

Ipari robotok

Készítette: Maczik Mihály András

Békéscsaba

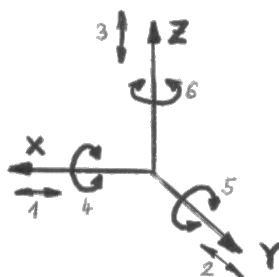
1 A robotok jellemzése típustól függetlenül

1.1 Általános robotjellemzők

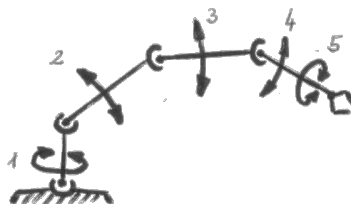
1.1.1 Szabadságfokok

A robot feladata a végrehajtóelem elmozgatása a tér előírt pontjába. Ehhez a robotkar minden szegmensének megfelelő mozgatása szükséges. A végrehajtóelem térbeli elhelyezkedését és irányítottságát **6 szabadsági fokkal** tudjuk leírni, melyek a következők:

1. x irányú elmozdulás,
2. y irányú elmozdulás,
3. z irányú elmozdulás,
4. x tengely körüli elfordulás,
5. y tengely körüli elfordulás,
6. z tengely körüli elfordulás.



A szabadsági fokok **másik megközelítése** szerint a robotoknak annyi szabadsági foka van, ahány mozgástengelyük. Minél több szabadsági foka van egy robotnak, annál többre képes, eldugottabb helyekhez tud hozzáférni.



1.1.2 Egyenes mozgás - forgómozgás

A robotokat a mozgástengelyek és a tengelyeknél végzett mozgástípusok alapján csoportosítjuk. Két mozgástípust különböztetünk meg:

1. egyenes (lineáris),
2. forgó (rotációs).

A lineáris (Descartes koordináta tengelyek mentén történő), mozgás során a karszegmens egyenes úton mozog.

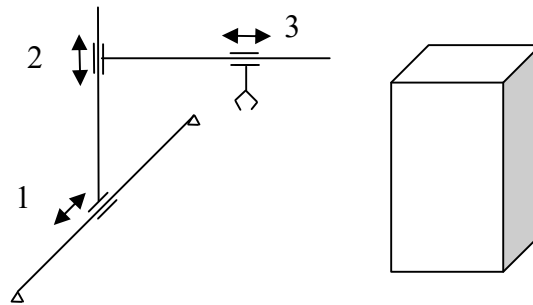
A másik mozgásfajta a forgómozgás. Ebben az esetben a szegmens egy adott csukló körül elfordul.

1.1.3 Mozgástér, koordináta rendszerek

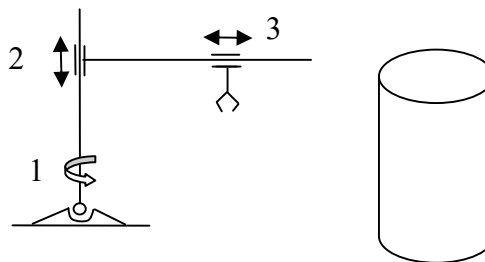
A mozgástér vagy munkaterület a háromdimenziós tér azon részét jelöli, melyben a robot a maximális terheléssel a megadott pontossági értéken belül tud működni. A terület alakja a szabadsági fokok számától, a kar szegmenseinek hosszától és az egyes tengelyek mozgástípusától függ.

Négy alapvető robotkoordináta rendszer van, amelyek megszabják a működési terület alakját.
Ezek:

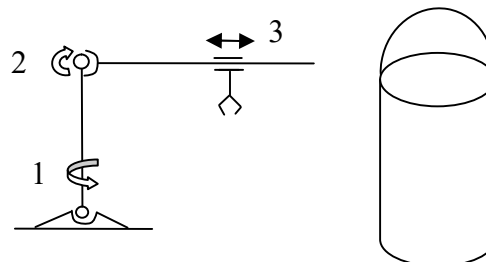
1. a Descartes-koordináta rendszer (munkaterülete hasáb alakú),



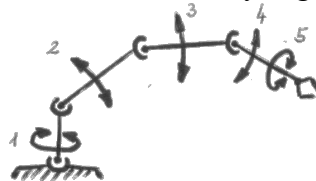
2. a hengerkoordináta rendszer (munkaterülete henger alakú),

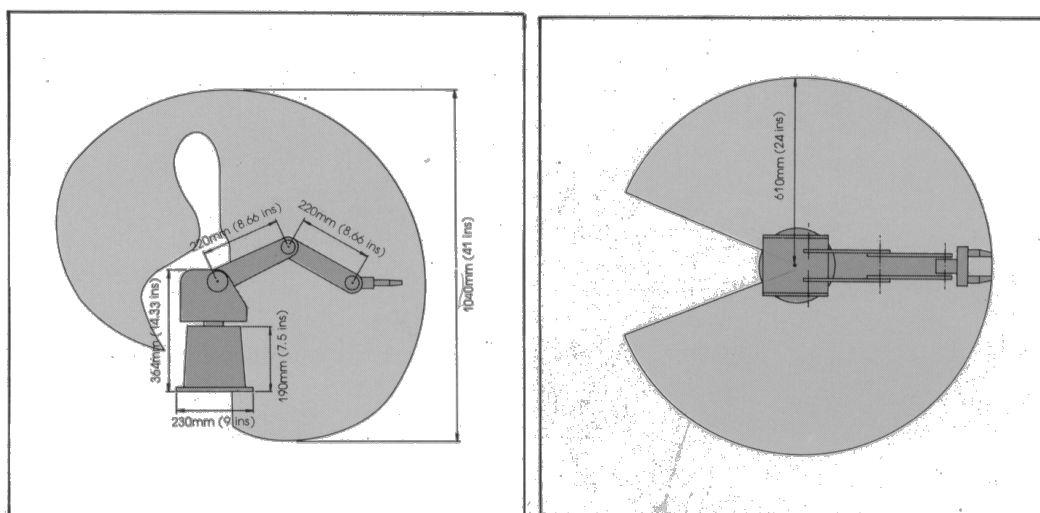


3. a polár – koordináta rendszer (munkaterülete felül félgömbbel lezárt henger alakú),



4. a humanoid rendszer (munkaterülete hiányos gömb alakú).





A munkahelyeken, a robot működési területén szükség van rendszerint tiltott zónákra is. Ezek olyan területek, ahol a robot biztonsági okokból nem manőverezhet.

1.1.4 Terhelhetőség

A terhelhetőség fogalmán azt a maximális tömeget értjük, melyet a robot kinyújtott karral a működési terület vízszintes és függőleges síkjában egyaránt hordozni tud. A terhelhetőséget három fő tényező határozza meg:

1. Az első a robot működtető **motorjai** által szolgáltatott **teljesítmény**.
2. A második tényező a robot **szerkezeti** felépítése. Ha a robotkart vízszintes irányban teljesen kinyújtjuk, már viszonylag kis terhelés mellett is óriási nyomaték nehezedik a vállra.
3. A harmadik, hogy a terhelés **mozgatásának sebessége** is hatással van a terhelhetőségre. Ennek oka, hogy gyorsuláskor illetve lassuláskor nyomaték hat a szerkezetre. (Ennek a problémának figyelmen kívül hagyásával sok robotgyártó cég a terhelhetőséget statikus körülményekre vonatkoztatva adja meg.)

1.1.5 Sebesség

A sebesség a végrehajtó mozgásának gyorsaságára utaló jellemző. A kar mozgásának sokszínűsége miatt ezt a jellemzőt igen nehéz pontosan meghatározni. A robotgyártók vagy a **végrehajtóelem maximális sebességét** vagy pedig az **ízületek maximális forgási sebességét** adják meg. Általában a megadott sebesség értéke 0,5-1,5 m/s között változik.

1.1.6 Ciklusidő

A ciklusidő, egy adott feladat elvégzésének ideje. Ez, a **sebességen** kívül függ a robot egyéb jellemzőitől és az **elvégzendő feladattól** is. Például az ívhegesztés varratának elkészítése sokkal több időt vesz igénybe, mint egy ponthegesztés.

A **terheléstől** két okból függ a ciklusidő. Először a robotkar nagyobb terhelés esetén valamivel lassabban gyorsul illetve lassul. Másodszor a nagyobb terhelések tehetetlensége túllendülést okoz a megállásoknál, ami rontja a mozgás pontosságát.

1.1.7 Lecsengési idő

Egy-egy mozzanat befejezése után a robot végrehajtóeleme még rövid ideig tovább mozog, vagy leng. A lecsengési idő tehát az az idő, mely alatt a végrehajtó nyugalomba jut.

1.1.8 Pontosság

A pontosság megmutatja, hogy a robot a végrehajtó elemet a tér egy kijelölt pontjába milyen pontosan tudja elhelyezni. Minden egyes ízületnél keletkezik a mechanikai kialakítások miatt egy kis hiba. Bár ezek a hibák az egyes pontokban igen kicsik, az összehatásuk már számottevő lehet.

1.1.9 Felbontóképesség

A felbontóképesség alatt azt a legkisebb elmozdulást értjük, melyet a robot érzékelni tud. Amennyiben tehát a robot egy adott értéknél kisebb elmozdulást nem tud érzékelni, akkor ennél az értéknél nagyobb a pontossága sem lehet.

1.1.10 Ismétlési pontosság

Az ismétlési pontosság azt mutatja meg, hogy a robot egy korábban már megtalált pontba milyen eltéréssel tud visszamenni. Másképpen az ismétlési pontosság azt mutatja meg, hogy a robot egy műveletet hányszor tud elvégezni a tűrésen belül.

1.1.11 Alkalmazkodóképesség

A robotok minden mozdulatában van egy kis hiba. A feladatok elvégzése során ezért valamilyen módon a hibákat kompenzálni kell. Az alkalmazkodó képesség erre a kompenzáló mozgásra utal.

A kompenzálásnak két módja használatos:

1. passzív kompenzálás
2. aktív kompenzálás

A passzív kompenzálás során a pontatlanságból keletkező feszültséget a csukló rugalmassága nyeli el.

Az aktív kompenzálás folyamán érzékelők, nyúlásmérő bélyegek jelzik a vezérlőnek a csuklóra ható feszültségeket. Ezt a motorok kompenzálják.

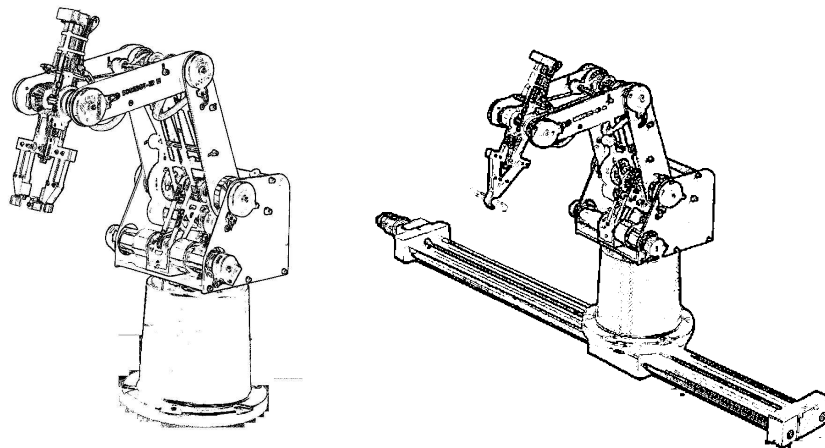
1.2 A robotok fő egységei

1. alapzat,
2. karrendszer,
3. munkavégző eszköz,
4. érzékelők,
5. mozgatószerkezet,
6. vezérlőegység.

1.2.1 Az alapzat

Az alapzat a robot szerkezetének bázisa, melynek két fő típusa:

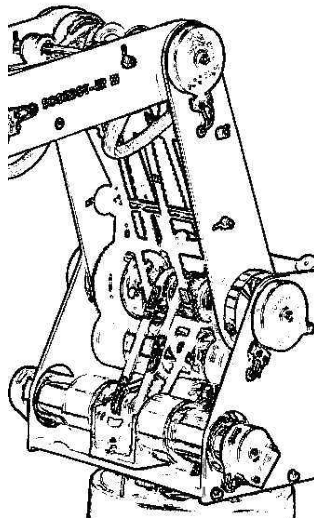
1. rögzített (padlóra, falra, mennyezetre, másik gépre),
2. mozgó (sínrendszeren, futópályán).



1.2.2 A karrendszer

A robotkar ízületekkel (csuklókkal, csúszkák) összekapcsolt szegmensekből áll, mely az alapzathoz kapcsolódik. A feladata a munkavégző eszköz mozgatása az adott térrészben. A szegmensek merev részek, melyek ízületekkel kapcsolódnak egymáshoz. Ezek az ízületek teszik lehetővé a szegmensek adott irányú, vagy adott tengely körüli mozgását.

Az alapzathoz a derékon keresztül kapcsolódó szegmensét kezdőszegmensnek nevezzük. Azt a karrészt viszont, amelyhez a csukló által a munkavégző eszköz kapcsolódik, végső szegmensnek hívjuk.

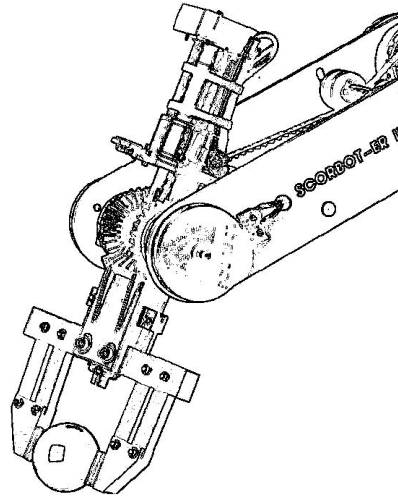


1.2.3 A munkavégző eszköz

A robotkar végső szegmenséhez egy csuklón keresztül kapcsolódik. Típusai:

- megfogó, szorító, (mely az emberi kezet utánozza)
- vákuumos tapadókorong (sima, tiszta felületek pl.: üveglap megfogásához),
- elektromágnes (mágnesezhető anyagok (vas) megfogásához),
- szerelőszerszám (pl.: csavarhúzó, dugókulcs),
- ragasztótubus,
- festékszóró,
- AFI hegesztőpisztoly,
- ponthegeztő szorítópofo.

Amennyiben növelni szeretnénk a robot sokoldalúságát, akkor a szerszámot úgy kell kialakítani, hogy könnyen leszerelhető legyen a csuklóról és a helyébe egy másikat lehessen tenni.



1.2.4 Az érzékelők

Az érzékelőrendszer lehet a robot szerves alkotórésze, de gyakori az is, hogy elkülönül tőle, és csak információt küld a robotnak. Az információ továbbítása elektronikus vagy elektromechanikus úton történhet. Főbb típusai:

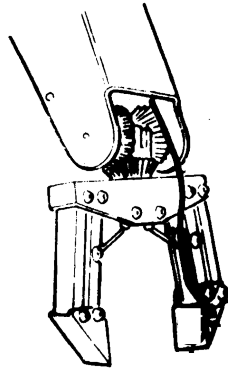
- végállást érzékelő elektromos mikrokapcsoló,
- a karrendszer helyzetét visszacsatoló kódolók
- induktív közelítésérzékelő,
- mágneses, REED- relés közelítésérzékelő,
- kapacitív közelítésérzékelő,
- különféle optikai közelítésérzékelők,
- ipari kamerás látórendszer,
- tapintó érzékelők,
- távolságmérők.

Igen gyakori, hogy a robotnak éreznie kell a tárgyakat. Ez a feladat a különböző **tapintóérzékelők** segítségével valósítható meg. A főbb típusok:

1. elektromechanikus mikrokapcsoló,
2. elemi, miniatűr érzékelők mátrixba rendezve.

Van olyan eset, amikor nem elég azt tudni, hogy a megfogó megragadta a tárgyat, hanem információra van szükségünk arról is, hogy az adott tárgy a megfogóban mozdulatlan. Erre használhatók a **csúszásérzékelők**. Főbb típusai:

1. mágneses szegmensekkel ellátott gumigörgő és vele szemben egy mágneses érzékelő,
2. fényvisszaverő szegmensekkel ellátott gumigörgő és vele szemben egy optikai érzékelő,



A távolságmérő rendszerek

Segítségükkel a robot a tárgy pontos távolságát tudja meghatározni. Főbb típusai:

1. ultrahangos távmérő,
2. lézersugaras távmérő.

Az ultrahangos távmérő kiküld egy impulzust, ami az érzékelendő tárgyról visszaverődik. Az impulzus terjedési sebességének valamint a kibocsátás és a visszaverődés közötti idő ismeretében a mikroprocesszor vagy mikrokontroller ki tudja számítani a tárgy távolságát.

A lézeres távolságmérő sokkal pontosabb eszköz. Segítségével nanométernél kisebb távolságok is mérhetők. Ez az érzékelő kibocsátott lézersugár visszaverődési idejével méri a távolságot. Sajnos a környezeti hatások például füst, köd, por és eső - kedvezőtlenül befolyásolják a működését, szétszórják, elnyelik a sugarat.

1.2.5 A mozgatószerkezet

A mozgatórendszer minden robotban három fő egységből tevődik össze:

1. energiaforrás,
2. a forrásenergiát mechanikaivá alakító egység,
3. a mechanikai energiát továbbító egység.

Az energiaforrások:

1. pneumatikus (hengerek, vagy motorok mozgatása sűrített levegővel),
2. hidraulikus (hengerek, vagy motorok mozgatása nagynyomású olajjal),
3. elektromos (elektromos szervomotorok vagy léptetőmotorok).

Az energia eljuttatása az ízületekhez két módon lehetséges:

1. A motorokat a megfelelő ízületekben helyezik el.
 - A módszer előnye, hogy nincs szükség mozgástovábbító fogaskerekre, csigákra, láncokra. Emiatt a robot felépítése egyszerűbb, kevesebb a teljesítményvesztés és nagyobb pontosság érhető el.
 - A módszer hátránya, hogy amennyiben a motor nagytömegű, akkor a robotkar robosztus lesz, s így a manőverező képessége romlik. A másik hátrány, hogy a működtetők viszonylag jelentős tömege komoly mechanikai feszültségeket ébreszt a robot szerkezetében.
2. A motorokat az alapzatban helyezik el. A mozgást ekkor csigák, fogaskerek és láncok, fogazott szíjak segítségével továbbítjuk az ízületekhez.
 - A módszer előnye, hogy el lehet kerülni az ízületek nehézkes mozgását.
 - A módszer hátránya, hogy összetett feladat a mozgás továbbítása, ami növeli az alkatrészek számát és a robot mechanikai bonyolultságát ugyanakkor a robot pontossága erősen lecsökken. Az egyes alkatrészek között fellépő súrlódás növeli a teljesítményvesztést.

Napjaink robotjainak legtöbbször a két módszer kombinációját használják. A kisméretű működtetőket az ízületekbe szerelik, növelve a pontosságot és csökkentve az energiavesztést. A nagyméretű működtetőket pedig az alapszerkezetben helyezik el, megkímélve ezzel a robot szerkezetét a túlzott igénybevételtől és javítva a kar illetve az adott szegmensek mozgékonyágát.

1.2.6 A vezérlőegység

A vezérlőegység irányítja a berendezés összes mozgását. Főbb típusai:

- mechanikus vezérlők (végállás-ütközők, vezértárcsák, vezérdobok)
- pneumatikus vezérlés (pneumatikus szelepek, léptető),
- hidraulikus vezérlés (hidraulikus szelepek, léptető),
- elektromechanikus, relés vezérlés,
- **mikroprocesszoros** vagy számítógépes vezérlés.

Ma korszerűnek csak a mikroprocesszorral vagy számítógéppel vezérelt robotok tekinthetők, melyek utasításkészlettel programozhatók. Ezek főbb előnyei:

- kisebb, mint bármely más típus,
- ára viszonylag alacsony,
- könnyen programozható,

1.3 A robot vezérlési módjai

A robotok a szerint is csoportosíthatók, hogy a vezérlőegység milyen módon végzi a mozgások irányítását. Eszerint két fő típust különböztetünk meg:

1. **pontvezérlésű** robotokat,
2. **pályavezérlésű** robotokat.

1.3.1 Pontvezérlésű robotok

A pontvezérlés során az út egymást követő lényeges irányváltó pontjainak koordinátáit elraktározzák a robot memóriájában. A robot pontról-pontra halad, mozgása két pont között egyenes vonal menti, (esetleg három pontra illeszthető körvonal menti). A robot minden egyes szegmense mozog egészen addig, amíg a végrehajtóelem el nem éri a kívánt pozíciót.

A robotkar kapcsolatban van egy visszajelző rendszerrel. Ez a visszajelző rendszer jelet küld a vezérlő bemenetére, mely összehasonlításra kerül a kívánatos értékkel. Amikor a referencia jel megegyezik a visszacsatoló jelével, a szabályzó kimenetén megszűnik a hibajel, így a működtető leáll. A robot tehát elérte a kívánt pontot.

Ezt a rendszert zárt hurkú szervomechanizmusnak nevezzük. Szervomechanizmus azért, mert kis energiával (jeladó kimeneti feszültsége) irányítunk egy nagy energiájú rendszert (a hidraulikus működtető). A zárt hurkú kifejezés pedig arra utal, hogy visszacsatolás van a kimenet (a manipulátor mozgása) és a bemenet (a jeladó feszültsége) között.

1.3.2 Pályavezérlésű robotok

A pályavezérlésű robotok esetében a végrehajtóelem mozgásának útvonalát nagy adatsűrűséggel mentjük el, tanítjuk be. Általában tanítás (felvétel) üzemmódban kézzel mozgatjuk a robotkart, a felvétel végét követően ezt visszajátsszuk, ha kell, korrekciózunk.

A pályavezérlést akkor használják, amikor speciális úton kell mozgatni a végrehajtót. Igen jó ipari példa a festő- és az ívhegesztő robot vezérlése, a pályavezérlés segítségével ugyanis bármilyen alak követhető. A rendszer egyetlen hátránya, hogy nagyobb memóriakapacitást igényel.

1.4 Robotprogramozás

A robotprogramozás két nagy csoportra osztható:

- ON-LINE,
- OFF-LINE.

1.4.1 Az ON-LINE programozás

Az ON-LINE programozás során magát a robotot programozzák. A rendszer előnye, hogy a programozó számításba tudja venni a munkaterületen elhelyezkedő tárgyakat és azonnal ellenőrizni tudja a működést. A hátránya különösen ipari szempontból jelentős: a programozás idejére a robotot le kell állítani, tehát ez alatt nem termel.

Az ON-LINE programozás módszerei:

- pontvezérlésű robotok programozása

Ennek lényege, hogy a robotot a kezelő számítógép, vezérlőkonzol vagy kézi vezérlőkészülék segítségével tanítja meg a szükséges mozgásokra. A tanítás során a kezelő pontonként halad, és az egyes pontokat külön-külön beírja a robot memóriájába. A vezérlőkonzol a robotra vagy mellé rögzített kezelőpult, míg a kézi vezérlőkészülék egy kisméretű, hordozható billentyűzet. A mozgáspontok rögzítése után valamilyen programnyelven meg kell írni azt a programot, amelyik közli a robottal, hogy mit kezdjen az előzetesen letárolt pontokkal.

- pályavezérlésű robotok programozása

A programozó kézzel végigvezeti a robotkard az elvégzendő feladat útvonalán. A mozgás paramétereit ennek során a robot vezérlőegysége önállóan rögzíti. Ehhez természetesen szükséges, hogy a programozó az adott feladat elvégzésében járatos legyen (pl. hegesztésnél tudja a hegesztés mozzanatait stb.). Ezzel a programozási móddal igen bonyolult működések is elérhetők, de nagy memóriakapacitás kell az útvonal paramétereinek rögzítéséhez.

1.4.2 Az OFF-LINE programozás

Ennek során a programozó egy számítógép termináljánál, a robottól függetlenül fejleszti ki a működést irányító programot. Ezután ezt a programot átküldik a robot memóriájába. A legnagyobb előnye ennek az eljárásnak, hogy a programozás illetve a programfejlesztés alatt a robotot nem kell kikapcsolni. Ennek az ipari alkalmazásokban van nagy gazdasági jelentősége. Ugyanakkor igen nehéz feladat ilyen programot írni, különösen, ha a működési területen sok tiltott zóna van.

2 SCORBOT-ER V Plus jellemzői

2.1 Általános robotjellemzők

2.1.1 Mozgás szerinti besorolása

Humanoid rendszerű lengőkaros robot.

2.1.2 Terhelhetőség

Vízszintesen kinyújtott karral maximum 10 kg.

2.1.3 Sebesség

Maximum 330 mm/s, amely szoftverből 10, konzolról 100 fokozatban állítható.

2.1.4 Ismétlési pontosság

Legalább 0,5 mm.

2.1.5 Alkalmazkodó képesség

Passzív kompenzálású.

2.2 Főbb egységeinek jellemzői

2.2.1 Az alapzat

Vízszintes talapzatra szerelhető fixen, illetve 1200 mm-es lineáris siklótalpra szerelhető.

2.2.2 A karrendszer

Karja 5 szabadsági fokkal, vagyis forgástengellyel rendelkezik, amelyek a következők:

- 1 derékizület körüli vízszintes forgás 310^0 -ban,
 - 2 vállizület körüli függőleges forgás 165^0 -ban,
 - 3 könyökizület körüli függőleges forgás 260^0 -ban,
 - 4 csuklóizület körüli függőleges forgás 260^0 -ban,
 - 5 csuklóizület körüli tengelyirányú forgás (3 fordulat).
- Maximális karkinyúlása 610 mm.

2.2.3 Munkavégző eszköz

Kétujjas megfogó.

Maximális megfogható méret 75 mm.

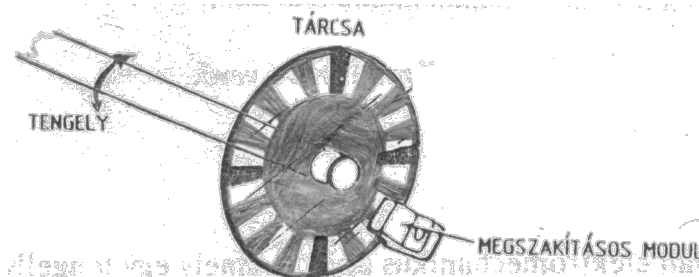
Minimális megfogható méret 1 mm.

A megfogó a benne rögzített munkadarab méretét 1mm pontossággal megméri.

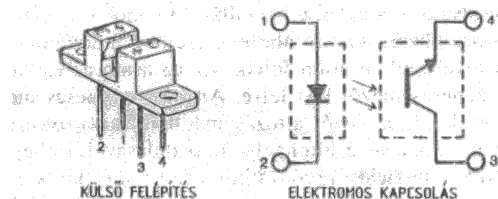
Alkalmazott szorítóerő: 10 N

2.2.4 Az érzékelők

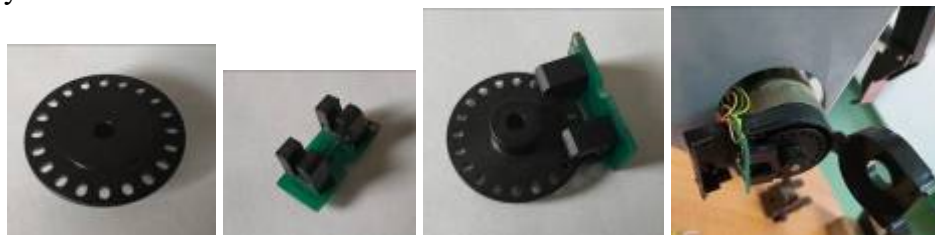
A robot mindenkor saját pozíciójának meghatározásához motoronként egy-egy kódoló tárcsát alkalmaz. A kódoló tárcsa a motor tengelyének végére szerelt korong, melynek külső pereménél apró lyukak vannak egyenlő osztásban. A kerületének egy pontján körülfogja a korongot egy optikai megszakításos modul két érzékelővel.



Ebben az eszközben van két darab LED fényforrás és vele szemben két darab fényérzékelő fototranzisztor. Ha a LED és a fototranzisztor között a tárcsa tömör része van, a fototranzisztor nem jelez, ha lyuk van, jelez. A tengely forgása közben minden fénymegszakítás egy-egy impulzust hoz létre a modul kimenetén.



Az impulzusok számlálásával a robot vezérlője kiszámítja a tengely sebességét és szöghelyzetét. Az összes mozgatómotor tárcsaiból jövő információk birtokában kiszámítható a robotkar pillanatnyi helyzete. Ez azonban csak akkor lehetséges, ha a robot beindításakor alaphelyzetbe van állítva, így minden kódoló nullán áll. A két érzékelő egymástól fél osztással el van tolva, így abból, hogy melyik jel érkezik előbb, meghatározható a forgásirány.



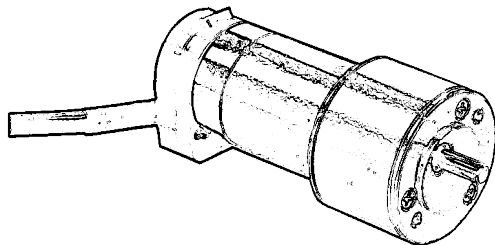
Optikai rendszerű inkrementáló fém tárcsa és kettős optikai kapuval: A és B csatorna. Tudja mérni a fordulatszámot és a forgásirányt is.

A robotot működésében egyéb utólag felszerelt érzékelők is segítik, melyek a következők:

- Optikai kapus érzékelő, mely azt figyeli, hogy van-e munkadarab a tárolóban.
- Optikai tárgyreflexiós érzékelő, mely a munkadarab színét állapítja meg.
- Induktív közelítésérzékelő, mely eldönti, hogy a munkadarab fém vagy nem.
- Optikai prizmás érzékelő tiltott területek lehatárolására.
- Egyszerű nyomógomb a munkadarab-tároló feltöltésének nyugtázására.

2.2.5 A mozgatószerkezet

A robot 5 tengelyét 5 darab motor hajtja. A hatodik motor nyitja és zárja a megfogót. A vezérlés ezen kívül további 5 külső motor felszerelését és irányítását teszi lehetővé, melyekkel szállítószalag, forgóasztal, siklóalp mozgatható. Az utólag felszerelt motorok a 7, 8, 9, 10, 11, sorszámot kapják.



Minden motor állandó mágneses egyenáramú szervomotor. A 12V-os DC servo motoroknál a forgásirány váltása polaritás felcserélésével, a fordulatszám változtatása feszültség (kitöltési tényező) módosítással történik.

A motor tengelyének egyik végén található az optikai kódoló, a másik végén egy fogaskerekes lassító hajtómű.

A motorokat a robot alapzatába szerelték, a hajtás az ízületekbe fogaskerekes- és fogazott laposszíj-hajtással jut el. Kivétel ez alól a megfogó motorja mely közvetlenül az ujjak fölé került.



Többfokozatú fogaskerekes hajtómű, 127,7:1 lassító áttétellel, fogazott szíj hajtással.