

IPARI ROBOTOK

Ipari robotok megfogó szerkezetei

6 . előadás

Dr. Pintér József

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Tananyag vázlata

1. Effektor fogalma
2. Megfogó szerkezetek csoportosítása
3. Mechanikus megfogó szerkezetek kialakítása és összehasonlításuk
4. Rugalmas megfogó szerkezetek
5. Megfogó szerkezetek cserélhetősége
6. Megfogáshoz szükséges szorítóerő számítása

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Az **effector**/effektor az ipari robot azon szerkezeti egysége, amely a tárggyal közvetlenül kapcsolódik.

Feladata:

- tárgyak megfogása,
- tárgyak megmunkálása (pl. fúrás, köszörülés, stb.)
- tárgyak közötti kapcsolat létrehozása (pl. szerelés, hegesztés, csavarozás, stb.).



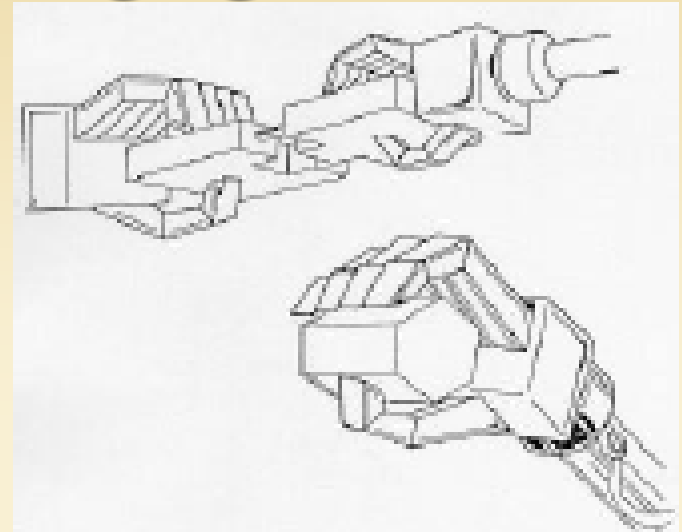
Az ipari robotok megfogó szerkezetei az „effektorok” közé tartoznak.

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Effektor:

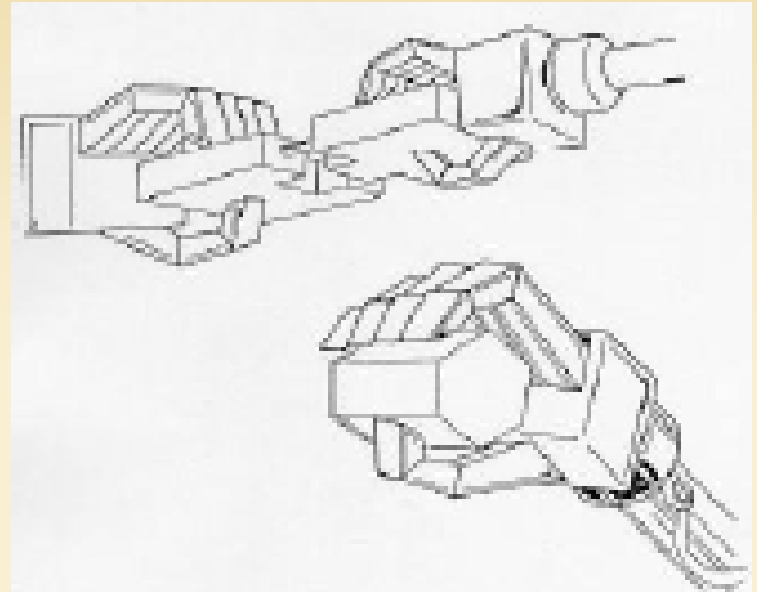
- ❖ szerszám
- ❖ megfogó szerkezet

Megfogó szerkezet



A robotok megfogó szerkezetei alkalmazkodnak az általuk kiszolgált technológiai folyamathoz. Mivel az emberi kéz munkavégző képességét és mozgásait igyekszenek másolni, az emberi kéz mozgását leképező szerkezet lenne a legkedvezőbb, ez azonban nehezen valósítható meg.

Ipari robotok megfogó szerkezetei



A kiválasztás (tervezés) legfontosabb fázisai:

- a megfogási, kezelési feladat analízise,
- a megfogó szerkezet rendszerbe integrálása,
- a megfogó szerkezet funkcionális rendszerének kiválasztása,
- a legkedvezőbb, optimális megfogó szerkezet kiválasztása.

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Ipari robotok megfogó szerkezeteinek fogalma

A **megfogószerkezet** az ipari robot azon szerkezeti egysége, eleme, amely a mozgatandó, manipulálandó tárggyal közvetlen kapcsolatban van, azt megfogja, biztosan megtartja, az előírt helyzetbe hozza, majd leteszi (elengedi).

Ipari robotok megfogó szerkezetei

A megfogó szerkezetek részei:

- a megfogó egység (ez közvetlenül érintkezik a tárggyal),
- a mozgató egység (feladata a megfogó egység mozgatása).



Ipari robotok megfogó szerkezetei

Megfogó szerkezetek csoportosítása

Osztályozási szempontok:

- ❖ a tárgy és a megfogószerkezet kapcsolatának jellege szerint
- ❖ a megfogási elv szerint
- ❖ a rugalmasság (flexibilitás) szerint.

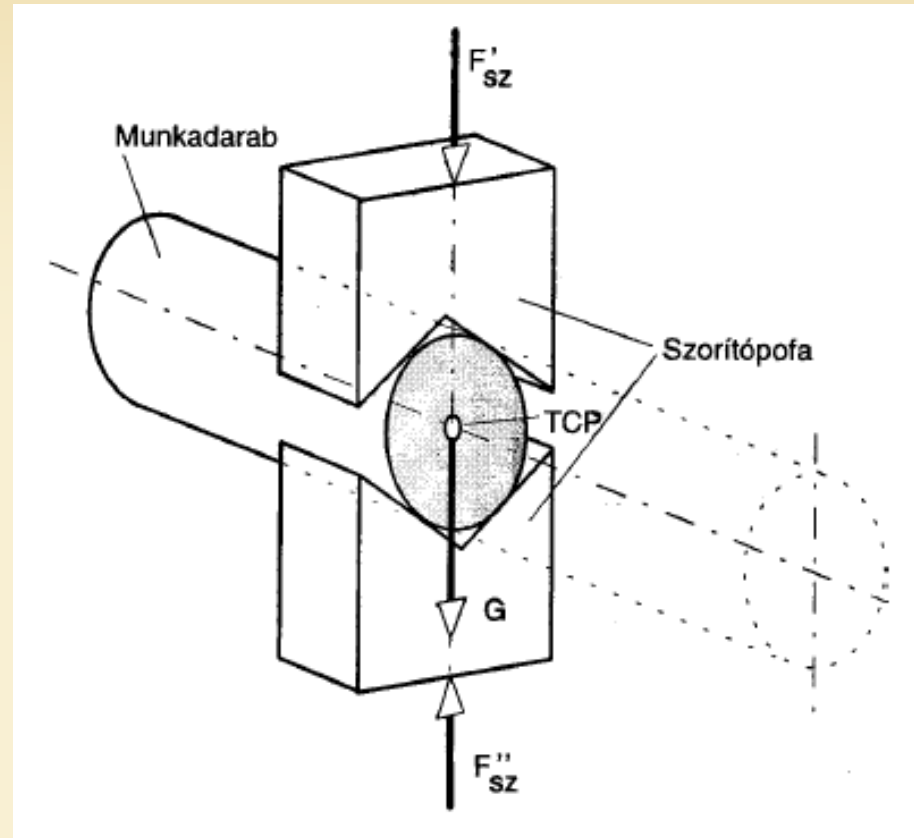
A tárgy és a megfogó szerkezet kapcsolatának jellege szerint megkülönböztetnek:

- alakkal
- erővel
- adhézióval létesített kapcsolatot

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Alakzáró megfogás

Az **alakkal** létesített kapcsolat esetén, az un. **alakzáró erőátvitelnél** a megfogó pofák (megfogó ujjak) és a tárgy között csak **normálerők** adódnak át.

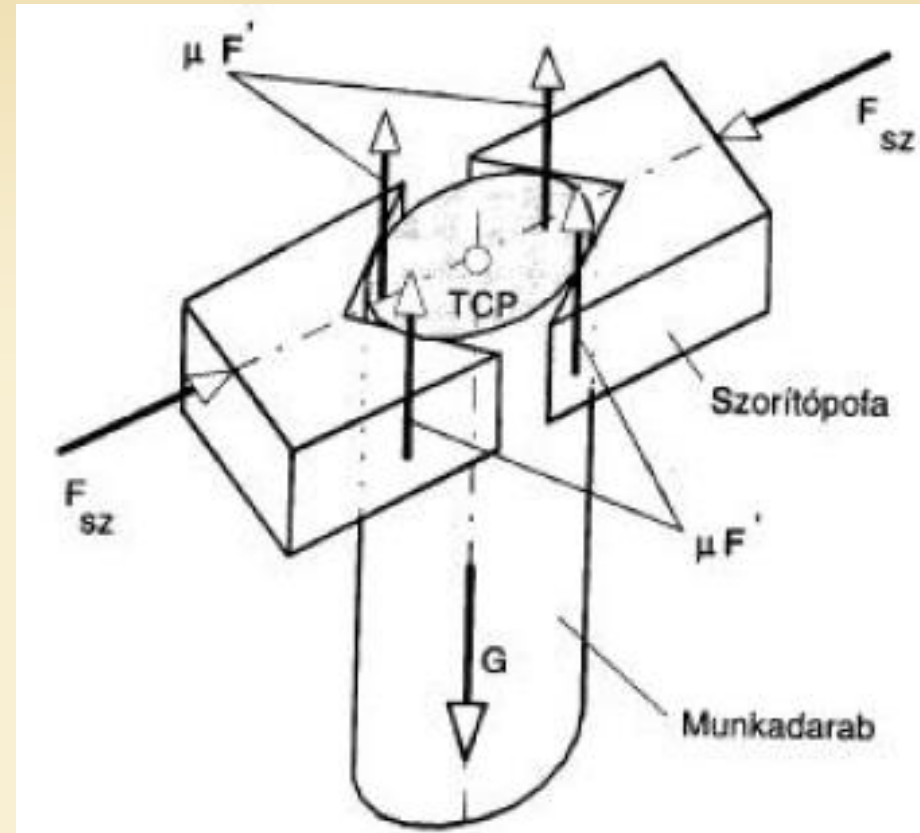


Alakzáró megfogás

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Az erővel létesített kapcsolat esetén az erőátvitelt a súrlódó erők biztosítják.

A megfogandó tárgy súlyerő vektora merőleges a megfogópofák szorítóerejét létrehozó elmozdulás síkjára.



Erőátvitellel létesített kapcsolat

$$\text{A megfogás feltétele: } G = m * g \leq 4 * \mu * F$$

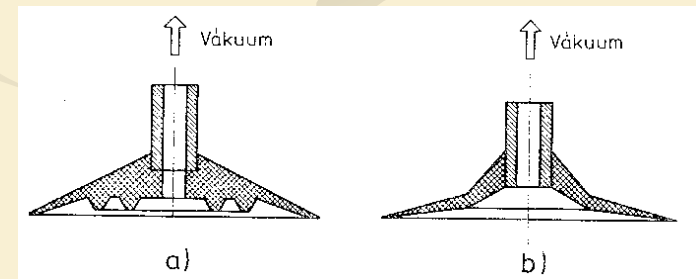
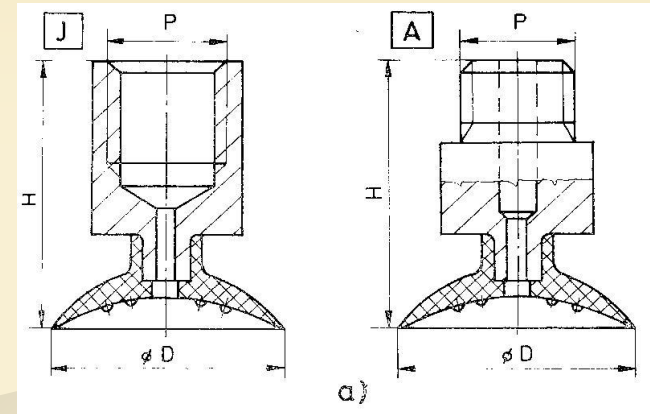
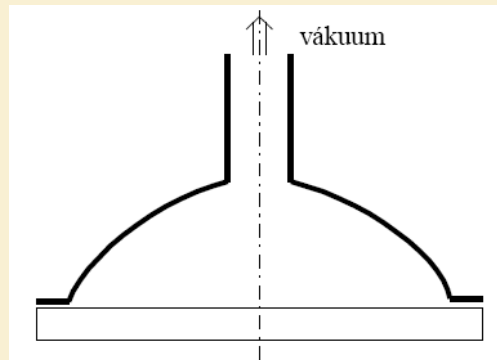
Ipari robotok megfogó szerkezetei

Megfogó szerkezetek csoportosítása

A *megfogási elv* alapján megkülönböztetnek:

- mechanikus
 - pneumatikus (pl. vákuumos)
 - elektromos (pl. mágneses)
- megfogó szerkezeteket.

Működési elv:



Vákuumos megfogók

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Megfogó szerkezetek csoportosítása

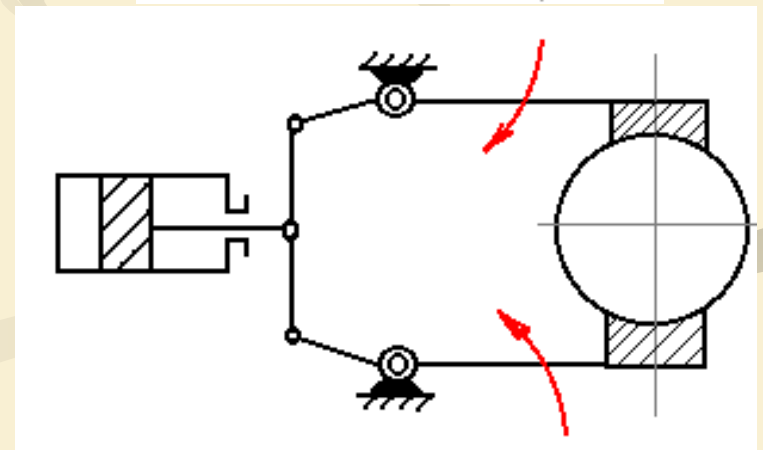
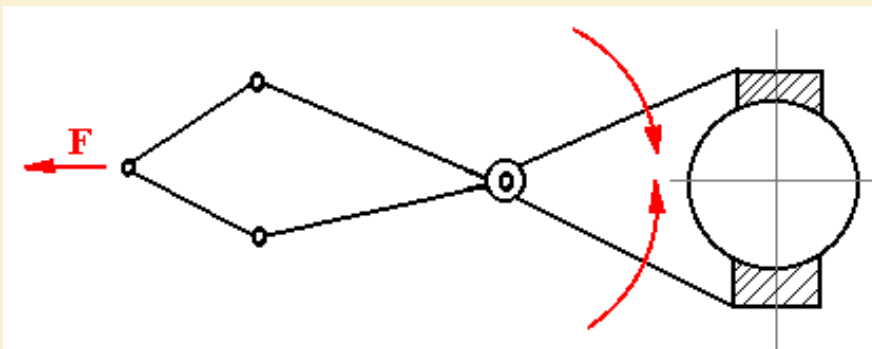
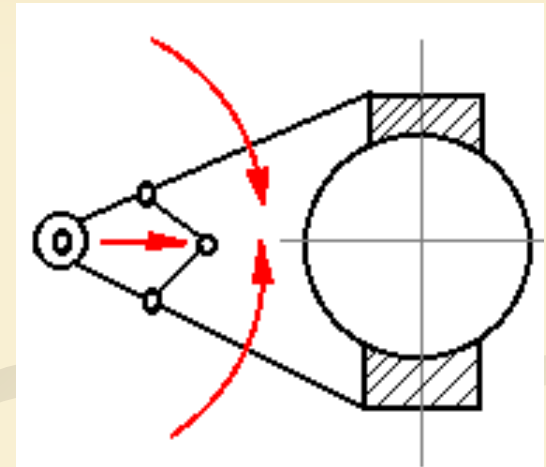
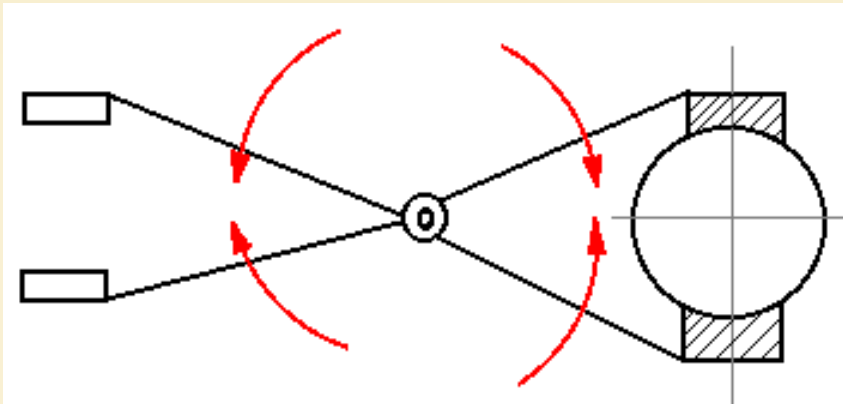
Az általános ipari alkalmazásoknál a leggyakrabban **mechanikus megfogó szerkezeteket** használnak. A sokféle konstrukciós megoldás az alábbi három típusok valamelyikébe sorolható:

- **Olló- és fogó típusúak,**
- **Satupofa (párhuzampofás) típusúak,**
- **Hárompontos megfogó szerkezetek.**

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Mechanikus megfogó szerkezetek

Olló-, fogó típusú mechanikus megfogó szerkezetek



Ipari robotok megfogó szerkezetei

Mechanikus megfogó szerkezetek

Olló-, fogó típusú mechanikus megfogó szerkezetek

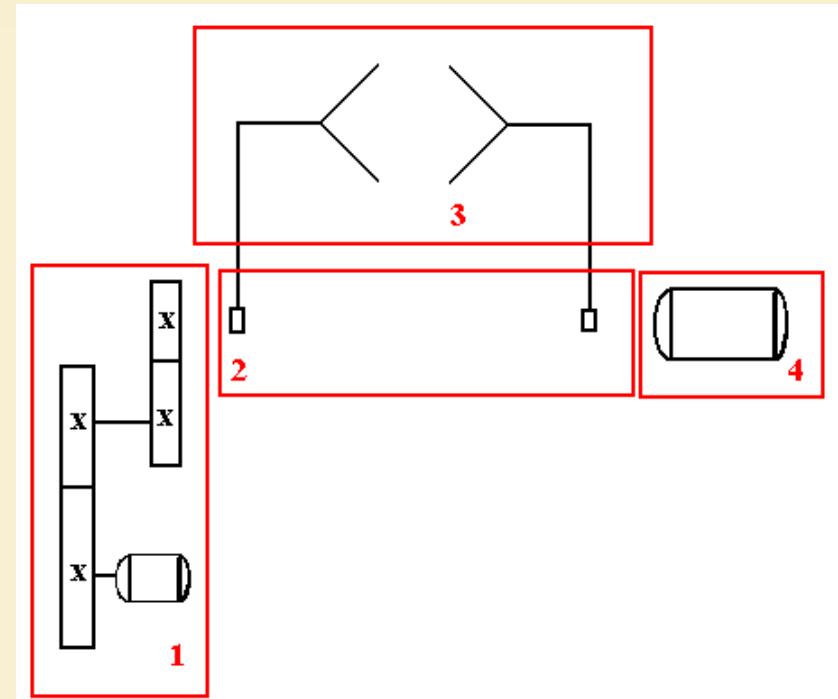
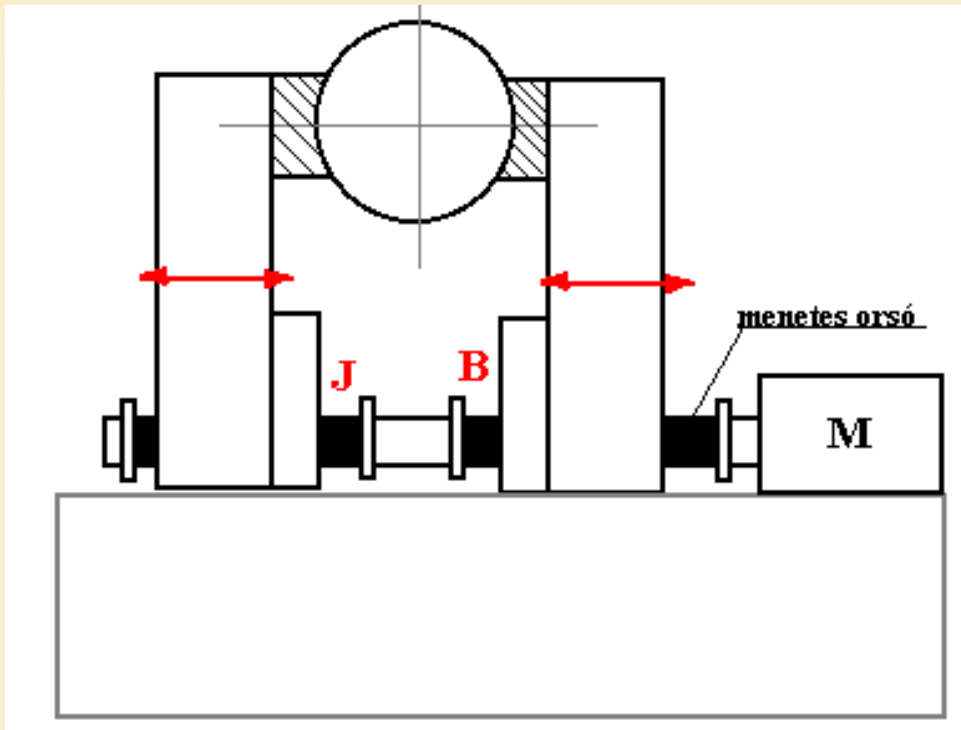
Fogó típusú megfogó szerkezet



Ipari robotok megfogó szerkezetei

Mechanikus megfogó szerkezetek

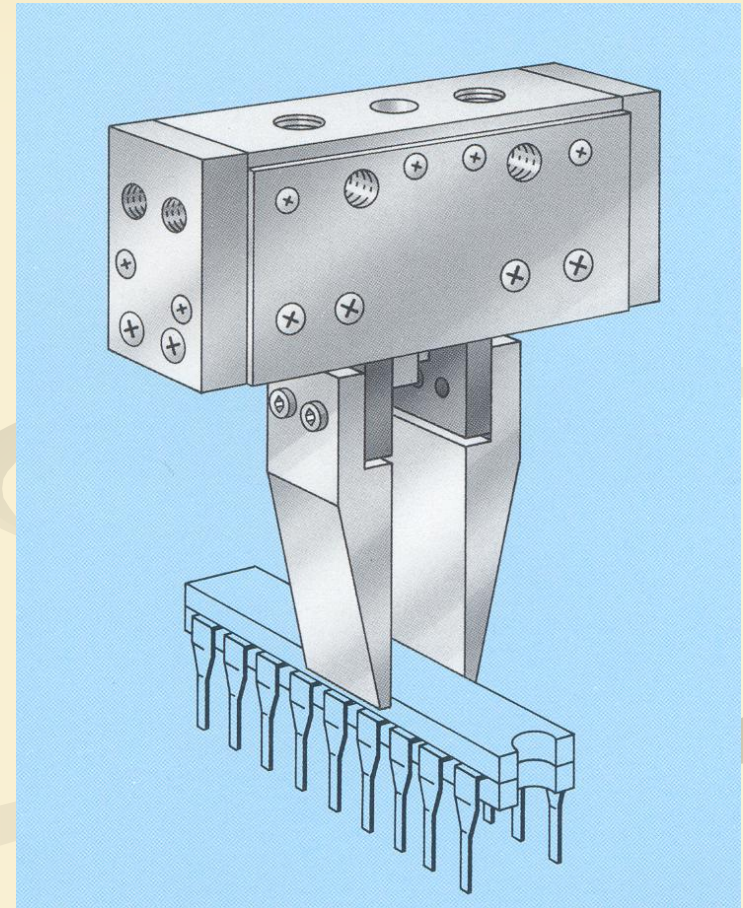
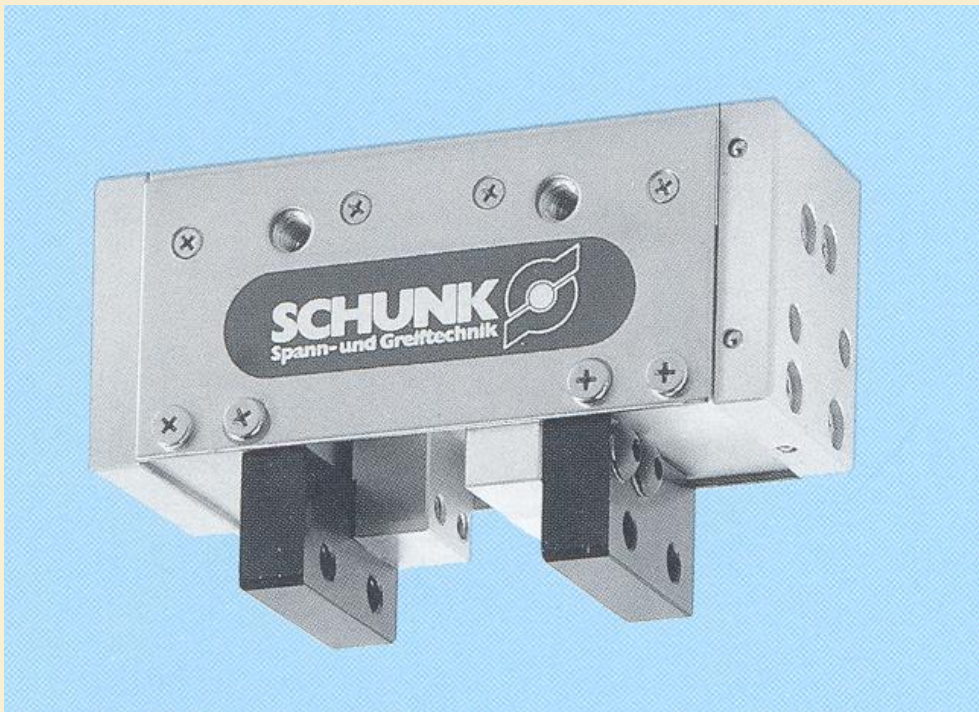
Satupofa típusú mechanikus megfogó szerkezetek



Ipari robotok megfogó szerkezetei

Mechanikus megfogó szerkezetek

Satupofa típusú mechanikus megfogó szerkezetek



Ipari robotok megfogó szerkezetei

Mechanikus megfogó szerkezetek összehasonlítása

Értékelés, Előnyök, Hátrányok (+ ill -)

| Olló és fogó típusú | | Satupofa típusú | | Hárompofás típusú | |
|---|--|--|--|---|--|
| MFS 7 | | MFS 7 | | MFS 7 | |
| + | - | + | - | + | - |
| <ul style="list-style-type: none"> - kis méretek - egyszerű konstrukció - nagy mozgástartomány | <ul style="list-style-type: none"> - vándorol a tárgy középpontja - F szorítóerő változik az S szorítási út függvényében | <ul style="list-style-type: none"> - $F = F(s)$ állandó - a tárgy középpontja nem vándorol - nagy mozgási és megfogási tartomány | <ul style="list-style-type: none"> - bonyolultabb nagyobb méretek, tömeg költségek - romlik a tárgy hozzáférhetősége, ütközésveszély | <ul style="list-style-type: none"> - pontos helyezés, központosítás - nagyobb megfogási tartomány | <ul style="list-style-type: none"> - nagyobb méretek, tömeg költségek - romlik a hozzáférhetőség |

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Értékelés, Előnyök, Hátrányok (+ ill. -)

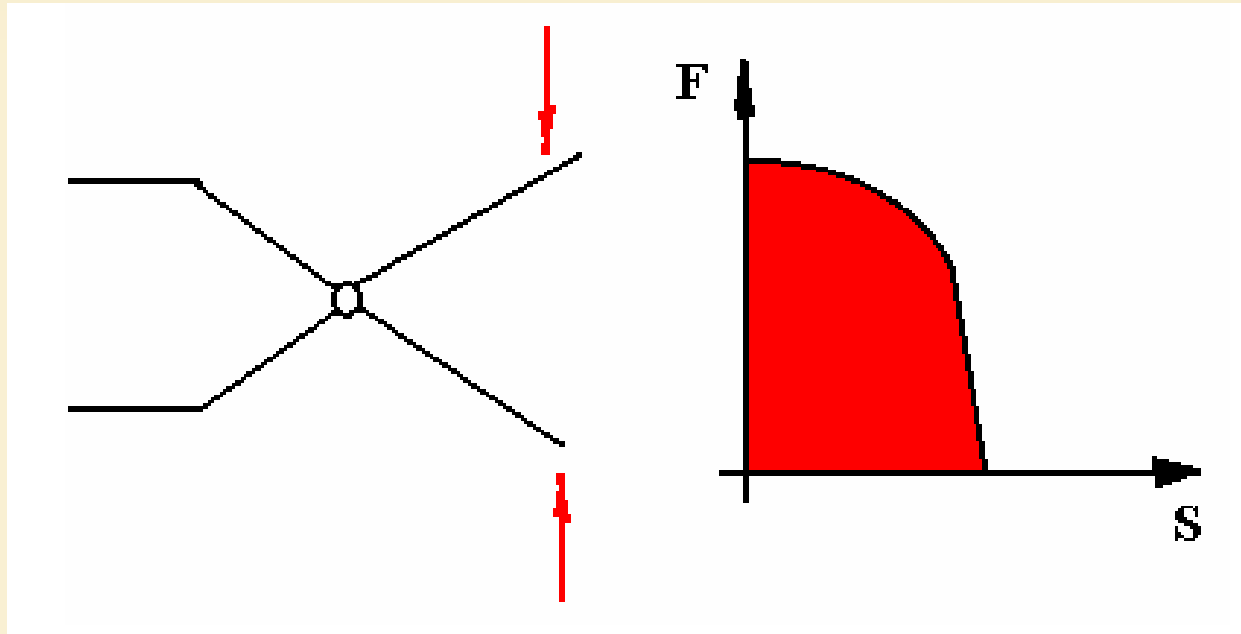


| Olló és fogó típusú | | Satupofa típusú | | Hárompofás típusú | |
|---|---|---|---|---|--|
| <i>MFSZ</i> | | <i>MFSZ</i> | | <i>MFSZ</i> | |
| + | - | + | - | + | - |
| <ul style="list-style-type: none"> - kis méretek - egyszerű konstrukció - nagy mozgástartomány | <ul style="list-style-type: none"> - vándorol a tárgy közép-pontja - F szorítóerő változik az S szorítási út függvényében | <ul style="list-style-type: none"> - $F = F(s)$ állandó - a tárgy közép-pontja nem vándorol - nagy mozgási és megfogási tartomány | <ul style="list-style-type: none"> - bonyolultabb nagyobb méretek, tömeg költségek - romlik a tárgy hozzáférhetősége, - ütközésveszély | <ul style="list-style-type: none"> - pontos helyezés, központosítás - nagyobb megfogási tartomány | <ul style="list-style-type: none"> - nagyobb méretek, tömeg költségek - romlik a hozzáférhetőség |



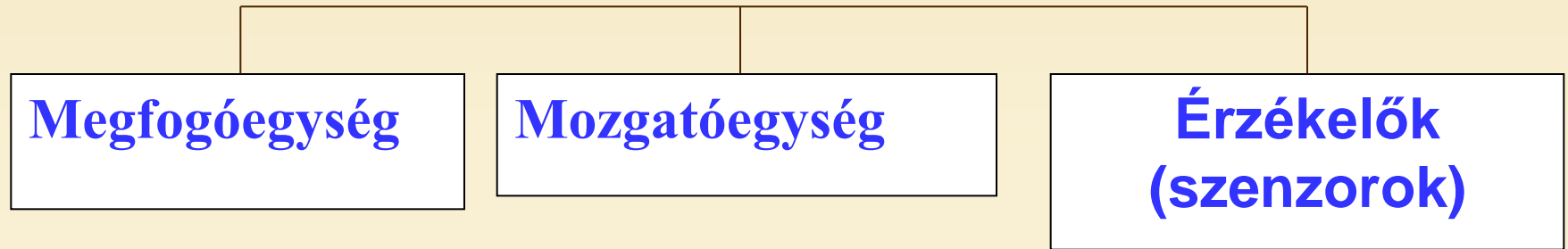
Ipari robotok megfogó szerkezetei

Szorítóerő változása a szorítási út függvényében



Ipari robotok megfogó szerkezetei

Részegységei



Érzékelők (szenzorok):

- van-e munkadarab a megfogóban
- csúszás slip-szenzor
- erőszenzorok

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

A rugalmasság értelmezése:

- A megfogási tartomány nagysága (pl.: \mathbf{m}_t)
- A megfogási felületek alkalmazkodóképessége, adaptivitása
- A szorítóerő adaptivitás
- A megfogószerkezet-, illetve a megfogópofák cserélhetősége alapján

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

$$m_t = \frac{d_a'}{d_m}$$

m_t Megfogási tartomány tényező

d_a' : MFSZ átfogási tartománya

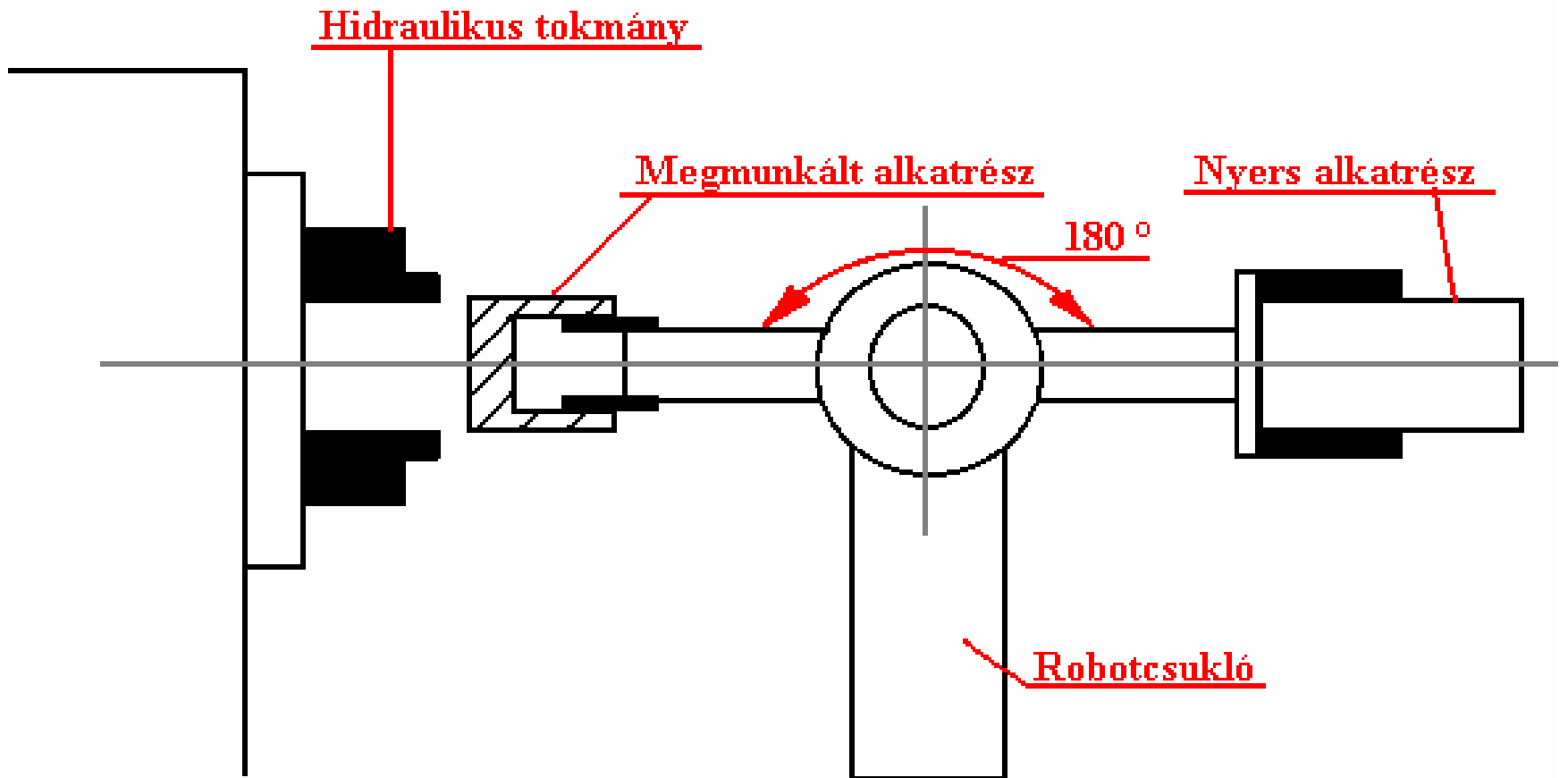
d_m : Tárgy megfogási bázisának tartománya

Flexibilis MFSZ-nél $m_t=1$

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

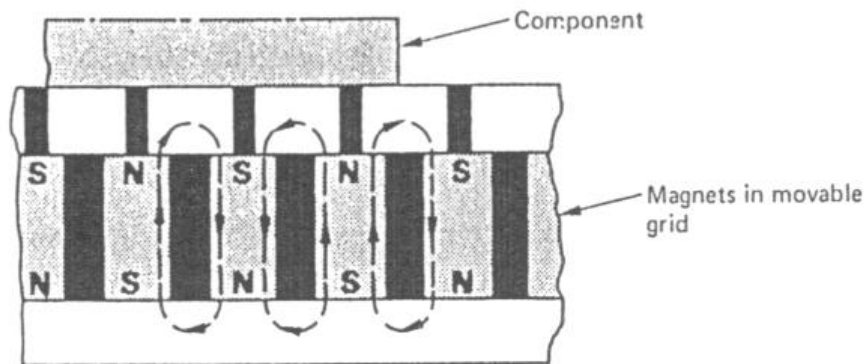
❖ Kettős megfogó szerkezet



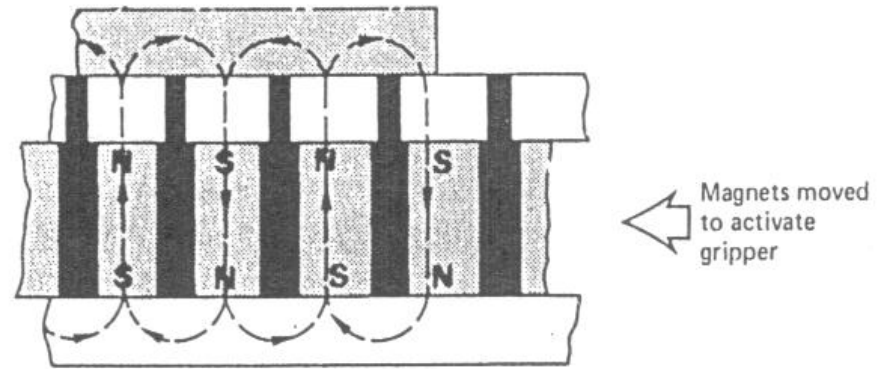
Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

❖ Mágneses megfogó szerkezet



(i) RELEASE: magnetic flux bypassed by pole pieces



(ii) GRIP: magnetic flux passes through component

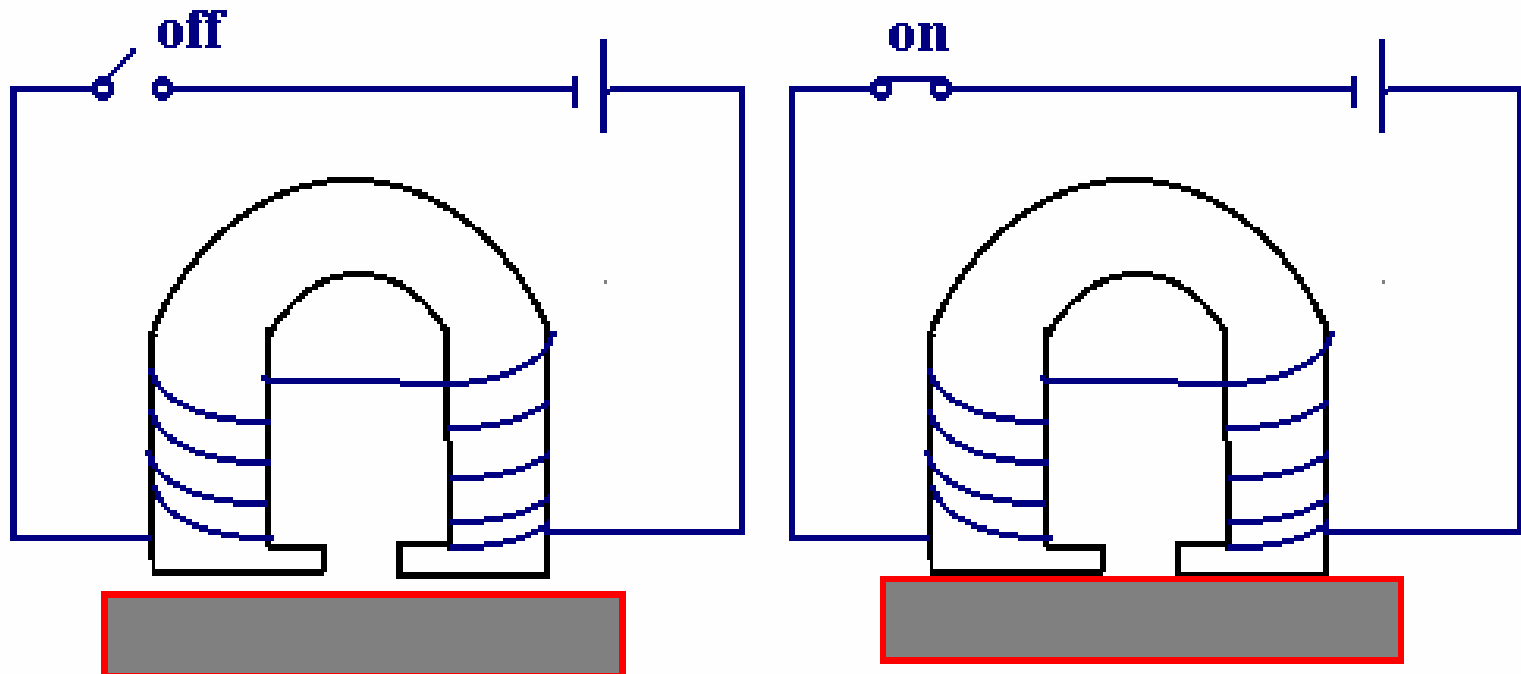
(a) Principle of a permanent magnet gripper

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

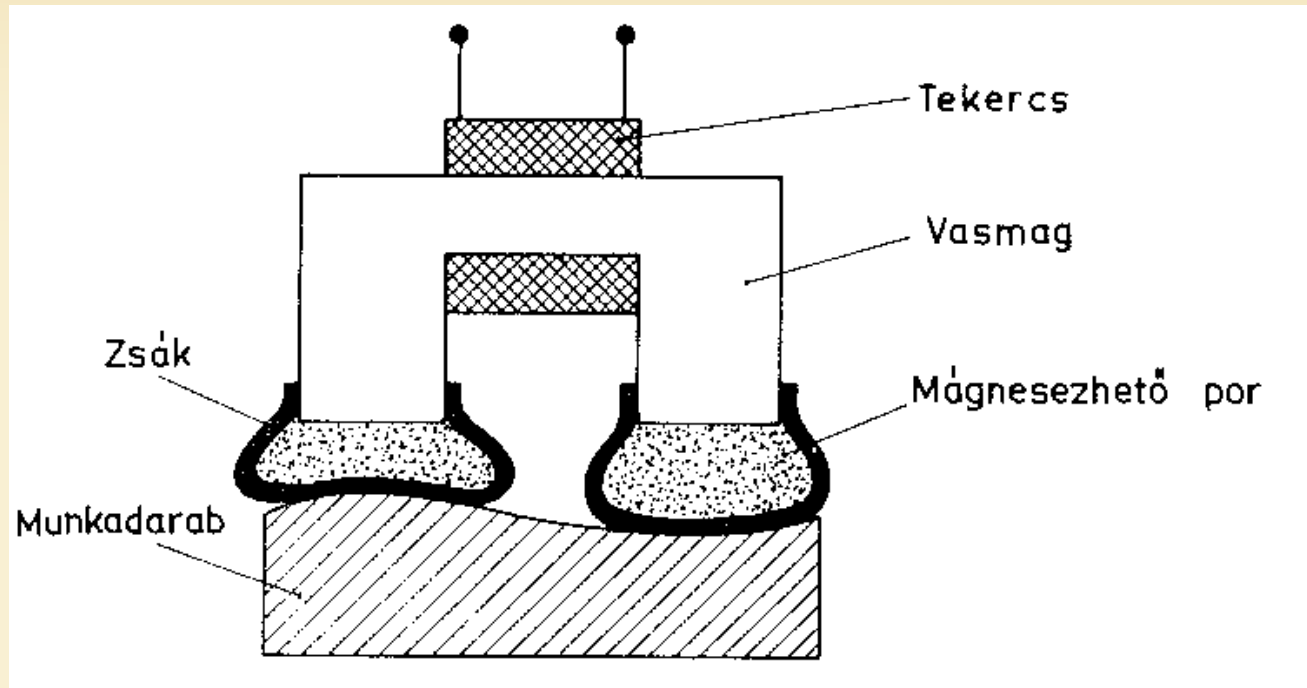
❖ Mágneses megfogó szerkezet

Mágneses megfogó



Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

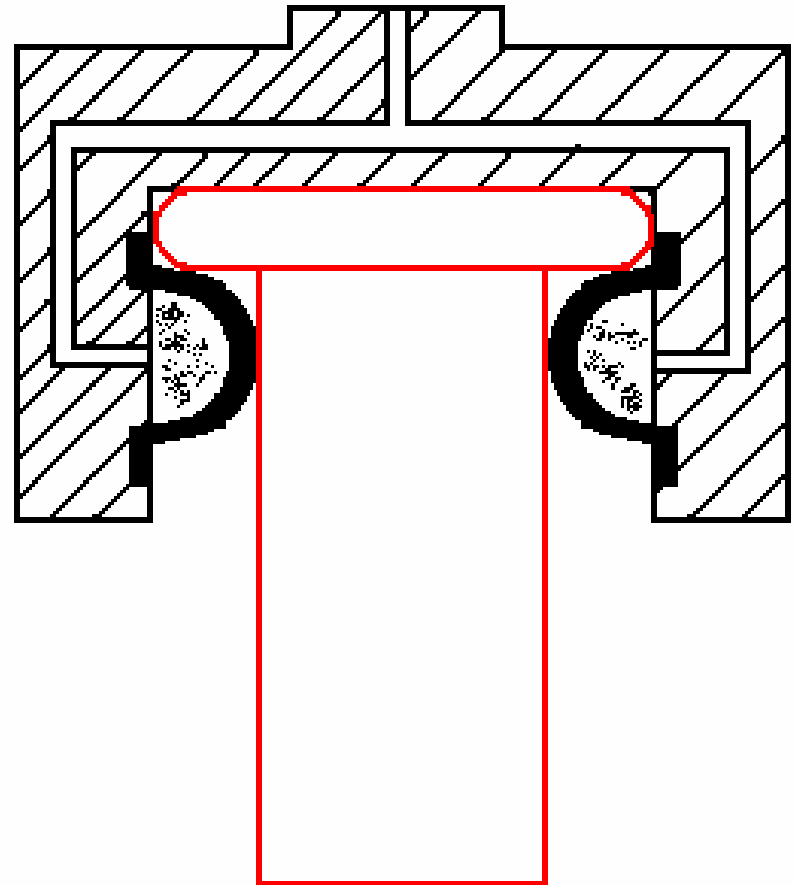


Rugalmas mágneses megfogó szerkezet

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

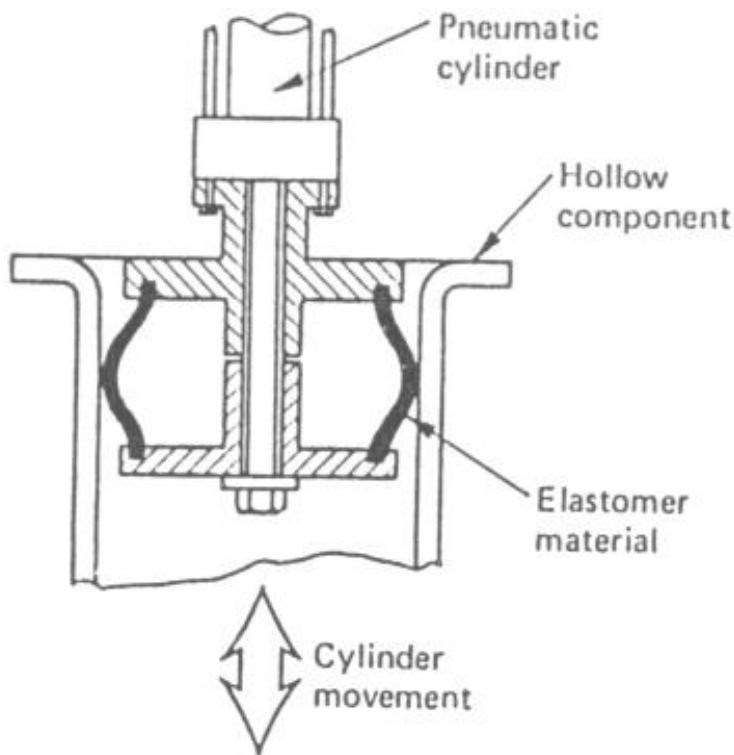
Pneumatikus megfogó szerkezet



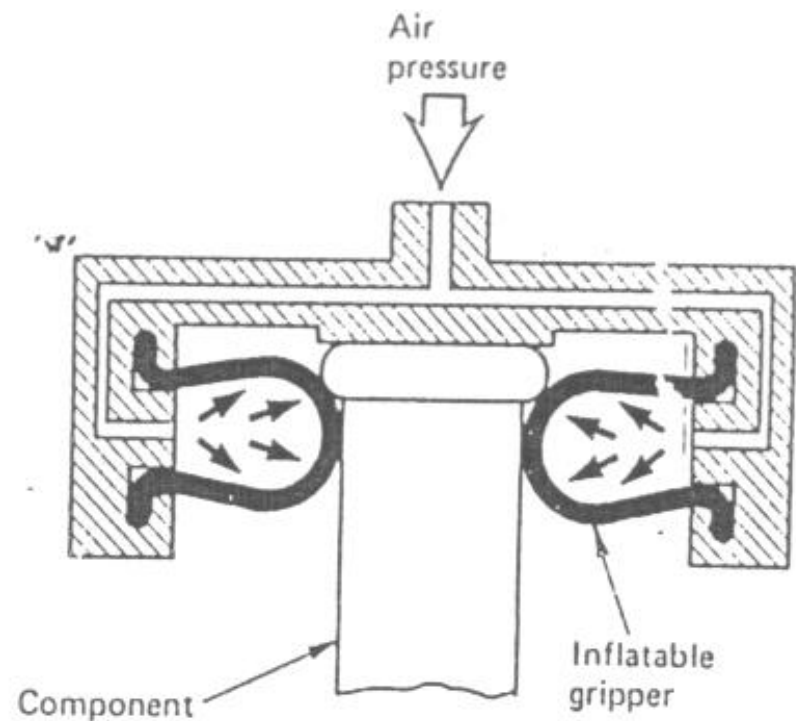
Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

Pneumatikus megfogó szerkezetek (belső, illetve külső)



(a) Internal expansion gripper

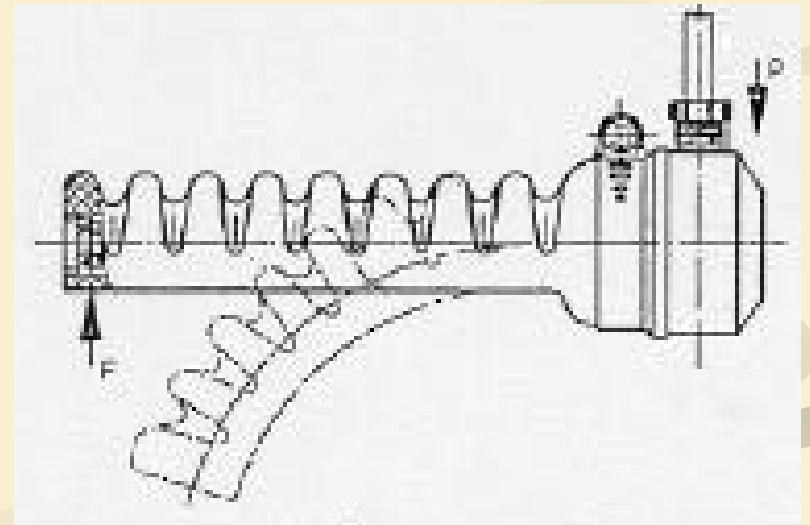
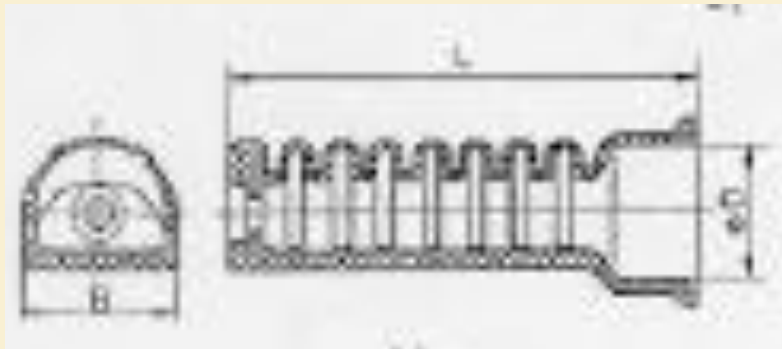
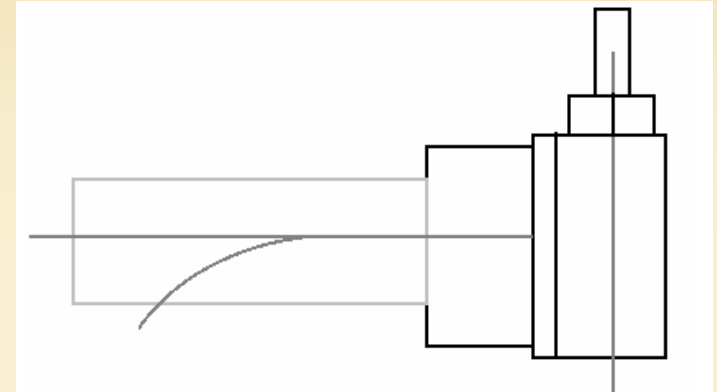


(b) External expansion gripper

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

Pneumatikus rugalmas
ujjas megfogó szerkezet



Ipari robotok megfogó szerkezetei

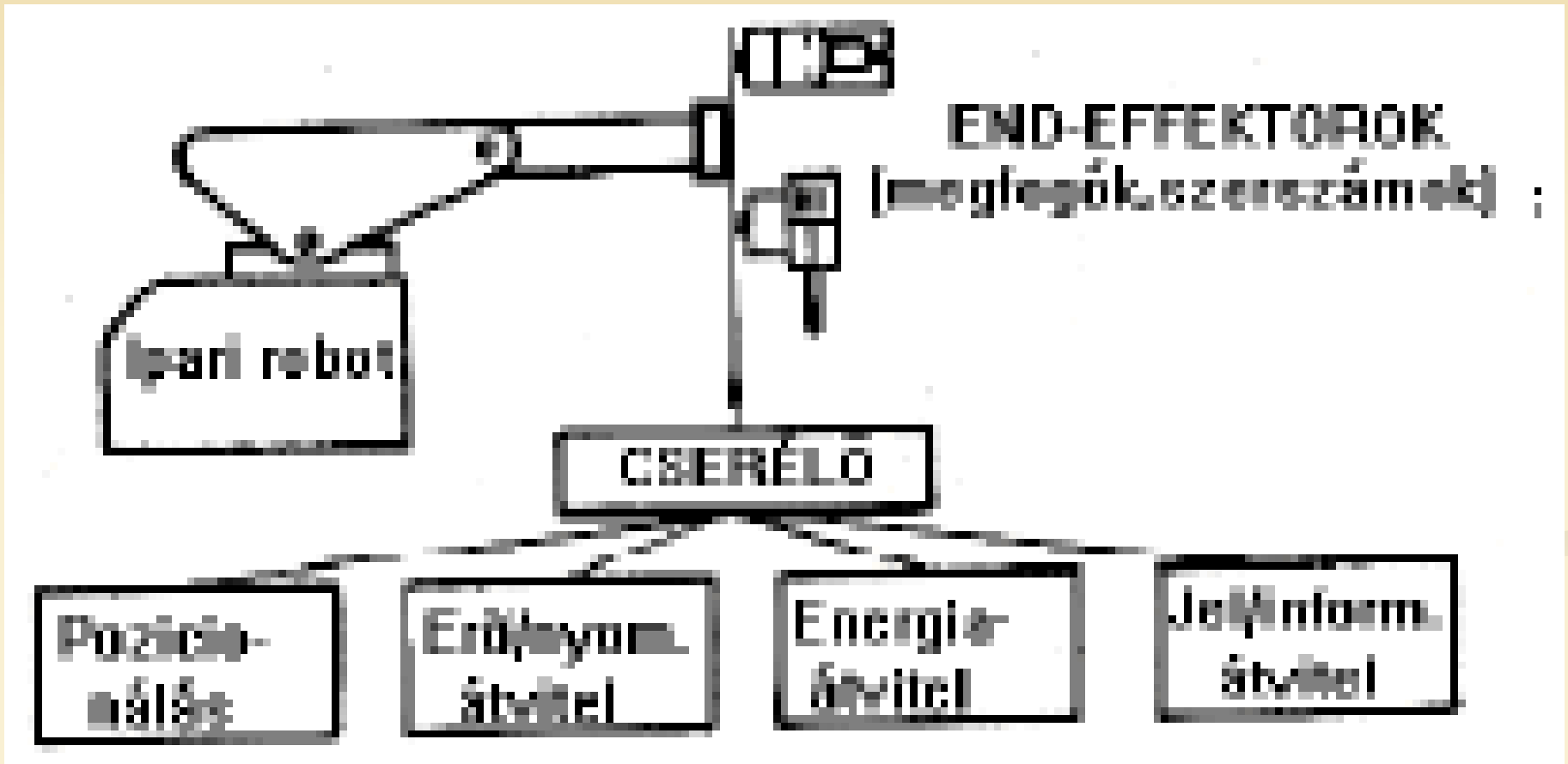
Megfogószerkezetek (-pofák)

cserélhetősége:

Vonatkozhat:

- ❖ (teljes) megfogószerkezetre,
- ❖ megfogóujjakra (-pofákra),
- ❖ szerszámokra

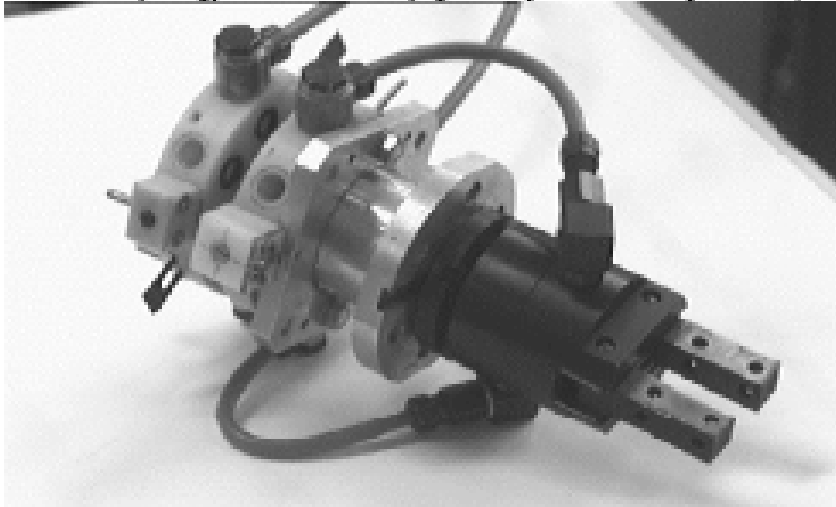
Ipari robotok megfogó szerkezetei



A megfogó- és szerszámcsereélők főbb feladatai

Ipari robotok megfogó szerkezetei

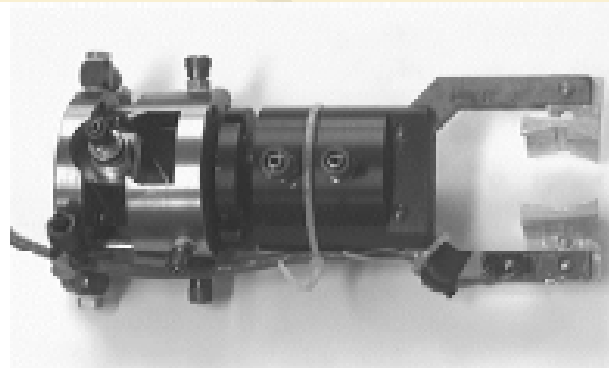
Az első cserélő órálya nagy volt, ezért műanyagházas újabb cserélőt építettünk (6. ábra).



6. ábra. A BME GTT műanyagházas cserélője megfogóval

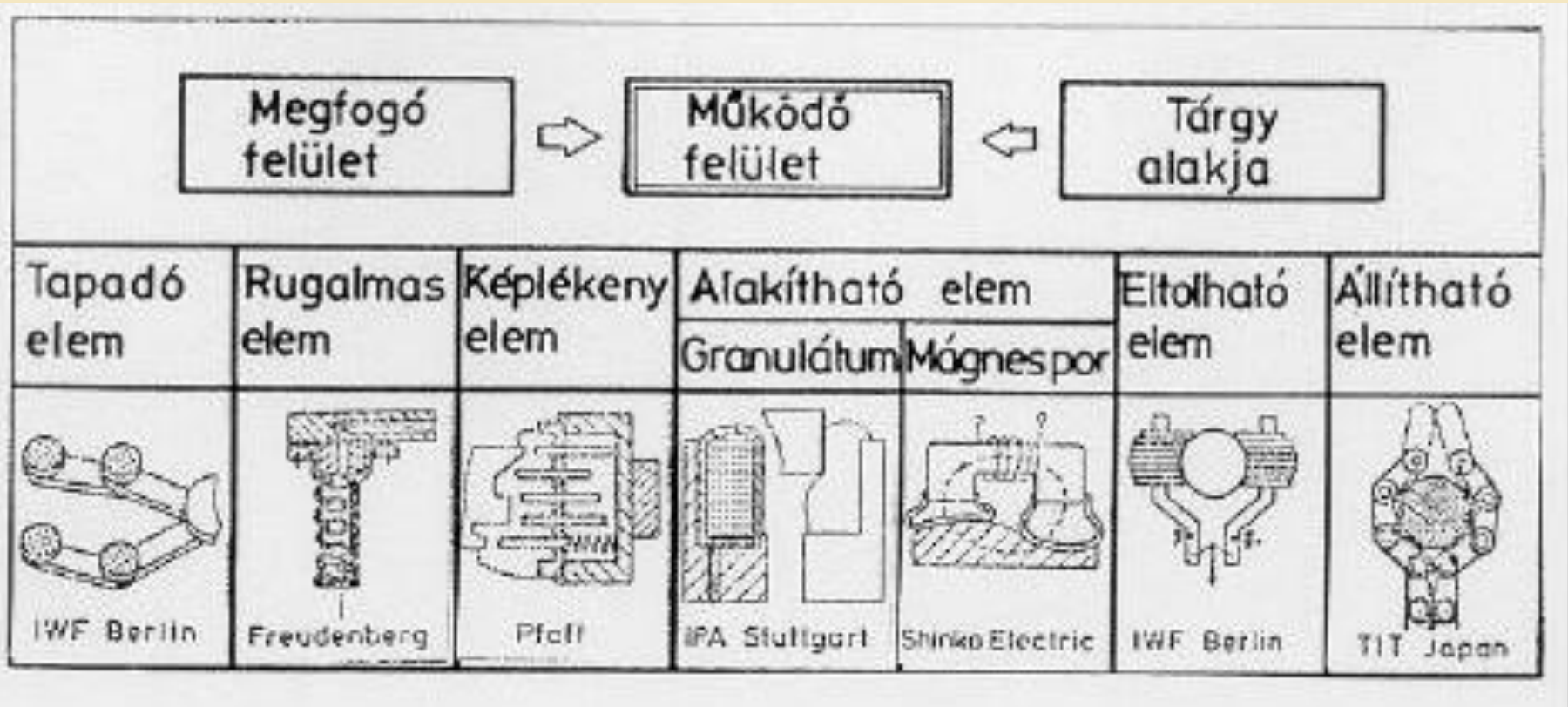


7. ábra. 10 kg teherbírási cserélő



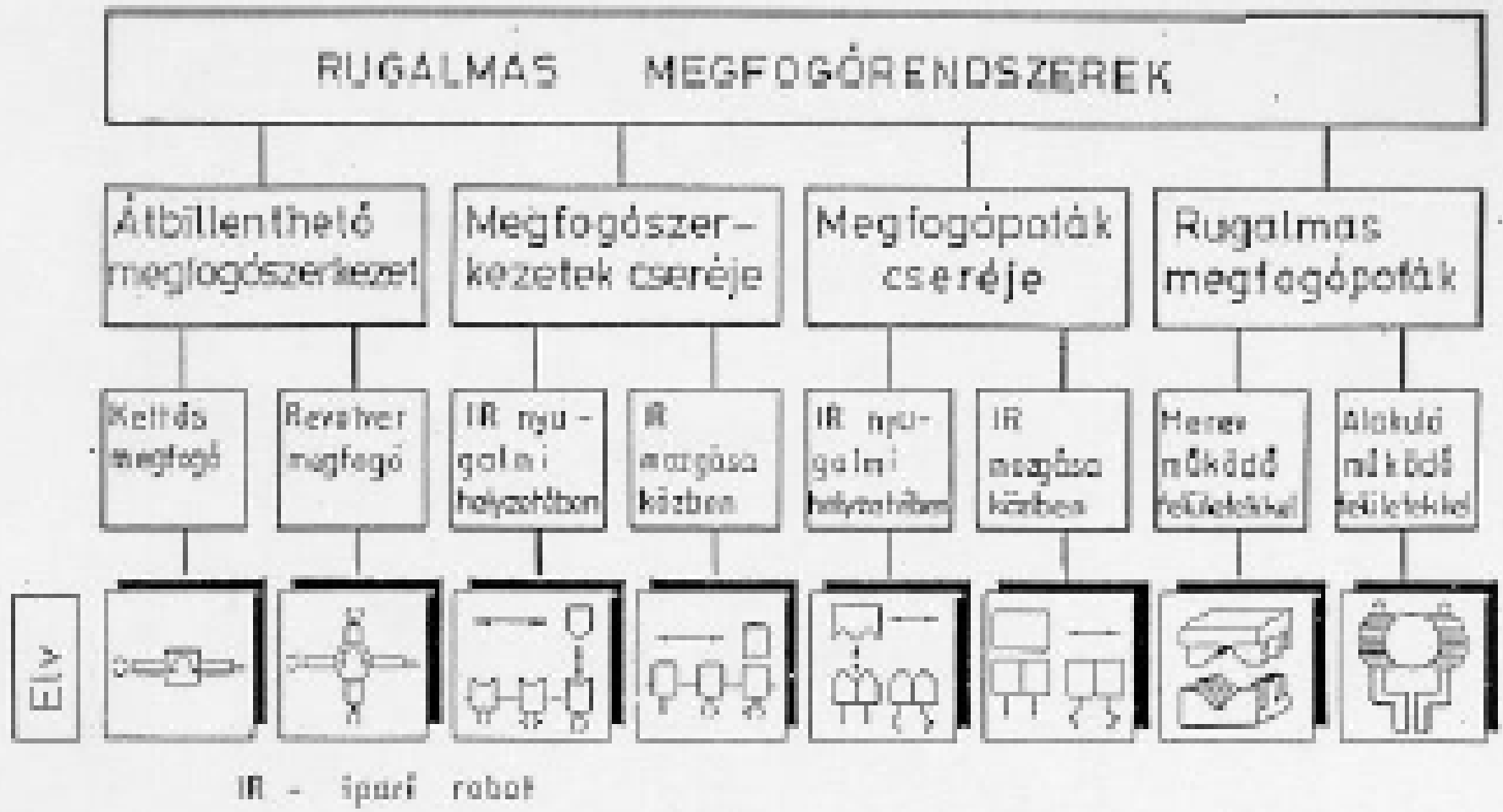
8. ábra. A cserélő megfogóval

Ipari robotok megfogó szerkezetei

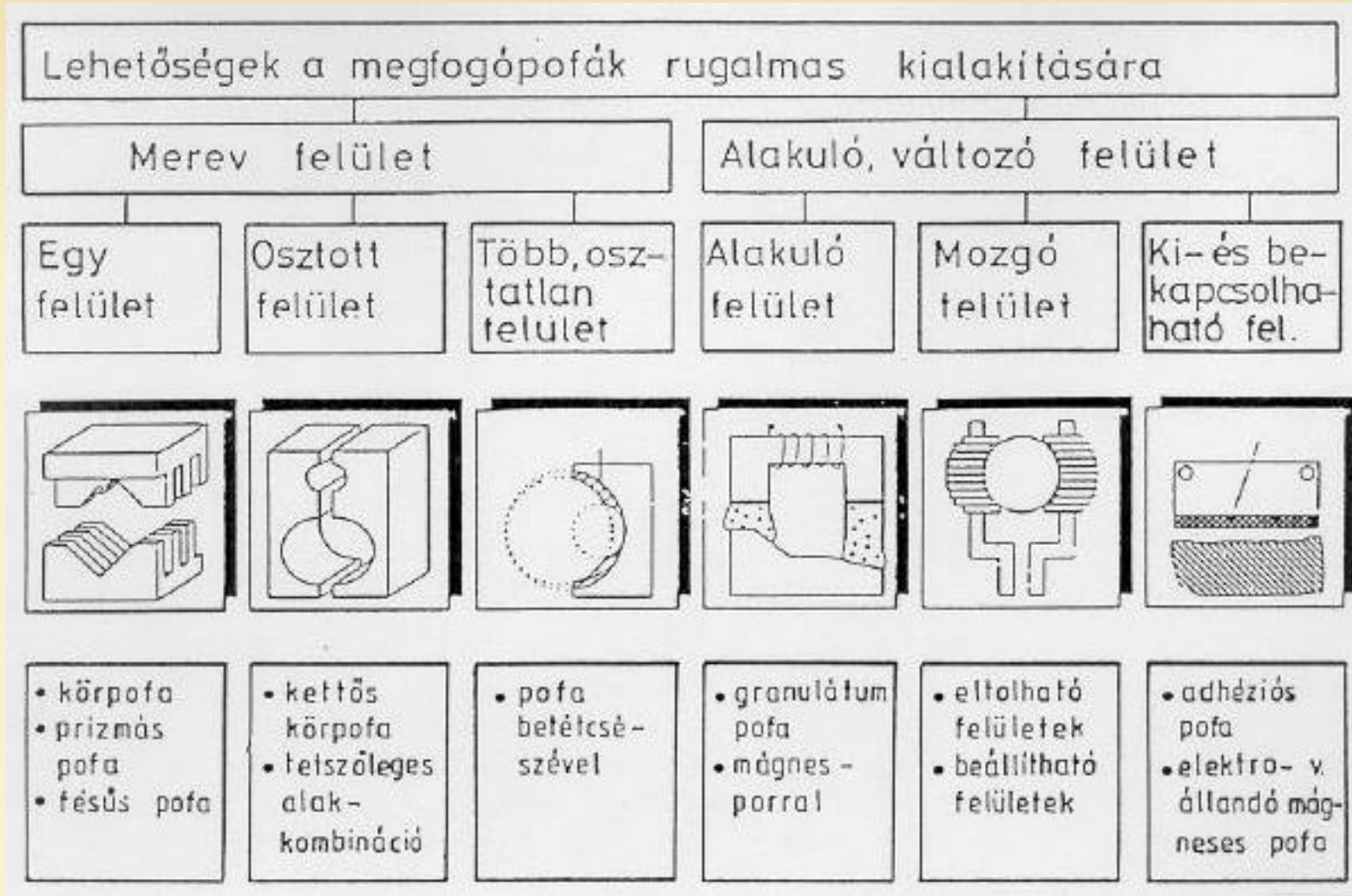


Flexibilis megfogó szerkezetek, elemek

Ipari robotok megfogó szerkezetei



Ipari robotok megfogó szerkezetei



Rugalmas működő felületek kialakításának lehetőségei

Magyar kutatók elkészítették az emberi robotkezet, amely az emberi bőr tapintóműködését szimuláló, az idegrendszeri elvek szerint érzékelő mesterséges tapintó- és megfogókészülék.



Szabadalmaztatott eljárás alapján Páli Jenő, a biológiai tudományok doktora és munkatársai elkészítették az emberi bőr tapintóműködését szimuláló, az idegrendszeri elvek szerint érzékelő mesterséges tapintó- és megfogókészüléket. Az eszközt nyomtatott áramkörökből és érzékelőkből felépülő tetraéder alakú, sorokba és oszlopokba rendezett tapintóegységek alkotják, melyek csúcsait műanyag buborékok fedik be. A tapintófelületet érő nyomóerőt, annak irányát, időtartamát, valamint mintázatát egy szoftver dolgozza fel.

A megfogókészülék egy egyszerűsített háromujjú robotkéz, amelynek szerkezetét az Országos Baleseti- és Sürgősségi Intézetben 300 férfi és 300 nő ép kezéről készült röntgenkép és a kezek biomechanikai paramétereinek feldolgozása alapján tervezték meg.

Ipari robotok megfogó szerkezetei

Szorítóerő meghatározása

(a munkadarabok biztonságos megfogásához szükséges szorítóerő)

A munkadarab – megfogó rendszert egy rendszerként kell vizsgálni.

Az erőátvitel függ:

- ❖ **A megfogó szerkezet, illetve a megfogó szerkezet – munkadarab térbeli helyzetétől**
- ❖ **A munkadarabra ható erők eredőjétől**
- ❖ **A munkadarab geometriájától**
- ❖ **A megfogópofák konstrukciós kialakításától (pl. alakkal, erővel záró megfogás arányától)**
- ❖ **A megfogópofa és a munkadarab anyagától felületétől**
- ❖ **A környezeti hatásoktól (pl. olaj, por, forgács, hő, rezgések)**

Ipari robotok megfogó szerkezetei

A biztonságos megfogáshoz szükséges szorítóerő:

$$F = K_1 * K_2 * K_3 * m * g$$

Ahol:

K_1 : biztonsági tényező $K_1 = 1,2 \dots 2,0$ (minden olyan körülmény ami nem számszerűsíthető pl. környezeti hatás, por, olaj, stb. ...)

K_2 : a rendszer gyorsulásától függő tényező:

$$K_2 = 1 + (a_{\max} / g)$$

Ipari robotok megfogó szerkezetei

K_3 : a megfogó szerkezet – munkadarab rendszer átviteli tényezője:



Ipari robotok megfogó szerkezetei

A munkadarab tömege számítható a geometriai adatok ismeretében. Ha a tárgy tömör hengeres test, a tárgy tömege:

Az összefüggésben:

d a tárgy átmérője (m)

l a tárgy hossza (m)

ρ a tárgy anyagának sűrűsége (kg/m^3)

$$m = \rho V = \rho \frac{d^2 \pi}{4} l$$

A megfelelő egyenletek behelyettesítésével a szorítóerőt meghatározó egyenlet az alábbi alakra hozható:

$$F = K_1 K_3 \frac{\rho \pi}{4} (g + a_{\max}) d^2 l$$

Köszönöm a figyelmet!

The background features several light-colored, wavy lines that flow from the bottom right towards the center, creating a sense of movement and depth.