

Debreceni Egyetem,  
Informatika Kar

**ROBOT TRANSZPORTER FEJLESZTÉSE MPS SORT  
KISZOLGÁLÓ ROBOT MOZGATÁSÁHOZ**

1. Témavezető: Dr. Juhász György  
2. Témavezető: Raptis Dimitrios

Készítette:  
Hüse László  
Mérnök-informatikus

Debrecen  
2010

### **Nyilatkozat az önálló munkáról**

Alulírott Hüse László a Debreceni Egyetem hallgatója kijelentem, hogy ezt a szakdolgozat-tervet meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, és a diplomatermben csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen a forrás megadásával megjelöltem.

.....

Hüse László

## Tartalomjegyzék

<b>Nyilatkozat az önálló munkáról</b>	<b>2</b>
<b>1. Bevezetés</b>	<b>5</b>
<b>2. A robot transzporter felépítése</b>	<b>6</b>
2.1 Robottranszporter hajtásának tervezése	7
2.2 Hajtás modulok	7
2.2.1 Pneumatikus hajtás	7
2.2.1.1 A pneumatikus rendszerekről általában	8
2.2.1.2 Pneumatikus lineáris hajtóművek	9
2.2.2 Léptetőmotor	12
2.2.2.1 Festo léptetőmotorjai, vezérlők	13
2.2.3 Szervomotor	18
2.2.3.1 Festo szervomotorjai, vezérlői	19
2.3 Szenzorok, érzékelők	20
2.3.1. Optikai szenzorok	21
2.3.2. Mechanikus helyzetkapcsolók	23
2.4 Mitsubishi RV2-AJ	24
<b>3. A PLC</b>	<b>26</b>
3.1 PLC alapeszköz elemei	26
3.1.1. Be/Kimeneti felületek	27
3.1.2. Időzítők	28
3.1.3. Számlálók	29
3.1.4. Merkerek, regiszterek	30
<b>4. Elektromos aktuátorok vezérlőinek programozása</b>	<b>31</b>
4.1. Programozási módok	31
4.2 Az CMMS/AS tengelyvezérlő programozása	32
4.2.1 A robottranszporter működésének ismertetése	32
4.2.2 Motorvezérlő beállítások	33
4.2.3 A CMMS/AS motorvezérlő és a PLC közötti kommunikáció	37
4.2.4 A PLC munkaprogramja	38
<b>Összefoglalás</b>	<b>40</b>

<b>Köszönetnyilvánítás</b>	<b>41</b>
<b>Képjegyzék</b>	<b>42</b>
<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>43</b>

## 1. Bevezetés

A Festo Kft. már régóta gyárt, és forgalmaz oktatási célokra szánt, tisztán ipari elemekből (szenzorokból, vezérlőkből, aktuátorokból) álló, kompakt, kisebb méretű különböző megmunkáló egységeket, úgynevezett MPS (Modular Production System) állomásokat, melyek önállóan bizonyos feladatok elvégzésére hivatottak és a kívánt megmunkálás céljától függően többféleképpen összeépíthetők.

Jelen szakdolgozat témája egy robot transzporter fejlesztése az 5 állomásos MPS sor és a magasraktári manipulátor kiszolgálásához. Az előbb említett három állomás jelenleg is létezik és működőképes, oktatási célokra jelenleg is használatban vannak. Azonban több probléma is felmerül a transzporterrel kapcsolatban. Egyik közülük a nagyon magas levegőfogyasztása, valamint a körülményes energiaellátása és idesorolható még az is, hogy a jelenlegi pneumatikus modell pontossága nem a legmegfelelőbb, ugyanis több tizedes pontossággal rendelkezik csak, mely célgépek kiszolgálásánál már kevésnek bizonyulhat.

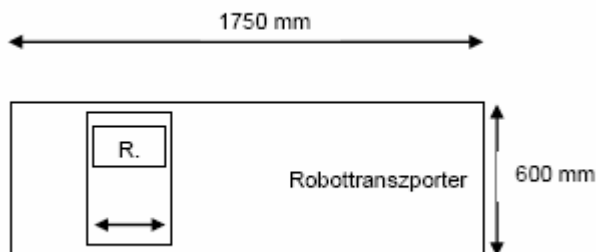
Így szakdolgozatom témája egy teljesen új robottranszporter fejlesztése, új és kedvezőbb hajtásrendszerrel, mely lévén szó ipari berendezésről, nagy, százados pontossággal, hosszú élettartammal, valamint kedvező ár-érték aránnyal rendelkezik. A fejlesztési fázis után pedig a választott hajtás vezérlőjének programozása következik. Részletesen bemutatom a programozás menetét, majd végezetül pedig egy rövid reprezentatív munkaprogram írására kerül sor.

## 2. A robot transzporter felépítése

A robottranszporter elsődleges feladata a robot pozícionálása egy lineáris tengely mentén adott mozgásparaméterekkel, továbbá az MPS állomások, a Mitsubishi robot és a magasraktár összekapcsolása egymással mind mechanikailag, mind pedig informatikai kommunikáció tekintetében.

Ezen transzporter állomás többféle hajtási modullal szerelhető, ezen hajtási modulok lehetnek például pneumatikus, szervomotoros, vagy léptetőmotoros hajtások attól függően hogy a környezeti elemeknek, illetve a végrehajtandó feladatnak melyik felel meg a legjobban. Jelen szakdolgozatban a szervomotorral meghajtott transzporter állomással fogunk foglalkozni.

A Mitsubishi RV2-AJ típusú robotkar egy 5 szabadságfokkal rendelkező manipulátor, melynek jelen esetben egy megfogó található a végén és ennek segítségével végzi el a feladatát.



1.ábra.A robottranszporter sematikus ábrája

### Az új robottranszporterrel szembeni követelmények

méretei meghatározottak, melyek: 1750x600x700 mm

pozícionálási pontossága a robotok pontosságával egyezzen meg, tehát:  $\pm 0.02$  mm

ciklusidő: 4-5 másodperc

az adott pozíció pontos, merev megtartása

hosszú élettartam

kedvező ár-érték arány

## **2.1 Robottranszporter hajtásának tervezése**

Ebben a fejezetben röviden megnézem a pozícionálásra használható hajtások típusait, jellemzőit, majd pedig a legmegfelelőbbet kiválasztom és részletesen ismertetem hatásláncának felépítését. Az aktuátorok által felhasznált számos energiát az alábbi négy csoportba sorolhatjuk:

elektromos energia

fluid energia

kémiai energia

hőenergia

Mivel a Festo Kft. csak a fluid energiával, azon belül is a pneumatikával, ill. a hidraulikával, valamint a villamos energiával működő hajtásokkal foglalkozik, az általa forgalomba hozott termékek között ezen aktuátorok szerepelnek, így én is az ezekkel való pozícionálás megvalósításának módjaival foglalkozok.

## **2.2 Hajtás modulok**

Amint azt az előző fejezetben említettem a transzporter három különböző hajtási modullal szerelhető. Az eredeti első változatban pneumatikus hajtással készült el, ennek a hátránya az volt, hogy amellett, hogy pazarló módon bánt a sűrített levegővel a két végállás közötti megállási pontoknál nehezen lehetett pozícionálni.

Éppen ezen hiányossága miatt készült el a szervomotoros és a léptetőmotoros változat is. Ezen hajtásokkal és a megállási pontok számának megfelelő érzékelő közbeiktatásával már sokkal egyszerűbben és pontosabban megoldható a pozícionálás a két végállás között a szervomotorral mint a pneumatikus hajtásnál volt.

### **2.2.1 Pneumatikus hajtás**

A következő részben röviden ismertetem a pneumatikus pozicionálás tulajdonságait, mely a korábbi transzporter hajtásaként szolgál. Erre szükség van, hiszen ahhoz, hogy egy jobb rendszert fejlesszek ki, szükséges a korábbi ismerete, annak tulajdonságai. A pneumatika meglepően rövid idő alatt elterjedt az ipari alkalmazás területein. Ennek alapvető oka, hogy vannak olyan gépesítési és automatizálási feladatok, melyek más energiahordozóval egyszerűen és gazdaságosan nem valósíthatók meg.

### **2.2.1.1 A pneumatikus rendszerekről általában**

#### **A sűrített levegő legfontosabb előnyei**

A levegő gyakorlatilag mindenhol korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre.

A sűrített levegő csővezetéken nagy távolságra egyszerűen, könnyen szállítható. Az elhasznált levegő visszavezetésére nincs szükség.

A sűrített levegő a hőmérséklet változásokra érzéketlen, ez lehetővé teszi a biztonságos alkalmazását különleges hőmérsékleti viszonyok között is.

A sűrített levegő robbanás- és tűzbiztos, nincs szükség drága biztonsági berendezések alkalmazására.

A sűrített levegő tiszta, tömítetlen vezetékeknél, elemeknél sem tud szennyeződés bekerülni a kiáramló levegő következtében. Erre a tisztaságra nagy szükség van például az élelmiszeriparban, fa-, textil-, és bőriparban.

A munkavégző elemek felépítése egyszerű és ennek megfelelően olcsó.

A sűrített levegő áramlási sebessége viszonylag magas, így jelentős munkasebességek elérését teszi lehetővé.

Sűrített levegőnél a sebesség fokozatmentesen vezérelhető, ill. az erőkifejtés fokozatmentesen szabályozható.

#### **A sűrített levegő negatív tulajdonságai**

A sűrített levegő gondos előkészítést igényel. Az energiahordozó szennyeződést és nedvességet nem tartalmazhat. Ez az elemek élettartamát csökkentené.

A sűrített levegővel működő hengerekkel nem lehet terhelés-független, egyenletes, ill. állandó dugattyúsebességet biztosítani.

A sűrített levegő csak egy meghatározott erőkifejtésig gazdaságos. Normál üzemi nyomás (700 kPa, 7bar esetén) a lökettől és a dugattyúsebességtől függően, a határterhelés 20 000-30 000 N, 2000-3000 kp körüli érték.

Pontos értéktartásra nem képes, hiszen a sűrített levegő összenyomható.

A sűrített levegő viszonylag drága energiahordozó. A magas energiaköltségek nagy részben olcsó elemekkel és nagy teljesítménnyel (működési sebesség) kompenzálhatók.

### **2.2.1.2 Pneumatikus lineáris hajtóművek**

Az egyszeres működtetésű munkahengereknél csak az egyik hengertér kap energiaellátást. Ennek megfelelően csak egy mozgásirányban végezhetnek munkát, a sűrített levegő bevezetéstől (dugattyúoldali, ill. rúdoldali tér) függően. A másik mozgásirányban rugóerő, vagy külső terhelő erő biztosítja a dugattyúmozgást. A beépített rugó méretezése olyan, hogy megfelelően nagy sebességgel vigye a dugattyút alaphelyzetbe. Az egyszeres működtetésű munkahengerek lökethosszát a beépített rugó szerkezeti hossza korlátozza. Ezek a hengerek rövid löketűek, kb. 100mm lökethosszig használatosak. Ezeket a végrehajtókat általában kilökésre, sajtolásra, emelésre, adagolásra alkalmazzák.

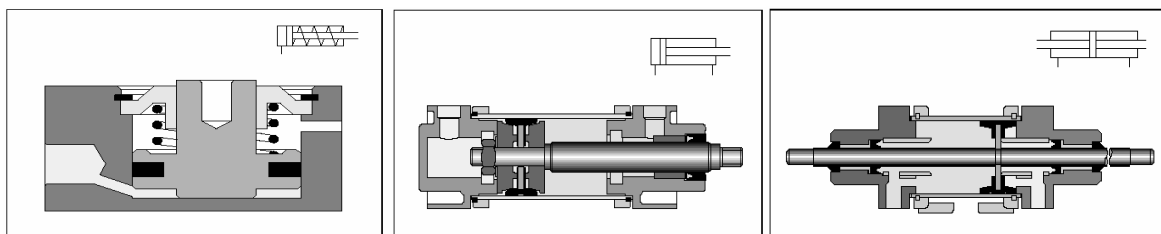
Amennyiben a munkahenger nagy tömegek mozgatását végzi, a dugattyú löketvégi merev ütközése a hengerfedélen károsodást okozhat. Ennek elkerülésére, a löketvéghöz csillapítást építenek be. A véghelyzet elérése előtt egy fékdugattyú elzárja a hengertérben lévő levegő szabad kiáramlását, így az csak a hengerfedélben elhelyezett fojtó-visszacsapó szelep változtatható keresztmetszetű fojtásán keresztül tud a továbbiakban áthaladni. A keresztmetszet csökkenés következtében a hengertérben a nyomás megnő, így a dugattyú fékezve, lassan éri el a véghelyzetet. A dugattyú ellenkező irányú mozgásakor a beáramló levegő a visszacsapó szelepen keresztül jut a hengertérbe.

Az átmenő dugattyúrudas munkahenger mindkét oldalán található dugattyúrúd, melynek merevsége, a két hengerfélben történő megvezetésből adódóan lényegesen nagyobb az előbbinél. A dugattyúrúd csekély oldalirányú terhelést is képes felvenni.

Az esetleges jeladó elemek (helyzetérzékelők) a szabad dugattyúrúdhoz egyszerűen illeszthetők. A dugattyú erő kifejtése a szimmetrikus felépítésnek megfelelően mindkét mozgásirányban azonos.

A kettős működésű munkahengerben a bevezetett sűrített levegő energiája a munkahenger dugattyúját két irányban mozgatja. A dugattyú előre-, illetve visszafutásnál meghatározott nagyságú erőt fejt ki. A kettősműködtetésű hengereket ott alkalmazzák, ahol a dugattyúnak visszafutáskor is munkát kell végeznie. Elvileg a henger lökethossza korlátlan, azonban a dugattyú első véghelyzetében a dugattyúrúd kihajlását figyelembe kell venni. A tömítés ennél a hengernél is tömítőgyűrűkkel, dugattyúval vagy membránnal oldható meg.

A kettős működtetésű munkahengerek több különleges kialakítással készülnek, a felhasználási igényekhez alkalmazkodva. Most ezeket tekintjük át!



2.1 ábra. Egyszeres működtetésű, kettős működtetésű, átmenő dugattyúrudas munkahenger

A membránhenger egy beépített membránt tartalmaz, melynek anyaga rugalmas, lényegében a dugattyút helyettesíti, valamint a benne keletkező feszültség révén a külső véghelyzetből való visszatérítés feladatát is ellátja. Külön tömítésre nincs szükség, súrlódás csak a membrán nyúlása során lép fel.

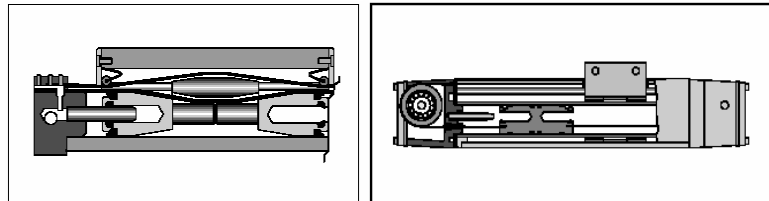
A dugattyúrúd nélküli hengerek kialakításánál három különböző működési elvet alkalmaznak: szalag- vagy kötélvontatású henger, tömítő szalagos henger hasított hengercsővel ( zippzár henger ), henger mágneses csatlakozású szánnal ( csúszkával ).

A szokásos kettős működésű hengerekhez képest a dugattyúrúd nélküli hengerek beépítési hossza kisebb. Nem kell félni a dugattyúrúd kihajlásától. Ez a fajta henger az extrém hosszú löketekhez alkalmazható akár 10 m lökethosszig. A készülékeket, terheket közvetlenül a szánnal vagy külső csúszkához lehet rögzíteni. Az erő mindkét mozgási irányban azonos nagyságú a dugattyú felület azonosságá miatt.

A szalaghengernél a dugattyú erejét egy körbefutó szalag viszi át a szánnal. A dugattyútérből tömítéssel keresztül lép ki a szalag. A henger végeinél a szalag vezetőgörgőkön

fordul vissza. A lehúzó csíkok gondoskodnak arról, hogy a vezetőgörgőkhöz a szalag ne vigyen szennyeződést.

A tömítőszalagos henger házában teljes hosszában egy hasíték van. Az erőt egy szán veszi át, amely szilárdan a dugattyúhoz van rögzítve. A szán és a dugattyú közötti rögzítés kívülről van megvezetve, a hengercső hasítékával. A hasíték tömítésére egy acélszalag szolgál, amely a szennyeződésektől védi a hengert.



2.2 ábra. Tömítőszalagos henger, szalaghenger

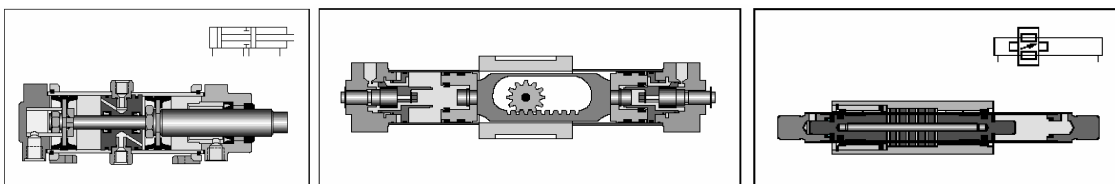
A mágneses kuplunggal rendelkező hengerek egy hengercsőből, egy dugattyúból és a henger csövén mozgatható külső csúszkából állnak. A dugattyún és a csúszkán állandó mágnes van. A mozgást a dugattyúról a csúszkára a mágneses kuplung erőzárással viszi át. Ha a dugattyút sűrített levegővel mozgatjuk, a csúszka szinkronban mozog a dugattyúval. A hengertér a csúszkától hermetikusan le van választva. Mivel nincs mechanikus kapcsolat, nincs szivárgási veszteség.

A tandemhenger két darab kettősműködtetésű munkahenger egy-egységbe építve. Ennél a kialakításnál a dugattyúrúd erő kifejtése megduplázódik. Alkalmazása ott célszerű, ahol kis radiális méretek mellett nagy erő kifejtésre van szükség.

A forgatóhenger egy kettősműködésű munkahengerből áll, melynek dugattyúrúdja meghosszabbított és fogasléc alakított. A fogasléc egy fogaskerékhez kapcsolódik, s így az egyenes vonalú mozgás forgómozgássá alakul át a löketiránytól függően jobb- vagy bal irányban. Az elfordulás mértéke különböző, 45°, 90°, 180°, 290°, 720° lehet. Az elfordulási szög beállítása az adott tartományon belül egy állítócsavar segítségével lehetséges. A henger forgató nyomatéka a nyomástól, a dugattyúfelülettől és az áttételtől függ. A forgatóhengert alkatrészek fordításához, csőhajlításhoz, klímaberendezések állításához, pillangószelepek zárásához lehet alkalmazni.

Mint a forgatóhenger, a lapátos henger is korlátozott szögelfordulásra alkalmas. A forgási tartomány általában maximum 300°, ennél a típusnál. A tömítési problémák (a lapát éle mentén), a geometriai kötöttségek (átmérő, szélesség) kis forgatónyomaték elérését teszik

lehetővé, de nagy sebességgel. A forgólapátos henger nagy előnye, hogy az elfordulási szög könnyen állítható.



2.3 ábra. Tandem henger, forgatóhenger, henger mágneses kuplunggal

A felhasználók külön kérésére gyártott különleges igénybevételek esetén használt hengerek: munkahenger erősített dugattyúrúddal, munkahenger erősített dugattyúval nagy nyomáshoz, henger hőálló tömítéssel, henger sárgarézből, henger keménykrómozású futófelülettel, henger saválló acélból készült dugattyúrúddal, henger műanyag bevonattal és saválló acélból készült dugattyúrúddal.

### 2.2.2 Léptetőmotor

A léptetőmotorok abban különböznek a hagyományos egyenáramú motoroktól, hogy bemenő villamos impulzusokat alakítanak át diszkrét szögelfordulásokká, valamint a fordulatszámuk egyenesen arányos az impulzusfrekvenciával. Manapság sok területen használják ezt a motortípust, pl. robotokban, szerszámgépekben, számítástechnikai perifériákban. Nagy előnye, hogy nem tartalmaz kommutátort, ezért rendkívül hosszú élettartamú, valamint nem igényel visszacsatolást sem, ami kedvező árat biztosít ennek a motor típusnak. Élettartamát gyakorlatilag a felhasznált csapágyak minősége befolyásolja. Ha a lépésvesztést mindenképp elkerülendő, visszacsatolást alkalmaznak, mely esetben a léptető motor veszít főbb előnyeiből. Képesek az elért szöghelyzet pontos megtartására, ugyanis álló helyzetben tartónyomatékuk van.

#### Előnyei

- kis költség
- robosztusság

egyszerű felépítés  
nagy megbízhatóság  
nem igényel karbantartás  
széles alkalmazhatóság  
nem igényel visszacsatolást  
mindenütt működőképes

### **Hátrányai**

rezonancia-gerjesztő hatású, ekkor hosszabb a beállási ideje  
a nyílt hurok miatt a lépésvesztés rejtve maradhat  
durva mozgású az egészen kis sebességnél, ha nincs mikrolépés-vezérlése  
áramfelvétele alig függ a terheléstől, könnyen túlmelegedhet  
nagyobb sebességen hővesztései nőnek, a rotor is melegszik, zajosság válhat  
rezonancia-hajlama és pozícionálási hibái inerciaterhelés-függők, melyek zárt  
szabályozással megszűnhetnek

### **A léptetőmotorok csoportosítása forgórészük alapján**

állandó mágneses  
változó reluktanciájú  
hibrid léptetőmotorok

### **Üzem módok:**

A léptető motorok több üzemmódban működtethetők. Megkülönböztetünk teljes, féllépéses, és mikrolépéses üzemmódot. Az utóbbi üzemmód a legmagasabb felbontású, így sima, nyugodt működés jellemzi egészen magas fordulaton is. Persze az üzemmód igényli a legprecízebb áramszabályozást is.

#### **2.2.2.1 Festo léptetőmotorjai, vezérlőik**

Ez a motortípus elsősorban olyan alkalmazásokhoz lett kifejlesztve, ahol elsődleges szempont a költségtakarékosság. A Festo léptetőmotorai kétfázisú, hibrid technológiára épülő motorok. Amennyiben az általa kifejthető maximális tartónyomaték kevésnek bizonyul, opcionális tartófék is beépítésre kerülhet. A megfelelő áttétel biztosítása véget külön kiegészítő modul is rendelkezésre áll, mely 3:1 és 5:1-es fordulatszám arány megvalósítását teszi lehetővé. A motor normál üzemmódban egy lépés alatt 1.8 fokot tesz meg. Ez persze nagymértékben csökkenthető az üzemmódok változtatásával. Fontos, hogy mindig a karakterisztikája által meghatározott nyomaték-szögsebesség tartományon belül kell működtetni, elkerülve ezzel a túlterhelését és ennek következtében a lépésvesztést. A Festo kínálatában két fajta léptetőmotor és hozzájuk tartozó vezérlő található meg.

### **Festo MTR-ST léptetőmotorok**

Az első, MTR-ST típusú motor működtetéséhez külön vezérlő egység szükséges, ami lehet külső, de lehet a motorba integrált elektronika is. Ahhoz azonban, hogy ezekkel a végrehatókkal pozicionálást lehessen megvalósítani szükséges még egy ún. tengelyvezérlő is, ami a mozgásparamétereket és rekordokat (pozíciókat) tárolni képes. Ezt a célt szolgálja a Festo SPC200-as vezérlő egysége.



3.1 ábra. Hagyományos és integrált motorvezérlővel ellátott Festo léptetőmotor

### **Festo SEC-ST motorvezérlő**

Ez a fent bemutatott léptető motorhoz tartozó vezérlő. Feladata, hogy a tengelyvezérlőből érkező jeleket a motor megfelelő, irányított működéséhez (adott irány, szögelfordulás, szögsebesség) szükséges jelekké alakítsa át. Itt lehet beállítani a léptetőmotor működési üzemmódját három darab mikrokapcsoló segítségével, valamint az áramredukciót is. Az áramredukcióval a motor tartónyomatékát lehet változtatni, így a kívánt feladathoz igazítani. Természetesen a nagyobb tartónyomaték nagyobb áramot igényel, így velejárója a nagyobb áramfogyasztás is.



3.2 ábra. Festo léptetőmotor vezérlő

### **SPC200 tengelyvezérlő**

Az SPC200 (Smart Positioning System) segítségével a legkülönfélébb komplex szabályozási feladatok valósíthatók meg. Eredetileg autonóm vezérlőként lett kifejlesztve, így működéséhez nem szükséges egyéb olyan kiegészítő berendezés, mint pl. PLC. Lényegében ezt a vezérlőt is fel lehet fogni egy PLC-nek. Programozható és önálló vezérlési feladatokat képes ellátni. Összesen négy tengely irányítását teszi lehetővé, melyek lehetnek egyenes vonalú és forgatóhengerek is. Nagy előnye, hogy tetszőleges dinamikájú mozgás állítható elő

által, hiszen tengelyenként akár 100 különálló pozíció sebesség és gyorsulás értékeit definiálhatjuk. Rendkívül nagy rugalmasság jellemzi, köszönhetően moduláris felépítésének, így a legkülönbélebb alkalmazásokhoz is tökéletesen illeszthető. Programozása a szerszámgépeknél már ismert G programozási nyelvvel történik, melyet egy kezelőfelületről, vagy külső számítógépről is el lehet végezni.



3.3 ábra. SPC200 vezérlő

### **Kiemelkedő tulajdonságai**

olyan vezérlő, mely a különféle, pneumatikus, forgató és léptető motoros hajtásokat is támogatja

alkalmazott hajtástól függően maximum 3 m/s mozgató sebesség, maximum 30 m/s<sup>2</sup> gyorsulás, és  $\pm 0.2 \dots \pm 0.8$  mm pontosság érhető el vele

nagy teljesítő képesség, a szabályozási paraméterek automatikus meghatározása a pneumatikus pozícionáló tengelyekhez

moduláris felépítésének köszönhetően nagy rugalmasság jellemzi, optimálisan illeszthető az aktuális folyamathoz

### **Festo EMMS-ST léptetőmotor**

Ez a léptető motor típus és vezérlője új fejlesztésnek számít. Kedvező ár, nagy nyomaték, hosszú élettartam, jó dinamikai tulajdonságok jellemzik. Legnagyobb előnyének azonban az opcionálisan rendelhető szabályozó rendszere mondható, az ún. „Servo Light”. Ez nem más, mint egy encoderrel felszerelt léptetőmotor zárt hurkú vezérlése, mellyel kiküszöbölhető az esetleges lépésvesztés, így egy visszacsatolt szervó rendszer minden tulajdonságát nyújtja, maximális biztonsággal és nagyfokú dinamikával. Az encoder által egy fordulat alatt 500 különböző pozíció abszolút mérése valósítható meg.



3.4 ábra. Festo encoderrel felszerelt új típusú EMMS-ST léptetőmotor

### **Festo CMMS-ST vezérlő**

Ez az EMMS-ST típusú léptetőmotor vezérlője, mely a visszacsatolás elvén működik, így precízen szabályozza a motor áramát, fordulatszámát illetve a pozíciót. Sokkal kevésbé hajlamos a rezonanciára, mint elődje. Ebbe az egységbe már integrálva van a tengelyvezérlő is, így más külső vezérlő nem szükséges használatukhoz. Ezt már nem, mint önálló vezérlő

egységet fejlesztették, így legnagyobb eltérése az SPC200-tól, hogy működtetéséhez külső eszköz, pl. PLC szükséges. Egyszerű programozását a Festo új szoftvere, az FCT (Festo Configuration Tool) teszi lehetővé.



3.5 ábra. Festo CMMS-ST típusú léptetőmotor vezérlő

### 2.2.3 Szervomotor

A villamos szervomotorokat igen széles körben használják. Elsősorban a különböző vezérlő és szabályozó rendszerekben alkalmazzák pozicionálás céljából, de ismeretesek egyéb alkalmazások is. Szabályozástechnikai szempontból a villamos szervomotorok bemenőjele villamos feszültség vagy áram, kimenőjelük szögelfordulás vagy mechanikai elmozdulás. Jellemzőjük a rendkívül gyors indulás és forgásirányváltás valamint egy adott pozícióba történő pontos beállítás. Szervomotorokkal szembeni követelmények. A fordulatszám változtatása tág határok között folyamatosan biztosítható legyen. Ez természetesen különleges táplálást és motor kialakítást igényel. A forgásirányváltás gyorsan és egyszerűen legyen megvalósítható. Ez csak különleges forgórész kialakítással biztosítható (kis átmérőjű, de hosszú forgórész vagy nagy átmérőjű és rövid forgórész). A motor gyors működésű legyen, más szavakkal nagy legyen az indítónyomaték. A fordulatszám-nyomaték jelleggörbe stabil működést biztosítson széles határok között.

A szervomotorok számos előnyös tulajdonsága mellett számolni kell azzal, hogy a működés során nem ismeretes a forgórész helyzete, amire a pozícionálási feladatokban elengedhetetlenül szükség van. Éppen ezért a szervomotorokat olyan kiegészítő egységgel látják el, mely képes információt adni a forgórész helyzetéről. Ilyen például a rezolver, a hall effektus elvén működő hall-szenzor vagy az encoder, mely lehet inkrementális, ill. abszolút.

### 2.2.3.1 Festo szervomotorjai, vezérlői

Ha a handling feladat túl nagy követelményeket támaszt a léptető motoros megoldással szemben, vagy a léptető motor dinamikája nem elegendő, akkor a megfelelő szervomotor és szervo vezérlő a megoldás, mint például az olyan alkalmazásokban, ahol a folyamatosan megadott értékek szerint kell pozícionálni .

#### **Festo szervomotorok:**

A Festo kínálatában mind az egyenáramú mind a váltóáramú szervomotorok megtalálhatók. Saját tapasztalatból írom, hogy jelentősen jobb dinamikai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a léptető motorok. A váltakozó áramú motor régebbi fejlesztés, míg az egyenáramú testvére az új léptetőmorrall egy időben került piacra. Mindkét típusban egy körbeforduláson belül abszolút encoder található, azonban ha a felhasználás megkívánja, több körbeforduláson belül abszolút encoder is választható.



### 3.6. ábra. Festo egyenáramú és AC szervomotorok

#### **Szervomotorok vezérlők:**

A szervomotorok vezérlői azon túl, hogy a motorok működtetéséhez szükséges jeleket biztosítják, a mozgás paraméterek és rekordok tárolására is alkalmasak, így a tengelyvezérlők szerepét is betöltik. Az egyenáramú servo motor vezérlőjének programozása szintén a fent már említett FCT szoftverrel történik. A váltakozó áramú testvérének programozásáról is saját tapasztalatokat szereztem. Röviden elmondható, hogy körülményesebb, mint a léptető motor vezérlőjének programozása, valamint a mozgás paramétereit is csak szögelfordulásban képes tárolni, így az átváltásokat a programozás során minden esetben külön kell elvégezni. A vezérlő egységek több méretben léteznek az általuk működtetett motorok teljesítményétől függően.



3.7 Ábra. Festo egyenáramú és AC szervomotor vezérlők

#### **2.3 Szenzorok, érzékelők**

Jelen feladatban két darab érzékelőre lesz szükségünk, annak elkerülésére, hogy a két véghelyzeti pozíción túl tudjon menni a motor. Ezen két véghelyzeti pozíció figyelésére két különféle érzékelőt fogunk használni. Egy optikai szenzort és egy mechanikus helyzetkapcsolót.

### 2.3.1. Optikai szenzorok

Az optikai érzékelők optikai és elektronikai eszközök kombinációját használva jelzik a különböző objektumok, tárgyak, anyagok jelenlétét. Fényforrásként (adó) leggyakrabban világító diódákat (LED) alkalmaznak. Ezek előnye, hogy kisméretűek, egyszerűen modulálhatók, és hosszú élettartamúak. A fényjel érzékelésére (vevő) fotodiódákat vagy fototranzisztorokat használnak. Az optikai érzékelők infravörös vagy vörös fényvel működnek. (Általában GaAlAs LED – a hullámhossz az összetételtől függően  $\lambda = 880$  nm infravörös  $\lambda = 660$  nm látható vörös fény kibocsátása esetén.)

A vörös fény előnye, hogy a beállítások elvégzését megkönnyíti, mert szabad szemmel is érzékelhető a fényforrás optikai tengelye, továbbá a polimer fényvezetők csillapítása ebben a hullámhossz tartományban viszonylag kicsi. Infravörös fényt ott célszerű alkalmazni, ahol nagyobb fényerőre van szükség, nagyobb távolság áthidalása a cél. Infravörös fény esetén a környezetből származó zavaró fények hatása csekélyebb.

A környezetből származó fények zavaró hatásának kiküszöbölése, csökkentése érdekében az optikai jelet modulálják. A vevő (együtű fénykapu kivételével) az adó ütemével össze van hangolva. Infraérzékelők esetében további javulást érnek el fényszűrők alkalmazásával. Most tekintsünk át néhány az optikai szenzorokkal kapcsolatos fogalmat, definíciót!

A sötétre kapcsoló funkció azt jelenti, hogy akkor ad kimenő jelet, ha nem jut fény a vevőbe. Ez nyitó funkciónak felel meg (NC - normally closed). Tárgyreflexiónál ez azt jelenti hogy az érzékelő előtt nincs objektum, tükörreflexiónál és egy utas érzékelőnél pedig megszakítja az érzékelendő tárgy a fénysugarat.

Világosra kapcsoló funkció esetén akkor ad kimenő jelet, ha fény jut a vevőbe. Ez a záró funkciónak felel meg (NO – normally open). Tárgyreflexiós érzékelő esetében a szenzor előtt van objektum, tükörreflexiós és egyutas típusnál, pedig nem szakítja meg az érzékelendő tárgy a fénysugarat.

A szenzorra érkező fény mennyiség és a kimenő jel megváltozásához minimálisan szükséges fénymennyiség hányadosát működési tartaléknak nevezzük. A készülékek egy része ezt ki is jelzik oly módon, hogy világít egy második zöld LED, ha a rendelkezésre álló

hatótávolság 80%-ban ki van használva, vagy villog egy sárga, illetve világít egy piros LED ha nincs elegendő működési tartalék. Ily módon jelzik tehát hogy nem üzembiztos az állapot.

A megadott távolság a maximálisan kihasználható távolság az adó és a vevő között, (pl.: egyutas fényzorompó esetén). Ekkor az érzékelőn található potenciométernek MAX állásban kell lennie és tükörreflexiós készülékekhez a megadott reflektort kell alkalmazni. Ha az adatlapon nincs másképp meghatározva, akkor a tárgyreflexiós fényérzékelők hatótávolságát a Kodak szürke kártyával (90%-os szürke) mint referenciával kell számítani.

Fontos számításba venni, hogy az optoelektronikus érzékelőknek nem szabad befolyásolni egymást, emiatt a készülékek között egy minimális távolságot kell hagyni. Ez erősen függ a beállított érzékenységtől és a fényvezető készülékeknel a fényvezető típusától.

Háromféle optikai közelítő kapcsolót különböztetünk meg: a tárgyreflexiósat, a tükörreflexiósat és az egyutas optikai fényérzékelőt, más néven: infra sorompót.

A tárgyreflexiós optikai érzékelőben az adót és a vevőt egymás mellé, egy készülékbe helyezik el. Ha a fénynyaláb találkozik egy fényvisszaverő tárgyal, akkor az arról vissza vert fény hatására az érzékelő kimenete kapcsol. Ebből adódóan fémes felületű vagy világos festésű tárgyak esetében használható. Fényes háttér esetében háttérelnyomásos készülék alkalmazására is van lehetőségünk. Az ilyen készülékek előnye, hogy elég a tárgy egyik oldalára felszerelni, nem kell hozzá tükör és könnyen irányba állítható. A széles látóterű változatát kivéve rendelkezik holtsávval, ha az érzékelendő tárgy túl közel van, akkor nem látja. Létezik rögzített fókuszú változata, ezt kisméretű tárgyak érzékelésére használhatjuk. Ebben az esetben az érzékelendő tárgynak pontos helyen kell elhelyezkednie.

A tükörreflexiós optikai érzékelőknél az adót és a vevőt, ugyanígy egy készülékbe helyezik el egymás mellé. A működéshez szükséges egy prizma melyet úgy helyeznek el, hogy az adó fényét közvetlenül a vevőre reflektálja vissza. A fénynyaláb megszakításakor az érzékelő kapcsol. A fényes, tükröződő tárgyakhoz polárszűrőt használunk, így az érzékelő csak a reflektorok által visszavert speciális fényre kapcsol.

Az egyutas fényzorompók egymástól elválasztott adó és vevő egységekből állnak. Az adó közvetlenül a vevőre világít, a fénysugár megszakításával a kimenet kapcsol. Ez a fajta optikai érzékelő a legkevésbé érzékeny a szennyeződésekre ennek a típusnak a legnagyobb az érzékelési távolsága. Hátránya viszont a költséges beépítés és hogy átlátszó tárgyakhoz nem használható.

Az optikai érzékelők kiegészíthetők fényvezetővel, ami lehet polimer vagy üveg szál. Funkciója hogy a fényt egyik pontból a másikba vezesse, akár hajlított úton is, ezt a teljes reflexió jelensége teszi lehetővé. Segítségükkel lehetőség nyílik nehezen megközelíthető vagy kisméretű tárgyak megközelítésére, az érzékelési pont mozgatására és tárgyreflexiós érzékelővel is kialakítható fénykapu.



4.1 ábra. Optikai adó, vevő és reflex fénySOROMPÓ

### 2.3.2. Mechanikus helyzetkapcsolók

Az elektromos mikrokapcsolók, végállás kapcsolók működtetése külső erővel történik, melyet valamilyen mechanikus szerkezet közvetít. Gépalkatrészek vagy egyéb működtető készülékek meghatározott helyzeteit ellenőrizzük velük. Igény szerint beköthetők nyitó, záró vagy váltókapcsolóként. Kialakításuktól függően viszonylag nagy feszültség és áramerősség továbbítására alkalmasak. Lényeges elemeik az érintkezők, melyek készülhetnek: arany-nikkel, ezüst, ezüst-kadmiumoxid, ezüst-palládium és ezüst-nikkel anyagokból.

Ha induktív terheléseket kapcsolunk jelentős feszültség csúcsok jöhetnek létre, ezek az érintkezők beégését, tönkremenetelt okozhatnak. Ez ellen megfelelő dióda, RC-tag esetleg varisztor alkalmazásával védjük az áramkört. A paraméterek megválasztásakor figyelni kell a kapcsoló és a terhelés jellemzőire is. Relék illetve mágnes kapcsolók esetében a tartóáramhoz képest 8...10-szeres is lehet a meghúzási teljesítmény.

A mechanikus kapcsolók hátrányai a kopás, az érintkezők pergése és a kis kapcsolási frekvencia. Ezt ellensúlyozz a kedvező ár és a zavarokkal szembeni érzéketlenség. Tipikus alkalmazási területe az erős mágneses teret gerjesztő berendezések környezete, például hegesztő berendezések.

Ugyancsak az érintéses elven működő érzékelők csoportjába tartozik a pneumatikus végállás kapcsoló. Pneumatikus vezérlésekben használják, görgős vagy nyomócsapos működésű szelepek, melyek pneumatikus jelet adnak az érzékelendő elem pozíciójáról.



4.2 ábra. Mechanikus végálláskapcsoló

## 2.4 Mitsubishi RV2-AJ

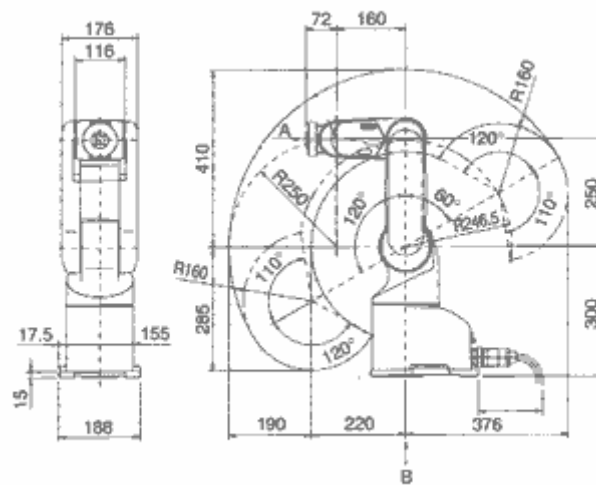


5.1 ábra. Mitsubishi RV2-AJ

Az iparban a manipulátorokat, illetve a robotokat olyan tevékenységek elvégzésére használják, ahol a folyamat során nagy pontosságra, precizitásra van szükség, valamint a folyamatot sokszor egymás után kell elvégezni és ezen folyamatok elvégzése során az eredményként megjelenő munkadarabok között nem mutatkozhat minimális eltérés sem.

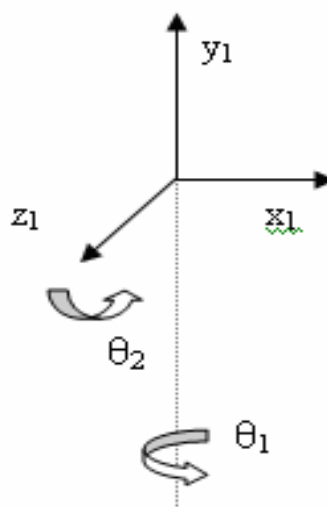
A Mitsubishi RV2-AJ robot egy 5 szabadsági fokkal rendelkező manipulátor. Magassága 410mm ha minden karja függőlegesen ki van egyenesítve.

Munkaterülete:



5.2 ábra. Mitsubishi RV2-AJ munkaterülete

Szabadságfokai a következők:



### 5.3 ábra. Mitsubishi RV2-AJ szabadságfokai

Paramétereit a következő táblázat tartalmazza:

Jellemző	Specifikáció
Szabadsági fok	5
Szerelési mód	Padlóra, vagy függesztve
Felépítés	Függőleges, többszörös-csuklós
Hajtás	AC szervó motor
Pozícionálási elv	Abszolút enkóder
Működési határok	Derék (waist) elfordulás300 (-150...+150)
	Váll (shoulder) elfordulás180 (-60...+120)
	Könyök (elbow) elfordulás230 (-110...+120)
	Csukló (wrist) billentés180 (-90...+90)
	Csukló elfordulás400 (-200...+200)
Karok hossza	Felső kar250 mm
	Első kar160 mm
Súlyterhelhetőség	Max 20N (beleértve a megfogó súlyát is)
Max. pályasebesség	2100 mm/sec (a csukló szerszámfelülete)
Pozícionálási pontosság	+0,02mm (a csukló szerszám-felületének forgásközéppontja)
Robot súlya	kb. 170N
Motor teljesítmény	J1-től J3 tengelyig: 50W; J5 tengely: 15W; J6:15W

### 3. A PLC

A transzporter motorvezérlőjét egy FESTO FEC-20 típusú PLC segítségével fogjuk végezni. A következőkben nézzük meg ezen PLC programozásának alapeszközait.

#### 3.1 PLC alapeszköz elemei

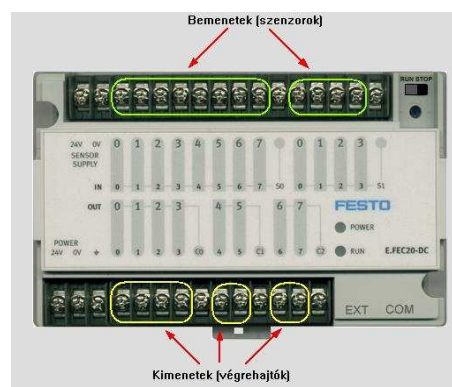
A PLC legfőbb alkatrésze egy mikroprocesszoros rendszer. A programozható vezérlők központi egysége a bemenetek és a kimenetek közötti, többnyire logikai kapcsolatokat, időben

sorosan és ciklikusan hajtja végre a programmemóriában tárolt program alapján. A soros jellegű adatfeldolgozásból eredően a ciklikus feldolgozást nagy sebességgel hajtja végre, hogy a működés kintről párhuzamosnak tűnjön. A ROM memóriában található a processzor működéséhez szükséges program, a PC-PLC közti kommunikációt megvalósító, valamint a PLC funkcionális egységeit (számlálók, regiszterek, időzítők, tárolók, bemenetek kimenetek) kezelő rendszerprogram. A számítógép kezelő által megírt programot a PLC írható-olvasható memóriában tárolja (RAM). A PLC működéséhez fontos a stabil tápfeszültséget biztosító tápegység. A kompakt PLC-ken manapság kezdenek megjelenni sokcélúan használható mini kijelzők. A továbbiakban a jelen szakdolgozatban a szervomotor irányítására használt FEC-20-DC PLC-t elemezzük.

Most tekintsük át a PLC funkcionális egységeit részletesebben.

### 3.1.1. Be/Kimeneti felületek

A legtöbb kompakt PLC 24V-os be és kimeneti jeleket használ, így a FEC-20-DC is. A PLC két oldalán található csavaros sorkapocsléc egyikén a bemenetek, másikon a kimenetek találhatók, a 3.1.1.a ábra alapján.



6.1 ábra. PLC be és kimenetei

A 12 db NPN vagy PNP bemenet egyenként 7mA-rel terhelhető, galvanikusan leválasztott optokoppler segítségével. A bemenetek 5ms késleltetési idővel dolgoznak, és a jelkijelzést zöld LED-ek segítségével valósítják meg. A második csoport két bemenete

4kHz-es számlálóként is működhet (SW-modul).

A 8 db relé kimenet (egy munkaérintkezővel) segítségével kapcsolható maximális feszültség 30V egyen vagy 250V váltakozó feszültség, és maximum 2A áramerősség. A kimenetek késleltetési ideje 10ms, a kijelzés pedig ugyancsak zöld LED-ek segítségével valósul meg.

### 3.1.2. Időzítők

PLC programozásakor 256 db (0-255) időzítő használatára nyílik lehetőség. Az időzítő 0.01 másodperc pontosságú. Időzítés programozásához a TPn, TWn, Tn változó hármast használjuk. Az időzítő használata 3 tevékenységből áll:

1. Inicializálás: A program elején egy mindig végrehajtott részben beállítjuk az időzítés/késleltetés mértékét. Például 2mp-et a 10-es időzítőbe:

```
STEP0
      THEN LOAD V200
      TO     TP10
```

2. Indítás: Az időzítő indítása mindig valamilyen eseményhez köthető, például jel az I0.1-en. Ekkor az időzítő aktivitás bitje (T10) 1 értékű lesz (bekapcsolttá válik), ugyan akkor a V200-as érték a TP10-ből átmásolódik az időzítő munkaváltozójába, TW10-be, melynek értéke század másodpercenként eggyel csökken.

```
STEP ""Indít
      IF     I0.1
      THEN SET T10
```

3. Lekérdezés: Az időzítés letelte általában valamilyen beavatkozást vált ki, legyen ez most egy lámpa felkapcsolása, az O0.1 kimenetre adott jel segítségével. Az időzítés akkor telik le, ha TW10 értéke a csökkenés során 0 lesz. Ekkor az időzítés aktivitás bitje (T10) 1-ről 0-ra vált. Ez jelzi, hogy letelt az időzítés.

```
STEP ""Lekérdezés
      IF     N    T10
```

THEN SET O0.1

Így a lámpánk az IO.1-es jel megjelenése után 2mp-el kigyullad.

### 3.1.3. Számlálók

A FEC-20-DC PLC programozásakor 256 db (0-255) számláló használatára nyílik lehetőség. Számlálás programozásához a CPn, CWn, Cn változó hármast használjuk. A számláló használata 4 tevékenységből áll:

1. Inicializálás: A program eleji, mindig végrehajtott részben állítjuk be a számlálás mértékét, és hogy melyik számlálót használjuk, például használjuk az 1-es számlálót és számoljunk 10-et:

```
STEP0
      THEN LOAD V10
      TO CP1
```

2. A számláló indítását bárhol megtehetjük a számlálandó esemény előtt.

```
STEP ""Indít
      IF...
      THEN SET C1
```

Ekkor a számláló aktivitás bitje (C1) 1 értékű lesz, ugyanakkor a CW1 értéke 0 lesz. CW1-ben fog végbemenni az események számlálása. Ez természetesen nem magától fog végbemenni, hanem nekünk kell egy esemény előfordulásához kötni a számlálást.

3. Legyen a számlálandó mennyiség az S3 érzékelő jele.

```
STEP ""Számol
      IF S3
      THEN INC CW1
```

Ez azt jelenti, hogy ha C3 jelez, növeljük eggyel a CW számláló munkaváltozóját. Bizonyos esetekben szükség lehet a számláló csökkentésére is, ekkor ugyan ez a szintaktika, csak INC helyett a DEC parancsot használjuk.

4. A számlálás eltelte általában valamilyen beavatkozás megszűnését okozza, például egy ciklusos műveletet abbahagyunk. Legyen a ciklusos művelet a STEP 10 és az utána következő a STEP15. A számlálás akkor fejeződik be ha a CW1 értéke eléri a CP1 értékét. Ekkor a számlálás aktív bitje (C1) 1-ről 0-ra vált és ez jelzi nekünk a számlálás befejeztét.

STEP 10 Kérdez

IF	N	C1
THEN	JMP TO	15
OHRW	JMP TO	10

### 3.1.4. Merkek, regiszterek

A Merker PLC program béli megfelelője a flag (jelzőbit). Ezek kétállapotú kis memóriaelemek. F0.0-F9999.15-ig címezhetőek. Lehetőség van szavakba rendezni őket, ekkor FW0-FW9999-ig használhatóak. Felhasználásuk szerteágazó, tekintsünk most erre néhány példát:

1. Él vezérlés programozásához kiválóan használható. Ekkor azt kívánjuk előidézni, hogy az indító jelnek (amit egy nyomógomb szolgáltat) a lemenő ága indítsa el a folyamatot. A felengedés a gomb szempontjából megfelel annak az állapotnak, mintha nem is lenne megnyomva. Hogy mégis működjön a vezérlés, a benyomásnak set-elnie kell egy flag-et. A programot úgy kell megírni, hogy akkor indítsa el a folyamatot ha nincs nyomógomb és van flag. Természetesen ekkor egyúttal reset-elnie is kell a programnak az előbb említett flag-et.
2. Másik gyakori felhasználása, ciklusszervezésnél jelenik meg. Azt jelezzük vele, hogy a kívánt ciklus végbement-e. Fontos, hogy ilyen esetben a program elején a merkerfelületet inicializálni kell, mert a merkek a PLC áramtalanítása esetén is megőrzik set vagy reset állapotukat.

A felhasznált PLC 256db regisztert tartalmaz, ezek R0-R255-ig címezhetőek. Decimális adatok tárolására alkalmasak. Jelen szakdolgozat kapcsán nem használjuk őket.

#### **4. Elektromos aktuátorok vezérlőinek programozása**

Ebben a fejezetben a választott hajtás, így tehát a léptetőmotorok vezérlőinek paraméterezésével, azok programozásával foglalkozok. Röviden bemutatom a programozás menetét egy rövid reprezentatív munkaprogram segítségével. Ahogy arról már korábban beszéltem, a Festo kínálatában kétféle léptetőmotor vezérlő található, így mindkettő konfigurálásával foglalkozom, először a régebbi vezérlő WinPISA szoftverén, majd pedig a legújabb FCT (Festo Configuration Tool) programján.

##### **4.1. Programozási módok**

Az egyes vezérlők programozásának megkezdése röviden ismertetem a két fő működési módot. Az egyik működési mód a start/stop mód, a másik pedig a rekordválasztási mód. Ezek mellett persze az új vezérlőben még megtalálható több mód is, én azonban csak ezen kettőről írok. A start/stop módban egy előre beprogramozott szekvencia, sorrend alapján történik a program utasítások végrehajtása. Az egyes utasítások során rekordokat (pozíciókat), sebesség és gyorsulás értékeket definiálhatunk. A másik mód a rekord választási mód. Itt előre eltárolt pozíció adatok bármikor, megfelelő digitális bemeneti jel hatására végrehajthatók. Így tehát tulajdonképpen bitekkel lehet pozícionálni. A CMMS/AS vezérlőt az utóbbi működési módnak megfelelően programozom be. A CMMS/AS motorvezérlőnek az előbb említett jeleket egy Festo FEC-20-DC PLC fogja küldeni. Ennek a PLC-nek lesz a feladata még a tengelyvezérlő irányításán kívül a kapcsolattartás a magasraktárral, és az ötállomásos MPS sorral is.

A két móddal persze két különböző feladatot valósítok meg, ugyanis az elsónél egy előre beprogramozott feladatot fog végezni a transzporter. Ez az MPS állomások kiszolgálásánál kedvezőtlen megoldás, hiszen a munkadarabok véletlen sorozatban

helyezkednek el a magasraktárban, így megjósolhatatlan, hogy mely állomásokon fognak felgyűlni először. Ezt a módot csupán az érdekesség és a megfelelő megértés miatt mutatom be. Következzen tehát a CMMS/AS vezérlő programozása.

## **4.2 Az CMMS/AS tengelyvezérlő programozása**

Először a megvalósítandó feladatot ismertetem, majd a programozás következik.

### **4.2.1 A robottranszporter működésének ismertetése**

A reprezentatív munkaprogram létrehozása során nem a gyártási folyamat idejének az optimalizálása a cél, hanem látványos, gyakori mozgás megvalósítása, így a program írása során ezt a szempontot fogom tekinteni.

A transzporter pozícionáló asztala kezdetben bárhol lehet a lökettartományon belül, így első lépésként egy engedélyező jel után alaphelyzetbe kell állnia. Alaphelyzete a szortírozó állomás előtti végen lesz. Egy engedélyező jel hatására a magasraktárhoz megy, ahol összesen nyolc munkadarabot átpakol az adagoló állomásba. Ha a robot végzett, újabb jelet kap, így visszamegy a referencia pontjába. Majd a megmunkálás végeztével először az átrakó állomás elé megy, onnan a robot kipakolja az egy ciklus során felgyűlt hibás darabokat, melyeket a magasraktár mellett elhelyezett dobozba rak át. A művelet végeztével a vizsgáló állomáshoz megy, ahol a selejtes darabokat felpakolja, majd ismét a magasraktár mellett elhelyezett tárolóba rakja azokat. Ezután a szortírozó állomáshoz megy, és onnét színek szerint összegyűjti a darabokat, majd a magasraktárhoz megy, ahol azok eltárolásra kerülnek. Ez a művelet háromszor ismétlődik meg, mivel egyszerre csak azonos színű munkadarabokat képes szállítani. Ha végzett, felveszi a referencia pozícióját. és ha az ehhez szükséges bemeneti jeleke továbbra is megvannak, folytatja az egész ciklust előről. Most következzenek az egyes pozíciók abszolút koordinátái:

Szortírozó állomás: referenciapont: 0

Átrakó állomás: 264

Selejtek gyűjtése: 134

Mérő és vizsgáló állomás: 964

Magasraktár: 1038

Adagoló állomás: 1230

#### 4.2.2 Motorvezérlő beállítások

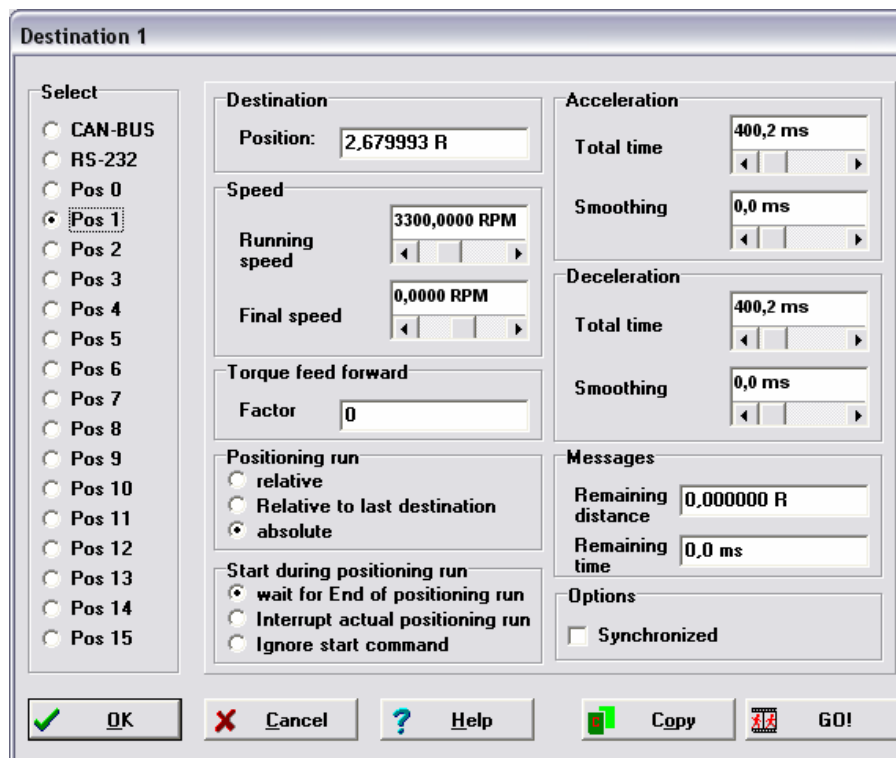
A CMMS/AS motorvezérlő beállításait a WMEMOC program segítségével fogjuk elvégezni. Első dolgunk a referenciapont beállítása lesz, ez a pont pontosan meg fog egyezni a szortírozó állomás helyével, ahogy azt már az előbbiekben láthattuk. A referenciapont felvétele fontos és egyben kötelező lépés, hiszen a tengelyvezérlő ehhez a ponthoz fogja viszonyítani az összes többi rekord (pozíció) helyzetét, legyen szó akár abszolút, akár relatív pozíció megadásáról. A referenciapont beállítása a WMEMOC program segítségével a következő párbeszéd ablakban állítható be:

**Reference position**

<b>Destination</b> max. turns permitted: 68,000000	<b>Acceleration</b> Total time: 500,20 ms Smoothing: 0,00 ms	OK Cancel Help GO!
<b>Speed</b> Search speed: 250,0953 RPM Crawl speed: 49,1259 RPM Running speed: 49,1259 RPM	<b>Deceleration</b> Total time: 500,20 ms Smoothing: 0,00 ms	
<b>Start position</b> Position: 0,000000	<b>Direction:</b> <input checked="" type="radio"/> Turn left <input type="radio"/> Turn right	<b>Mode:</b> <input type="radio"/> Method 1 <input checked="" type="radio"/> Method 2
<b>Start the reference run</b> <input checked="" type="checkbox"/> will be realised after power and regulator enable		

7.1 ábra. Referenciapont beállítása

Ezután, ha meghatároztuk a referenciapontot, akkor elkezdhetjük beállítani az egyes megállási pozíciókat. Amint azt fentebb leírtam összesen hat helyen állhat meg a program, de ebből az első pontot nem kell újra letárolnunk, felesleges lenne a referencia pont mellé még egyszer letárolnunk a szortírozó állomás pozícióját is. Tehát az egyes pozíciók letárolását a következő párbeszédablakok segítségével tudjuk megadni:

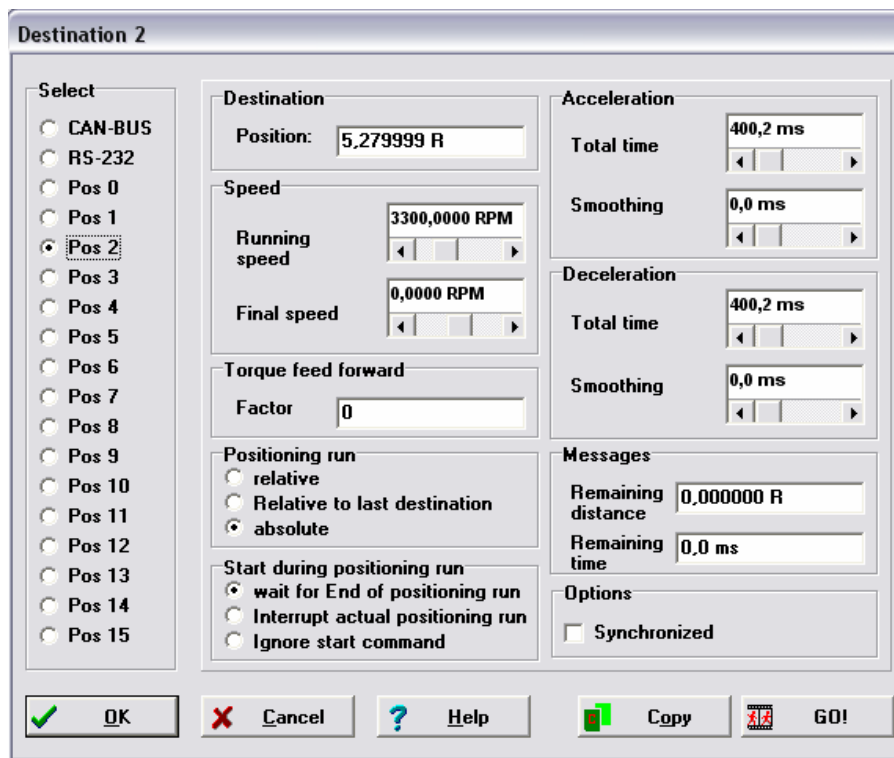


The image shows a software dialog box titled "Destination 1". It contains several sections for configuring a destination point:

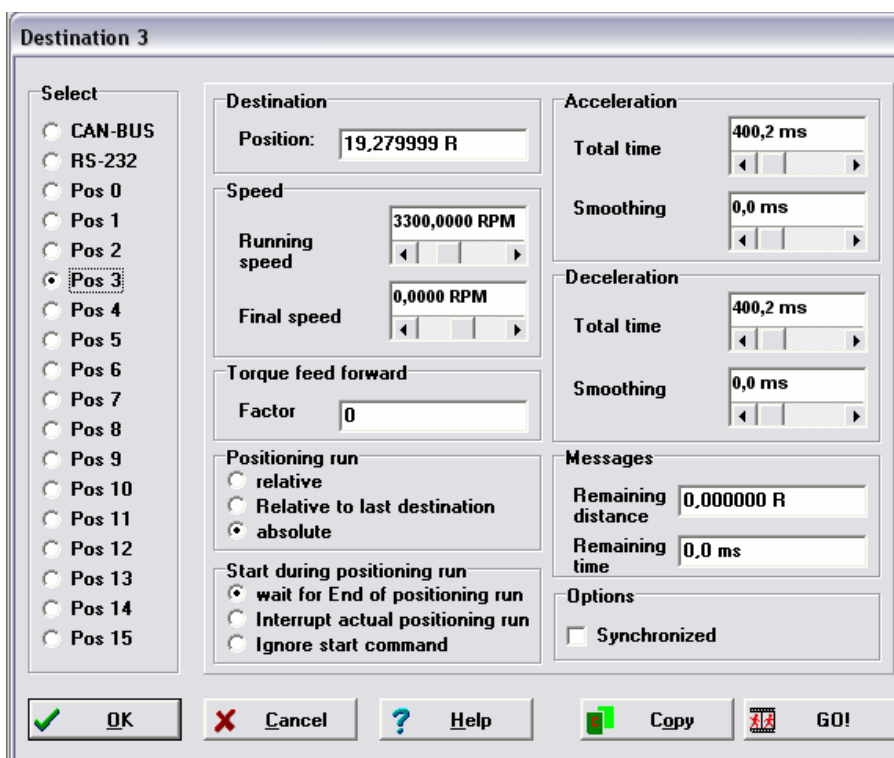
- Select:** A list of radio buttons for communication protocols and positions. "CAN-BUS" and "RS-232" are unselected. "Pos 1" is selected, while "Pos 0" through "Pos 15" are unselected.
- Destination:** A text field labeled "Position:" containing the value "2,679993 R".
- Speed:** Two text fields: "Running speed" with "3300,0000 RPM" and "Final speed" with "0,0000 RPM".
- Torque feed forward:** A text field labeled "Factor" containing the value "0".
- Positioning run:** Two radio buttons: "relative" (unselected) and "absolute" (selected).
- Start during positioning run:** Three radio buttons: "wait for End of positioning run" (selected), "Interrupt actual positioning run" (unselected), and "Ignore start command" (unselected).
- Acceleration:** Two text fields: "Total time" with "400,2 ms" and "Smoothing" with "0,0 ms".
- Deceleration:** Two text fields: "Total time" with "400,2 ms" and "Smoothing" with "0,0 ms".
- Messages:** Two text fields: "Remaining distance" with "0,000000 R" and "Remaining time" with "0,0 ms".
- Options:** A checkbox labeled "Synchronized" which is currently unchecked.

At the bottom of the dialog, there are five buttons: "OK" (with a green checkmark icon), "Cancel" (with a red X icon), "Help" (with a question mark icon), "Copy" (with a green document icon), and "GO!" (with a red and white flag icon).

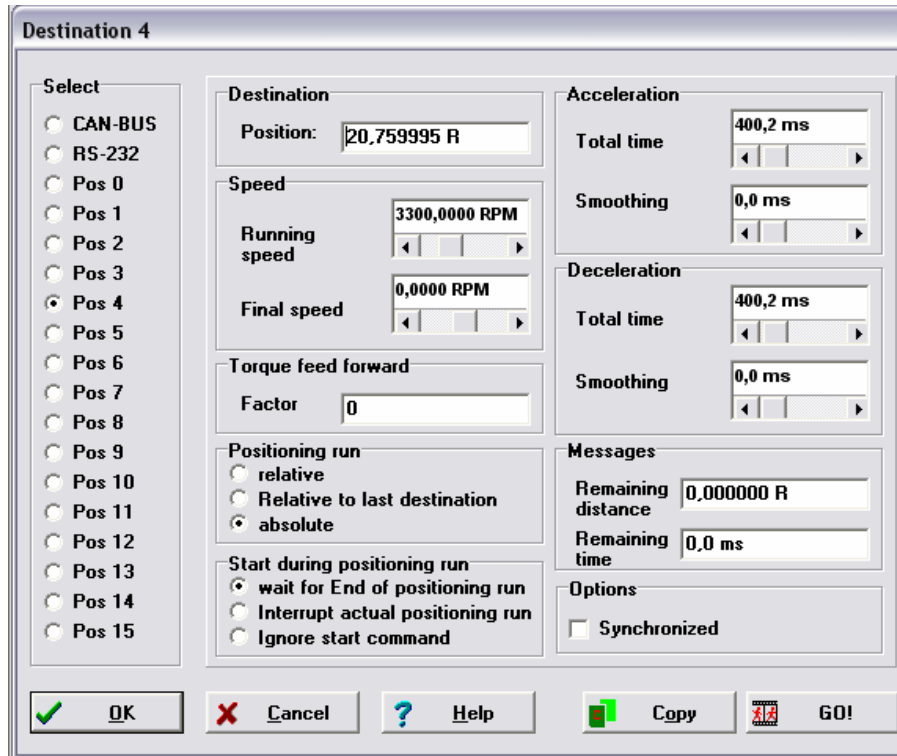
7.2 ábra. Selejtegyűjtése pozíció beállítása



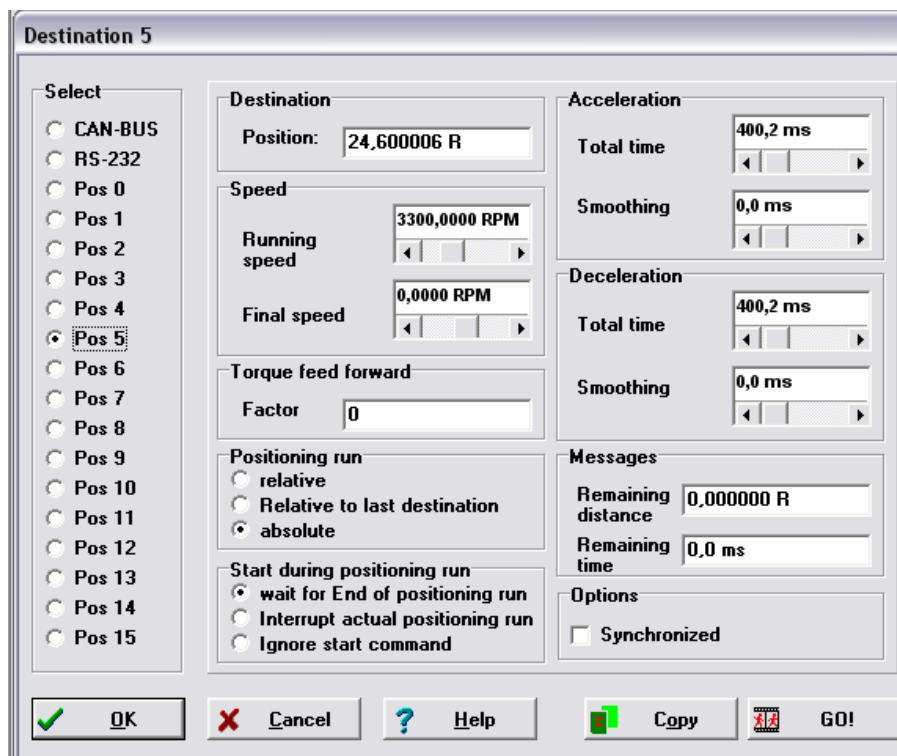
7.3 ábra. Átrakó állomás pozíciójának beállítása



7.4 ábra. Mérő és vizsgáló állomás pozíciójának beállítása



7.5 ábra. Magasraktár pozíciójának beállítása



7.6 ábra. Adagoló állomás pozíciójának beállítása

Ezzel az öt lépéssel be is állítottuk a megfelelő pozíciókat. Amint az látható a képeken mindenhol abszolút pozíciókat használtam azaz ezeket a pozíciókat mindig a referenciaponttól számítva kell érteni. Az is látható hogy lehetőség lenne relatív pozíciók használatára is, de jelen esetben egyszerűbben megvalósítható és átláthatóbb az abszolút pontok használata, ezért is döntöttem ezek használata mellett. Az is látható a képeken hogy beállíthatjuk a motor haladási sebességét is, ez még hasznunkra válhat a munkafolyamat ciklusidejének lerövidítése közben, ha bizonyos pozíciók között ahol nagyobb távot kell megtenni nagyobbra állítjuk a mozgás sebességét.

Ezen beállítások elvégzésével be is fejeztük a tengelyvezérlő beállításait a következőkben megnézzük hogy a tengelyvezérlő és a PLC közötti kommunikációt hogyan lehet megvalósítani.

#### **4.2.3 A CMMS/AS motorvezérlő és a PLC közötti kommunikáció**

A CMMS/AS motorvezérlő és a FEC-20-DC FESTO PLC közötti kommunikáció létrehozásához a PLC egy bemenetére és hat kimenetére lesz szükségünk. A PLC bemenetére azért van szükségünk, ugyanis a motorvezérlő erre a bemenetre fog küldeni egy jelet, ha már képes fogadni az újabb utasítást a PLC-től, azaz már befejezte az előző mozgását. Ez egy úgynevezett Readí to operate jel. A PLC kimenetei pedig a következőkre lesznek felhasználva. A hat kimenetből az első négy kimenet egy-egy bináris helyi értéket fog képviselni. Rendszerint  $2^0 2^1 2^2 2^3$ , ezen helyi értékek segítségével határozhatjuk meg a motorvezérlő számára, hogy az előre felvehető tizenhat pozíció közül pontosan melyikre is kell a következő lépésben mennie. Jelen esetben mi ebből a tizenhat pozícióból csak hatot használunk fel. A referencia pontot és az öt előzőekben meghatározott pozíciót. Az ötödik kimenetre azért van szükségünk, mert miután megadtuk a négy biten hogy pontosan melyik pozícióra akarunk is menni nem indul el rögtön a motor, hanem vár egy start bitre amelyet ezzel az ötödik kimenetével a PLC-nek fogunk neki megadni. A hatodik kimenetet pedig egy vészleállító kimenetnek fogjuk használni. Ezt a kimenetet például arra fogjuk használni hogyha valamilyen meghibásodás miatt a motor túlakarna menni a két megadott végálláson, azaz a referencia pontonon illetve az utolsó még felvett pozíción, akkor ezt egy optikai szenzorral illetve egy mechanikus helyzetkapcsolóval figyeljük, és ha ezek bármelyike ad

jelet a PLC-nek akkor azonnal leállítjuk a motor mozgását a vészleállító bemenet segítségével.

Ezen bemeneten és kimeneteken kívül még hat bementét fogjuk használni a PLC-nek ezek már ne ma PLC és a motorvezérlő közötti kommunikációt fogják szolgálni, hanem a PLC és az egyes megállási pozíciókhoz tartozó munkaállomások közötti kapcsolatot fogják fenntartani. A következőkben a PLC munkaprogramját fogjuk meglátni.

#### 4.2.4 A PLC munkaprogramja

```

STEP 0
  THEN RESET      00.0      '2^0
          RESET      00.1      '2^1
          RESET      00.2      '2^2
          RESET      00.3      '2^3
          RESET      00.5      'Veszkapcsoló
          RESET      00.4      'Start

STEP 1
  IF
    OR
      I0.7      'Optikai Vegallas
      I0.8      'Mechanikai Vegallas
  THEN SET      00.5      'Veszkapcsoló

STEP 2
  IF
    (
      I0.6      'Ready To Operate
      AND N     I0.7      'Optikai Vegallas
      AND N     I0.8      'Mechanikai Vegallas
      AND      I0.0      'Referencia Pozicio
    )
    OR
      (
      I0.6      'Ready To Operate
      AND      NOP      )
  THEN RESET    00.0      '2^0
          RESET    00.1      '2^1
          RESET    00.2      '2^2
          RESET    00.3      '2^3
  JMP TO 8

STEP 3
  IF
    AND N     I0.6      'Ready To Operate
    AND N     I0.7      'Optikai Vegallas
    AND      I0.8      'Mechanikai Vegallas
    AND      I0.1      'Selejtekek gyujtese
  THEN SET     00.0      '2^0
          RESET    00.1      '2^1
          RESET    00.2      '2^2
          RESET    00.3      '2^3
  JMP TO 8

STEP 4
  IF
    AND N     I0.6      'Ready To Operate
    AND      I0.7      'Optikai Vegallas

```

	AND	N	I0.8	'Mechanikai Vegallas
	AND		I0.2	'Atrako allomas
THEN	RESET		00.0	'2^0
	SET		00.1	'2^1
	RESET		00.2	'2^2
	RESET		00.3	'2^3
	JMP TO 8			
STEP 5				
	IF		I0.6	'Ready To Operate
	AND	N	I0.7	'Optikai Vegallas
	AND	N	I0.8	'Mechanikai Vegallas
	AND		I0.3	'Mero es Vizsgalo allomas
THEN	SET		00.0	'2^0
	SET		00.1	'2^1
	RESET		00.2	'2^2
	RESET		00.3	'2^3
	JMP TO 8			
STEP 6				
	IF		I0.6	'Ready To Operate
	AND	N	I0.7	'Optikai Vegallas
	AND	N	I0.8	'Mechanikai Vegallas
	AND		I0.4	'Magasraktar
THEN	RESET		00.0	'2^0
	RESET		00.1	'2^1
	SET		00.2	'2^2
	RESET		00.3	'2^3
	JMP TO 8			
STEP 7				
	IF		I0.6	'Ready To Operate
	AND	N	I0.7	'Optikai Vegallas
	AND	N	I0.8	'Mechanikai Vegallas
	AND		I0.5	'Adagolo allomas
THEN	SET		00.0	'2^0
	RESET		00.1	'2^1
	SET		00.2	'2^2
	RESET		00.3	'2^3
	JMP TO 8			
STEP 8				
THEN	SET		00.4	'Start

## Összefoglalás

Feladatom egy teljesen új robottranszporter fejlesztése volt, melynek a következő kritériumoknak kell megfelelnie:

- nagy pontosság
- egyszerű felhasználhatóság
- hosszú élettartam
- kedvező ár-érték arány

Kitűzött cél volt továbbá a választott hajtás programozásának ismertetése, és egy reprezentatív munkaprogram írása is. A következőkben nézzük meg, hogy a tervezett rendszer mennyiben felel meg a fentebb támasztott kritériumoknak.

Az olyan kiválasztott elemeknek, mint pl. lineáris vezeték vagy a hajtáslánc, valamint a nagy stabilitású és merevségű mechanikai felépítésnek köszönhetően a nagy pontosság biztosított. A kiválasztott hajtásrendszer villamos energiával működik, mely bármely oktatási teremben megtalálható, így nincs szükség egyéb körülményes kiegészítő berendezésekre, mint pl. kompresszor, melyek tovább növelnék a berendezés összköltségét. A felhasznált professzionális elemeknek köszönhetően hosszú élettartam jellemzi. Ez a megállapítás különösen a lineáris vezetéket érinti, mely az egyedüli egység, ami súrlódásnak van kitéve. Az élettartamra kiszámított értékek a hosszú működésről tesznek tanúbizonyságot. Különösen igaz ez, ha figyelembe vesszük, hogy a berendezés nem folyamatos üzembe fog működni és működése közben sem dolgozik állandóan.

Az előbb felsorolt dolgokat figyelembe véve összességében az általam tervezett berendezés a bevezetésben kitűzött szempontokat teljesíteti, így a valóságban megépítésre és felhasználásra kerülhet.

## **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Raptis Dimitrios Didactic referensnek a sok segítségért, amivel segítettek szakdolgozatom elkészülését. Köszönettel tartozok továbbá Dr. Juhász György Tanár Úrnak a konzultációs lehetőségekért és építő tanácsokért.

## Képjegyzék

1.ábra.A robottranszporter sematikus ábrája	6
2.1 ábra. Egyszeres működtetésű, kettős működtetésű, átmenő dugattyúrudas munkahenger	10
2.2 ábra. Tömítőszalagos henger, szalaghenger	11
2.3 ábra. Tandem henger, forgatóhenger, henger mágneses kuplunggal	12
3.1 ábra. Hagyományos és integrált motorvezérlővel ellátott Festo léptetőmotor	14
3.2 ábra. Festo léptetőmotor vezérlő	15
3.3 ábra. SPC200 vezérlő	16
3.4 ábra. Festo encoderrel felszerelt új típusú EMMS-ST léptetőmotor	17
3.5 ábra. Festo CMMS-ST típusú léptetőmotor vezérlő	18
3.6. ábra. Festo egyenáramú és AC szervomotorok	19
3.7 Ábra. Festo egyenáramú és AC szervomotor vezérlők	20
4.1 ábra. Optikai adó, vevő és reflex fénySOROMPÓ	23
4.2 ábra. Mechanikus végálláskapcsoló	24
5.1 ábra. Mitsubishi RV2-AJ	24
5.2 ábra. Mitsubishi RV2-AJ munkaterülete	25
5.3 ábra. Mitsubishi RV2-AJ szabadságfokai	25
6.1 ábra. PLC be és kimenetei	27
7.1 ábra. Referenciapont beállítása	33
7.2 ábra. SelejteK gyűjtése pozíció beállítása	34
7.3 ábra. Átrakó állomás pozíciójának beállítása	35
7.4 ábra. Mérő és vizsgáló állomás pozíciójának beállítása	35
7.5 ábra. Magasraktár pozíciójának beállítása	36
7.6 ábra. Adagoló állomás pozíciójának beállítása	36

## **Irodalomjegyzék**

Bevezetés a szenzorikába tankönyv (FESTO) SP1110

Bevezetés a pneumatikába (FESTO) P111

Bevezetés az elektro pneumatikába (FESTO) EP211

E Robots Family catalogue

POS\_HU (FESTO PPT)

POSVILL\_HU (FESTO PPT)

Szenzorok (FESTO tankönyv)

### **Idegen nyelvű szakirodalom:**

192346 P.BE-SEC-AC-HW-EN (FESTO)