

Debreceni Egyetem
Informatikai Kar

Logisztikai manipulátor szerkezetének vizsgálata
vezérlésének megtervezése

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

Készítette: **Buglyó Zsolt**
Mérnök informatikus

Debrecen
2010.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet nyilvánítani Raptis Dimitrios Festo Didactic referensnek, a konzultációs lehetőségekért és segítségért illetve hogy elfogadta a külső témavezetői felkérést valamint külön köszönet a megfelelő téma kiválasztásához nyújtott segítségért.

Továbbá köszönettel tartozok Dr. Juhász György Tanár Úrnak, a konzultációs segítségért, hogy elfogadta a belső témavezetői felkérést, illetve a Festo tanfolyamok lebonyolításáért, melyek alapul szolgáltak a jelen szakdolgozat elkészítéséhez.

Valamint köszönet illeti Nyisztor János Festo Didactic mérnök-szaktanácsadót aki a szervó motorok területén nyújtott számomra szükséges ismereteket.

Tartalomjegyzék:

Köszönetnyilvánítás	2
1. Bevezetés:.....	5
2. Pneumatika történeti áttekintése.....	6
3. Logisztikai manipulátor felépítése.....	7
3.1. Levegő előkészítése.....	7
3.1.1. Abszorpciós szárítás:	8
3.1.2. Adszorpciós eljárás:.....	9
3.1.3. Hűtőszárítás:	9
3.2. Szelepek.....	11
3.2.1. A szelepek általános meghatározása:	11
3.2.2. Útszelepek	11
3.2.3. 5/2 es útszelep.....	12
3.2.4. Fojtó-visszacsapó szelep	13
3.2.5. Gyorslégtelenítő szelep	16
3.3. Hajtások.....	17
3.3.1. Pneumatikus hajtások	17
3.3.2. Egyszeres működtetésű munkahenger.....	17
3.3.3. Kettősműködtetésű munkahenger.....	18
3.3.4. Elektromechanikus hajtások.....	19
3.3.5. Léptetőmotorok	19
3.3.6. Festo MTR-ST léptetőmotorok	20
3.3.7. Festo SEC-ST motorvezérlő.....	21
3.3.8. SPC200 tengelyvezérlő	21
3.3.9. Festo EMMS-ST léptetőmotor	22
3.3.10. Festo CMMS-ST vezérlő.....	23
3.3.11. Szervomotor	23
3.4. Szenzorika	25
3.4.1. Szenzorok csoportosítása:	25
3.4.2. Induktív közelítéskapcsolók/senzorok.....	26
3.4.3. Mechanikus működtetésű elektromos helyzetérzékelők (helyzetkapcsolók).....	28
3.5. Pneumatikus megfogók:	29

3.5.1. Vákuum ejektor, szívókorong	30
4. Többdimenziós rendszerek	31
4.1. Kétdimenziós rendszerek.....	31
4.1.1. Handling modulok	31
4.1.2. Pick & Place	32
4.1.3. Lineáris portál.....	33
4.2. Háromdimenziós rendszer	35
4.2.1. Háromdimenziós portál	35
5. PLC vezérléstechnika	36
5.1. A PLC elemei	37
5.2. A PLC eszköz elemei	37
5.2.1. . Be/Kimeneti felületek.....	37
5.2.2. 3.1.2. Időzítők.....	38
5.2.3. Számlálók	39
5.2.4. Merkek, regiszterek	40
6. Programozási környezet	40
6.1. FHHP Protokoll	40
6.2. FCT FESTO konfiguráló szoftver	41
6.3. Wmemoc motorvezérlő konfiguráló szoftver.....	41
7. Munkaprogram	44
7.1. Ábra a működési folyamatról	44
7.2. A Programkód és magyarázata	45
7.2.1. Első PLC programkódja	45
7.2.2. Második PLC programkódja	49
8. Összefoglalás	54
9. Irodalomjegyzék	55
10. Ábrajegyzék.....	56

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, amelyek palettázási és rakodási feladatokat is képesek ellátni, lehetővé téve újabb ipari elemek, megoldások megismerését, programozását egy látványos, automatizált folyamaton keresztül.

Jelen szakdolgozat témája egy logisztikai manipulátor szerkezetének vizsgálata vezérlésének megtervezése melyhez az eszközöket a FESTO cég biztosította. A cég még ezen felül rendelkezésemre bocsátott egy, a valós ipari környezeteknek teljes mértékben eleget tevő kicsinyített modellt. Ezen modellt oktatási célokat szolgál.

A szerkezet egy lehetséges felépítését vizsgálva, részletesen bemutatásra kerül annak alkotó elmeinek ismertetése. Az ilyen szerkezeteket legfőképpen raktározás területén lehet használni, de kiválóan használható a gyártás folyamán paletták kezelésére.

A szakdolgozat folyamán megismerkedünk Pneumatikus és elektropneumatikus eszközökkel, melyek segítségével bármilyen ipari feladatot meg tudunk valósítani.

A megvalósítás során bemutatásra kerülnek konfiguráló eszközök melyek segítségével a hajtáselemeket tudjuk kalibrálni, majd egy olyan szoftver melynek segítségével ezen elemek vezérlését tudjuk lekódolni.

A megtervezésben sok segítséget nyújtottak a különféle tanfolyamok, amelyek a FESTO Kft. szervezésében zajlottak le és a számos személyes találkozó a budapesti központban ahol az eszközök kipróbálására is lehetőséget kaptam ezzel növelve tárgyi tudásom és gyakorlati tapasztalatom.

A konstrukció folyamán sokfajta a pneumatikában és az elektro-pneumatikában használatos eszközzel találkoztam és ezekről igyekeztem minél részletesebben írni, így akik csak érdeklődnek a pneumatika iránt vagy még csak most kezdik, azok is bátran elmerülhetnek ebben a szakdolgozatban és sok hasznos információhoz juthatnak.

2. Pneumatika történeti áttekintése

A „Pneuma” szó görög eredetű, amelyet akkoriban különböző jelentésekkel ruháztak fel ugyanis ezt a szót használták a szélre, lélegzetvételre és a filozófiában a lélekre. A „Pneuma” szóból származik a „Pneumatik” fogalom mely a légmozgások és légfolyamatok tanát jelenti.

Az első könyv, amely a levegő, mint energiahordozóként való használatáról ír időszámításunk szerinti első században készült és egy meleg levegővel működtetett szerkezetéről ír. Egészen az 1950- es évekig várnunk kellett arra, hogy a pneumatikát az iparban is elkezdjék használni a gyártástechnika területén.

Természetesen ezt megelőzően is használták a pneumatikával kapcsolatos ismereteket mivel a bányászatban a bányászati eszközök némelyike is pneumatikus eszköz volt, valamint a vasútnál a légfékek is kiváló példát szolgáltatnak . A kezdeti nehézségek, amelyet főként az ismeretek hiánya okozott, nehezebbé tette a pneumatikus rendszerek elterjedését, de napjainkra már odáig fejlődött, hogy egyetlen korszerű gyárból sem hiányozhat.

Mivel napjainkban egyre fontosabb hangsúlyt fektetnek a környezetvédelemre és gyakorlatilag a levegő, mint energiaforrás bárhol rendelkezésre áll így a pneumatikus rendszerek alkalmazhatósági területe széles már most is és a jövőben várhatólag egyre jobban bővülni fog.

A pneumatikus berendezéseket a legkülönbözőbb ipari célokra alkalmazzák. A kifejlesztett eszközök lehetővé teszik olyan feladatok végrehajtását és megoldását, amelyet eddig más rendszerrel oldottak meg. Az áttérés a pneumatikus rendszerre nem túl olcsó de mivel ez az energiaforrás jóval nagyobb mennyiségben áll rendelkezésünkre mint bármi más és olcsó a használható levegő előállítása így a jövőben a pneumatika egyre jelentősebb lesz.

Várhatólag a jövőben elérkezünk oda, hogy a közútjainkon közlekedő autóink is a levegőt mint energiaforrást fogjuk használni.

3. Logisztikai manipulátor felépítése

A következőekben a logisztikai manipulátor egy lehetséges felépítését ábrázoló képet mutatok be. Ezen modellt a Festo kft. budapesti székhelyén személyesen is megtekinthető.



1. ábra. Logisztikai manipulátor

A továbbiakban pedig a rendszer egy lehetséges változatának felépítéséhez használható eszközök kerülnek bemutatásra és magának a pneumatikus rendszer működéséhez szükséges környezeti feltételek megteremtésével is foglalkozunk.

3.1. Levegő előkészítése

A sűrített levegő előkészítésével kapcsolatban nagyon fontos tudni, hogy pusztán a levegő kompresszorral való sűrítése nem elegendő, mivel a levegő tisztasága nem megfelelő. A tisztítatlan, szűretlen levegő használata veszélyes és könnyen okozhatja a pneumatikus eszközök időelőtti meghibásodását. A levegőben lévő szennyeződés lehet por, rozsda, olaj de ami a legfontosabb hogy a levegő páratartalmából fakadó kicsapódó víztől mentesíteni kell a rendszert. Ez a víz a kompresszor által beszívott levegővel kerül be a rendszerbe és a víz mennyisége, függ a relatív páratartalomtól, amely pedig a hőmérséklettől és az időjárási viszonyoktól. Ezzel a résszel kiemelten foglalkozik az [1] irodalom.

Ahhoz, hogy a levegő nedvességtartalmát csökkentjük többféle módszer létezik:

- A kompresszor szívó oldalán a levő szűrése

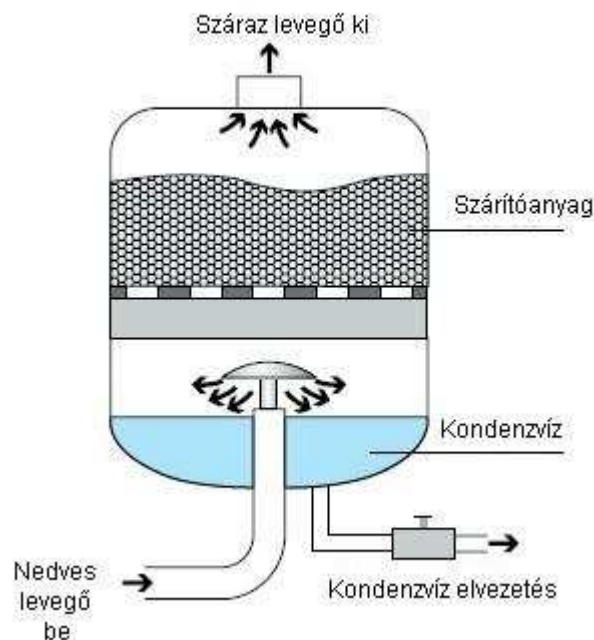
- Olajmentes kompresszor alkalmazása
- A sűrített levegő szárítása

A következőekben a sűrített levegő szárítása módszert fejteném ki. Ezen módszerben háromféle lehetőség áll a rendelkezésünkre a megfelelő minőségű levegő előállítására:

- Abszorpciós szárítás
- Adszorpciós szárítás
- Hűtőszárítás

3.1.1. Abszorpciós szárítás:

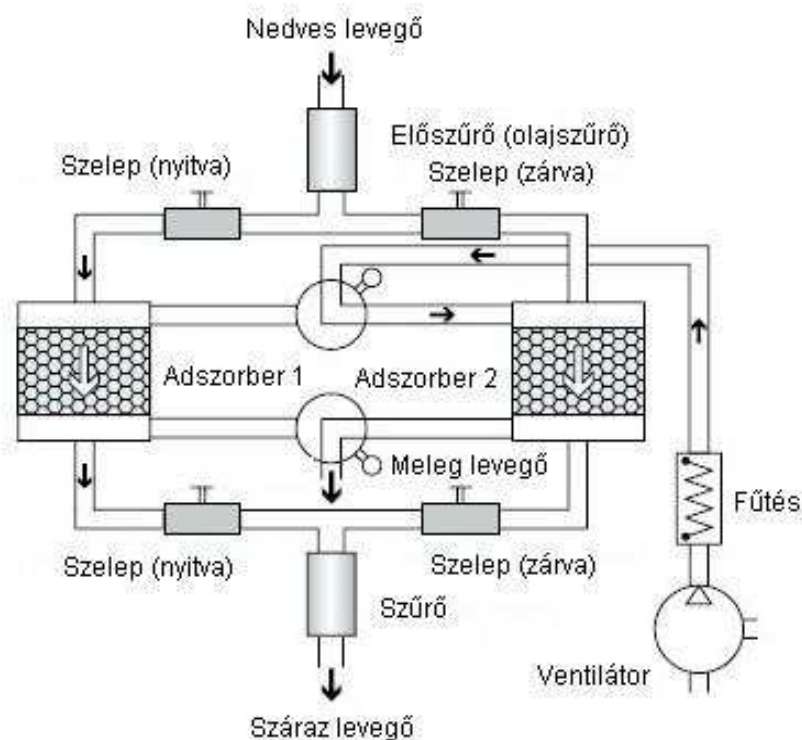
Az abszorpciós eljárás tisztán kémiai úton oldja meg a levegő páratlanítását, amely úgy kerül kivitelezésre, hogy a levegőt egy szárítóanyag rétegen keresztül vezetik át. A szárítóréteg megköti a levegőben található vizet valamint az olajszennyeződések ellen is tud némi védelmet nyújtani viszont ez károsíthatja a réteget amely ezáltal korábbi cserélésre szorul. Általánosságban ezen szűrők cseréjére évente mindösszesen csak 2-4 alkalommal kerül sor.



2. ábra. Abszorpciós levegőszárítási eljárás

3.1.2. Adszorpciós eljárás:

Az adszorpciós eljárás egy fizikai eljárás, melynek lényege hogy a levegő egy porózus nagy felületű anyaggal ellátott térben áramlik. Ezt az anyagot „gél”-nek nevezik és általában 100% szilíciumdioxidból áll. Természetesen ezen anyag is telítődik egyszer, viszont regenerálása nem igényel egyebet, mint hogy meleglevegő átfuvarásával kiszárítsuk.

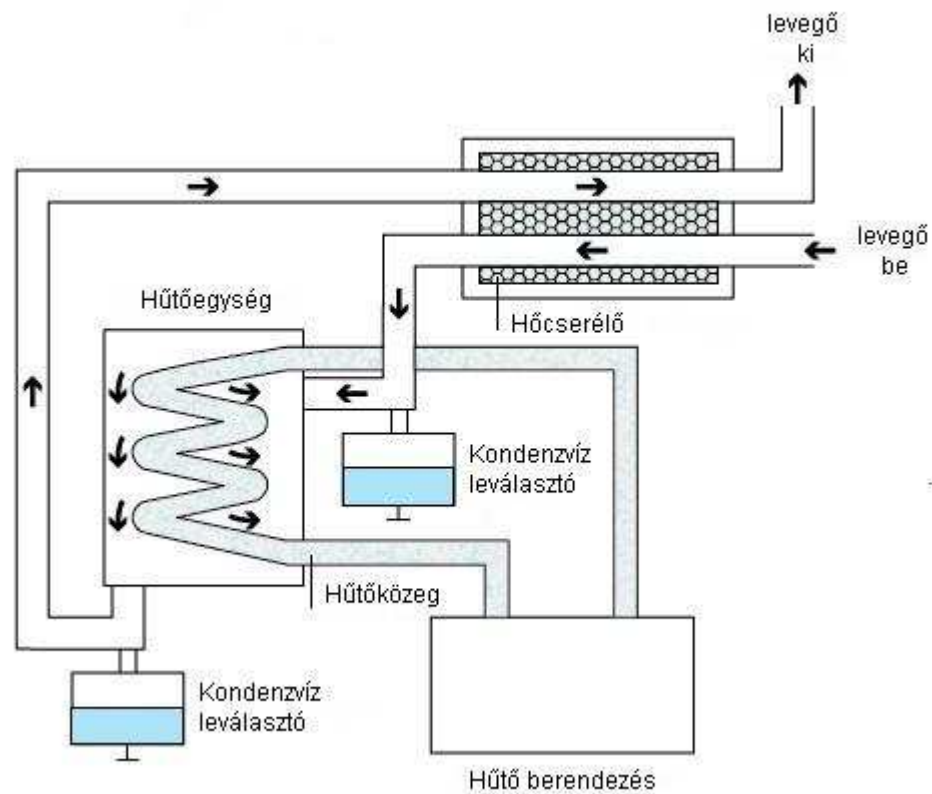


3. ábra. Adszorpciós levegőszárítási eljárás

3.1.3. Hűtőszárítás:

A hűtőszárítási eljárás valamivel bonyolultabb, mint az adszorpciós és az abszorpciós szárítási eljárás. Ezen szárítási mód lényege, hogy a levegőt a harmatpontra való hűtés elvével szárítja. Ez azt jelenti, hogy a gázt erre a hőmérsékletre lehűtve a benne lévő vízgőz lecsapódik és a keletkező kondenzátum lecsapolásával teszi alkalmassá a levegőt a későbbi felhasználásra. A pontos folyamat úgy zajlik, hogy a levegő először beáramlik a levegő-levegő hőcserélőbe ahol a hűtőből kiáramló hideg száraz levegővel közvetve érintkezik és így előhűtésre kerül a sor. A kiválasztódó olaj és víz a csapadékleválasztóba kerül. Ezt követően,

az előhűtött levegő beáramlik a hűtőaggregátumba majd ott $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletűvé válik. Ugyanitt megtörténik a másodlagos leválasztás, amely során a maradék vizet is elvezetik. Legutolsó lépésben pedig egy finomszűrőn vezetjük át a hideg száraz levegőt szintén tisztítás céljából.



4. ábra. Hűtőszárításos levegőszárítási eljárás

A vezérlésben további igen fontos szerepet játszanak a különböző szelepek mely a levegő áramlását szabályozzák.

3.2. Szelepek

3.2.1. A szelepek általános meghatározása:

A pneumatikus vezérlések jeladókból, vezérlőelemekből és végrehajtókból épülnek fel. A jeladók és vezérlőelemek határozzák meg a végrehajtó működését. Ezeket irányítóelemeknek nevezzük. Az irányítóelemek határozzák meg az áramló levegő útját, mennyiségét és nyomását.

Az irányítóelemek specifikációját a DIN/ISO 1219 szabvány, a CETOP (Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques) ajánlásai alapján tartalmazza. Az [1] irodalom foglalkozik behatóan a szelepekkel.

Az irányítóelemek funkciójuk alapján öt csoportba sorolhatók:

- Útszelepek (útváltók)
- Záró szelepek
- Nyomásirányítók (nyomásszelepek)
- Áramirányítók (áramlásszelepek)
- Elzáró szelepek

3.2.2. Útszelepek

Az útszelepek olyan elemek, melyek a sűrített levegő áramlási irányát-, nyitását, zárását határozzák meg.

Útszelepek ábrázolása

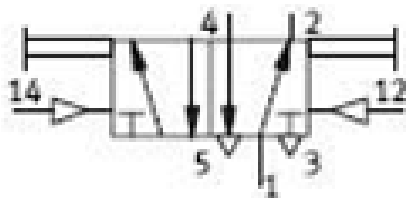
A kapcsolási rajzokon a szelepeket jelképi jelölésekkel ábrázoljuk. A jelképek a szelep szerkezeti kialakításánál nem adnak útmutatást, csak a funkciót ábrázolják. A szelepeknél megkülönböztetünk alaphelyzetet és kiindulási állapotot.

Az alaphelyzet az a kapcsolási állás, amit pl. rugós visszaállításnál, a szelep mozgó részei nyugalmi helyzetben elfoglalnak.

A kiindulási állapot az a kapcsolási állás, amit a szelep mozgó részei a hálózati nyomás-, elektromos feszültség bekapcsolásakor a vezérlési programnak megfelelően felvesznek.

A szelepek egyértelmű beépítése érdekében a csatlakozásokat nagybetűvel illetve számmal jelölik

A kialakítandó rendszerben az útszelepek különböző fajtái közül az 5/2 es szelepet használjuk.

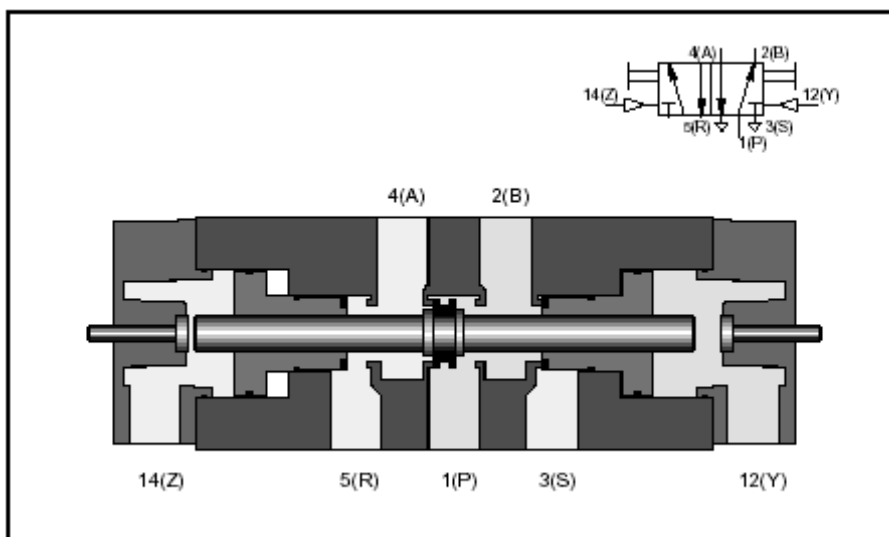


5. ábra. 5/2 es szelep

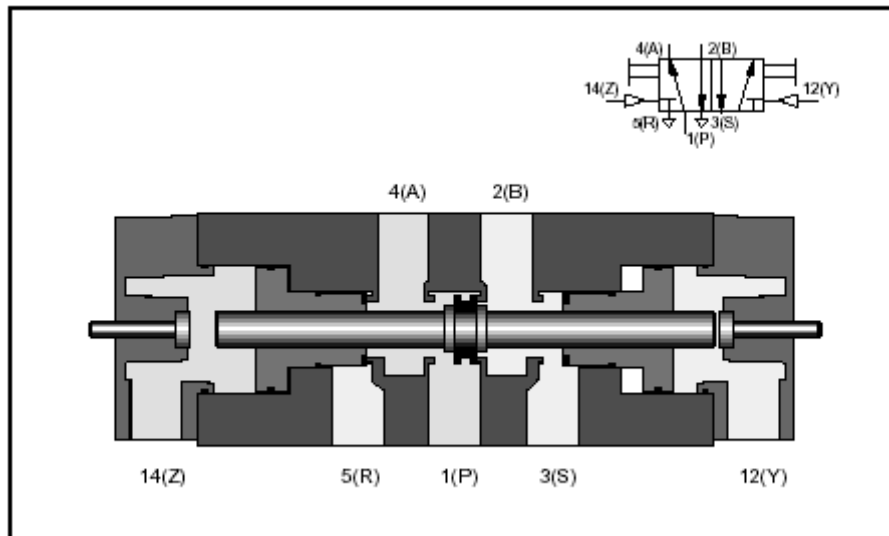
3.2.3. 5/2 es útszelep

Vezérlése pneumatikus, levegővezérlés hatására mindaddig a felvett kapcsolóállásban marad, míg ellentétes vezérlőjelet nem kap. A vezérlőjel nyomásának hatására – membrán vagy tolattyúperem közvetítésével – a szeleptolattyú axiális irányban elmozdul. A tolattyú közepén lévő, tömítésekkel ellátott szeleptányér a P táplevegő csatlakozást az A vagy B kimenetekkel köti össze. A kilevegőzés – kapcsolóállástól függően – az R vagy S csatlakozókon történik. A szelep univerzális alaplapra is rögzíthető, mely biztosítja a gyors cserélhetőséget.

Az alábbiakban egy 5/2 es útszelepről láthatunk ábrákat sematikus illetve a valóságban megtalálható felépítéséről:



6. ábra. 5/2-es útszelep (lebegő középállás) 1.állapot



7. ábra. 5/2-es útszelep (lebegő középállás) 2. állapot



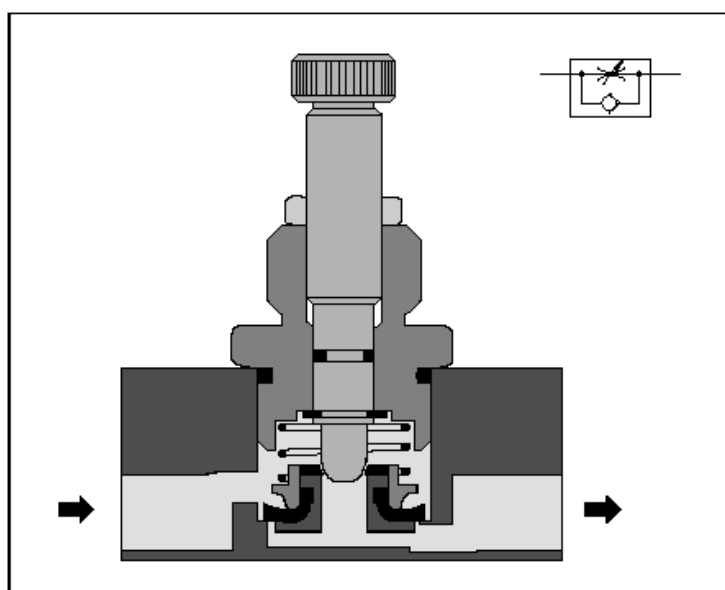
8. ábra. 5/2 es útszelep

3.2.4. Fojtó-visszacsapó szelep

A fojtó-visszacsapó szelepeket munkahengerek dugattyúmozgásának sebességvezérlésére használják. Fojtó-visszacsapó szelepnél az átáramló levegőmennyiség befolyásolása csak egyik áramlási irányban lehetséges, ugyanis ekkor a visszacsapószelep lezár és az átáramlás csak a beállított fojtókeresztmetszeten történhet. Ellenkező áramlási iránynál a visszacsapó szelep nyit, az átáramlás szabaddá válik. Kettősműködésű munkahengerek sebességvezérlésekor a fojtó-visszacsapó szelepeket közvetlenül a henger közelébe célszerű telepíteni.



9. ábra. Fojtó-visszacsapó szelep



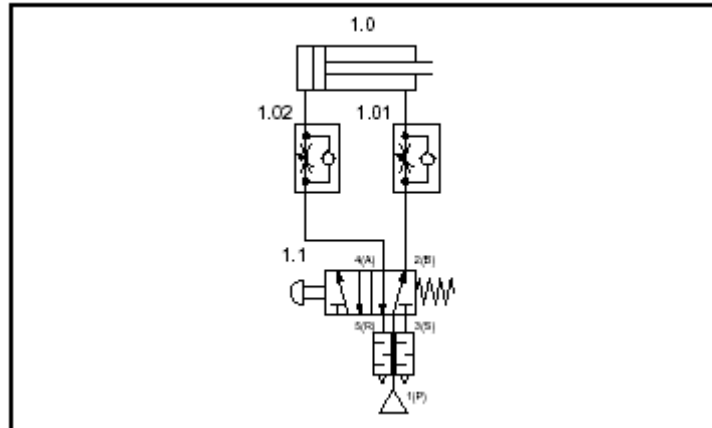
10. ábra. Fojtó-visszacsapó szelep sematikus ábra

A fojtásoknál megkülönböztetünk két típust melyek közül az egyik a beáramló levegő fojtása (primer fojtás) a másik pedig a kiáramló levegő fojtása (Szekunder fojtás).

Beáramló levegő fojtása (Primer fojtás)

Bemenő ági sebességvezérléskor a fojtó-visszacsapó szelep fojtása a munkahengerbe beáramló levegőmennyiséget befolyásolja. A kiáramló levegő a visszacsapó szelepen, szabadon áramlik át. Ez a sebességvezérlési mód a terhelésváltozásokra érzékeny, már a legkisebb változásnál is (pl. a dugattyú egy helyzetkapcsolón halad keresztül) jelentős

sebességingadozás jöhet létre. A bemenő ági fojtást főleg egyszeres működésű, kis térfogatú munkahengereknél alkalmazzák.

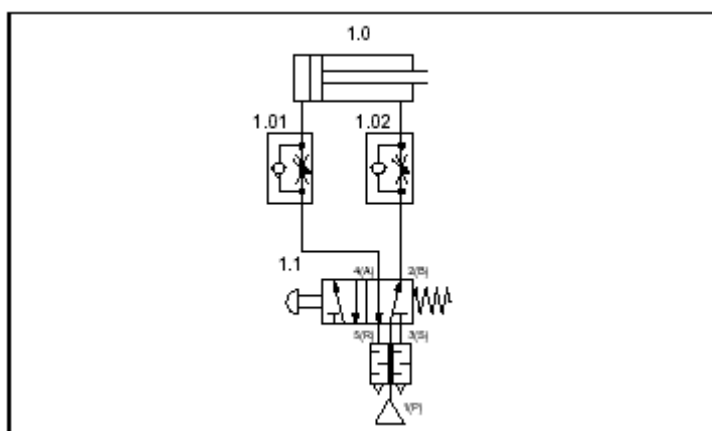


11. ábra. Beáramló levegő fojtása (primer fojtás)

Kiáramló levegő fojtása (Szekunder fojtás)

Kimenőági sebességvezérléskor a levegő szabadon áramlik a hengertérbe, a fojtás a kiáramló levegőmennyiséget befolyásolja.

Ily módon mindkét hengertérben megnő a nyomás (az előbbi esethez viszonyítva), mely a dugattyú merevségét fokozza. A fojtó-visszacsapó szelepnek ez a beépítése kevésbé terhelés érzékeny sebességvezérlést biztosít. Kettősműködtetésű munkahengereknél ezért általában kimenőági sebességvezérlést kell alkalmazni. Kisméretű – számottevő térfogattal nem rendelkező – hengereknél, a kimenő oldalon nem jön létre az ellentartáshoz szükséges nyomás, ezért ez esetben be- és kimenőági sebességvezérlést együttesen kell alkalmazni.

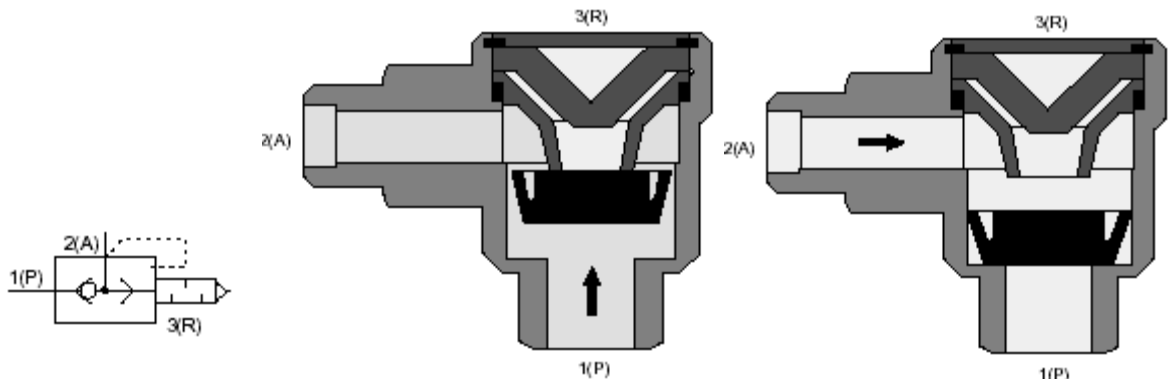


12. ábra. Kiáramló levegő fojtása (szekunder fojtás)

3.2.5. Gyorslégtelenítő szelep

A gyorskilevegőző szelepeket a dugattyúsebesség növeléséhez alkalmazzák. Mindenekelőtt az egyszeres működésű hengerek visszafutási ideje csökkenthető beépítésével. A szelepnek zárható P bemenete, zárható R kilevegőzése és A kimenete van. Ha P bemeneten nyomás van, a mozgó tömítés zárja az R kilevegőző csatlakozót és a levegő az A kimenet felé áramlik. Ha a P bemeneten a nyomás megszűnt, az A felől történő kiáramlás – a tömítőelem közvetítésével – zárja a P csatlakozást és a levegő R kilevegőzés felé áramlik.

Alkalmazásával kikerülhető (kilevegőzőskor) a vezérlőszelepet a hengerrel összekötő energiavezeték. Célszerű a gyorskilevegőző szelepet közvetlenül a henger csatlakozójának közelében elhelyezni.



13. ábra. Gyorslégtelenítő szelep és működése

3.3. Hajtások

3.3.1. Pneumatikus hajtások

A pneumatikus energiát munkahengerek, illetve légmotorok alakítják át egyenes vonalú, illetve forgómozgássá.

Két nagy csoportjukat különböztetjük meg: az egyenes, és a forgó mozgást végzőket.

Az egyenes mozgást végzők közé tartozik az egyszeres és kettős működtetésű munkahenger, a membrán henger, a löketvégi csillapítással rendelkező munkahenger, a dugattyúrúd nélküli és a szalag henger, a tömítő szalagos henger, a mágneses kuplunggal rendelkező henger, az átmenő dugattyúrudas munkahenger valamint a forgató és a forgólapátos henger, melyek ugyan forgó mozgássá alakítják a pneumatikus energiát, de csak korlátozott szögelfordulásra képesek így nem sorolhatók a légmotorok közé.

A légmotorok lehetnek dugattyús, lapátos, fogaskerekes vagy turbinás kivitelűek.

Meg kell említeni, hogy ezen mozgások elektromechanikus eszközökkel is ugyanúgy megoldható viszont a költségükben jelentős különbség mutatkozik. A hajtásokkal az [1] irodalom részletesen foglalkozik.

3.3.2. Egyszeres működtetésű munkahenger

Az egyszeres működtetésű munkahengereknél csak az egyik hengertér kap energiaellátást. Ennek megfelelően csak egy mozgásirányban végezhetnek munkát, a sűrített levegő bevezetésétől (dugattyúoldali, ill. rúdoldali tér) függően. A másik mozgásirányban rugóerő, vagy külső terhelő erő biztosítja a dugattyúmozgást.

A beépített rugó úgy van méretezve, hogy megfelelően nagy sebességgel vigye a dugattyút alaphelyzetbe.

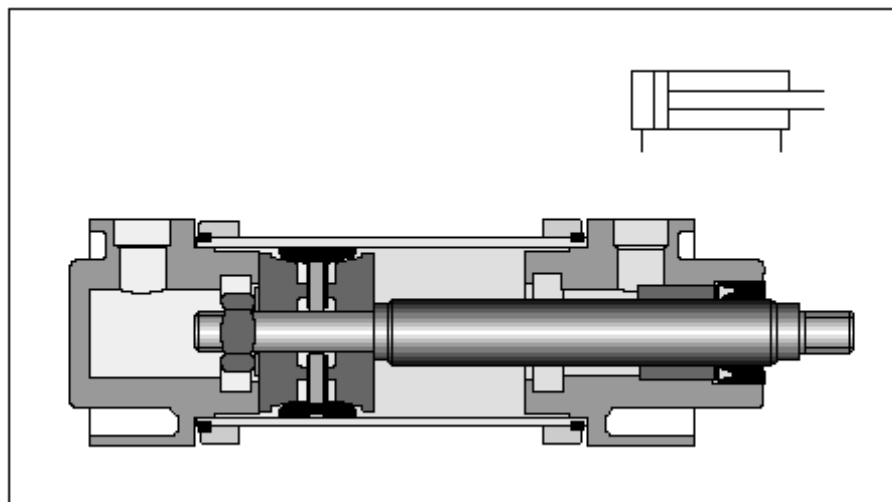
Az egyszeres működtetésű munkahengerek lökethosszát a beépített rugó szerkezeti hossza korlátozza. Ezek a hengerek általában rövid löketűek, kb. 100 mm lökethosszig használatosak. Ezeket a végrehajtókat általában kilökésre, sajtolásra, emelésre, adagolásra alkalmazzák.



14. ábra. Egyszeres működtetésű munkahenger

3.3.3. Kettősműködtetésű munkahenger

A bevezetett sűrített levegő energiája a kettősműködtetésű 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 tömítőgyűrűvel, dugattyúval vagy membránnal oldható meg.

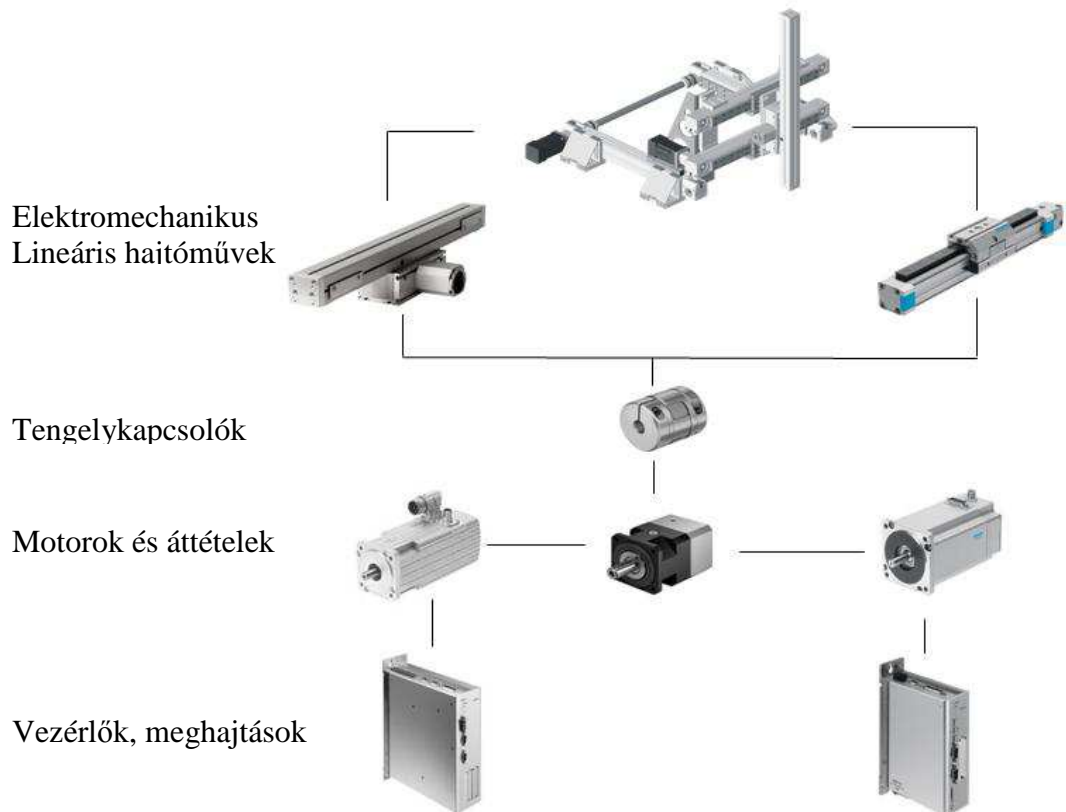


15. ábra. Kettősműködtetésű munkahenger

3.3.4. Elektromechanikus hajtások

A következőekben az elektromechanikus hajtások elemeivel jellemezőivel és felépítésével fogok foglalkozni, mivel a Logisztikai manipulátor pozicionálását ezzel a hajtásrendszerrel lehet a legpontosabban megvalósítani.

Rögtön kezdeném is a rendszer elemeinek bemutatásával, egy ábra segítségével:



16. ábra. Elektromechanikus hajtások elemei

3.3.5. Léptetőmotorok

A léptetőmotorok abban különböznek a hagyományos egyenáramú motoroktól, hogy bemenő villamos impulzusokat alakítanak át diszkrét szögfordulásokká, valamint a fordulatszámuk egyenesen arányos az impulzusfrekvenciával. Manapság sok területen használják ezt a motortípust, pl. robotokban, szerszámgépekben, számítástechnikai perifériákban. Nagy előnye, hogy rendkívül hosszú élettartamú, valamint nem igényel visszacsatolást, 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 hő veszteségei nőnek, a rotor is melegszik, zajosság válhat
- rezonancia-hajlama és pozícionálási hibái inerciaterhelés-függők, melyek zárt szabályozással megszűnhetnek

3.3.6. 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 pozícionálást 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.



17. ábra. Hagyományos és integrált elektronikával ellátott Festo léptetőmotor

3.3.7. 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.



18. ábra. Léptetőmotor vezérlő

3.3.8. 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

vonulási és forgatóhengerek is. Nagy előnye, hogy tetszőleges dinamikájú mozgás állítható elő általa, hiszen tengelyenként akár 100 különálló pozíció sebesség és gyorsulás értékeit definiálhatjuk. Rendkívül nagy rugalmasság jellemzi, köszönhetően moduláris felépítésének, így a legkülönfélébb alkalmazásokhoz is tökéletesen illeszthető.



19. ábra. SPC-200 Léptetőmotor vezérlő

3.3.9. 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.



20. ábra. EMMS-ST léptetőmotor

3.3.10. 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.



21. ábra. CMMS-ST motorvezérlő

3.3.11. Szervomotor

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

A Festo kínálatában mind az egyenáramú mind a váltóáramú szervomotorok megtalálhatók. A szervomotorok jelentősen jobb dinamikai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a léptető motorok. A váltakozó áramú motor régebbi fejlesztés, míg az egyenáramú testvére az új léptetőmotorral egy időben került piacra.



22. ábra. Egyenáramú és AC szervomotorok

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. 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.



23. ábra. Egyenáramú és AC szervomotor vezérlők

3.4. Szenzorika

Ahhoz hogy egy rendszert a fizikai valóságban elhelyezzünk, és egyáltalán tudjunk a valós világgal kapcsolatot teremteni ahhoz nélkülözhetetlenek a szenzorok. Természetesen többféle szenzor létezik, attól függően, hogy milyen fizikai mennyiséget érzékelünk vele. A szenzorok által adott jeleket értelmezve és a jelekre adott válaszreakció alapján létrejön a kapcsolat a fizikai valóság és a rendszer között.

Legfontosabb talán, hogy egy fogalommal tisztázzuk mi is a szenzor, de még ezen felül további definíciókat is kiemelnék a szenzorika világából, mellyel megteremtjük a tárgyalásához szükséges alapokat.

- **Szenzor:** Olyan eszköz, amely egy fizikai mennyiséget (pl. hőmérséklet, távolság, nyomás) a vezérlés- és szabályozástechnikában jobban felhasználható, jobban kiértékelhető jellé alakít át. (elektromos jel, pneumatikus jel)
- **Szenzorelem:** A szenzornak az az elemi része, amely lényegében a fizikai jellemzőt érzékeli, de önmagában az irányítástechnikában nem alkalmazható, még további elemekkel kell kiegészíteni. (jelátalakítás, jelfeldolgozás, csatlakozók, illesztők, ház, rögzítő elemek, stb.)
- **Szenzorrendszer:** Több mérő és kiértékelő komponensből álló rendszer. (a komponensek gyakran moduláris felépítésűek, egy gyártmány családon belül cserélhetőek)

Ezen fogalmak segítségével könnyebben eligazodhatunk ebben a témában.

Természetesen a szenzorokat is tudjuk különböző szempontok szerint csoportosítani attól függően, hogy milyen jelekkel dolgozunk, amely lehet bináris vagy analóg. Ezen két csoportnak megfelelően lehet készíteni egyfajta csoportosítást. A szenzorokkal a [2] és [3] irodalom átfogóan foglalkozik.

3.4.1. Szenzorok csoportosítása:

Bináris szenzorok:

- Helyzetérzékelők
- Közelítéskapcsolók
- Nyomáskapcsolók

Analóg szenzorok:

- Erő- és nyomatékmérők

- Hőmérsékletmérő szenzorok
- Útmérők, hosszmérők, elfordulás érzékelők
- Akusztikai mennyiségek érzékelői

3.4.2. Induktív közelítéskapcsolók/szenzorok

Az induktív közelítéskapcsolók működése egy olyan rezgőkör alkalmazásán alapul, amelynek rezgés amplitúdóját az aktív zónában elhelyezkedő tárgy befolyásolja. Minden oszcillátor azonos elemekből áll amelyek névszerint: erősítő, pozitív visszacsatolás és frekvencia meghatározó elem. Az induktív érzékelőknél a frekvenciát meghatározó elem nem más, mint egy párhuzamos LC- rezgőkör. Ebben a tekercsből és kondenzátorból álló rezgőkörben elektromágneses rezgések keletkeznek, miközben a feltöltött kondenzátor a tekercsen keresztül kisül. A kisütési áram a tekercsben mágneses teret hoz létre, majd a kisülés után a mágneses tér csökkenni kezd. A mágneses tér változása a tekercsben feszültséget indukál. Eközben a kondenzátor ellentétes polaritásra töltődik, és addig tart amíg a mágneses tér teljesen meg nem szűnik. A kondenzátor feszültsége a kondenzátorban elektromos teret alakít ki. Az elektromos és mágneses tér periodikusan váltja egymást, így a feszültség és az áramerősség is periodikusan változik. A gyakorlatban még alkalmaznunk kell egy erősítőt is amely az ellenállás okozta csillapítást kiegyenlíti.

Az LC rezgőkör frekvenciáját az induktivitás és a kapacitás határozza meg:

$$f \approx \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Az LC rezgőkör amely frekvenciája általában 100-1000 kHz között változik egy nagy frekvenciával változó mágneses mezőt hoz létre amely a szenzor aktív felületén kilépve vizsgálja a környezetét. Ha ebbe a környezetbe egy fémtárgyat helyezünk, akkor a rezgés amplitúdó lecsökken.

Az induktív érzékelők energia-felvétele igen csekély mindössze néhány mikrowatt és ez különböző előnyökkel jár:

- Nincs mágnesező hatása a jelzett fémtárgyra
- Rádióvétele nem zavarja
- Nem melegszik a jelezett fémtárgy

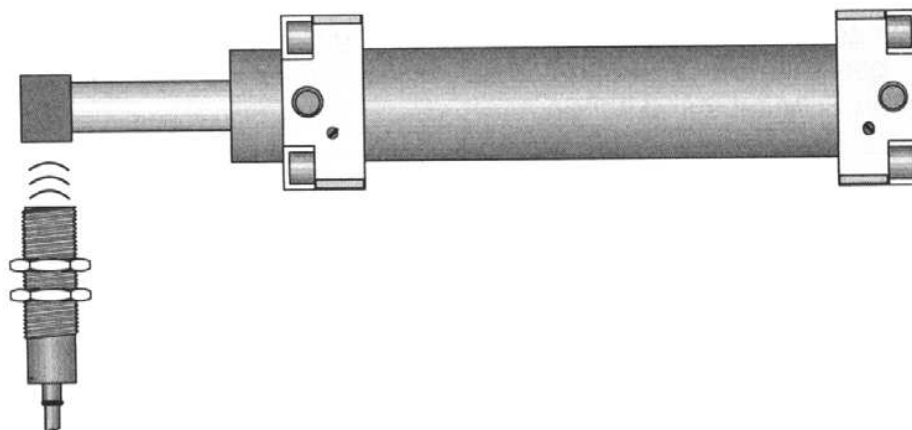
Az induktív közelítéskapcsoló működési elve:

Az oszcillátor szinuszos jelet ad, melyet a demodulátor egyenirányít majd a trigger fokozat kiértékeli a jelet és attól függően, hogy a jel a megadott küszöbérték alatt vagy felett van e ad egy bináris kapcsolójelet. A küszöbérték meghatározása a kapcsolási távolságtól függ. Valójában az induktív közelítéskapcsolók érzékelési tartománya nem túl nagy, amelyet ráadásul különböző tényezők is befolyásolnak. Ilyen befolyásoló tényező például a fémtárgy elektromos vezetőképessége. A névleges kapcsolási távolságot egy szabványos, 1mm vastag St37 -es acéllemez próbatesttel határozzák meg. A lemez négyzet alakú, oldalhosszúsága vagy az érzékelő aktív felületének átmérőjével, vagy a névleges kapcsolási távolság háromszorosával egyenlő. A két érték közül a nagyobbat kell figyelembe venni a próbatest méretének megválasztása során. Az acéltól eltérő anyagoknál úgynevezett redukciós tényezőt alkalmazunk.

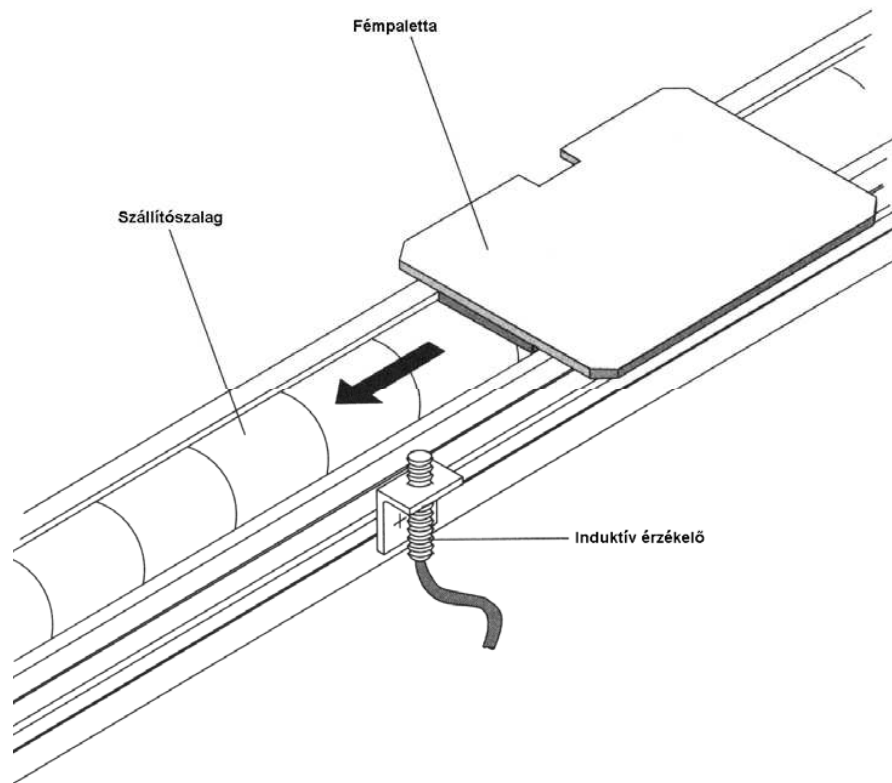


24. ábra. Induktív közelítéskapcsoló

Induktív érzékelő használatára példák:



25. ábra. Pneumatikus illetve hidraulikus munkahenger helyzetének érzékelése



26. ábra. Munkadarabokat szállító fémpaletták jelzése szállítószalagon

3.4.3. Mechanikus működtetésű elektromos helyzetérzékelők (helyzetkapcsolók)

A mechanikus helyzetkapcsolók illetve végálláskapcsolók működtetése külső erővel, valamilyen mechanikus szerkezet közvetítésével történik. A kialakítástól függően viszonylag nagy feszültség és áramerősség továbbítására alkalmasak. Legfontosabb elemeik az érintkezők, amelyeknek leggyakrabban alkalmazott anyagai: arany-nikkel, ezüst, ezüst-kadmiumoxid, ezüst-palládium és ezüst-nikkel. Induktív terhelések kapcsolásakor jelentős feszültségcsúcsok jöhetnek létre a kikapcsolás pillanatában. Megfelelő védőkapcsolás hiányában ez az érintkezők beégését, tönkremenetelét okozza. A védőkapcsolás kialakítható R-C tag vagy egy megfelelő dióda esetleg varisztor alkalmazásával, a paraméterek megválasztásakor figyelembe kell venni mind a kapcsoló, mind a terhelés jellemzőit. Relék illetve mágneskapcsolók esetében a tartóáramhoz képest 8 .. 10-szeres is lehet a meghúzási teljesítmény. Számos olyan alkalmazással találkozhatunk a gyakorlatban, ahol a mechanikus kapcsolók hátrányait (kopás, az érintkezők „pergése”, kis kapcsolási frekvencia) ellensúlyozza a kedvező ár. Tipikus alkalmazási területe az erős mágneses mezőt gerjesztő berendezések környezete. (Pl. elektromos hegesztő berendezések)



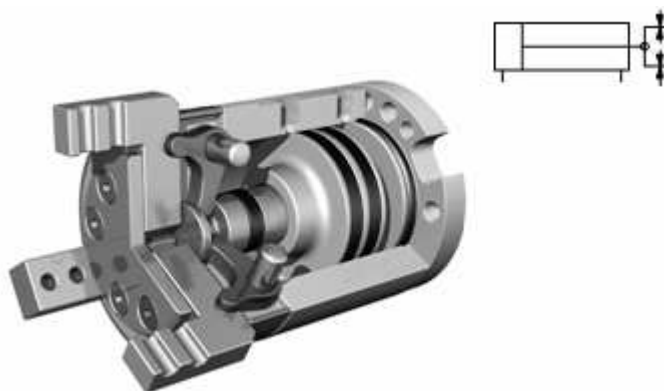
27. ábra. Mechanikus helyzetkapcsolók

3.5. Pneumatikus megfogók:

A pneumatikusan meghajtott megfogókat a munkadarabok mozgatása közbeni megfogására használjuk. Ebben a rendszerben akkor használjuk a pneumatikus megfogókat mely vákuum alapján működik. A munkadarabnak ebben az esetben tekinthető a paletta. A pneumatikus megfogók különbözőkialakítással készülnek: A pneumatikus megfogókkal a [3] irodalomban találhatunk több információt.

- Párhuzamos megfogók.
- Szögelfordulásos megfogók.
- Precíziós megfogók.
- Mini megfogók.

A következő ábrán egy háromujjas párhuzamos megfogót láthatunk, amely ebben a rendszerben nem használatos, de igen elterjedt az alkalmazása.



28. ábra. Háromujjas párhuzamos megfogó

Végző soron azt, hogy milyen típusú megfogót használunk, az mindig a munkadarab fizikai tulajdonságaitól függ. Általában a nagy munkadarabok, mint például a csomagok vagy

érzékeny felületű tárgyak ilyenek lehetnek a különböző típusú fóliák, megfogásához vákuum megfogókat használunk.

3.5.1. Vákuum ejektor, szívókorong

A vákuumot egy úgynevezett vákuum ejektorral állítjuk elő. Az eljárás úgy zajlik, hogy egy fúvókán keresztül sűrített levegőt áramoltatnak át melynek eközben a sebessége megnő viszont a nyomása csökken. A folyamat következménye, hogy a fúvóka mögött alacsonyabb nyomású terület alakul ki környezetéhez képest így levegőt szív el a vákuumcsatlakozóhoz. Ezután a csatlakozóra illesztett szívókorong képes a munkadarab megfogására.



29. ábra. Vákuum ejektor(bal) és szívókorong(jobb)

Különböző kialakítású vákuum ejektorokat gyártanak. Van amelyiket mágnes szeleppel esetleg nyomáskapcsolóval látnak el. Ezeknél a típusoknál a mágnes szelep végzi a kapcsolást. Amikor feszültség hatására kinyit, levegő áramlik át így létrehozza a vákuumot majd a feszültség megszűnése után a vákuum megszűnik.

4. Többdimenziós rendszerek

Attól függően, hogy milyen bonyolult az adott feladat melyet valamilyen logisztikai manipulátorral meg kell oldanunk, léteznek különböző a FESTO által készített többdimenziós rendszerek mellyel lényegesen leredukálhatjuk a probléma bonyolultságát hisz ezek a modulok képesek akár önállóan működni de akár nagyobb rendszer részegységeként is.

Különböző előre rendelkezésünkre álló elkészített többdimenziós rendszerek léteznek a mozgás dimenzióinak számát figyelembe véve: Két dimenziós és Háromdimenziós rendszerek A többdimenziós rendszerekkel a [4] irodalom foglalkozik.

4.1. Kétdimenziós rendszerek

4.1.1. Handling modulok

A handling modulok installálásra kész egységek, amelyek elektromos vagy pneumatikus hajtóművel működtethetők. Különösen olyan helyzetekben használható jól, ahol a munkadarabok körülbelül 1kg tömegűek (effektív terhelés maximum 1,6 kg) valamint elég szűk helyeken kell a feladatot végezni és kicsi a lökethossz-igény, ami azt jelenti, hogy nem a távolság a fontos a munkadaraboknál, hanem az hogy minél hamarébb átkerüljön egyik helyről a másikra. Kiváló példa lehet erre az autógyártás területén egy hegesztő állomást kiszolgáló modul rendszer ahol különböző követelményeknek kell megfelelnie a telepítendő manipulátoroknak. Ilyen követelmények lehetnek a nagy működési frekvencia tehát, hogy a munkadarabokat kis távolságra ugyan de gyorsan egymás után kell áthelyezni. Másik követelmény lehet a pontosság mivel különösen fontos, hogy a hegesztés minősége meghatározza a észülő termék tartósságát.



30. ábra. Handling modul

4.1.2. Pick & Place

A pick & place rendszerek két lineáris handling egységből állnak. Olyan területen célszerű a használatuk ahol a munkadarabok már nem elhanyagolható tömeggel rendelkeznek ami az jelenti számokban, hogy a munkadarab tömege körülbelül 5 kg de effektíven akár 10 kg terheléssel is megbirkózik a rendszer. Mási nagyon fontos adat a lökethossz, nos ez a rendszer akár 400 mm lökethosszt is képes produkálni. Talán a legjobban olyan helyzetekben használható, ahol a munkadarabot ki kell emelni a megmunkálási térből. Alkalmazási területre lehet talán egy példa a gyógyszerészeti intézményekben ahol fontos a manipulátor keskeny kivitele, pontossága és a legfontosabb a könnyű szervizelhetőség.



31. ábra. Pick & Place

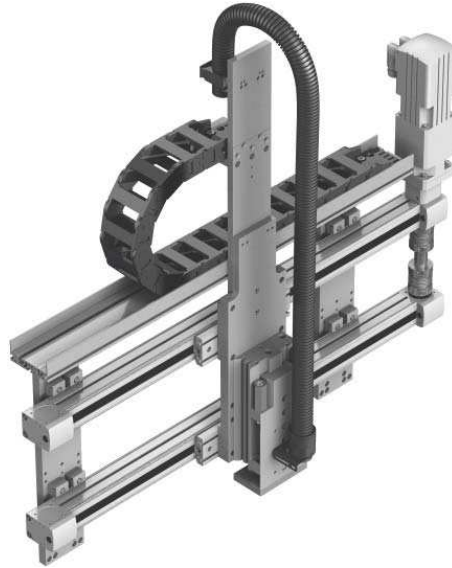


32. ábra. Pick & Place alkalmazhatósága az egészségügy területén

4.1.3. Lineáris portál

A lineáris portál egy portál tengelyből és egy handling hajtóműből áll. A lineáris portál a Pick & Place rendszerhez hasonlóan képes 5 kg tömegű munkadarabokkal műveleteket végezni és ugyanúgy 10 kg maximális effektív terhelés mellett. A Pick & Place rendszerrel ellentétben azonban ezt a rendszert a nagy lökethossz igényű helyzetekben célszerű használni,

valamint olyan ipari folyamatokban ahol nagyon fontos a munkadarab csavarási ellenállás biztosítása. Ilyen lehet például üvegtáblák transzportálása.



33. ábra. Lineáris portál

Akár kiváló példaként is szolgálhat az alkalmazhatóságra az építőanyag iparban a kerámia csempek mozgatása és csomagolására. Ezen helyzet igen magas igényeket támaszt egy manipulátorral szemben. Ilyen igény lehet, amely talán az egyik legfontosabb a kíméletes gyorsulás és puha fékezés melynek segítségével elkerülhetjük a munkadarab jelen esetben a kerámia csempe megsérülését.

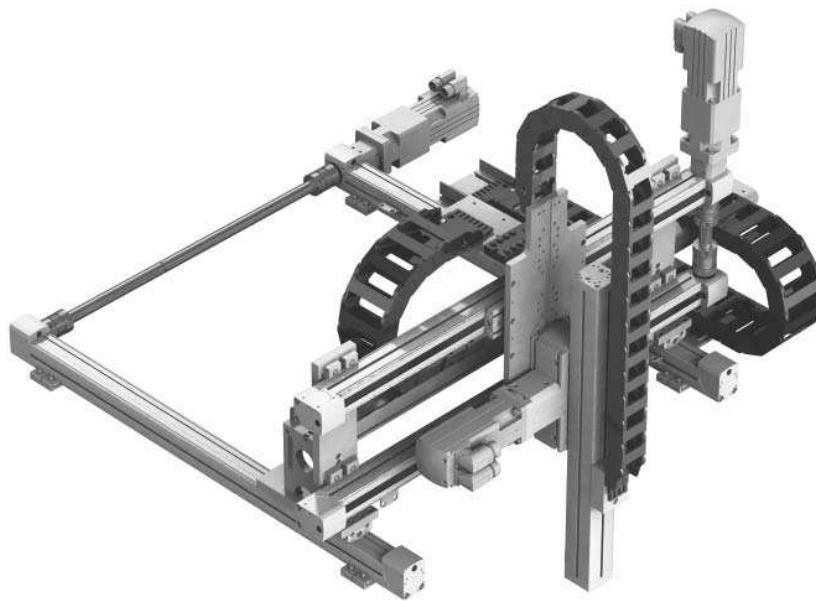


34. ábra. Lineáris portál alkalmazhatósága

4.2. Háromdimenziós rendszer

4.2.1. Háromdimenziós portál

A háromdimenziós portál két vízszintes konzolos tengelyből és egy függőleges hajtóműből áll. A háromdimenziós rendszerek alkalmazása igen előnyös lehet mivel a tér bármely pontját elérhetjük vele természetesen a hatókörön belül. Olyan területen érdemes használni ilyen rendszert ahol a munkadarab tömege nagy és kizárólagos fontosságú a pontosság.



35. ábra. Háromdimenziós portál

Alkalmazási területre példát ismét az autógyártás területéről említenék még hozzá olyan folyamatot amikor adagolást mozgatót kell végeznie a manipulátornak egy tekeresszerelő berendezésben. Ilyen folyamatnál nagyon fontos lehet az értékek pontos és komplett dokumentálása. További igény lehet gyorsaság mivel nagyon jól tudjuk, hogy az idő pénz. Végül de nem utolsó sorban a rugalmas pozicionálás is lehet egy követelmény ami ezen rendszerek nagy erőssége, mivel erre lettek megalkotva.



36. ábra. Háromdimenziós portál alkalmazhatósági területe

5. PLC vezérléstechnika

A korszerű elektro pneumatikus berendezések elengedhetetlen eleme a PLC, amely végrehajtókból és érzékelőkből álló automatizált berendezések vezérlését végzi. A PLC napjainkban egyre inkább kiszorítja a relés vezérléseket, melyeket már csak valamilyen különleges igény felmerülése esetén használunk.

A mai PLC-k kialakításuk szerint két csoportba sorolhatók: kompakt és moduláris.

A kompakt PLC-k jellemzője, hogy hardverkonfigurációjuk csak kis mértékben módosítható, megfelelő védettséggű ipari tokozásban készülnek és kis helyigényűek. Rendszerint két sorkapocslécből, kijelző lámpákból Run-stop kapcsolóból és egy kommunikációs lehetőséggel ellátott kisméretű dobozból állnak. A PLC-nek a megfelelő működéshez szüksége van még tápfeszültségre és a vezérlő programra, melyet számítógép segítségével írhatunk meg és tölthetünk át az eszközre.

A moduláris felépítésű PLC-k jellemzője, hogy a vezérlőberendezés valamilyen speciális feladatot ellátó modulokból épül fel. Az így felépített rendszer mindig tartalmaz egy CPU (központi egység) modult, ami felépítésében a kompakt PLC-ékre hasonlít. A leggyakoribb bővítő modulok a vezérelt rendszer Be/Kimenetei számához illesztett Be/Kimeneti modulok.

5.1. A PLC 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.

5.2. A PLC eszköz elemei

5.2.1. . 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.



37. ábra. A PLC be- és kimeneti felületei

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.

5.2.2. 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:

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
```

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 INDITAS
      IF      I0.1
      THEN SET T10
```

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 LEKERDEZES
      IF      N    T10
      THEN SET  O0.1
```

Így a lámpánk az I0.1-es jel megjelenése után 2mp-el kigyullad.

5.2.3. 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:

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:

```
STEP 0
      THEN LOAD V10
      TO CP1
```

A számláló indítását bárhol megtehetjük a számlálandó esemény előtt.

```
STEP INDIT
      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.

Legyen a számlálandó mennyiség az S3 érzékelő jele.

```
STEP SZAMOL
      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.

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 KERDEZ
      IF N C1
      THEN JMP TO 15
      OHRW JMP TO 10
```

5.2.4. Merkerek, 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:

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 resetelnie is kell a programnak az előbb említett flag-et.

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 merkerek a PLC áramtalanítása esetén is megőrzik set vagy reset állapotukat.

A felhasznált PLC 256db regisztert tartalmaz, ezek R0-R255-ig címezhetőek.

6. Programozási környezet

A különböző hajtásokat motorvezérlőket valamilyen szoftveren keresztül szükséges programozni. Ezelőtt sajnos amennyi gyártó volt annyiféle programozási környezet, gyakran még a gyártmányoknak is egy cégen belül is különböző környezetet igénylő programozási eszközei és eszközkészlete volt. Mára már a FESTO ezt a problémafaktort kiküszöbölte egy univerzális szoftver és Protokoll megalkotásával. A témával bővebben a [4] és [5] irodalmakban olvashatunk.

6.1. FHHP Protokoll

A Festo következetesen keresi és elemzi az új lehetőségeket, így tartva fent a folyamatos fejlődést. Ennek egyik eredménye az új FHPP szoftver platform, mely az FCT

Festo konfiguráló szoftverrel kombinálva ideális valamennyi motorvezérlő egység működtetéséhez és interfész kezeléséhez az ipari busztól a hajtó rendszerig.

A Festo kifejlesztette optimalizált adatprofilját, a „Festo Handling and Positioning Profile (FHPP)”-t, a handling és a pozicionálási feladatok fő alkalmazási területeihez illesztve. Az FHPP adatprofillal a Festo motorvezérlők ipari busz interfészen keresztül, egységes vezérlő- és státus bájtokkal működtethetők.

Az iparibusz-rendszerek különböző adatprofiljai megnehezítik a felhasználók dolgát komplikált azokat kezelni, és egymással sem kompatibilisek. A Festo megoldása: minden pozicionáló vezérlőhöz egységes adatprofil, az FHPP, a Festo Handling and Positioning Profile. Az összes funkció- és státuszjelzés többnyire egybites művelettel közvetlenül vezérelhető. Az egységes vezérlés ezen kívül még különböző ipari buszrendszerekkel is bővíthető, mint pl. Profibus, CANopen és DeviceNet. A léptetőmotor és szervomotor vezérlők széles választékában minden handling feladathoz megtalálható a megoldás. Fogas szíjas vagy orsós hajtású tengelyekkel, vagy szervopneumatikus pozicionáló egységekkel kombinálva mindenre van lehetőség az egyszerű és olcsó hajtóművektől egészen a komplex feladatok nagy teljesítményű és intelligens megoldásáig.

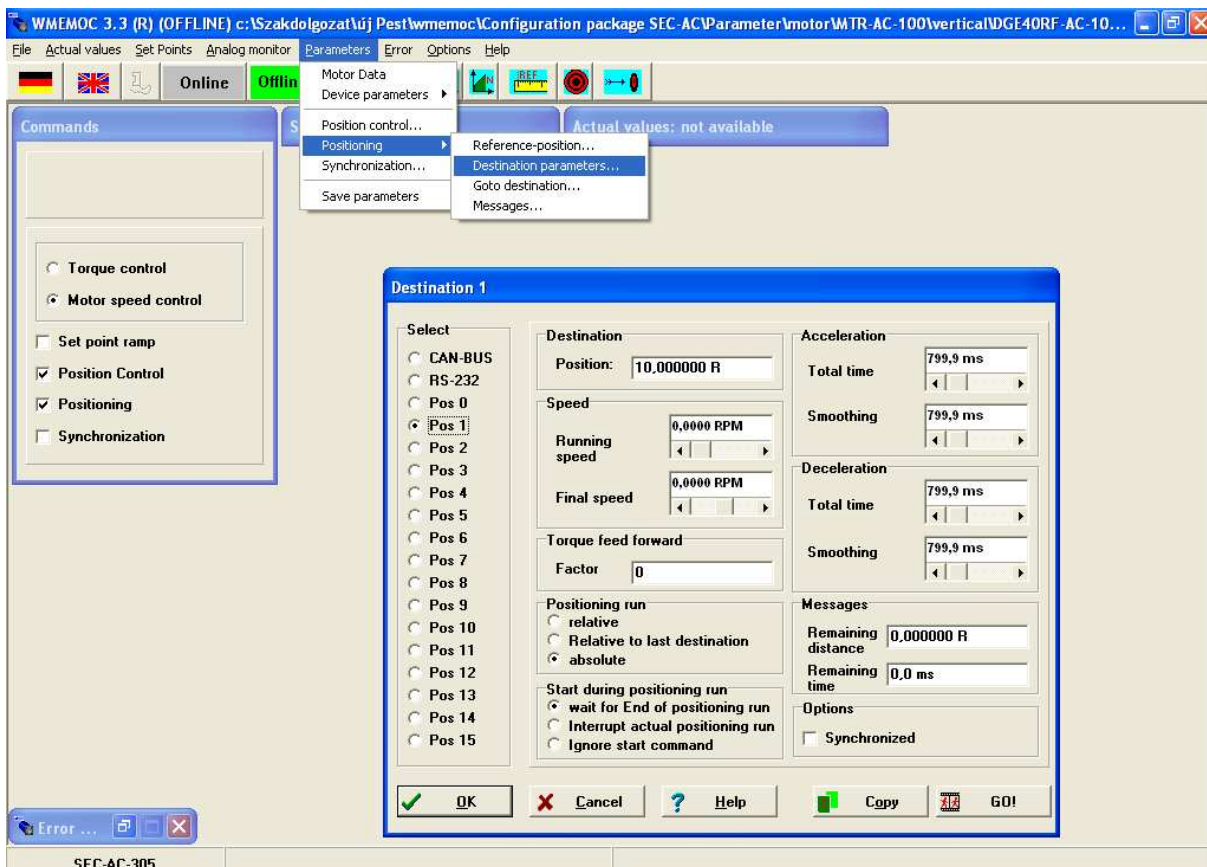
6.2. FCT FESTO konfiguráló szoftver

A szoftver nagy előnye, hogy segítséget nyújt mindenben és figyelmeztet minket ha nem megfelelő eszközöket akarunk esetleg nem megfelelő módon összekapcsolni, tehát teljes mértékben támogatja a rendszer felépítésének szoftveres háttérét. Mindezt teszi úgy, hogy adatbázisában az összes hajtómű adata megtalálható és az adatokat is figyelembe veszi amelyet mi megadunk aszerint, hogy azt az adott eszköz képes e teljesíteni. Nagy segítség még, hogy grafikusán támogatott az adatbevitel így jelentősen megkönnyíti a szoftver használatát. Talán az egyik legfontosabb, hogy a szoftver lehetővé teszi az univerzális működési módot minden hajtóműre. További szolgáltatás az Online mód, amikor is lehetőségünk van valós időben látni a programunk eredményét illetve az Offline mód, amikor a későbbi kipróbálás céljából készítjük el a programot.

6.3. Wmemoc motorvezérlő konfiguráló szoftver

A wmemoc motorvezérlő konfiguráló szoftver segítségével lehetőségünk van az adott motorhoz tartozó motorvezérlő felkonfigurálására. A konfigurálás folyamata kiterjed a

motorvezérlő által, a motornak küldött sebességparaméterek és mozgás paraméterek, valamint ami a legfontosabb a célpozíciók pontos helyzetét. A program igen egyszerű kezelhetőséget tesz lehetővé. Ami a legfontosabb az, a pontos pozíciók beállítása, amely a Parameters/Positioning/Destination parameters menüpont alatt tehető meg.



38. ábra. Pozíciók felvétele a wmemoc konfigurációs szoftverben

Amint azt láthatjuk az ábrán is összesen 16 pozíció vehető fel. Ez a pozíció szám megfelelő a jelenlegi modellünk számára mivel itt kettő motorvezérlő, lesz így 16 x 16 pozíció felvételére vagyunk képesek, amely bőven meghaladja a 12 rekeszből álló palettaszerkezetet ahol mindösszesen csak 12 pozíciót kell konfigurálni mivel a null pozíciót a motorvezérlő külön kezeli így azt nem kell definiálni.

Összegezve tehát a wmemoc program lehetővé teszi, hogy a motorvezérlő adott pozíciós utasításokat tudjon kiadni a szervo motornak viszont arról is beszélnünk kell, hogy a motorvezérlő milyen formában kapja meg ezeket a pozíciókat. Ehhez a legszükségesebb információt egy olyan ábrából kaphatjuk meg, amely a motorvezérlő pin kiosztásait mutatja be.

Pin no.	Symbol	Value	Specification
3	Ain1	$\pm 10V \pm 5\%$ $R_i = 20K\Omega \pm 1\%$	Analogue nominal value input (A/B signals) channel 1 Differential max. 25 V input voltage
16	Ain1/		Reference connection, analogue connection channel 1
4	+VREF	$+10V \pm 5\%$	Reference voltage output (for optional nominal value potentiometer)
17	AMON0	$\pm 10V \pm 5\%$	Analogue monitor output 0
5	AMON1	$\pm 10V \pm 5\%$	Analogue monitor output 1
18	+24VDC	$\pm 24VDC \pm 20\%$ max. 200mA	24 V DC power supply output, not resistant to short circuits, supply via power plug X3, common potential for switching signals of digital inputs (e.g. for limit switches)
6	GND	GND	Digital earth/GND
19	Din0	POS-Bit 0	Position selection bit 0
7	Din1	POS-Bit 1	Position selection bit 1
20	Din2	POS-Bit 2	Position selection bit 2
8	Din3	POS-Bit 3	Position selection bit 3
21	Din4	ENA-PWR	Final output stage enable
9	Din5	ENA-CL	Regulator enable, reacts to falling signal edge
22	Din6	END-0	Limit switch negative
10	Din7	END-1	Limit switch positive
23	Din8	START	Start positioning
11	Din9	SAMPLE	High-speed input
24	Dout0	READY	Ready-to-operate
12	Dout1	PRG-1	Freely programmable output

39. ábra. Szervo motorvezérlő pin kiosztása

Erről az ábráról [7] az összes fontos bekötési információt megtudhatjuk köztük, hogy hova kell bekötni a 24 voltos egyenáramot, földelést, de talán ami a legérdekesebb az az, hogy a pozíciókat Bit-ekkel jelöli. Ez azt jelenti, hogy az adott pozíciót megadni 4 biten ábrázolt bináris számként kell. Példaként, ha például a 7 es pozíciót szeretnénk megadni a motorvezérlőnek akkor a pinek bekötési sorrendjétől függően a 4 pin re 0111 es állapotot kell küldeni. Én ezt a motorvezérlőt egy PLC-ről vezérlem és ezt azt jelenti hogy 4 kimenetet a

motorvezérlő pozíció bemeneteire kötöttem így a bekötéstől függően a megfelelő kimenetek segítségével tudom a pozíciót meghatározni a motorvezérlő számára.

A feladat bonyolultságát az is növeli hogy mi csak egyetlen pozíció számát kapjuk meg például a 7 est. Viszont Nekünk azt tudnunk kell hogy ez 7 es rekesz pontosan hol helyezkedik el a paletta szerkezeten. Ez azt jelenti, hogy a 7 es pozíciót le kell fordítanunk a 2 motorvezérlő számára 2 dimenziósra, mivel a 7 es rekesz az Én beosztásom szerint az 1. oszlop 3. cellája a kiindulási ponttól számítva. Ennek a segítségével már meg tudom azt határozni, hogy annak a motorvezérlőnek amely vertikálisan az x tengely mentén mozog melyik oszlopba kell beállnia, valamint a másik motorvezérlőnek, amely horizontálisan az y tengely mentén mozog melyik sorba kell pozícionálnia. Ha ezek megvannak akkor egyértelműen látjuk, hogy a 7 es pozíciót úgy fogjuk elérni, hogy a vertikálisan az x tengely mentén mozgó motor motorvezérlőjének 0001 pozíciót fogjuk elküldeni, hogy beálljon a megfelelő oszlopba, ugyanakkor a horizontálisan az y tengely mentén mozgó motor motorvezérlőjének pedig a 0011 es pozíciót fogjuk elküldeni, hogy beálljon a megfelelő sorba.

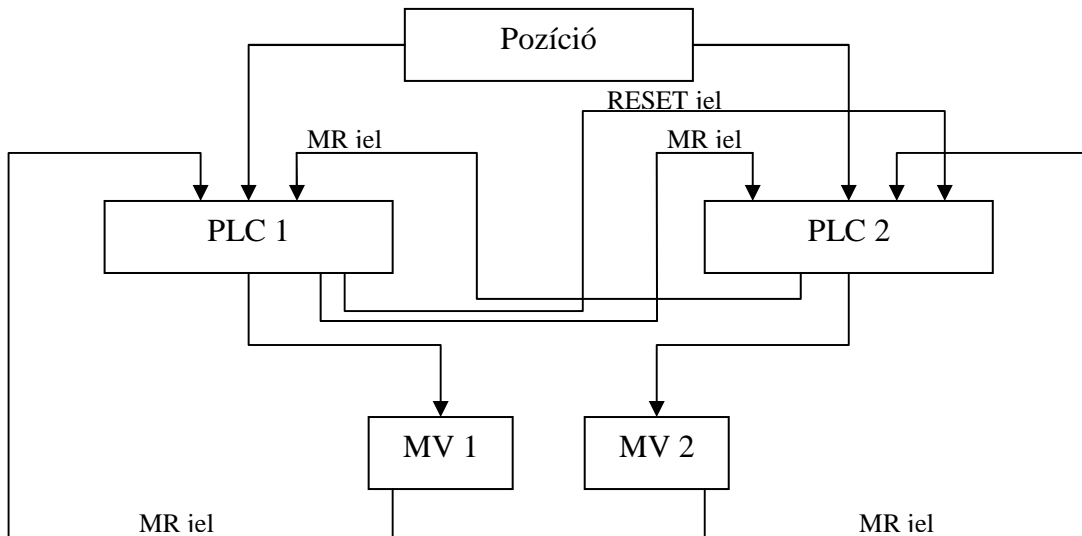
Ha a pozícionálási műveletek megtörténtek akkor hozzáfoghatunk a paletta kezeléséhez, amely annyit jelent hogy a megfelelő kimenetekre kötött megfogó szerkezetet működésbe hozzuk és az érzékelők jeleit figyelve meghatározzuk hogy hogyan is történjen a paletta kezdőállapotba történő visszajuttatása.

7. Munkaprogram

Mielőtt még a munkaprogramra rátérnénk, előtte tisztázni kell, hogy maga a rendszer 2 db motorvezérlőt 2 db motort és 2 db PLC t tartalmaz. Ennek megfelelően a kettő PLC kettő különböző munkaprogrammal rendelkezik azonban ki – és bemeneteken keresztül kommunikálnak egymással.

7.1. Ábra a működési folyamatról

A működési folyamatot egy sematikus ábrával is szemléltetem, amelynek lényege, hogy a fontosabb mozzanatokat bejelöljem rajta. Lényegi része az ábrának a két PLC és a motorvezérlők kommunikációja.



7.2. A Programkód és magyarázata

7.2.1. Első PLC programkódja

STEP 1

IF	I0.0	"12 es paletta helyzet"
AND	I0.1	
AND N	I0.2	
AND N	I0.3	
THEN SET	O0.3	
SET	O0.4	

IF	I0.0	"11 es paletta helyzet"
AND N	I0.1	
AND	I0.2	
AND	I0.3	
THEN SET	O0.3	

IF	I0.0	"10 es paletta helyzet"
AND N	I0.1	
AND	I0.2	
AND N	I0.3	
THEN SET	O0.4	

IF		I0.0	"9 es paletta helyzet"
	AND N	I0.1	
	AND N	I0.2	
	AND	I0.3	
THEN SET		O0.3	
	SET	O0.4	
IF		I0.0	
	AND N	I0.1	
	AND N	I0.2	
	AND N	I0.3	"8 as paletta helyzet"
THEN SET		O0.3	
IF	N	I0.0	"7 es paletta helyzet"
	AND	I0.1	
	AND	I0.2	
	AND	I0.3	
THEN SET		O0.4	
IF	N	I0.0	"6 es paletta helyzet"
	AND	I0.1	
	AND	I0.2	
	AND N	I0.3	
THEN SET		O0.3	
	SET	O0.4	
IF	N	I0.0	"5 ös paletta helyzet"
	AND	I0.1	
	AND N	I0.2	
	AND	I0.3	
THEN SET		O0.3	

IF	I0.4	"Ha mindkettő motorvezérlő végzett a mozgással akkor a megfogó kimehet a palettáért"
AND	I0.5	
THEN SET	O0.6	
STEP 4		
IF	I0.7	"Ha kiment a megfogó és van vákuum akkor a tálca visszaindulhat mert sikeres volt a paletta megfogása"
THEN RESET	O0.6	
STEP 5		
IF	I0.6	"Ha a megfogó visszatért az alaphelyzetbe és van vákuum is akkor visszatérhetünk a START állapotba."
AND	I0.7	
THEN SET	O0.7	
SET	O0.0	
STEP 6		
IF	I1.0	„A START állapotot manuálisan is előállíthatjuk például nyomógomb segítségével.”
THEN RESET	O0.4	
RESET	O0.5	
RESET	O0.6	
RESET	O0.7	
JMP TO 1		„A Folyamatot előlről kezdjük”
STEP RESET		
IF N	I0.0	„A START állapotot akkor állítjuk elő ha nincs a bemeneteken semmilyen jel. Ez akkor hasznos ha más géppel való összekötést szeretnék használni. ”

```
AND N I0.1
AND N I0.2
AND N I0.3
THEN RESET O0.4
RESET O0.5
RESET O0.6
RESET O0.7
```

JMP TO 1 „A Folyamatot előlről kezdjük”

7.2.2. Második PLC programkódja

STEP 1

```
IF I0.1 "12 es paletta helyzet"
AND I0.2
AND N I0.3
AND N I0.4
AND I0.0
THEN SET O0.1
```

```
IF I0.1 "11 es paletta helyzet"
AND N I0.2
AND I0.3
AND I0.4
AND I0.0
THEN SET O0.1
```

```
IF I0.1 "10 es paletta helyzet"
AND N I0.2
AND I0.3
AND N I0.4
AND I0.0
```

THEN SET O0.1

IF I0.1 "9 es paletta helyzet"

AND N I0.2

AND N I0.3

AND I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.2

SET O0.3

IF I0.1 "8 as paletta helyzet"

AND N I0.2

AND N I0.3

AND N I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.2

SET O0.3

IF N I0.1 "7 es paletta helyzet"

AND I0.2

AND I0.3

AND I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.2

SET O0.3

IF N I0.1 "6 os paletta helyzet"

AND I0.2

AND I0.3

AND N I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.2

IF N I0.1 "5 ös paletta helyzet"

AND I0.2

AND N I0.3

AND I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.2

IF N I0.1 "4 es paletta helyzet"

AND I0.2

AND N I0.3

AND N I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.2

IF N I0.1 "3 as paletta helyzet"

AND N I0.2

AND I0.3

AND I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.3

IF N I0.1 "2 es paletta helyzet"

AND N I0.2

AND I0.3

AND N I0.4

AND I0.0

THEN SET O0.3

IF	N	I0.1	"1 es paletta helyzet"
	AND	N I0.2	
	AND	N I0.3	
	AND	I0.4	
	AND	I0.0	
THEN SET		O0.3	
STEP 2			
IF		I0.5	"Ha végzett a második motor is a pozicionálással akkor visszaküld egy jelet az egyes plc nek hogy végzett"
THEN SET		O0.4	
STEP 3			
IF		I0.6	"Ha megvolt a megfogás művelete akkor megkapja az első plc től a start pozícióba való visszatérés jelét"
THEN SET		O0.5	
IF		I0.7	"Közvetlenül kiadjuk a start pozícióba való visszatérés jelét"
THEN RESET		O0.0	
	RESET	O0.1	
	RESET	O0.2	
	RESET	O0.3	
	RESET	O0.4	
	RESET	O0.5	
	JMP TO	1	
STEP RESET			
IF	N	I0.1	„A START állapotot akkor állítjuk elő ha nincs a bemeneteken semmilyen jel. Ez akkor hasznos ha más géppel való összekötést szeretnék használni. ”

```
AND N I0.2
AND N I0.3
AND N I0.4
THEN RESET O0.0
RESET O0.1
RESET O0.2
RESET O0.3
RESET O0.4
RESET O0.5
JMP TO 1
```

8. Összefoglalás

Ebben a szakdolgozatban bemutatásra kerültek egy logisztikai manipulátor felépítéshez szükséges elemek. Lehetőségünk van természetesen az adott feladat igényeit figyelembe véve változtatni az alkotóelemeken, de alapjában állíthatom, hogy egy logisztikai manipulátor ezen eszközök segítségével megvalósítható.

A logisztikai manipulátorok egyre fontosabb szerepet töltenek be az ipar területén, mivel egyre több alapanyag egyre több művelet és egyre több mozgatás szükséges egy termék előállításához vagy csupán megmunkálásához. Ezen feladatok automatizálására van lehetőségünk ilyen manipulátorok használatával kiiktatva az emberi hiba jelentette tényezőt.

A kicsinyített modell mely alapjául szolgált szakdolgozatom összeállításához teljes mértékben megfelel az ipari körülmények között használatos rendszereknek, csupán annyiban tér el tőlük, hogy oktatási célokat szolgál, ennek következtében a rendszert alkotó elemek teljesítménye viszonylag alacsony.

A megtervezést nagyban segítette az egyes elemek külön tanulmányozásának lehetősége, melyet a FESTO Kft. központjában használhattam ki.

A magasraktári manipulátort lehetőségünk van más rendszerekkel összeépíteni mivel önmagában alkalmazva kevesebb hatékonyságot érhetünk el egy feladat megvalósításában. Például ezzel a rendszerrel össze lehet hangolni egy robotkart amely a palettára helyezi a mozgatandó elemeket.

Alapjaiban véve úgy gondolom hogy a szakdolgozatomban részletesen bemutatásra kerültek a pneumatika alap eszközei és ezek alkalmazásával már adott a lehetőség egy hasonló rendszer felépítéséhez a megfelelő tudás kíséretében.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Bevezetés a pneumatikába (FESTO) P111
- [2] Bevezetés a szenzorikába (FESTO) SP1110
- [3] Bevezetés az elektro pneumatikába (FESTO) EP211
- [4] Handling rendszerek(FESTO)
- [5] http://www.mm-online.hu/hirek/Leptetotilde__es_szervomotor_vezerlotildek
- [6] <http://www.festo-didactic.com>
- [7] 192346 P.BE-SEC-AC-HW-EN(FESTO)

10. Ábrajegyzék

1. ábra. Logisztikai manipulátor	7
2. ábra. Abszorpciós levegőszárítási eljárás	8
3. ábra. Adszorpciós levegőszárítási eljárás	9
4. ábra. Hűtőszárítós levegőszárítási eljárás.....	10
5. ábra. 5/2 es szelep.....	12
6. ábra. 5/2-es útszelep (lebegő középállás) 1.állapot	12
7. ábra. 5/2-es útszelep (lebegő középállás) 2.állapot	13
8. ábra. 5/2 es útszelep.....	13
9. ábra. Fojtó-visszacsapó szelep.....	14
10. ábra. Fojtó-visszacsapó szelep sematikus ábra.....	14
11. ábra. Beáramló levegő fojtása (primer fojtás)	15
12. ábra. Kiáramló levegő fojtása (szekunder fojtás)	15
13. ábra. Gyorslégtelenítő szelep és működése	16
14. ábra. Egyszeres működtetésű munkahenger.....	18
15. ábra. Kettősműködtetésű munkahenger.....	18
16. ábra. Elektromechanikus hajtások elemei	19
17. ábra. Hagyományos és integrált elektronikával ellátott Festo léptetőmotor	21
18. ábra. Léptetőmotor vezérlő.....	21
19. ábra. SPC-200 Léptetőmotor vezérlő	22
20. ábra. EMMS-ST léptetőmotor	22
21. ábra. CMMS-ST motorvezérlő	23
22. ábra. Egyenáramú és AC szervomotorok	24
23. ábra. Egyenáramú és AC szervomotor vezérlők	24
24. ábra. Induktív közelítéskapcsoló	27
25. ábra. Pneumatikus illetve hidraulikus munkahenger helyzetének érzékelése	27
26. ábra. Munkadarabokat szállító fémpaletták jelzése szállítószalagon	28
27. ábra. Mechanikus helyzetkapcsolók.....	29
28. ábra. Háromujjas párhuzamos megfogó	29

29. ábra. Vákuum ejektor(bal) és szívókorong(jobb).....	30
30. ábra. Handling modul	32
31. ábra. Pick & Place	33
32. ábra. Pick & Place alkalmazhatósága az egészségügy területén	33
33. ábra. Lineáris portál	34
34. ábra. Lineáris portál alkalmazhatósága	34
35. ábra. Háromdimenziós portál	35
36. ábra. Háromdimenziós portál alkalmazhatósági területe.....	36
37. ábra. A PLC be- és kimeneti felületei	37
38. ábra. Pozíciók felvétele a wmemoc konfigurációs szoftverben	42
39. ábra. Szervo motorvezérlő pin kiosztása	43