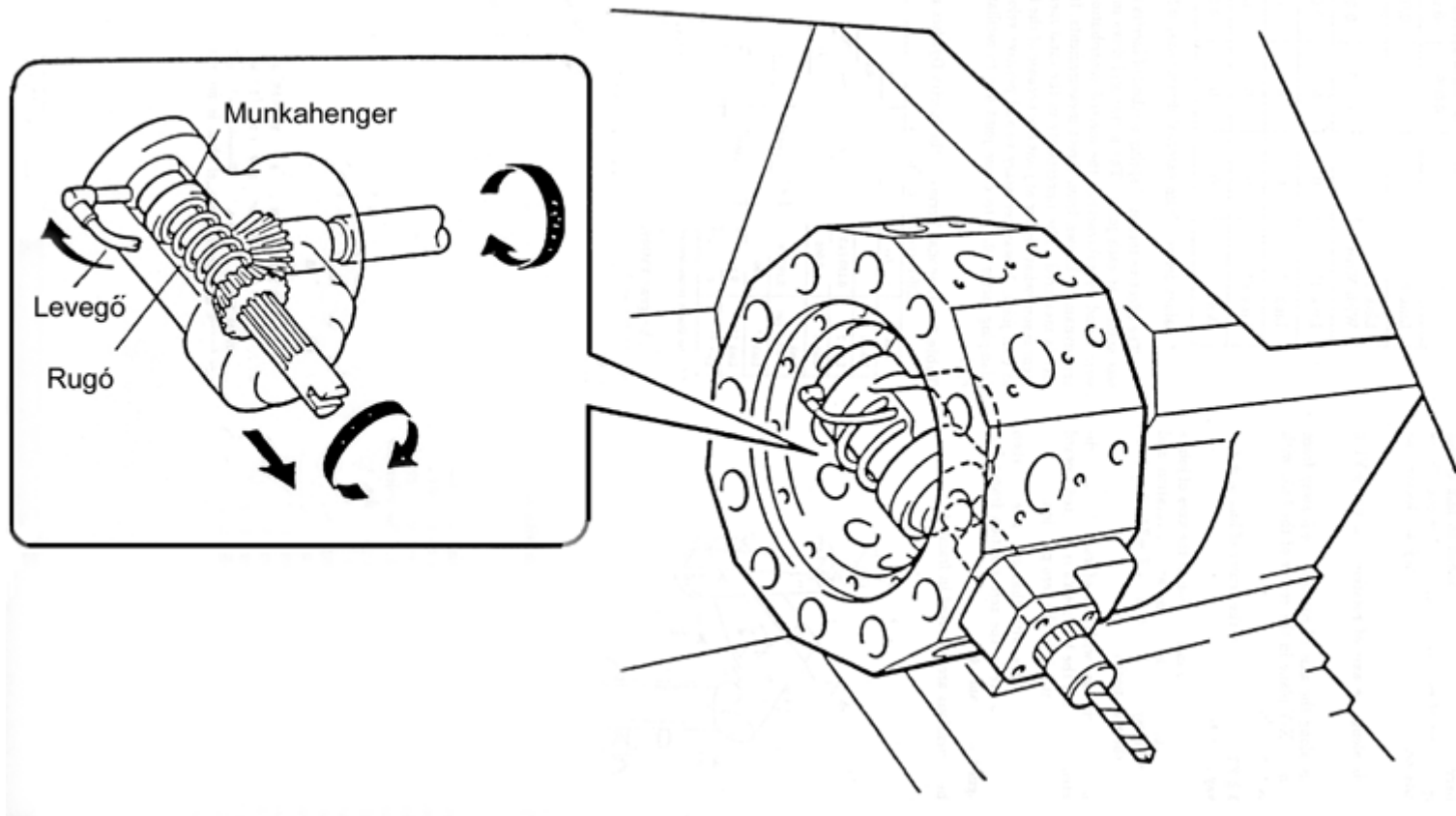
Osztó asztal elvi felépítése



Követelmények
Konstrukciós kialakítás

Revolverfej

- Követelmények
- Konstruktív kialakítás
- Forgó szerszámos revolverfej

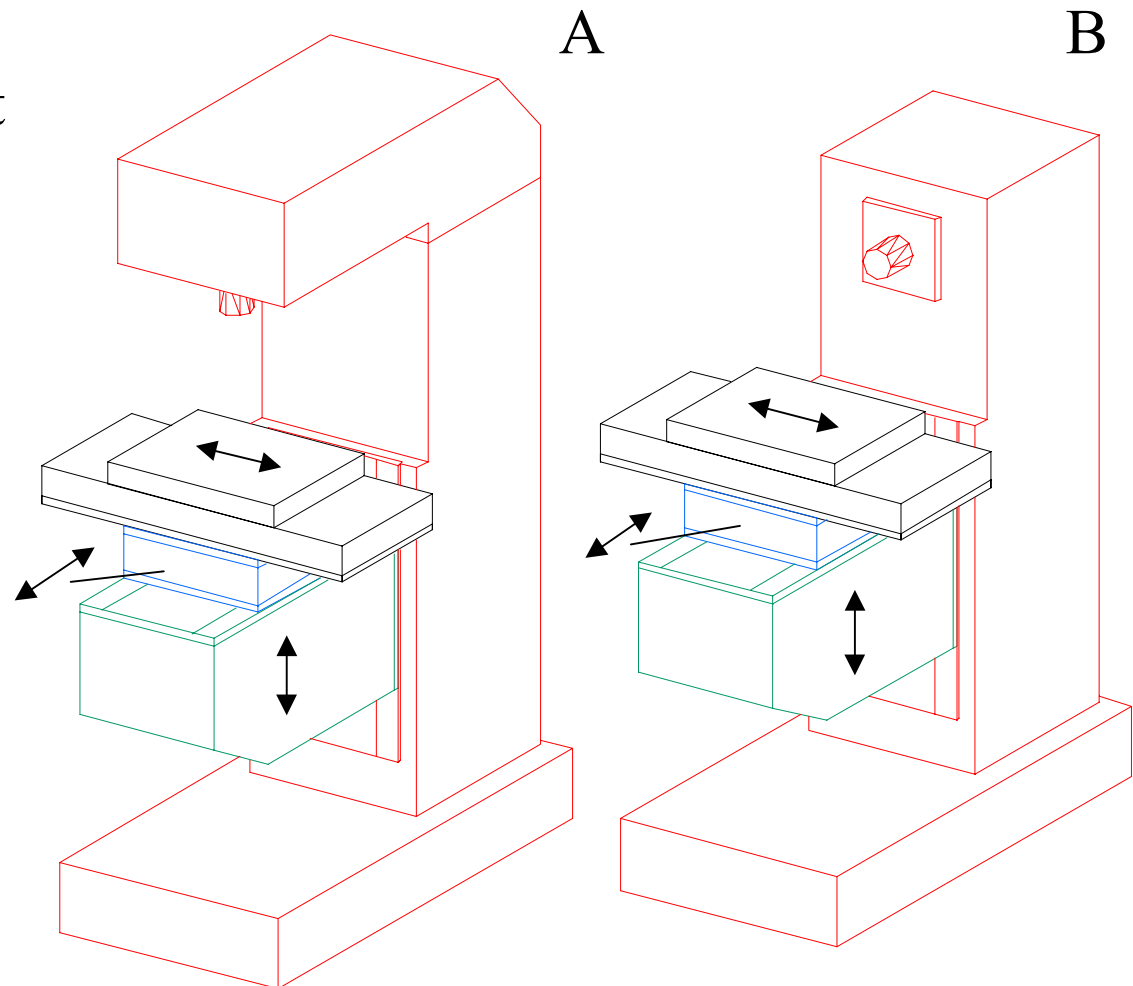


Hagyományos marógépek

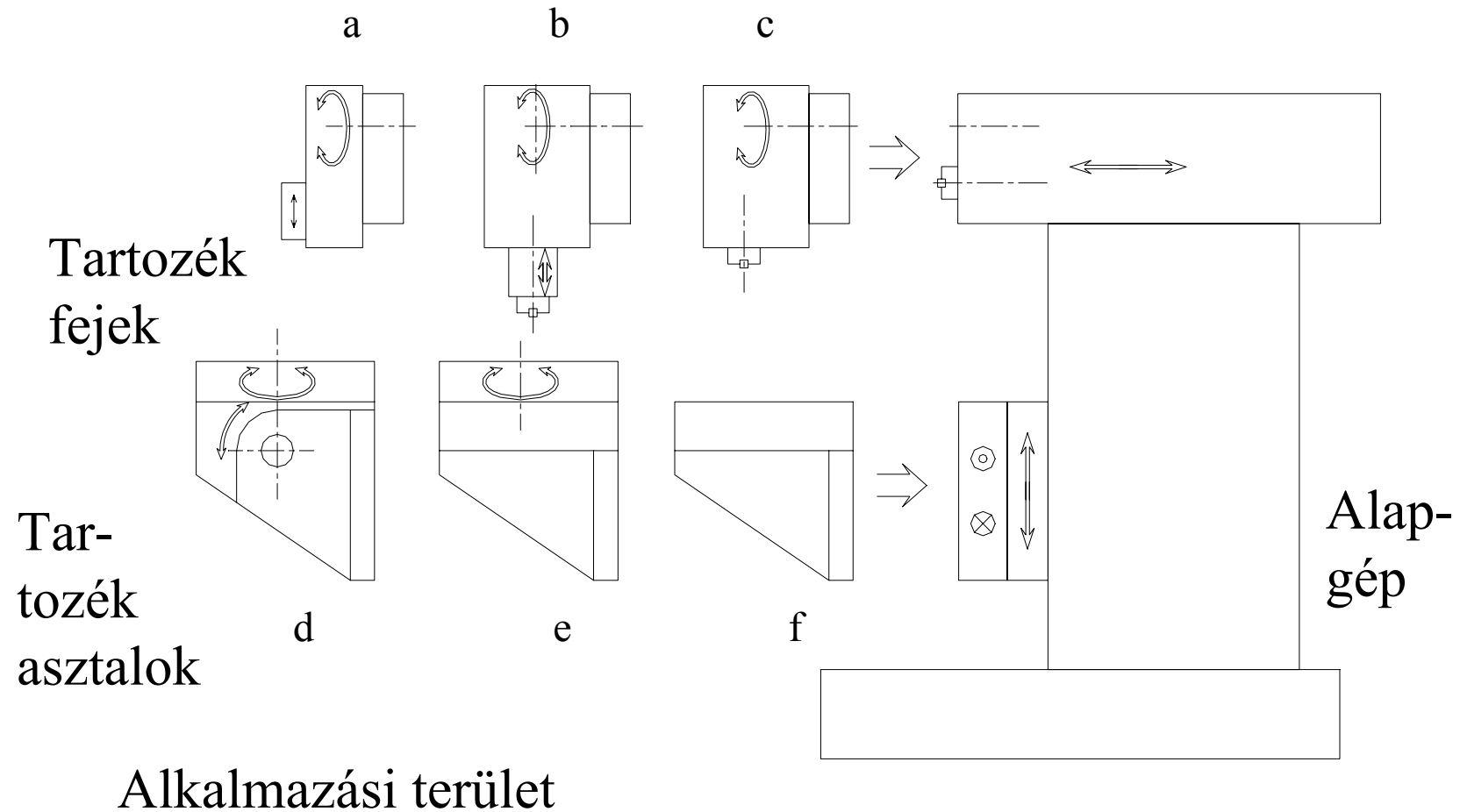
- Konzolos – vízszintes, függőleges, egyetemes
- Szerszámmarógép – alapgép, tartozék fejek, tartozék asztalok
- Vízszintes fúró-maró mű – orsóhüvely, síktárcsa, síktárcsaszán
- Állványos marógépek - vízszintes és függőleges orsós
- Portál marógép – álló portálos, mozgó portálos elrendezés

Konzolos marógépek

- alkalmazási terület
- vízszintes, (B)
- függőleges, (A)
- egyetemes

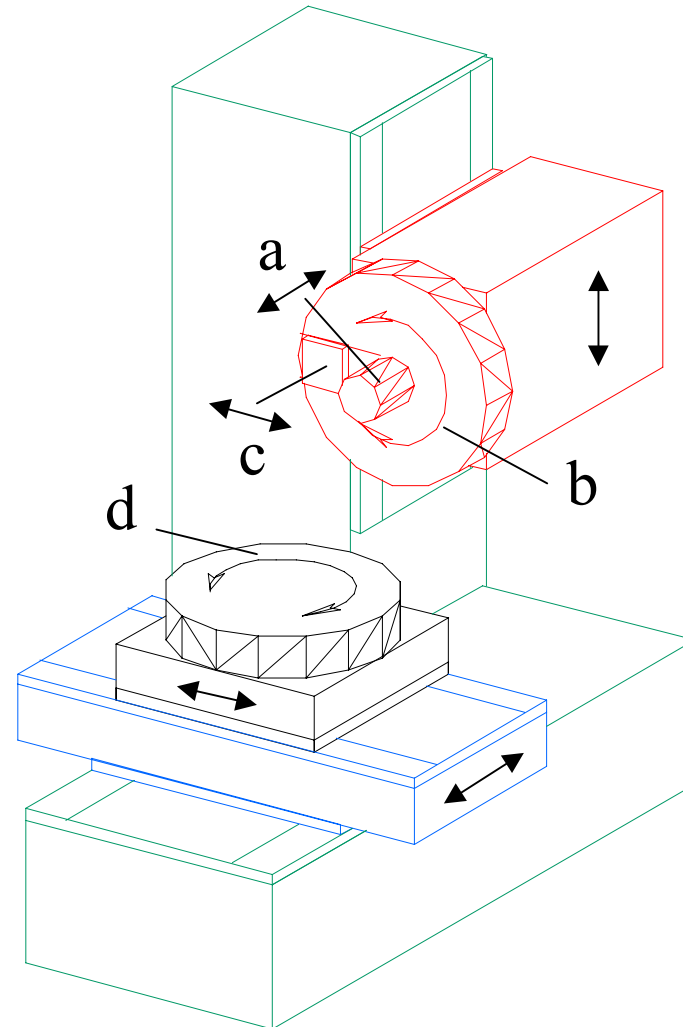


Szerszámmarógép



Vízszintes fúró-maró mű

- alkalmazási terület
- orsóhüvely, (a)
- síktárcsa, (b)
- síktárcsa szán (c)
- forgóasztal (d)



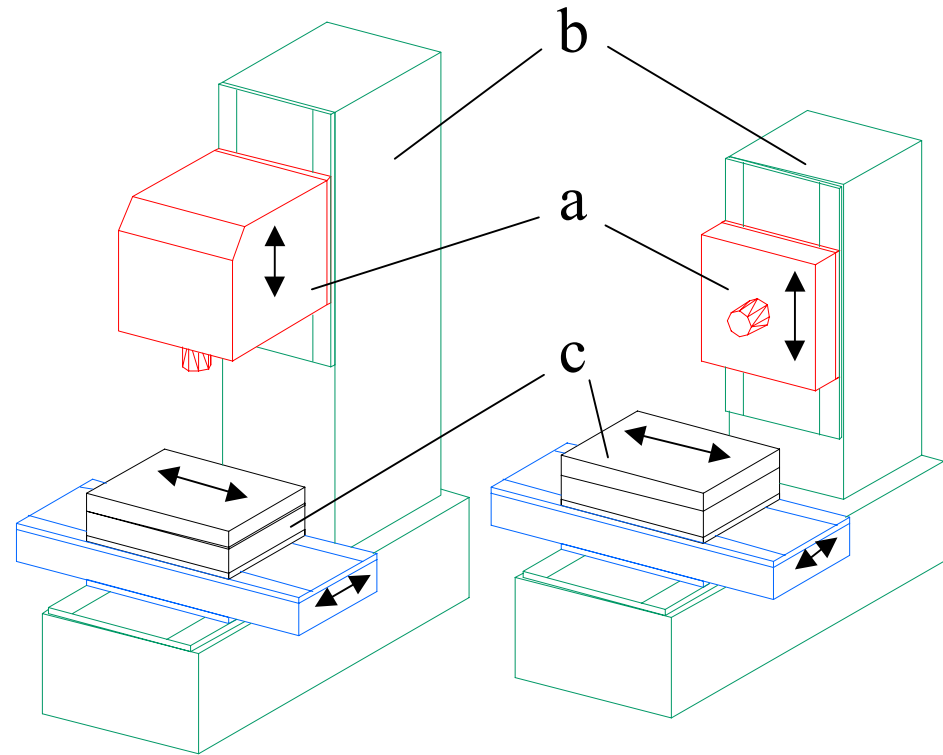
Állványos marógépek

alkalmazási terület

főorsózán (a)

állvány (b)

koordináta asztal (c)



Függőleges orsós

Vízszintes orsós

Portál marógép

Álló portálos gép

Kapu (portál) keret

Főorszán

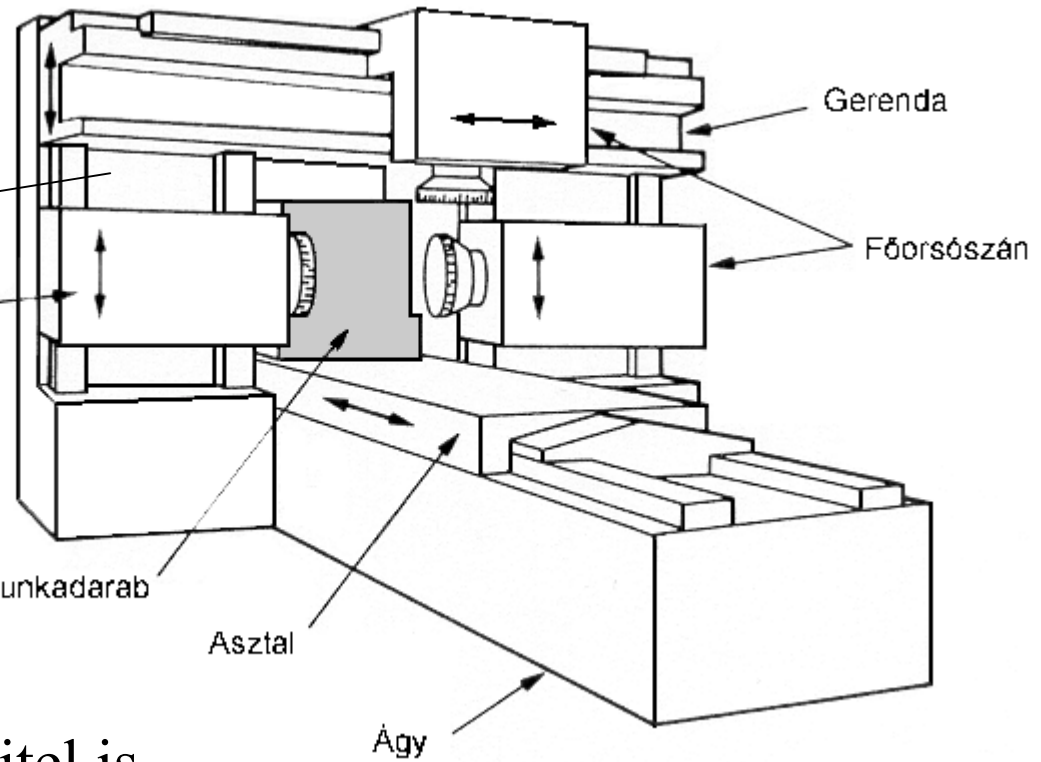
Munkadarab

Asztal

Ágy

Gerenda

Főorszán



Van mozgó portálos kivitel is

Marógép struktúrák általános leírása

- Általános tulajdonságok
- Koordináta rendszer, derékszögű rend
- Struktúra leíró paraméterek
- Jellegzetes gépstruktúrák

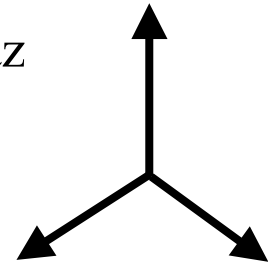
Általános tulajdonságok

- A szerszám a munkadarabhoz képest térben mozog
- Ezt négy tag három egymásra épített vezetékkel összekötött nyílt

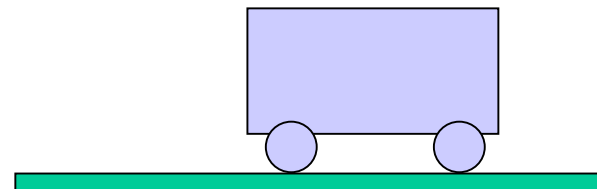
lánca biztosítja



- A vezetékek egymásra merőlegesek és a gravitációhoz tájoltak (az egyik vezeték iránya függőleges).



- A szomszédos tagokat rövid és hosszú vezeték felek kapcsolják össze (gördülő vezetéknél papucs és sín).



Koordináta rendszer, derékszögű rend

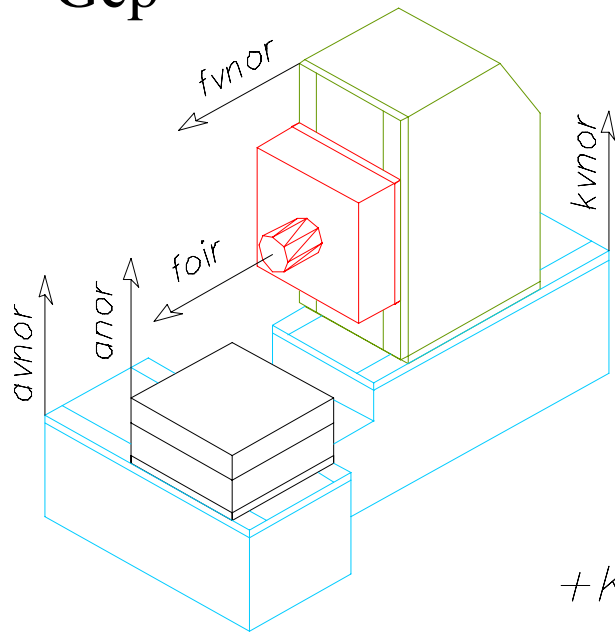
- A vonatkoztatási koordináta rendszer tengelyei párhuzamosak a vezeték irányokkal
- Minden fontos irány (főorsó, asztalsík, vezetéksíkok) párhuzamos valamelyik koordináta tengellyel
- Az irányok előjel konvenciója (pozitív értelem az álló tagtól a munkatér felé halad)

Struktúra leíró paraméterek

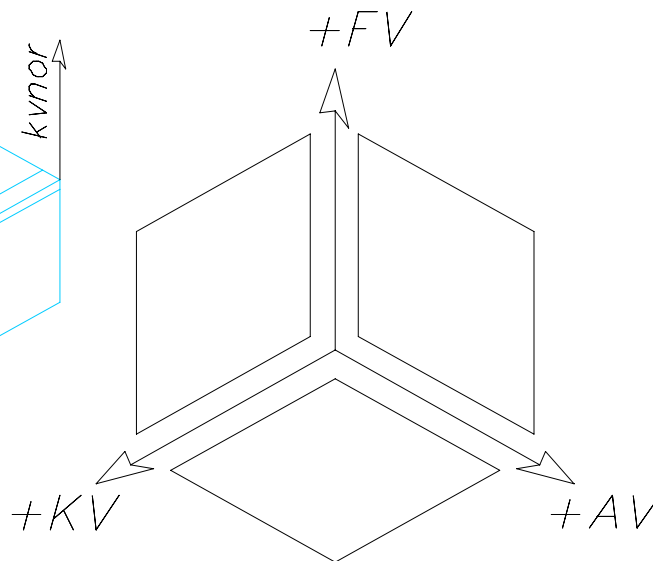
- Az irányokat megadó öt (2+3) paraméter
- A helyeket megadó öt (2+3) paraméter
- Az összes lehetséges változat (a paraméterek egymástól függetlenek) száma 6912
- Kölcsönös megfelelés gép és paraméter készlet között

Írány paraméterek

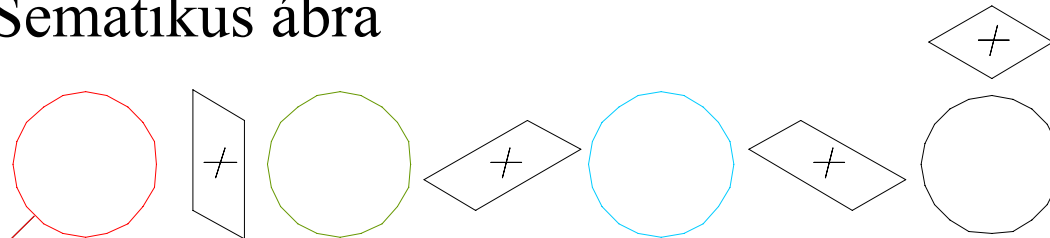
Gép



Kordináta rendszer



Sematikus ábra



foir =

főorsó iránya

anor =

asztalsík iránya

fvnor =

főorsó vezeték
síkjának iránya

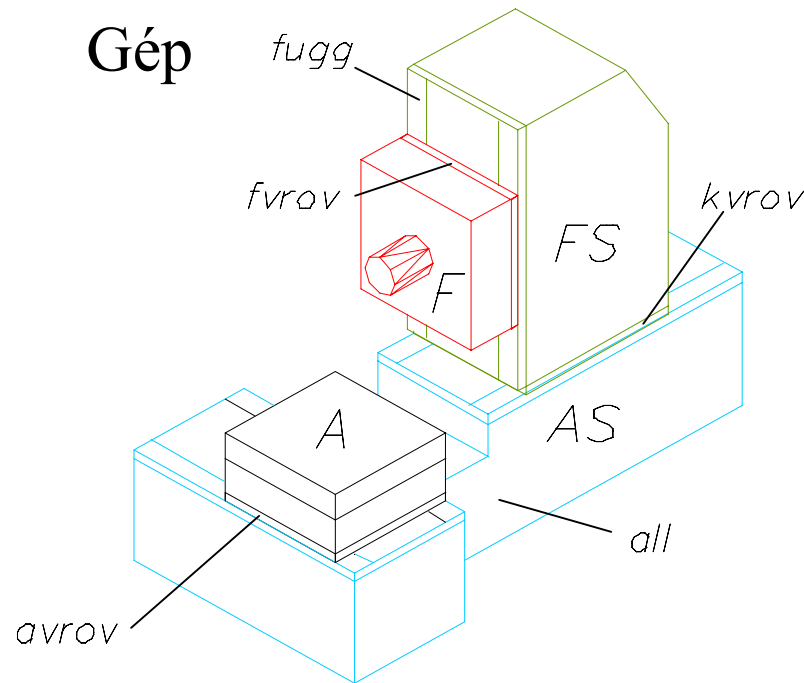
kvnor =

középső vezeték
síkjának iránya

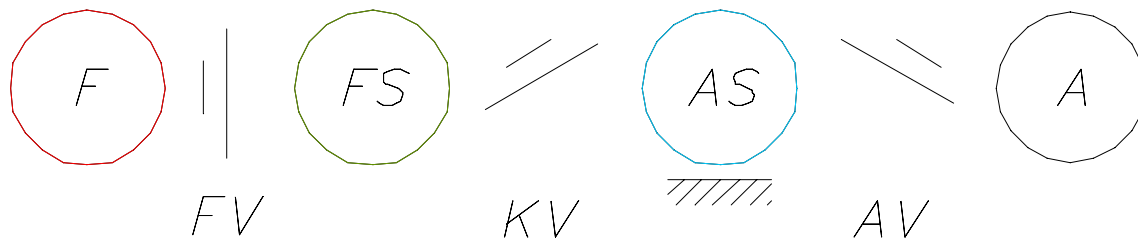
avnor =

asztal vezeték
síkjának iránya

Hely paraméterek



Sematikus ábra



all =

álló tag helye

fugg =

fuggoleges vezeték helye

fvrov =

főorsó vezeték rövid felének helye

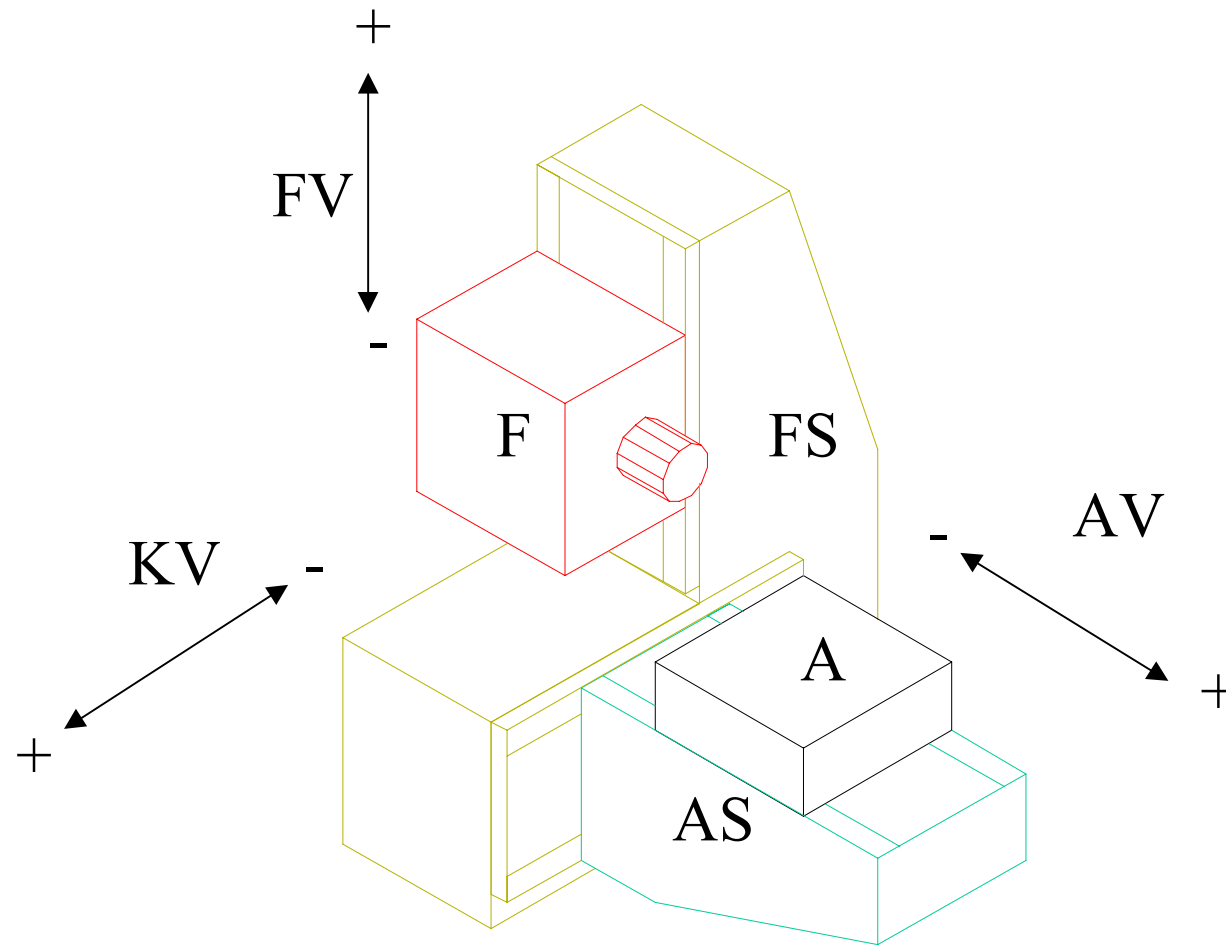
kvrov =

középső vezeték rövid felének helye

avrov =

asztal vezeték rövid felének helye

Gép és paraméterek összerendelése



all=FS

fugg=FV

fvrov=F

kvrov=AS

avrov=A

foir=+AV

anor=+FV

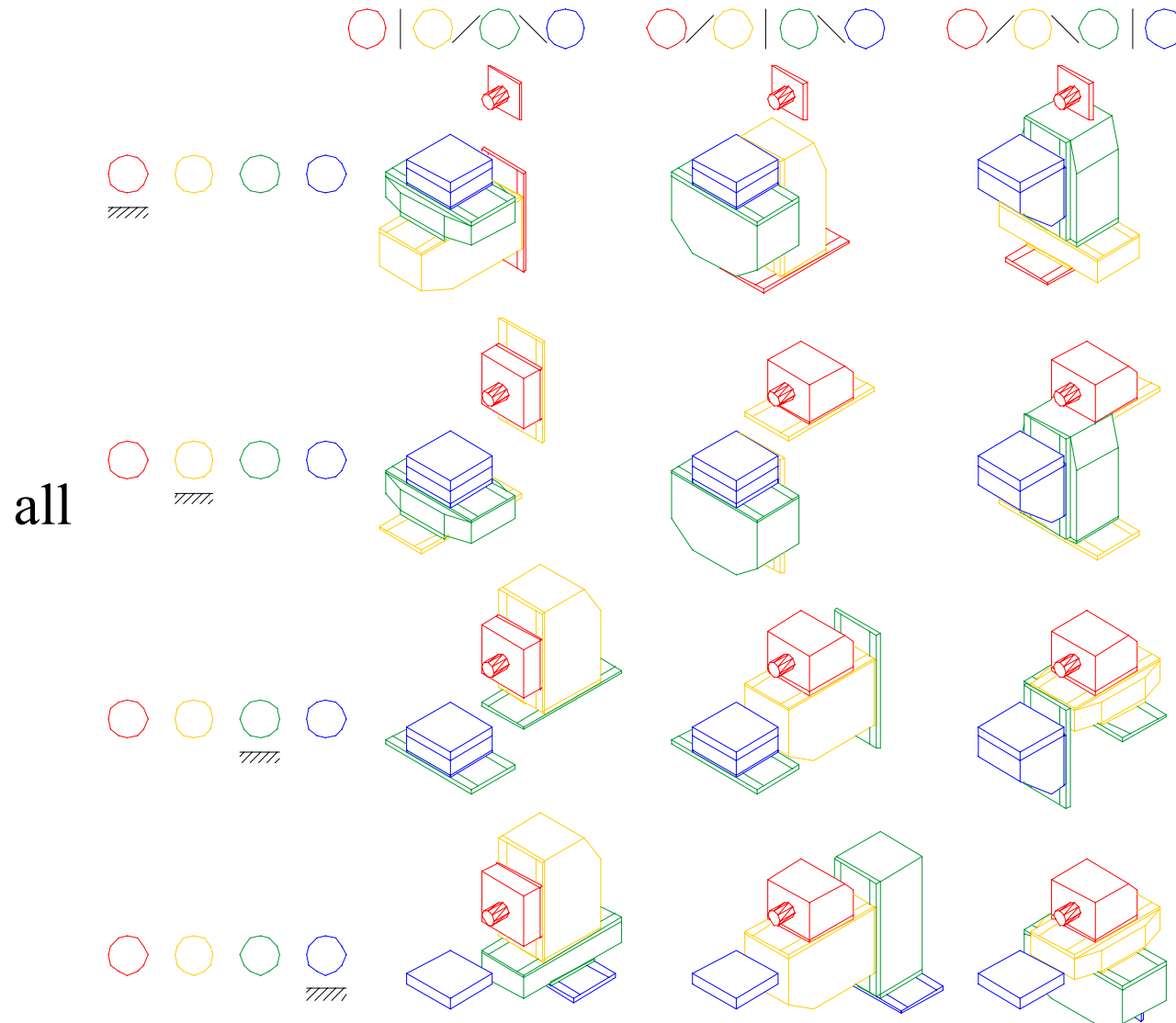
fvnor=+KV

kvnor=+AV

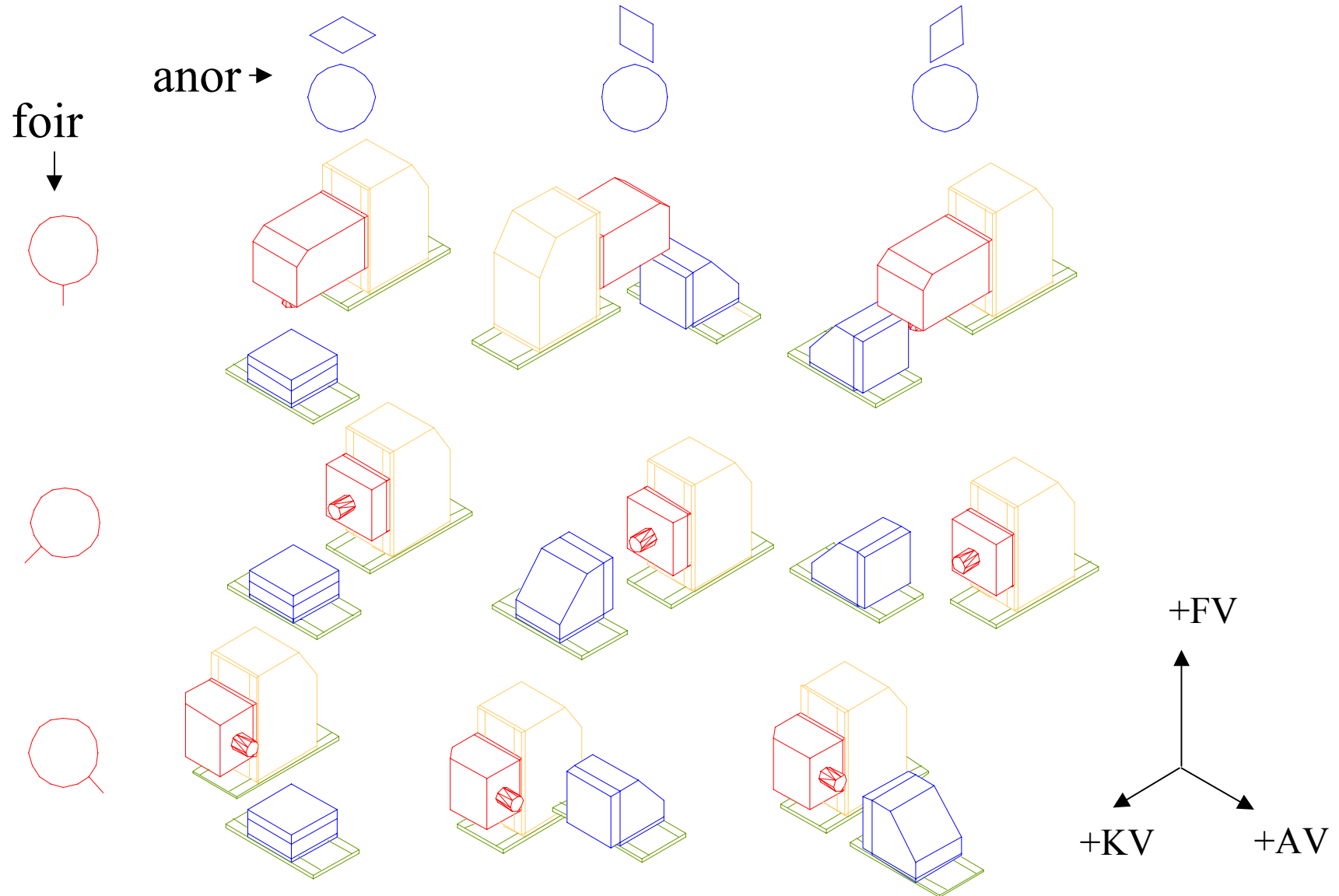
avnor=+FV

Példa hely paraméterek befolyására

fugg

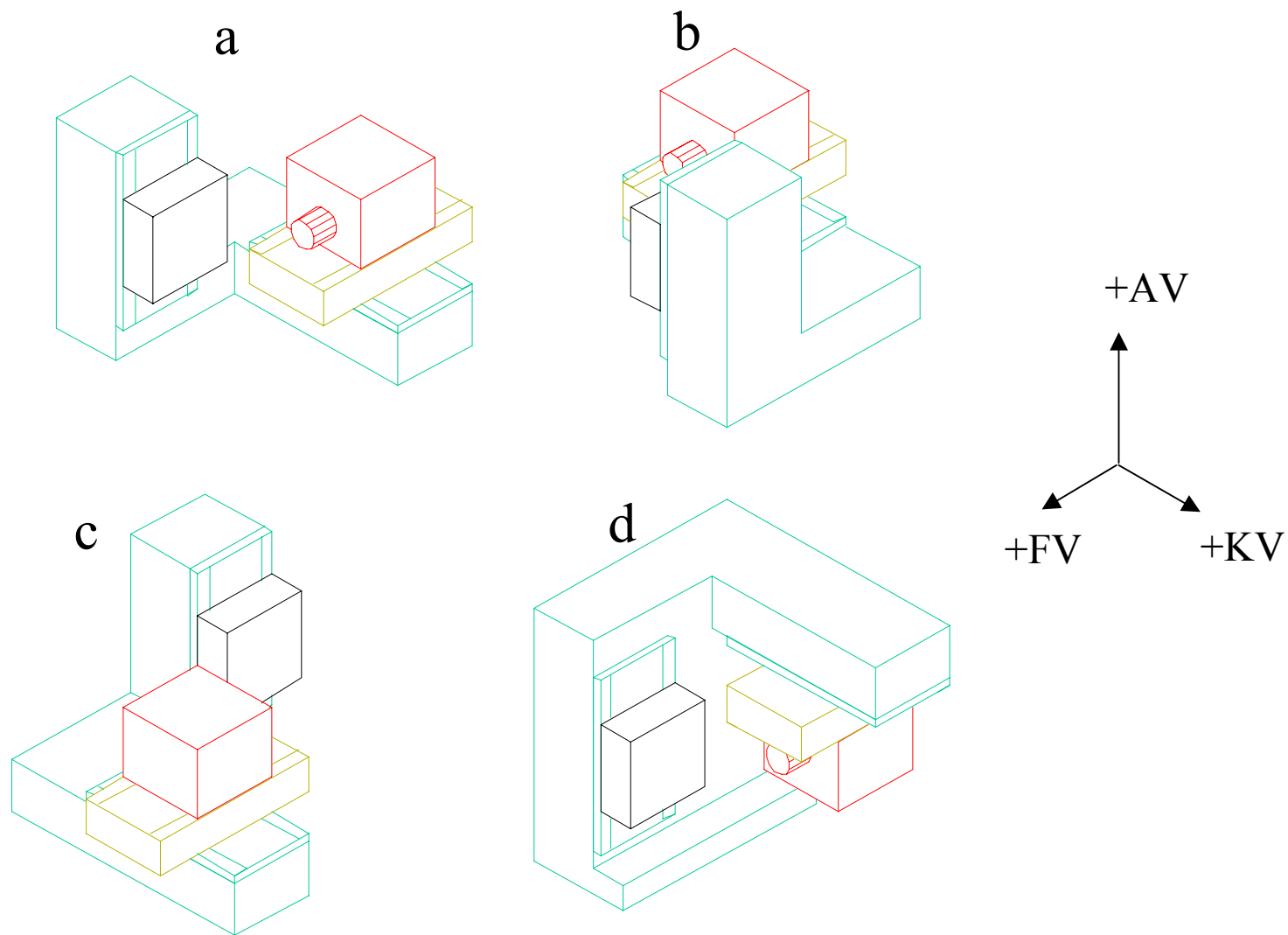


Példa irány paraméterek befolyására

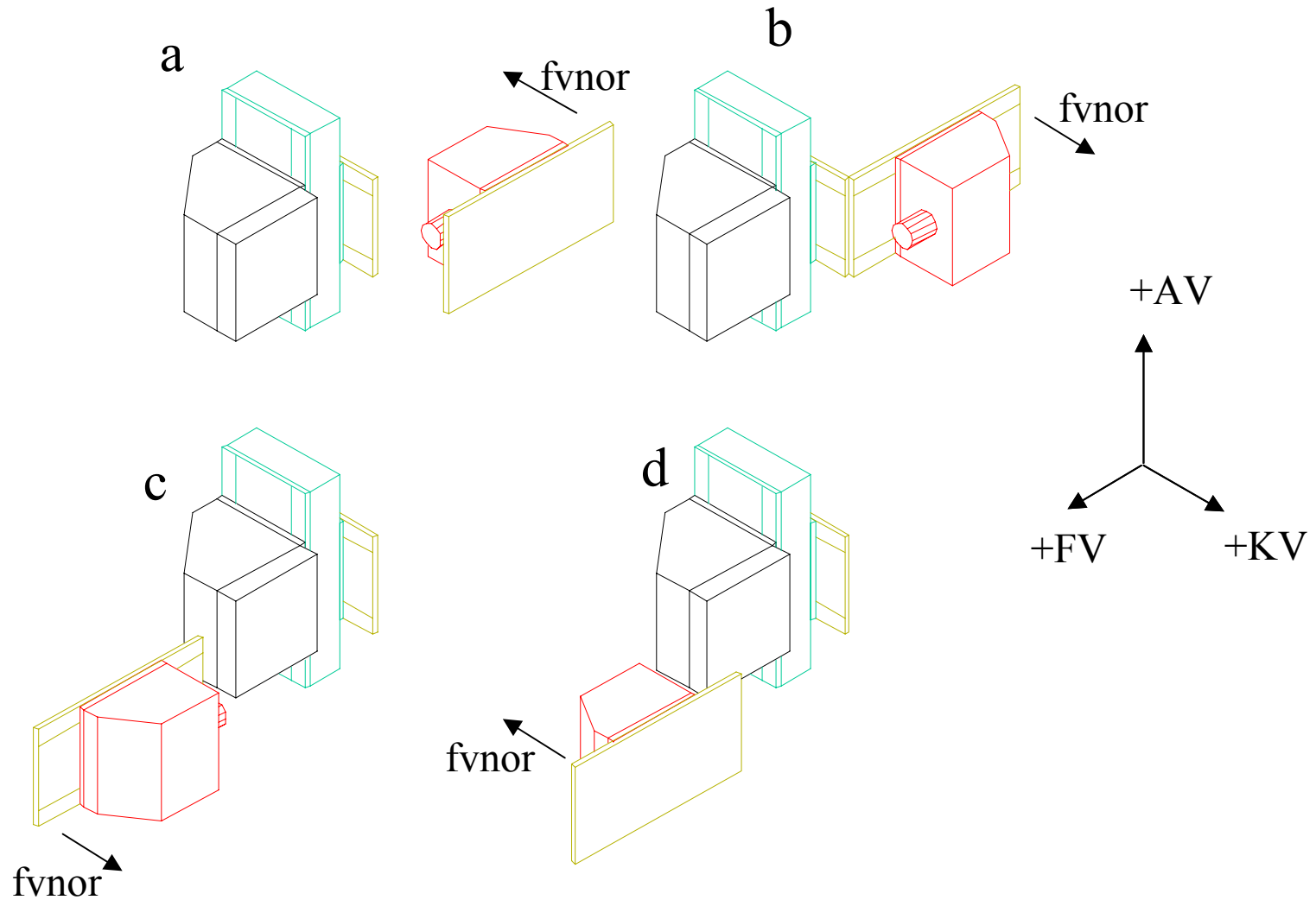


Példa irány előjelének befolyására

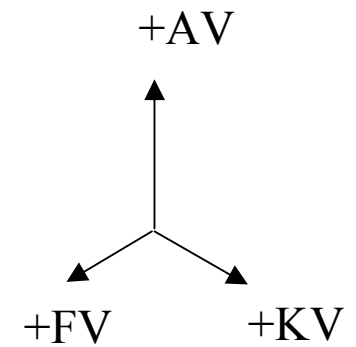
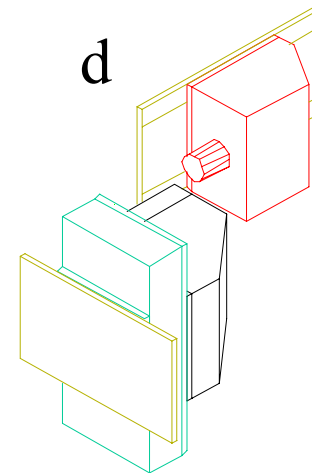
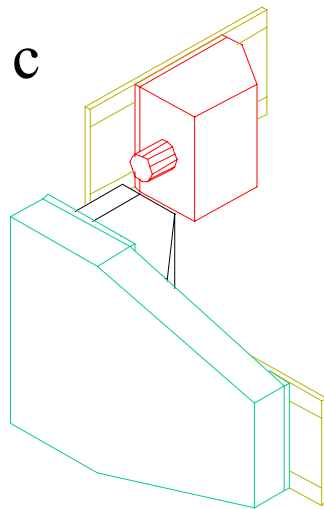
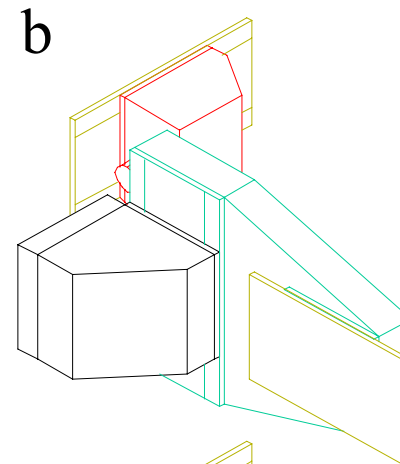
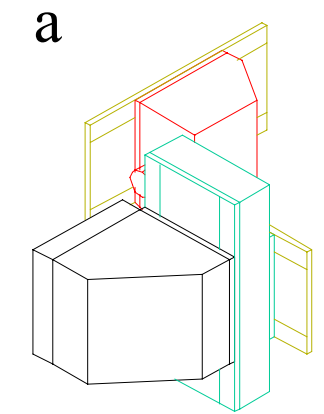
(A)



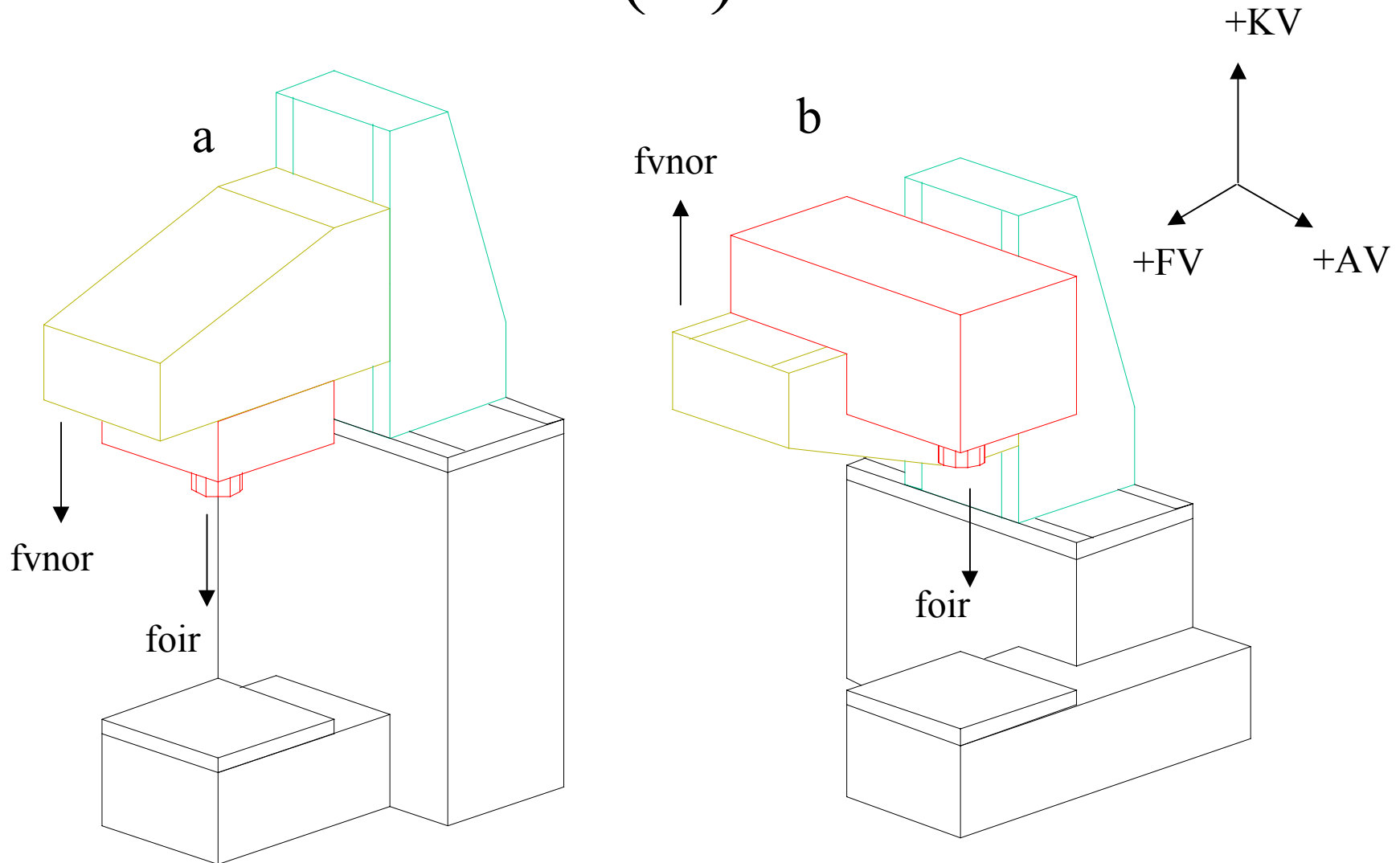
Példa irány előjelének befolyására (B)



Példa irány előjelének befolyására (C)



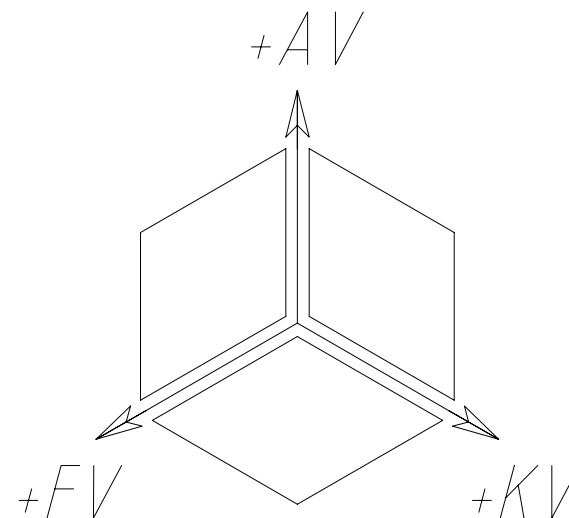
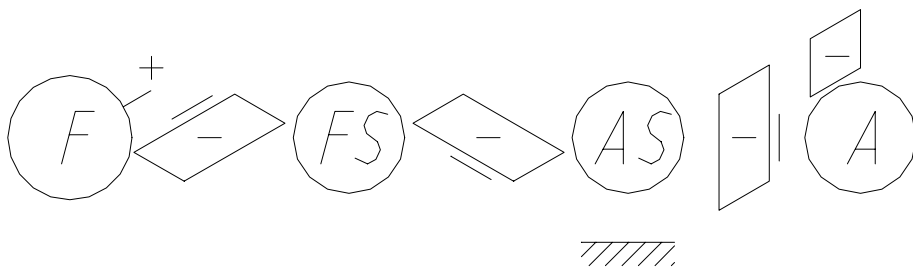
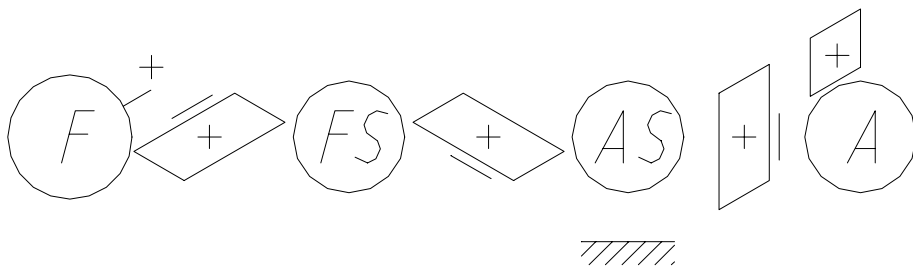
Példa irány előjelének befolyására (D)



Két példagép sematikus ábrája

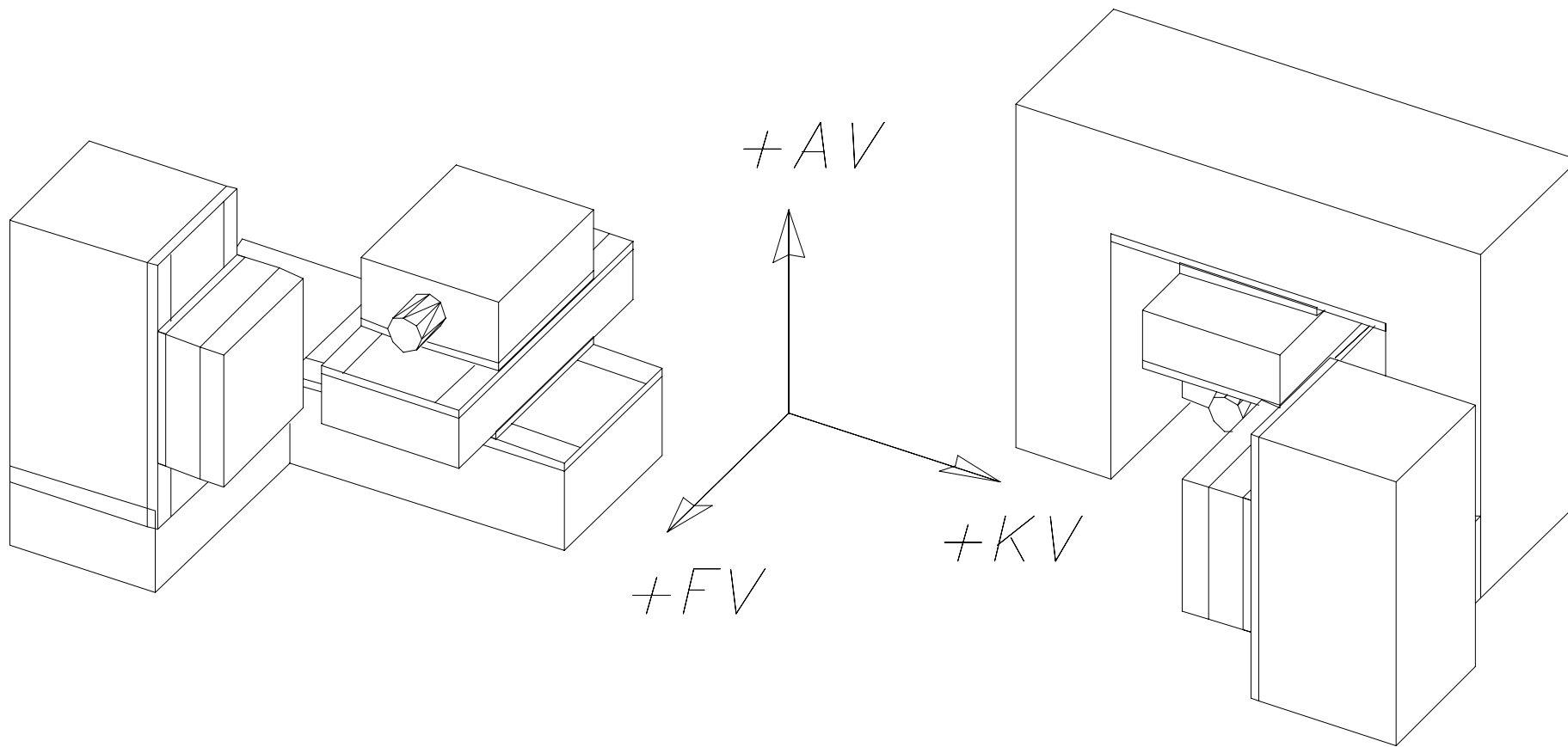
(gépek a következő ábrán)

A Pozitív vezeték normálisokkal



B Negatív vezeték normálisokkal

Két példagép



A

Pozitív vezeték (és asztal)
normálisok

B

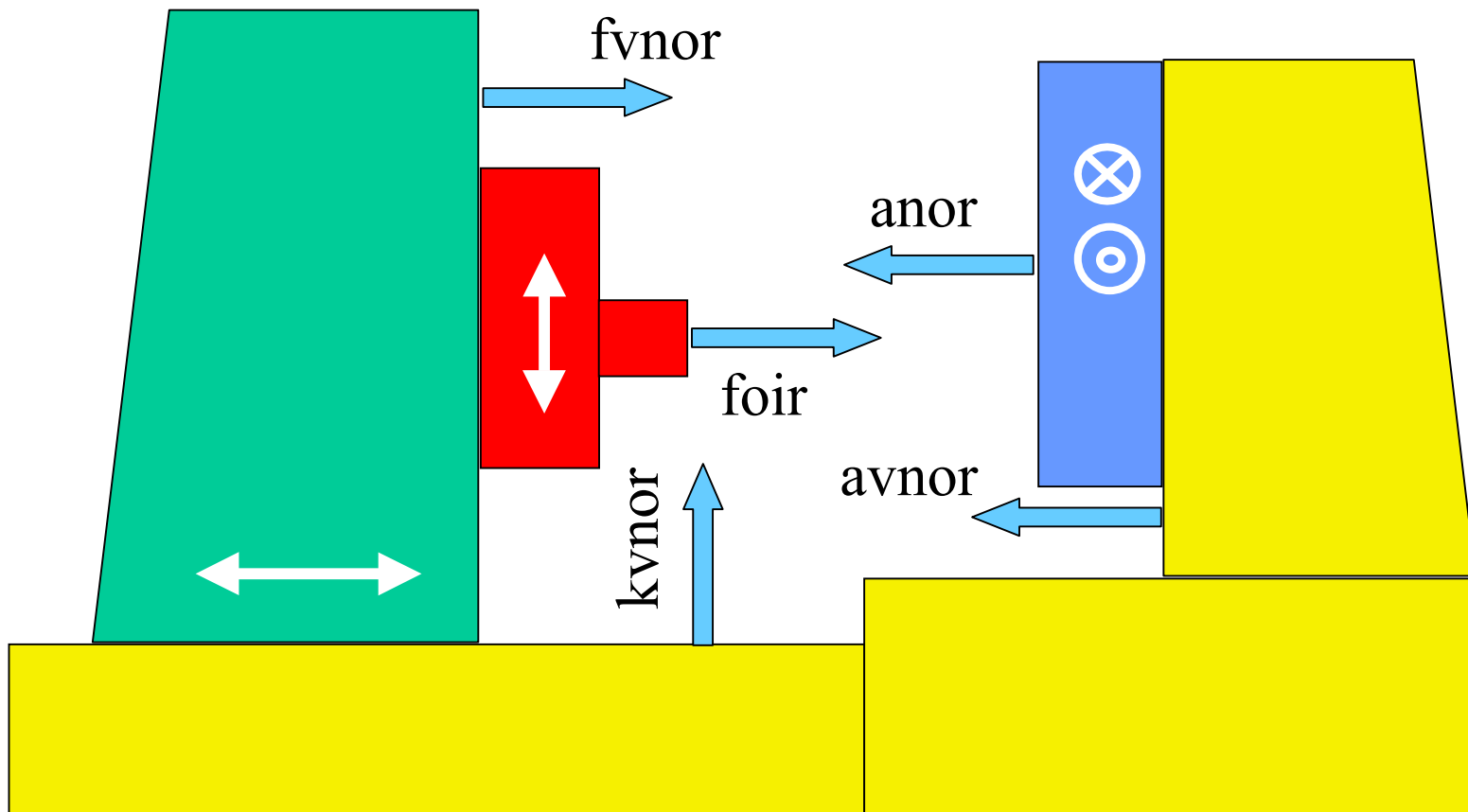
Negatív vezetéksík (és asztal)
normálisok

Jellegzetes gépstruktúrák

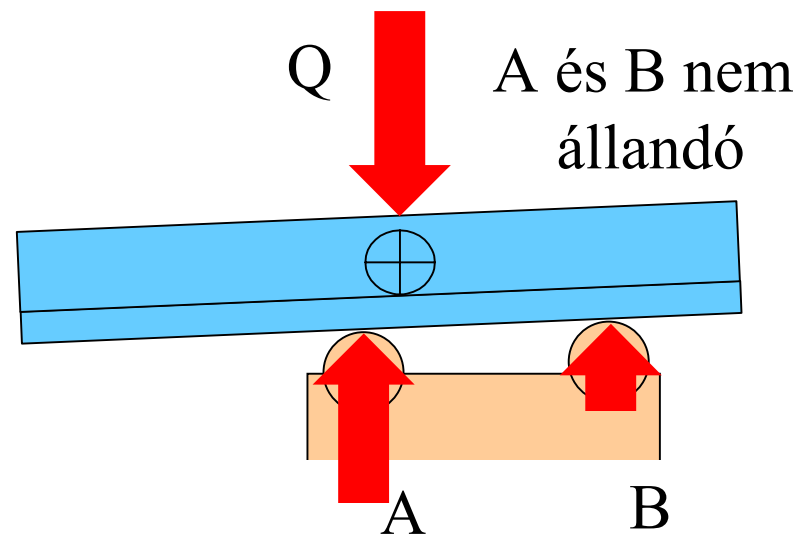
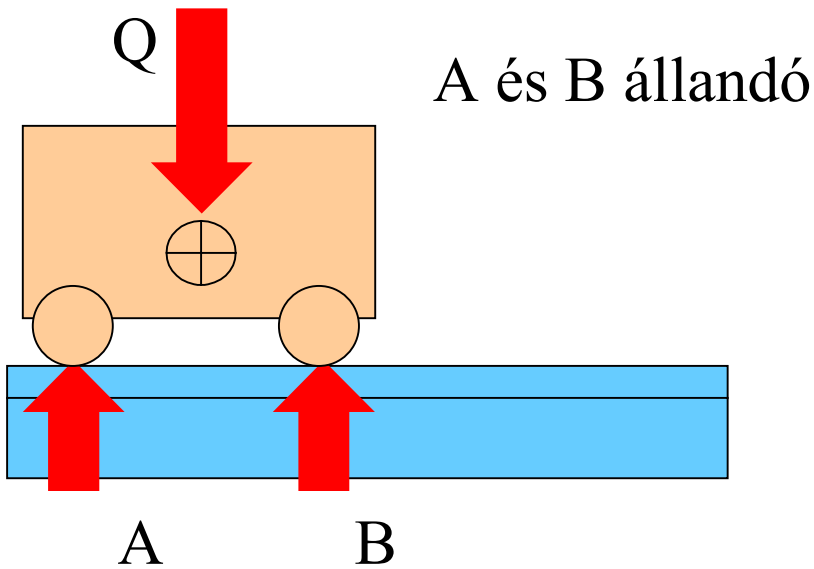
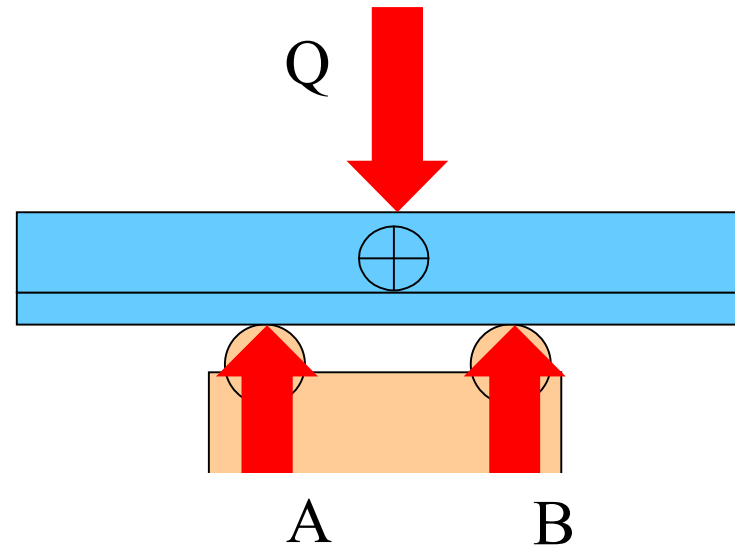
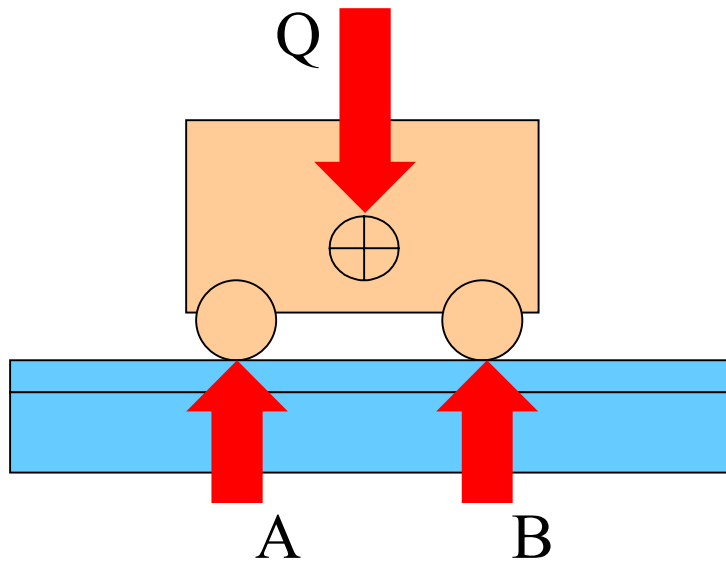
- Szimmetria és a szükséges feltétele
- Nem billenő jelleg
- Összetett struktúrákat leíró relációk
- Kívánt tulajdonságú struktúrák szűrése (összegyűjtése)

A szimmetria szükséges feltétele

Az ábrázolt irányok párhuzamosak a függőleges síkkal
(a szimmetria síkkal)

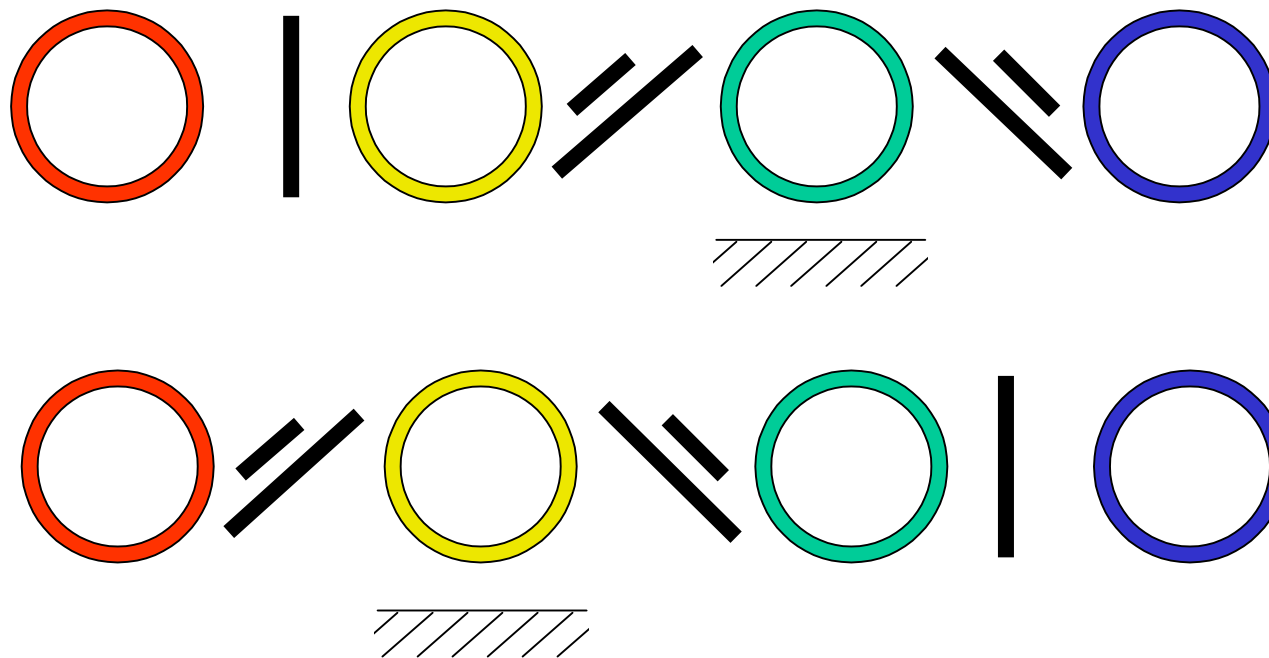


Szánbillenés vizsgálata



Nem billenő szánú gépek

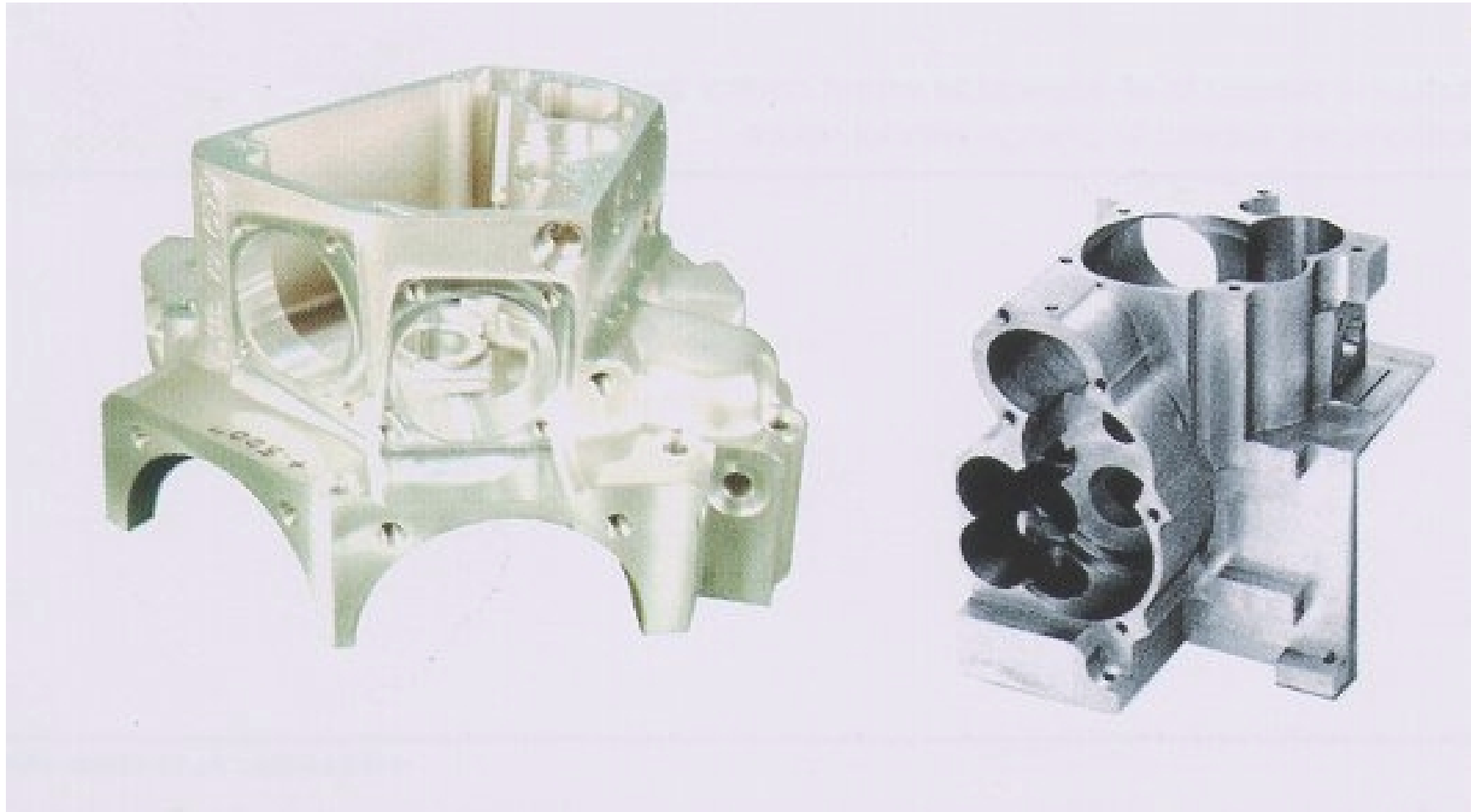
Az álló tagon vízszintesen mozgó szánokon van a rövid vezetékfél és ezek egyikén függőlegesen mozog az asztal, vagy a főorsószán (két struktúra lehetséges).



Megmunkáló központok

- Kialakulás, definíció
- Függőleges gépek
- Vízszintes gépek
- Szerszámcsere
- Palettacsere

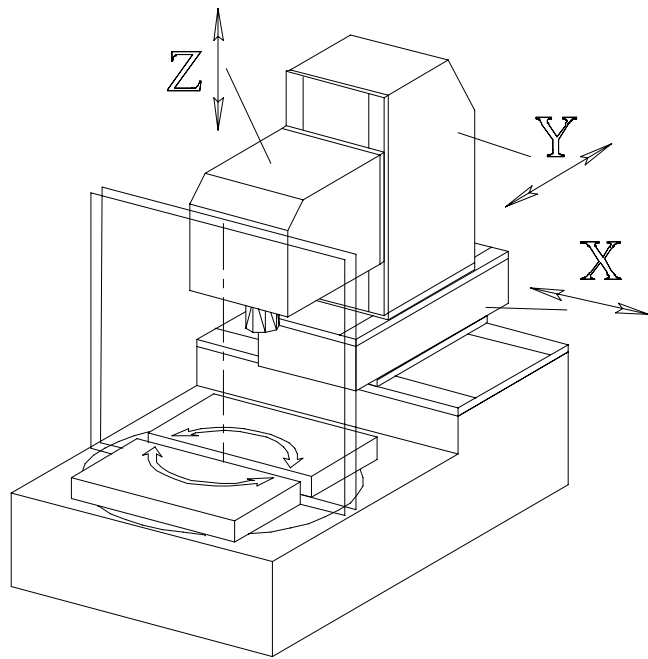
Megmunkáló központon megmunkált jellegzetes alkatrészek



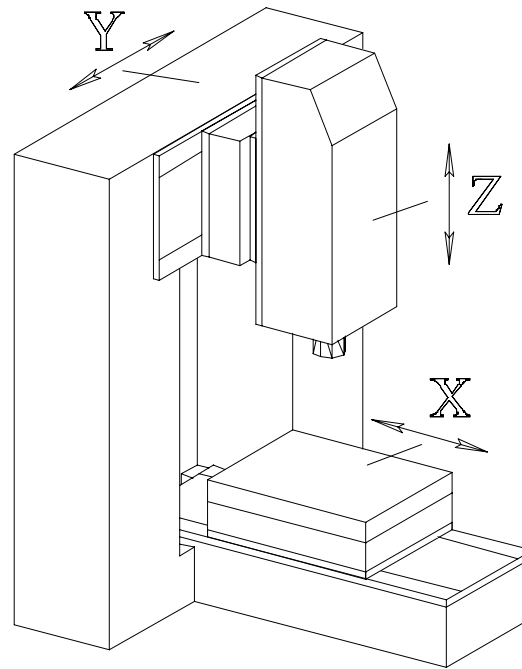
Függőleges megmunkáló központok

- Alkalmazási terület
- Koordináta asztalos
- Kapu elrendezés két változatban
- Álló asztalos
- Nagyméretű, utazó portálos

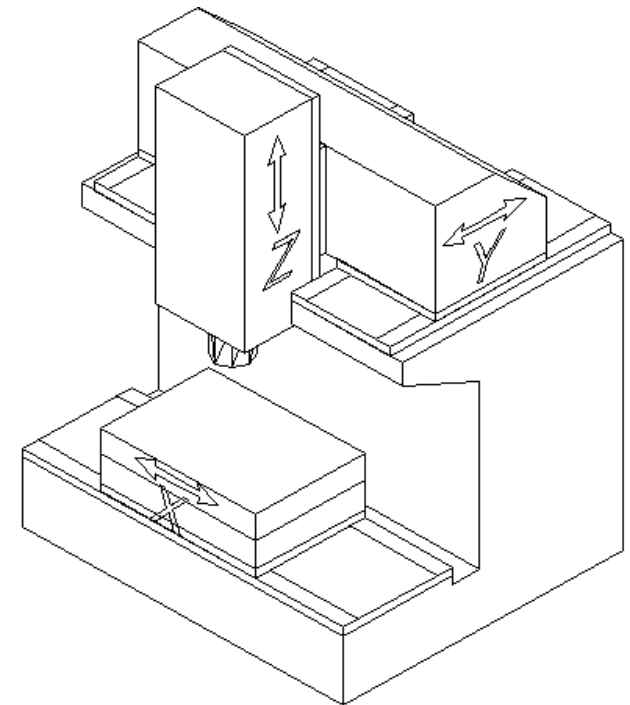
Jellegzetes függőleges megmunkáló központok



Álló asztalos
(forgószínpadszerű
asztallal)



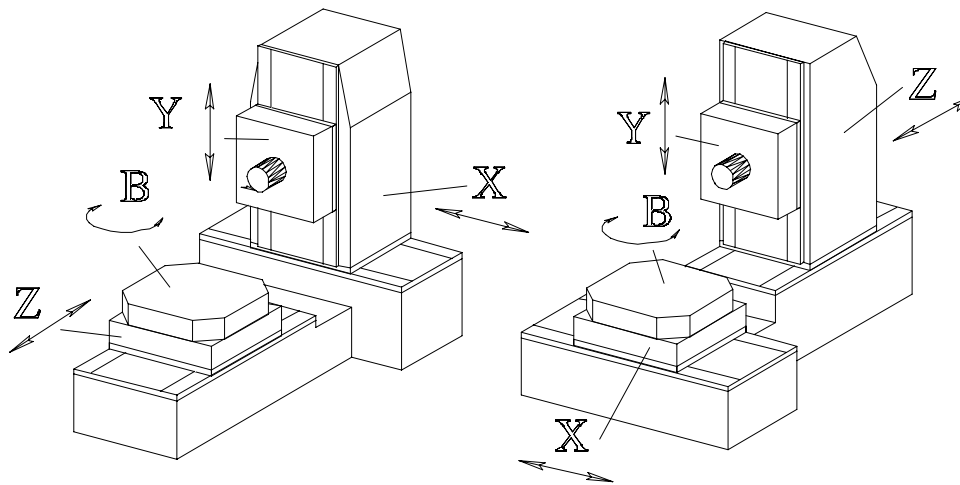
A nagysebességű (HSC) gépek két típusa
(portális építés)



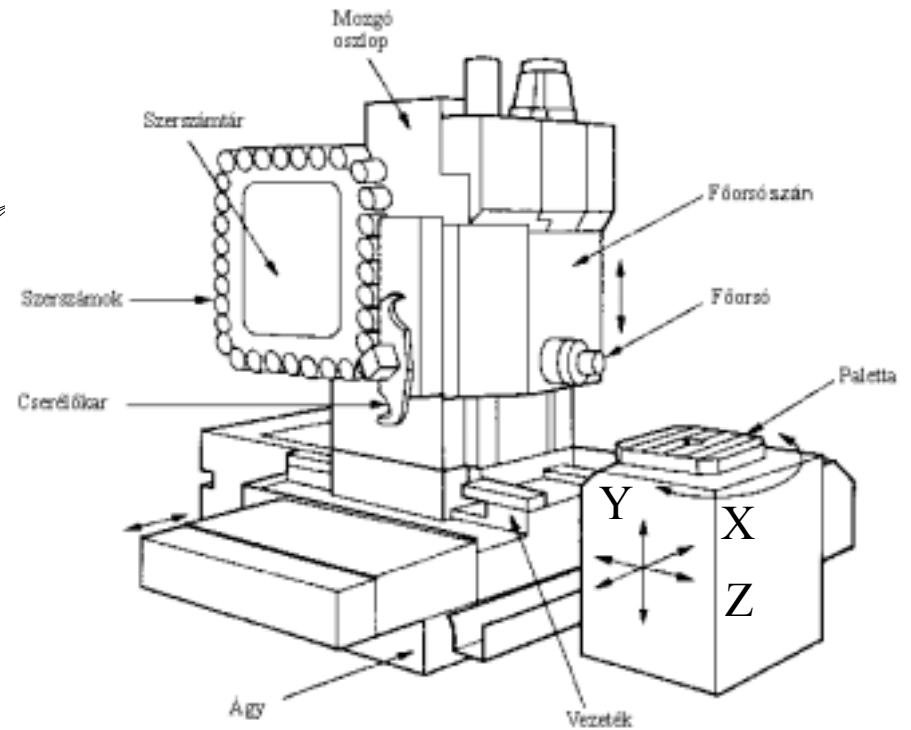
Vízszintes megmunkáló központok

- Alkalmazási terület
- Mozgó oszlopos két változatban
- Függőleges asztalsíkú
- Egymásba skatulyázott főorsószán vezetérendszer (változatok)
- Nagyméretű utazó oszlopos

Jellegzetes vízszintes megmunkáló központok



Mozgó oszlopos változatok

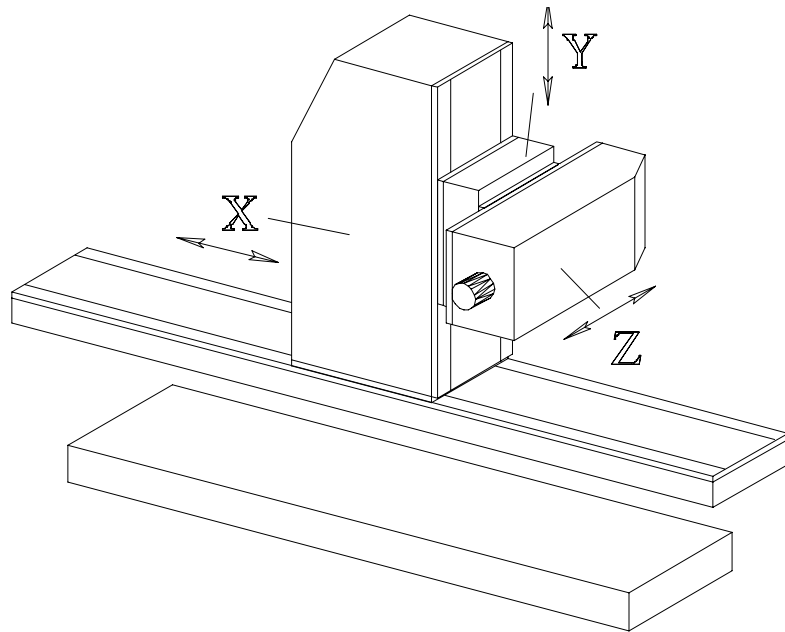


Álló asztalos gép kétkaros szerszámcsereelővel, lánc tárral

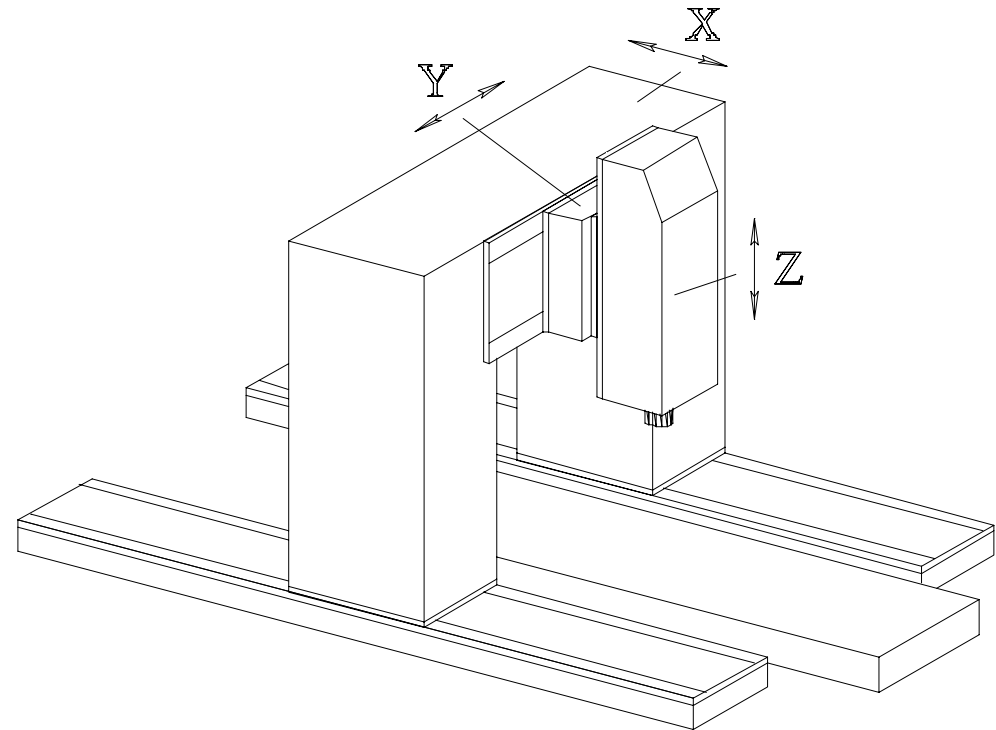
Különleges megmunkáló központok

- Nagyméretű gépek
- Kétorsós gépek
- Öttengelyes gépek
 - Billenő fejjel
 - Billenő asztallal
 - Körasztallal és egyszerű billenő fejjel

Nagyméretű megmunkáló központok



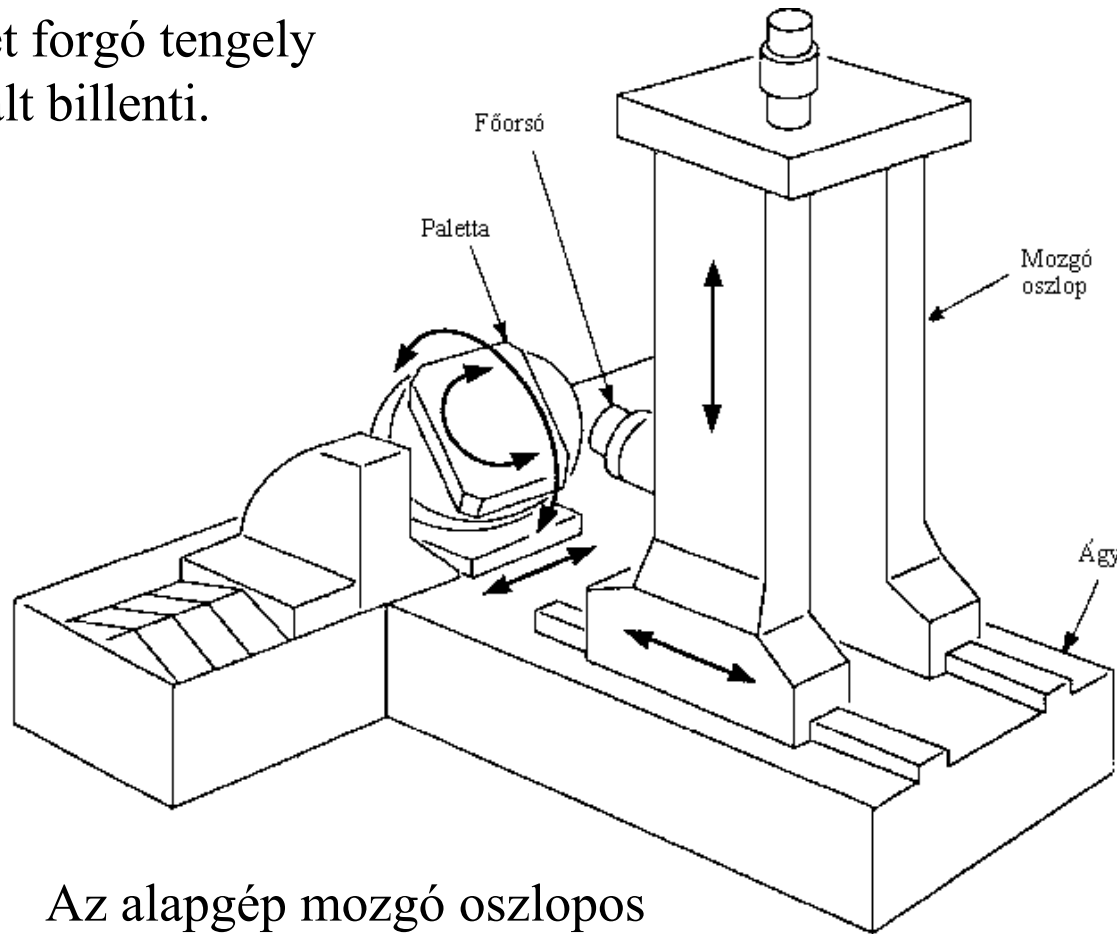
Utazó oszlopos, oldalfejes gép
vízszintes orsóval



Utazó portálos gép
függőleges orsóval

Öttengelyes megmunkáló központ

Mindkét forgó tengely az asztalt billenti.



Az alapgép mozgó oszlopos

vízszintes gép

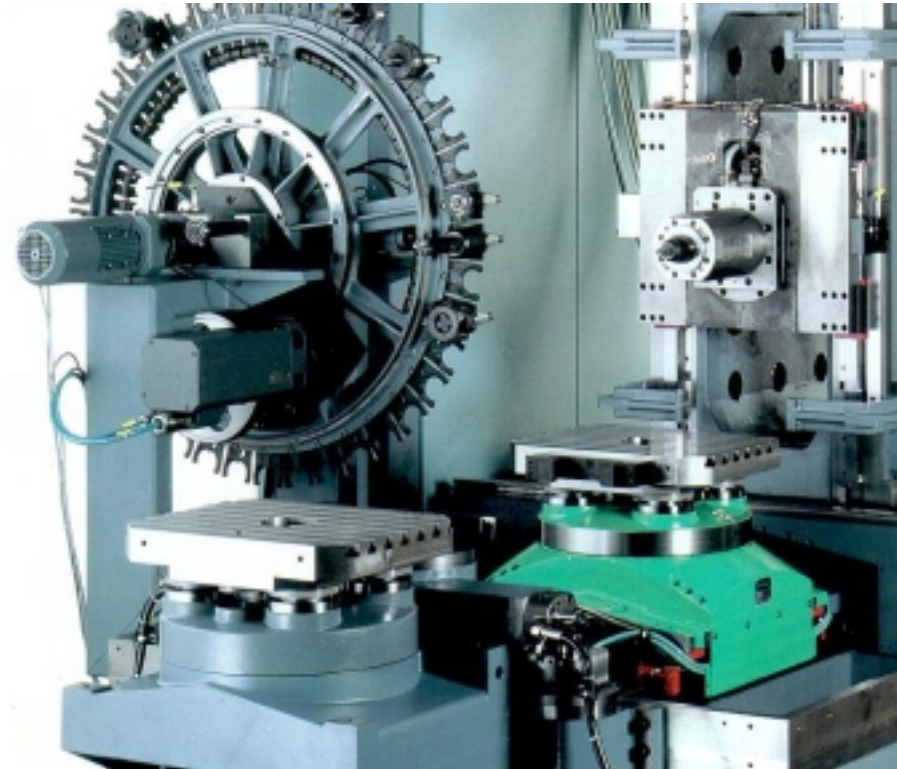
Automatikus szerszámcsere

- Lényege, szükségessége
- Szerszámtárak
- Közvetlen csere – tártok kialakítás, szerszámcsere lefolyása
- Közvetett (cserélőkaros) csere – tártok és cserélőkar kialakítás, csere lefolyása

Példák szerszámcserélőre



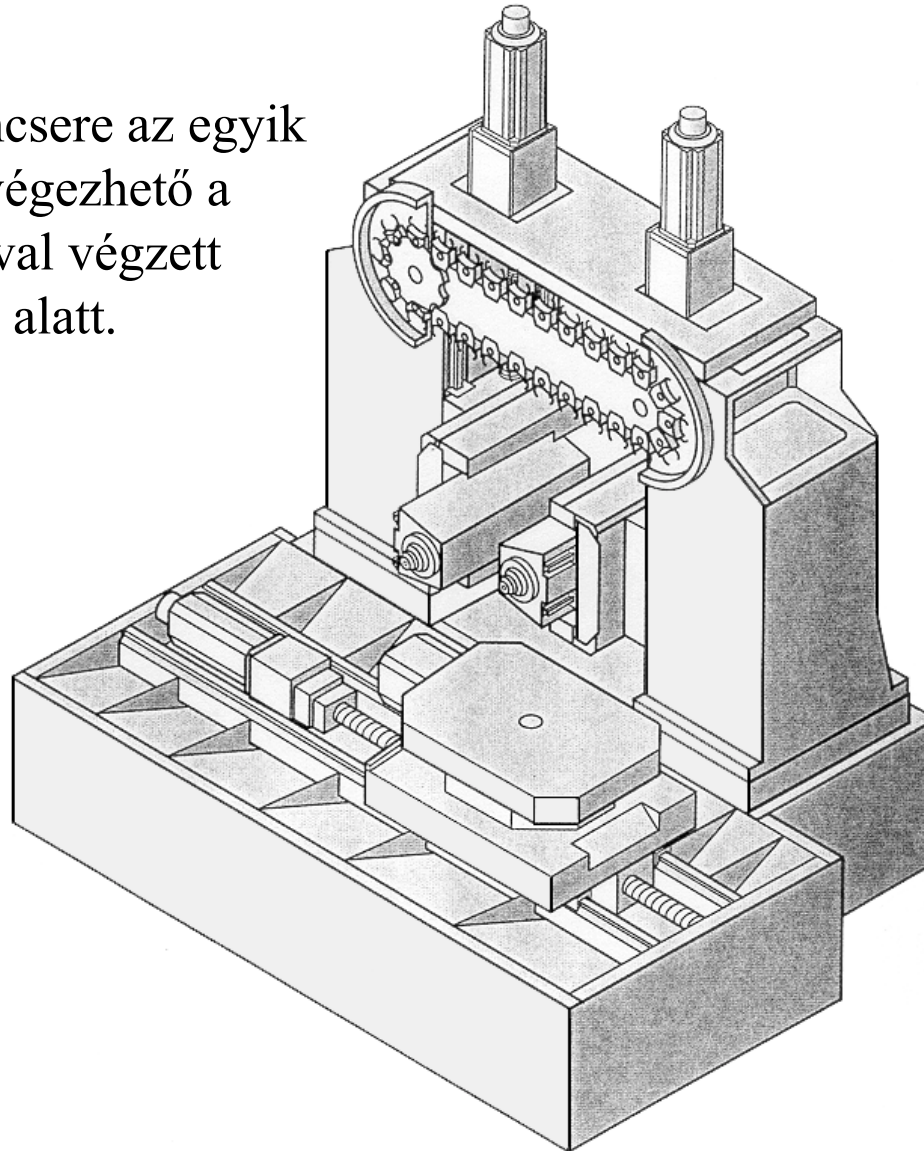
Kétkarú cserélő



Közvetlen (cserélőkar nélküli)
elrendezés dobtárral

Kétfőrsós gép

A szerszámcsere az egyik orsóban elvégezhető a másik orsóval végzett forgácsolás alatt.



Előny: rövid forgácsolóforgácsolásig mért idő.

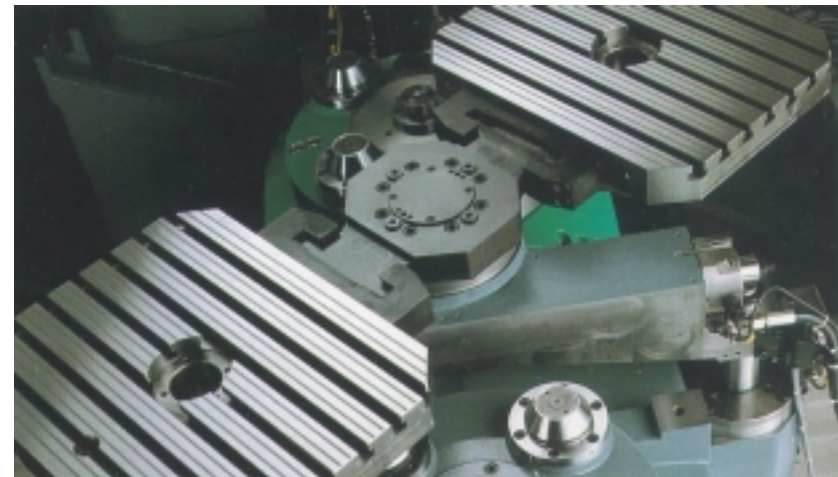
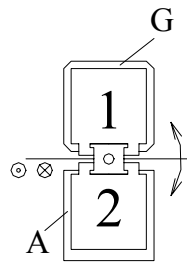
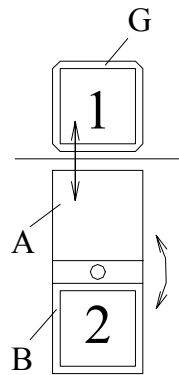
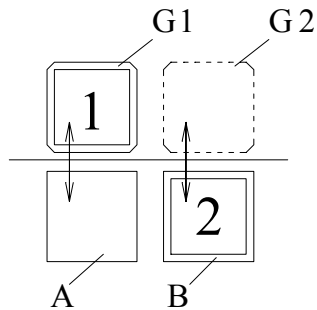
Hátrány: drága gép a megkészszerzett főorsószán miatt.

Figyelem!

Ez nem kétorsós gép, mert a két orsó nem dolgozik egy időben.

Automatikus palettacsere

- A közvetlen munkadarabcsere nehézségei
- A palettacsere elve – időpárhuzamosítás és csatlakozó felület egységesítés



Áttoló
típus

Áttoló -
fordító

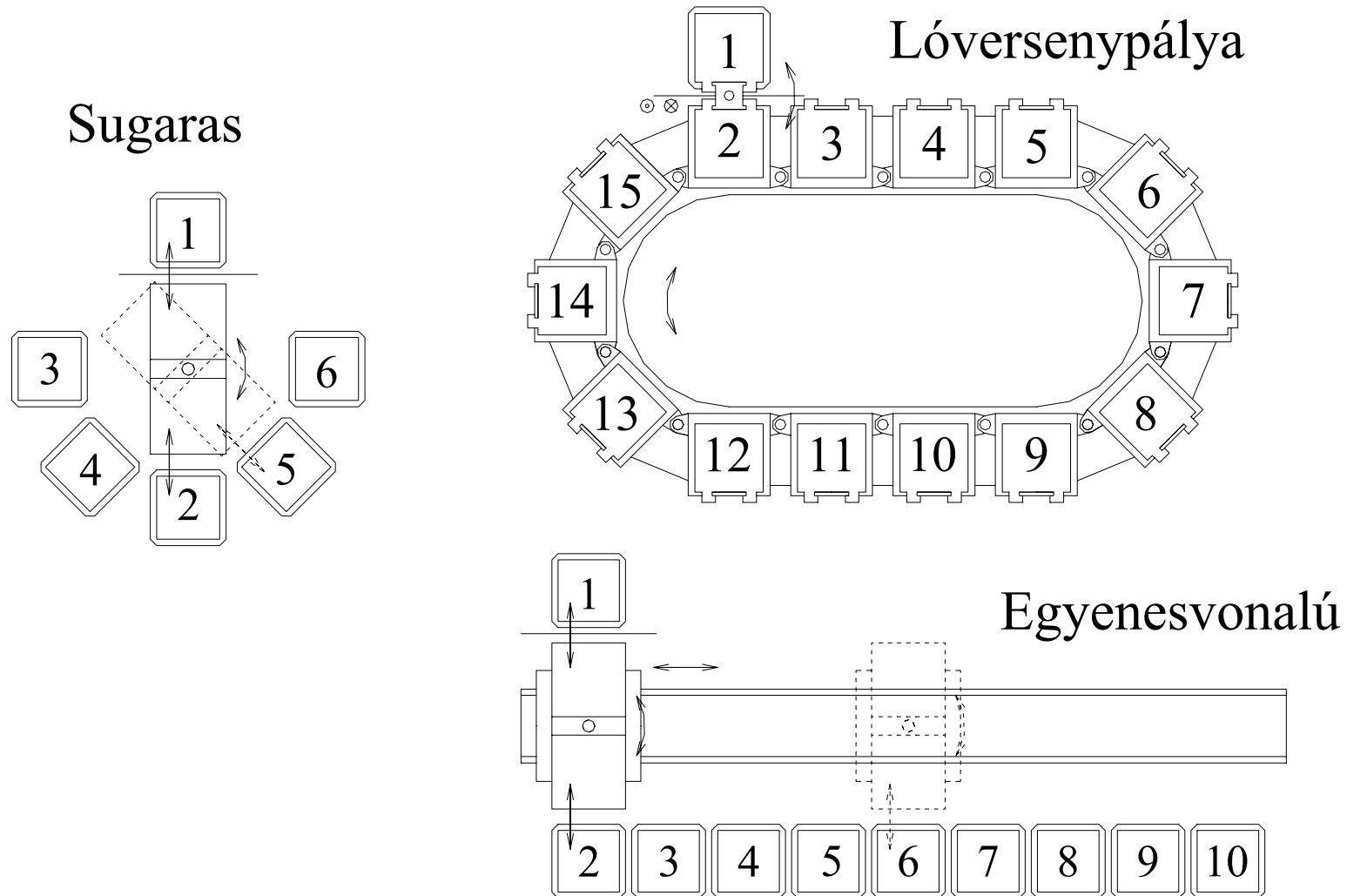
Emelő - átfordító palettacszerelő

Maró megmunkáló cella

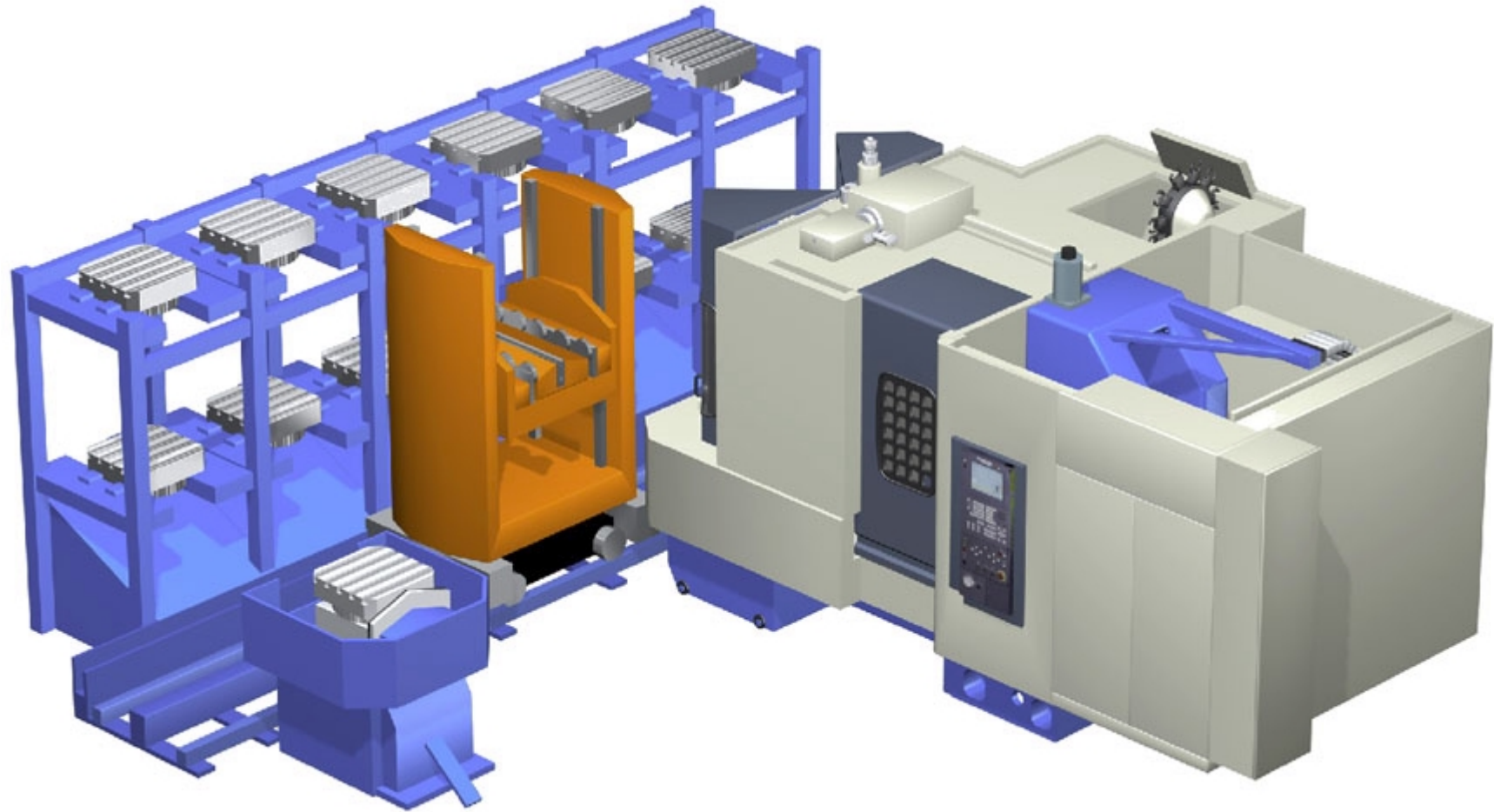
- Alkalmazási terület
- Paletta tár kialakítások (sugaras, lóversenypálya alakú, egyenesvonalú, emeletes)

Paletta tároló elrendezések

Megjegyzés: Az 1. paletta a gépen van



Cella emeleteses palettatárral



Rugalmas gyártórendszer

- Kialakulás, alkalmazási terület
- A rendszerbe kapcsolt egységek (forgácsoló gépek, mérőgép, mosó állomás, belépési pont)
- Paletta ellátás (sínes, induktív vezérlésű)
- Szerszám ellátás, hűtővíz ellátás, forgácskezelés

Sínen mozgó palettaszállító

rugalmas gyátrórendszerénél

