

# GÉPUIPARI AUTOMATIZÁLÁS

## Ipari robotok megfogó szerkezetei

7 . 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.

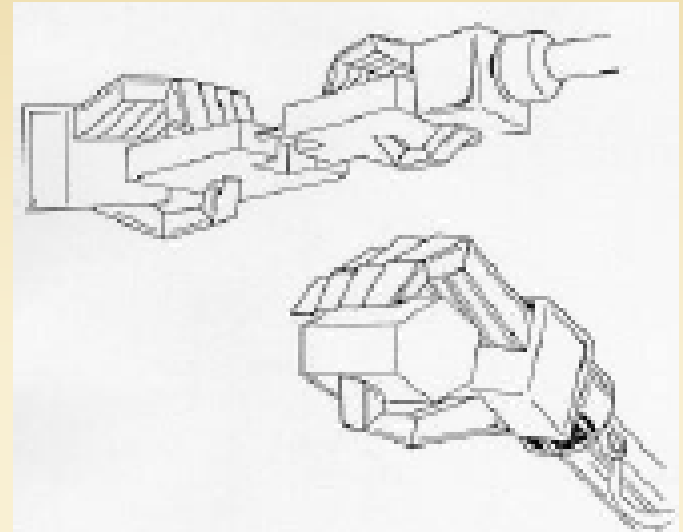
# Ipari robotok megfogó szerkezetei

**Effektor:**

❖ **szerszám**

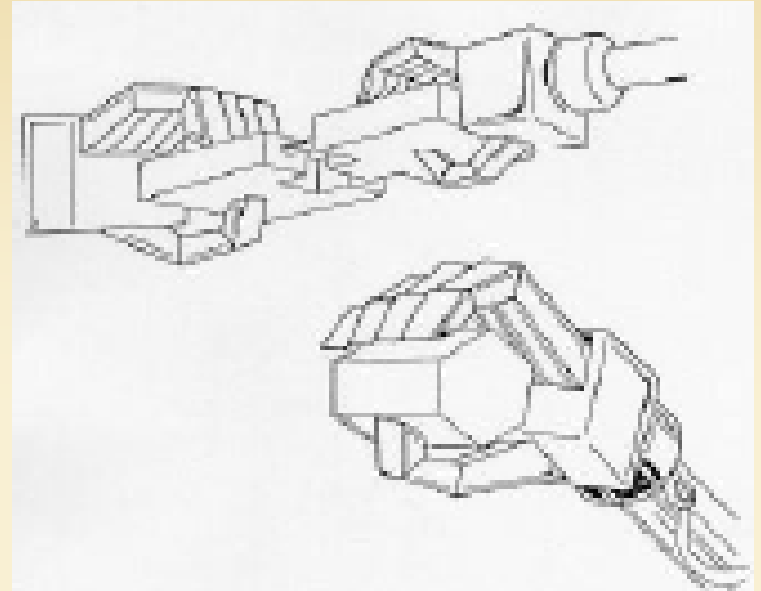
❖ **megfogó szerkezet**

**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:

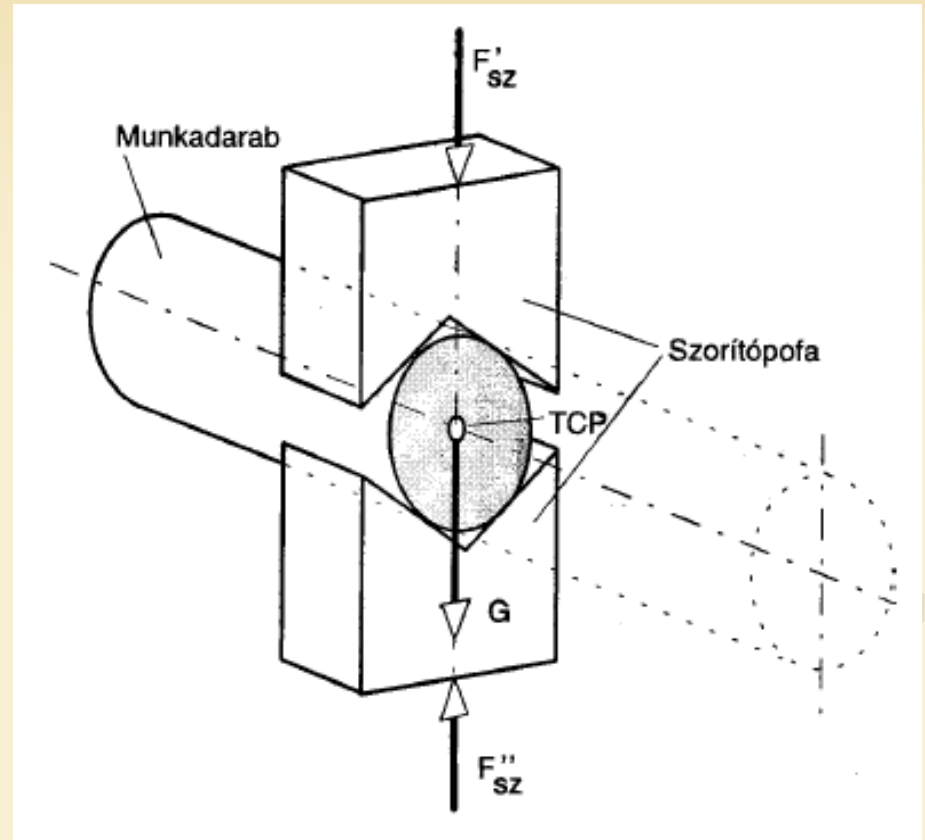
- alakkal
- erővel
- adhézióval létesített kapcsolatot



# 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.

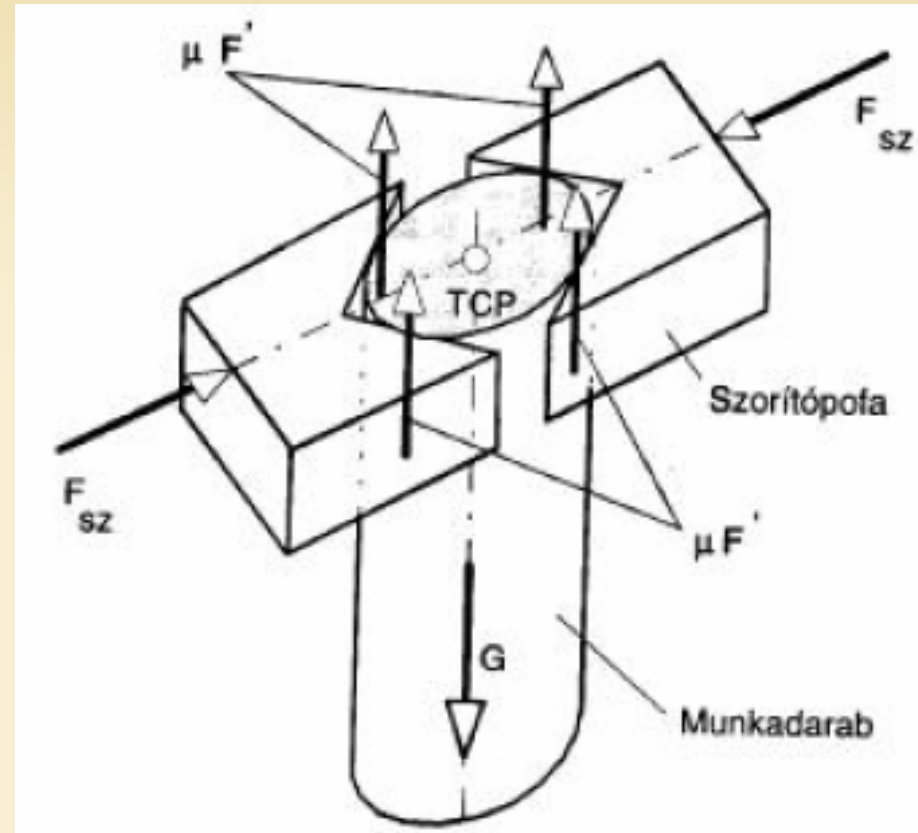


Alakzáró megfogás

# 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

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

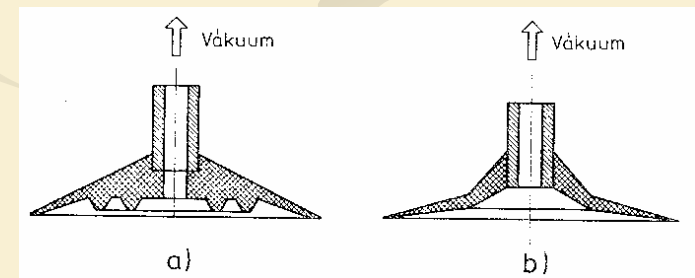
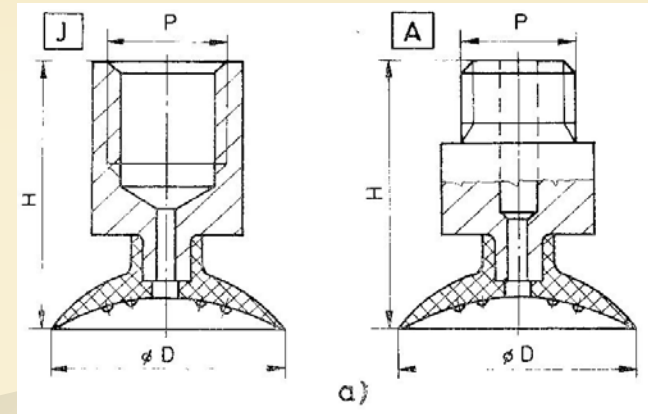
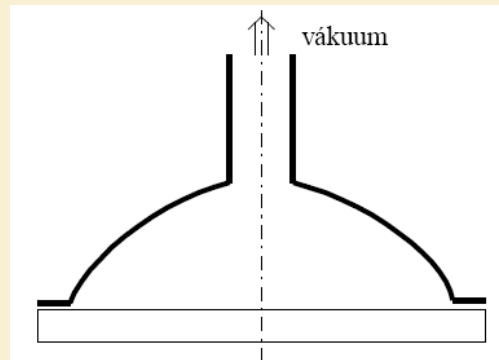
# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## 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

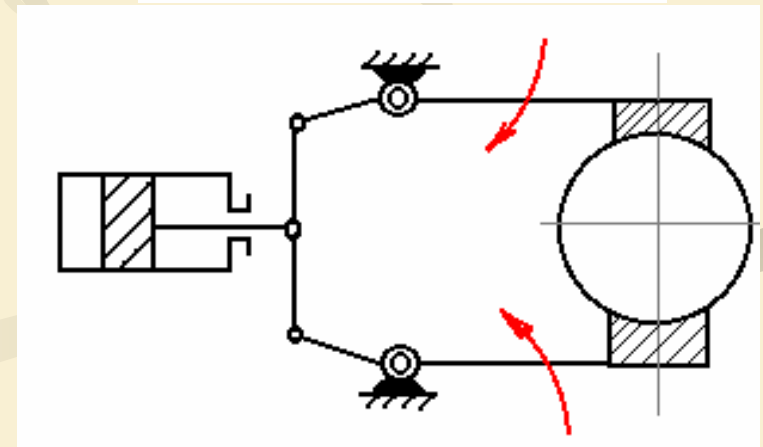
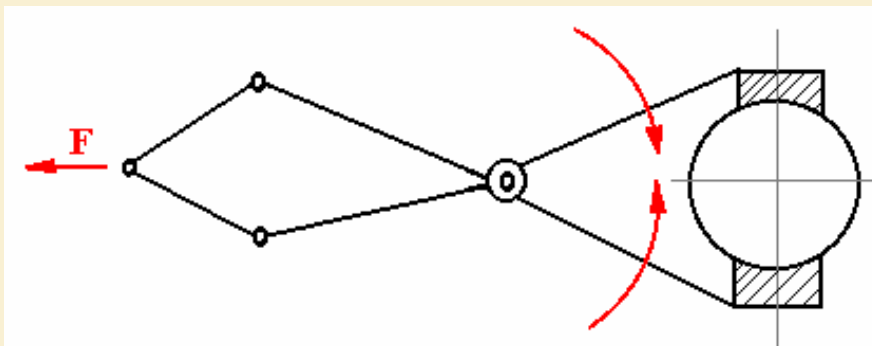
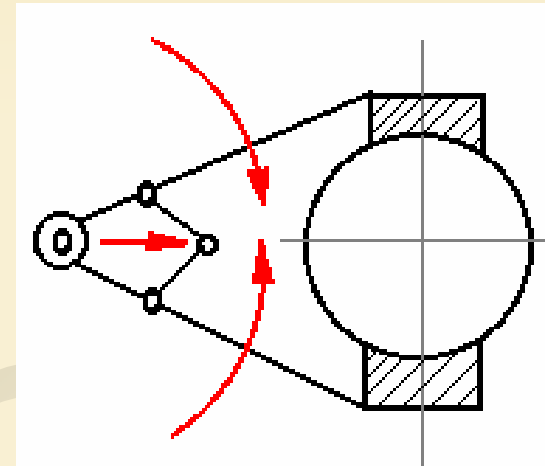
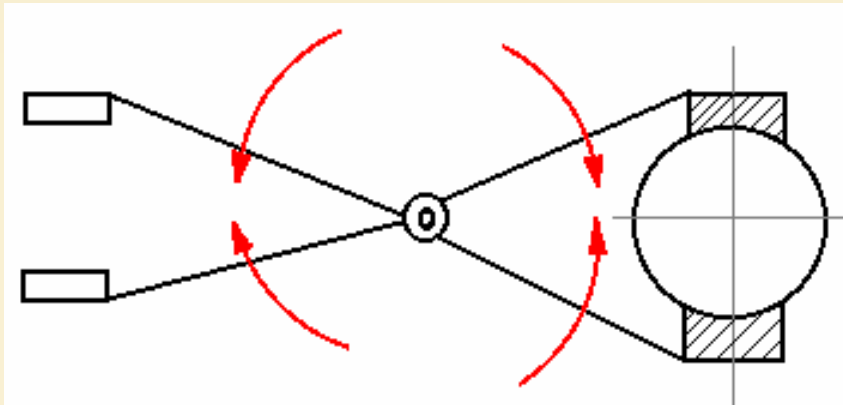
Az általános ipari alkalmazásoknál a leggyakrabban **mechanikus megfogó szerkezeteket** használnak. A sokféle konstrukciós megoldás az alábbi három típusok valamelyikébe sorolható:

- **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

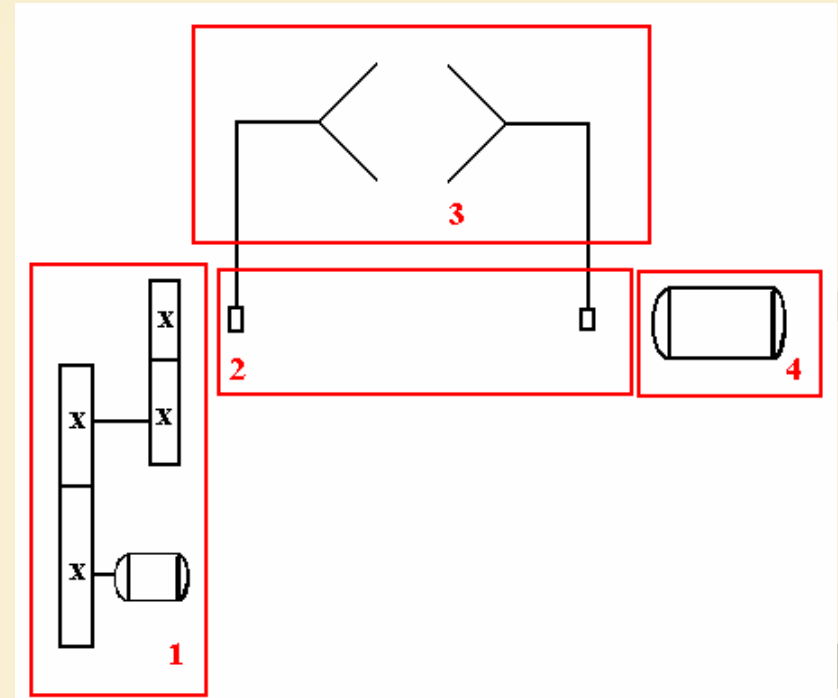
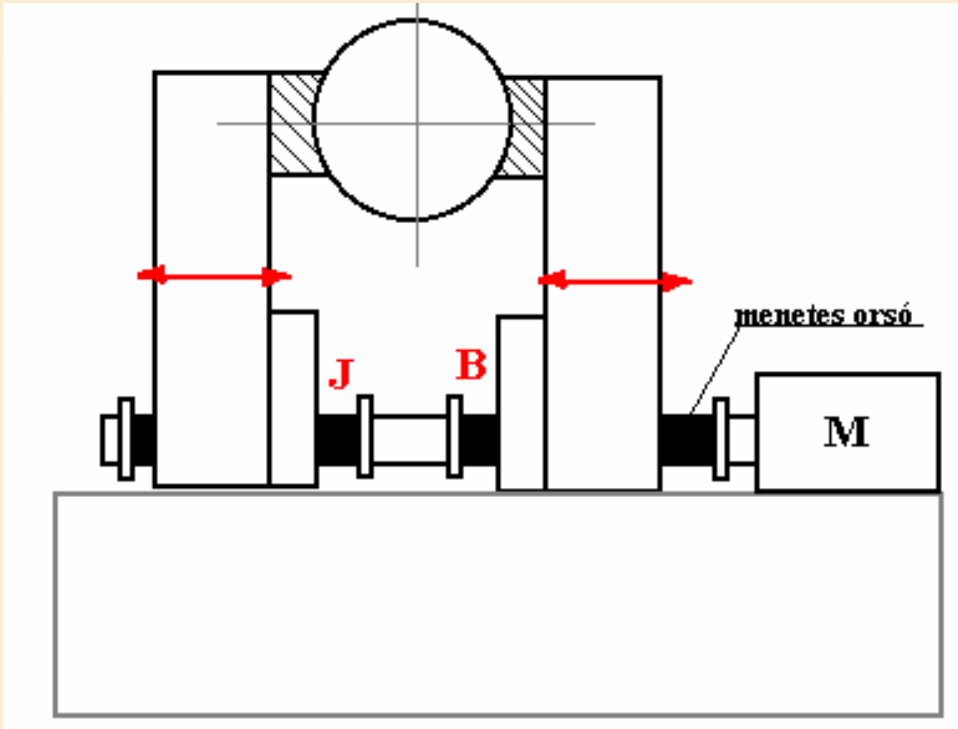
Fogó típusú megfogó szerkezet



# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Mechanikus megfogó szerkezetek

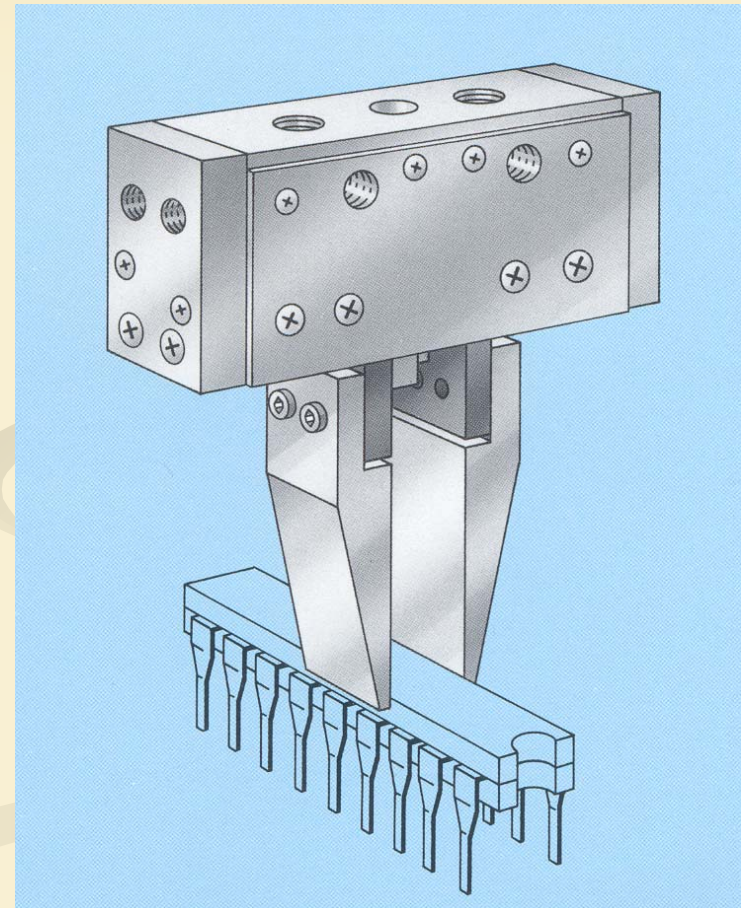
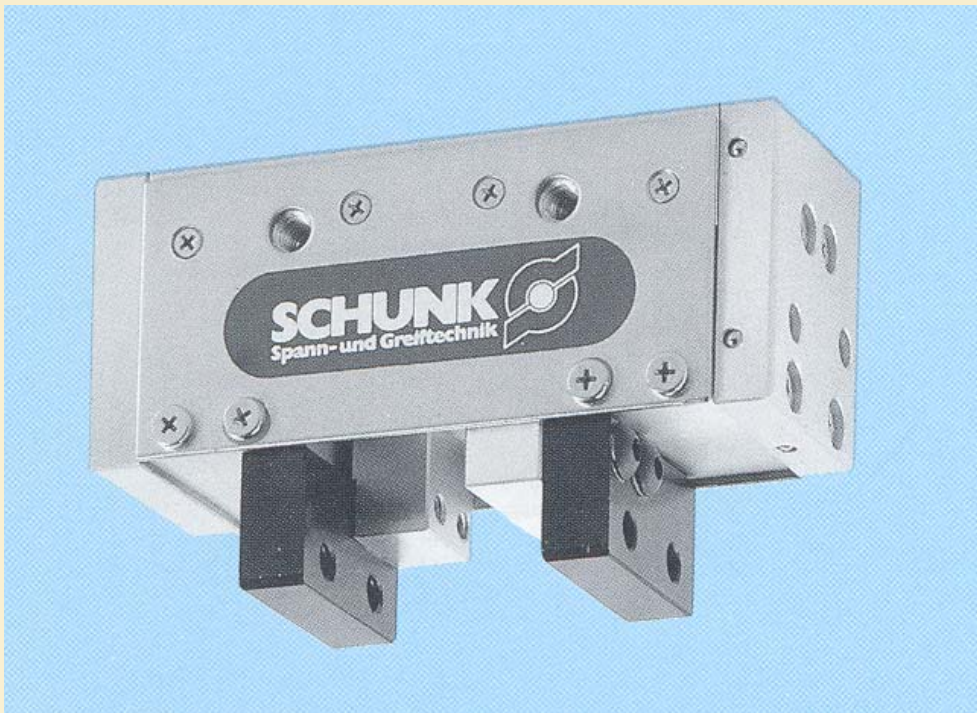
### Satupofa típusú mechanikus megfogó szerkezetek



# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Mechanikus megfogó szerkezetek

### Satupofa típusú mechanikus megfogó szerkezetek





# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Mechanikus megfogó szerkezetek összehasonlítása

Értékelés, Előnyök, Hátrányok (+ ill -)

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

# Ipari robotok megfogó szerkezetei

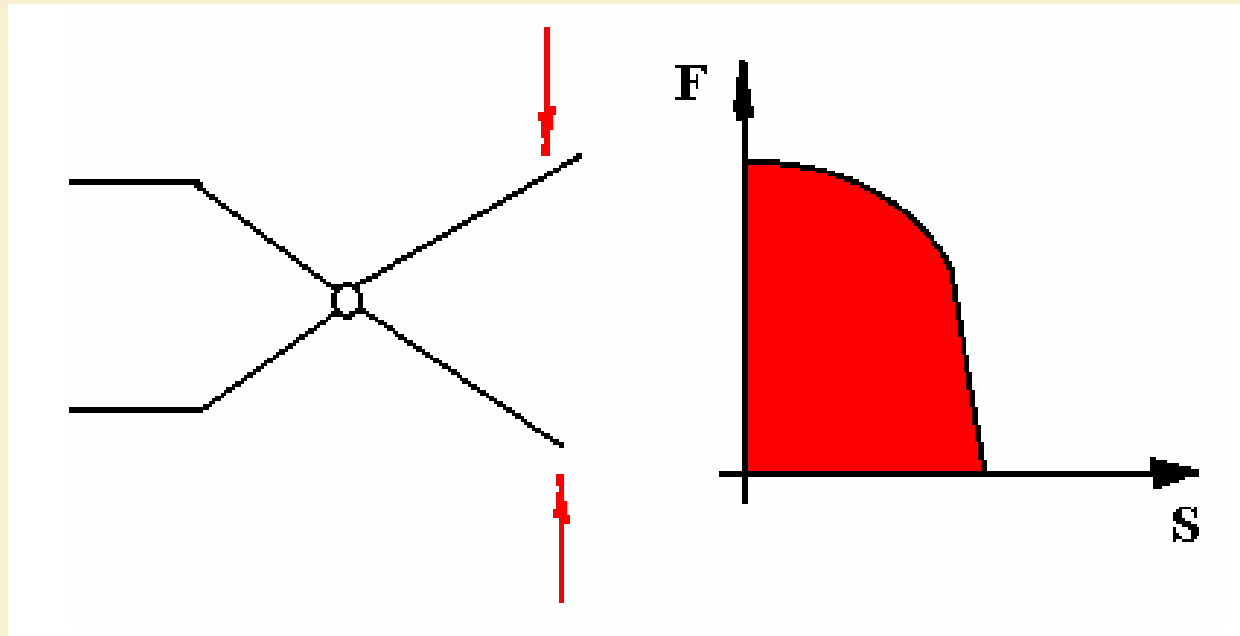
*Értékelés, Előnyök, Hátrányok (+ ill. -)*



<b>Olló és fogó típusú</b>		<b>Satupofa típusú</b>		<b>Hárompofás típusú</b>	
<i>MFSZ</i>		<i>MFSZ</i>		<i>MFSZ</i>	
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>
- kis méretek	- vándorol a tárgy közép-pontja	- $F = F(s)$ állandó	- bonyolultabb nagyobb méretek, tömeg költségek	- pontos helyezés, központosítás	- nagyobb méretek, tömeg költségek
- egyszerű konstrukció	-F szorítóerő	- a tárgy közép-pontja nem vándorol	- romlik a tárgy hozzáférhetősége,	- nagyobb megfogási tartomány	- romlik a hozzáférhetőség
- nagy mozgástartomány	változik az S szorítási út függvényében	- nagy mozgási és megfogási tartomány	- ütközésveszély		

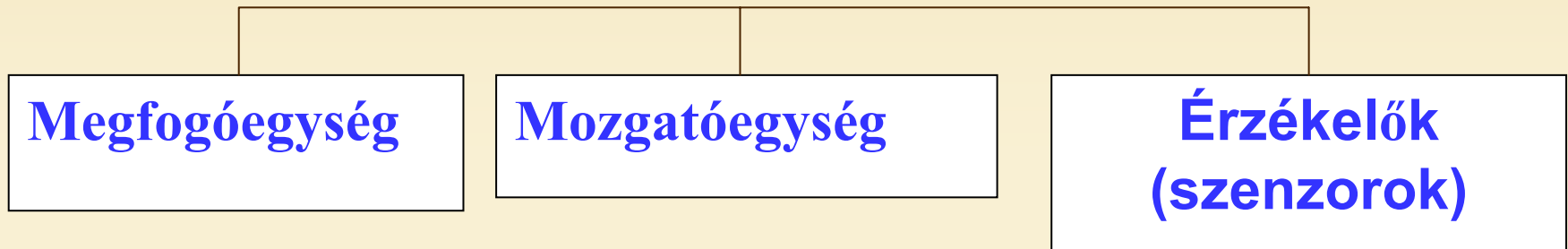
# Ipari robotok megfogó szerkezetei

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.:  $m_t$ )
- 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

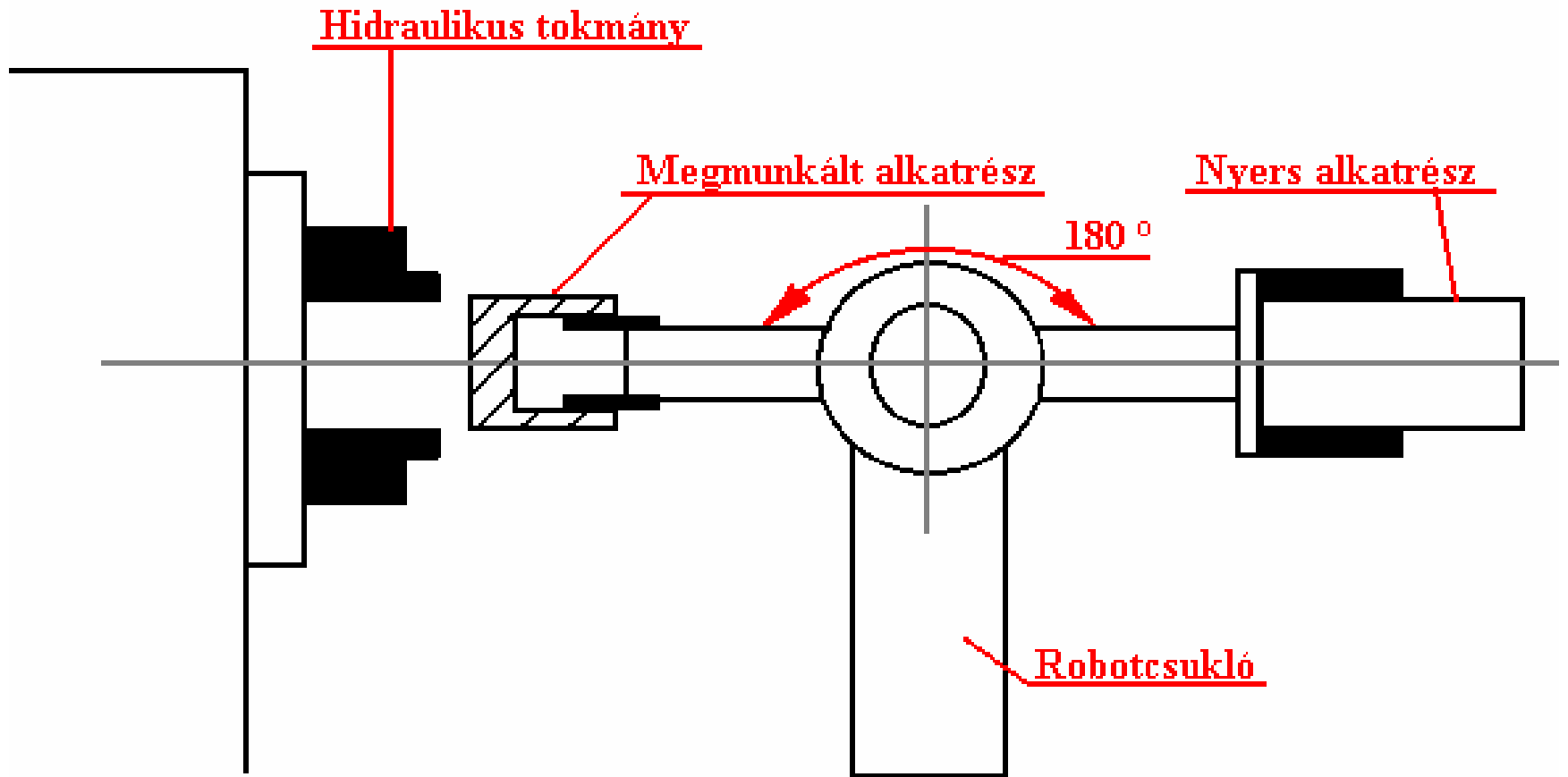
$d_m$ : Tárgy megfogási bázisának tartománya

Flexibilis MFSZ-nél  $m_t=1$

# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

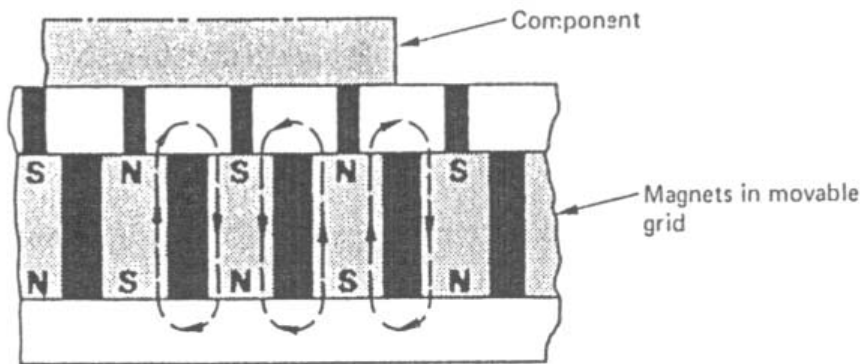
### ❖ Kettős megfogó szerkezet



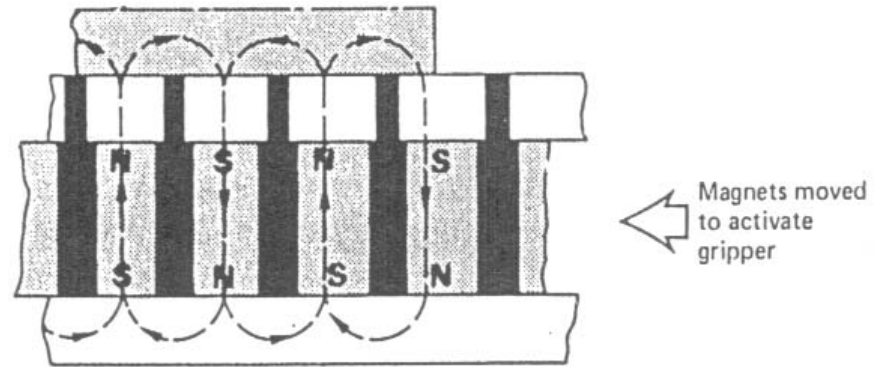
# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## 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

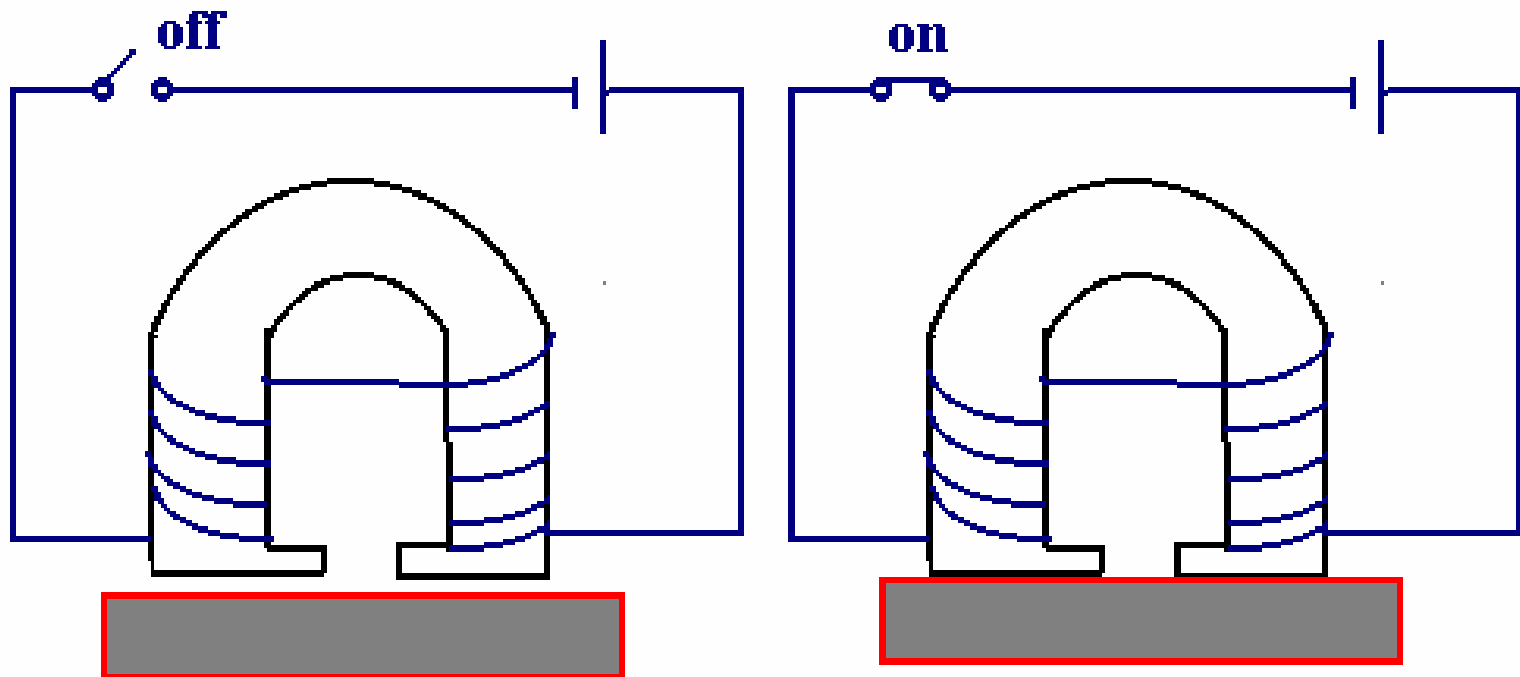


# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

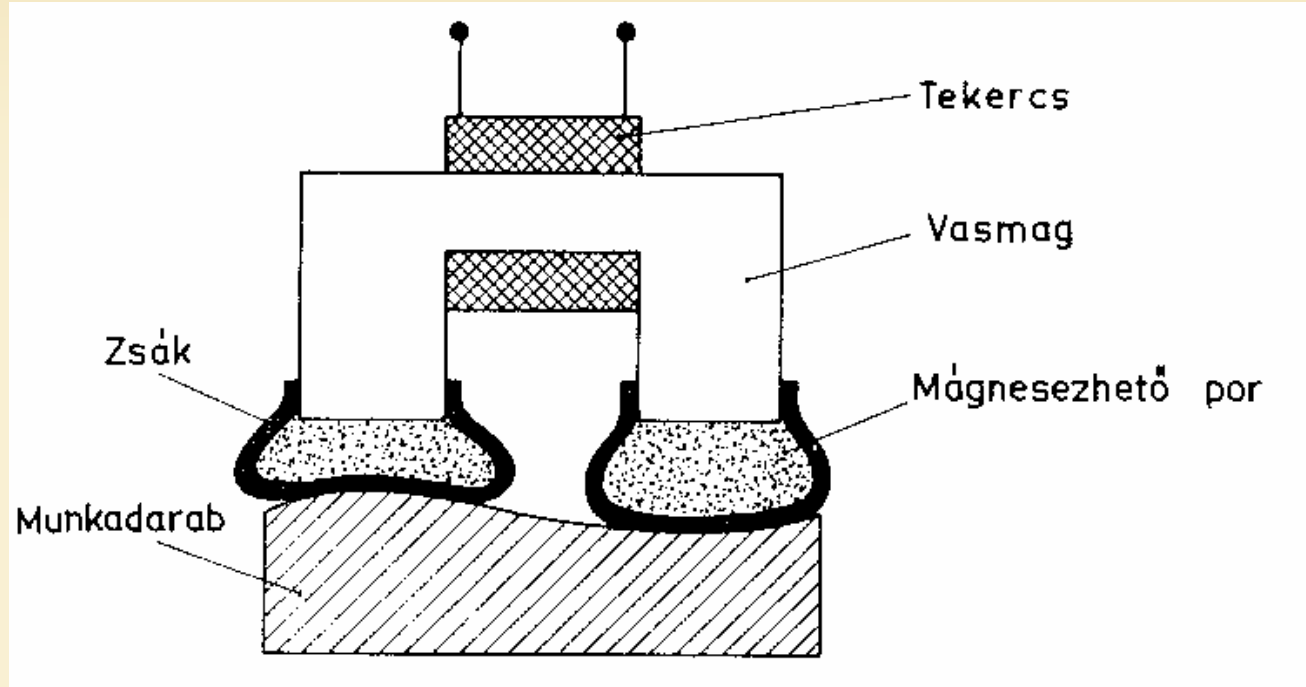
### ❖ Mágneses megfogó szerkezet

#### Mágneses megfogó



# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

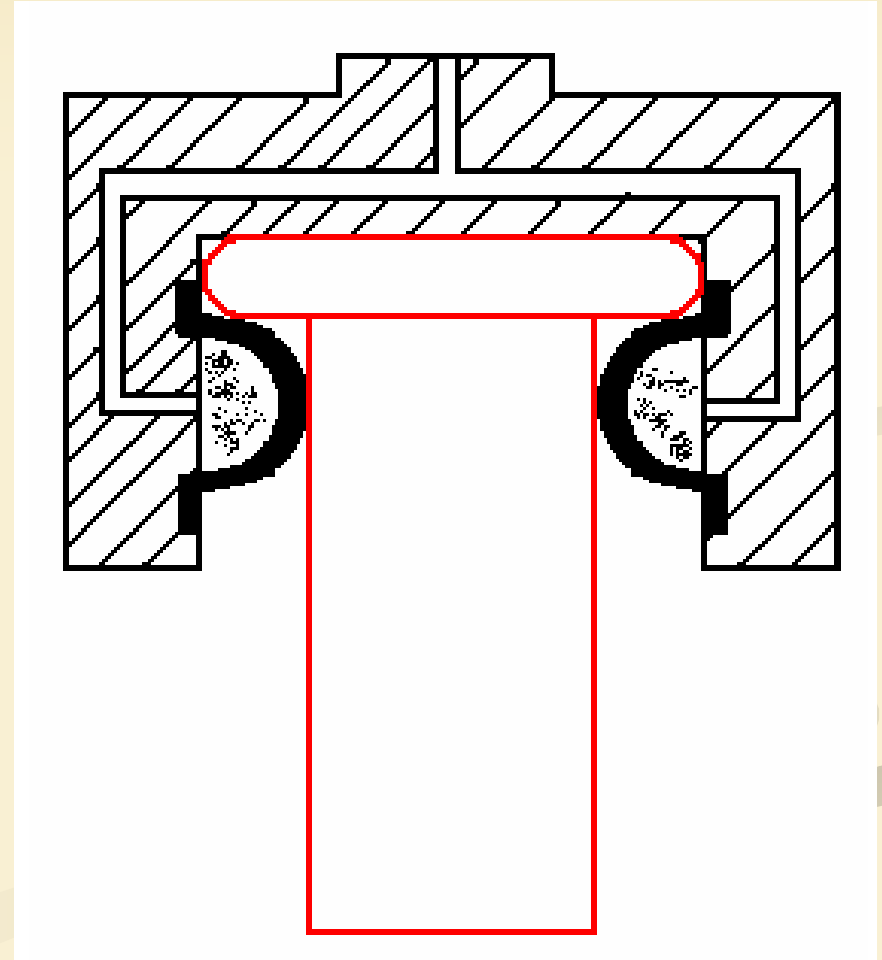


Rugalmas mágneses megfogó szerkezet

# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

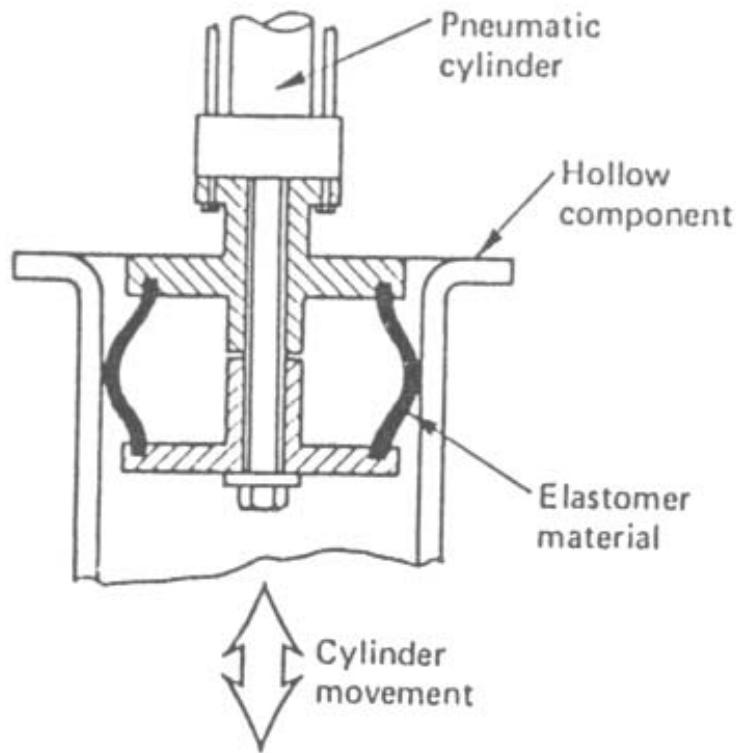
Pneumatikus megfogó szerkezet



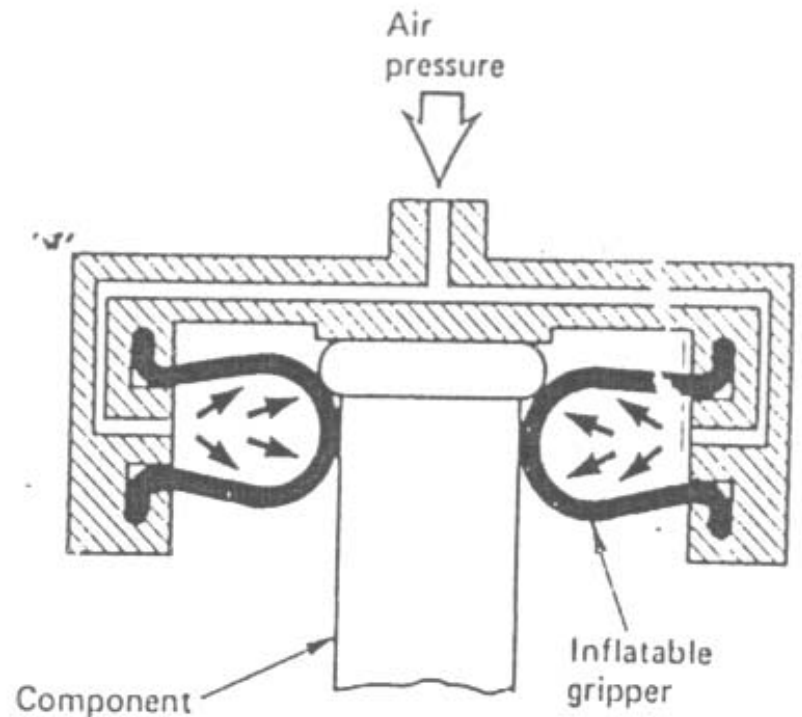
# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

### Pneumatikus megfogó szerkezetek (belső, illetve külső)



(a) Internal expansion gripper

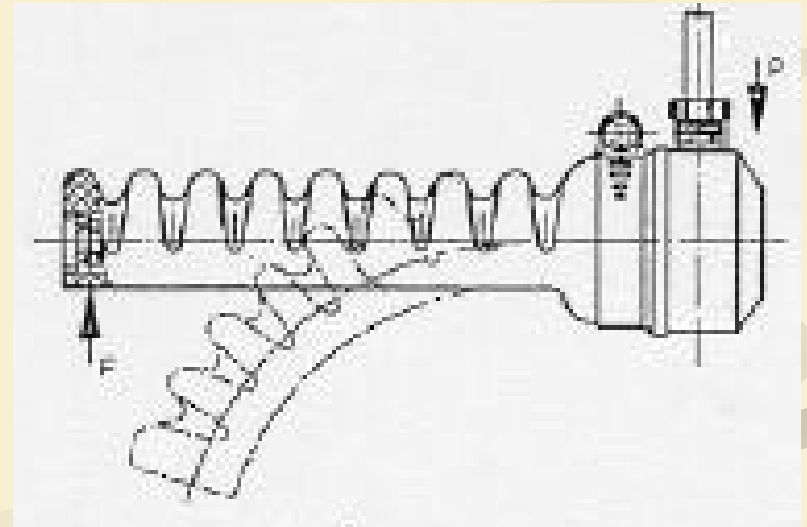
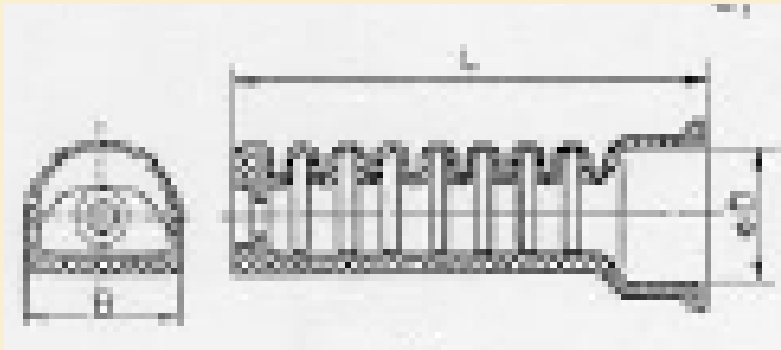
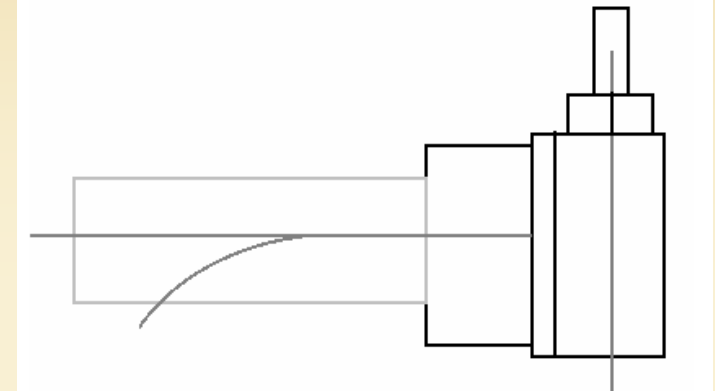


(b) External expansion gripper

# Ipari robotok megfogó szerkezetei

## Rugalmas (flexibilis) megfogószerkezetek

### Pneumatikus rugalmas ujjas megfogó szerkezet



# Ipari robotok megfogó szerkezetei

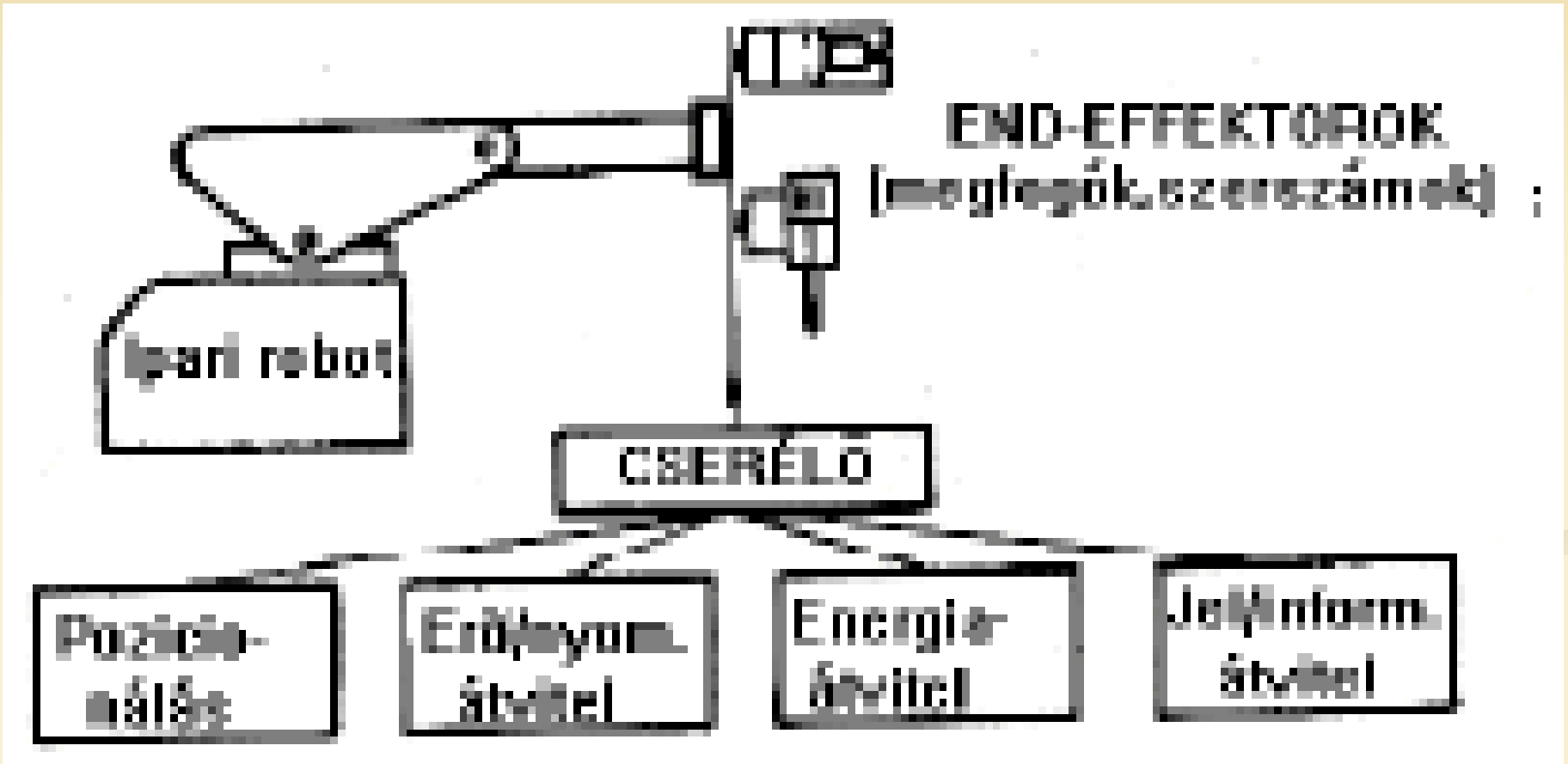
## Megfogószerkezetek (-pofák)

### cserélhetősége:

Vonatkozhat:

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

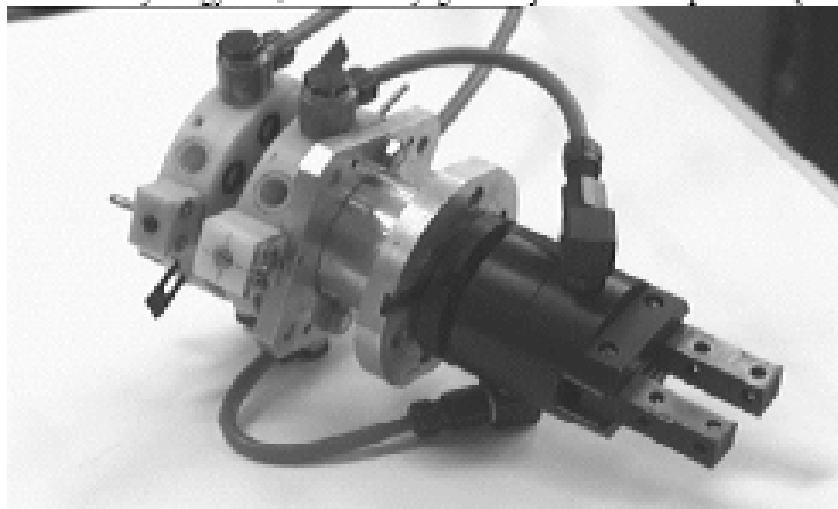
# Ipari robotok megfogó szerkezetei



A megfogó- és szerszámcszerélők főbb feladatai

# Ipari robotok megfogó szerkezetei

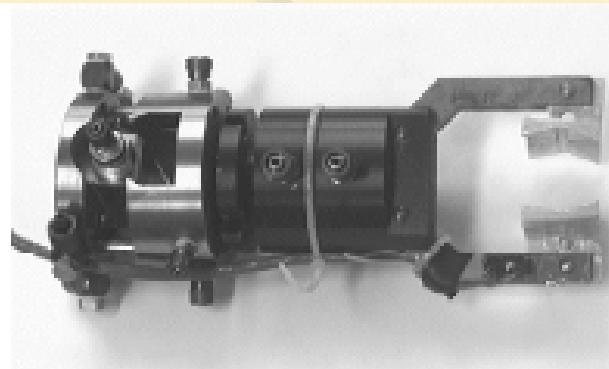
Az első cserélő ésszélya nagy volt, ezért műanyagházas újabb cserélőt építettünk (6. ábra).



6. ábra. A BME GTT műanyagházas cserélője megfogóval



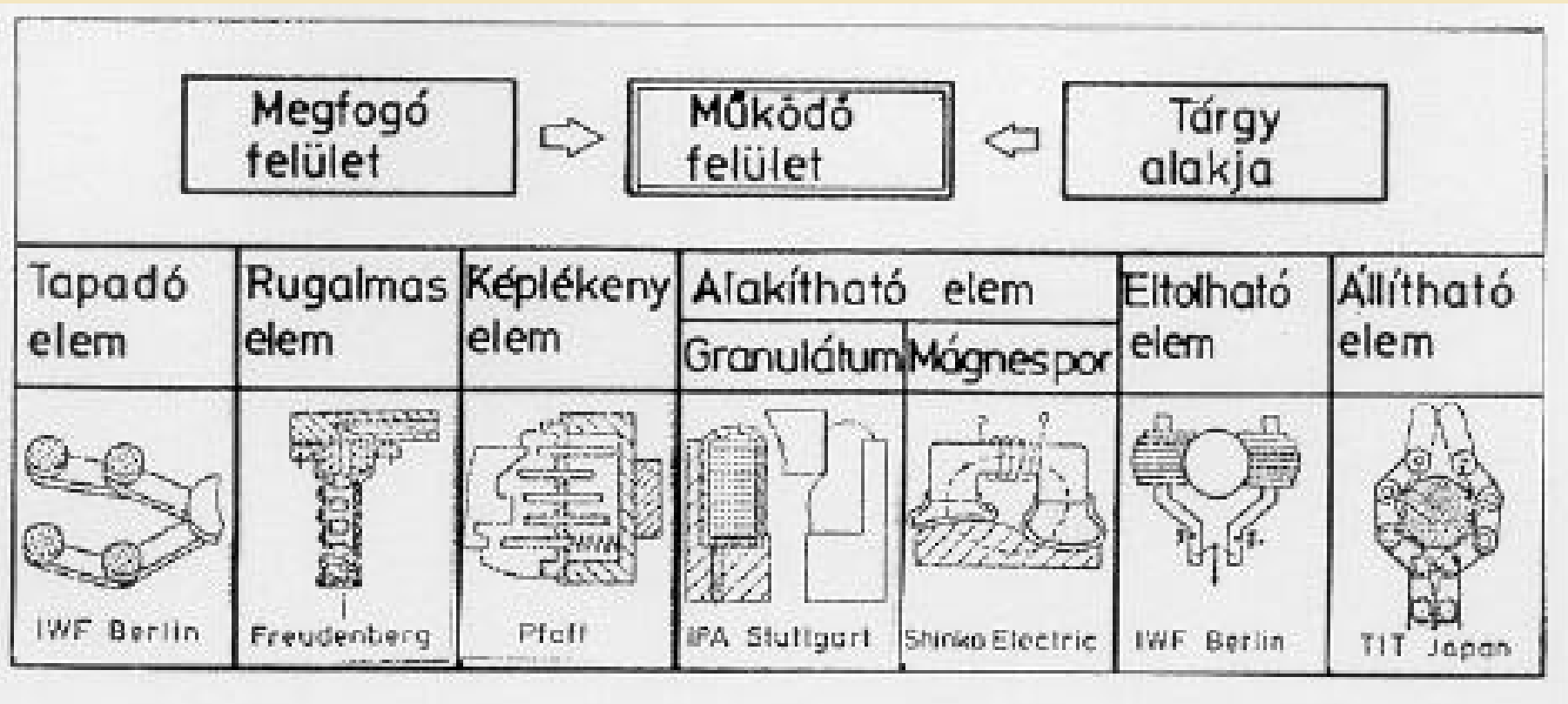
7. ábra. 10 kg teherbíróan cserélő



8. ábra. A cserélő megfogóval

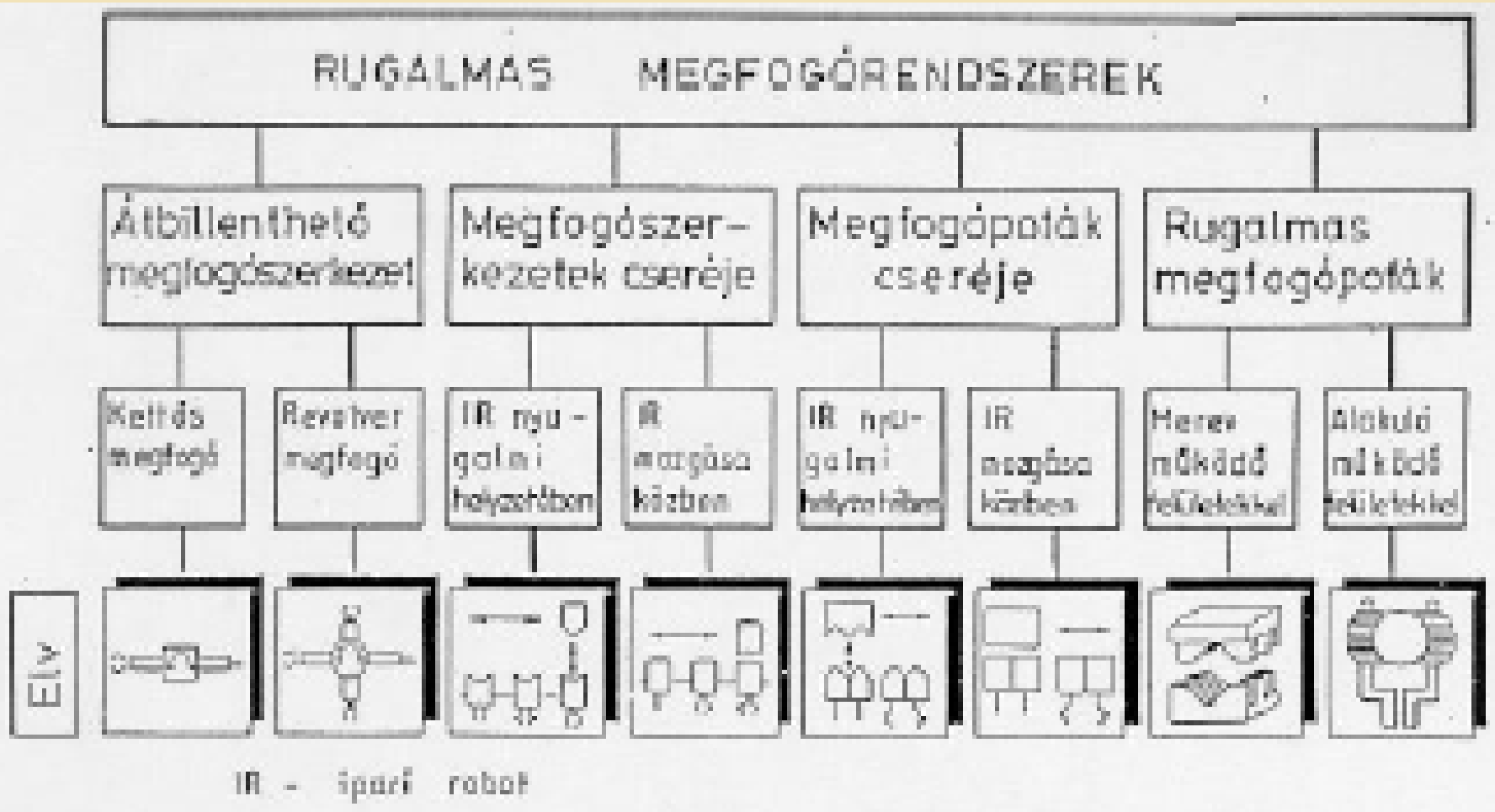


# Ipari robotok megfogó szerkezetei

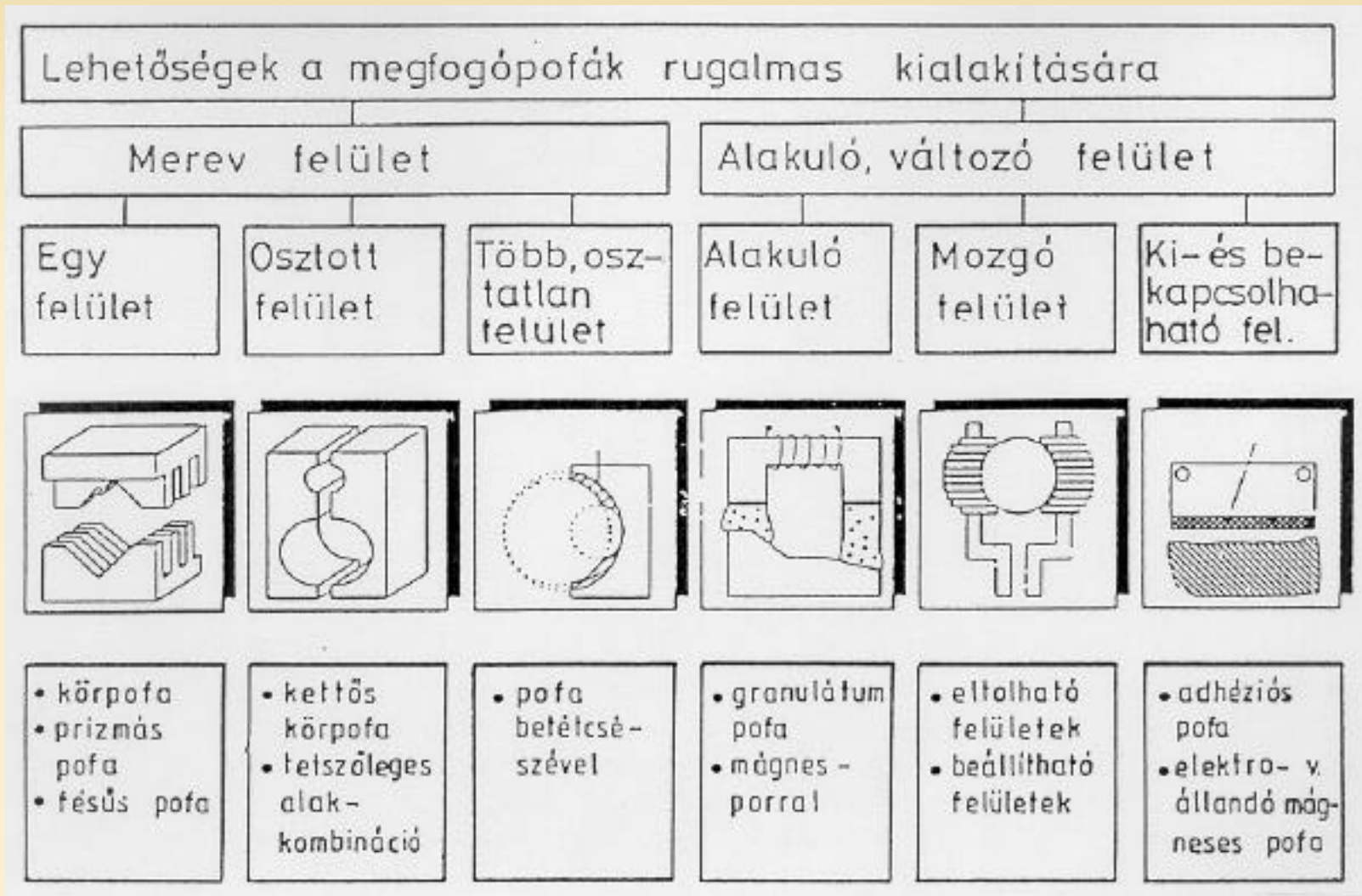


**Flexibilis megfogó szerkezetek, elemek**

# 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:

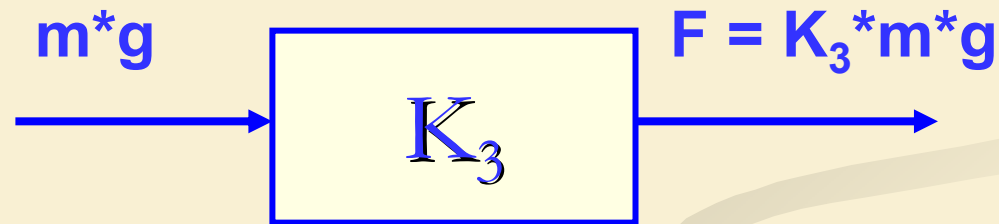
**$K_1$** : biztonsági tényező  $K_1 = 1,2 \dots 2,0$  (minden olyan körülmény ami nem számszerűsíthető pl. környezeti hatás, por, olaj, stb. ...)

**$K_2$** : 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)

$\rho$  a tárgy anyagának sűrűsége ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

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

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 a light beige gradient. In the bottom right corner, there are several overlapping, wavy, light-colored lines that create a sense of movement and depth.