

Debreceni Egyetem
Informatikai Kar

**Moduláris gyártórendszer sor vezérlésének megtervezése,
vezérlőprogramok fejlesztése**

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

Készítette: **Tóth Péter**
Mérnök informatikus

Debrecen

2009.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. MPS moduláris gyártórendszer sor felépítése	5
2.1 Végrehajtó szervek	5
2.1.1 Egyenes vonalú mozgást végző végrehajtók (munkahengerek).....	5
2.1.1 Egyenes vonalú mozgást végző végrehajtók (munkahengerek).....	6
2.1.2 Forgó mozgást előállító végrehajtók	8
2.1.3. Pneumatikus megfogók	9
2.2 Érzékelők (szenzorok)	11
2.2.1. Mechanikus működtetésű elektromos helyzetérzékelők (helyzetkapcsolók).....	12
2.2.2. Mágneses szenzorok	13
2.2.3. Induktív szenzorok	14
2.2.4. Kapacitív szenzorok	15
2.2.5. Optikai szenzorok	17
2.3. Vezérlőszervek, szelepek.....	20
2.3.1. Fojtó-visszacsapószelep	20
2.3.2. Az elektromosan működtetett útszelepek (mágnesszelepek)	21
2.3.3. Szelepkombinációk.....	27
3. PLC vezérléstechnika	30
3.1. A PLC funkcionális felépítése.....	31
3.2. Programozási nyelvek.....	33
3.2.1. Utasításlistás programozás (FESTO AWL)	33
3.2.1.1. Időzítők.....	34
3.2.1.2. Számlálók	35
3.2.1.3. Merkek.....	37
4. MPS moduláris gyártórendszer sor moduljai	38
4.1. Adagoló	39
4.1.1. Az Adagoló állomás programjai:.....	41
4.2. Mérő és Vizsgáló	44
4.2.1. A mérő és vizsgáló állomás programjai:	46

4.3. Megmunkáló.....	49
4.3.1. A megmunkáló állomás programjai:	51
4.4. Átrakó	56
4.4.1. Az átrakó állomás programjai:	58
4.5. Szortírozó	62
4.5.1. A szortírozó állomás programjai:	64
5. Összegzés	67
6. Ábrajegyzék.....	68
7. Irodalomjegyzék	70
8. Köszönetnyilvánítás	71

1. Bevezetés

Ezen szakdolgozat témája egy ötállomásos moduláris gyártórendszer sor elemzése, vezérlésének megtervezése, vezérlőprogramjainak megírása és fejlesztése.

Az MPS állomások modern gyártási rendszerek egyes folyamatainak szimulációját teszik lehetővé oktatási célra. Ezek az állomások a gyakorlatban is használt ipari alkatrészekből vannak megépítve így ezek az ipari gyakorlathoz közeli képzés eszközei. Az MPS moduláris oktató rendszert a FESTO cég bocsátja rendelkezésünkre, összeépített állapotban, bekötött PLC-vel, adott ki és bemeneti felületekkel.

A korszerű automatizált berendezések legfőbb problémája a biztonságos üzemeltetés és az állásidők minimálisra történő redukálása, ill. az optimális működtetésre való törekvés. Ehhez elengedhetetlen szempont a tesztelt programok alkalmazása, valamint a PLC-hez kapcsolódó felületek (be/kimenetek, stb...) egyszerű tesztelhetősége. Mindehhez a tervezők különböző szimulációs ill. emulációs megoldásokat alkalmaznak. A VEEP is egy ilyen eszköz, mely azt a célt szolgálja, hogy a megírt programok futtatását először nem éles üzemmódban a berendezésen, hanem ezen VEEP eszköz segítségével egy számítógépes programon teszteljük, mely élethűen szimulálja az egyes állomások működését. Így bizonyosak lehetünk róla, hogy a végső, kész feltöltött program biztonságosan működik.

A szakdolgozat folyamán megismerkedünk a moduláris gyártórendszer állomásait felépítő pneumatikus, illetve elektropneumatikus elemekkel és vezérlésükkel, a szabadon programozható logikai vezérlők (PLC) programozásával, az állomások által elvégzendő feladatokkal, ezek összehangolásával, ill. vezérlésének megtervezésével az öt PLC munkaprogramjainak megírása által.

2. MPS moduláris gyártórendszer sor felépítése

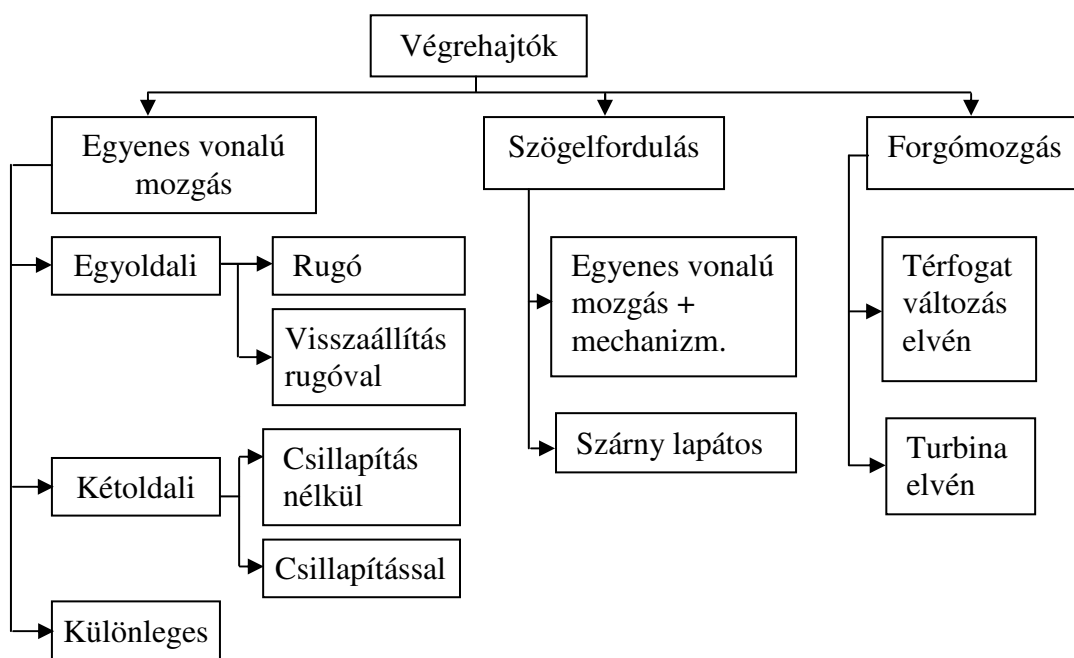
Az MPS gyártórendszerek sok lépésből álló, összetett ipari folyamatok elvégzésére képesek, automatizált berendezések. A rendszer különböző, egyenként is működőképes állomásokból épül fel, melyek célirányosan egy-egy adott feladat elvégzését látják el (adagolás, vizsgálat, megmunkálás, átrakodás, szortírozás). Rengetek fajta gyártócella kapható, sőt speciális feladat felmerülése esetén a rendelkezésre álló alkatrészekből magunk is építhetünk. Az MPS gyártórendszer sor mellé telepíthetünk egy ipari robotot is, mely egy magasraktárból tudja biztosítani az adagoló állomásnak a folyamatos munkadarab ellátást, de a szakdolgozat folyamán erre nem térünk ki. Oktatási célból minden állomás külön PLC-vel van felszerelve, ugyanis az iparban hasonló nagyságrendű feladatok elvégzéséhez egyetlen központi egységet használnak.

Az MPS gyártócellák az ipari gyakorlatban is használtak, főképp elektromos és elektropneumatikus elemekből épülnek fel, amelyek a következőkben bemutatásra kerülnek.

2.1 Végrehajtó szervek

A vezérlési láncban a végrehajtó szervet képző pneumatikus elemek, a sűrített levegő energiáját alakítják át munkavégzésre alkalmas erővé, ill. nyomatékká. A végrehajtó szervekkel a [2] irodalom részletesen foglalkozik.

A végrehajtó szervek csoportosítása mozgásuk alapján:



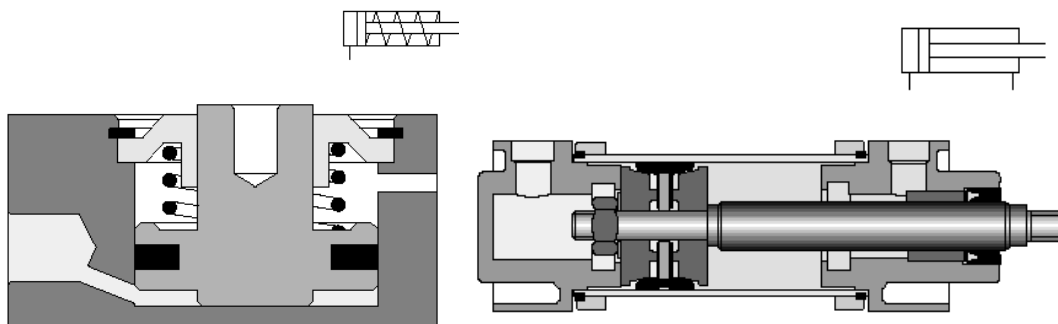
1. ábra: Végrehajtók csoportosítása

2.1.1 Egyenes vonalú mozgást végző végrehajtók (munkahengerek)

Az egyenes vonalú mozgás létrehozása elektronikus elemekkel is megoldható, azonban ez a pneumatikus munkahengereknél lényegesen drágább. Két végrehajtó, az egyszeres illetve a kettős működtetésű munkahenger, alkalmas ezen mozgás elvégzésére, melyeket előszeretettel alkalmaznak az iparban is.

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 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. 10 cm lökethosszig használatosak. Ezeket a végrehajtókat általában kilökésre, sajtolásra, emelésre, adagolásra alkalmazzák.

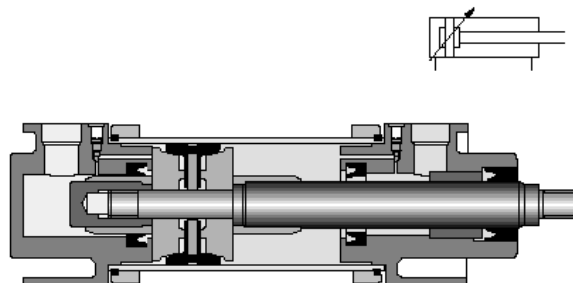
A kettősműködtetésű munkahenger esetén a dugattyút a bevezetett sűrített levegő energiája két irányban mozgatja. A dugattyú előre-, illetve visszafutásnál meghatározott nagyságú erőt fejt ki. A kettősműködtetésű hengereket ott alkalmazzák, ahol a dugattyúnak visszafutáskor is munkát kell végeznie. Elvileg 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.



2. ábra: Egyszeres és kettős működtetésű munkahenger

Amennyiben a munkahenger nagy tömegek mozgatását végzi, a dugattyú löketvégi merev ütközése a hengerfedélen károsodást okozhat. Ennek elkerülésére, a löketvéghez 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 véghelyezetet. A dugattyú ellenkező irányú mozgásakor a beáramló levegő a visszacsapó szelepen keresztül jut a hengertérbe.



3. ábra: Kettős működtetésű munkahenger löketvégi csillapítással

A kettősműködtetésű munkahengerek között léteznek még különleges, dugattyúrúddal nem rendelkező végrehajtók is.

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)

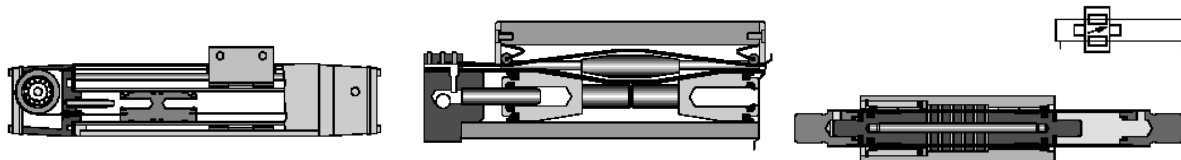
A szokásos kettős működésű hengerekhez képest a dugattyúrúd nélküli hengerek beépítési hossza kisebb. Nem kell félni a dugattyúrúd kihajlásától. Ez a fajta henger az extrém hosszú löketekhez alkalmazható akár 10 m lökethosszig. A készülékeket, terheket közvetlenül a szárhoz vagy külső csúszkához lehet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

A szalaghengernél a dugattyú erejét egy körbefutó szalag viszi át a szárra. A dugattyútérből tömítésen 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 tömítő szalagos henger házán teljes hosszában van egy hasíték. 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.

A mágneses csatlakozású szánnal rendelkező lineáris hajtás egy hengercsőből, egy dugattyúból és a henger csövén mozgatható külső csúszkából áll. A dugattyún és a csúszkán állandó mágnes van. A mozgást a dugattyúrúdról a csúszkára a mágneses kuplung erőzárással

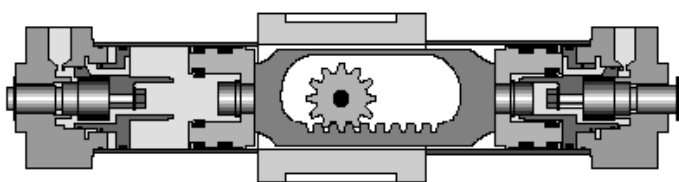
viszi át. Ha a dugattyút sűrített levegővel mozgatjuk, a csúszka szinkronban mozog a dugattyúval. A hengerter a csúszkától hermetikusan le van választva. Mivel nincs mechanikus kapcsolat, nincs szivárgási veszteség.



4. ábra: Szalag-, tömítő szalagos- és mágneses csatlakozású munkahenger

2.1.2 Forgó mozgást előállító végrehajtók

Az egyenes vonalú és a forgó mozgást végző végrehajtók között úgymond átmenetet képez a forgatóhenger, mely egy kettősműködésű munkahengerből áll, melynek dugattyúrúdja meghosszabbított és fogaslécce 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.



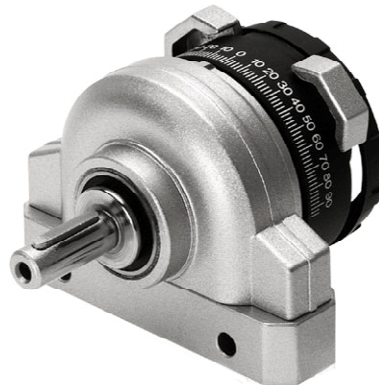
5. ábra: Forgatóhenger

A teljes mértékben csak forgómozgású végrehajtók a pneumatikus energiát közvetlenül mechanikus forgómozgássá alakítják. Ezeket általában légmotoroknak nevezzük. A légmotor tetszőleges szögelfordulású, sűrített levegővel dolgozó végrehajtó. Számos előnyökkel rendelkezik, többek között fokozatmentes fordulatszám- és nyomatékvezérlés, kis méret és tömeg, nagy fordulatszám tartomány, túlterhelhetőség, érzéketlenség a por, víz, hő, hideg ellen, csekély karbantartásigény, egyszerűen változtatható forgásirány.

Szerkezeti kialakítása szerint lehet:

- dugattyús motor;
- lapátos motor;
- fogaskerék motor;
- turbinás motor (áramlásdinamikai elven működő motor).

Az MPS gyártórendszer ezek közül csakis forgólapátos motorral rendelkezik. Egyszerű felépítése és kis tömege miatt a légmotorokat többnyire lapátos kivitelben készítik. A hengeres házban a forgórészt (rotort) excentrikusan csapágyazzák. A rotor radiális irányú hornyaiban páratlan számú lapát helyezkedik el. A lapátokat a hornyok megvezetik és a centrifugális erő nyomja azokat a hengeres ház (sztátor) belső falához. Ez egyúttal a lapátokkal elválasztott terek tömítését is jelenti. Már kis levegőmenyiség esetén is, a motor indulása előtt megtörténik egyes kamrák zárása. Más konstrukciónál a lapátokat a rugóerő szorítja a sztátor belső falához. A lapátok száma 3 és 11 között van. A motor forgatónyomatékát a bevezetett levegő nyomása és az aktuális lapátfelület határozza meg. A sűrített levegő a legkisebb térfogatú kamrába lép be és a legnagyobb térfogatnál távozik. A lapátos motorok fordulatszáma $3000-8500 \text{ min}^{-1}$ közötti érték. Bal- és jobb forgásiránnyal készülnek (0,1-24 PS); 0,1-17 kW teljesítménytartományban.



6. ábra: Forgólapátos légmotor

2.1.3. Pneumatikus megfogók

A pneumatikusan meghajtott megfogókat a munkadarabok mozgatása közbeni megfogására használjuk. Különböző kialakítású megfogók léteznek, mint pl. a párhuzamos, a szögelfordulós, a precíziós és a mini megfogók.



7. ábra: Különböző kialakítású pneumatikus megfogók

A megfogó típusának-, méretének a kiválasztása, illetve a megfogó pofák kialakítása mindig a munkadarab méretétől, alakjától és tömegétől függ. Nagy munkadarabok kezeléséhez (csomagok), hajló-laza tárgyak megfogásához (fóliák) vagy érzékeny felületű tárgyak mozgatásához vákuumos megfogókat használnak.



8. ábra: Ovális és kör alakú tappanccsal rendelkező vákuumos megfogók

A szükséges vákuumot általában vákuum ejektorral hozzák létre. Működésük a Venturi-elvre épül. Sűrített levegőt áramoltatnak egy fúvókán keresztül, melyen áthaladva a sebessége jelentősen megnő, viszont a nyomása lecsökken. A fúvóka mögött olyan nyomás alakul ki, mely alacsonyabb a környezeti nyomásnál. Ezért a vákuum csatlakozóból levegőt szív el. A vákuumkorongot ide csatlakoztatjuk, így a munkadarab és a szívókorong között megritkul a levegő, vákuum keletkezik, amely a munkadarabot a szívókoronghoz szorítja.



9. ábra: Különböző kialakítású vákuum ejektorok

Különböző kialakítású vákuum ejektorokat gyártanak. Van olyan, amelyikhez hozzáépítenek mágnesszelepeket, illetve nyomáskapcsolót. Ezeknél a vákuum ejektoroknál a sűrített levegő táplálást a beépített mágnesszelep kapcsolja. A feszültség bekapcsolása után a szelep kinyit és az átáramló levegő az ejektor elv szerint létrehozza a vákuumot. A feszültség kikapcsolása után megszűnik a vákuum. A beépített hangtompítóval minimumra csökken a lefúvott levegő zaja.

2.2 Érzékelők (szenzorok)

Az automatizált gyártás nélkülözhetetlen eszközei az érzékelők! Az érzékelőkkel az [1] és a [3] irodalom részletesen foglalkozik. Az érzékelők feladata, hogy figyeljék az irányítandó folyamatot és az információkat könnyen kiértékelhető formában a jelfeldolgozáshoz továbbítsák. A vezérlés nagyrészt a szenzorok által képes irányítani a gyártás folyamatát. Manapság már nemcsak az iparban találkozhatunk velük, hanem a hétköznapi életben is (pl.: fotocellás ajtó). Ahogy minden más, az érzékelők is folyamatosan fejlődnek, ezáltal egyre kisebb, összetettebb és hatékonyabb formában léteznek, illetve igen sokoldalú felhasználást tesznek lehetővé. A témánál maradva, az MPS gyártórendszerben is szenzorok segítségével ismertetjük fel a munkadarab színét, anyagát, vizsgáljuk a magasságát illetve a végrehajtók állapotát és helyzetét is. Az érzékelők számának növelésével akár optimálisabbá és biztonságosabbá is tehetjük a gyártás folyamatát illetve nagyban egyszerűsíthetjük és felgyorsíthatjuk a hibakeresést.

A hivatalos megfogalmazás szerint a 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). A szenzor azon részét, amely lényegében a fizikai jellemzőt érzékeli, de önmagában az irányítástechnikában nem alkalmazható, még további elemekkel kell kiegészíteni szenzorelemnek nevezzük.

Több mérő és kiértékelő egységből szenzorrendszert állíthatunk elő, melyben a komponensek gyakran moduláris felépítésűek és egy gyártmánycsaládon belül cserélhetők. Ha több különböző szenzort (pl. hőmérséklet + relatív páratartalom + légnyomásmérő) egy készülékbe, egy rendszerbe építünk össze, akkor multiszenzorrendszert kapunk.

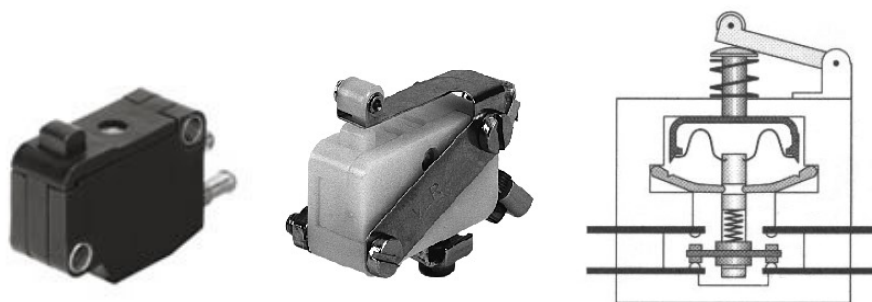
A szenzorokat többféleképpen csoportosíthatjuk. Az érzékelendő fizikai mennyiség szerint lehetnek tárgy, hőmérséklet, nedvesség, nyomás, áramlás, füst és mozgásérzékelők. A

kimeneti jelük szerint lehetnek analóg, digitális vagy bináris jelet adóak. Továbbá lehetnek érintéses vagy érintés nélküli elven működők, használhatnak pneumatikus vagy elektromos közeget. Az elektromos szenzorok jelzésmódjuk alapján lehetnek záró, bontó, váltó érintkezők, vagy érintkezés nélküli elektronikus szenzorok. Vezetékezésük módja szerint megkülönböztetünk kettő, három (24V, 0V, jelvezeték), négy vagy több vezetékes szenzorokat. Végül beszélhetünk 0V-os kimeneti jellel rendelkező NPN, vagy 24V-os kimenettel rendelkező PNP szenzorokról.

A következőkben áttekintjük a jelen témában felhasznált szenzortípusokat, felépítésüket és működésüket.

2.2.1. 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)

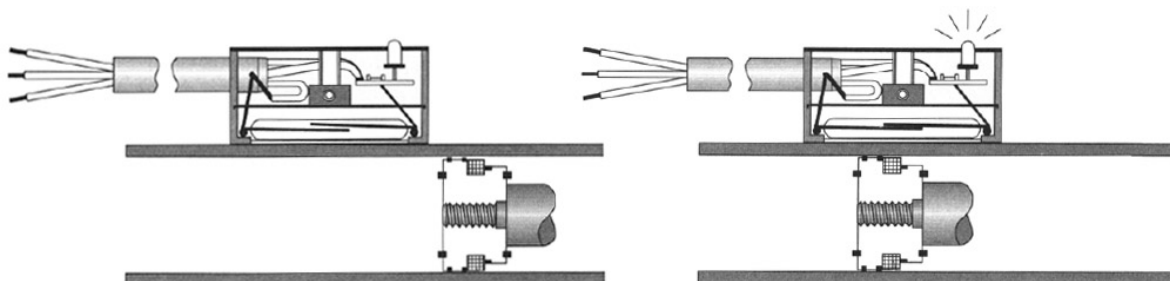


10. ábra: Mechanikus helyzetkapcsolók

2.2.2. Mágneses szenzorok

A mágnesesen szenzorok mindegyike közelítő kapcsoló, vagyis nincs mechanikus kapcsolatban az érzékelendő tárggyal. E tulajdonságuk kedvezően hat megbízhatóságukra és élettartamukra. A legelterjedtebb mágneses szenzor a reed-relé, mellyel az MPS gyártórendszer sorban is több helyen találkozhatunk.

A szenzor belsejében egy inert gázzal töltött üvegcső található, mely két érintkezőt tartalmaz. Külső mágneses tér hatására az érintkező nyelvek átmágneseződnek, és a köztük lévő vonzóerő hatására egymáshoz kapcsolódnak. Az érintkezők anyaga ferromágneses, többnyire vas-nikkel ötvözet, amit az érintkezés helyén arannyal vonnak be.



11. ábra: Mágnesgyűrűs dugattyú helyzetének jelzése pneumatikus munkahengerben reed relé használatával

A mágnes eltávolítása szétkapcsolja az érintkezőket. A csőben lévő gáz feladata megvédeni őket a szennyeződésektől, korróziótól és nedvességtől. A gáz 97% nitrogén és 3% hidrogén keveréke.

A reed kapcsolók gyakran tartalmaznak egy kis áramkört, mely egy előtét ellenállásból és egy világító diódából (LED) áll, melynek feladata a kapcsolási állapot jelzése és a relé elektromos védelme.

Ezek a szenzorok rövid kapcsolási idejűek (2ms), hosszú élettartamúak és nem igényelnek szervizelést. Beépítése során ügyelni kell arra, hogy környezetében a zavaró mágneses mező indukciója ne érje el a 0,5mT értéket. Ha ennek veszélye fennáll, akkor árnyékolást kell biztosítani. Nagy kapacitív terhelés vagy 7,5m-nél hosszabb kábel esetén, védőkapcsolásról kell gondoskodni. Ha több ilyen szenzort alkalmazunk, akkor az érzékelő és a szomszédos henger fala közti távolság legalább 60mm legyen.

A reed relé képes nagyobb áramok kapcsolására, így például jól használható fogyasztók közvetlen vezérlésénél, viszont rendelkezik a mozgó érintkezőket tartalmazó szenzorok hátrányaival, így egy idő után tönkremegy, elkopik az érintkezők felülete.

2.2.3. Induktív szenzorok

Az induktív érzékelők működése egy olyan rezgőkör alkalmazásán alapul, amelynek rezgés amplitúdóját a közelítéskapcsoló aktív zónájában elhelyezkedő tárgy befolyásolja. Minden oszcillátor erősítőből, pozitív visszacsatolásból és frekvencia meghatározó elemből áll.

A frekvencia meghatározó elem induktív érzékelők esetén egy párhuzamos LC-rezgőkör, mely egy tekercsből és kondenzátorból áll. A feltöltött kondenzátor a tekercsen keresztül sül ki. A kisütési áram a tekercsben mágneses teret hoz létre. Ha a kondenzátor kisült, a mágneses tér csökkenni kezd. A mágneses tér változása a tekercsben feszültséget indukál. A kondenzátor ellentétes polaritásra töltődik, amely folyamat addig tart, amíg a mágneses tér teljesen le nem épült. A kondenzátor feszültsége a kondenzátorban elektromos teret alakít ki. A tekercsben az áram mágneses teret idéz elő. Az elektromos és a mágneses tér váltja egymást. A folyamat periodikusan ismétlődik, így a feszültség és az áramerősség is periodikusan változik.

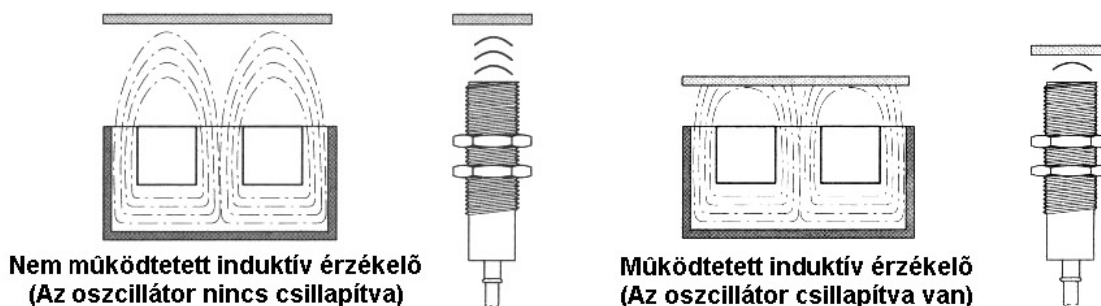
Csillapítatlan rezgést csak akkor kapnánk, ha a rezgőkör nem rendelkezne ohmikus ellenállással. A gyakorlatban egy erősítőt kell alkalmazni, amely az ellenállás okozta csillapítást kiegyenlíti.

$$\text{Az LC-rezgőkör frekvenciája: } f \approx \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Az induktív közelítéskapcsolóban egy mágnesesen nyitott vasmagon helyezkedik el az LC rezgőkör tekercse. A rezgőkör frekvenciája általában 100 – 1000 kHz. Az LC rezgőkör egy nagy frekvenciával változó mágneses mezőt hoz létre, amely kilép az érzékelő aktív felületénél. A rezgésamplitúdó lecsökken, ha a mágneses mezőbe egy fémtárgyat helyezünk. Ennek oka a fémtárgyban indukált örvényáramok által okozott energia-elvétel.

Az induktív érzékelő energia-felvétele néhány mikrowatt, így nincs mágnesező hatása a jelzett fémtárgyra, nem okoz rádióvételi zavarokat és nem gyakorol hőhatást az érzékelt fémtárgyra. Előnyei közé sorolható még, hogy közömbös a tárgy színére, kevésbé érzékeny a szennyeződésekre, valamint nem tartalmaz mozgó alkatrészt, így kisebb a meghibásodás

esélye. Hátránya hogy viszonylag kis hatótávolságú és működésében a mágneses tér zavart okozhat.



12. ábra: Az inductív közelítéskapcsoló működése

Az oszcillátor szinuszos rezgését egy demodulátor egyenirányítja és a triggerfokozat kiértékeli. Attól függően, hogy a küszöbérték alatt marad vagy fölé kerül, ad egy bináris kapcsolójelet.

A kapcsolási távolság függ a fémtárgy anyagának elektromos vezetőképességétől, mivel a kisebb ellenállás kisebb örvényáram-veszteséget okoz. 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. A kapcsolási távolságra hatással van még a tekercs átmérője is. (nagyobb átmérőjű tekercs esetén nagyobb a kapcsolási távolság)

Az acéltól eltérő anyagoknál úgynevezett redukciós tényezőt alkalmaznak, mely meghatározza, hogy az adott anyag kapcsolási távolsága mennyivel tér el az acélétól.

Az inductív közelítéskapcsoló beépítése során figyelni kell arra, hogy az aktív zónától megfelelően nagy távolságban helyezkedjenek el a fémtárgyak, illetve egy másik inductív érzékelő.

Az inductív szenzorok fő alkalmazási területei a fémpaletták, pneumatikus munkahengerek dugattyú rúdjának érzékelése, forgás illetve forgásirány érzékelése.

2.2.4. Kapacitív szenzorok

A kapacitív érzékelők aktív eleme egy kondenzátor, amely egy tárcsa alakú elektródából és egy, az aktív felületet határoló kehelyformájú félig nyitott fegyverzetből áll. Akár fém, akár elektromosan szigetelő anyag kerül az aktív zónába, az kapacitásváltozást okoz. Folyékony, szemcsés és porított anyagokat kimutatására is alkalmas. A kondenzátor egy RC-oszcillátor

része, amely úgy van méretezve, hogy akkor rezeg be, ha ez a kapacitásváltozás bekövetkezik. Míg az induktív érzékelőkre az amplitúdómoduláció jellemző, itt a frekvencia változik.

$$\text{Az RC-oszcillátor frekvenciája: } f \approx \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{R \cdot C}}$$

A kapcsolási távolságot befolyásolja a tárgy (anyag) helyzete, illetve távolsága az érzékelőtől, az érzékelendő anyag dielektromos állandója, a tárgy méretei.

Ha egy elektromosan nem vezető anyagú objektum kerül az aktív zónába, a kapacitás a dielektromos állandóval (ϵ_r) egyenes, a távolsággal fordított arányban változik. A legnagyobb kapcsolási távolságot vízfelület, illetve földelt, elektromosan vezető anyag esetén kapjuk. Minél kisebb egy nem vezető anyag dielektromos állandója, annál kisebb a kapcsolási távolság.

A legtöbb kapacitív érzékelőn található egy potenciométer, amelynek segítségével állítani lehet a szenzor érzékenységét. Ez lehetővé teszi bizonyos anyagok detektálásának elfojtását. Így pl. lehetővé válik a folyadékszint változásának érzékelése vizes oldatok esetén egy műanyag tartály falán keresztül. Ezek az érzékelők általában működési állapotjelző LED-vel is fel vannak szerelve. A zöld fény jelzi, hogy a szenzor működik és sárga fény jelzi ha a kapcsolási távolságon belül megjelent valami..

A kapacitív érzékelők igen érzékenyek a szennyeződésekre, vízre. Nedves környezetben zavart okozhat a lecsapódó pára. Vékony (nem fém) falon keresztül is érzékel ($s < 4 \text{ mm}$), ha az anyag legalább 4-szeres dielektromos állandójú, mint a fal anyaga. A kapacitív közelítő kapcsolók nem csak a magasan vezetőképes anyagokra reagálnak (fémek), hanem ezen kívül még minden magas szigetelési állandóval bíró szigetelőanyagra is jeleznek (műanyagok, üveg, kerámia, folyadékok és fa). Fémek érzékelésére általában az induktív érzékelőket használják kedvezőbb árúak és a szennyezésekkel szembeni érzéketlenségük miatt. Nem fémek esetén gyakoribb az optikai érzékelők használata.



13. ábra: 4 és 10 mm-es névleges kapcsolási távolságú kapacitív szenzorok

2.2.5. 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 kis méretűek, egyszerűen modulálhatók, és hosszú élettartamúak. A fényjel érzékelésére (vevő) fotodiódákat vagy fototranzisztorokat használnak. Az optikai érzékelők infravörös vagy vörös fénnel 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 (egyutas fénykapu kivételével) az adó ütemével össze van hangolva. Infraérzékelők esetében további javulást érnek el fényszűrők alkalmazásával.

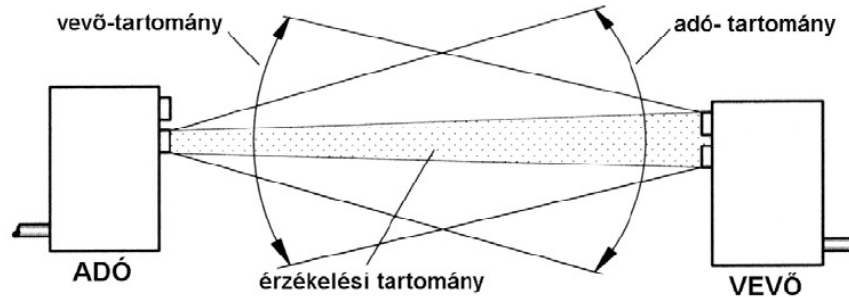
Háromféle optikai közelítéskapcsoló létezik: az egyutas, a tükröreflexiós és a tárgyreflexiós optikai fényérzékelő. Emellett minden optikai szenzornál két fajta kapcsolási funkciót különböztetünk meg.

Az NO (normally open – alaphelyzetben nyitott) funkció esetén az egyutas és tükröreflexiós érzékelő kimenete akkor zár, ha a fénysugár útját nem szakítja meg semmilyen objektum. Tárgyreflexiós közelítéskapcsolóknál az érzékelő kimenete akkor zár, ha az érzékelővel szemben van objektum.

Az NC (normally closed – alaphelyzetben zárt) funkció esetén az egyutas és tükröreflexiós érzékelő kimenete akkor zár, ha a fénysugár útját valamilyen objektum megszakítja. Tárgyreflexiós közelítéskapcsolóknál az érzékelő kimenete akkor zár, ha az érzékelővel szemben nincs objektum.

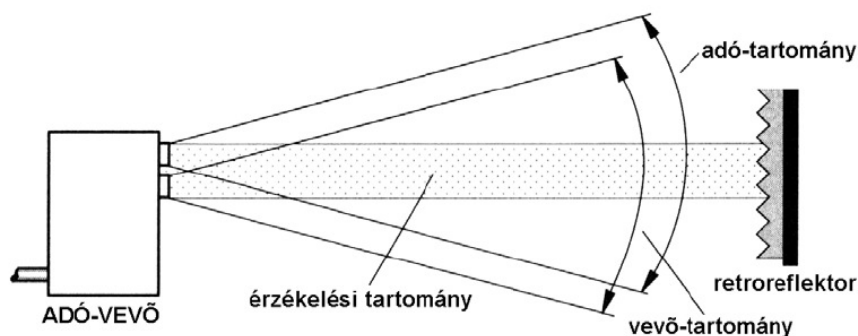
Az egyutas fénykapuk egymástól elválasztott adó és vevő egységekből állnak. Az adó közvetlenül a vevőre világít, a fénysugár megszakításával a kimenet kapcsol. Előnyei között szerepel a nagyobb biztonság, nagy érzékelési távolság akár kisméretű tárgyak esetén is, a

tárgy fényvisszaverő képessége tetszőleges, korlátozott fényáteresztő képességű objektum jelzésére is alkalmas. Hátrányai között csupán két dolog szerepel mégpedig, hogy két különálló eszközből áll illetve az átlátszó objektumokat nem jelzi.



14. ábra: Egyutas fénykapu érzékelési tartománya

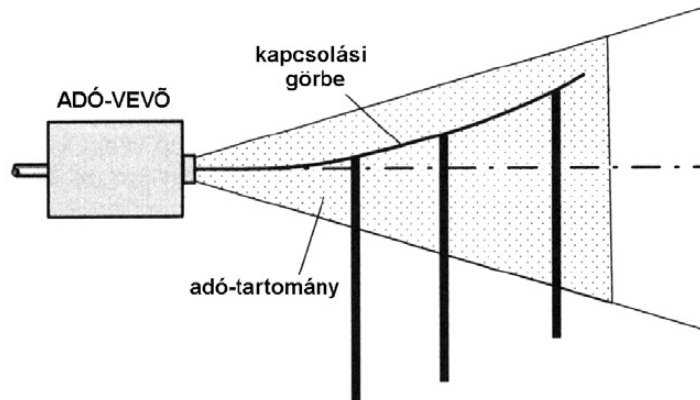
A tükörreflexiós fénykapuknál az adó és a vevő egy készülékben helyezkedik el. A tükröt (prizmát) úgy szerelik, hogy az adóból kibocsátott fénynyalábot teljes egészében a vevőre reflektálja vissza. A fénynyaláb megszakításakor a kimenet kapcsol. Előnyei: a nagy érzékelési biztonság, az adó és vevő egybe van építve, egyszerű beállítás, a fényt szórtan visszaverő, korlátozottan tükröző és korlátozottan átlátszó tárgyak egyaránt detektálhatók, illetve a tárgyreflexiós érzékelőkhöz képest nagyobb érzékelési távolság. Hátrányai között szerepel, hogy a jól átlátszó objektumok és erősen tükröző felületek esetén nem jelez (beállítással korrigálható) illetve a megfelelő működéshez tükröt kell felszerelni, beállítani és karbantartani.



15. ábra: Reflexiós fénykapu érzékelési tartománya

A tárgyreflexiós közelítéskapcsoló esetén is egymás mellett helyezkedik el az adó és a vevő. Ha a kibocsátott fénynyaláb valamilyen fényvisszaverő tárgyról visszareflektálódik, akkor az érzékelő kimenete kapcsol. Előnyei: az adó és vevő egy elemet alkot illetve nincs szükség tükrökre, a fényt szórtan visszaverő, tükröző és korlátozottan átlátszó tárgyak egyaránt detektálhatók, ha elegendő a visszavert fény erőssége, nemcsak oldalirányból érkező objektumokat jelez, hanem szemben is használható és beállítástól függően az objektum a

háttértől elkülöníthető (háttérkioltás). A tárgyreflexiós optikai érzékelő hátrányai közé tartozik, hogy a visszavert fény iránya nem egzakt, kisebb az érzékelési tartománya illetve fényelnyelő (pl. fekete) objektumokat nem jelez.



16. ábra: Tárgyreflexiós érzékelő érzékelési tartománya

Az optikai érzékelők nagy része kiegészíthető egy fényvezetővel, amely általában egy üvegszálas optikai kábel. Segítségével a fényt egyik pontból a másikba tudjuk közvetíteni, akár hajlított úton is. Fényvezető használatával lehetőség nyílik nehezen elérhető vagy kisméretű tárgyak megközelítésére és az érzékelési pont mozgatására.



17. ábra: Egyutas, tükörreflexiós és tárgyreflexiós optikai érzékelők

2.3. Vezérlőszervek, szelepek

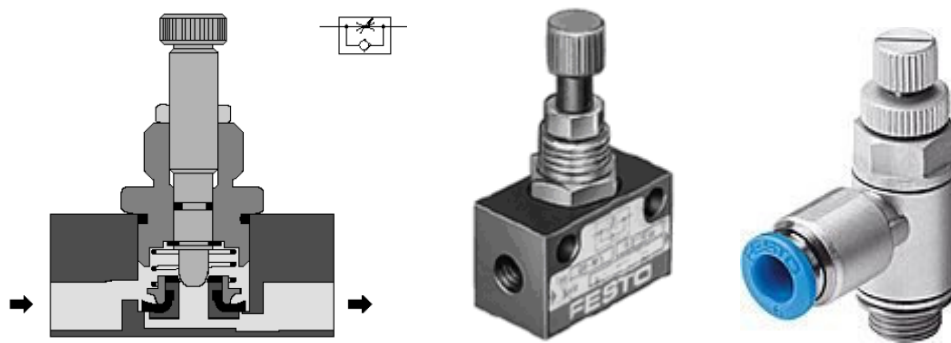
A vezérlés az a folyamat egy rendszeren belül, amelynél egy vagy több érték bemenő értéként befolyásolja a kimenő értéknek tekintett többi értéket, a rendszer sajátos törvényszerűségeinek megfelelően. A vezérlésekre az a jellemző, hogy az egyes átviteli tagokon vagy a vezérlőláncon áthaladó hatáslánc nyitott. A vezérlés lehet logikai vagy követő. Követő vezérlés esetén beszélhetünk idő vagy folyamatkövetőről.

A vezérlés elnevezést nem csak a vezérlési folyamatra, hanem arra a berendezésre is használjuk, amely a vezérlést megvalósítja. A pneumatikus és elektropneumatikus berendezések abban megegyeznek, hogy mindegyikben többnyi-re pneumatikus munkavégző elemeket használunk. Viszont a vezérlő részben lényegesen különböznek egymástól. A pneumatikus vezérlésnél pneumatikus elemeket használnak, azaz különböző szelepeket (tároló-, logikai-, idő-, stb.), illetve léptető láncos egységeket. Az elektropneumatikus vezérlésnél a vezérlő egységet elektromos elemekből építik fel, pl.: relék, időrelék, vagy szabadon programozható vezérlést (PLC-t) alkalmaznak. Az elektropneumatikus vezérlés számos előnyöket nyújt a tisztán pneumatikus vezérléssel szemben, többek között magasabb megbízhatóság (kevesebb mechanikusan mozgó építőelem), kisebb tervezési és üzembe helyezési költség, kisebb helyszükséglet és gyorsabb működés. A vezérlőszervekkel a [3] irodalom foglalkozik részletesen.

Manapság az elektropneumatikus vezérléseket széles körben alkalmazzák az ipari termelés területén, a tisztán pneumatikus vezérléseket ritkábban, speciális területeken használják.

2.3.1. Fojtó-visszacsapószelep

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 visszacsapószelep nyit, az átáramlás szabaddá válik. Kettősműködésű munkahengerek sebességvezérlésekor a fojtó-visszacsapó szelepeket közvetlenül a henger közelébe célszerű telepíteni.



18. ábra: Fojtó-visszacsapószelep

Bemenőági sebességvezérléskor (Primer fojtás) a fojtó-visszacsapószelep fojtása a munkahengerbe beáramló levegőmennyiséget befolyásolja. A kiáramló levegő a visszacsapószelepen, 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 bemenőági fojtást főleg egyszeres működésű, kis térfogatú munkahengereknél alkalmazzák.

Kimenőági sebességvezérléskor (Szekunder fojtás) 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 terhelésérzékeny 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.

2.3.2. Az elektromosan működtetett útszelepek (mágnesszelepek)

Az elektropneumatikus vezérlés két különböző energiahordozóval dolgozik. A jelfeldolgozó részben villamos energiával, a munkavégző részben pneumatikus energiával. Az elektropneumatikus vezérléseknél az elektromosan működtetett útszelepek (mágnesszelepek) végzik a jelátalakítást a két rész között. A jelátalakítók alkalmazásával mindkét közeg előnyeit ki lehet használni. A mágnesszelepek egy pneumatikus szelepből és egy elektromos kapcsolórészből (mágnestekercből) állnak.

A mágnesszelepek felépítésük szerint lehetnek rugó visszaállítású szelepek (monostabil szelepek), melyek csak addig vannak működtetett helyzetben, amíg a mágnestekercsen áram

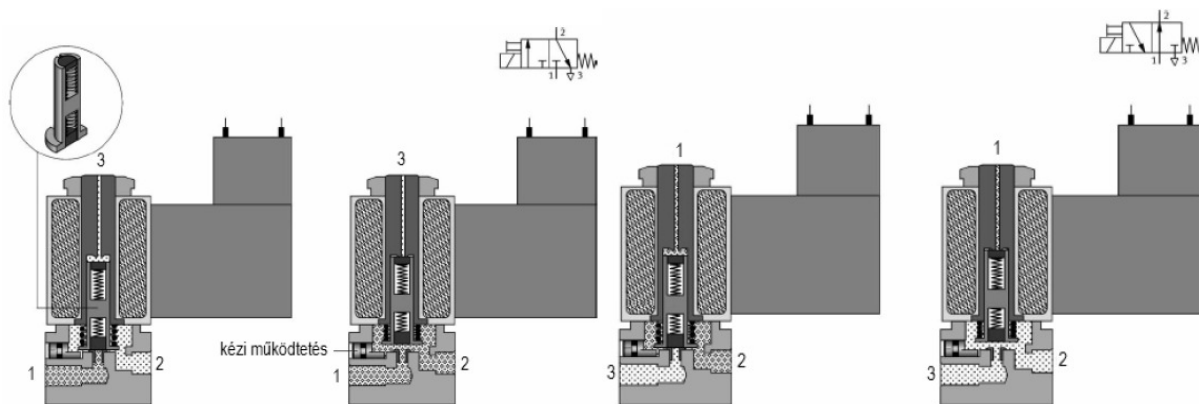
folyik, illetve lehetnek impulzus szelepek (bistabil szelepek), melyek megtartják az utolsó kapcsolási helyzetet akkor is, ha a mágnesetekercsek árammentesek.

A mágnesszelepek alaphelyzetében a mágnesetekercsek áram nélkül vannak, és az elektromágnesek nem fejtenek ki erőt. Csak a monostabil mágnesszelepeknél beszélhetünk alaphelyzetről, mert a rugó ilyenkor stabilan egy bizonyos helyzetében tartja. További megkülönböztető jegyek a szelepcsatlakozások és a helyzetek száma. A szelep megnevezését a működtetésével, a csatlakozók, és a helyzetek számával adjuk meg, így a monostabil (rugó visszaállítású) a 3/2-es mágnesszelep, a bistabil (impulzus) pedig az 5/2-es mágnesszelep elnevezést kapta

A leggyakrabban használt mágnesszelepek közé tartozik a direkt vezérelésű 3/2-es monostabil, az elővezérelt 3/2-es monostabil, elővezérelt 5/2-es monostabil, elővezérelt 5/2-es bistabil és az elővezérelt 5/3-as mágnesszelep. Tekintsük át most ezen szelepek felépítését és működését.

A direkt vezérelésű 3/2-es monostabil mágnesszelep alaphelyzetében a 2-es kimeneti csatlakozó az ankeren lévő núton keresztül összeköttetésben van a 3-as leszellőző csatlakozóval. Ha áram folyik a mágnesetekercsen keresztül, akkor a mágneses tér az ankert a rugónyomás ellenében felemeli. A szelep kinyit, az 1-es csatlakozójára kötött táplevegő a 2-es kimeneti csatlakozóján ilyenkor megjelenik, a 3-as leszellőző csatlakozó lezár. Az elektromos jel megszüntetésével a rugó visszaállítja az ankert alaphelyzetébe, az alsó üléken zárja az 1-2 utat, illetve a felső üléken nyitja a 2-3 utat. A pneumatikus kimenőjel megszűnik (leszellőzik).

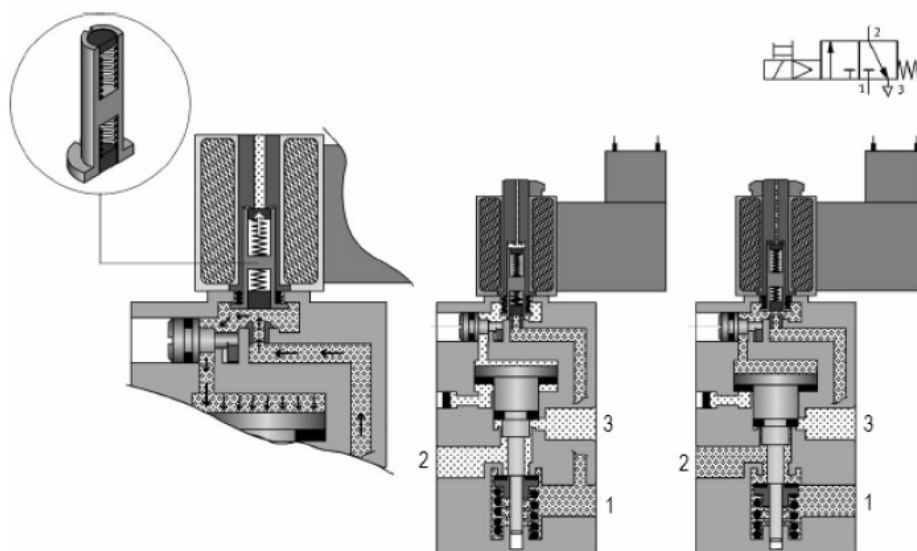
Ezen mágnesszelep rendelkezik egy segédfunkcióval, mely energia kimaradás esetén is lehetővé teszi a szelep kézi működtetését. A csapot el kell fordítani, és az excenter megemeli az ankert. A csapot vissza kell fordítani ahhoz, hogy a szelep visszaváltson alaphelyzetébe.



19. ábra: Direkt vezérlésű 3/2-es alaphelyzetben zárt és nyitott mágnesszelep kézi segédműködtetéssel

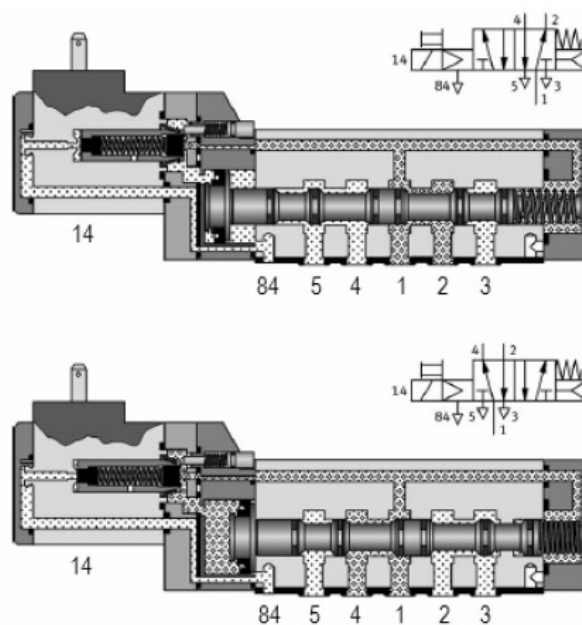
Az elővezérelt 3/2-es monostabil mágnesszelep esetén a nagy leszellőző keresztmetszethez nagyméretű ankerre, ahhoz nagyméretű rugóra és nagy teljesítményű tekercsre lenne szükség. Annak érdekében, hogy a szelepeken lévő tekercset ne kelljen túl nagyra méretezni, az elektromos vezérlésű szelepeket többnyire pneumatikus elővezérléssel látják el.

Az elővezérelt szelep működése hasonlít a direkt vezérlésű szelep működéséhez. A különbség a szelepdugattyú indirekt működtetésében van. Az elektromos jel hatására az anker a táplevegőnek szabad átáramlást enged az elővezérlő fejen keresztül. Így az 1-es csatlakozóról a táplevegő a szelepdugattyúhoz jut, azt áttolja. Ekkor az 1-2 út kinyit, 3-as lezár. Az elektromos jel megszűnésekor az elővezérlő szelepen keresztül leszellőzik a pneumatikus vezérlőjel, majd a rugó visszatolja a szelepdugattyút, a szelep visszavált alaphelyzetébe.



20. ábra: Elővezérelt 3/2-es alaphelyzetben zárt mágnesszelep kézi segédműködtetéssel

Az elővezérelt 5/2-es monostabil mágnesszelep egy elektromosan működtetett, elővezérelt 5/2-es monostabil útszelep, kézi segédműködtetéssel és tolattyús kialakítással. A nyugalmi állapotban a tolattyú a baloldali végállásban található. Az 1-2 valamint a 4-5 csatlakozások vannak összekötve. Elektromos jel hatására a tolattyú egészen a jobboldali végállásig mozog. Ebben az állásban az 1-4, valamint a 2-3 csatlakozások vannak összekapcsolva. Ha az elektromos jelet megszüntetjük, akkor a tolattyú a rugóerő hatására visszaáll a nyugalmi állapotába. A 84-es csatlakozón keresztül szellőzik le a vezérlő levegő.

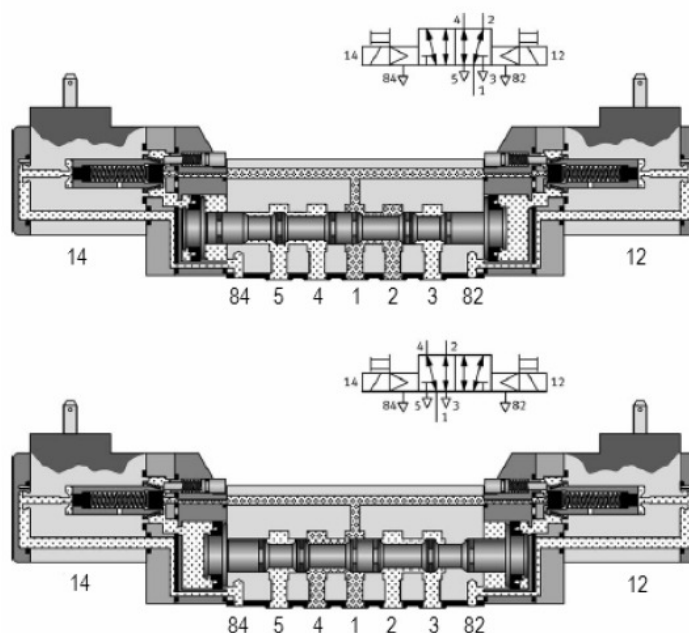


21. ábra: Elővezérelt 5/2-es monostabil mágnesszelep kézi segédműködtetéssel

Az elővezérelt 5/2-es bistabil mágnesszelep egy elektromosan működtetett, elővezérelt 5/2-es bistabil útszelep, kézi segédműködtetéssel és tolattyús kialakítással. Ha a tolattyú a baloldali végállásban található, akkor az 1-2, valamint a 4-5 csatlakozások vannak összeköttetésben. Mikor a baloldali mágnesetekercsre feszültséget kapcsolunk, akkor a tolattyú a jobboldali végálláshoz mozog, és az 1-4, valamint a 2-3 csatlakozások vannak összekötve. Ha a szelepet vissza akarjuk váltani az előző helyzetébe, akkor nem elég ha lekapcsoljuk a feszültséget a baloldali tekercsről, hanem feszültség alá kell helyezni a jobboldali mágnesetekercset is.

Ha egyik elektromágnes sincs működtetve, akkor a súrlódás következtében megmarad a tolattyú az utoljára felvett helyzetében. Ez arra az esetre is érvényes, mikor mindkét mágnesetekercs áram alatt van, mert egyenlő erővel hatnak egymással szemben. Fontos, hogy az először érkező jel a domináns.

Felhasználhatjuk kettős működtetésű munkahengerekhez, illetve elektromos jelek tárolására pneumatikus területen.



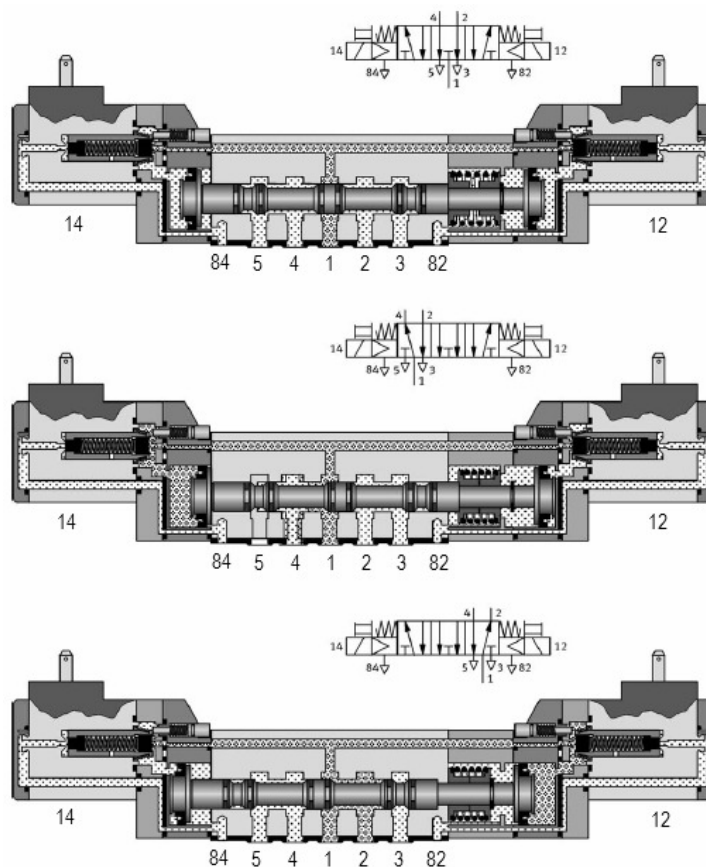
22. ábra: Elővezérelt 5/2-es bistabil mágnesszelep kézi segédműködtetéssel

Az elővezérelt 5/3-as mágnesszelep alaphelyzetében mindkét kimenetet leszellőztető mágnesszelep, kézi segédműködtetéssel és tolattyús kialakítással. Alaphelyzetben a mágnesetekercsek áram nélkül vannak, és a tolattyú a rugó hatására a középállásban helyezkedik el. A 2-3, valamint a 4-5 csatlakozások vannak összekötve. Az 1-es csatlakozó zárva van. Ha a baloldali mágnesetekercset feszültség alá helyezzük, akkor a tolattyú a jobboldali végpontig mozog. Ebben az esetben az 1-4 illetve a 2-3 csatlakozók vannak egymással összekötve. Ha a jobboldali mágnesetekercsben folyik az áram, akkor a tolattyú a baloldali végpontig mozog. Ebben a helyzetében az 1-2, valamint a 4-5 csatlakozók vannak összekapcsolva. Mindkét működtetett kapcsolási állás addig marad fenn, ameddig a hozzátartozó mágnesetekercs áram alatt van. Ha megszakad az áramkör, akkor a tolattyú visszaáll a középállásba.

Az 5/3-as szelepeknek több változatával találkozhatunk a pneumatikus berendezéseken. Van olyan változata is, amelyik középső helyzetében az összes csatlakozót lezárja. Olyan változata is van, amelyik középső helyzetében mindkét kimenetre rákapcsolja a táplevegőt, a leszellőző csatlakozásokat pedig lezárja. A két szélső helyzete mindhárom változatnak megegyezik.

Az 5/3-as szelepeket fel lehet használni a VÉSZ ÁLLJ helyzetbe állításra a vészkipcsolási feltételek esetén. Ilyenkor a dugattyút egy közbelső helyzetben meg tudjuk

állítani a baleset elkerülése végett. Szükség lehet ilyenkor a dugattyúrúd lerögzítésére is, a terhelés okozta elmozdulás megakadályozása miatt.



23. ábra: Elővezérelt 5/3-as mágnesszelep kézi segédműködtetéssel

Az elektromosan vezérelt útszelepeket számtalan variánsban és méretben gyártják, hogy megfeleljenek az ipar gyakorlati kihívásainak. A megfelelő szelep kiválasztásához célszerű a következő lépéseket figyelembe venni.

- Első lépésként a feladat követelményeiből kiindulva, és az energia kiesés esetén elvárt viselkedést figyelembe véve kell meghatározni a szeleptípust (3/2-es, 5/2-es, vagy 5/3-as, monostabil, vagy bistabil).
- Második lépésként a gyártók katalógusaiban a teljesítmény adatok alapján azt a szelepet kell kiválasztani, amelyik a feladat követelményeiben megadott elvárásokat a lehető legalacsonyabb összköltséggel teljesíti. Emellett nemcsak a szelep árát, hanem a ráfordítási költségeket; mint szerelés, szervizelés, cserealkatrészek tartása, stb. is figyelembe kell venni.

Egy elektropneumatikus vezérlést célszerű úgy megvalósítani, hogy valamely villamos energia kiesés vagy kábel szakadás esetén a készülék és a munkadarabok ne károsodjanak

váratlan mozgások által. A pneumatikus hengerek viselkedését ilyen üzemi helyzetekben a mágnesszelepek megválasztásával lehet befolyásolni. A monostabil 3/2-es, illetve 5/2-es mágnesszelep alaphelyzetébe kapcsol, és a henger dugattyúrúdja az alapállásba megy vissza. Egy rugóközpontosítású 5/3-as mágnesszelep szintén alaphelyzetébe kapcsol. Ha a szelep alaphelyzetében a kimeneti csatlakozók légtelenítésre kerülnek, akkor a henger erőmentes lesz. Ha középhelyzetben mindkét kimenetre rákapcsolja a táplevegőt, akkor csökkentett erővel mozog tovább, vagy megáll, és az alaphelyzetben lezárt csatlakozók esetében a dugattyúrúd mozgása megszakad. A bistabil szelep megtartja kapcsolt állását, elkezdett művelet esetén a dugattyúrúd befejezi azt.



24. ábra: Egy 5/2-es bistabil mágnesszelep

2.3.3. Szelepkombinációk

A mágnesszelepek továbbfejlesztése érinti az egyedi szerelésű szelepeket, a szelepkombinációkat és a tömbösített szerelésű szelepblokkokat, illetve a szelepszigeteket is.

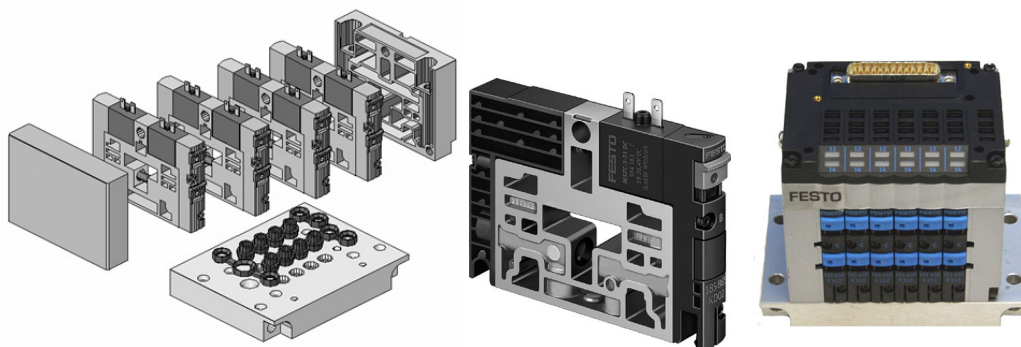
Az egyedi szerelésű optimalizált szelepek továbbfejlesztésének célja az építési nagyság és súly minimalizálása, ezen kívül a kapcsolási idők és a teljesítmény felvétel csökkentése. Ezeket a tulajdonságokat a következőkben leírtak alapján érhetjük el.

Az elektromágnesek csökkentett induktivitású tekercsekkel vannak felszerelve. Ezáltal bekapcsolás esetén az áram gyorsabban halad át a tekercsen, és az átváltáshoz szükséges erő hamarabb előáll. Az átkapcsolás után a mágnes tekercsen keresztül folyó áram elektronikusan lassítva van annyira, hogy az elektromágnes a rugóerő ellenében még éppen a működtetett állásában tudja tartani. Ezáltal ebben a fázisban a villamos teljesítményfelvétel jelentősen csökken. Az átkapcsolási időszak nagyon rövid ideig tart, ezért a tekercs üzemeltetéséhez jelentősen kevesebb villamos energia felhasználás szükséges. Az útszelepeket holtterfogatra, működtető erőre, és mozgatott tömegre optimalizálják. Ezáltal érhető el a szelepek gyors kapcsolása. A szelepházakat belül áramlásbaráttá alakítják, ezzel magas átfolyást valósítanak

meg. A ház falvastagságát annyira lecsökkentik, amennyire lehetséges, hogy csökkenjen a súly és a méret.

A tömbösített szereléshez optimalizált szelepek (szelepmodulok) modulszerűen felépített szelepblokkok, melyek nagy teljesítménysűrűséget jelentenek a legszűkebb helyeken. A kicsi méret alkalmassá teszi arra, hogy közvetlenül a pneumatikus hajtómű környezetében helyezzék el, ami rövidebb kapcsolási időket és nagyobb termelékenységet eredményezhet. A sokféle szelep- és pneumatikus kiegészítő funkció modul egyedi és méretre szabott konstrukciós megoldásokat tesz lehetővé. A rugalmasság a szerelési változatoknál (sínre szereléstől a pneumatikus multipólusos csatlakozóig) és az elektromos csatlakoztatási lehetőségeknél is jelentkezik. Egy ilyen szelepblokk tartalmaz egy útszelep modult, egy pneumatikus csatlakozás modult és egy elektromos csatlakozás modult.

A modulszerűen felépített szelepblokkoknál több modult két záró lap közé szerelnek. A sűrített levegőellátás vagy közvetlenül a záró lap homloklapján keresztül történik, vagy az alsó részen elhelyezett pneumatikus csatlakozó modulon (pneumatikus multipólusos csatlakozó) keresztül.

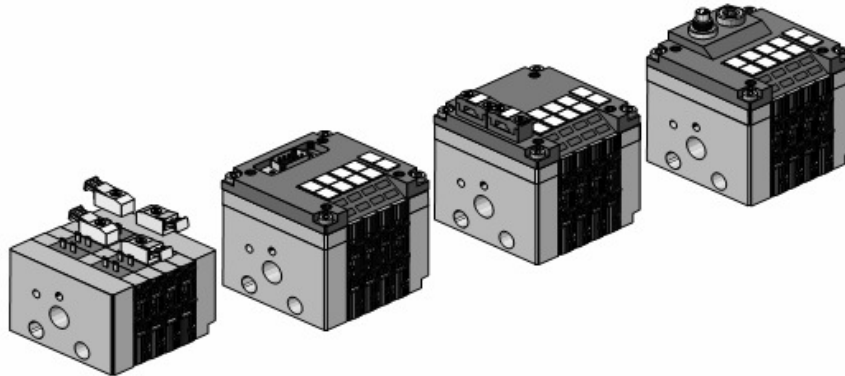


25. ábra: A FESTO CPV szelepblokk, pneumatikus multipólusos csatlakozólappal

Az ábrán látható szelepblokk szelepmoduljainak elektromos csatlakozói fölfelé vannak kivezetve. Lehetőség van arra, hogy különféle elektromos csatlakozási módokat használhassunk, amihez a megfelelő elektromos csatlakozás modult kell rászerezni.

Kiegészítő modulok nélkül, minden egyes modul egy különálló kábel csatlakozással csatlakozik. Alkalmazhatunk multipólusos elektromos csatlakozó modult, ahogy az a jobb szélső képen is látható. Ebben az esetben a szelepsziget különböző mágnesstekercsei egyetlen többpólusú csatlakozóval csatlakoznak. Használhatunk ASI (Aktor-Senzor-Interfaces) csatlakozó modult, melynél a szelepsziget különböző mágnesstekercsei össze vannak kötve az

(ASI) busszal. Alkalmazhatunk még buszrendszer csatlakozó modult, melynél a szelepsziget különböző mágnesstekercsei az elektromos Feldbuszrendszer leágazáshoz csatlakoznak.



26. ábra: Szelepblokk egyedi-, multipólusos-, ASI-, Feldbusz csatlakozóval

Azokat a szelepblokkokat, amelyeknek az elektromos csatlakozói össze vannak foglalva (multipólusos-, buszháló-, vagy ASI csatlakozóval), szelepszigeteknek nevezzük.

A legújabb törekvések szerint magát a vezérlőt (PLC-t) is beleintegrálják a szelepszigetbe, így a programot is ebbe töltjük. Ez a kihelyezett vezérlő egy kommunikációs hálózaton keresztül kommunikál egy központi vezérlővel. Az ilyen szelepszigeteket intelligens szelepszigeteknek hívjuk.



27. ábra: FESTO MPA intelligens szelepsziget, beépített PLC-vel

3. PLC vezérléstechnika

A szabadon programozható vezérléseket (a PLC-s vezérléseket) a hagyományos relés vezérlések kiváltására használják. Az 1970-es években való elterjedésük óta az ipari vezérlésekben gyakorlatilag egyeduralkodó szerepre tettek szert. Nagy előnyük a megbízhatóságuk, szerkezeti ellenállóságuk a környezeti ártalmakkal, mechanikai hatásokkal szemben és a tárolt program egyszerű módosíthatósága. A mai PLC-ket, kialakításuk szerint kompakt és moduláris felépítésű csoportba sorolhatjuk.

A kompakt PLC-k jellemzője, hogy hardverkonfigurációjuk csak kis mértékben módosítható, megfelelő védettségű ipari tokozásban készülnek és kis helyigényűek. Rendszerint két sorkapocslécből, kijelző lámpákból, run-stop kapcsolóból és kommunikációs lehetőségekkel 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.



28. ábra: FESTO FEC-20 DC kompakt PLC

A moduláris felépítésű PLC-k jellemzője, hogy a vezérlőberendezés valamilyen speciális feladatot ellátó modulokból épül fel. A rendszer konfigurációja tág határokon belül bővíthető. A moduláris felépítésű PLC-ket közepes, illetve nagyméretű rugalmas gyártórendszerek vagy folyamatok irányítására fejlesztették ki. A PLC-nél a vezérlés viselkedése nem a villamos építőelemek (hardver) kapcsolásán, hanem egy programon (szoftver) keresztül történik. Bemeneti, kimeneti egységeik révén a technológiai folyamatok tárolt programú vezérlésére közvetlenül alkalmasak.

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

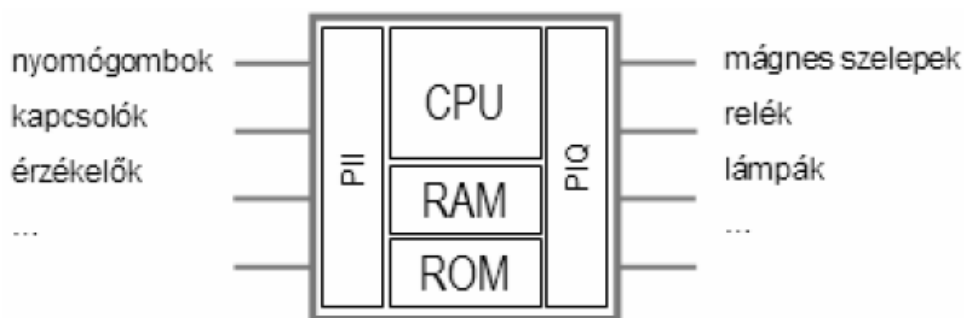
sorosan és ciklikusan hajtja végre a programmemóriában tárolt program alapján. A soros jellegű adatfeldolgozásból eredően a ciklikus feldolgozást nagy sebességgel kell végrehajtani, hogy a működés kifelé párhuzamosnak tűnjék.

A továbbiakban a kompakt PLC-ket fogjuk elemezni és bemutatni, mivel az MPS moduláris gyártórendszer sor is ilyen vezérlőkkel van felszerelve.

3.1. A PLC funkcionális felépítése

A PLC legfőbb alkotórésze a központi logikai ill. feldolgozóegység (CPU), mely számításokat végez és utasításokat hajt végre. Futtatja a memóriájában elraktározott programot, és vezérli a többi alkotóelemet.

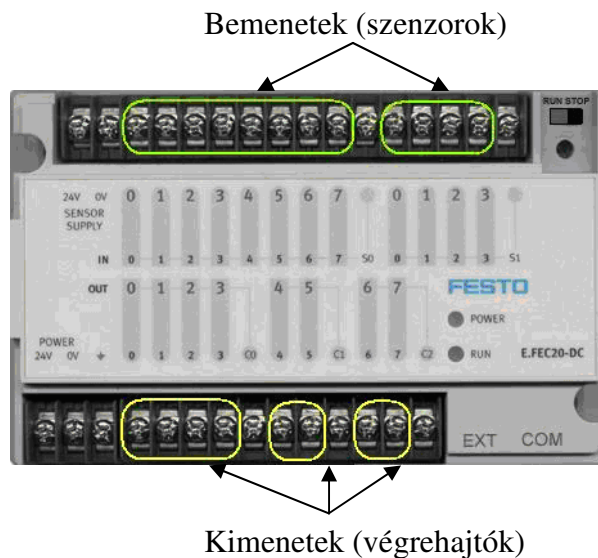
Minden szabadon programozható logikai vezérlő rendelkezik még programmemóriával (ROM, EPROM, EEPROM) és adatmemóriával (RAM). A ROM tárolja a processzor működéséhez szükséges programot, a PC-PLC közti kommunikációt megvalósító, valamint a PLC funkcionális egységeit kezelő rendszerprogramot. A programozó által megírt programot a PLC az írható-olvasható memóriában (RAM) tárolja.



29. ábra: A PLC felépítése és kapcsolódása a többi berendezéshez

A PLC működésének alapvető feltétele egy stabil tápegység, mely szolgáltatja a PLC moduljainak a megfelelő áramellátást. A RAM memóriát tartalmazó CPU-khoz általában akkumulátort is tartalmazó tápegységeket választanak, hogy a program áramszünet esetén se vesszen el.

Ugyancsak alapvető alkotóelemek a bemeneti (input) egységek (digitális, ill. analóg), melyek skálázzák, alakítják a bejövő jeleket a CPU számára feldolgozhatóvá, illetve a kimeneti (output) egységek (digitális, ill. analóg), melyek a kimenő jeleket az ipari folyamatokhoz alakítják. Ez általában digitális be- és kimenetek esetén +22-től 24V-ig az 1 szint valamint 2V és az alatt a 0 szint. A PLC két oldalán található csavaros sorkapocsléc egyikén a bemenetek, másikon a kimenetek találhatók.



30. ábra: PLC be- és kimenetei

A 8 db relé kimenet segítségével kapcsolható maximális feszültség 30V egyen vagy 250V váltakozó feszültség, és maximum 2A áramerősség. A kimenetek késleltetési ideje 10ms, a kijelzés pedig zöld LED-ek segítségével valósul meg. A digitális kimenetek két csoportba oszthatók: relés és tranzisztoros kimenetek. A relés kimenetek előnye, hogy nagy áramokat, így nagy teljesítményt kapcsolhatunk velük kiegészítő áramkörök nélkül. Hátránya, hogy viszonylag lassú. Kapcsolási frekvenciája kisebb, mint 10Hz, és reakcióideje is nagy. A tranzisztoros kimenetek a relés kimenetekkel ellentétben gyorsak (>100 Hz), de nem terhelhetők akkora áramokkal. Hátrány lehet még, hogy a kimenet egyik pontját mindig földelni kell.

Elengedhetetlen alkotórészei a PLC-nek a kommunikációs egységek is, melyek biztosítják a kommunikációt más PLC-kkel illetve PC-kkel. A központi egység saját kezelőfelülettel nem rendelkezik, a programot gyári programozó egységen vagy PC-n kell megírni, és letölteni a PLC saját memóriájába (már a PLC processzorának gépi kódjában), ami általában nem-felejtő EEPROM (Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory). Egyszerre több program is tárolódhat a memóriában, melyek közül a kívánt programot vagy külső jelre, vagy időzítve indíthatjuk el.

A következőkben a FESTO cég által rendelkezésünkre bocsájtott FEC-20 DC kompakt PLC programozásához szükséges programnyelvet fogjuk elemezni.

3.2. Programozási nyelvek

A PLC az adott feladat elvégzésére a felhasználói programok segítségével válik képessé. Ezek elkészítésére több programozási nyelv áll rendelkezésre. A programozási nyelv nem más, mint egy szintaktika (formai szabály gyűjtemény), mellyel a felhasználói program elkészíthető.

Az első PLC-k alkalmazásának idejében az automatizálásban az áramút terv volt az elfogadott dokumentálási módszer. A vezérlő áramköröket is ilyen formában tervezték. Természetesen a PLC-k egyik programozási nyelve is ezt követte, és létra diagram-nak nevezik. Létra diagramos programozás csak képernyős programozó készülékkel oldható meg. Egyszerűbb programozó-készülékeken az utasítás-listás nyelvezettel is lehet programozni. Azt követően, hogy a programozás PC –n történt, újabb nyelvezet a funkcionális blokk-ok segítségével történő programozást is alkalmazták.

A továbbiakban az utasításlistás programozási nyelvet mutatjuk be, mely használatára a jelen szakdolgozat révén használt FEC-20-DC PLC és a hozzá tartozó FST 4.10.50 fejlesztői környezet lehetőséget ad.

3.2.1. Utasításlistás programozás (FESTO AWL)

Ez a legrégebben kialakult programozási eljárás, felhasználói programvezérlési parancsok sorozatából áll. Egy utasítás két részből tevődik össze: műveleti (operációs) és operandus részből. A műveleteket az utasítások nevének rövidítésével jelölik. Ezek adják meg, hogy a CPU-nak milyen műveletet kell végrehajtani. Az operandus rész mondja meg, hogy a műveleti részben definiált műveletet min kell elvégezni. Az utasításlistás programozással kapcsolatosan a [5] irodalomban találhatunk részletes leírást.

A program szerkesztése során a parancsokat funkcióbillentyűkről vagy a klaviatúra segítségével lehet bevinni. Két féle logika szerint készíthetünk utasításlistás programot.

Az egyik a léptető program, mely legfőleg 255 lépésből állhat (1-től 255-ig). Minden egyes lépést meg kell jelölni egy szimbolikus lépéssjellel (címkével). A léptető programban létre lehet hozni elágazásokat vagy ugrásokat a program más részeire (JMP TO lépéssjelző). A program ekkor nem a közvetlenül rákövetkező lépésnél folytatódik. Egy lépés egy vagy több mondatból állhat. A teljes mondat egy IF (ha) részből, egy THEN (akkor) részből és esetleg

egy OTHRW (egyébként) részből áll. A lépés első mondata lehet egy hiányos mondat is, ebben az esetben ez csak egy végrehajtó rész (THEN...), amit mindig végrehajt, nincs bemeneti feltétel. A program végrehajtása lépésről-lépésre történik. A vezérlés addig nem lép át a következő lépésre, amíg a pillanatnyi érvényes lépés utolsó mondatában lévő THEN vagy OTHRW utasítást végre nem hajtotta.

A másik a párhuzamos logikai program, mely tisztán csak mondatokból áll, tehát nincsenek benne lépésjelzők programozva. Ez azt jeleneti, hogy a párhuzamos logikai program a léptető program egy lépésével azonos. A párhuzamos logikai programban nem lehetnek elágazások, de első mondata lehet hiányos mondat is. Az összes következő mondat teljes mondat kell, hogy legyen. A párhuzamos logikai program ciklikusan mindaddig végrehajtódik, amíg azt le nem állítják (reset). Ha csak egyszer szeretnénk a programot lefuttatni, az utolsó mondatban le kell állítani.

Szerkeszthetünk csak végrehajtó programrészt is, melynek szerkezete lényegében olyan, mint a párhuzamos logikai program hiányos mondatáé, és nincs THEN bevezetése sem. Minden bevitt utasítást végrehajt, bemeneti feltétel nélkül. Ebben a programban nem lehet elágazás, ha a végrehajtó részbe IF szakaszt írunk, az hibát okoz.

A felhasználói programokon kívül szoftver modulokat is lehet használni. Két típusú szoftver modult támogat a rendszer: funkció modul (CFM típus) és program modul (CMP típus). A szoftver modul az utasításlista bármelyik végrehajtó részéből hívható.

A CFM típusú funkció modulokat általános problémák megoldására használjuk és csakis párhuzamos logikai programot írhatunk benne. Ezek a modulok hívhatóvá válnak a programok számára.

A program modulok (CMP) olyan szubrutinok, amelyeket a felhasználó hozhat létre az FST szoftveren belül. Ezeket ugyanúgy kell kezelni, mint a programokat, és ugyanaz a parancs készlet tartozik hozzájuk, mint az FST FEC utasításlistához.

A következőkben tekintsünk át néhány fontosabb operandust, melyek nélkül elképzelhetetlen egy bonyolultabb program megírása.

3.2.1.1. 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 1mp-et az 1-es időzítőbe:

```
STEP 0
THEN LOAD V100
TO TP1
```

2. Indítás: Az időzítő indítása mindig valamilyen eseményhez köthető, például jel az I0.1-en. Ekkor az időzítő aktivitás bitje (T1) 1 értékű lesz (bekapcsolttá válik), ugyan akkor a V100-as érték a TP1-ből átmásolódik az időzítő munkaváltozójába, TW1-be, melynek értéke század másodpercenként eggyel csökken.

```
STEP ""Indít
IF I0.1
THEN SET T1
```

Lehetőségünk van az inicializálás és az indítás tevékenységét egybeolvasztani a következő programrészlet alapján:

```
STEP 0
IF I0.1
THEN SET T1
WITH 1s
```

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 TW1 értéke a csökkenés során 0 lesz. Ekkor az időzítés aktivitás bitje (T1) 1-ről 0-ra vált. Ez jelzi, hogy letelt az időzítés.

```
STEP ""Lekérdezés
IF N T1
THEN SET O0.1
```

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

3.2.1.2. Számlálók

Akárcsak az időzítőknél, a számlálók esetén is 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 elején egy mindig végrehajtott részben beállítjuk a számlálás mértékét, és hogy melyik számlálót használjuk, például használjuk az 1-es számlálót és számoljunk 3-at:

```
STEP0
      THEN      LOAD V3
      TO  CP1
```

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

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

3. Növelés/csökkentés: A számlálandó eseményt valamilyen jel (pl I0.1) segítségével tudjuk megszámolni. Ez azt jelenti, hogy ha I0.1 jelez, növeljük eggyel a CW számláló munkaváltozóját. Bizonyos esetekben szükség lehet a számláló csökkentésére is, ekkor egyszerűen az INC (increment) helyett a DEC (decrement) parancsot használjuk.

```
STEP ""Számol
      IF      I0.1
      THEN      INC/DEC  CW1
```

4. Lekérdezés: A számlálás letelte általában valamilyen folyamat megszűnését okozza, például egy ciklusos művelet abbahagyunk. Legyen a ciklusos művelet a STEP 5 és az utána következő a STEP10. 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 ""Lekérdez
      IF      N      C1
      THEN      JMP TO      10
      OHRW      JMP TO      5
```

3.2.1.3. Merkerek

A Merker PLC program béli megfelelője a flag (jelzőbit vagy virtuális kapcsoló). 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 be kell állítani 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 merkerek a PLC áramtalanítása esetén is megőrzik set vagy reset állapotukat.

4. MPS moduláris gyártórendszer sor moduljai

Ebben a fejezetben az MPS moduláris gyártórendszer, e szakdolgozat kapcsán felhasznált adagoló, vizsgáló, megmunkáló, átrakó és szortírozó elemei, valamint együttes működésük kerül ismertetésre.

Tekintsük át röviden, bevezető jelleggel az összeállítás működését! Az adagoló modulban, véletlen sorrendben elhelyezkedő munkadarabokat a rendszer, vizsgáló modulja segítségével méri meg, és a megfelelőket továbbítja a megmunkálónak. Itt az adott művelet végrehajtódik a darabon (jelen esetben fúrás), elbírálásra kerül a művelet sikeressége, és az eredmény továbbítódik a soron következő állomásnak. Ezek után az átrakó juttatja el a munkadarabokat a szortírozóba, ahol fajtánként kerülnek kiválogatásra, valamint a sikertelenül fúrt selejtek elkülönítődnek. Az egyes állomások indító jelét a beérkező munkadarabok jelenléte szolgáltatja.

Az egyes állomásoknak lehetőségük van kommunikálni a mögöttük állókkal, pl.: jelen összeállításban a megmunkáló cella, a munkadarab jóságáról szóló információt (selejt vagy megfelelő) küld az utána álló szortírozónak.

Az így elkészült gyártórendszer bővítésére, átalakítására rengeteg lehetőség nyílik, a modulok variálhatósága, kompatibilitása és a számtalan kereskedelmi forgalomban lévő kiegészítő elem hozzáférhetősége révén. A következő alfejezetekben részletesen bemutatásra kerül az állomások működése jellemzésükkel és a rajtuk végighaladó munkadarab útjának nyomon követésével. Az MPS gyártórendszer sor pontos leírásával a [4] irodalom foglalkozik. A 31. ábrán láthatjuk az általam programozott ötállomásos gyártórendszert.



31. ábra: Az MPS gyártórendszer sor

4.1. Adagoló

A munkadarabok kezdetben, véletlen sorrendben, egy henger-gyűjtőtárban helyezkednek el. A tár az adagoló állomásba behelyezhető és maximum nyolc munkadarab tárolására alkalmas. A kettős működésű munkahenger egyesével kilöki a munkadarabokat az ejtőtárból, majd egy forgólapátos légmotorral hajtott forgókar, egy vákuumos megfogó segítségével átemeli a munkadarabot a soron következő vizsgáló állomás adott pontjára. A forgólapátos motor tetszőleges szögértékeket vehet fel 0 és 180 fok között. Két mechanikus működtetésű elektromos végállás kapcsoló segítségével tudjuk megadni a pontos szögelfordulás mértékét, jelen esetben 180 fokot.



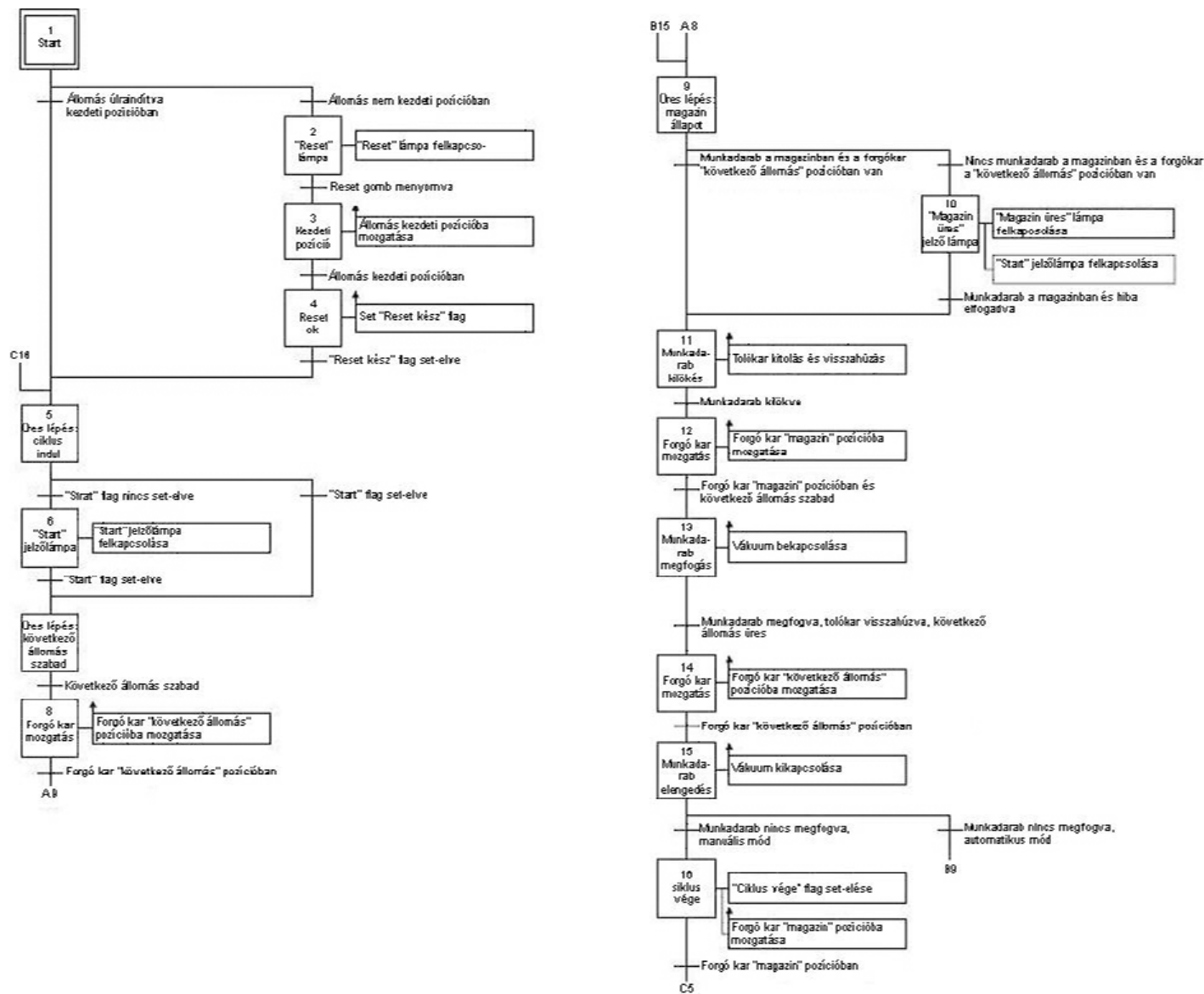
32. ábra: Adagoló állomás

A munkadarab jelenlétét a tárolóban, egy tárgyreflexiós optikai érzékelő jelzi.

Az adagoló, és ezzel együtt az összes felhasznált állomás 24V-os tápfeszültséget, és 600kPa (6bar) nyomást igényel működése során. Mindegyik cella fel van szerelve egy külön egységgel, melynek segítségével a sűrített levegő hálózatról egyenként lekapcsolható. Ez az egység tartalmaz még egy nyomásszabályozó szelepet, egy nyomásmérőt és egy tisztító-víztelenítő egységet.

Az adagoló állomáshoz került felszerelésre egy kezelőfelület is, mely mindegyik PLC-vel kapcsolatban áll és segítségével tudjuk indítani, megállítani, alaphelyzetbe állítani, illetve ha a helyzet úgy kívánja, akkor vészleállítani a gyártórendszert. A kezelőfelület megfelelő működéséhez minden állomásnak különböző alaphelyzetbe állító programot (Reset program) kell készíteni.

Az állomás által elvégzendő feladatok lépéseit, illetve a programjának struktúráját a 33. ábra szemlélteti.



33. ábra: Adagoló állomás programjának struktúrája

4.1.1. Az Adagoló állomás programjai:

Főprogram (P0):

IF		FI		'Első programlefutás
THEN	RESET	O0.0		'Munkadarab kitoló
	RESET	O0.1		'Vákuum bekapcs
	RESET	O0.2		'Munkadarab lefúvás
	RESET	O0.4		'Forgó kar a tesztelőhöz
	SET	O0.3		'Forgó kar az adagolóhoz
	RESET	F0.0		'Startflag
	RESET	F1.1		'félbehagyott munkadarab
	SET	F1.0		'Állás utáni első indítás
IF		I1.0		'Start gomb
THEN	SET	F0.0		'Startflag
IF		I1.0		'Start gomb
	AND	I0.0		'Munkadarab a tesztelő állomásnál
	AND	F1.0		'Állás utáni első indítás
THEN	RESET	F1.0		'Állás utáni első indítás
IF		I1.1		'Stop gomb
THEN	SET	F1.0		'Állás utáni első indítás
	RESET	F0.0		'Startflag
IF		I1.2		'Reset gomb
	AND	F0.0		'Startflag
THEN	CMP 0			'Reset program
IF		I1.3		'Emergency gomb
THEN	RESET	F0.0		'Startflag
	SET	F1.0		'Állás utáni első indítás
	SET	O0.7		'Reset lámpa
	RESET	O0.0		'Munkadarab kitoló
	RESET	O0.1		'Vákuum bekapcs
	RESET	O0.2		'Munkadarab lefúvás
	RESET	O0.4		'Forgó kar a tesztelőhöz
	RESET	P1		'1-es munkaprogram
IF		P1		'1-es munkaprogram
	AND	F0.0		'Startflag
	AND	F1.0		'Állás utáni első indítás
	OR	I0.7	)	'Kövi állomás fogadóképes
THEN	SET	P1		'1-es munkaprogram

Reset program (CMP 0):

STEP 0				
THEN	RESET	O0.7		'Reset lámpa
	RESET	O0.0		'Munkadarab kitoló
	RESET	O0.2		'Munkadarab lefúvás
	RESET	O0.4		'Forgó kar a tesztelőhöz
	SET	O0.3		'Forgó kar az adagolóhoz
	SET	O0.1		'Vákuum bekapcs
	SET	T1		'Késleltetés
	WITH	0.2s		

STEP 1			
IF		T1	'Késleltetés
	AND	I0.3	'Munkadarab megfogva
THEN	SET	F1.1	'Félbehagyott munkadarab
	SET	P1	'1-es munkaprogram
	JMP TO	2	
IF		T1	'Késleltetés
THEN	JMP TO	1	
OTHRW	JMP TO	2	
STEP 2			
IF		N	T1
	AND	N	I0.3
THEN	RESET	O0.1	'Vákuum bekapcs

Munkaprogram (P1):

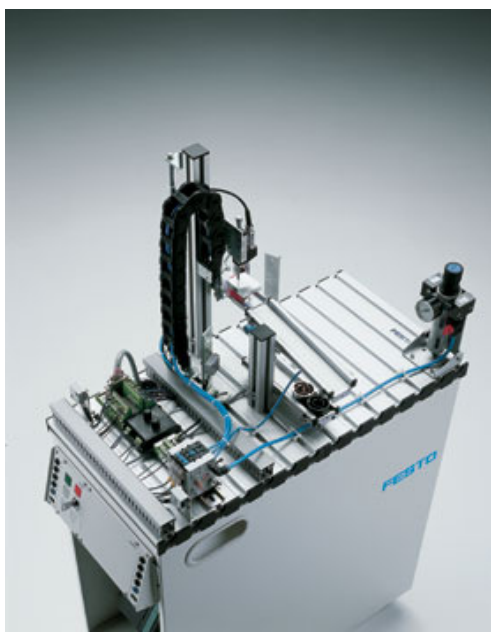
STEP 0			
IF		F1.1	'félbehagyott munkadarab
THEN	JMP TO	6	
IF		I0.6	'Adagoló henger üres
THEN	SET	F1.0	'Állás utáni első indítás
	RESET	F0.0	'Startflag
	RESET	P1	'1-es munkaprogram
IF		(	F1.0
	OR	N	I0.7
	AND		F0.0
	AND		I0.1
	AND		I0.4
	AND	N	I0.6
THEN	RESET	F1.0	'Állás utáni első indítás
	JMP TO	1	
OTHRW	JMP TO	0	
STEP 1			
THEN	SET	O0.4	'Forgó kar a tesztelőhöz
	RESET	O0.3	'Forgó kar az adagolóhoz
	RESET	O0.2	'Munkadarab lefűvás
STEP 2			
IF		I0.5	'Forgó kar a tesztelőnél
THEN	SET	O0.0	'Munkadarab kitoló
STEP 3			
IF		I0.2	'Munkadarab kitoló kint
THEN	RESET	O0.4	'Forgó kar a tesztelőhöz
	SET	O0.3	'Forgó kar az adagolóhoz
STEP 4			
IF		I0.4	'Forgó kar az adagolónál
THEN	SET	O0.1	'Vákuum bekapcs
STEP 5			
IF		I0.3	'Munkadarab megfogva
THEN	RESET	O0.0	'Munkadarab kitoló

STEP 6			
IF		I0.1	'Munkadarab kitoló bent
	OR	F1.1	'félbehagyott munkadarab
THEN	RESET	O0.3	'Forgó kar az adagolóhoz
	SET	O0.4	'Forgó kar a tesztelőhöz
STEP 7			
IF		I0.5	'Forgó kar a tesztelőnél
THEN	RESET	O0.1	'Vákuum bekapcs
	SET	O0.2	'Munkadarab lefűvás
	SET	T0	'Késleltetés
	WITH	0.5s	
STEP 8			
IF		N T0	'Késleltetés
THEN	RESET	O0.4	'Forgó kar a tesztelőhöz
	SET	O0.3	'Forgó kar az adagolóhoz
STEP 9			
IF		N I0.3	'Munkadarab megfogva
THEN	RESET	O0.2	'Munkadarab lefűvás
STEP 10			
IF		I0.4	'Forgó kar az adagolónál
THEN	RESET	F1.1	'félbehagyott munkadarab
	RESET	P1	'1-es munkaprogram

4.2. Mérő és Vizsgáló

A vizsgáló állomás érzékeli és megkülönbözteti az alkatrészeket, amiket az adagoló forgókarja behelyez. A munkadarabok színének meghatározása egy optikai és egy kapacitív szenzor segítségével történik, a magasság méréséhez pedig egy komparátort használ, mely analóg jelet kap, viszont a PLC-nek már csak digitális jeleket továbbít. Egy tükörreflexiós optikai érzékelő figyel, hogy a műveleti tér szabad-e (vagyis, hogy az adagoló forgókarja elhagyta-e az állomást), mielőtt a munkadarab felemelkedne egy mágnes kuplungos henger segítségével. Található még a szerkezetben egy kisebb egyszeres működtetésű munkahenger, ami az alkatrész kitolását végzi az emelőmodul tálcájáról. A vizsgálat szerint megfelelő magasságú munkadarabokat az emelőmodul felhelyezi a felső csúszdán keresztül a szomszédos állomásra, a nem megfelelőket, pedig az alsó csúszdára löki ki.

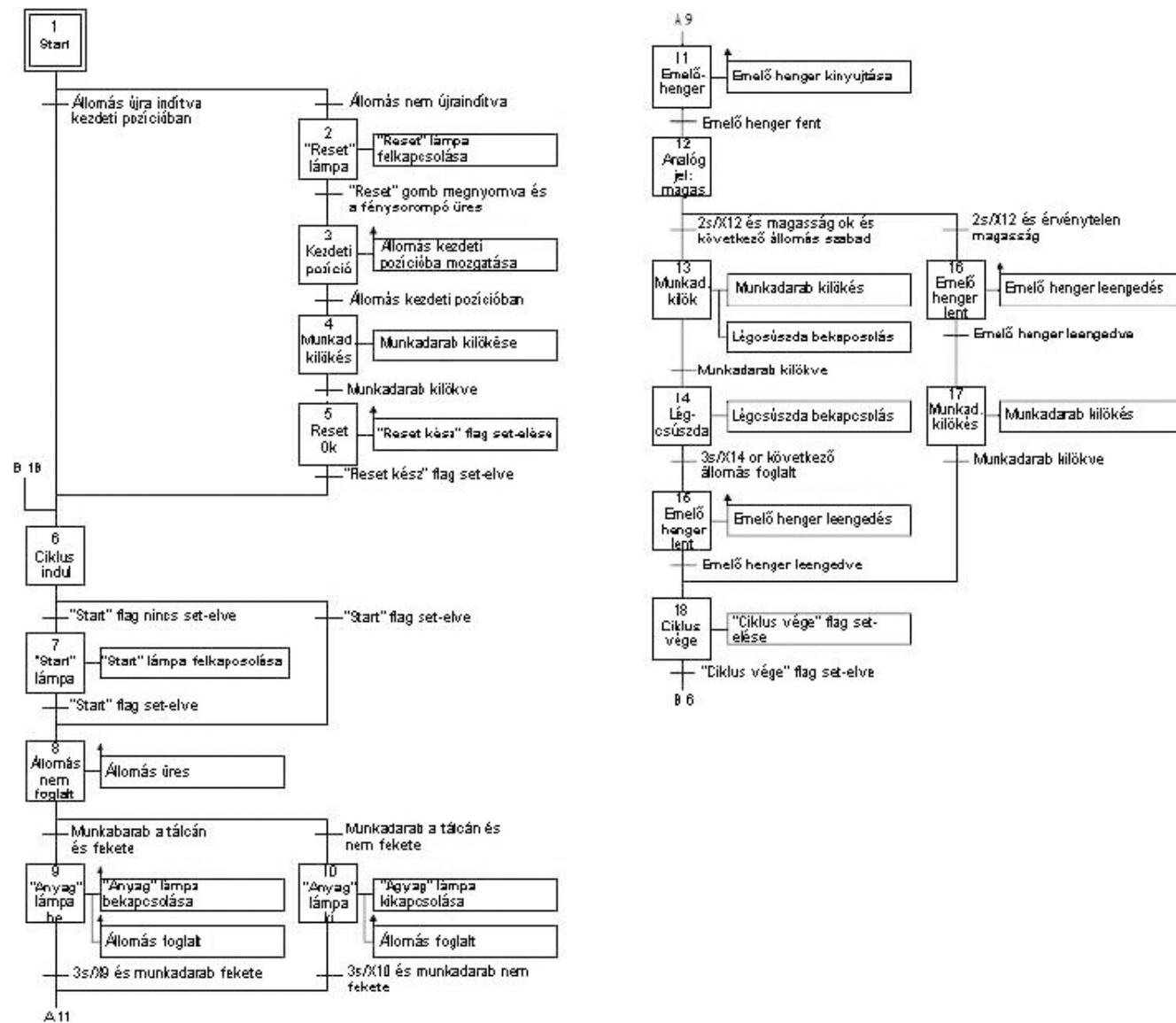
Jelen feladatban csak a munkadarab magassága a mérendő szempont, az állomás mind a három fajta munkadarabot (piros, fekete, ezüst) tovább engedi.



34. ábra: Vizsgáló állomás

A vizsgáló cella jellegzetessége, hogy a kis dőlésszögű csúszdáján, a munkadarabok légpárnán csúsznak, valamint a digitális jelsorozatot adó szenzor használata miatt a PLC-t ki kell egészíteni egy komparátor egységgel, melyen állítható az alsó és felső határ, melyet még elfogadottnak tekint a műszer.

Az állomás által elvégzendő feladatok lépéseit, illetve a programjának struktúráját a 35. ábra szemlélteti.



35. ábra: Vizsgáló állomás programjának struktúrája

4.2.1. A mérő és vizsgáló állomás programjai:

Főprogram (P0):

IF			FI	'Első lefutás
THEN	RESET		O0.1	'Lift fel
	SET		O0.0	'Lift le
	RESET		O0.2	'Kitolás
	RESET		O0.3	'Levegő csúszka
	RESET		F0.0	'Startflag
IF		N	I0.7	'Kövi állomás szabad
THEN	SET		O0.7	'Állomás fogadóképes
IF			I0.7	'Kövi állomás szabad
	AND	N	F1.1	'Túlméretezett munkadarab
THEN	RESET		O0.7	'Állomás fogadóképes
IF			I1.0	'Start gomb
THEN	SET		F0.0	'Startflag
IF			I1.1	'Stop gomb
THEN	RESET		F0.0	'Startflag
IF			I1.2	'Reset gomb
	AND	N	F0.0	'Startflag
THEN	RESET		O0.1	'Lift fel
	SET		O0.0	'Lift le
	RESET		O0.2	'Kitolás
	RESET		O0.3	'Levegő csúszka
	RESET		F0.0	'Startflag
IF		N	I1.3	'Vészleállító gomb
THEN	RESET		O0.3	'Levegő csúszka
	RESET		F0.0	'Startflag
	RESET		P1	'1-es munkaprogram
IF		N	P1	'1-es munkaprogram
	AND		F0.0	'Startflag
THEN	SET		P1	'1-es munkaprogram

Munkaprogram (P1):

STEP 0				
IF			F0.0	'Startflag
	AND		I0.0	'Munkadarab elérhető
	AND		I0.5	'Lift lent
	AND		I0.6	'Kitoló visszahúзва
	AND	N	I0.2	'Biztonsági fényzorompó
THEN	SET		T0	'Késleltetés
	WITH		0.5s	
	JMP TO	1		
OTHRW	JMP TO	0		

```

STEP 1
  IF          N      T0          'Késleltetés
    AND      N      I0.0        'Munkadarab elérhető
  THEN JMP TO 0

  IF          N      T0          'Késleltetés
    AND      I0.0        'Munkadarab elérhető
  THEN SET    O0.1        'Lift fel
    RESET    O0.0        'Lift le

STEP 2
  IF          I0.4        'Lift fent
  THEN SET    T0          'Késleltetés
    WITH      0.2s

STEP 3
  IF          N      T0          'Késleltetés
  THEN NOP

STEP 4
  IF          I0.3        'Munkadarab magasság megfelelő
  THEN SET    O0.2        'Kitolás
    SET      T0          'Késleltetés
    WITH      0.6s
  OTHRW JMP TO 8

""Ha megfelelő magasságú a munkadarab
STEP 5
  IF          N      T0          'Késleltetés
  THEN RESET  O0.2        'Kitolás

STEP 6
  IF          I0.6        'Kitoló visszahúzva
  THEN SET    O0.3        'Levegő csúszka
    RESET    O0.1        'Lift fel
    SET      O0.0        'Lift le
    SET      T0          'Késleltetés
    WITH      0.5s

STEP 7
  IF          I0.5        'Lift lent
    AND      N      T0          'Késleltetés
  THEN RESET  O0.3        'Levegő csúszka
    JMP TO 0

""Ha nem megfelelő magasságú a munkadarab
STEP 8
  THEN SET    F1.1        'Túlméretezett munkadarab
    RESET    O0.1        'Lift fel
    SET      O0.0        'Lift le

STEP 9
  IF          I0.5        'Lift lent
  THEN SET    O0.2        'Kitolás
    SET      T0          'Késleltetés
    WITH      0.7s

```

STEP 10				
IF	N	T0		'Késleltetés
THEN	RESET	00.2		'Kitolás
STEP 11				
IF		I0.6		'Kitoló visszahúзва
THEN	SET	00.7		'Állomás fogadóképes
	SET	T0		'Késleltetés
	WITH	0.3s		
STEP 12				
IF	N	T0		'Késleltetés
THEN	RESET	00.7		'Állomás fogadóképes
	RESET	F1.1		'Túlméretezett munkadarab
	JMP TO	0		

4.3. Megmunkáló

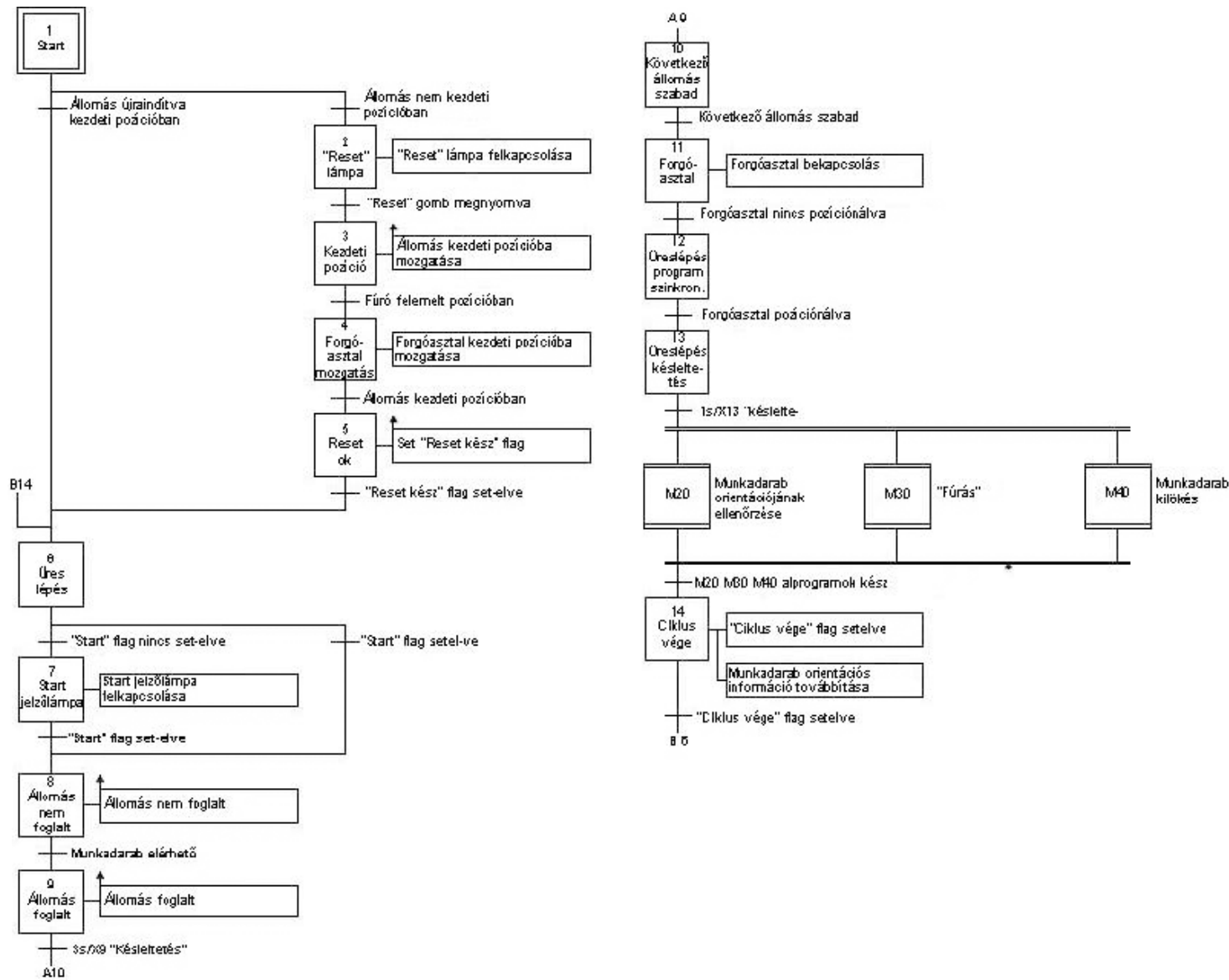
A megmunkáló állomás a mérő és vizsgáló állomástól érkező munkadarab jelenlétét egy kapacitív szenzorral érzékeli. Ha a munkadarab megérkezett a forgótálca tárába, az asztal tovább fordul 60° -ot a fúró egységhez, ahol egy aktuátor rögzíti a munkadarabot és megtörténik a fúrás. Ha a furat elkészült, az aktuátor elengedi a munkadarabot, a fúró alaphelyzetbe áll, majd az asztal megint fordul 60° -ot a vizsgáló pozícióba, ahol egy tapintóval ellenőrizzük az elkészült furatot. Mivel csak modellezzük a fúrás műveletét, csak akkor fordulhat elő, hogy nem megfelelő a furat, ha a munkadarabot fordítva (furattal lefelé) helyezzük be az adagoló hengerbe. Ha ilyen helyzet állt elő akkor, az ellenőrző egység információt küld a munkadarab minőségéről (selejt) az átrakó állomásnak. Ezek után a forgóasztal újból 60° -ot fordul, és egy kar a munkadarabot átlöki az átrakó állomásba.



36. ábra: Megmunkáló állomás

Az állomásban a fúró funkció teljesen üzemképes, de biztonsági okokból nem hajtjuk végre a fúrást, csak szimuláljuk. Érdekesség lehet még, hogy ez az állomás csakis elektromos elemekből épül fel, így egyáltalán nem rendelkezik sűrített levegő ellátással.

Az állomás által elvégzendő feladatok lépéseit, illetve a programjának struktúráját a 37. ábra szemlélteti.



37. ábra: Megmunkáló állomás programjának struktúrája

4.3.1. A megmunkáló állomás programjai:

Főprogram (P0):

IF			FI	'Első lefutás
THEN	RESET		O0.2	'Fúró le
	SET		O0.3	'Fúró fel
	RESET		O0.0	'Fúró bekapcsol
	RESET		O0.1	'Tálca forgatás
	RESET		O0.4	'Munkadarab rögzítés
	RESET		O0.5	'Furat ellenőrzés
	RESET		F0.0	'Startflag
IF		N	I0.0	'A következő két állomás fogadóképes
THEN	RESET		F0.0	'Startflag
IF			I1.0	'Start gomb
THEN	SET		F0.0	'Startflag
IF			I1.1	'Stop gomb
THEN	RESET		F0.0	'Startflag
IF			I1.2	'Reset gomb
	AND	N	F0.0	'Startflag
THEN	CMP 0			'Reset program
IF		N	I1.3	'Vészleállító gomb
THEN	RESET		O0.0	'Fúró bekapcsol
	RESET		O0.1	'Tálca forgatás
	RESET		F0.0	'Startflag
	RESET		P1	'1-es munkaprogram
IF		N	P1	'1-es munkaprogram
	AND		F0.0	'Startflag
THEN	SET		P1	'1-es munkaprogram

Reset program (CMP 0):

STEP 0				
THEN	RESET		O0.2	'Fúró le
	SET		O0.3	'Fúró fel
	RESET		O0.0	'Fúró bekapcsol
	RESET		O0.1	'Tálca forgatás
	RESET		O0.4	'Munkadarab rögzítés
	RESET		O0.5	'Furat ellenőrzés
	LOAD		V3	
	TO		CP1	'Számláló betöltése
	SET		C1	'Számláló
STEP 1				
THEN	SET		T3	'Késleltetés
	WITH		0.2s	

STEP 2				
IF		T3		'Késleltetés
THEN	JMP TO 2			
IF	N	T0		'Késleltetés
	AND	I0.1		'Kidobásra kész megmunkált munkadarab
THEN	JMP TO 3			
OTHRW	JMP TO 9			
STEP 3				
THEN	SET	O0.7		'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
	SET	T4		'Késleltetés
	WITH	0.3s		
STEP 4				
IF	N	T4		'Késleltetés
THEN	RESET	O0.7		'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
	SET	T5		'Késleltetés
	WITH	0.2s		
STEP 5				
IF	N	T5		'Késleltetés
THEN	SET	O0.7		'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
	SET	T4		'Késleltetés
STEP 6				
IF	N	T4		'Késleltetés
THEN	RESET	O0.7		'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
STEP 7				
THEN	SET	O0.6		'Kidobás
	SET	T6		'Késleltetés
	WITH	0.5s		
STEP 8				
IF	N	T6		'Késleltetés
	AND	I0.1		'Kidobásra kész megmunkált munkadarab
THEN	RESET	O0.6		'Kidobás
STEP 9				
IF		C1		'Számláló
THEN	INC	CW1		'Számláló aktuális értéke
	SET	O0.1		'Tálca forgatás
OTHRW	JMP TO 12			
STEP 10				
IF	N	I0.5		'Tálca pozícióban
THEN		NOP		
STEP 11				
IF		I0.5		'Tálca pozícióban
THEN	RESET	O0.1		'Tálca forgatás
	JMP TO 1			
STEP 12				
THEN		NOP		

Munkaprogram (P1):

```
STEP 1
  THEN SET          00.3      'Fúró fel
        RESET       00.2      'Fúró le
        RESET       00.6      'Kidobás

  IF              F0.0      'Startflag
    AND           I0.6      'Munkadarab elérhető
  THEN JMP TO 2
  OTHRW JMP TO 1

STEP 2
  IF              N          I0.5      'Tálca pozícióban
  THEN SET          00.1      'Tálca forgatás
  OTHRW            NOP

STEP 3
  IF              I0.5      'Tálca pozícióban
  THEN RESET       00.1      'Tálca forgatás

STEP 4
  IF              I0.6      'Munkadarab elérhető
  THEN SET         T0        'Késleltetés
        WITH       0.3s

STEP 5
  IF              N          T0        'Késleltetés
    AND           I0.6      'Munkadarab elérhető
  THEN SET         00.7      'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
        SET         T1        'Késleltetés
        WITH       0.2s
        JMP TO 6
  IF              N          T0        'Késleltetés
    AND           N          I0.6      'Munkadarab elérhető
  THEN JMP TO 1

STEP 6
  THEN SET          00.1      'Tálca forgatás
  IF              N          T1        'Késleltetés
  THEN RESET       00.7      'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)

STEP 7
  IF              N          I0.5      'Tálca pozícióban
  THEN            NOP

STEP 8
  IF              I0.5      'Tálca pozícióban
  THEN RESET       00.1      'Tálca forgatás
        SET         T2        'Késleltetés
        WITH       0.3s

STEP 9
  IF              N          T1        'Késleltetés
  THEN SET         00.4      'Munkadarab rögzítés
        SET         T1        'Késleltetés
```

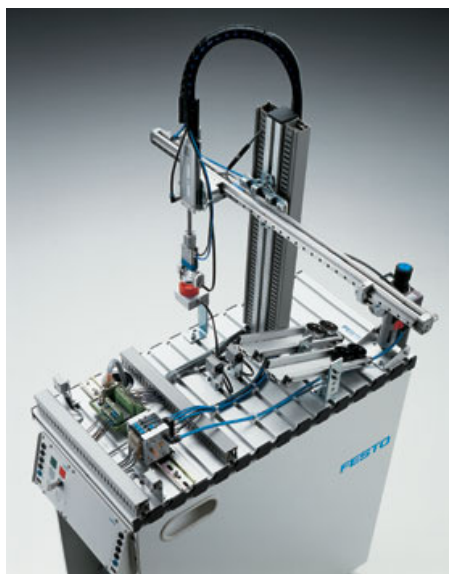
STEP 10				
IF	N	T1		'Késleltetés
THEN		NOP		
STEP 11				
IF		I0.7		'Munkadarab a fúronál
THEN SET		O0.0		'Fúró bekapcsol
RESET		O0.3		'Fúró fel
SET		O0.2		'Fúró le
SET		T2		'Késleltetés
WITH		0.5s		
OTHRW RESET		O0.4		'Munkadarab rögzítés
JMP TO 1				
STEP 12				
IF	N	T1		'Késleltetés
AND		I0.4		'Fúró lent
THEN RESET		O0.2		'Fúró le
SET		O0.3		'Fúró fel
STEP 13				
IF		I0.3		'Fúró fent
THEN RESET		O0.0		'Fúró bekapcsol
RESET		O0.4		'Munkadarab rögzítés
SET		T1		'Késleltetés
STEP 14				
IF	N	T1		'Késleltetés
THEN SET		O0.1		'Tálca forgatás
STEP 15				
IF	N	I0.5		'Tálca pozícióban
THEN		NOP		
STEP 16				
IF		I0.5		'Tálca pozícióban
THEN RESET		O0.1		'Tálca forgatás
SET		T1		'Késleltetés
STEP 17				
IF	N	T1		'Késleltetés
THEN SET		O0.5		'Furat ellenőrzés
SET		T2		'Késleltetés
WITH		0.5s		
STEP 18				
IF		I0.2		'Furat megfelelő
AND		T2		'Késleltetés
THEN RESET		O0.5		'Furat ellenőrzés
SET		T1		'Késleltetés
JMP TO 21				
IF	N	T2		'Késleltetés
AND	N	I0.2		'Furat megfelelő
THEN RESET		O0.5		'Furat ellenőrzés
SET		O0.7		'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
SET		T1		'Késleltetés
WITH		0.3s		

STEP 19				
IF		N	T1	'Késleltetés
THEN	RESET		00.7	'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
	SET		T2	'Késleltetés
	WITH		0.2s	
STEP 20				
IF		N	T2	'Késleltetés
THEN	SET		00.7	'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
	SET		T1	'Késleltetés
STEP 21				
IF		N	T1	'Késleltetés
THEN	RESET		00.7	'Állomás fogadóképes(v. selejtjelzés)
	SET		00.1	'Tálca forgatás
STEP 22				
IF		N	I0.5	'Tálca pozícióban
THEN			NOP	
STEP 23				
IF			I0.5	'Tálca pozícióban
THEN	RESET		00.1	'Tálca forgatás
	SET		T1	'Késleltetés
STEP 24				
IF		N	T1	'Késleltetés
THEN	SET		00.6	'Kidobás
	SET		T1	'Késleltetés
	WITH		0.7s	
STEP 25				
IF		N	T1	'Késleltetés
	AND	N	I0.1	'Kidobásra kész megmunkált munkadarab
THEN	RESET		00.6	'Kidobás
	JMP TO	26		
IF		N	T1	'Késleltetés
	AND		I0.1	'Kidobásra kész megmunkált munkadarab
THEN	RESET		00.6	'Kidobás
	SET		T1	'Késleltetés
	JMP TO	24		
STEP 26				
THEN	JMP TO	1		

4.4. Átrakó

Az átrakó állomás feladata a selejt darabok elkülönítése és a megfelelő munkadarabok továbbítása a szortírozóba. A bejövő munkadarab sorsa, a megmunkáló állomástól érkező információ alapján dől el. A sikeresen kifűrt darabokat a szortírozó futószalagjára, a selejteket pedig egy csúszdára helyezi.

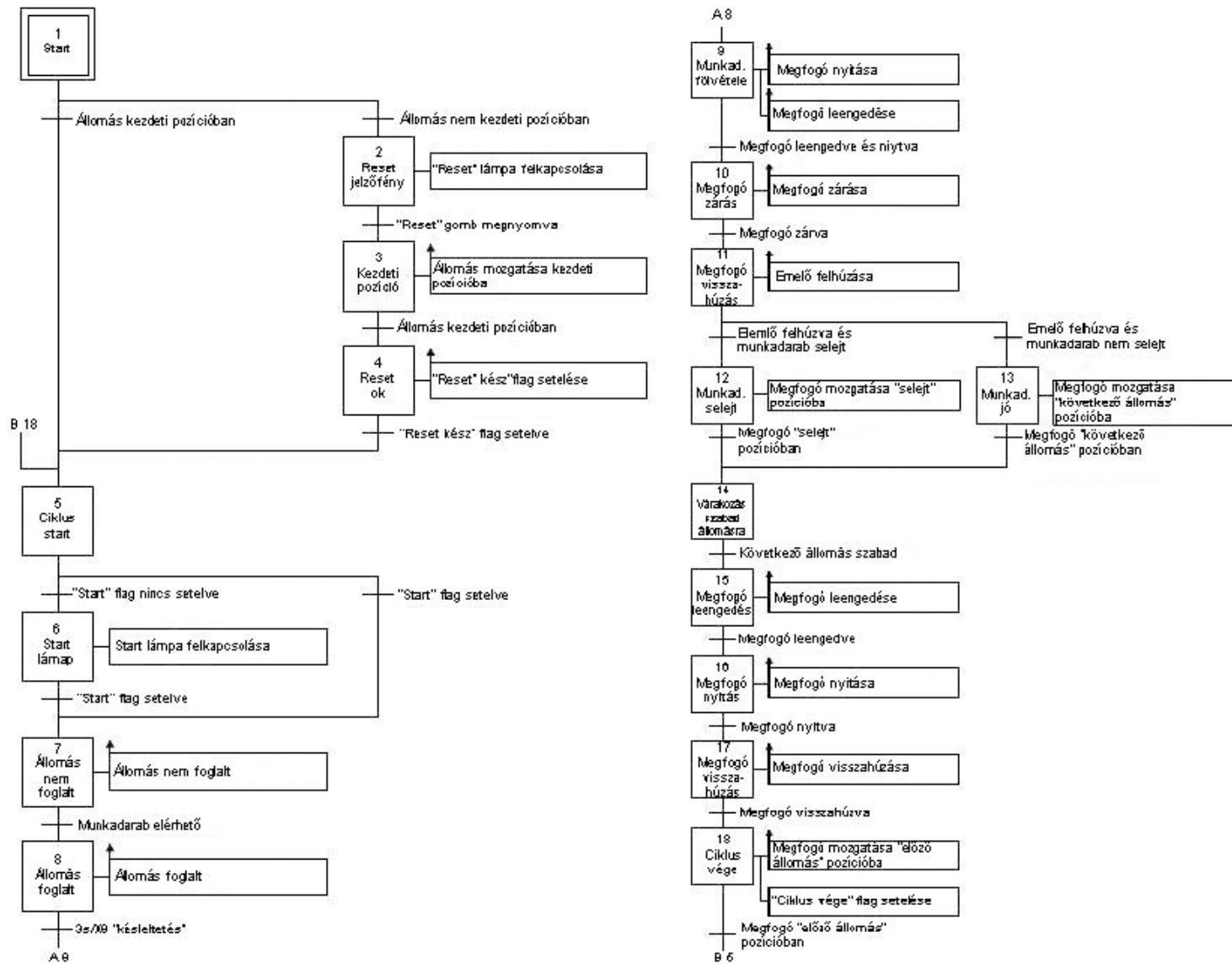
Ezt a feladatot egy kéttengelyes átrakó szerkezet hajtja végre. A vízszintes mozgást egy kettős működtetésű siklócsapágyas lineáris hajtómű végzi, mely három mágneses szenzorral van ellátva azért, hogy érzékelni tudjunk két végállást (bal ill. jobb oldal) és egy közbenső állást (selejt csúszda). A függőleges mozgásért egy ugyancsak kettős működtetésű munkahenger felelős, melyre fel van szerelve egy párhuzamos megfogó. A tartóba érkező munkadarab jelenlétéről egy tárgyreflexiós optikai érzékelő ad információt, indító jelet szolgáltatva a gyártócella munkaciklusának. Az átrakó szerkezeten a végállás, a vezeték dőlésszöge és magassága is állítható. Az átrakó megfogója ugyancsak fel van szerelve egy tárgyreflexiós optikai érzékelővel, ami különbséget tud tenni fekete és nem fekete munkadarabok között. Jelen esetben ezt a funkciót nem használjuk.



38. ábra: Átrakó állomás

Az átrakó állomás a benne rejlő sok beállítási lehetőség és különböző szenzorok miatt, rugalmasan használható és jól kombinálható sok más állomással. Három végállása miatt csak egy csúszdája használható, ha összeépítjük egy másik állomással.

Az állomás által elvégzendő feladatok lépéseit, illetve a programjának struktúráját a 39. ábra szemlélteti.



39. ábra: Átrakó állomás programjának struktúrája

4.4.1. Az átrakó állomás programjai:

Főprogram (P0):

IF			FI	'Első lefutás
THEN	SET		O0.0	'Megfogó balra
	SET		O0.3	'Megfogó nyitás
	RESET		O0.1	'Megfogó jobbra
	RESET		O0.2	'Megfogó lefelé
	RESET		F2.0	'Vészleállítás volt
	LOAD		V7	
	TO		CP1	'Számláló betöltése
	SET		C1	'Számláló
	RESET		F1.0	'Megtelt a selejt tároló
	RESET		F1.1	'Selejt
	RESET		F0.0	'Startflag
IF		N	I0.7	'A következő állomás fogadóképes
THEN	RESET		F0.0	'Startflag
	RESET		P1	'1-es munkaprogram
	SET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
IF			I0.7	'A következő állomás fogadóképes
	AND	N	F1.0	'Megtelt a selejt tároló
THEN	RESET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
IF			I0.6	'Selejt munkadarab
	AND	N	T1	'Késleltetés
THEN	SET		T1	'Késleltetés
	WITH		0.8s	
	SET		T2	'Késleltetés
	WITH		0.35s	
IF		N	T2	'Késleltetés
	AND		T1	'Késleltetés
	AND		I0.6	'Selejt munkadarab
	AND	N	F1.1	'Selejt
THEN	SET		F1.1	'Selejt
	INC		CW1	'Számláló aktuális értéke
IF		N	C1	'Számláló
THEN	SET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
	SET		F1.0	'Megtelt a selejt tároló
	RESET		F0.0	'Startflag
IF			I1.0	'Start gomb
THEN	SET		F0.0	'Startflag
IF			I1.1	'Stop gomb
THEN	RESET		F0.0	'Startflag
IF			I1.2	'Reset gomb
	AND	N	F0.0	'Startflag
	AND		F2.0	'Vészleállítás volt
	AND	N	O0.3	'Megfogó nyitás
THEN	CMP 0			'Reset program

IF			I1.2	'Reset gomb
	AND	N	F0.0	'Startflag
			F1.0	'Megtelt a selejt tároló
THEN	RESET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
	RESET		F1.0	'Megtelt a selejt tároló
	SET		C1	'Számláló
IF		N	I1.3	'Vészleállító gomb
THEN	SET		F2.0	'Vészleállítás volt
	RESET		F0.0	'Startflag
	RESET		P1	'1-es munkaprogram
IF		N	P1	'1-es munkaprogram
	AND		F0.0	'Startflag
THEN	SET		P1	'1-es munkaprogram

Reset program (CMP 0):

```

STEP 0
IF          F1.1          'Selejt
THEN  JMP TO 1
OTHRW JMP TO 8

""Ha selejt és középen állt meg
STEP 1
IF          F1.1          'Selejt
      AND   O0.1          'Megfogó jobbra
      AND   O0.0          'Megfogó balra
THEN  SET   O0.2          'Megfogó lefelé
OTHRW JMP TO 3

STEP 2
IF          I0.4          'Megfogó lent
THEN  SET   O0.3          'Megfogó nyitás
      RESET F1.1          'Selejt
      JMP TO 12

""Ha selejt és a bal oldalon állt meg
STEP 3
IF          F1.1          'Selejt
      AND   I0.1          'Megfogó a bal oldalon
THEN  RESET O0.0          'Megfogó balra
      SET   O0.1          'Megfogó jobbra
OTHRW JMP TO 5

STEP 4
IF          I0.3          'Megfogó középen
THEN  SET   O0.0          'Megfogó balra
      SET   O0.2          'Megfogó lefelé
      JMP TO 6

""Ha selejt és a jobb oldalon állt meg
STEP 5
IF          F1.1          'Selejt
      AND   I0.2          'Megfogó a jobb oldalon
THEN  RESET O0.1          'Megfogó jobbra
      SET   O0.0          'Megfogó balra

```

```

STEP 6
  IF          I0.3          'Megfogó középén
  THEN SET    00.1          'Megfogó jobbra
    SET       00.2          'Megfogó lefelé
STEP 7
  IF          I0.4          'Megfogó lent
  THEN SET    00.3          'Megfogó nyitás
    RESET     F1.1          'Selejt
    JMP TO 12

```

""Ha nem selejt és a bal oldalon állt meg

```

STEP 8
  IF          N          F1.1          'Selejt
    AND       I0.1          'Megfogó a bal oldalon
  THEN RESET  00.0          'Megfogó balra
    SET       00.1          'Megfogó jobbra
  OTHRW JMP TO 10
STEP 9
  IF          I0.2          'Megfogó a jobb oldalon
  THEN SET    00.2          'Megfogó lefelé
    JMP TO 11

```

""Ha nem selejt és a jobb oldalon állt meg

```

STEP 10
  IF          N          F1.1          'Selejt
    AND       I0.2          'Megfogó a jobb oldalon
  THEN SET    00.2          'Megfogó lefelé

```

```

STEP 11
  IF          I0.4          'Megfogó lent
  THEN SET    00.3          'Megfogó nyitás
    RESET     F1.1          'Selejt
    JMP TO 12
STEP 12
  THEN SET    00.0          'Megfogó balra
    SET       00.3          'Megfogó nyitás
    RESET     00.1          'Megfogó jobbra
    RESET     00.2          'Megfogó lefelé
    RESET     F2.0          'Vészleállítás volt

```

Munkaprogram (P1):

```

STEP 0
  THEN RESET  00.1          'Megfogó jobbra
    SET       00.0          'Megfogó balra
    RESET     00.2          'Megfogó lefelé

  IF          I0.0          'Munkadarab elérhető
    AND       F0.0          'Startflag
  THEN JMP TO 1

```

```

STEP 1
  IF          I0.1          'Megfogó a bal oldalon
    AND       I0.5          'Megfogó fent
  THEN      NOP

```

STEP 2	IF		I0.0	'Munkadarab elérhető
	THEN	SET	T0	
		WITH	0.5s	
STEP 3	IF	N	T0	
	THEN	SET	O0.3	'Megfogó nyitás
		SET	O0.2	'Megfogó lefelé
STEP 4	IF		I0.4	'Megfogó lent
	THEN	RESET	O0.3	'Megfogó nyitás
		SET	T1	'Késleltetés
		WITH	0.1s	
STEP 5	IF	N	T1	'Késleltetés
	THEN	RESET	O0.2	'Megfogó lefelé
STEP 6	IF		I0.5	'Megfogó fent
	THEN	RESET	O0.0	'Megfogó balra
		SET	O0.1	'Megfogó jobbra
STEP 7	IF		I0.3	'Megfogó középen
		AND	F1.1	'Selejt
	THEN	SET	O0.0	'Megfogó balra
		SET	T1	'Késleltetés
		JMP TO	8	
	IF		I0.2	'Megfogó a jobb oldalon
	THEN		NOP	
STEP 8	IF	N	T1	'Késleltetés
	THEN	SET	O0.2	'Megfogó lefelé
STEP 9	IF		I0.4	'Megfogó lent
	THEN	SET	O0.3	'Megfogó nyitás
		RESET	F1.1	'Selejt
		SET	T1	'Késleltetés
STEP 10	IF	N	T1	'Késleltetés
	THEN	RESET	O0.2	'Megfogó lefelé
STEP 11	IF		I0.5	'Megfogó fent
	THEN	JMP TO	0	

4.5. Szortírozó

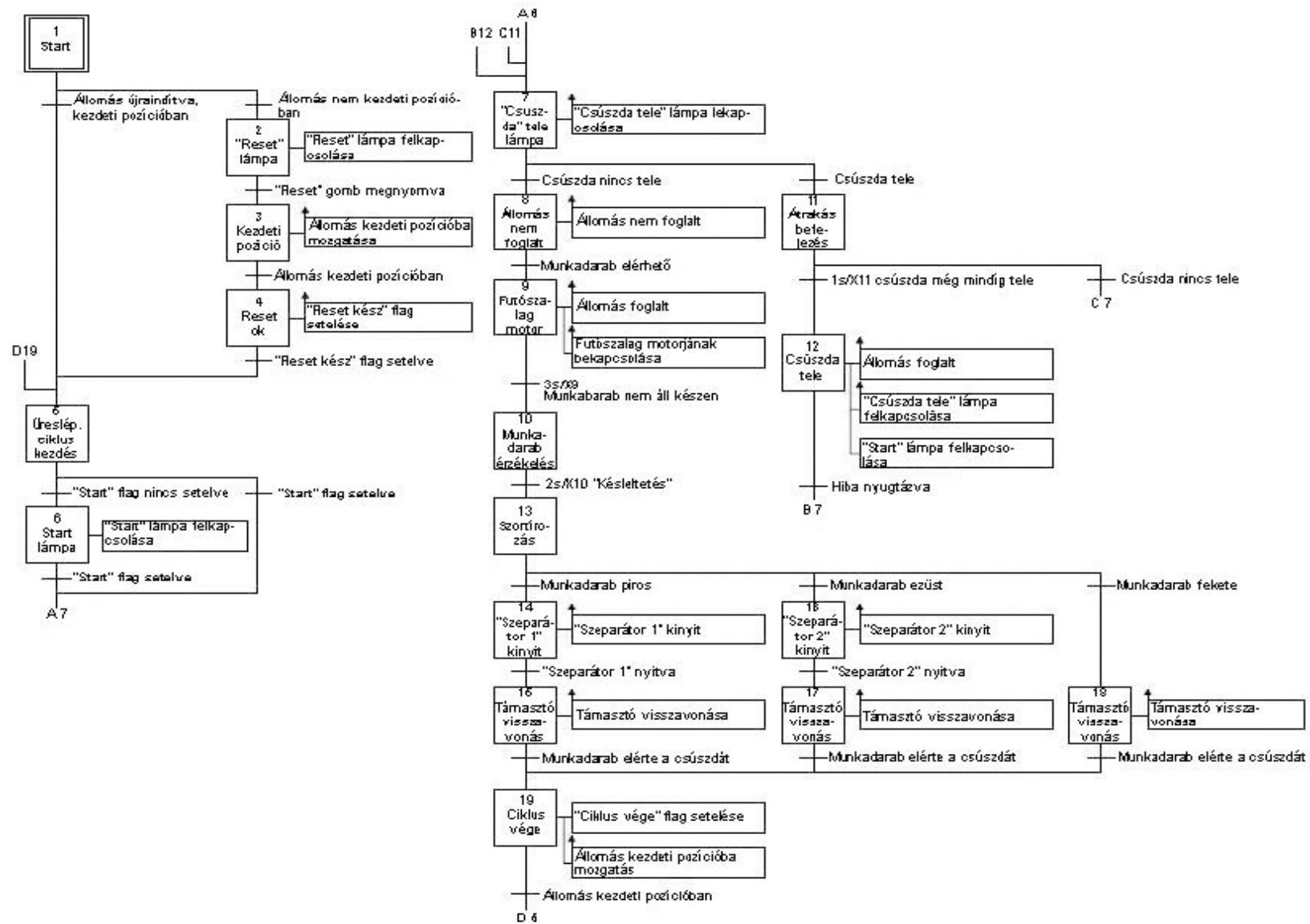
A szortírozó állomásba a rendszer működéséből adódóan csak hibátlan, kész munkadarabok kerülhetnek. Az állomás feladata a kész alkatrészek típus szerinti (piros, fekete, ezüst) szétválogatása három csúszdára. Ezt három érzékelő, egy kis löket hosszú henger, egy futószalag és két szortírozó kapu segítségével hajtja végre. Ha a munkadarab a szalagra kerül, egy tárgyreflexiós optikai szenzor jelez, és a munkadarab behalad az érzékelők közé, ahol egy kis lökethosszúságú munkahenger meggátolja a továbbhaladását, amíg a rendszer eldönti típusát. Ehhez egy induktív és egy tárgyreflexiós optikai szenzor áll rendelkezésre. Ha az azonosítás megtörtént, a munkadarab továbbhalad a szortírozó kapukhoz, melyek a megfelelő csúszdára terelik. A csúszdák elejét egy tükörreflexiós optikai érzékelő figyeli, és jelez, ha a munkadarab elhagyta a futószalagot, illetve ha megtelt a csúszda.



40. ábra: Szortírozó állomás

A szortírozóban, mint az itt tárgyalt összes állomásban a szelepek szelepblokkokba, az érintkezők, pedig csatlakozósorba vannak rendezve. A válogatás sok ipari folyamat rész vagy befejező művelete, így a szortírozó állomás is sok MPS összeállításban használható.

Az állomás által elvégzendő feladatok lépéseit, illetve a programjának struktúráját a 41. ábra szemlélteti.



41. ábra: Szortírozó állomás programjának struktúrája

4.5.1. A szortírozó állomás programjai:

Főprogram (P0):

IF			FI	'Első lefutás
THEN	RESET		O0.0	'Futószalag indítás
	RESET		O0.1	'1. terelőgát
	RESET		O0.2	'2. terelőgát
	RESET		O0.3	'Vizsgáló gát (alaphelyzetben kint)
	RESET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
	RESET		F1.1	'Tárolócsúszka megtelt
	RESET		F0.0	'Startflag
IF		N	P1	'1-es munkaprogram
	AND		F1.1	'Tárolócsúszka megtelt
THEN	SET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
IF		N	I0.3	'Tárolócsúszka tele
	AND		F1.1	'Tárolócsúszka megtelt
THEN	RESET		F1.1	'Tárolócsúszka megtelt
	RESET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
IF			I1.0	'Start gomb
THEN	SET		F0.0	'Startflag
IF			I1.1	'Stop gomb
THEN	RESET		F0.0	'Startflag
IF			I1.2	'Reset gomb
	AND	N	F0.0	'Startflag
THEN	RESET		O0.0	'Futószalag indítás
	RESET		O0.1	'1. terelőgát
	RESET		O0.2	'2. terelőgát
	RESET		O0.3	'Vizsgáló gát (alaphelyzetben kint)
	RESET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
	RESET		F0.0	'Startflag
IF		N	I1.3	'Vészleállító gomb
THEN	RESET		F0.0	'Startflag
	RESET		O0.0	'Futószalag indítás
	RESET		O0.1	'1. terelőgát
	RESET		O0.2	'2. terelőgát
	RESET		O0.3	'Vizsgáló gát (alaphelyzetben kint)
	RESET		O0.7	'Állomás nem fogadóképes
	RESET		P1	'1-es munkaprogram
IF		N	P1	'1-es munkaprogram
	AND	N	F1.1	'Tárolócsúszka megtelt
	AND		F0.0	'Startflag
THEN	SET		P1	'1-es munkaprogram

Munkaprogram (P1):

```
STEP 0
  THEN  RESET      00.7      'Állomás nem fogadóképes
        RESET      00.1      '1. terelőgát
        RESET      00.2      '2. terelőgát
        RESET      00.3      'Vizsgáló gát (alaphelyzetben kint)

  IF          I0.0      'Munkadarab elérhető
    AND      F0.0      'Startflag
  THEN  SET      T1      'Késleltetés
        WITH      1s
  OTHRW JMP TO 0

STEP 1
  IF          N      T1      'Késleltetés
  THEN  SET      00.0      'Futószalag indítás
        RESET      F0.1      'Piros munkadarab
        RESET      F0.2      'Fekete munkadarab
        RESET      F0.3      'Fém munkadarab
        SET      T1      'Késleltetés
        WITH      1s

STEP 2
  IF          N      T1      'Késleltetés
    AND      N      I0.0      'Munkadarab elérhető
    AND      N      I0.2      'Nem fekete munkadarab
    AND      I0.1      'Fém munkadarab
  THEN  SET      F0.3      'Fém munkadarab
        JMP TO 3

  IF          N      T1      'Késleltetés
    AND      N      I0.0      'Munkadarab elérhető
    AND      N      I0.2      'Nem fekete munkadarab
    AND      N      I0.1      'Fém munkadarab
  THEN  SET      F0.2      'Fekete munkadarab
        JMP TO 3

  IF          N      T1      'Késleltetés
    AND      N      I0.0      'Munkadarab elérhető
    AND      N      I0.1      'Fém munkadarab
    AND      I0.2      'Nem fekete munkadarab
  THEN  SET      F0.1      'Piros munkadarab
        JMP TO 3

STEP 3
  IF          F0.1      'Piros munkadarab
  THEN  SET      00.1      '1. terelőgát
        RESET      00.2      '2. terelőgát
        JMP TO 4

  IF          F0.2      'Fekete munkadarab
  THEN  RESET      00.1      '1. terelőgát
        SET      00.2      '2. terelőgát
        JMP TO 4

  IF          F0.3      'Fém munkadarab
  THEN  RESET      00.1      '1. terelőgát
        RESET      00.2      '2. terelőgát
        JMP TO 4
```

```

STEP 4
IF      (      F0.3      'Fém munkadarab
      AND      I0.4      '1. terelőgát alaphelyzetben
      AND      I0.6      '2. terelőgát alaphelyzetben
      )
      OR
      (      F0.2      'Fekete munkadarab
      AND      I0.7      '2. terelőgát kint
      AND      I0.4      '1. terelőgát alaphelyzetben
      )
      OR
      (      F0.1      'Piros munkadarab
      AND      I0.5      '1. terelőgát kint
      AND      I0.6      '2. terelőgát alaphelyzetben
      )
THEN SET      00.3      'Vizsgáló gát (alaphelyzetben kint)

STEP 5
IF      I0.3      'Tárolócsúszka tele
THEN RESET      00.0      'Futószalag indítás
      SET      T2      'Késleltetés
      WITH      0.5s

STEP 6
IF      N      I0.3      'Tárolócsúszka tele
THEN RESET      00.1      '1. terelőgát
      RESET      00.2      '2. terelőgát
      RESET      00.3      'Vizsgáló gát (alaphelyzetben kint)
      JMP TO 0
IF      I0.3      'Tárolócsúszka tele
      AND      N      T2      'Késleltetés
THEN SET      F1.1      'Tárolócsúszka megtelt
      RESET      P1      '1-es munkaprogram

```

5. Összegzés

Az MPS rendszerek jelentősége meghatározó a tanítás és továbbképzés terén. Valós ipari elemekkel, de kisebb tömegek, erők és nyomások segítségével modellezik az ipari körülményeket, és adnak lehetőséget azok biztonságos megismerésére, működésük megértésére. Felépítésük moduláris, egy modul egy féle feladat típust képes elvégezni. A modulok kompatibilisek egymással, tetszés szerinti kombináció összeállítható belőlük, az adott gyártási folyamat modellezése érdekében.

Ebben a szakdolgozatban ismertetésre került egy olyan ötállomásos MPS rendszer, mely különböző színű és anyagú hengeres munkadarabok mérését, megmunkálását, és válogatását hajtja végre. Az MPS állomások mellé számjegyevezérlésű szervomotoros pozicionálással, egy kis ipari robotot (Mitsubishi RV-2AJ) telepíthetünk, mely palettázási feladatokat láthat el. Továbbá kiegészíthetjük még az így kialakult gyártósort egy magasraktári egységgel, mely tizenkét egyforma paletta mozgatására és tárolására alkalmas. Ezeken a palettákon egyaránt tárolhatjuk a megmunkálendő, valamint a már megmunkált munkadarabokat is. Az így összeállt gyártórendszer raktározással együtt már tökéletesen modellezheti egy a valóságban is létező gyár működését.

Az ötállomásos moduláris gyártórendszer sor az optimális működés tekintetében még továbbfejleszthető. További érzékelők beépítésével növelhetjük a hatékonyságot, biztonságosabbá tehetjük az irányítást illetve a működést (pl. vészleállítás és újraindítás).

6. Ábrajegyzék

1. ábra: Végrehajtók csoportosítása.....	5
2. ábra: Egyszeres és kettős működtetésű munkahenger.....	6
3. ábra: Kettős működtetésű munkahenger löketvégi csillapítással	7
4. ábra: Szalag-, tömítő szalagos- és mágneses csatlakozású munkahenger	8
5. ábra: Forgatóhenger.....	8
6. ábra: Forgatólapátos légmotor	9
7. ábra: Különböző kialakítású pneumatikus megfogók	10
8. ábra: Ovális és kör alakú tappanccsal rendelkező vákuumos megfogók.....	10
9. ábra: Különböző kialakítású vákuum ejektorok	10
10. ábra: Mechanikus helyzetkapcsolók.....	12
11. ábra: Mágnesgyűrűs dugattyú helyzetének jelzése pneumatikus munkahengerben reed relé használatával.....	13
12. ábra: Az induktív közelítéskapcsoló működése.....	15
13. ábra: 4 és 10 mm-es névleges kapcsolási távolságú kapacitív szenzorok	16
14. ábra: Egyutas fénykapu érzékelési tartománya	18
15. ábra: Reflexiós fénykapu érzékelési tartománya	18
16. ábra: Tárgyreflexiós érzékelő érzékelési tartománya	19
17. ábra: Egyutas, tükröreflexiós és tárgyreflexiós optikai érzékelők.....	19
18. ábra: Fojtó-visszacsapószelep.....	21
19. ábra: Direkt vezérlésű 3/2-es alaphelyzetben zárt és nyitott mágnesszelep kézi segédműködtetéssel	22
20. ábra: Elővezérelt 3/2-es alaphelyzetben zárt mágnesszelep kézi segédműködtetéssel	23
21. ábra: Elővezérelt 5/2-es monostabil mágnesszelep kézi segédműködtetéssel.....	24
22. ábra: Elővezérelt 5/2-es bistabil mágnesszelep kézi segédműködtetéssel.....	25
23. ábra: Elővezérelt 5/3-as mágnesszelep kézi segédműködtetéssel	26
24. ábra: Egy 5/2-es bistabil mágnesszelep	27
25. ábra: A FESTO CPV szelepblokk, pneumatikus multipólusos csatlakozólappal	28
26. ábra: Szelepblokk egyedi-, multipólusos-, ASI-, Feldbusz csatlakozóval	29
27. ábra: FESTO MPA intelligens szelepsziget, beépített PLC-vel	29

28. ábra: FESTO FEC-20 DC kompakt PLC	30
29. ábra: A PLC felépítése és kapcsolódása a többi berendezéshez.....	31
30. ábra: PLC be- és kimenetei.....	32
31. ábra: Az MPS gyártórendszer sor.....	38
32. ábra: Adagoló állomás	39
33. ábra: Adagoló állomás programjának struktúrája.....	40
34. ábra: Vizsgáló állomás.....	44
35. ábra: Vizsgáló állomás programjának struktúrája	45
36. ábra: Megmunkáló állomás	49
37. ábra: Megmunkáló állomás programjának struktúrája	50
38. ábra: Átrakó állomás.....	56
39. ábra: Átrakó állomás programjának struktúrája	57
40. ábra: Szortírozó állomás	62
41. ábra: Szortírozó állomás programjának struktúrája.....	63

7. Irodalomjegyzék

- [1] Bevezetés a szenzorikába (FESTO) SP1110
- [2] Bevezetés a pneumatikába (FESTO) P111
- [3] Bevezetés az elektro pneumatikába (FESTO) EP211
- [4] MPS Release C Technical details CD-ROM (FESTO)
- [5] FST FEC kezelési utasítás (FESTO)
- [6] <http://www.festo-didactic.com>

8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet nyilvánítani Raptis Dimitrios Festo Didactic referensnek, a konzultációs lehetőségekért, illetve hogy elfogadta a külső témavezetői felkérést és segített a témaválasztásban.

Továbbá köszönettel tartozok Dr. Juhász György Tanár Úrnak, a konzultációs segítségért, hogy elfogadta a belső témavezetői felkérést, illetve a Festo tanfolyamok lebonyolításáért, melyek segítségével elsajátítottam a jelen szakdolgozat megírásához elengedhetetlen ismereteket.