

Gyártásszimulációs eszköz, illetve annak állomásai
használatának elsajátításához szükséges zárt rendszerű
elektronikus távoktatási tananyag – Ipar 4.0 a gyakorlatban

Kézirat

Kéziratíró:	Raptis Dimitrios
Szakmai lektor:	Dr. Czmerk András

KK Innovatív Képzéstámogató Központ Zrt. nt
H-1055 Budapest, Honvéd u. 13-15.
www.ikk.hu | iroda@ikk.hu

GINOP-6.1.10-VEKOP-19-2020-00002 01
azonosító számú, „A gazdaság fokozatváltását
támogató innovatív képzések” c. projekt

Kezünkben a digitális jövő

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

TARTALOMJEGYZÉK

1	Gyártás szimulációs rendszer megismerése, felépítés.....	3
2	Ipar 4.0-ra történő áttérés	8
3	Az állomások funkciói.....	10
4	Ipar 4.0 a gyártás szimulációs rendszeren keresztül.....	20
5	Ipar 4.0 megoldások a gyártás szimulációs rendszerben.....	21
6	Magas szintű programnyelveken programozható PLC.....	22
7	Összeköttetés okos rendszerekkel	48
8	HMI	49
9	Irányítás online felületen keresztül.....	51
10	Augmented reality megoldások az ipar szolgálatában	53
11	RFID azonosítás, termék nyomon követés.....	54
12	Megelőző karbantartás	58
13	Interaktív adatmegjelenítő rendszerek.....	62
14	Összeköttetés MES rendszerrel.....	63
15	Hat szabadságfokú ipari robot állomás megismerése	67
16	Kollaboratív robotállomás megismerése	79
17	Kollaboratív robotállomás alapismeretek.....	111
18	Tesztkérdések.....	127
19	Ábrajegyzék	129
20	Táblázatjegyzék	134
21	Forráslista	135

1 GYÁRTÁS SZIMULÁCIÓS RENDSZER MEGISMERÉSE, FELÉPÍTÉS



1. ábra: Moduláris Mechatronikai Oktató berendezés

mMS4.0 Oktató berendezés felépítése

Gyártósor felépítése:

- Alapanyag tároló és adagoló állomás
- Szerelő állomás – gyártósor
- Magas raktár állomás – raktározás

Adagoló állomás - Station1

- Fehér hasáb adagolása
- Fekete hasáb adagolása
- Szín ellenőrzése
- Orientáció ellenőrzése
- RFID olvasása
- Eltávolítás a folyamatból
- Érzékelő (conveyor elhagyása)

Szerelő állomás - Station2

- Érzékelő (érkezés a konvektor - ra)
- Pozíció szenzor
- Stift adagolás, beillesztés
- Pozíció szenzor
- tengelyes lineáris mozgató, hasábok összeillesztése, préselése
- Pozíció szenzor (RFID)

Magasraktár állomás - Station3

- RFID olvasó
- Pozíció szenzor
- tengelyes lineáris mozgató megfogó karral, magasraktár

Failure - proof megoldások

Az elindított gyártásnak megfelelő alapanyagok kiválasztása a BOM alapján

- Anyag ellenőrzése /fém vagy műanyag/
- Szín ellenőrzése
Színszenzor segítségével az alapanyag színének ellenőrzése (Fekete-fekete, fehér-fehér, fekete-fehér, fehér-fekete)
- Orientáció ellenőrzése /Pneumatikus munkahenger végállás pozíciója határozza meg az érzékelt orientációt/
- RFID olvasása - Egyedi azonosítót tartalmaz minden egyes darab

mMS4.0 hardveres felépítése és üzembe helyezése

Teljesítménykapcsoló – Siemens

Tápegység

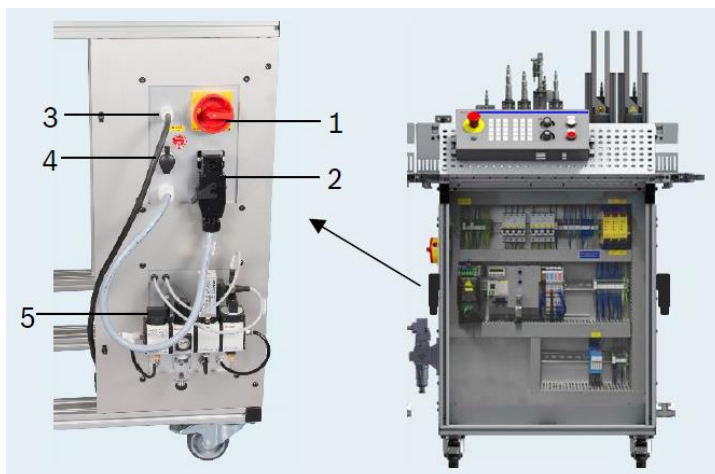
Egyfázisú kapcsolóüzemű tápegység

IN: 100-240VAC OUT: 24-28VDC/10A

INPUT: 85...265 V AC/90...250 V DC OUTPUT: 24...28 V DC, Áramerősség: 10 A

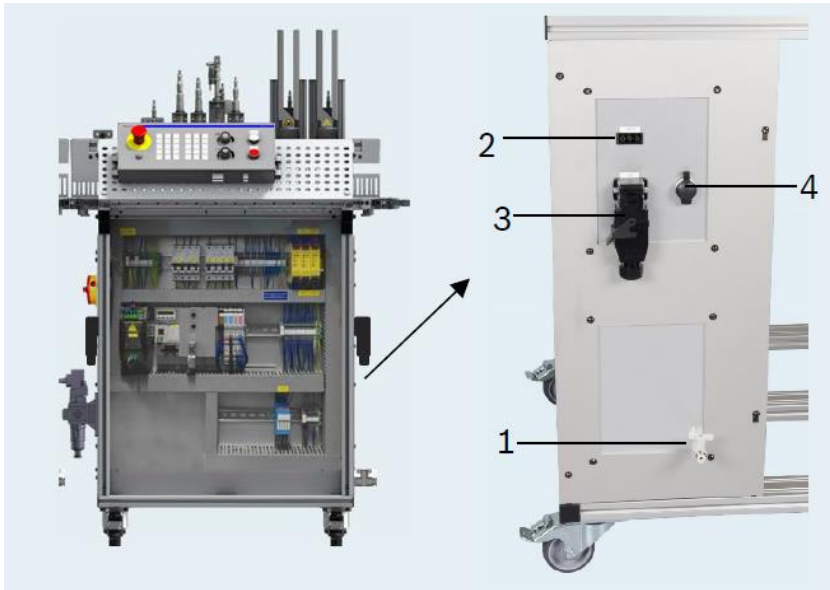


2. ábra: Tápegység



3. ábra: mMS4.0 bekötése

1. Főkapcsoló
2. Összekötő kábel /biztonsági kör vezetékei stb./
3. Tápfeszültség csatlakozó
4. Ethernet csatlakozó
5. Levegő előkészítő egység



4. ábra: Kapcsoló

1. Sűrített levegő csatlakozó
2. Tápkábel
3. Összekötő kábel /biztonsági kör vezetékei stb./
4. Ethernet csatlakozó

Bekötés művelete:

1. 3 állomás egymáshoz illesztése, csatlakoztatásuk. A rendszernek zártnak kell lennie – az összekötő kábelek szélő csatlakozóinak záró elemmel, vagy csatlakozójukba visszakötve zártnak kell lenniük.
2. Rendszer sűrítettlevegő-hálózatba csatlakoztatása

Kezelőpanel kulcsállapotok:

- "0" Karbantartó üzemmód
- "1" Kézi üzemmód
- "2" Automata üzemmód
- "3" Léptetéses üzemmód

mMS4.0 beindítása

A berendezés beüzemelése előtt célszerű a szükséges mennyiségű munkadarabot a magasraktár állomásból kiszedni, hogy a munkadarabok kivétele /ajtó kinyitása/ a biztonsági reléket ne oldja le.

1. Elektromos főkapcsoló ON állásba minden állomáson, az állomás bal oldalán - inicializálás:



5. ábra: Elektromos főkapcsoló

2. A PLC-k RUN állapotba kerülnek



6. ábra: RUN állapot

3. Kompresszor bekapcsolása, nyomáskapcsolók állapotának ellenőrzése
4. Safety relék állapotának ellenőrzése.
5. Kulcsos forgókapcsoló „2” AUTOMATA üzemmódjában RESET gomb megnyomása
6. Kulcsos forgókapcsoló „1” KÉZI üzemmódban START gombok megnyomása (3-as állomáson LED-es ON gombot is megnyomni – tengelyvezérlők engedélyezése)

7. Kulcsos forgókapcsoló „2” AUTOMATA üzemmód kiválasztása
8. Magasraktár foglaltságának ellenőrzése ”Check stock” gomb megnyomásával történik.
A teljesen kiürített raktár esetén a Check stock gomb 5 mp ideig történő nyomva tartásával a rendszer a raktárt üresnek minősíti.

Állomások IP címe:

1. állomás: 192.168.1.10
2. állomás: 192.168.1.20
3. állomás: 192.168.1.30

2 IPAR 4.0-RA TÖRTÉNŐ ÁTTÉRÉS

Alkatrészek betárazása

A gyártórendszer képes azonosítani az alkatrészeket anyag, szín és orientáció alapján. Az egyes alkatrész-felek azonosított adatai az alkatrészeken levő RFID chipen is eltárolhatók, és visszaolvashatók.

A munkadarab-felek be tárazása (un. line supply) kell legyen, hogy kövesse az elindított rendelésekben megadott késztermék típust. (A nem megfelelő alkatrészeket a gyártósor felismeri, és a folyamatból eltávolítja.)

Illesztő Stift mennyiségének ellenőrzése – igény szerint feltöltése

Magasraktár állomás ürítése

A rendelkezésre álló munkadarabok elfogyása után (vagy a magasraktár állomás megtelével) a magasraktár állomás munkadarabjai eltávolítandók. Ezzel az információval a magasraktár állomásnak is rendelkeznie kell.

- Csak néhány munkadarabot eltávolítva – kézi üzemmódban „Check Stock” megnyomása. Ezt követően az állomás az összes pozíciót ellenőrzi, hogy van-e ott munkadarab.
- Az összes munkadarab eltávolításával a „Check Stock” gombot 5 másodpercig folyamatosan nyomva tartva a gomb jelző LEDje villogni kezd, ezzel tudatva, hogy az állomás memóriájában a törlés sikeres.

mMS4.0 rendszer állapotának felügyelete – RexrothDiagnose

Az mMS4.0 rendszer állomásain a változók állapota a RexrothDiagnose applikációt futtatva lekérdezhető, követhető. Kapcsolat WIFI - kommunikáción keresztül zajlik.

Kapcsolódás az mMS4.0 WIFI-re (WPA2; Titkosítás AES)

(jelszó: Rexroth12345)



7. ábra: *RexrothDiagnose*

- Logolt hibák megtekinthetők
- Változók állapotainak változása real-time követhető az egyes állomásokon
Ez a "Variables manager" menüponton belül követhető. A vizsgálni kívánt változók hozzáadása a jobb felső "+" gomb megnyomása után lehetséges.
- 3-as állomás tengelypozícióinak real-time követése
A tengely kézzel terhelése esetén a tartónyomaték követhető

3 AZ ÁLLOMÁSOK FUNKCIÓI

Az alábbiakban bemutatjuk az mMS 4.0 rendszer egyes egységeinek és azok elemeinek felépítését és működési elvét.

Az oktatási berendezés három állomásból áll (de van egy negyedik, az előzőekhez a későbbiek folyamán integrálandó KUKA robotot tartalmazó állomás is), amelyek egymáshoz mechanikusan rögzíthetőek, a jelek villamosan továbbíthatósága is megoldott.

Az állomások –összecsatolt állapotban az ábrán láthatók.



8. ábra: A berendezés három állomása

A berendezés az ejtő tárban tárolt különböző anyagú, illetve színű munkadarabok helyzetét anyagát megvizsgálja és továbbítja a munkadarabokat az előírt módon egymáshoz rögzítő középső állomáshoz, majd a kész „terméket” a végső állomáson kiépített tárolóban helyezi el.

A munkadarabok 10x10x5 milliméter méretű téglatestek, amelyeknek egyik oldala üreges, sarkaikban a csapos összeszerelést lehetővé tévő furatok találhatóak. Két ilyen darab illesztésével egy 10x10x10 milliméteres kockát kapunk, amely a végterméknek felel meg.



9. ábra: Munkadarabok

Szállítószalagok

A munkadarabok szállításáért mindhárom állomáson egy-egy egyenáramú motor által mozgatott szállítószalag felel. Amikor egy alegységnél (pl.: szenzorok, csapok illesztésére szolgáló szerkezet stb.) meg kell állítani a munkadarabot, akkor a szalag, vagy egy érzékelő jelére (pl.: fényfüggöny/optokapu), vagy egy előre definiált időzítés lejárta után megáll, hogy a megfelelő műveletek elvégzésre kerüljenek.

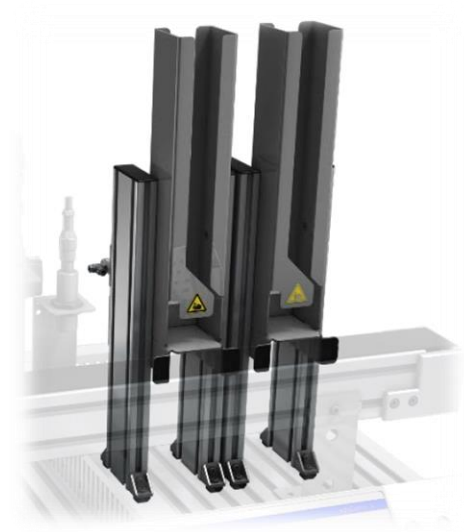
Belátható, hogy az idővezérelt működtetésnek vannak hátrányai, például, hogy méréseket vagy próbálgatásokat igényel a megfelelő idő meghatározása. Az idővezérelt működtetés bizonytalanságát a szállítószalag pozicionálásában a motorra kapcsolt feszültség változása mellett az idővel változó súrlódási paraméterek is befolyásolják. Nem megfelelő időtartam választása esetén a szalag vagy feleslegesen mozog, és az alkatrész tovább halad a megállás helyett, vagy pedig nem ér el a munkadarab a megfelelő helyre. Ezt a problémát a következő oly módon küszöbölték ki, hogy a munkadarabot egy ütköző - ami jelen esetekben egy lemez vagy kar - állítja meg a megfelelő helyen, de a szalag alatta tovább mozoghat.

Az ejtő táruk (magazinok)

Az összeszerelendő elemeket a két ejtő tárukba feladatuknak megfelelően kell behelyezni. A jobb oldali ejtő tárukba az alsó alkatrész-felek kerülnek, amelyek kimunkált része felfelé kell nézzen, míg a bal oldaliba a felső munkadarab-felek kerülnek lefele néző kimunkált részükkel. Az ejtő tárukba különböző színű, anyagú munkadarab-felek kerülhetnek

(fekete vagy fehér műanyag, valamint alumínium). Az összeszerelt munkadarabok ezekből az elemekből állhatnak. Az ejtő tárukba rosszul behelyezett munkadarabok a selejt tárba lökődnek ki.

A folyamat indítását követően a berendezés az ejtőtár megfelelő tárolórekeszéből egy munkadarabot tol ki a szállítószalagra. Az ejtőtárak az alábbi ábrán láthatók.



10. ábra: Ejtő táruk

A tárukban az adagolás feladatát kettős működésű munkahenger látja el, amelyet egy 5/2-es pneumatikus szelep vezérel. A végállásokat Reed-szenzorok érzékelik, illetve a feltöltöttség ellenőrzését egy további kapacitív érzékelő vizsgálja. A szenzor addig ad jelet, míg a tárban elegendő munkadarab található.

A vizsgáló egység (szenzorblokk)

A kilökött munkadarab ezután a szenzorokat tartalmazó ellenőrző egység alatt halad el. Ennek az egységnek a képe látható a következő ábrán.



11. ábra: A vizsgálóegység elemei

A szenzorok az alábbi vizsgálatok elvégzésére alkalmasak:

- Az (1) jelű elem egy kapacitív szenzor, amelynek érzékelése a kapacitás megváltozásán alapul. Tartalmaz egy tárcsa alakú elektródát és egy részben nyitott fegyverzetet, így, ha valamilyen tárgy az érzékelési tartományába kerül, akkor a szenzor kapacitása megváltozik. A működés során a szenzor nem érintkezik a vizsgált munkadarabbal. Az ilyen szenzort érintésmentesnek hívjuk. A mérési elvnek köszönhetően használható elektromosan vezető és szigetelő anyagok érzékelésére is.
- A (2) jelű mérőegység egy távolság ellenőrző szenzor. Konstrukcióját tekintve egy munkahenger, amely egy rudat mozgat, amíg az a munkadarab felületét vagy véghelyzetét el nem éri. Ebben az esetben a vizsgált alkatrész és a tapintórúd érintkezik egymással. Ezeket az érzékelőket érintésesnek (un. taktilis) nevezzük. A munkahengerre szerelt Reed-relé érzékelők megfelelő pozícióban elhelyezve képessé teszik a mérőrendszert annak ellenőrzésére, hogy a kockafél nyitott vagy zárt felével néz felfelé.
- A (3) jelű elem egy optikai szenzor. Fényt bocsájtva ki magából a visszaverődő fénysugarak mennyiségét érzékeli. Ha nincs reflektált fény, az azt jelenti, még nem érkezett munkadarab a szenzor alá. Ha van visszavert fény,

akkor valamilyen tárgy került a szenzor alá. A visszavert fény erősségéből pedig eldönthető, hogy a munkadarab sötét (fekete) vagy világos (fehér) színű. Ennek ismeretében a szenzor az értésmentes szenzorok közé sorolható. Jelen berendezés esetén rossz szenzor orientáció esetén a szenzor alatt elhaladó felfelé nyitott munkadarab fényes műgyanta-felületének visszatükröződése hibás detektálást (tévesen világosnak érzékelés) eredményezhet.

- A (4) jelű elem - amely szintén érintésmentes- egy induktív szenzor. Külsőre nagymértékben hasonlít a kapacitív érzékelőre, de működési elve lényegesen különbözik. Ennél a fajtánál egy oszcillátor mágneses teret létesít úgy, hogy az erővonalak az érzékelő felületen lépjenek ki. Ha fém kerül az érzékelési tartományba, akkor az csillapítja az oszcillátor rezgésének amplitúdóját, és a szenzor egy adott érték alatt kapcsol. Ez a szenzor a jelen esetben arra használható, hogy megkülönböztesse a fémes munkadarabot a műanyagoktól.

A vizsgáló egység alatt történő áthaladás során a PLC programban előre definiált követelmények ellenőrzése megtörténik, a munkadarab tovább haladva egy RFID érzékelő előtt áll meg. Az azonosítás után, ha megfelelt a korábbi ellenőrzésen, akkor tovább haladhat a második állomásra. Amennyiben nem felelt meg valamelyik követelménynek, akkor a szállítószalag visszafelé indul el, és az alkatrész eltávolításra kerül a munkaterületről. Az RFID olvasóval történő ellenőrzés látható az ábrán.

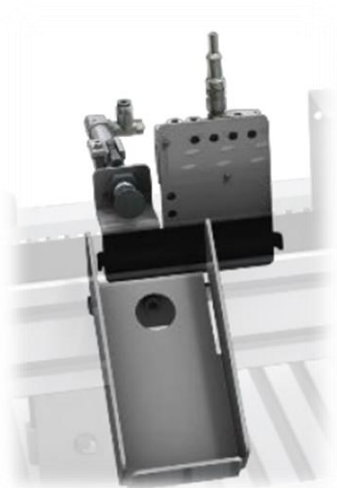


12. ábra: RFID azonosítás

A selejt tár

A szerelési munkafázishoz nem megfelelő munkadarab-fél szállítószalagról történő eltávolítását a selejt tár és beavatkozója végzi. Eltávolítandó munkadarab esetén egy 5/2-es szeleppel vezérelt egyszeres működtetésű pneumatikus munkahenger löki be a munkadarabot a lejtős tárba. A munkahenger végállását itt is Reed-relék érzékelik.

A selejt tár képe látható a következő ábrán.



13. ábra: A selejt tár

A csapillesztő egység

Az összeszerelés folyamatában az összeszerelendő munkadarabokat két illesztő csap tartja össze, amelyek behelyezését a második állomás első alegysége látja el. Az egység felépítése és elemeit mutatja az ábra.



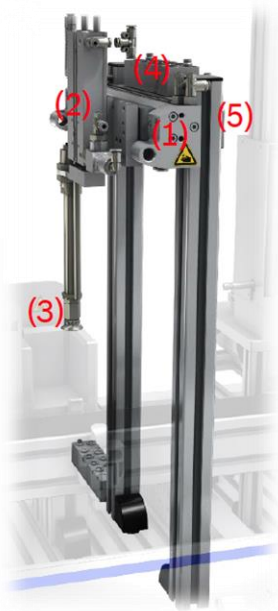
14. ábra: A csapillesztő egység

Az (1) és (2) jelű elemek egy-egy transzmissziós optokapu (fénySOROMPÓ), azaz egy optikai érzékelő fénykibocsátó (emitter), és érzékelő részei (receiver). Korábban a vizsgáló egység bemutatásánál említésre került egy optokapu, ott visszaverődésen alapult az érzékelés, itt pedig a szenzorok közé érkező, a fény útjába kerülő alkatrészt kell érzékelni.

A (3) és (4) jelű elemek egyszeres működésű munkahengerek, amelyek az alkatrész belökéséért, illetve kiadásáért felelnek. Az (5) jelű munkahenger felel azért, hogy egyszerre csak egy-egy csap kerüljön kiadásra (mindkét oldalon egy furatba), majd a (6) jelű munkahenger ezeket a furatba illeszti. Az eszköz digitális I/O modulon (7) keresztül kommunikál a PLC-vel. Minden munkahengert 5/2-es vezérlő szelep irányít, illetve a végállások érzékelésére minden hengernél Reed-szenzor került beépítésre.

A mozgató – portál - egység

A csapok behelyezése után a munkadarab tovább halad, majd a mozgató egység a présgép tárolójába helyezi. A szerkezet vízszintes (1) és függőleges (2) mozgásáért 5/2-es szeleppel (5) vezérelt, Reed-szenzorral ellátott pneumatikus munkahengerek felelnek. A munkadarabokat vákuum ejektor (3) fogja meg. A mozgató egység PLC-vel a kapcsolatot, azaz I/O modulon (4) keresztül tartja. Az egység az alábbi ábrán látható.



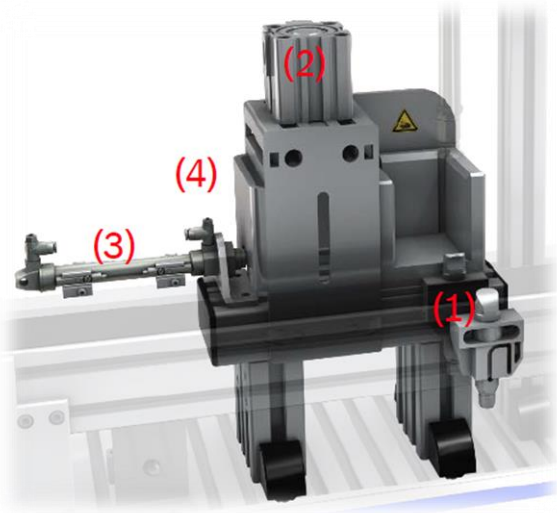
15. ábra: A mozgató egység

A pneumatikus prés

Amikor az illesztő csapokkal ellátott alsó fél darab, illetve a felső fél darab is megérkezett, és a présgép tároló részében egymásra megfelelő helyzetben elhelyezésre került, megkezdődhet az összepréselésük.

Ezt az alábbi ábrán látható pneumatikus présgép végzi. A munkadarab érkezésére egy – a csapillesztő egységben levővel megegyező – fénySOROMPÓ található (1).

A (2) jelű pneumatikus prés végzi a két munkadarab összeillesztését. A betöltésért és a kitolásért a (3) jelű kettősműködésű munkahenger felel. A vezérlését két (hátról elhelyezkedő) 5/2-es szelep végzi, a véghelyzetek érzékelésére pedig Reed-relével van felszerelve. A PLC-vel a (4) jelű digitális I/O modulon kommunikál.



16. ábra: A pneumatikus prés

A harmadik állomás

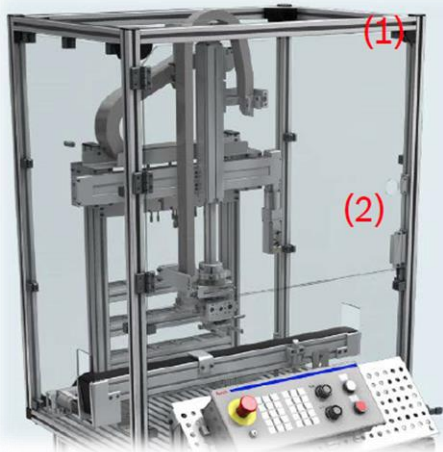
Miután a préselés megtörtént és a portál visszahelyezte a már készterméket a szalagra, egy újabb RFID azonosítás történik, majd a termék a harmadik állomásra érkezik, ahol egy polcos tárolóban, a magasraktárban kerül elhelyezésre. Ezt az ábrán látható berendezés végzi.



17. ábra: A harmadik állomáson található tár és mozgató egység

A szervomotoros kéttengelyű mozgás (egy vízszintes és egy függőleges irányban) az (1) és (2) jelű tengelyek mentén történik. A felvett munkadarab elhelyezéséhez azonban el is

kell fordulni 180°-al. Ezt a (3) jelű forgató egység biztosítja. A késztermékeket vezetékkel ellátott munkahenger (4) helyezi a polcokra. A termék megfogását az (5) jelű megfogó végzi, és végül el is helyezi a (6) jelű polcos tárolóba. A biztonság érdekében a megfogó is el van látva egy szenzorral, az esetleges ütközés elkerülésére. Ez az állomás plexifal mögött van elhelyezve, amely a következő ábrán figyelhető meg.



18. ábra: A harmadik állomás háza

Az (1) jelű elem maga a ház, míg a (2) jelű egy ajtó, biztonsági kapcsolóval ellátva. Amíg az ajtó nyitott állapotban van, a biztonsági relék nem engedik, hogy a berendezés működésbe lépjen.

Biztonsági szervek

A megnövekedett biztonsági előírás miatt a technológiai berendezéseket gyakran zajvédő borítással, kerítéssel, fénySOROMPÓKKAL látják el. Hasonló biztonsági rendszerek vannak az mMS4.0 berendezésen is. A hanghatások ugyan nem számottevőek, de a mozgó részek miatt a mozgástérbe nyúlás veszélyes, balesetet okozhat. Ezért a vezérlőegység felől történő benyúlás érzékelésére a berendezést fényfüggönnyel látták el. Az ejtő tár felől és a harmadik egységen egy-egy nyitható ajtó található, amelynek nyitott/zárt állapotát szenzorok érzékelik.

Ameddig valamelyik biztonsági szerv nincs megfelelő állapotban (például: csukott ajtók, fényfüggönybe nem lóg bele semmi) addig az indítás nem lehetséges, illetve, ha eddig futott a berendezés, akkor le fog állni.

Vezérlőpultok

Mindhárom állomás az alábbi ábrán látható kulccsal működtethető irányítópanelellett felszerelve. Többek között vészmegállító gombot, reset és indítógombot, különböző vezérlő gombokat tartalmaz. Az összes gomb felhasználható a PLC programban.



19. ábra: A vezérlőpult

4 IPAR 4.0 A GYÁRTÁS SZIMULÁCIÓS RENDSZEREN KERESZTÜL

Az ipar 4.0-ra történő áttérés keretében a gyártás szimulációs állomások összekapcsolódnak a legkorszerűbb informatikai és kommunikációs technikával, az elektronika és az informatika által egyfajta intelligens gyártóbázisként (az úgynevezett „Smart Factories”), amely leképezi a negyedik ipari forradalom lényegi elemeit.

Műszaki alapját intelligens, digitális, hálózatba kapcsolt rendszerek alkotják, amelyek segítségével önszervezővé tehető a gyártás. Ebben a koncepcióban közvetlenül kommunikálnak és együttműködnek az emberek, gépek, berendezések, logisztika és termékek.

Az mMs gyártás szimulációs rendszert két robotos kiszolgálás egészíti ki, egy hagyományos hat szabadságfokú csuklós robotkar és egy szintén hat szabadságfokú kollaboratív robotkar – robotasszisztens.

Az oktató berendezés egésze és részenként is fel van szerelve mindazon biztonsági egységekkel és eljárásokkal, amik biztosítják a berendezés biztonságos oktathatóságát.

5 IPAR 4.0 MEGOLDÁSOK A GYÁRTÁS SZIMULÁCIÓS RENDSZERBEN

Az Ipar 4.0 témákhoz az mMS 4.0 rendszer fokozatosan továbbfejleszthető és kiegészíthető új összetevőkkel.

Az mMs robotokkal kiszolgált oktató gyártás szimulációs rendszer az alábbi oktatási modulok ismereteit teszi lehetővé:

- mMs gyártóbázis egyes állomásainak használata I3.0 megoldásokkal
- Az egyes állomások infokommunikációs felületeinek megismerése
- Magas szintű PLC programozási ismeretek
- Terepibusz rendszerek alkalmazása
- HMI egység integrálása a berendezéshez
- mMs gyártóbázis egyes állomásainak használata I4.0 megoldásokkal
- Megelőző és előre jelző karbantartás (szervizriasztások, intelligens érzékelők, felügyelet)
- Felhőkapcsolat (Cloud computing, Big Data, a tárgyak internete)
- Munkadarab által vezérelt gyártás (RFID)
- Kapcsolat a MES rendszerrel
- WEB szerver alkalmazás
- Robotprogramozási ismeretek
- Kollaboratív robot ismeretek
- A kiterjesztett valóság alkalmazása ipari rendszereknél

- Energysaving - energiamanagement

Mindezeket a tudásmódulatok konkrét projektfeladatokon keresztül lehet elsajátítani, miközben megismerhetővé válnak a gyártásdigitalizálási koncepció elemei és eljárásai.

6 MAGAS SZINTŰ PROGRAMNYELVEKEN PROGRAMOZGATÓ PLC

A vezérlő PLC-k

A rendszer vezérlését minden állomáson egy-egy PLC (programozható logikájú vezérlő) végzi. A beépített Bosch Rexroth IndraControl L25 illetve L45 PLC-k az ábrán láthatók.



20. ábra: A használt PLC vezérlők



21. ábra: A használt PLC vezérlők 2.

Programozási környezet

A PLC rendszer hagyományos programozása az IEC-1131-3 nemzetközi szabvány alapján egységesített.

Az IEC-1131-3 szabvány (International Electrotechnical Commission) a PLC programozási nyelvére és a PLC-projektek felépítésére tartalmaz szabványosított előírásokat.

A felhasználói program legkisebb, önállóan kezelhető szoftveregysége a programszervezési egység, azaz POU (angolul Program Organisation Unit).

A POU-k egy részét a gyártó hozza létre, egy másik részét a felhasználó. A megfelelően megírt és tesztelt felhasználói programok segítségével POU könyvtárak hozhatóak létre, melyek később újra felhasználhatóak egy következő projektekben.

Megkülönböztetünk standard, gyártó-specifikus és felhasználó által készített programszervezési egységeket. Az IEC-1131-3 szabvány előírja a leggyakrabban előforduló standard függvények (pl.: aritmetikai, összehasonlító függvények stb.) ill. standard függvényblokkok (pl. időzítők, számlálók) felületeit és viselkedésüket.

Az IEC-1131-3 szabványban az alábbi három POU típus vagy „blokk típus” került definiálására az új szabványban, a POU típusai lehetnek függvények, funkcióblokkok és programok.

Az mMs rendszer programokat célszerű SFC programnyelven megírni.

Az SFC elsődlegesen egy grafikus nyelv, de szöveges leírására is lehetőséget ad.

A szekvenciális funkció diagram egy programon belül különböző programrészletek időrendi sorrendben történő elvégzésére képes, adott feltételek mellett. A programrészleteknek megfelelő elemek itt a lépések, amelyekben több műveletet lehet végrehajtani. Ezeket vezetékek (átmenetek) kötik össze, amelyekre feltételeket írhatunk.

Egy átmenet mentén akkor halad át a program, ha a feltétel teljesül, vagy ha nem volt feltétel.

A programrészletek írhatók az eddig tárgyalt nyelvek bármelyikén, így mindig az adott részfeladatra leghatékonyabb módot választhatjuk a programkód írásánál. A lépésekhez hozzáadhatók belépési és kilépési műveletek, amelyek egyszer futnak le, amikor a program be- illetve kilép onnan.

A diagramban elhelyezhetők alternatív ágak, melyeknél egy pontból több vezeték indul ki. Itt a kiértékelés balról jobbra történik. Elhelyezhetők benne párhuzamos ágak is és további alternatív ágak.

A párhuzamos ágak esetén a kiértékelés egymással párhuzamosan történik. Úgy különböztethetők meg az alternatív ágaktól, hogy ezek mindig dupla vonalból indulnak és dupla vonalba, vagy „ugrás” utasításba térnek vissza. Tartalmazhatnak alternatív ágakat vagy továbbipárhuzamos ágakat is.

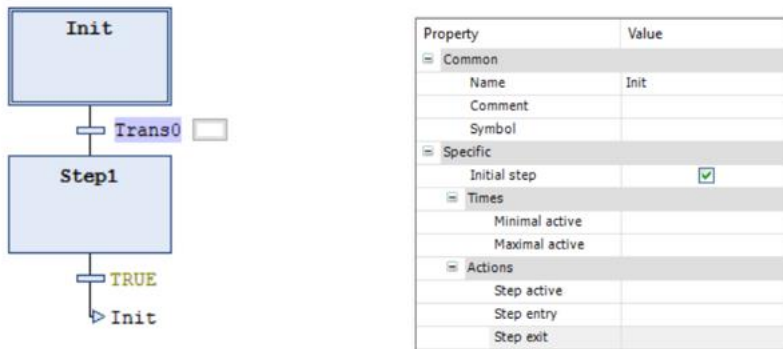
Az SFC nyelvben egy program egység egy lépésnek tekinthető, amit téglalap jelöl. A megírt program célja, hogy meghatározzuk az egyes programegységek végrehajtásának sorrendjét és szerkezetét. A végrehajtás sorrendjét grafikus szimbólumokkal írjuk le és az alábbi jelöléseket használjuk:

- **Init** – inicializáló lépés
- **Step** – normál programegység, mely a szimbólumon belül a lépés nevét tartalmazza és tetszőleges nyelven megfogalmazható, utasításokat tartalmaz.
- **Trans** – kilépési feltétel, amit vízszintes vonallal jelölünk. A program akkor lép a következő lépésre, ha a (BOOLE) feltétel igaz (TRUE).
- **Action** – az utasítás addig hajtódik végre, amíg aktív.
- Action speciális funkciói:

Entry / Exit Action

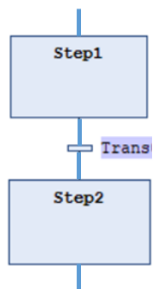
Qualifier (minősítők)

Az **Init** inicializáló lépést a **Step1** programlépés követi, ami egy programegységet jelent.



22. ábra: Step 1

Két egymást követő lépés **sorrendi végrehajtását** az ábra szerint írhatjuk le.



23. ábra: Step 2.

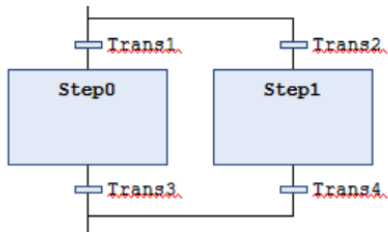
A **Step1** végrehajtását követően a **Step2** akkor hajtódik végre, ha a kilépési (BOOL) feltétel igaz (TRUE).

Alternatív elágazás

Jelölése vízszintes vonal.

A program azon az ágon fut, amelyiken a belépési feltétel teljesült.

Ha egyszerre több ágon is teljesül a feltétel, akkor a bal oldali ág lesz aktív (konvenció).

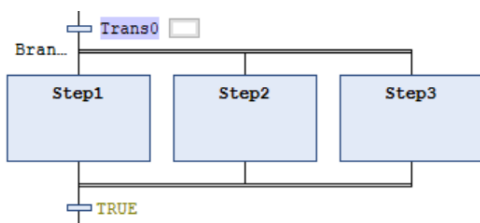


24. ábra: Alternatív elágazás

Párhuzamos elágazás

Jelölése dupla vízszintes vonal.

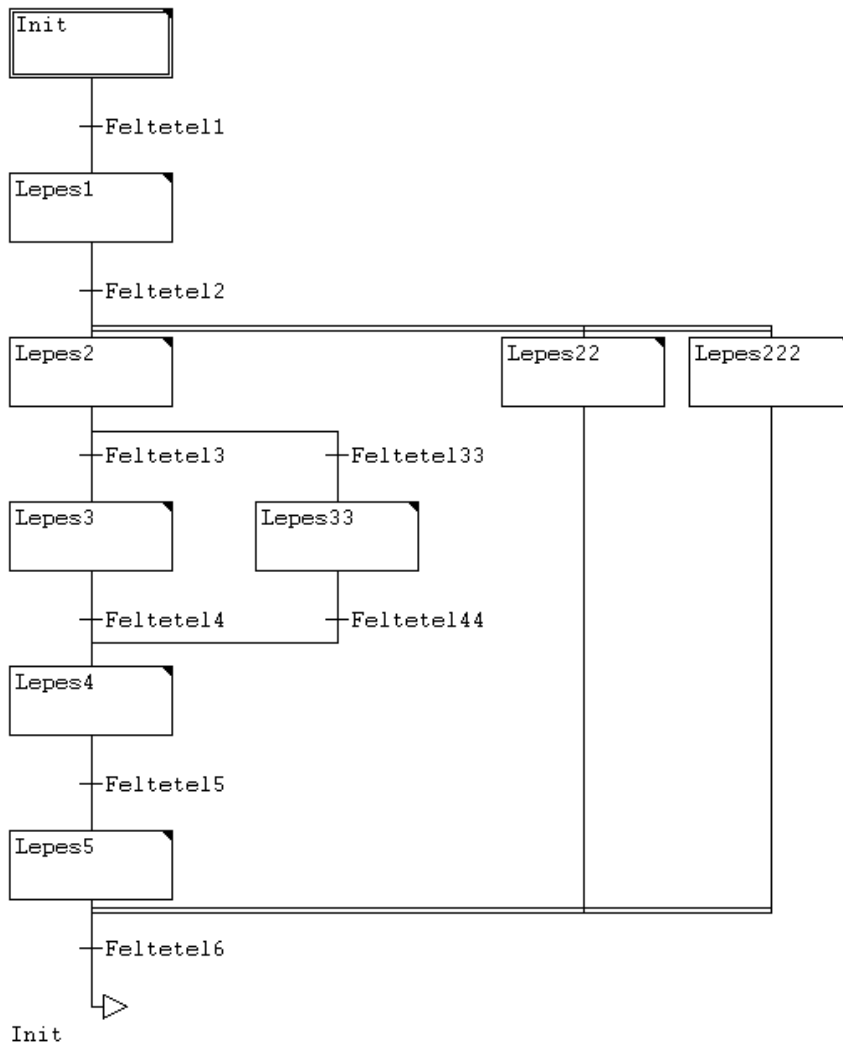
A párhuzamos ágak mindegyike aktív és párhuzamos ágak a találkozásnál bevárják egymást. A végrehajtás akkor következik be, ha mindegyik lépés teljesül.



25. ábra: Párhuzamos elágazás

Elágazások

Miután a párhuzamos ágak a találkozásnál bevárják egymást, továbblépés csak akkor, ha az összes párhuzamos ág futása befejeződött.



26. ábra: Elágazások

Ugró utasítások, hurkok

Ugró utasítások

Sem párhuzamos ágakból kifelé, sem befelé nem engedélyezett.

Hurkok

SFC programozási nyelvben kerülendő (végtelen ciklus).

Belépési / kilépési utasítások

Belépési utasítás

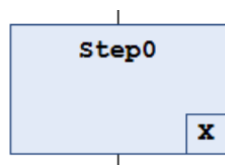
Az adott lépésbe lépve végre hajtódik.



27. ábra: Belépési utasítás

Kilépési utasítás

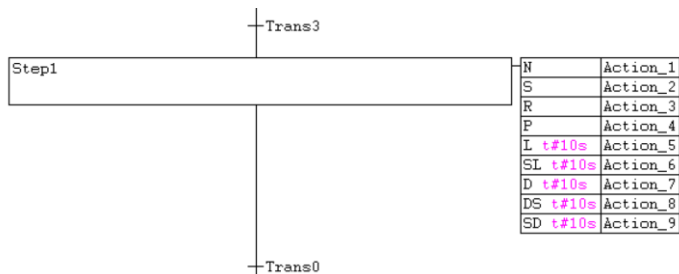
Adott lépésből kilépve hajtódik végre.



28. ábra: Kilépési utasítás

Minősítők (Qualifier)

IEC – SFC bővített programozási nyelv esetén engedélyezett.



29. ábra: Minősítők alkalmazása

N - Nem tárolt minősítő. Amíg a lépés aktív, addig fut az akció.

S - Tárolt minősítő. Az akciót tároltan indítja, ami a lépés után is aktív marad.

R - Tárolt akció leállítása.

P - Az akció csak a lépés aktívvá válásakor és deaktiválásakor fut le.

Az akciók a minősítő aktiválódásakor és deaktiválódásakor is lefutnak. Így minden minősítő legalább kétszer aktivál egy akciót. Ez leginkább a P minősítőnél érdekes.

L - Időkorláttal végrehajtott akció. Az idő lejárt, vagy a lépésből való kilépés után az akció véget ér, attól függően, melyik következik be előbb.

SL - Tárolt limitált minősítő. A lépésből való kilépés után is fut még az akció, de egy bizonyos idő lejárt, vagy leállító (R) utasítás után automatikusan leáll.

D - Akció késleltetett indítású, de a lépés végével az akció is véget ér. Ha a késleltetés lejárt előtt vége lesz az adott lépésnek, akkor az akció sosem lesz aktív.

DS - Késleltetve tárolt minősítő. Ha a késleltetés a lépésből való kilépés után jár le, akkor nem fog elindulni az akció, viszont, ha az aktív lépés alatt jár le a késleltetés, akkor az akció tárolódik (S).

SD - Tárolva késleltetett akció. Az akció tárolódik, de csak késleltetve indul el. Ennek köszönhetően, ha a lépés előbb véget ér, mint a késleltetés, akkor is aktiválódni fog az akció.

SFC program Step állapot lekérdezések

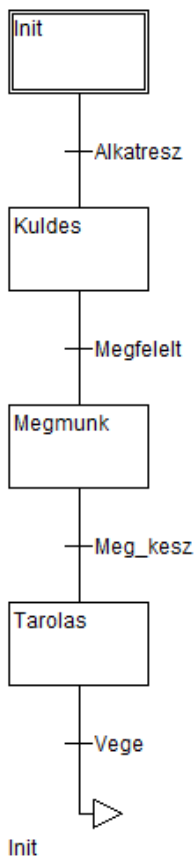
Step érvényességének (aktivitásának lekérdezése)

STEP0.x

Step aktiválásának kezdete óta eltelt idő

STEP0.t

Az alábbi ábrán látható példa egy gyártósor egyszerűsített működését hivatott bemutatni.



30. ábra: Szekvenciális funkciódiagram példaprogram

Amikor egy alkatrész rendelkezésre áll, akkor az „Alkatrész” átmenet igaz értékre vált és az alkatrész beküldésre kerül. Ezután, ha az alkatrész megfelelt, a program átengedi a megmunkáló egységbe. Amikor a megmunkálás kész, akkor elhelyezésre kerül a termék egy tárolóban, majd, ha ez megtörtént, a program újraindul és a következő alkatrész fogadására készen áll.

Itt fontos megemlíteni, hogy kívülről ugyan csak az átmenetek és a lépések nevét látjuk, de ezek belül hosszú, bonyolult programok is lehetnek, az egyszerű külső kinézet ellenére.

A három grafikus nyelv közül ez a legösszetettebb, és talán a leglassabban elsajátítható, hiszen a többi nyelv ismerete is szükséges, viszont könnyebben átlátható kódot írhatunk

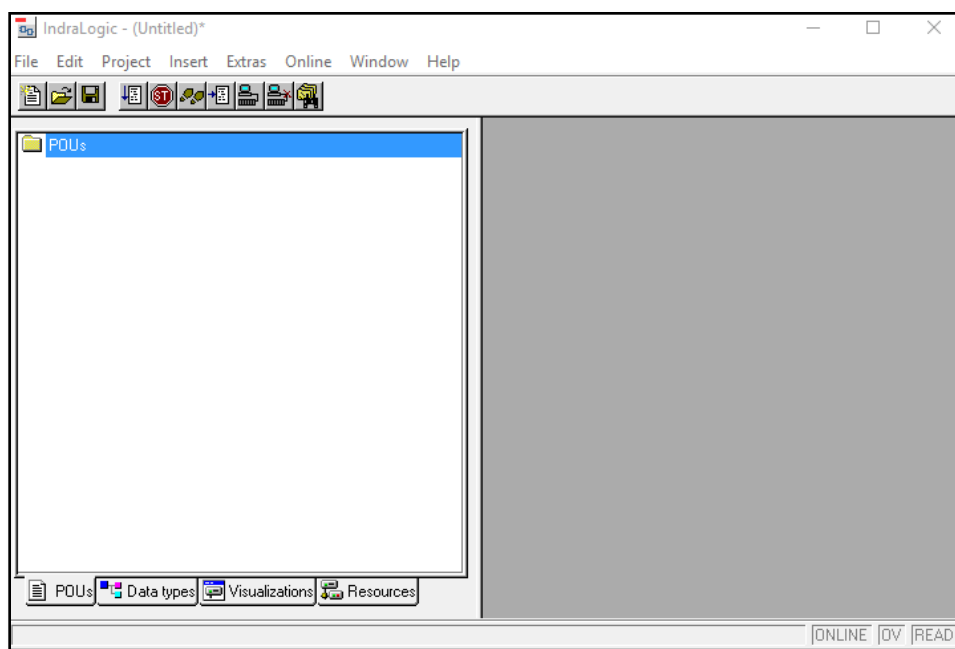
vele, és a programrészletek különböző nyelveken való írásának lehetősége miatt is mindenképpen előnyös.

Az IndraLogic szoftver

A programozásra használt környezet az mMs esetében az IndraWorks programcsomag egy része, az IndraLogic program. A szoftver PLC programok kezelése mellett tartalmaz számos más funkciót is, például fejlett diagnosztikai eszközöket, szabványos elemekből álló könyvtárakat, szabályozásra kialakított környezetet stb.

Az alábbiakban ismertetésre kerülnek az egyes PLC programnyelvek, valamint Firmware kezelése, mindezzel komplexebb feladatok is könnyedén elvégezhetők.

Megnyításkor az ábrán látható felület jelenik meg.



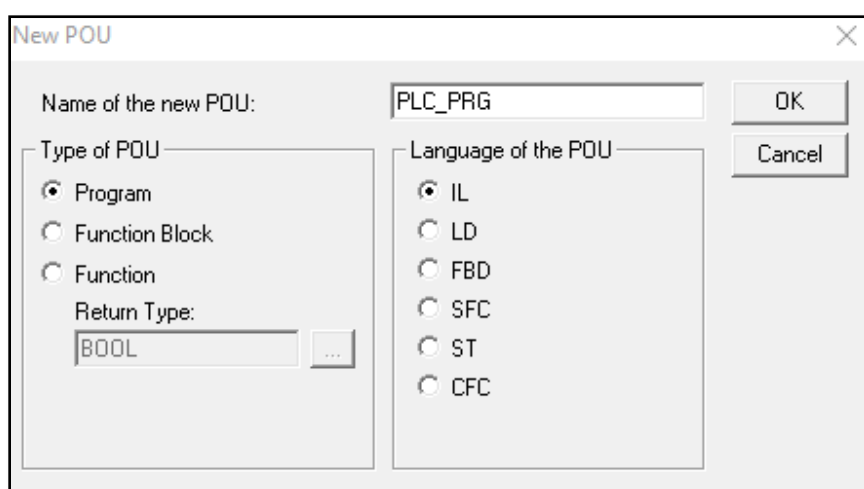
31. ábra: Az IndraLogic program kezdőfelülete

Felül a más programoknál is megszokott menüsor található, alatta a mentés, megnyitás, program feltöltés stb. ikonokkal. Jobb oldalon látható a munkaterület, amely még

természetesen üres, hiszen nincs megnyitva egy projekt sem. Baloldalon a projektfát láthatjuk, alatta pedig a többi fülre válhatunk.

A szoftver minden függvényt, funkcióblokkot és programot POU-nak hív, amely az angol „Program Organization Unit” rövidítése (magyarul: programszervezési egység).

Új programot a szokásos módon készíthetünk: a file-menüben a „New” gombra kattintva, ezt követően az alábbi ábrán látható ablak jön elő.



32. ábra: Új program létrehozása

Itt ki kell választani az új POU típusát, amely lehet program, funkcióblokk, vagy függvény. Emellett ki kell választani a használni kívánt programozási nyelvet.

Az IndraLogic alkalmas minden IEC-61131 szabványban megnevezett PLC programozási nyelv kezelésére. Ezek a következők:

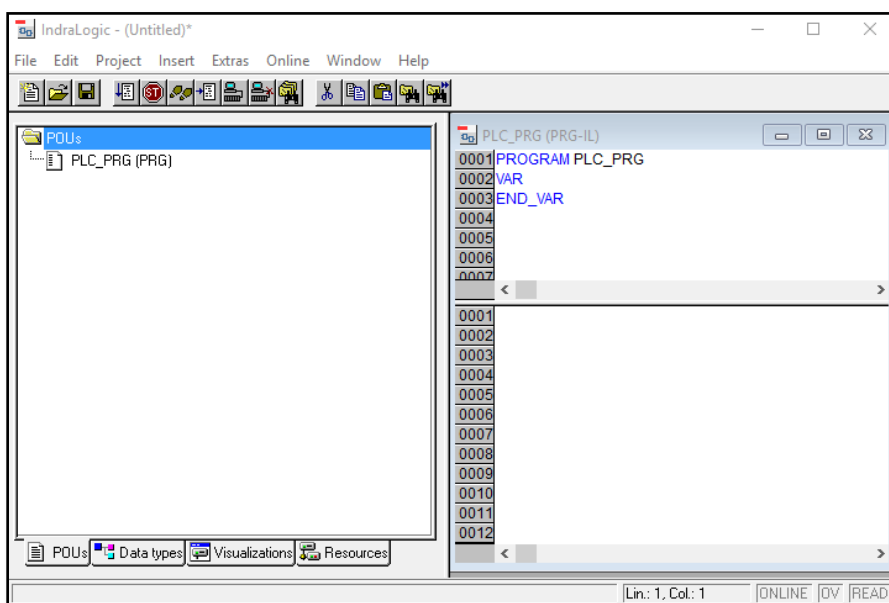
- Utasításlista (Instruction List - IL)
- Strukturált szöveg (Structured Text - ST)
- Funkcióblokk diagram (Function Block diagram - FBD)
- Szekvenciális funkció diagram - (Sequential Function Chart SFC)
- Létradiagram (Ladder Diagram -LD)

Az első két felsorolt nyelv szöveges, tehát a programokat soronként írt megfelelően strukturált szöveg adja. Az utolsó három nyelv grafikus, melyeknél – az elnevezésnek megfelelően- grafikus elemek összekötésével alkotjuk meg a programkódot.

Ha ezeket beállítottuk, akkor nevet kell adni a POU-nak. Amennyiben ez az első program a projektben, úgy a szoftver automatikusan felajánlja a PLC_PRG nevet. Minden projektben szükséges egy ilyen nevű program létezése. Más környezetekben ezt 0. programnak is szokás nevezni.

Ha kész vagyunk, az „OK” gombra kattintva elkészül a projekt, és megjelenik a PLC_PRG nevű POU a munkaterületen.

Például utasításlista esetén a felület a következő ábrának megfelelően néz ki.



33. ábra: Üres, utasításlista nyelvű program hozzáadása

A munkaterületen látható a POU szerkesztő felülete, amely két részből tevődik össze. A felső rész a deklarációs rész, ahol a POU neve, használt változóinak deklarációi, használt

funkcióblokkok stb. kerülnek megnevezésre. A változó deklarációnak minden esetben a „VAR” és „END_VAR” kifejezések közé kell esnie.

Az alsó (képen üres) rész az úgynevezett body (test), amelybe magát a program algoritmusát írjuk, vagy grafikus nyelv esetén szerkesztjük.

A projektfa jobb egérgomb lenyomása után adhatunk hozzá új POU-kat az „Add Object” menüponttal. Ennek menete megegyezik az első program létrehozásával, kivéve, hogy már nem kötelező a PLC_PRG név használata, tetszőlegesen nevezhetjük már a POU-kat.

A projektfa alatti menüben a „Data Types” fülre kattintva saját adattípusokat is létrehozhatunk, illetve mellette, a „Visualizations” fülben elkészíthetünk a projektünkhöz vizualizációkat, amelyek segíthetnek a működés szemléltetésében. A „Resources” fül számos egyéb funkciót tartalmaz, például a céleszköz beállításait, vagy a könyvtárakat kezelő felületet, melyről később részletesen is szó esik.

A működtető szoftverkörnyezet

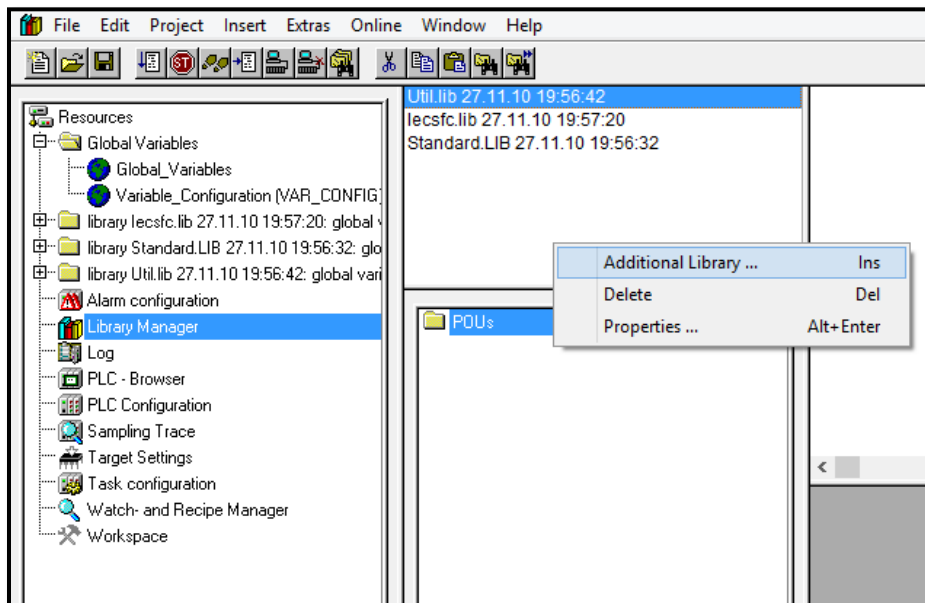
A PLC-ek fejlesztői környezete gyakran tartalmaznak hibaelhárításra úgynevezett „debug-módot”, ahol lépésenként is vizsgálhatjuk, mi történik a programunkban.

Library Manager

A szoftver kapcsán fontos még említést tenni a „Library Manager”-ről. Amennyiben a PLC programunkban olyan előre megírt programrészleteket, funkcióblokkokat szeretnénk használni, mint például az időzítő, vagy RS tároló, akkor könyvtár hozzáadása szükséges. Ezek a file-ok az IndraLogic program mappáján belül a „Library” mappában található.

Ahhoz, hogy használni tudjuk a könyvtár tartalmát, hozzá kell csatolni a projekthez. Ez úgy történik, hogy a projektfa alatt lévő menüben kiválasztjuk a „Resources” lapot. Ekkor megjelenik többek között a „Library Manager” is, és ha rákattintunk, akkor megjelenik egy új, négy részre osztott ablak. A következő ábrán látható módon lehetséges új könyvtár

csatolása. Ha betöltésre került a kívánt könyvtár, akkor már használhatók is a kívánt elemek.



34. ábra: Library Manager – új könyvtár beillesztése

Az állomások alapvető működését ellátó programkódjai SFC programnyelven

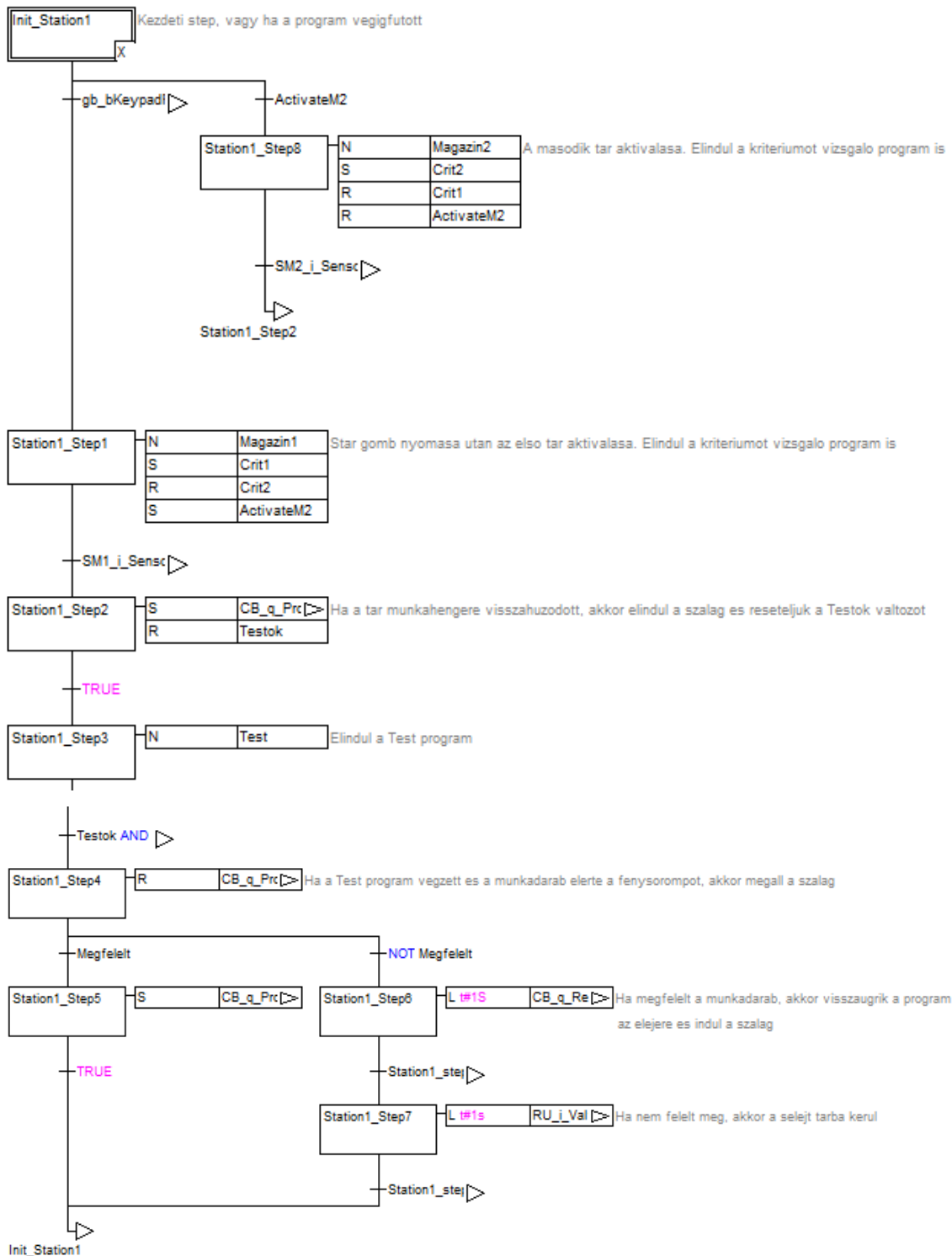
A programkódok rendelkezésre állása után összeállítható a főprogram, amely már említett módon SFC nyelven íródott. A program a következő képeken látható.

A legelső lépés jobb alsó sarkában látható X arra utal, hogy a lépéshez kilépési kód is tartozik. Ez azt jelenti, hogy amikor a program a következő lépésre ugorna, akkor ez a kód lefut. Én itt arra használtam ezt, hogy a munkadarab jellemzőket tároló változókat visszaállítsam. Ez a rövid kód látható a ábrán.

```
0001 ContourOpen:= FALSE;  
0002 Metallic:=FALSE;  
0003 Bright:=FALSE;
```

35. ábra: A kilépési kód

Az alábbi ábrán látható az első állomás főprogramja.



36. ábra: Az első állomás főprogramjának kódja

A kód úgy épül fel, hogy a start gomb megnyomására a bal oldali ágon fut először a program. Az első tároló programja indul el, mellette folyamatosan fut az első munkadarab kritérium-figyelő programja. Amikor visszahúzódott a tár munkahengere, akkor elindul a szalag és 0 értékre állítjuk a „Testok” segédváltozót, amely majd a vizsgálat végét jelzi. Ezután elindul a Test program, majd, ha lefutott, és a Testok változó már 1 értékű, illetve a munkadarab elérte az állomás végén lévő fénySOROMPÓT, akkor megáll a szalag. Amennyiben megfelel a kritériumoknak a munkadarab, akkor a bal oldali ágon halad a program és visszatér az elejére. Ha nem megfelelő az alkatrész, akkor visszafelé indul a szalag a selejttárig, ahol a munkahenger belöki a tárba, majd a program az elejére ugrik.

Amikor az első tár programja elindul, a második tár engedélyező változója is 1 re vált, így amikor az első munkadarab elhagyja az állomást, vagy a selejttárba kerül, és a program visszaugrik az elejére, akkor a jobb oldali ágon fut tovább. Itt elindul a második tár programja, a második munkadarab kritérium-figyelő programja, és visszaállítjuk a második tár engedélyező változóját. Amikor a tár munkahengere visszaért az alapállapotba, akkor a 2. számú lépésre ugrik a program, így az első tár programja nem fut le újból. Ezután a program ugyanúgy halad tovább, mint az első munkadarab esetén, csak, amikor a végére ér, és visszaugrik az elejére, akkor nem történik semmi egészen addig, amíg nem nyomjuk meg ismételten a start gombot.

A második állomás

Amikor egy munkadarab megfelel az elvártaknak az első állomáson, akkor a második állomásba lép, ahol a következő pontokban leírt folyamatokon megy át.

Csapok illesztése

Az első egység ezen az állomáson a csapillesztésért felel. Amikor a munkadarab az egység alá ér, a szalagnak meg kell állnia. A programkódban figyelni kell arra, hogy mindkét tárolóban legyen rendelkezésre álló csap. Az alkatrészt a belökö munkahenger az egységbe tolja, majd visszahúzódik. Ekkor – elegendő csap jelenléte esetén- két furatba 1-

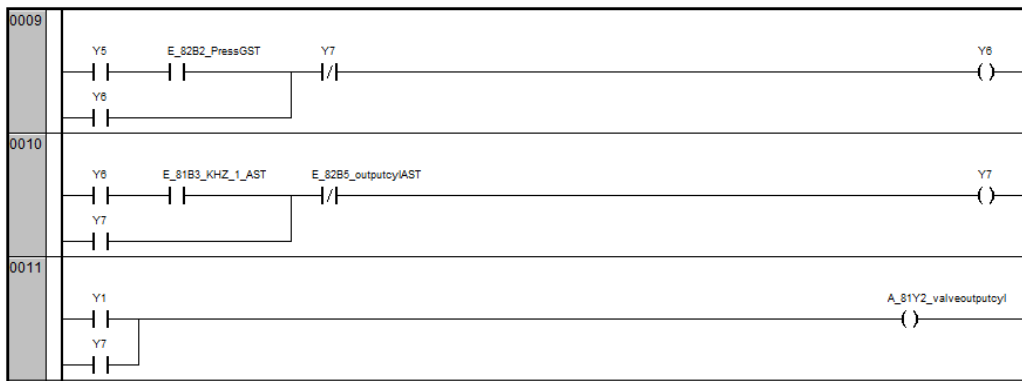
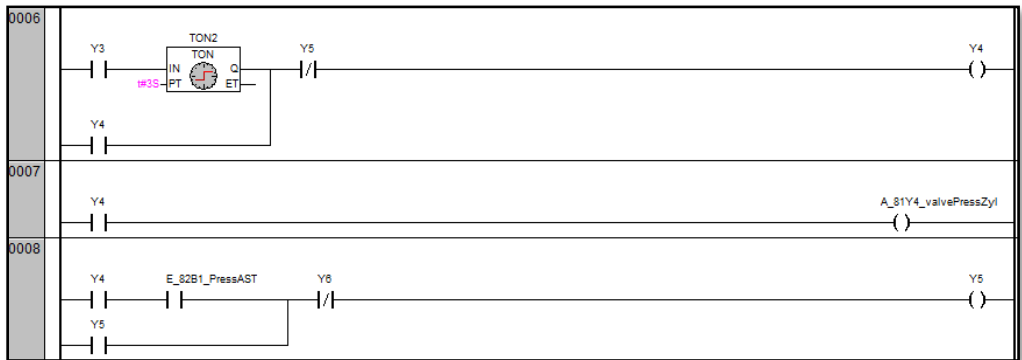
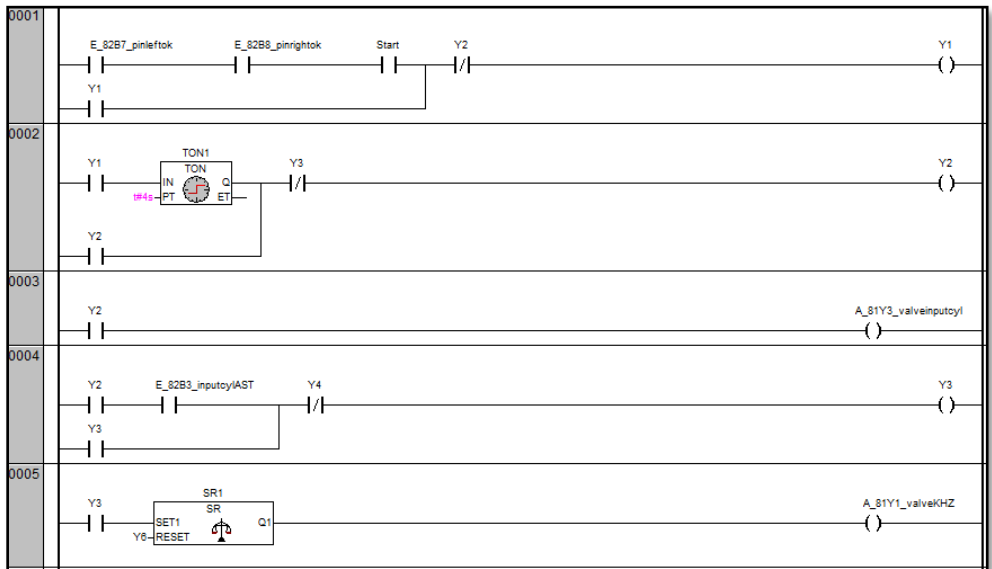
1 csapot juttat az adagolásért felelős munkahenger. Ezután ezeket bele kell nyomni a furatba, majd, ha a folyamat véget ért a munkadarabot vissza kell tenni a futószalagra.

Szemléltetésképpen ez a kód létradiagramban van megírva. Látszani fog, hogy a különbség a szekvenciális diagramhoz képest, és az is, hogy utóbbi miért kimondottan előnyös az időben egymást követő feladatok megírására.

Ahogy az a következő ábrán lévő programkódban látható, a megfelelő műveleti sorrendet úgy lehet biztosítani, hogy úgynevezett flag-eket használunk. Ezek boolean típusú segédváltozók, melyeknek gyakran egy komplex hálózat adja az értékét. A programban ezek az Y-nal jelölt változók. Minden Y változó egy lépést jelöl.

Azt is meg kell akadályozni, hogy korábbi lépések újra lefussanak. Ezt úgy lehet megtenni, hogy az adott létrafogban sorosan kapcsoljuk a következő Y változó negált kontaktusát. Így, ha 1 értéket kap valamely flag, akkor a korábbi ágak nem tudnak ismételtelen lefutni.

Az 1. sorban az indítás feltétele látható. Amennyiben mindkét tárolóban van elegendő csap, és a start gomb megnyomásra kerül, aktiválódik Y1. Ezután elindul a TON1 időzítő, amely 4 másodperc után aktiválja Y2-t, amely elindítja a betoló munkahengert. A 4. sorban Y3 akkor kap igaz értéket, ha Y2 is igaz, és a munkahenger elérte a véghelyzetét. Ha ez megtörtént, akkor az 5. sorban látható SR1 jelű bistabil elem elindítja a csap adagolást. Ezután 3 másodperc múlva aktiválódik Y4 változó, amely elindítja a csapokat a furatba préselő munkahengert. Ha a prés elérte a végállapotot, akkor aktiválódik Y5 flag, és ha a munkahenger visszatért az alapállapotba, akkor igaz értéket kap Y6. Ha a csap adagoló munkahenger visszahúzódott, és a kitoló henger még nincs kint, akkor aktiválódik Y7. Végül az utolsó sorban azt láthatjuk, hogy a kitoló henger akkor van működtetve, ha az Y1 vagy Y7 változó igaz értékű.



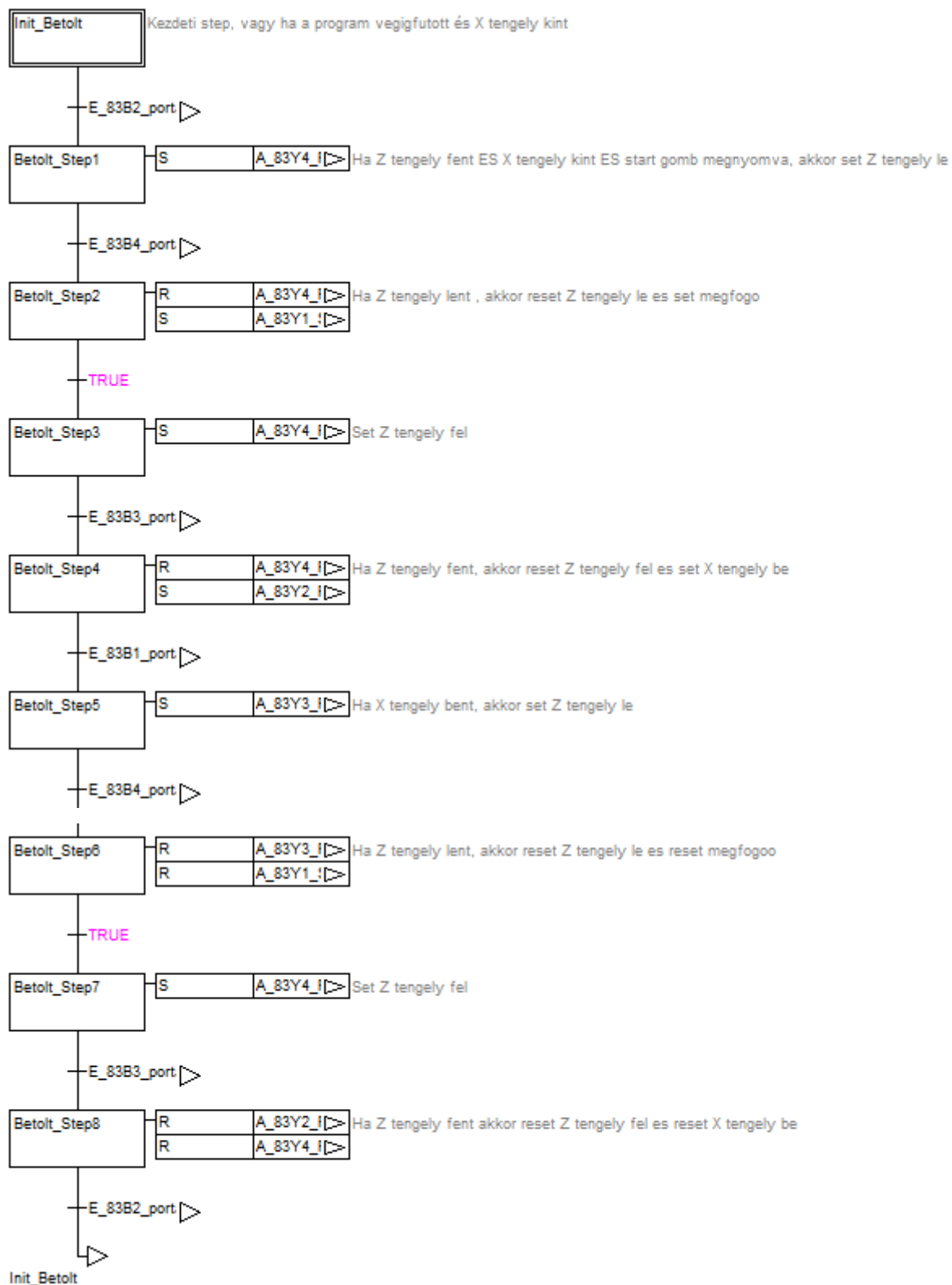
37. ábra: A csapillesztő egység programkódja

Betöltés a présgépre

Mivel a présgépre az termék alsó és felső felét is külön-külön be kell helyezni, célszerű ezt egy külön programban megvalósítani. Amikor az alkatrész megérkezik a prés gép elé, akkor a megfogó függőlegesen leereszkedik („Z”-tengely mentén), majd amikor leért, a

vákuum ejektor megfogja a munkadarabot. Ezután a függőleges munkahenger visszahúzódik felfelé, majd befelé. Ezután befelé („X”-tengely mentén) mozdul el a szerkezet, ezt követően ismételtelen leereszkedik, és a leérkezést követően a megfogó elengedi az alkatrészt. A függőleges tengely visszahúzódik, és a folyamat itt véget ér.

A program az alábbi ábrán látható.



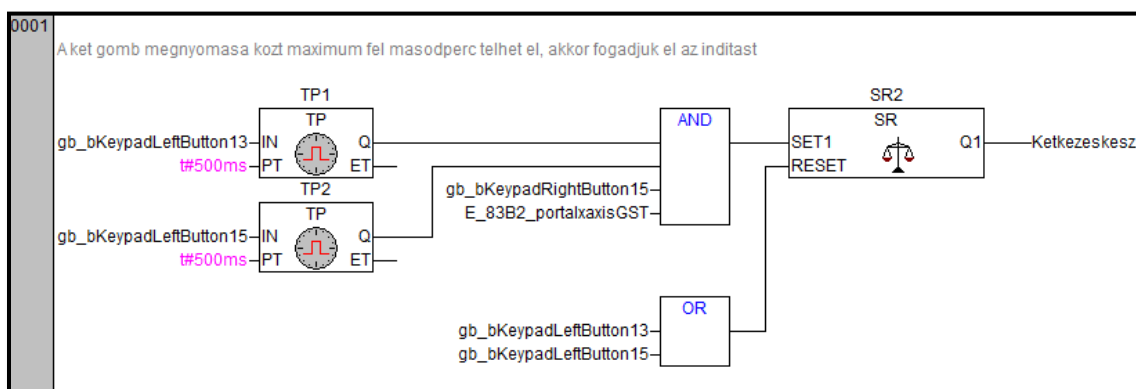
38. ábra: A betöltő program kódja

A préselés

Ennél a feladatnál célszerű megemlíteni a kétkezes indítás fontosságát. A félautomata módban működő gépeknél (pl.: gyártósori présgépek) fontos, hogy az üzemeltetőt óvjuk az esetleges sérülésektől. Ennek egyik módja a kétkezes indítás. Automata gépsoron ez kevésbé kivitelezhető, ott inkább más megoldásokat szokás alkalmazni, például fényfüggönyt, vagy kerítés/gépház kiépítését.

Ennek a programrészletnek a feladata csupán a préselés elvégzése lesz. Amikor már a termék mindkét fele a présben van, akkor indulhat a folyamat. A kétkezes indítás feltételének teljesülnie kell, azonban ezt konkrétan még nem definiáltuk. Természetesen nem elvárható, hogy azonos időpillanatban nyomja meg az üzemeltető mindkét gombot, ezért egy időintervallumot kell megadni, amely alatt mindkét gombot megnyomva a feltétel teljesül.

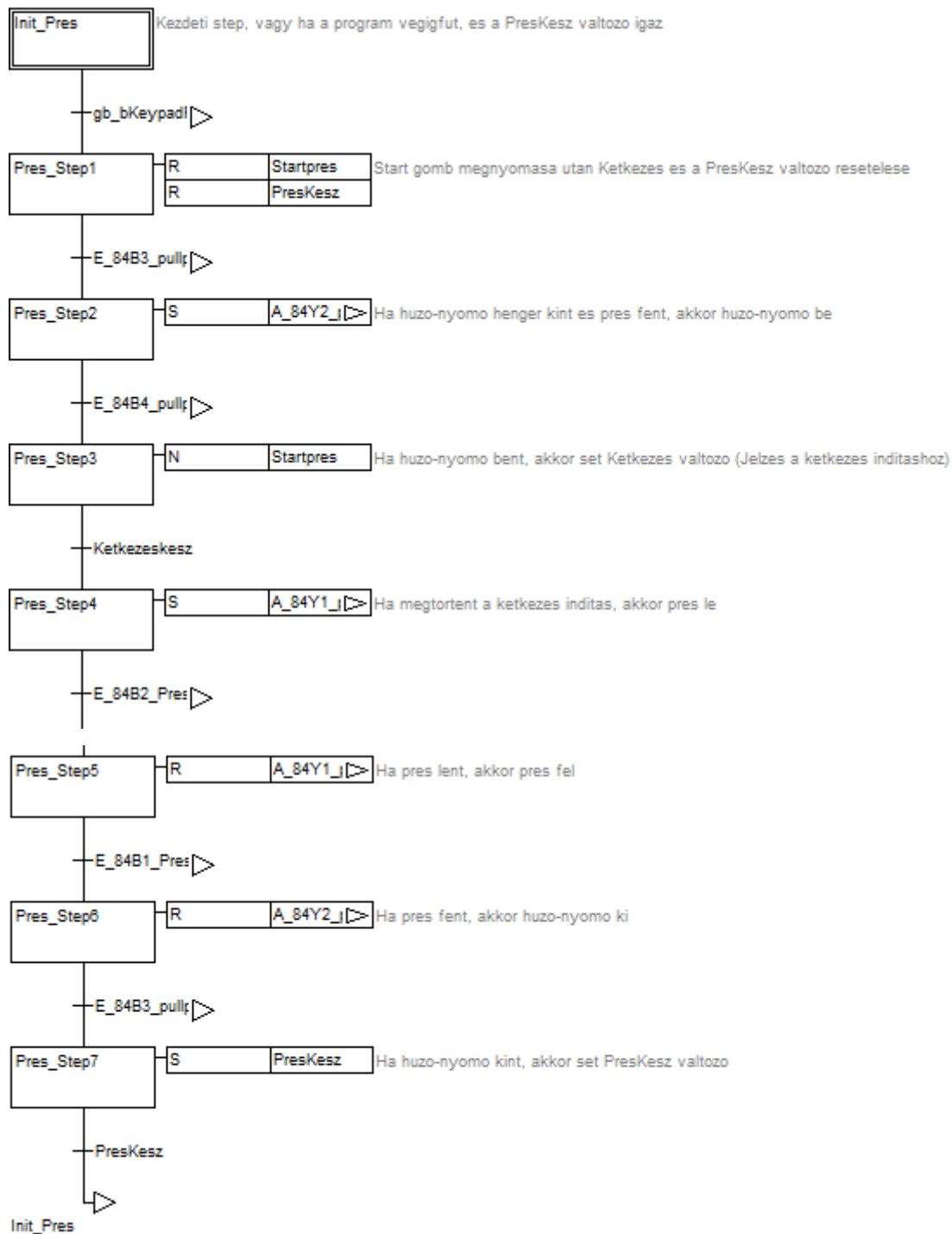
A kétkezes indítást kezelő alprogram a következő ábrán látható. Fél másodperc alatt kell mindkét gombot megnyomni. Ez úgy van megoldva, hogy a megnyomáskor egy impulzusjel keletkezik, amely 500 milliszekundumig aktív. Amikor mindkét gomb jele egyszerre aktív, akkor fogadjuk el az indítást, és a „ketkezeskesz” változó igaz értéket kap.



39. ábra: A kétkezes indításra írt programkód

Az indítást követően a munkadarabokat a betöltő munkahenger a prés alá mozgatja. A kétkezes indítás feltételének teljesülése esetén a prés gép összenyomja a termék feleket, majd visszahúzódik. Amint ez megtörtént, a kiadásért felelős munkahenger visszatolja a

már készterméket a betöltő pozícióba, ahonnan a mozgató majd visszateszi a szalagra. A prégép programkódja az alábbi ábrán látható.



40. ábra: A prégép programkódja

Kivétel a présgépből

A folyamat lényegében nagyon hasonlít a betöltésre. A mozgató elindul a gép irányába, majd ezután függőlegesen lefelé. Amikor leért, a vákuum megfogó működésbe lép, majd a szerkezet felemeli a terméket és a szállítószalagra teszi. A megfogó elenged, a szerkezet pedig felhúzódik az alapállapotba. Ez a programkód az ábrán látható.



41. ábra: A présgépből való kivétel programkódja

A második állomás teljes működtetése

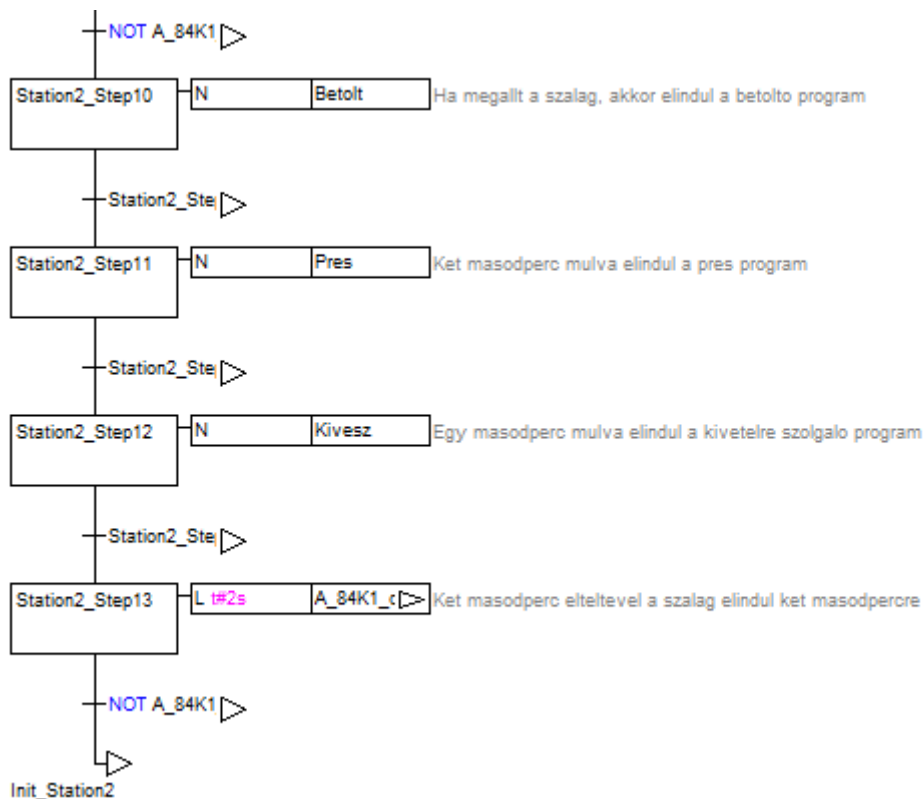
Az előző részben megírt szubrutinok ismertetése után az egész állomást működtető program összeállítható. A következő lépéssoron kell végigmenni: a futószalag elindul előre, majd a csapillesztő egység fénysorompóját eléri az első munkadarab (az alsó fele a terméknek). Ekkor elindul a csapillesztő szubrutin elindul, és a szalag megáll.

Miután kész az illesztés, a szalag újra elindul előre. Ezután az alkatrész áthalad a présgép előtti fénysorompón, a szalag megáll és a mozgató egység behelyezi a présgép betöltő pozíciójába.

Megint elindul a szalag, de már nem kell a csapillesztő egységgel foglalkoznunk, hiszen csapok csak az alsó munkadarabba kellenek. Amikor a második alkatrész áthalad a présgép fénysorompóján, akkor az előzővel egyező módon a mozgató betölti a másik fél tetejére.

Ezután megtörténik a préselés, majd visszahelyezi a szerkezet a terméket a szalagra. A szalag elindul és a termék a harmadik állomásra kerül át. A második állomás főprogramja a következő ábrán látható.





42. ábra: A második állomás főprogramjának kódja

7 ÖSSZEKÖTTETÉS OKOS RENDSZEREKKEL

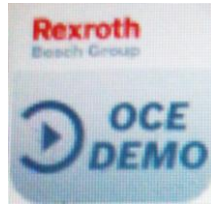
Az mMs összeköthető tablettel, amin keresztül bizonyos folyamatok indítása lehetséges, valamint a rendszer alkalmas SMS küldésre mobil hálózaton keresztül. Ehhez az okos eszközök webszerverrel történő hálózati kapcsolatára lesz szükség.

Az okos rendszeren megjeleníthető a gyártás szimulációs rendszer digitális képe, az eljárás az alábbi módon érhető el:

Digital Twin – digitális iker

OCE Demo App:

Az 1-es állomáson a szenzorok állapota tableten nem csak követhető, hanem az egyes aktuátorok a tablettel működtethetők:



43. ábra: OCE Demo

- munkahenger működtetés duplaklikk
- szalag újjal a szállító mozgásának irányába húzni

Használatához az IP-címet megadni: 192.168.1.10.

Kulcs – „0” állapotba forgatása

8 HMI

A HMI (angolul Human Machine Interface) az ember és a gép közötti kapcsolat megteremtésére szolgáló eszköz általános megnevezése. A HMI megfelelő kialakítása elengedhetetlen ahhoz, hogy a géppel történő „kommunikációnk” kellően fejlett és biztonságos legyen.

A HMI gyakran egy olyan képernyőre, kezelőfelületre utal, amely információkat, adatokat és mérőszámokat közöl grafikusán, vagy az adatok vizuális megjelenítése révén.

A képernyőt az ember működteti, aki ezáltal a legegyszerűbb berendezés irányítási feladatoktól a komplexebb üzemi – technológiai vezérlésesekig felügyeli a folyamatokat és döntéseket hoz.

A HMI tehát egy olyan eszköz, amellyel az ember a géppel kapcsolatba lép.

Az emberi gép interfész egyik legelterjedtebb példája a számítógép billentyűzet és az érintőképernyő.

Ezek az eszközök lehetővé teszik az ember számára a számítógépes programok elérését és használatát, vagy a mai korszerű okos telefonok esetében az adatok megszerzését, továbbítását.

Az mMs HMI-vel történő összeköttetése az alábbiak szerint történik:

A HMI-integrációs és programozó R901437515 és „táblagépes WiFi útválasztó” R901438601 készülékkészletből a következő összetevőkre lehet szükség:

Megnevezés	Cikkszám	Darabszám
KAPCSOLÓ TS-AC-FL KAPCSOLÓ SFNB	R961008648	1
HMI TS-AC-VR2107.01- 00-0	R901445042	1
MODEM GO- DSL-N151	R913039779	1

1. táblázat: Összetevők

A hálózati kapcsolathoz szükség lesz az Ethernet-kábelre.

Az összetevőket a következő elrendezésben szereljük fel:

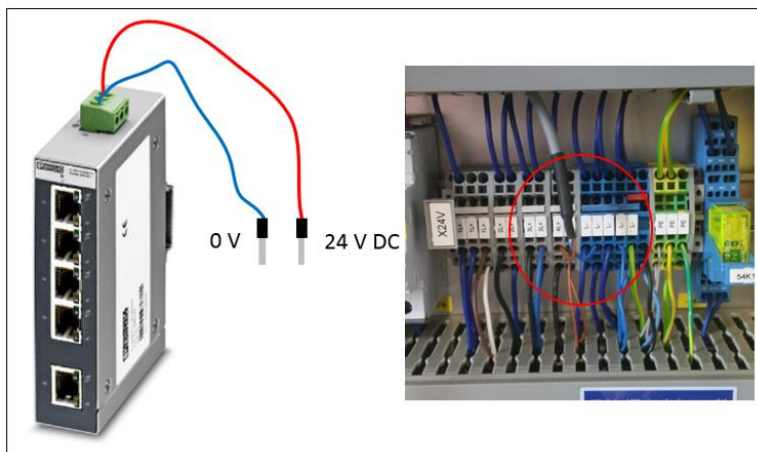


44. ábra: A hálózati összetevők felszerelése- HMI bekötése

9 IRÁNYÍTÁS ONLINE FELÜLETEN KERESZTÜL

Ahhoz, hogy online felületről lehessen irányítani a berendezést szükség lesz a hálózati kiépítésre.

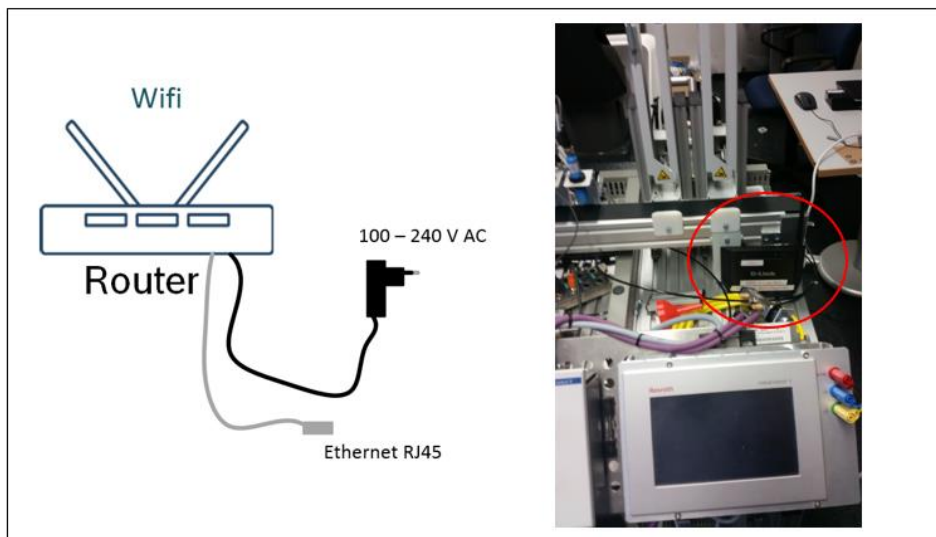
A hálózati adatátvitelhez szükséges kapcsoló a kapcsolószekrény kalapsínjének egy üres helyére szerelhető, a PLC mellé. Az áramellátáshoz a csatlakozókábel a kapcsolószekrényben az X24V 4L+ és X24V L- kapocsra köthető.



45. ábra: Adatcsere-switch

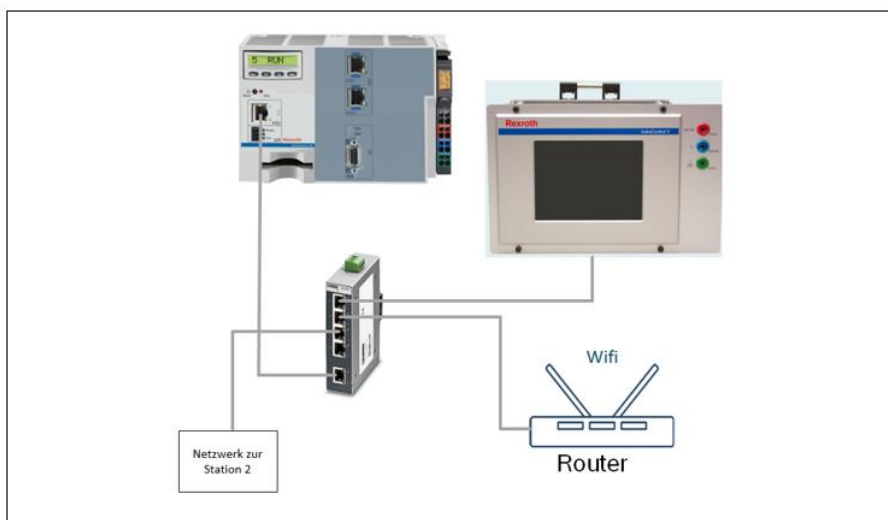
A HMI a VAM 40 kezelőpult mellé, az állomás kezelőpultjának felerősítő lemezére rögzíthető. A 24 V= és 0 V labordugaszokkal csatlakoztató a tápellátáshoz.

A WiFi útválasztó az asztallapra szerelhető; 100 – 240 V~ tápfeszültséget igényel.



46. ábra: A WiFi útválasztó felszerelése

A hálózati csatlakozás elosztása Ethernet RJ45 kábelekkel az mMS 4.0. 1. állomásán



47. ábra: Ethernet hálózati csatlakozások

10 AUGMENTED REALITY MEGOLDÁSOK AZ IPAR SZOLGÁLATÁBAN

Augmented Reality (AR) – Kiterjesztett valóság

Az "Augmented Reality" (AR) azaz kiterjesztett valóság alatt a valós környezet virtuális elemekkel történő kiegészítését értjük.

A raktározó állomás lineáris mozgatógységének 3D modellje és adatlapjaik:

A modell kiterjesztett valósággal történő megjelenítéséhez android környezetben az "mmsar.apk" applikáció futtatása, majd az okostelefon/tablet kamerájának az ábrára irányítása:



48. ábra: Jel



49. ábra: Drive&Control Academy

A modell kiterjesztett valósággal történő megjelenítéséhez android környezetben "a4csg500.apk" applikáció futtatása, majd az okostelefon/tablet kamerájának az ábrára irányítása:



50. ábra: Példa: axiáldugattyús szivattyú 3D megjelenítése



51. ábra: Rexroth Media

11 RFID AZONOSÍTÁS, TERMÉK NYOMON KÖVETÉS

Az ipar működése ma már nem képzelhető el RFID (Radio Frequency Identification) nélkül. Ez a technika bevált adatok centralizált vagy decentralizált, érintésmentes átvitelére. Az

ipar 4.0-ben ez a technika az egyik alapja annak, hogy az adatok bármikor és bárhol rendelkezésre álljanak és továbbíthatók legyenek. A tényleges munkadarabbal párhuzamosan virtuális kép hozható létre, a teljes megmunkálási folyamat tárolható a munkadarabon, és adatszinkronizálás végezhető.

Az RFID technológia:

Az RFID technológia tehát a tárgyak azonosítására alkalmas és a gépek közötti kommunikáció egyik alapeleme.

Jelentése rádiófrekvenciás azonosítást jelent (angolul **Radio Frequency Identification**).

RFID esetén az adó és a vevő közötti kommunikáció jön létre, az adatok továbbítása rádióhullámokkal történik. Ennek előnye, hogy a rendszer több száz méteres távolságról is alkalmas vezeték és kontakt nélküli adat továbbításra.

A kommunikáció része az RFID címke, vagy RFID tag, transponder és az író/olvasó fej. Az RFID működését meghatározza a frekvenciatartomány és a rendszerében használt aktív, vagy passzív eszközök. Az működési elvben közös, hogy a címkék adatokat tárolnak, az olvasó pedig rádiójel segítségével lekéri ezen adatokat. A címke a lekérésre válaszként elküldi el a tárolt információkat, ez egyértelműen azonosítja a címke hordozóját.

Az RFID egy kellően adaptív azonosító rendszer, mely jelentősen igazodik a felhasználás körülményeihez. A feladattól függően különböző rendszereket lehet kiépíteni. Ezek a rendszerek néhány dologban azonosak.



52. ábra: RFID struktúra

Forrás: <https://hu.depositphotos.com/stock-photos/rfid.html?filter=all&qview=245330510> (2022.03.28.)

Az RFID alapelemei:

- Címkék, vagy tagek
- Olvasó (író) fej
- Antenna

A címkék, vagy tagek jelölik meg az egyes elemek, tárgyak, szerszámok, termékek, amiket a rendszeren belül akarunk azonosítani. A címkék lehetnek aktív vagy passzív jellegűek. Az aktív címkék rendelkeznek saját, beépített áramforrással és képesek önállóan továbbítani a jeleket. A passzív címkék nem rendelkeznek saját akkumulátorral, működésükhöz az olvasófej által kibocsájtott rádióhullámokat használják.

Az RFID olvasó fejek azonosítják az RFID címkéket és az adatokat összehasonlítják a saját belső, vagy külső adatbázisukkal. Jeleket küldenek és fogadnak, így képesek kommunikálni a címkékkel, és feldolgozzák adataikat.

Az RFID antennák segítenek fogadni és továbbítani a rádiójeleket. Antennát tartalmaznak a tagek és az olvasófejek is. További antennákra akkor van szükség, ha ki akarjuk terjeszteni az olvasási távolságot.

Frekvenciatartományok:

Az RFID rendszerek különböző frekvenciájú rádióhullámokat használhatnak, amelyeket alapvetően három kategóriába sorolunk.

Alacsony frekvenciatartomány

Ebben a tartományban 30 és 300 kHz között működnek az eszközök.

Magas frekvencia

Itt az RFID eszköz 13.5 MHz-es frekvencián kommunikál. Az elterjedtebb, mint az alacsony frekvenciatartomány.

Ultra magas frekvencia

Ultra magas frekvencia a 300 és 3000 MHz között tartomány, ezen belül az RFID rendszerek 433 MHz, a 860-960 MHz közötti tartomány és a 2,45 GHz.

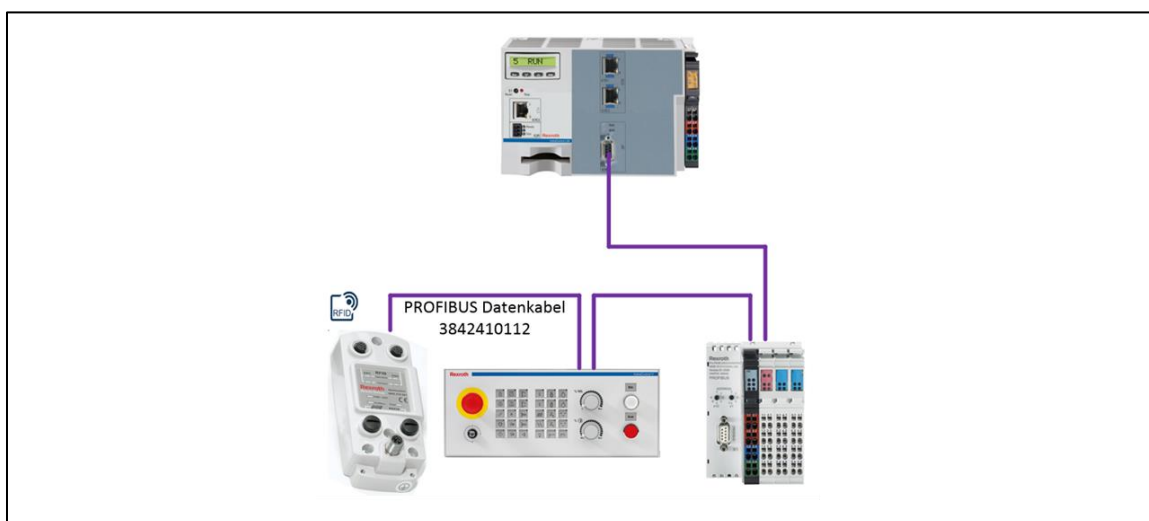
RFID felhasználási területek:

Az RFID az adat továbbítás elemi funkcióját tölti be, ezért a felhasználási területe nagyon kiterjedt s sokrétű. Alább néhány terület felsorolásszerűen:

- Készletek nyomon követése
- Gyári folyamatok ellenőrzése
- Termékek nyomon követése
- Beléptető rendszerek
- Használati eszközök leltározása
- Járműkövetés
- Gépek közötti kommunikáció M2M rendszerben

Az RFID technológia felhasználási területe ennél is szélesebb, rengeteg más területen is használható.

A három állomás (adagoló, szerelő állomás pneumatikus présgéppel, raktár) rendelkezik RFID hardverrel. Az egyes állomások kommunikációs moduljai össze vannak kötve a PROFIBUS körökkel. A hardvert be kell ágyazni az IndraWorks projektbe, az olvasáshoz és íráshoz szükséges programrészeket létre kell hozni.



53. ábra: Példa: mMS 4.0 – 1. állomás buszrendszere

12 MEGELŐZŐ KARBANTARTÁS

Megelőző karbantartás

A megelőző (preventív) karbantartás az, amelyet előre végeznek annak érdekében, hogy megelőzzék a készülékek, elektronikus berendezések, gépjárművek, nehézgépek stb. hibáinak megjelenését.

Néhány megelőző karbantartási művelet: beállítások, tisztítás, elemzés, kenés, kalibrálás, javítás, alkatrészek cseréje, többek között. A számítástechnika területén a megelőző karbantartás a számítógép vagy a számítógép szoftverének és hardverének felülvizsgálatából áll, amely lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy megbízható

berendezéssel rendelkezzen az információk cseréjére a rendszer konfigurációjának maximális sebessége mellett.

A fentiekre való tekintettel a számítástechnika területén meg kell különböztetni a megelőző karbantartást és a frissített karbantartást, mivel utóbbi a felhasználó kérésére készül, a rendszer fejlesztése érdekében a rendszerben található technológiai programok frissítésével.

Hasonlóképpen, a megelőző karbantartás költségeit a túlórák, a segítőidő és a munkavégzés, valamint az alkatrészek leltárának segítségével számítják ki: például autókban, szűrők cseréje, kenés stb. A csere más költségekkel jár.

A megelőző karbantartást időszakonként végzik. Hasonlóképpen, a megelőző karbantartás célja olyan hibák felderítése, amelyek a karbantartott tárgy hibás működéséhez vezethetnek, és ily módon elkerüli a magas javítási költségeket, csökkenti az előre nem látható megállások valószínűségét, és hosszabb időtartamot tesz lehetővé a felszerelések és felszerelések, valamint nagyobb biztonság a munkavállalók számára, különösen azok számára, akik iparban dolgoznak nagy gépekkel.

A megelőző karbantartást a következőkre osztják: ütemezett karbantartás, prediktív karbantartás és lehetőségek karbantartása. Az ütemezett karbantartást az jellemzi, hogy egy bizonyos időben vagy futott kilométerben hajtják végre, mint az autók esetében; a prediktív karbantartást egy olyan nyomon követés útján hajtják végre, amely meghatározza az említett karbantartás elvégzésének pillanatát, és a nevével megjelölt lehetőség fenntartását az adott időszak használatának időszakát kihasználva hajtják végre.

Másrészről, a gépek, felszerelések, járművek különféle karbantartásának elvégzéséért felelős személyeket technikusoknak nevezik, akik képesek vagy képesek ezen a területen.

Javító karbantartás

A javító karbantartást, amint a neve is mutatja, a berendezések és gépek hibáinak kijavítása vagy kijavítása jellemzi. Ha azonban a készüléken azonnal elvégzik a javító karbantartást, akkor azt feltételes javító karbantartásnak is nevezhetjük, ehelyett, amikor a berendezés meghibásodásának felülvizsgálatára és kijavítására tervezendő nap van, programozható javító karbantartásnak nevezzük.

A javító karbantartást a gép vagy berendezés javítása jellemzi, amikor a sérült alkatrészt kicserélik egy másikra, és ezáltal a rendszer ismét megfelelően működik.

Prediktív (előrejelző) karbantartás

A prediktív karbantartás a berendezések, autók vagy gépek jövőbeni meghibásodásainak előrejelzéséből áll. A prediktív karbantartást akkor kell elvégezni, ha a gép bármilyen jelet ad, például: zaj, rezgés, hőmérsékletek, egyebek mellett, és a berendezés állandó ellenőrzése mellett, amelyet a készülék használ.

A prediktív karbantartás meggátolja a korrekciós karbantartás által igényelt lehetséges hibákat. Egy megfelelő karbantartási stratégia kidolgozásához a gépről is folyamatosan adatoknak kell érkeznie. Ehhez kellő számú szenzor szükséges.

A gépek „felfegyverzése” szenzorokkal transzparens képet ad a gépek működéséről és adott esetben az ideálistól eltérő állapotról is. Az érzékelőkbe érkező adatok egy zárt felhőben gyűlnek össze, melyeket a gépek állapotának elemzésére lehet felhasználni. A szoftveralkalmazás a beállított küszöbértékek eltérésekor üzenetet küld a felhasználónak, aminek segítségével időben, még a probléma kialakulását megelőzően nyújt megfelelő információt a kezelőknek.

Amikor Ipar 4.0-ról beszélünk, legtöbbször vadonatúj gyártósort képzelünk magunk elé. Sok vállalat működőképes gépparkkal rendelkezik, egyetlen dolog hiányzik csak: ezek csatlakozása a hálózathoz. Az IoT Gateway rendszer megfelelő megoldást kínál ahhoz,

hogy meglévő berendezéseit hálózatba kapcsolhassa. Ezzel a modern állapotfelügyelet egyszerűen és gyorsan, akár utólag is hálózatba köthető. Az eredmény: átlátható működés, ráadásul gyártótól függetlenül.

Online Diagnostics Network (ODiN)

Az Online Diagnostic Network (ODiN) szolgáltatás érzékelők, felhőalapú alkalmazások és gépi tanulási módszerek kölcsönhatásán keresztül biztosítja a modelleken alapuló üzemi körülmények monitorozását és a megelőző karbantartási tevékenységek elvégzését. A betanulási időszak során egy gépi tanulási algoritmus figyelemmel kíséri a gép, berendezés vagy gépcsoport különböző – például nyomás, áramlás, rezgés, hőmérséklet és olajminőség – érzékelőinek jeleit, majd ezek alapján határozza a gép normál (egészséges) állapotát. A gép megváltozott viselkedése nyomán azonban a rendszer problémára figyelmeztet, amennyiben a több érzékelőből származó adatok előírt határértéken belüli megváltozása miatt romlik az állapotindex.

Egy váratlan leállás és az azzal járó szervizelés mindig rosszkor jön és túl sokáig tart. De gondos tervezéssel mindez elkerülhető! A megelőző karbantartási stratégia segítségével folyamatos ellenőrzés alatt tartható a gépek állapota, így előre tervezhetővé válnak a leállások és megspórolhatóak a váratlan gépleállással járó költségek.

Vevői előnyök

- Az állásidő miatti költségek csökkentése
- A hatékonyság és a termékminőség javítása
- A teljes termelés kiesés elkerülése
- A tárolási költségek csökkentése
- Egyszerű és biztonságos felhőalapú megoldás
- Biztonságos, egyirányú adatkapcsolat

13 INTERAKTÍV ADATMEGJELENÍTŐ RENDSZEREK

Amennyiben a webservert technológiát az ipari eszközök folyamatainak és adatainak megjelenítésére akarjuk használni, az ipari berendezést el kell látni olyan adatközlő rendszerrel, amely az internetes felületen keresztül biztosítja meg a berendezés információit.

Ehhez az ipari berendezésen is kell egy eszköz, amelyik „látja” a berendezést. Ez lehet a PLC, hiszen a vezérlés látja a szenzorok, bemenetek állapotát és utasítja az aktuátorokat adott munkaműveletek végrehajtására a kimenetek kapcsolásával. A PLC önmagában nem tárol webhelyeket, elsősorban terepibusz rendszerrel kommunikál, mint a Modbus TCP, EtherNet/IP és PROFINET IO és egyéb hálózatok. Az ipari PLC-t tehát webserverral kell felszerelni annak érdekében, hogy egy távoli helyről is elérjük a berendezés információit.

Erre azért lehet szükségünk, mert amint kilépünk a berendezés közvetlen információs környezetéből a felügyeleti és beavatkozási lehetőségeink lecsökkennek.

Napjainkban már információs technológia az elsődleges összekötő csatorna a termelőüzem és a menedzsment funkció között. A termelési adatokon, terveken és minőségi mutatókon túl a karbantartás és diagnosztika is aktiválható ezen a struktúrán keresztül. A gépvezérlés webserverral történő összekapcsolása lehetőséget ad a gyártásautomatizálási adatok megjelenítésére akár tableten, vagy okos telefonon. Az adatok hozzáférését pedig korlátozhatjuk az egyénileg beállítható felhasználói lista segítségével.

Az eljárás része az IoT koncepciónak, ahol a termelési eszközök képesek egymás között kétirányú kommunikációt folytatni, netes adatbázisok vagy felhőalapú rendszerek révén meg tudják osztani a működés során keletkező adatokat.

Egy leállt berendezés gyakran csak kisebb beavatkozást igényel a munkaműveletek folytatásához paraméterek beállításával, vagy a vezérlőprogramban történő beavatkozással.

Ezekben az esetekben nem mindig szükséges a szakember helyszíni jelenléte, távfelügyelettel is megoldhatjuk a feladatot.

Egy PLC eszköz webszerverrel kiegészítve biztosítja a hozzáférést a gép vezérlőrendszeréhez és működési paramétereikhez. Mindez lehetőséget ad, hogy a gép állapotát web böngészőn keresztül figyeljük, ellenőrizzük a statisztikai adatokat és beavatkozzunk a vezérlőprogramba, módosítsuk a paramétereit.

Alább néhány példa azokról a lehetőségekről, amiket az interaktív web alapú kommunikáció biztosít:

- Valós idejű adatgyűjtés és adatelemzés
- Távfelügyeleti lehetőség a berendezés üzemeltetéséhez
- A PLC vezérlésbe történő beavatkozás lehetősége
- Figyelmeztető üzenetek azonnali küldése akár email és SMS, vagy egyéb szöveges formában a technológiai működés során
- Távolsági segítség a gépkezelőknek a keletkező kisebb problémák elhárításához
- Megelőző karbantartási feladatok megoldása
- Webszerver elérése Ethernet, Wifi és mobilhálózat segítségével
- Kommunikációs kapcsolat helyi üzembe helyezéshez és távműködtetéshez, távfelügyelet és riasztás.
- Kapcsolt a MES gyártásvezérléssel

14 ÖSSZEKÖTTETÉS MES RENDSZERREL

MES rendszer használata Excel programmal.

Felső szintű termékfelügyelet és beavatkozás:

- Adagoló állomás és Szerelő állomás – gyártósor /POD1/
- Magasraktár állomás – raktározás /POD2/

A gyártás az állomáson levő PLC-k programja alapján történik. A rugalmas gyártórendszer demonstrálásakor a gyártási információkat egy MES funkciókat ellátó Excel makro szolgáltatja. (SAPsimulation.xls)

Szoftver feltételek: Microsoft Office

Futtatás Adminisztrátorként.

Regisztráció szükséges az alábbi felületen: C:\Program Files (x86)\Rexroth\MLPI-SDK\01VRS\mlpi4COM\bin: **register**

A 64 bites verziót is be kell másolni és regisztrálni!

1. Állomások bekapcsolása és inicializálás:
 - 1.1. A PLC-k RUN állapotának megvárása
 - 1.2. Kulcsos forgókapcsoló „2” AUTOMATA üzemmódjában RESET gomb megnyomása.
 - 1.3. Kulcsos forgókapcsoló „1” KÉZI üzemmódban HOME utána START gombok megnyomása (3-as állomáson LED-es ON gomb is).
 - 1.4. Kulcsos forgókapcsoló „2” AUTOMATA üzemmód kiválasztása.
 - 1.5. SAP gomb megnyomása a kezelőfelületeken.
2. A számítógépnek az mMS4.0 rendszer WIFI-re kell csatlakoznia!
3. SAP szimulátor indítás: ikon az asztalon, az induláskor fel fog dobni egy debug hibaüzenet ablakot. End gomb megnyomása.

- ShopOrderRelease ablakban a rendelendő mennyiség kiválasztása. (max 3 db egyszerre)

Shop Order	Material Description	MNR	Qty	Shop Order Release
2	Cube_bkwh_50x50x50	R901XX0102	1	

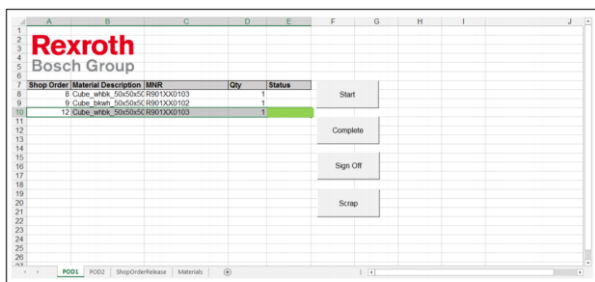
54. ábra: Shop order

- POD1 ablakban START – ha nem indul el a gyártás akkor az 1-es állomáson RESET gomb megnyomására elindul a következő darab gyártása.

Shop Order	Material Description	MNR	Qty	Status	Start	Complete
2	Cube_bkwh_50x50x50	R901XX0102	1	in process		

55. ábra: Start

- Amikor a rendelésben a meghatározott darabszám legyártásra került, akkor a rendelést a POD1 ablakban zárjuk le a „Complete” gombra kattintva. A legyártás azt jelenti, hogy a szükséges mennyiségű kocka (1-3 db) a:
 - raktározó állomás konveyorán várakozik.
 - POD2 ablakban START
 - A POD2 /raktározás/ befejeztével COMPLETE gomb megnyomása



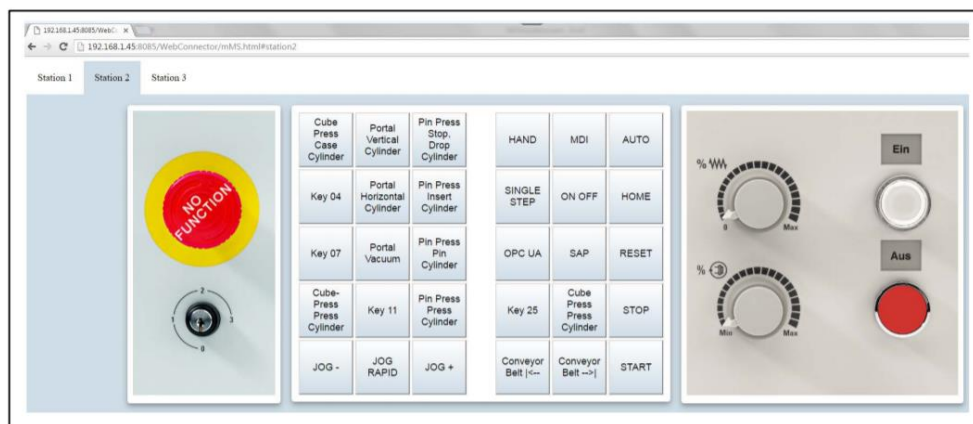
POD1 – Auftrag aktiv

56. ábra: Complete

WebConnector segítségével távoli panelhasználat lehetősége.

Kezelőfelület távoli virtuális megjelenítése és használata

1. WebConnector futtatása PC-n – 2 óráig működik, utána újraindítani!
2. Tableten Browser futtatása:
<http://192.168.1.101:8085/WebConnector/mMS.html#station3>
A pontos IP-cím a WebConnector alkalmazás elején visszakereshető
3. Távoli beavatkozás engedélyezése kezelőpanelen:
 Gépi kezelőfelületen OPC UA gomb megnyomása – (néhány géppanelen „Stock is full” feliratú gomb – téves matricázás miatt)
4. Kulcs 0-ás állásba fordítása
5. A „Hand” gomb megnyomásával a beavatkozók a virtuális kezelőpanelen keresztül működtethetők (pl. 3-as állomás tengelyeinek mozgatása)
6. Egyéb állomásokra is rá lehet csatlakozni, az eszközöket működtetni.



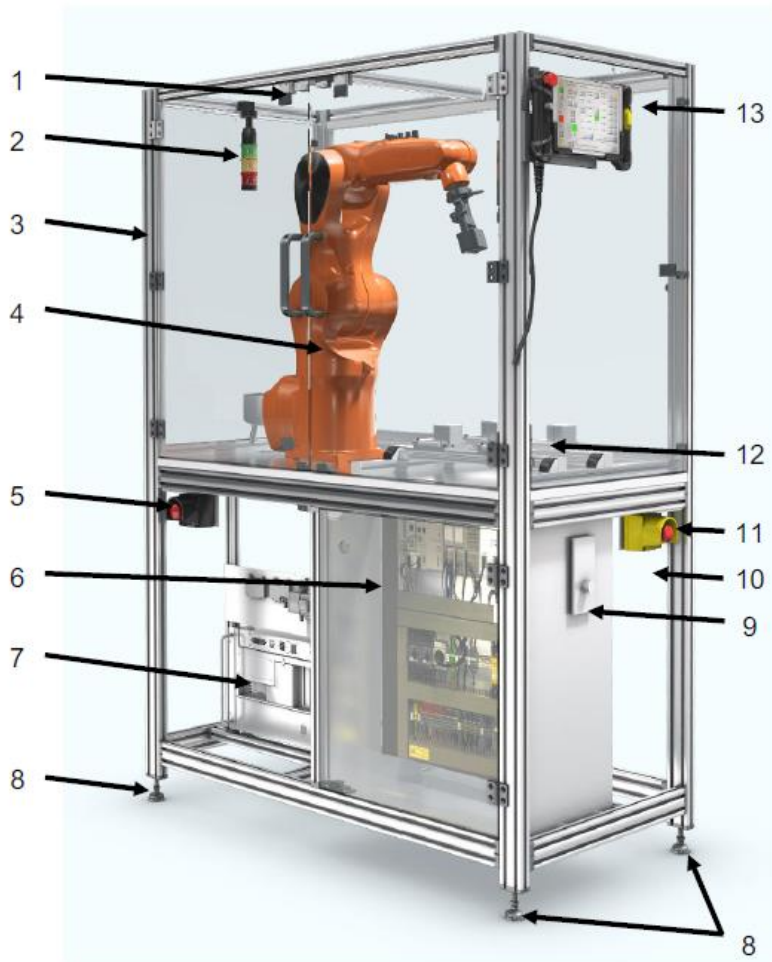
57. ábra: mMs gyártás szimulációs rendszer kezelőfelülete

15 HAT SZABADSÁGFOKÚ IPARI ROBOT ÁLLOMÁS MEGISMERÉSE

A csuklós robotkar felépítésében az emberi váll, kar, könyök és csukló mozgását képezi le, amely rendszer ezáltal összetett mozgásokra képes. A robotkar ennek megfelelően lehet 4-,5-,6- vagy 7-tengellyű, vagyis hét szabadságfokú rendszer. Az emberi kar jellemzően szintén 7 szabadságfok megvalósítására képes. Ahogy növekszik a szabadságfokok száma egy csuklós robotkarban, a szerkezet mozgási tartománya is bővül.

A csuklókaros robotok munkatere igen komplex, sokrétű feladat ellátására alkalmasak.

Alább egy 6 szabadságfokú ipari robotcella és robotkar látható, amelyik az mMs rendszert szolgálja ki.



58. ábra: KUKA ipari robot

A robotcellába beépített KUKA ipari robot pneumatikus megfogóval van felszerelve.

A megfogóhoz csatolt speciális tengelykapcsoló védi a rendszert ütközés esetén.

A robotcella részei:

1. Ajtó nyitás kapcsoló vészleállítással
2. Jelzőtorony
3. Alumínium profil kerettel és védőajtóval
4. KUKA hat szabadságfokú robot
5. Vész Stop leállító nyomógomb
6. Vezérlőszekrény

7. Robotvezérlő egység
8. Állítható géptartó lábak
9. Kezelőszervek és csatlakozók a vezérlőszekrényhez
10. Munkadarab csúszda (rejtett)
11. Vész Stop leállító nyomógomb
12. Munkadarab állvány fénysorompóval
13. VH2110 kézi vezérlő konzollal

Pneumatikus megfogás a KUKA robotkaron

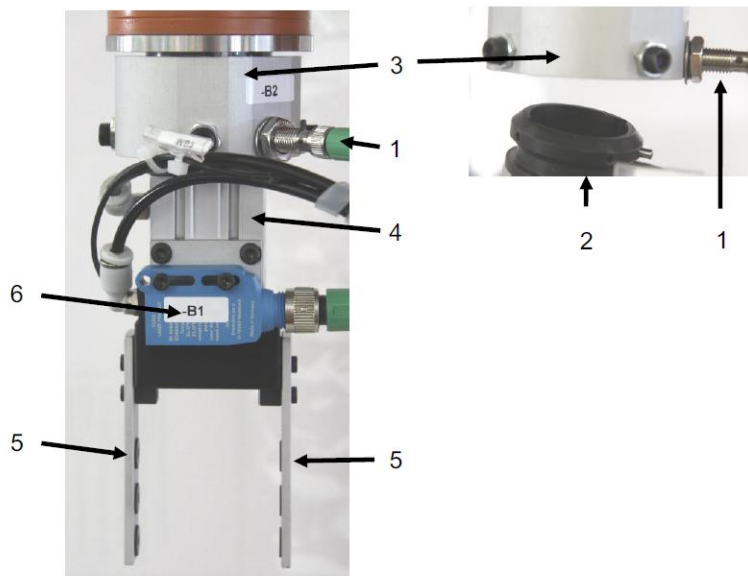
A KUKA robot pneumatikus megfogójába beépített szenzorrendszer érzékeli a munkadarab megfogást. A megfogó pneumatikus működtetése a robotkarba integrált belső pneumatikus funkcióegységek segítségével történik.

Tárgy megfogásának detektálása és az ütközés elhárítás biztonsági rendszere

Amikor a megfogó szerkezet felveszi a munkadarabot, a megfogóba beépített szenzoregység, érzékeli a megfogást és a megfogási funkció megjelenik a kézi vezérlőn.

A mechanikus tengelykapcsoló rendszer szenzoros helyzetérzékelő egysége megakadályozza a megfogó mechanikai sérülését véletlen ütközés esetén, azáltal, hogy megállítja a robotkart.

A jelzőtorony az esemény bekövetkezésekor pirosan villog és küld egy üzenetet a vezérlésnek.



59. ábra: Megfogó modul

1. Érzékelő a kioldó tengelykapcsolóhoz hozzárendelve
2. Kioldó tengelykapcsoló
3. Tengelykapcsoló tartó 4 rugós golyós előfeszítéssel
4. Pneumatikus megfogó nyitás/zárás funkcióval
5. Megfogó ujjak
6. Optikai jeladó egység a "Megfogó foglalt" jelzéshez

Pneumatikus csatlakozások az Agilus roboton

Az Agilus robot összesen 3 darab 3/2-es pneumatikus szeleppel van felszerelve és 6 db. munka csatlakozóval. Ezek közül kettő pneumatikus csatlakozó a megfogó nyitási és zárási funkcióit látja el, a többi fennmaradó csatlakozás szabadon felhasználható egyéb funkciók kialakítása esetén.



60. ábra: Pneumatikus csatlakozó felület

Szenzorrendszer

A KUKA robot érzékelő rendszere egy csatlakozó felülettel van felszerelve és ezáltal képes továbbítani a megfogó állapotait.



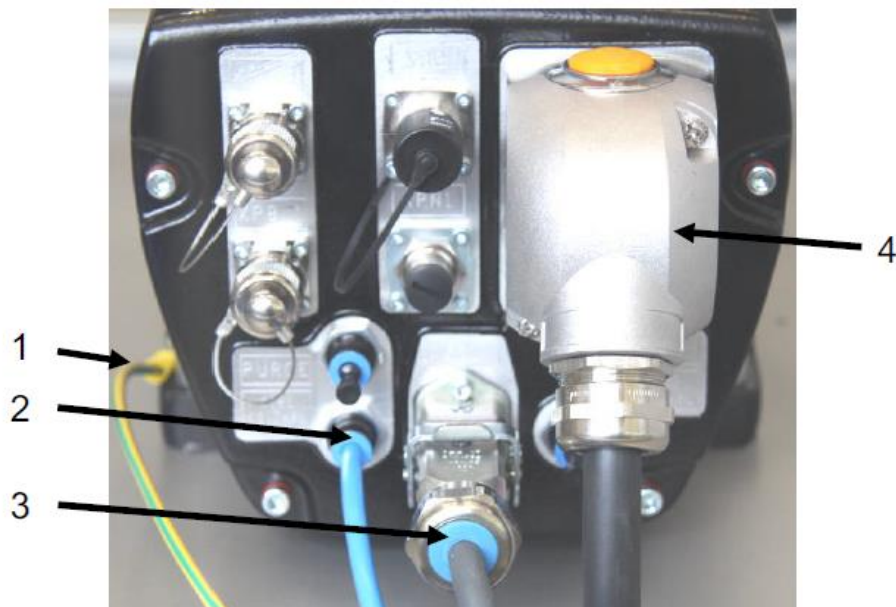
61. ábra: Szenzor csatlakozási felület

A következő jelek továbbítása az X41 csatlakozón keresztül történik:

- Megfogó nyitott véghelyzete
- Megfogó zárt véghelyzete
- Megfogó foglalt állapot (munkadarab jelenlét detektálása)
- Kioldó tengelykapcsoló állapota

Csatlakozások az alapon

A KUKA robot összes külső csatlakozója a robothoz csatlakozik egy csatlakozó bázison keresztül.



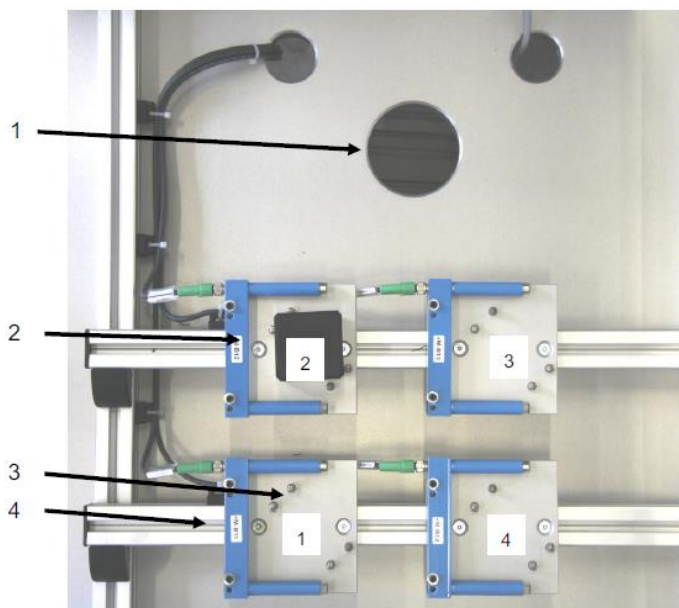
62. ábra: Robotrendszer csatlakozó felülete

1. Földelő kábel az alaphoz kapcsolva
2. Pneumatikus táplevegő csatlakozás
3. Jeladó csatlakozási felület
4. A robot motor csatlakozási kábelrendszere

Munkadarab tartó egység

A KUKA robotcella egy szenzorokkal által felügyelt munkadarab tartó rendszerrel van felszerelve. A munkadarabok kocka alakúak, azonos geometriával.

Az tartóállványok, amelyekre a kockák elhelyezhető, az alaplapon található a robot munkaterületén.



63. ábra: Munkadarab tartó egység

1. Rack nyílás a kocka csúszdához
2. Optovilla érzékelők kábel csatlakozóval
3. Munkadarab tartóállvány vezetőcsapokkal
4. Alapkeret alumínium profilból

Munkadarab adagoló csúszda

Az oktatórendszer alapfelszereltsége az előre meghatározott „Rack” egység programmal.

A robot a munkafolyamat során eltávolít egy kockát az mMS 4.0 rendszerről és elhelyezi a rendelkezésre álló munkadarab tartóba.

Miután megtelt a munkadarab tartó egység a további munkadarabok tárolása úgy történik, hogy az mMS 4.0 munkateréből az alaplapon lévő nyíláson keresztül egy csúszdára gyűjtjük a kockákat.

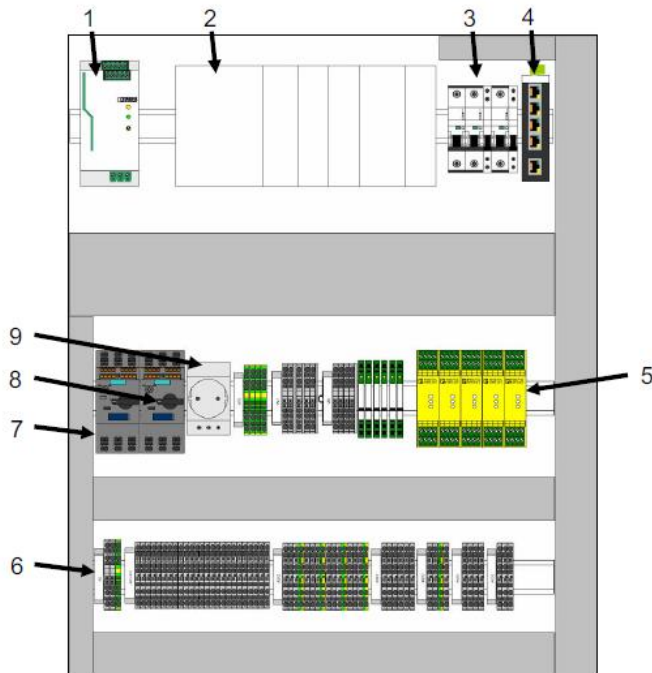


64. ábra: Munkadarab csúszda

1. Kocka csúszda
2. „Rack” nyílás a csúszdához

Vezérlőszekrény

A vezérlőszekrény átlátszó ajtókkal van felszerelve, ezáltal a gyakorlatok elvégzésénél látjuk a vezérlés pillanatnyi állapotát. A vezérlőszekrényben található az elektromos tápegység, az XM2200 robotvezérlés elektronikája a PROFINET modullal és I/O bővítő modulokkal, a biztonsági berendezésekkel, a kiegészítő biztonsági berendezésekkel és kapcsolóelemekkel.

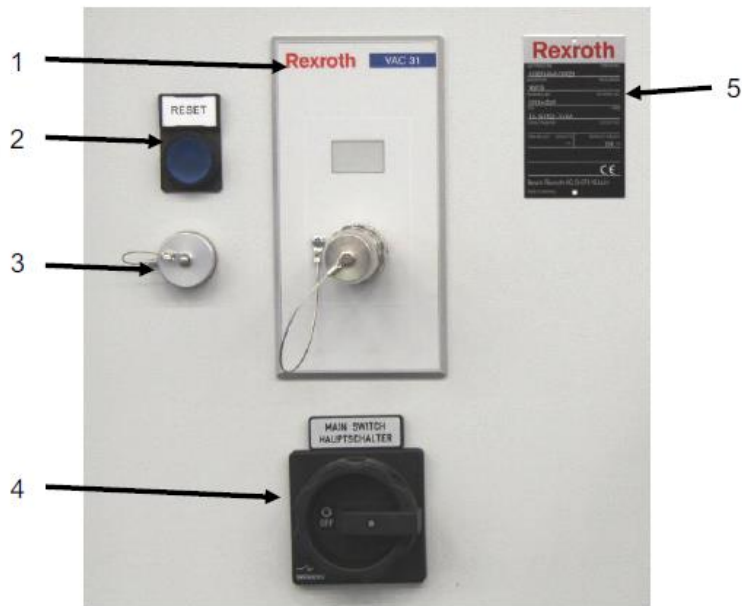


65. ábra: Vezérlőszekrény

1. Tápegység bemenet
2. XM2200 vezérlő PROFINET modullal és I/O egységekkel
3. Biztosítékok
4. Kapcsoló
5. Biztonsági berendezések a védőajtóhoz és VÉSZLEÁLLÍTÁS - hoz
6. Soros terminálok
7. A tápkapcsoló vezérlése
8. Tápkapcsoló a robothoz
9. Hálózati csatlakozás 230V AC, a robothoz

Csatlakozás és kezelőszervek a kapcsolószekrényen

A vezérlőegység oldalán további csatlakozó és kapcsolóelemek vannak elhelyezve.

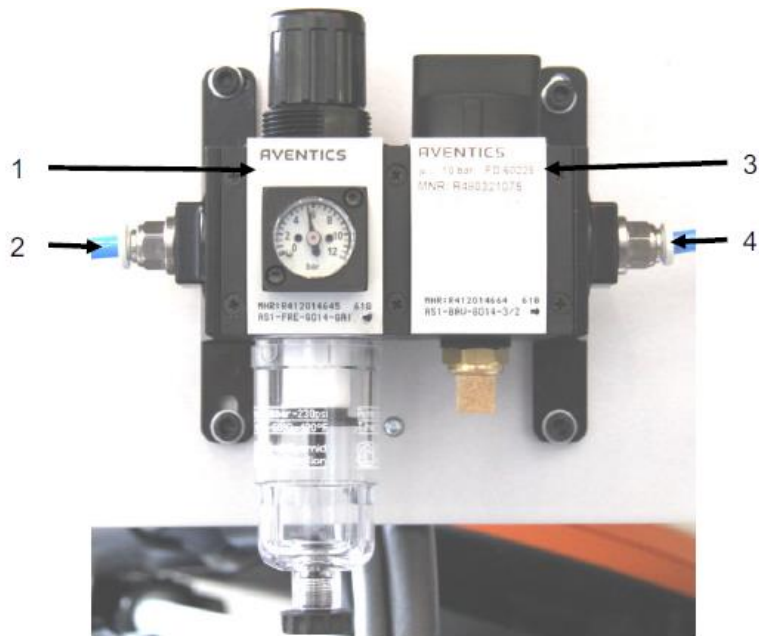


66. ábra: Csatlakozó és kapcsolók

1. VAC31 csatlakozódoboz a VH2110 kézi vezérléshez
2. Világító nyomógomb RESET (kék)
3. Ethernet csatlakozás
4. Főkapcsoló
5. Típus tábla

Pneumatikus levegő előkészítő egység

A pneumatikus levegő előkészítő a kompresszorból jövő sűrített levegőt szűri és a nyomásszabályozó beállítja a szükséges üzemi nyomást.



67. ábra: Levegő előkészítő egység

1. Levegő előkészítő egység szűrővel és nyomásszabályozóval
2. Bemeneti levegő csatlakozás
3. Elzáró szelep
4. Kimeneti levegő csatlakozás

Vész Stop kezelő és kijelző egység

Az oktatási gyakorlórendszer Vész Stop kapcsolóval van ellátva annak érdekében, hogy bármilyen nem kívánt esemény bekövetkezése esetén a robotrendszer azonnal balesetmentesen leállítható legyen.



68. ábra: Vész Stop nyomógomb a robotcellán



69. ábra: Vész Stop nyomógomb a mobil kezelőpanelen

Kézi vezérlő VH 2110

A kézi vezérlő segítségével elérhető és futtatható a rendszer összes folyamat- és beállítási funkciója. Minden vezérlési funkció, üzemmód, valamint beállítási paraméterek és kezelői üzenetek megjelennek a kijelzőn. A kezelői utasítások kényelmesen elkészíthetők a kézi vezérlő billentyűzete segítségével.

A VÉSZLEÁLLÍTÁS akkor hajtható végre, ha a kézi vezérlő Vész Stop kapcsolóját (1) csatlakoztatjuk a rendszerhez.

Használatkor a kézi vezérlőt csatlakozni kell a VAC 31 csatlakozóegységen keresztül a robotrendszerhez.

A már csatlakoztatott kézi vezérlő soha ne kapcsoljuk le a rendszerről működés közben!



70. ábra: Kézi vezérlőegység

1. VÉSZLEÁLLÍTÁS gomb
2. Sebességszabályozó
3. Érintőfunkciós kijelző
4. Csatlakozó vezeték
5. Nyugtázó gomb

16 KOLLABORATÍV ROBOTÁLLOMÁS MEGISMERÉSE

Ember és robot érintkezés nélküli együttműködése az okos gyárban

A robotok az elmúlt években sokféleképpen javították a munka világát. Védőkerítés felett és mögött látnak el általában veszélyes vagy olyan feladatokat, amelyeket emberek nem tudnak ergonomikusan elvégezni, vagy nem tudnak lépést tartani a gyorsasággal és a pontossággal.

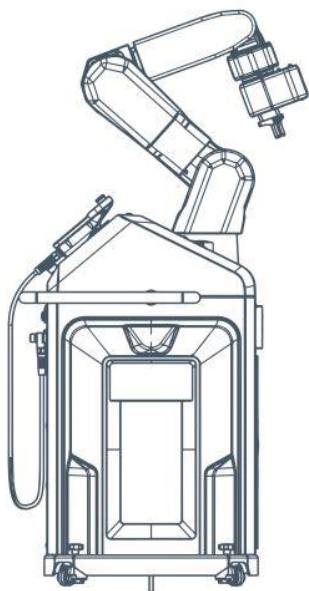
Kollaboratív robot alkalmazásánál az ember és a robot együtt dolgozik, ebben az összefüggésben a robot ilyenkor egyfajta asszisztensként van jelen. A két fél közötti intelligens kollaboráció lehetővé teszi az együttműködés új formáit, a meglévő folyamatstruktúrák optimalizálását, és nagyobb hatékonyságot eredményez. Hosszú távon nő az általános termelékenység.

Alább egy hat szabadságfokú kollaboratív robot kerül ismertetésre, mindazon elemek és modulok bemutatásával, ami által a robotkar megfelelő biztonsággal képes támogatni az ember tevékenységét.

APAS mobil asszisztens felépítése

Az APAS asszisztens mobile az okos gyárban (smart factory) rugalmasan használható, kollaboratív és mobil robot. Helytől függetlenül és különböző feladatokra használható. Az

intelligens robot alapú asszisztens elsősorban olyan végfelhasználóknak készült, akik szeretnék kihasználni a gyorsan és költséghatékonyan az új termékváltozatokhoz igazítható berendezések, a nagy robusztusság, az egyszerű anyagmozgatás és a magától értetődő kezelés előnyeit.



71. ábra: Kollaboratív robotállomás – APAS asszisztens

A robot jellemző paramétereit az alábbi táblázat foglalja össze:

ÁLTALÁNOS ADATOK	
Méreték (szé x ma x mé)	775 mm x 1600 mm x 730 mm
Magasság (kinyúló robot)	1900 mm
Magasság (szállítási helyzet)	1600 mm
Tömeg	kb. 230 kg
Tápegység	AC 230 V
Csatlakozók	Ethernet, EtherCat, E/A, nem szigetelt

2. táblázat: A robot jellemző paramétereit

ROBOT	
-------	--

Modell	Fanuc LR Mate 200 iD/7L
Felvételi és lerakási ciklus időtartama	berendezésspecifikus
Elérés	911 mm
TCP sebesség	0,5 m/s biztonságos sebesség érzékelőbőr általi felügyelet mellett a közeli tartományban
	2,3 m/s opcionális nagy sebesség a működési tartomány távfelügyeletével
Megismételhetőség	+/- 0,03 mm
Hasznos teher	max. 5,5 kg
Biztonsági érzékelő	érintkezésmentes (kapacitív)
megbízható biztonsági távolság	jellemzően 50 mm

3. táblázat: Robot

A beépített 3D-s képfeldolgozó rendszerrel és szabványos háromujjú megfogóval felszerelve az APAS mobil asszisztens rugalmas és sokoldalú automatizációs megoldássá válik. Míg a robot a képfeldolgozó rendszerrel a környezetét érzékeli, felismeri a megfogandó alkatrészeket, és megkülönbözteti őket egymástól, az APAS asszisztens érzékeny háromujjú megfogója az alkatrészek és termékek erőzáró megfogását teszi lehetővé. Ezáltal gyorsan és egyszerűen használható új tevékenységekre, és számos különböző gyártási feladatra.

A megfogó paraméterei

HÁROMUJJÚ MEGFOGÓ	
Működési elv	univerzális háromujjú megfogó
Erővezérlés	megfogási irányban állítható, 40–120 N
Pozícióvezérlés	0–130 mm nyitási átmérő
Hasznos teher	max. 2 kg

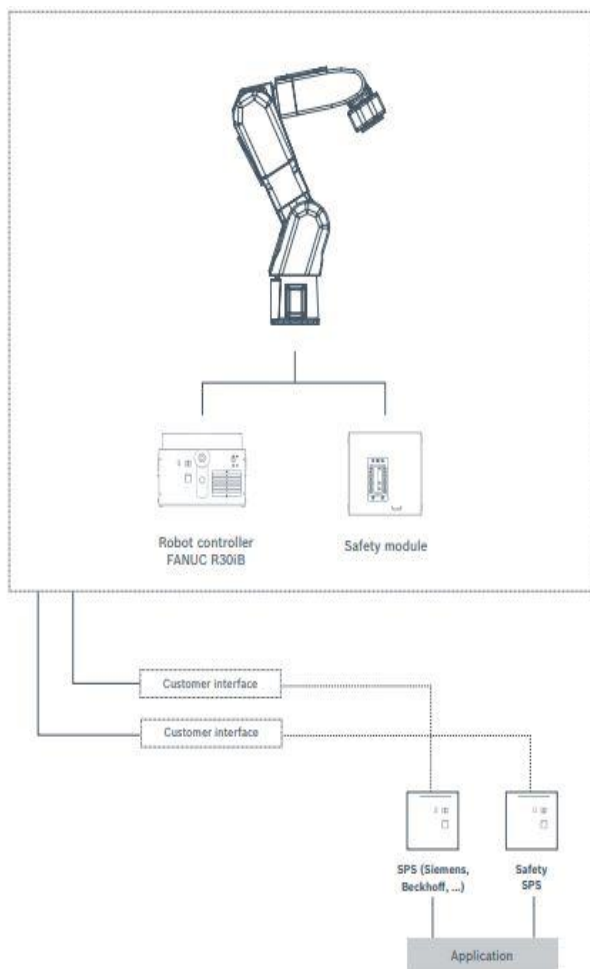
4. táblázat: Háromujjú megfogó

MEGJELENÍTÉS	
---------------------	--

A kamera áttekintése	2D monokróm
Pozicionáló kamera	3D, kalibrált sztereókamerák
Látómező	250 mm x 250 mm
Beépített világítás	1x infravörös

5. táblázat: Megjelenítés

A gyártósori APAS asszisztens az intelligens gyárban használható védőkerítés nélküli robot. Automatizációs összetevőként a mechatronikai rendszer létrehozására, vagy kiegészítésére egyaránt alkalmas, akár a meglévő struktúrák módosítása nélküli bővítésre is. A Fanuc LR Mate 200 iD / 7L felszerelésű asszisztens a robotvezérlőn keresztül programozható, ezáltal felhasználásra kerül a már meglévő know-how, és gyorsabban megkezdhető az ember és a robot kollaborációja.



72. ábra: Robotrendszer hálózati kiépítése

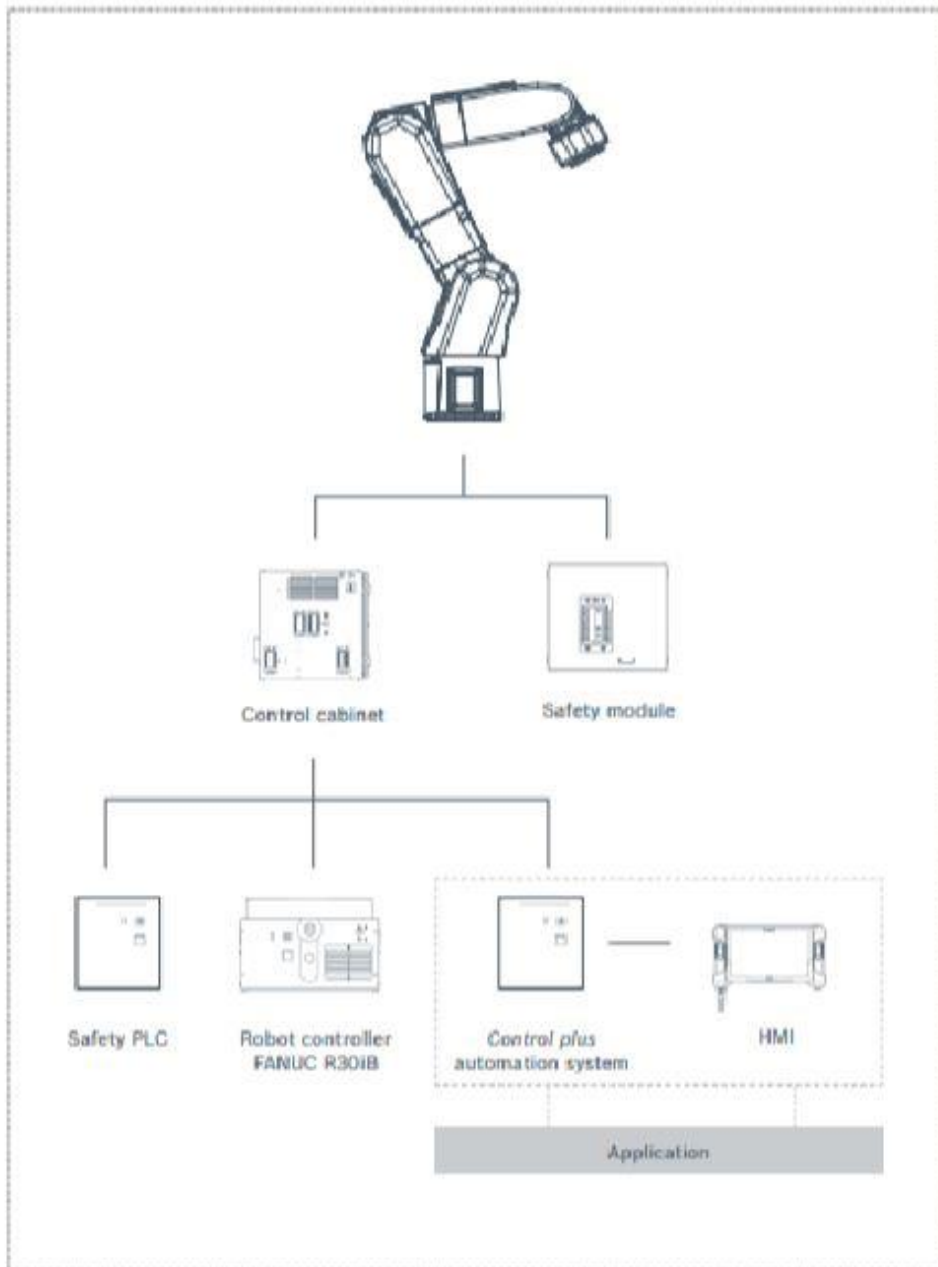
Robotparaméterek Fanuc LR Mate 200 iD/7L esetén

ROBOT	
Modell	Fanuc LR Mate 200 iD/7L
Felvételi és lerakási ciklus időtartama	berendezésspecifikus
Elérés	911 mm
TCP sebesség	0,5 m/s biztonságos sebesség érzékelőbőr általi felügyelet mellett a közeli tartományban
	2,3 m/s opcionális nagy sebesség a működési tartomány távfelügyeletével
Tömeg	kb. 35 kg
Megismételhetőség	+/- 0,03 mm
Hasznos teher	max. 5,5 kg
Biztonsági érzékelő	Érintésmentes (kapacitív)
megbízható biztonsági távolság	jellemzően 50 mm

6. táblázat: Robot

Gyártósori APAS asszisztens plusz

A gyártósori asszisztens bővített változatában a robot egy bővített vezérlőplatformmal van felszerelve. Ez egy átfogó, funkciók széles körével és számos alkalmazással és szoftverszolgáltatással rendelkező, a legújabb technológiákat használó vezérlőrendszer. Minden folyamat egy modern, objektumorientált fejlesztési környezetben egyesíthető, és könnyedén, strukturált módon megvalósítható. Minden funkció tesztelt, az interfészek a lehető legrövidebb időn belül megvalósíthatók, és a csatlakoztatott rendszerek vagy gépek azonnal használatra készek. A gép vezérlőpanelről (mPad) működtethető.



73. ábra: Robotrendszer bővített vezérlőplatformmal

Robot kapcsolószekrény jellemzők:

KAPCSOLÓSZEKRÉNY	
Méreték (szé x ma x mé)	550 mm x 600 mm x 600 mm
Tömeg	kb. 120 kg
Környezeti hőmérséklet	max. 32 °C

A robotkar csatlakozó- kábelének hosszúsága	kb. 3 m
Az érintőpad csatlakozó- kábelének hosszúsága	kb. 45 m
Elektromos tápellátás	1 / N / PE AC 230 V 50 Hz
Vezérlőfeszültség	DC 24 V
Teljes terhelés / rövidzárlati áram	7,4 A / 10 kA
Tápvezeték min.	3 x 2,5mm ² / 1 x 10mm ² PE
Biztosíték max.	16A gG
Védettségi osztály:	IP54
Javasolt vezeték-keresztmetszet	16 mm ²

7. táblázat: Kapcsolószekrény

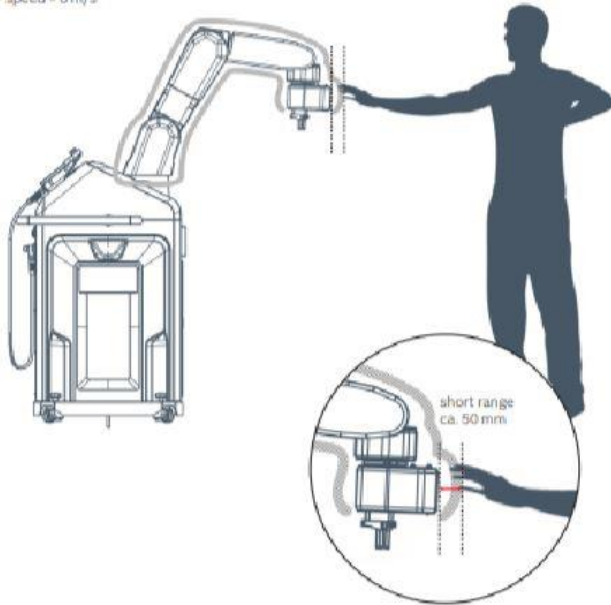
A kollaboratív robot biztonsági koncepciója

Érzékelőbőr általi felügyelet (közeli tartományban)

A kollaboratív robotok (kobotok) az ember környezetében dolgoznak. Ezért tehát a dolgozók megbízható felismerése és az ütközések elkerülése a legnagyobb prioritást élvezi. Az APAS asszisztens robotikai megoldásai automatikusan és minden érintés nélkül megállnak, amint egy ember túlságosan megközelíti őket. Ez az érzékelőbőrnek köszönhető, amely körülveszi a robotkart és figyel, hogy van-e ember az érzékelőbőr közvetlen környezetében. Még mielőtt az ütközés bekövetkezne, a robot biztonságos 0,5 m/s sebesség mellett önműködően felismeri az embert, és jellemzően 50 mm-es biztonságos kapcsolási távolságban megáll. Amint az ember elhagyta a közeli területet, az APAS asszisztens azonnal folytatja a munkát onnan, ahol előzőleg abbahagyta. Az érzékelőbőr az ember és a robot közötti együttműködéshez kínált csúcstechnológia, garantálja a dolgozó 3-as kategóriájú (kétcsatornás biztonságot nyújtó) biztonságos felismerését.

Detection in short range:

TCP speed = 0 m/s.



74. ábra: Működés ember környezetében

Automatikus sebességállítás - (távoli tartományban)

A robot közeli tartománya mellett az úgynevezett távoli tartomány is felügyelhető az APAS asszisztens automatikus sebességállító interfészén keresztül. Az interfész automatikusan szabályozza, és rugalmasan a környezethez igazítja a sebességet. Amíg nincs ember a robot működési tartományában, a robot 2,3 m/s sebességgel működik. Ha egy ember elvéti a távolságot, akkor az APAS asszisztens automatikusan biztonságos, 0,5 m/s sebességre vált. Ha a robotkar kevesebb, mint 50 mm-re van, az érzékelőt figyelő érzékelő kar megállítja a rendszert. Valójában ez nagyobb termelékenységet jelent a biztonság csökkenése nélkül.

A távoli tartomány felügyeletének eszközei

A távoli tartomány felügyeletére különböző eszközök léteznek, például lézerszkennerek, szőnyegek, fényzorompók stb.

fig. 1:

As long as the human being is outside the defined long range, the robot operates at an 4,6-increased speed of 2,3 m/s.

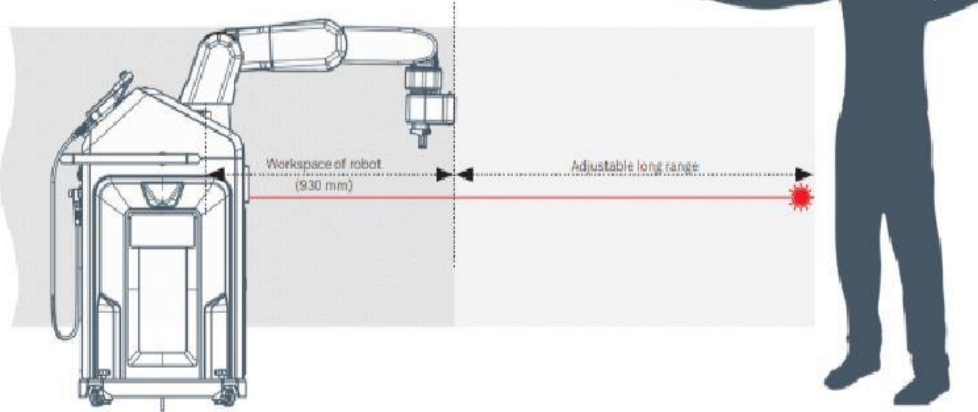
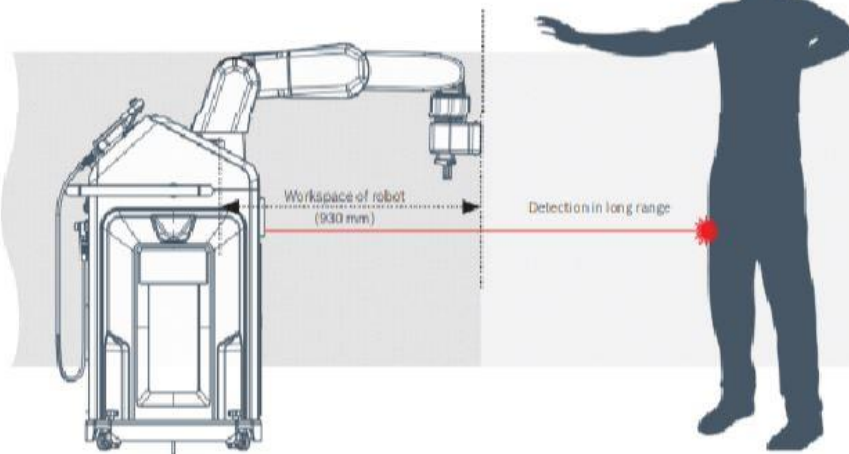


fig. 2:

Man enters the monitored area and is recognized, robot automatically switches to a safe speed of 0,5 m/s.



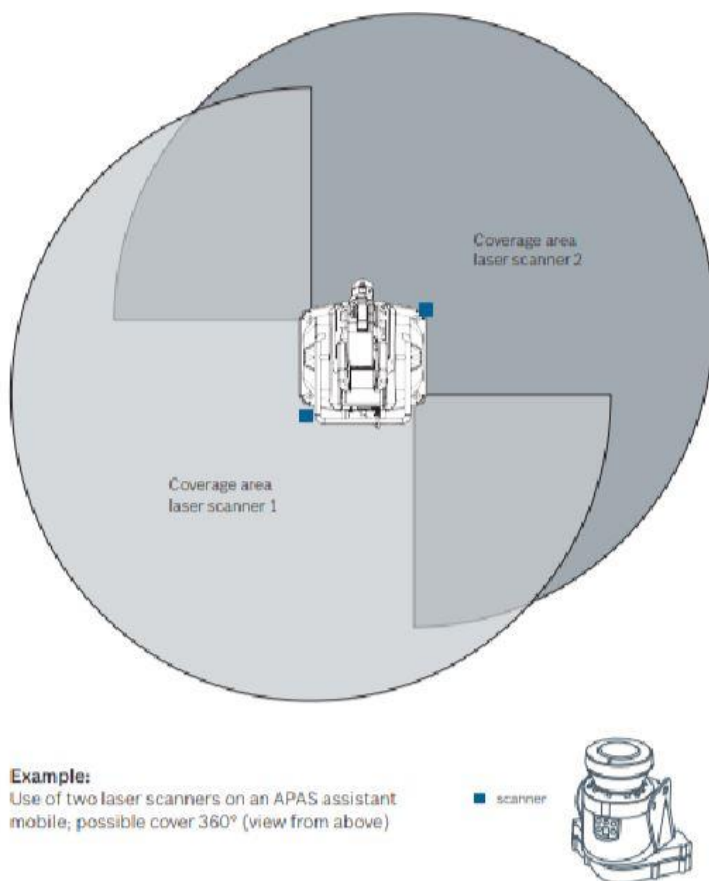
■ short range ■ long range

75. ábra: Robot – ember kapcsolat tartományok

A távoli tartomány felügyelete lézerekkel példáján

Eberek jelenlététől vagy távollététől függően szabályozza az APAS asszisztens működési sebességét. A távoli tartomány felügyelete nagyobb folyamatsebességet és a robot sebességének 4,6-szeresével csökkentett ciklusidőt tesz lehetővé. Amint az érzékelőből

közeledést észlel, a robot érintés nélkül megáll. A távoli tartomány az üzemi tartománytól 1,2 m minimális távolságra állítható be.



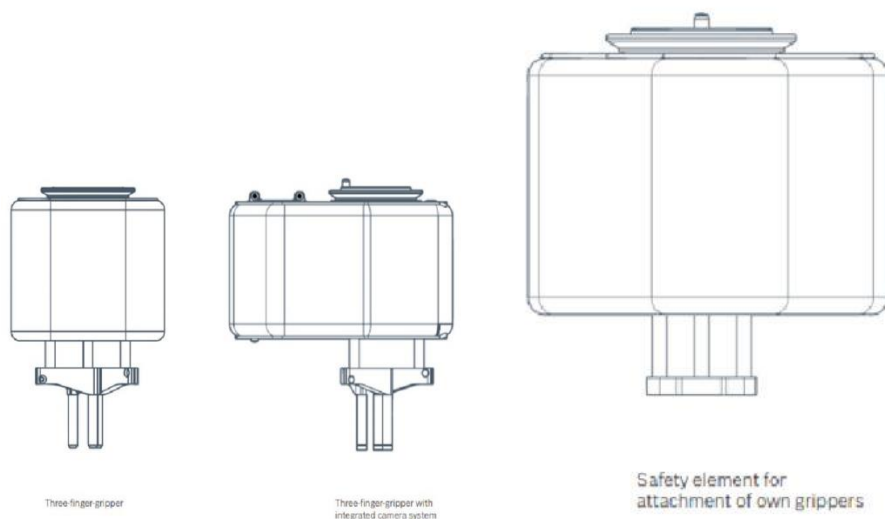
76. ábra: Érzékelési tartományok

A PÉLDÁBAN SZEREPLŐ LÉZERSZKENNER	
Modell	A biztonságos területet figyelő normál lézershkennner pl. SICK S-30B-3011BA
Védett tartomány	3 m
Felvételi szög	270°

8. táblázat: Lézerszkennner

Perifériák - megfogó rendszer

A megfogó rendszer lehetővé teszi különböző munkadarabok nagy pontosságú megfogását és különböző szerszámok kezelését. A specifikus megfogók is könnyen adaptálhatók.



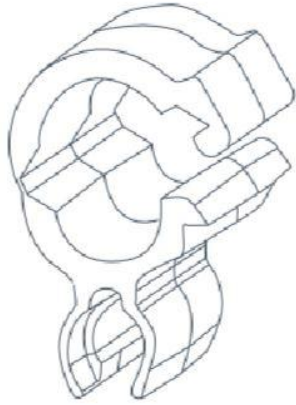
77. ábra: Megfogó rendszer

Pneumatika csomag




A pneumatikus vezetékek kapcsokkal az érzékelőbőr csöveihez erősíthetők és szükség esetén eltávolíthatók. A pneumatikus vezeték átmérőjétől függően a következő csatlakozási lehetőségek valósíthatók meg:

CSATLAKOZÁSI LEHETŐSÉGEK	
Legfeljebb 4 vezeték (tömlővéggel)	Ø 4 mm
Legfeljebb 2 vezeték (tömlővéggel)	Ø 6 mm
Legfeljebb 1 vezeték	Ø 8 mm

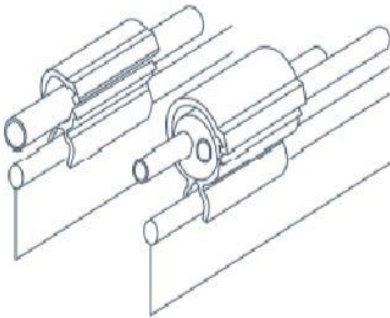
9. táblázat: Csatlakozási lehetőségek



Available mounting clips

-  3 x Ø 4 mm
-  4 x Ø 4 mm
-  2 x Ø 6 mm

78. ábra: *Pneumatikus csatlakozás*



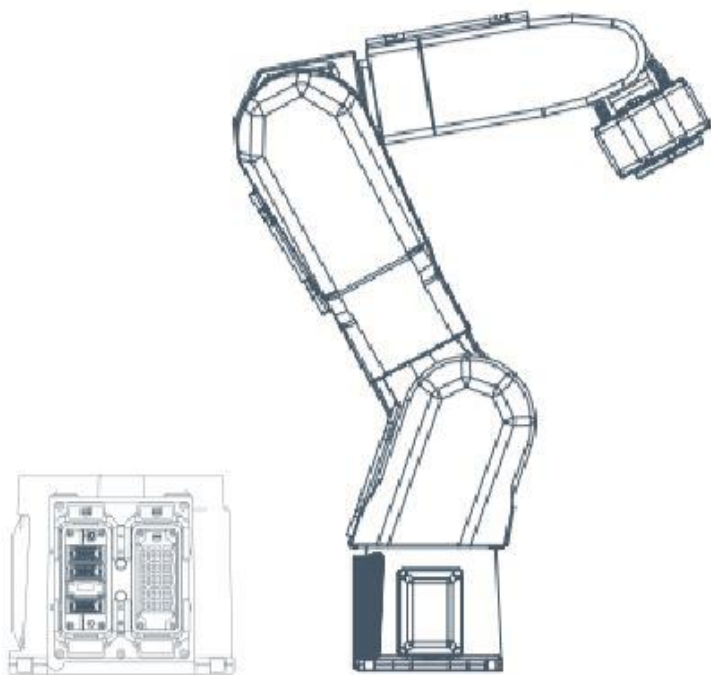
Cable routing via small clip or
via hose nozzle in large clip

79. ábra: *Pneumatikus tömlők rögzítése*

Beüzemelés

Hátoldali csatlakozó

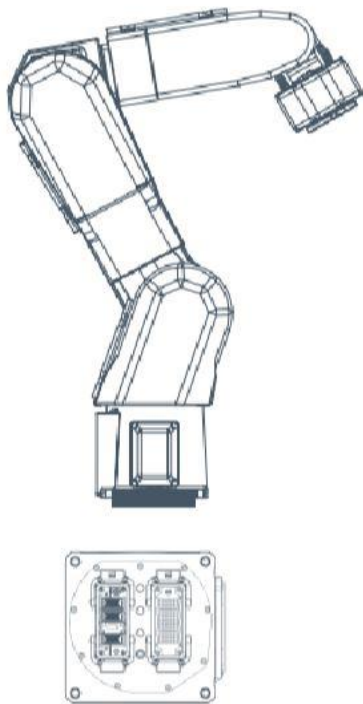
Normál változatban elérhető mobil és gyártósori APAS asszisztenshez



80. ábra: Hátoldali csatlakozási felület

Alsó csatlakozó

Opcionálisan elérhető a gyártósori APAS asszisztenshez.



81. ábra: Alsó oldali csatlakozási felület

Az érzékelő rendszer részei és működési elve



82. ábra: Hat szabadságfokú kollaboratív robotkar érzékelőbőr rendszere

A robotkaron az egyes tengelyek érzékelő „bőrrel” vannak ellátva, a robot az ember környezetében ezáltal lelassítja, vagy adott esetben leállítja a mozgását.



83. ábra: Érzékelő modul, 1. tengely



84. ábra: Érzékelő modul, 2. tengely



85. ábra: Érzékelő modul, 3. tengely



86. ábra: Érzékelő modul, 4. tengely

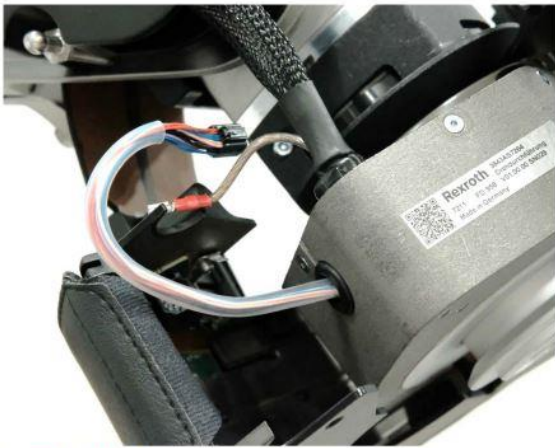


87. ábra: Érzékelő modul, 5. tengely

A robot a biztonságos működés érdekében szenzormodullal van ellátva.



88. ábra: Szenzormodul illesztése



89. ábra: Szenzormodul illesztése 2.

Az érzékelőbőr beépítése révén az alábbi feladatok megfelelő biztonsággal kivitelezhetőek:

- Működés és az mMs rendszer kiszolgálása
- Hibadiagnosztika
- Betanítás (finombeállítás) és működésvizsgálat
- Beüzemelés és karbantartás
- Biztonságtudatosság

Az érzékelőbőr működése

- Az APAS asszisztens legnagyobb és legfontosabb védelmét az érzékelőbőr jelenti. Ha egy idegen objektumot, például emberi kezet érzékel, a robot megáll (biztonságos megállás). Az idegen tárgy eltávolításával a robot automatikusan tovább folytatja a berendezés munkatervét.
- Mindez fénySOROMPÓ, vagy védőkerítés nélkül lehetővé teszi a biztonságos működést, amely egyben az ember és a robot közötti együttműködés (MRK) kulcsfontosságú technológiája.
- Az érzékelőbőr kapacitív érzékelők csoportjából áll, amelyeket bőrborítás véd.



90. ábra: Érzékelőbőr működése, tudományos alapok

Dielektrikum és dielektromos tényező

Ha a kondenzátorlemezek közötti teret szigetelő anyaggal töltjük ki, akkor a kondenzátor kapacitása, az ϵ_r tényezővel nő.

Az elektromos mező szigetelő anyagot dielektrikumnak nevezünk (Faraday után).

- Az ϵ **permittivitás**, a **dielektromos vezetőképesség**, vagy **dielektromos funkció** az anyagnak az a tulajdonsága, hogy elektromos mezők hatására elektrodinamika, vagy elektrosztatika esetén megindulhat benne az elektromos pólusátrendeződés.

Permittivitás

A permittivitás egyértelműen függ az elemtől. Az emberi test nagy része vízből áll, ennél fogva könnyen érzékelhető.

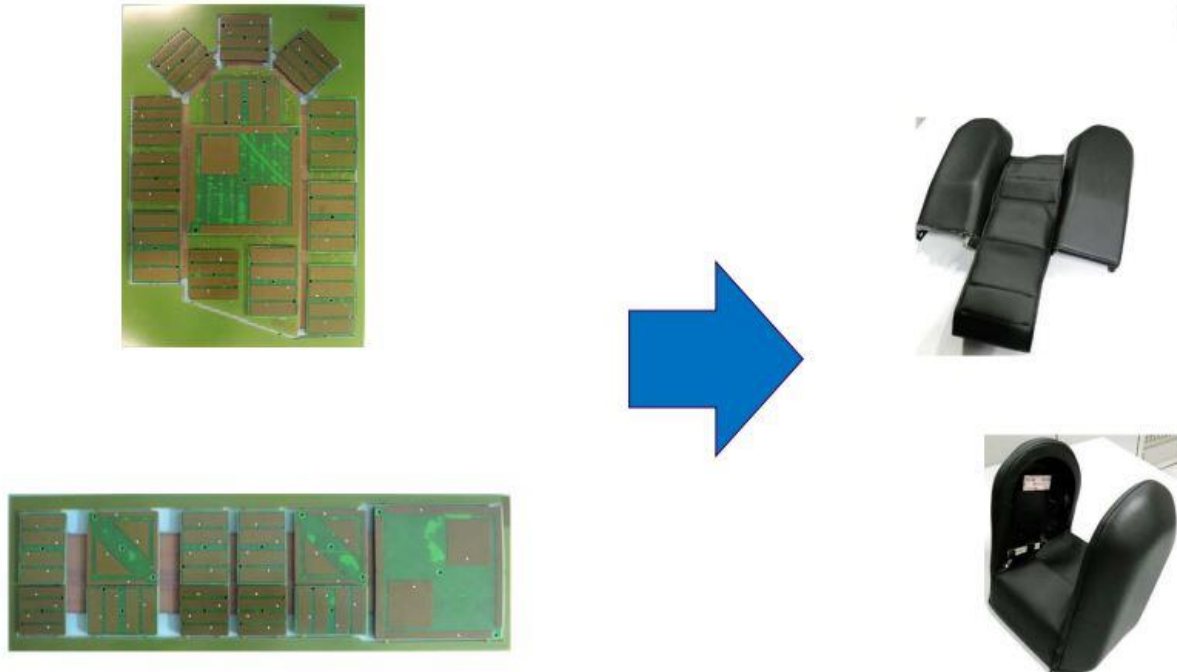
Az érzékelőbőr, kialakításánál fogva megbízhatóan képes felismerni az emberi kezet, kart vagy vállat.

A legtöbb esetben a műanyagot és az üveget nem ismeri fel, vagy nem ismeri fel biztonságosan.

Elem	ϵ_r
Vákuum	1,00000
Levegő	1,00059
Papír	1...4
PTFE	2
Fa	2...3,5
Üveg	6...8
Víz	80..88

10 táblázat: Különböző anyagok ϵ_r tényezője

Az érzékelést a robotnál „érezkelőbőr” alapú nyomtatott áramkörti kártyák adják az alapját.



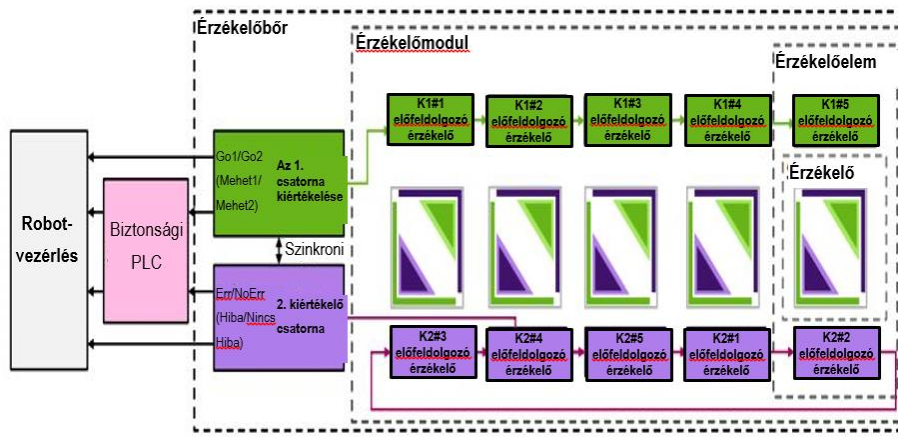
91. ábra: Az érezkelőbőr technológiája



92. ábra: Érzékelőbőr – robot rendszer

Az érzékelő rendszer jellemzői az alábbiak:

- Két csatornás rendszer
- Redundanciának köszönhető, nagy megbízhatóság → EN ISO 13849-1
- Vonal topológia: Az érzékelők sorba vannak kötve.
- Kábelszakadás esetén a készülék biztonságosan megáll.

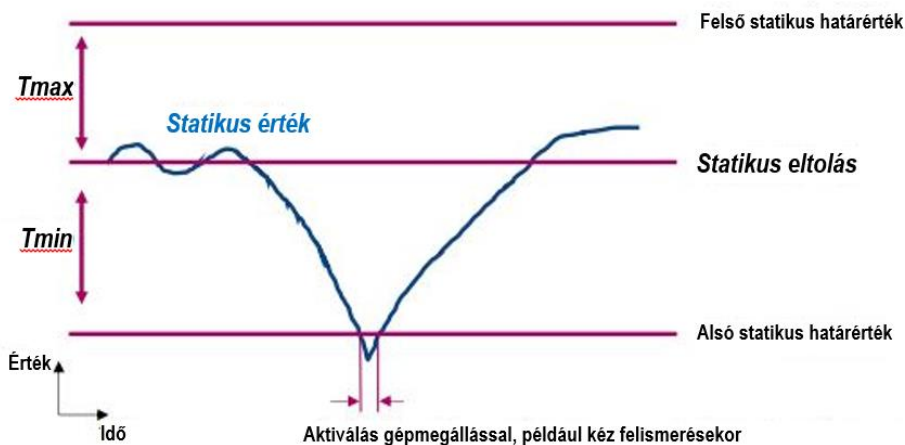


93. ábra: Közelítésérzékelés

- **Statikus felismerés jellemzői:**
 - Az érzékelők kapacitásának pozitív vagy negatív változása a kiinduló értékhez képest.
 - **Tmin** és a **Tmax** paraméter → egyedi határértékek érzékelőnként.
 - Távolságtól és vezetőképességtől függően a kapacitás nő, vagy csökken.

- **Dinamikus felismerés jellemzői:**
 - Az objektumok érzékelőhöz viszonyított mozgása.
 - Numerikus megkülönböztetés és összesítés.
 - Kezelés a **DynTC** paraméterrel → egyedi időállandó az egyes érzékelőkhöz.
 - **DynLimit** határérték → globálisan az összes érzékelőhöz.

Statikus felismerés jelleggörbéje



94. ábra: Statikus felismerés jelleggörbéje

Statikus eltolás = inicializálás kapacitív értéke

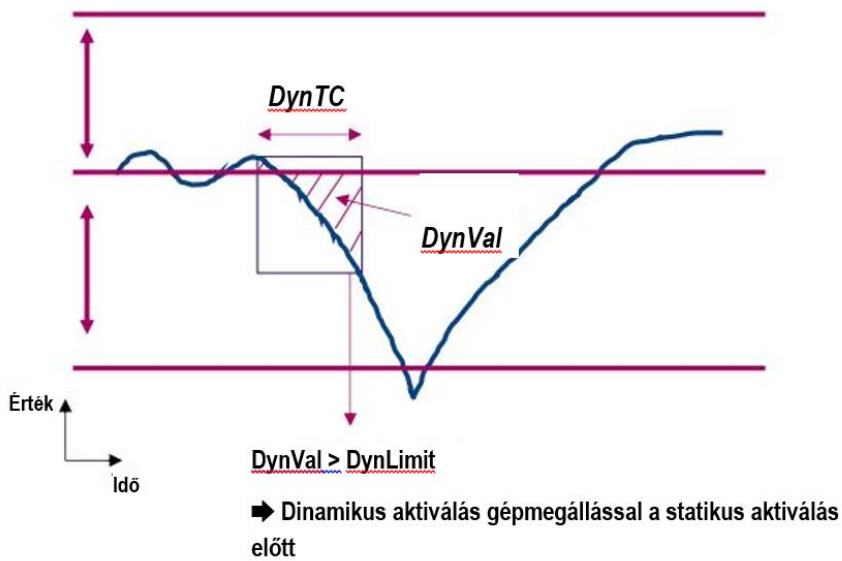
Statikus érték = tényleges kapacitív érték

Dinamikus felismerés jelleggörbéje

Korai felismerés dinamikus aktiválással

A *DynTC* paraméterrel és a *StaticVal* tényleges mért értékkel kiszámítható a *DynVal* integrál. Ez a mező módosítás tényleges értékét mutatja.

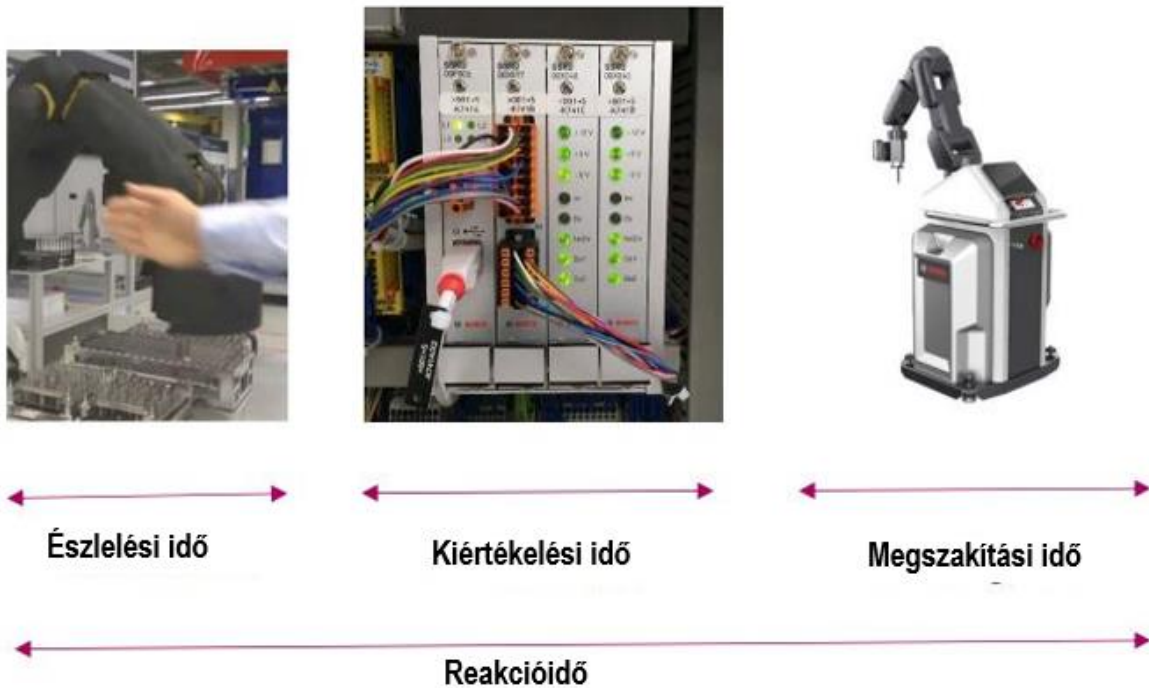
- *DynTC* = dinamikus időállandó (paraméter)
 - Magasabb *DynTC* esetén csökken a dinamikus érzékelőaktiválás
- *DynVal* = Tényleges dinamikus integrálérték
- *DynLimit* = Dinamikus aktiválási határérték (paraméter)



95. ábra: $DynVal > DynLimit$

Az aktiválás reakcióideje

A statikus és dinamikus aktiválás határérték-paraméterei beállíthatók úgy, hogy az APAS asszisztens legfeljebb 0,5 m/s felügyelt szerszám-középpont sebességgel történő mozgások esetén biztonságosan, érintés nélkül megálljon az érzékelhető objektum előtt. Biztonságosan felismerhetők a vezetőképes, emberi kéz méretű objektumok (a kéz biztonsága).



96. ábra: Érzékelési idők

Megengedett üzemmódok

Az APAS asszisztens az összeszerelésben használható, különböző anyagmozgatási műveletekhez kisméretű termékek esetén, valamint a kezelőt segítheti az ismétlődő feladatok során. Ezenkívül az APAS asszisztens használható önálló készülékként is kollaboratív üzemben, védőburkolat nélkül.

Az APAS asszisztens munkadarabok mozgatása céljából tervezték és hozták létre.

A mozgatható munkadarabok (névleges) műszaki adatai:

- A munkadarab maximális tömege: 2 kg
- Maximális méret: \varnothing 120 mm
- A munkadaraboknak alkalmasnak kell lenniük az APAS asszisztenssel általi mozgatásra

Biztonsági eszközök a gépen - beüzemelt biztonsági eszközök

Az APAS asszisztens a kezelőszemélyzet, a környezet és a rendszer védelme érdekében a következő biztonsági berendezésekkel van felszerelve:

Sorsz.	Leírás
1	Főkapcsoló
2	VÉSZLEÁLLÍTÓ gomb a kezelőpanelen
3	VÉSZLEÁLLÍTÓ gomb az érintőpanelen
4	Az állomás állapotjelző lámpája
5	Hibák kijelzése az érintőpanel kijelzőjén
6	Érzékelőbőr ciklikus öndiagnózissal <ul style="list-style-type: none"> Az APAS asszisztenshez közelítve az érzékelőbőr megszakítja a mozgást. Az érzékelőbőr hibája VÉSZLEÁLLÍTÁST vált ki.
7	A robot maximális sebességének 500 mm/s-ra történő korlátozása.
8	A robot maximális sebességének 50 mm/s-ra történő korlátozása a közeli tartományban.
9	Rugóterheléses fogóujjak <ul style="list-style-type: none"> A fogóujj rugójának összenyomása (30 N maximális ütközési erő 50 mm/s-nál) VÉSZLEÁLLÍTÁST vált ki. Az ujsérülések megelőzése érdekében a fogóujjak átmérője nem lehet kisebb a normál fogóujjakénál. Hegyes és éles szélek nem megengedettek!
10	A fogóujj túl nagy rugóterhelésének hatástalanítása 5 percre korlátozott.
11	Megerősítő gomb az átkötött érzékelőbőrrel történő mozgás engedélyezéséhez.
12	Biztonsági vezérlő <ul style="list-style-type: none"> A robotvezérlő-rendszer, az érzékelőbőr és a fogóujjak ciklikus önellenőrzése. A hiba VÉSZLEÁLLÍTÁST vált ki.

11. táblázat: Biztonsági eszközök

A biztonsági eszközök áttekintése

A főkapcsoló és a VÉSZLEÁLLÍTÓ gombok helye



97. ábra: Vészleállítás

FIGYELEM!

A VÉSZLEÁLLÍTÓ gomb megnyomása, vagy a megfogó túl nagy rugóterhelése VÉSZLEÁLLÍTÁST vált ki. VÉSZLEÁLLÍTÁS esetén a robotkar azonnal megáll.

Indítás előtt az érintőpanelt fel kell szerelni úgy, hogy a kezelő bármikor gyorsan és könnyen hozzáférjen a VÉSZLEÁLLÍTÓ gombhoz.

A rendszer két további VÉSZLEÁLLÍTÓ gombbal van felszerelve:

Az egyik a Fanuc vezérlő védőburkolata alatt, a másik a Fanuc panelen található.

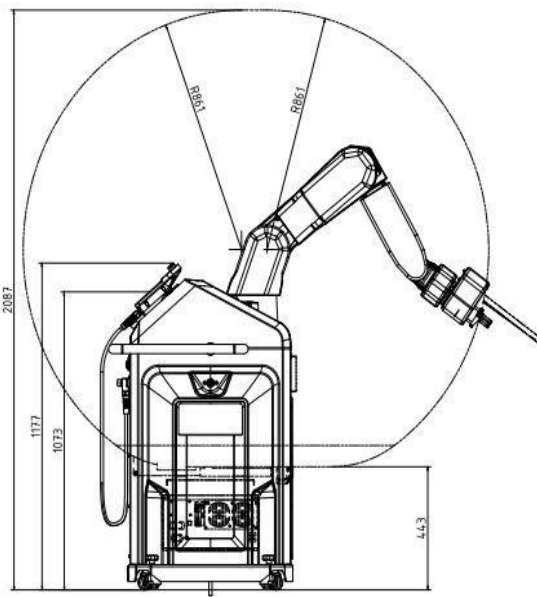
Opcionálisan egy további VÉSZLEÁLLÍTÓ gomb csatlakoztatható az APAS asszisztenshez.

VÉSZLEÁLLÍTÁS — a hatótávolság oldalnézetben

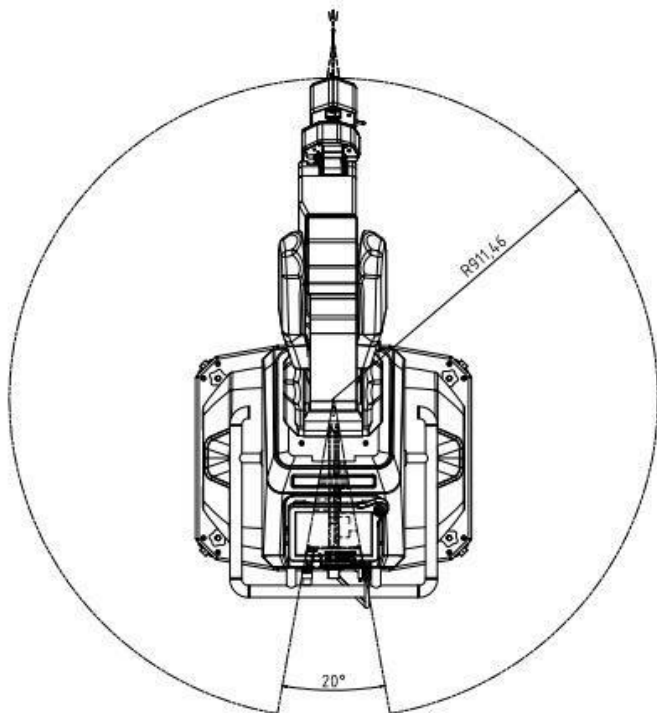
VÉSZLEÁLLÍTÁST az alábbiak váltják ki:

- valamelyik VÉSZLEÁLLÍTÓ gomb megnyomása
- a megfogó túl nagy rugóterhelése

A VÉSZLEÁLLÍTÁS hatótávolsága megegyezik a robotkar működési tartományával.



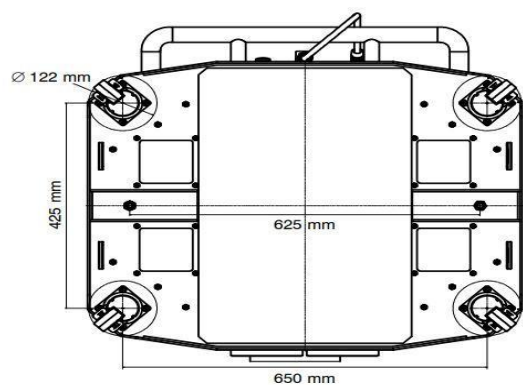
98. ábra: Robotkar működési tartománya



99. ábra: VÉSZLEÁLLÍTÁS — a hatótávolság felülnézetben

Az APAS asszisztens padlóhoz történő rögzítése

Az APAS asszisztens kétféleképpen rögzíthető a berendezéshez. Az APAS asszisztens rögzíthető a helyén az alaplemezen lévő két csillagfogantyús csavarral, vagy az alappokereten lévő két C-sín segítségével a berendezésen lévő mindenkorri eszközhöz.



100. ábra: Rögzítés módja

A berendezés részei



101. ábra: Berendezés részei

Elem	Megnevezés	Elem	Megnevezés
1	Szállítógörgők	2	Az állomás lámpája
3	VÉSZLEÁLLÍTÓ gomb	4	Fogóujj
5	APAS fej	6	Robotkar, gyártmánya: Érzékelőbőrrel felszerelt Fanuc
7	Megerősítő gomb (vissza az érintőpanelre)	8	Érintőpanel
9	VÉSZLEÁLLÍTÓ gomb	10	Vezérlőpanel
11	Főkapcsoló	12	Kulcsos kapcsoló

12. táblázat: A berendezés részei

APAS megfogó fej (alulnézetben)



102. ábra: APAS megfogó fej (alulnézetben)

Elem	Megnevezés	Elem	Megnevezés
1	Kamerák	2	Érzékelőbőr
2	Normál fogóujjak		

13. ábra: APAS megfogó fej

Robotkar



103. ábra: Robotkar felépítése

Elem	Megnevezés	Elem	Megnevezés
1	1. tengely (360°)	2	2. tengely (200°)

3	3. tengely (200°)	4	4. tengely (380°)
5	5. tengely (240°)	6	6. tengely (360°)

14. ábra: Robotkar

APAS sebességkapcsoló (opcionális)



104. ábra: APAS sebességkapcsoló

Elem	Megnevezés	Elem	Megnevezés
1	Példa: Biztonsági lézerszkenner		

15. táblázat: APAS sebességkapcsoló

Leírás

Az APAS sebességkapcsoló kiegészíti az APAS asszisztens biztonsági koncepcióját. Ennek eredményeként az érzékelőbőr (közeli) észlelési tartománya egy nagyobb (távoli) észlelési tartományra növelhető a célra alkalmas védőberendezések (például biztonsági lézerszkenner) (1) segítségével.

Ezáltal az APAS sebességkapcsoló aktiválásakor az APAS asszisztens robotkarja 4,6-szoros sebességgel képes mozogni. Ha valaki belép a távoli tartományba, a robotkar sebessége a maximális 2300 mm/s-ról 500 mm/s-ra csökken. A távoli tartomány elhagyásakor a sebesség automatikusan újra megnő.

Aktiválás és üzemállapotok

Az APAS sebességkapcsoló a vezérlőpanel 5-ös gombjával kapcsolható be vagy ki.

Az állomás lámpájának jelei mellett az APAS sebességkapcsoló kijelzi a következő további üzemállapotokat:

- Zöld/sárga villogó fény: Az APAS sebességkapcsoló aktiválva van, és a távoli tartomány szabad.
- Kék/sárga villogó fény: Az APAS sebességkapcsoló aktiválva van, a távoli tartomány szabad, és egy üzenet látható a HMI-n. Kezelői beavatkozás szükséges.

A funkció leírása

Az APAS asszisztens kialakításából adódóan képes teljesen ellátni a mozgatási feladatokat kisebb, gyakran változó tétel nagyságok esetén, vagy együttműködően támogatni a kezelőt a munkája elvégzésében.

Jellemző feladatok

Az APAS asszisztens jellemző feladatai a következők:

- gépek feltöltése és kiürítése
- munkadarabok átrendezése
- raklapozás
- egyszerű összeszerelési műveletsorok
- tesztelési feladatok

Az APAS asszisztens három fogóujjal megfog egy munkadarabot, és lerakja a konfigurált átrakási pozícióban. Az eltávolítási és átrakási pozíciók szabadon beállíthatók a robotkar működési tartományában.

Kollaboratív üzem

A robotkart és az APAS fejet érzékelőbőr borítja. Ha egy ember vagy objektum és az érzékelőbőr közötti távolság kisebb a biztonsági távolságnál, akkor az APAS asszisztens megáll. Amint az érzékelő terület ismét szabaddá válik, az APAS asszisztens automatikusan tovább dolgozik.

A robot APAS sebességkapcsolóval beállított maximális sebessége 500 mm/s vagy < 2300 mm/s (opcionális).

17 KOLLABORATÍV ROBOTÁLLOMÁS ALAPISMERETEK

Célok és projektfeladat lehetőségek

- A biztonsági rendszer áttekintése
- Alapvető képfeldolgozás / referenciajelölő
- Biztonság követelmények megfogalmazása
- Munkaterv létrehozása
- Különböző gyakorló feladatok
- Kivitelezhetőségi vizsgálat

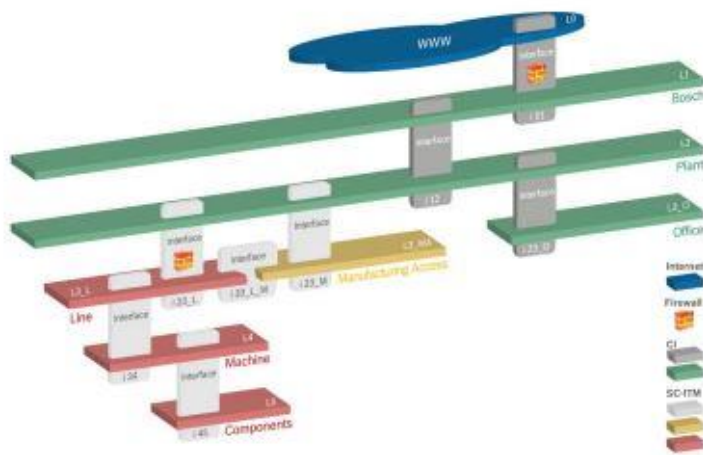


105. ábra: APAS kollaboratív robotállomás

Csatlakoztatás

- Hálózati csatlakozás 230 V
- Opcionálisan csatlakoztassa a hálózathoz a készüléket

Állítsa be az IP-címeket, és csatlakozzon a megfelelő hálózathoz (piros, kérdezze meg a helyi ITM-et)



106. ábra: Hálózati struktúra

Mozgatás kiindulási helyzetbe

- Kapcsoljuk be a készüléket
- Jelentkezzünk be kezelőként
- Mozgassuk a robotkart kiindulási helyzetbe



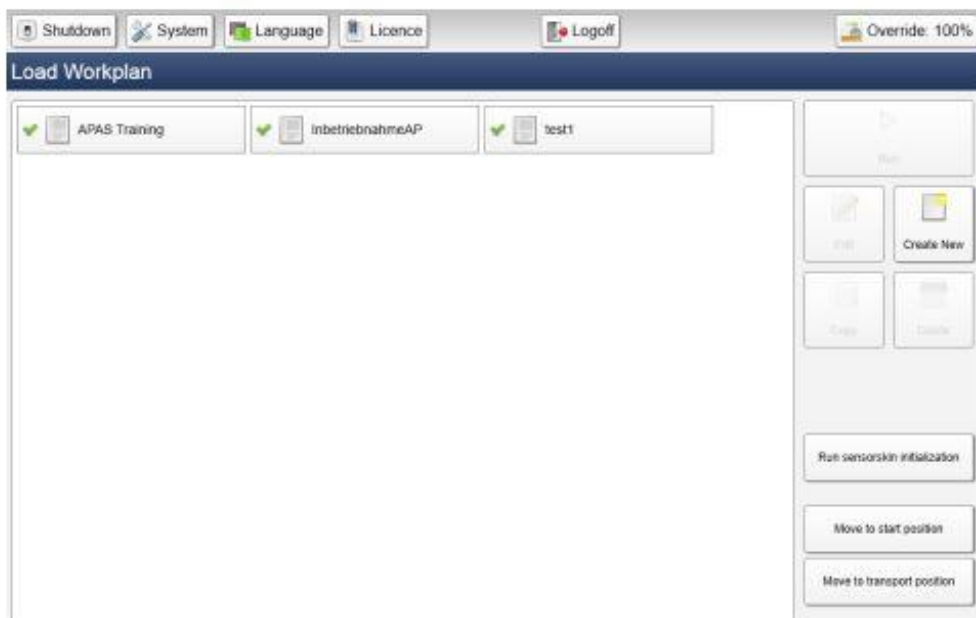
107. ábra: Start helyzet beállítása



108. ábra: Az érzékelőbőr inicializálása

Feltételek:

- A bőr minden eleme legyen szabadon (legalább 20 cm távolságban)
- Mozgás közben ne érjünk hozzá
- Indítsuk el a mozgást



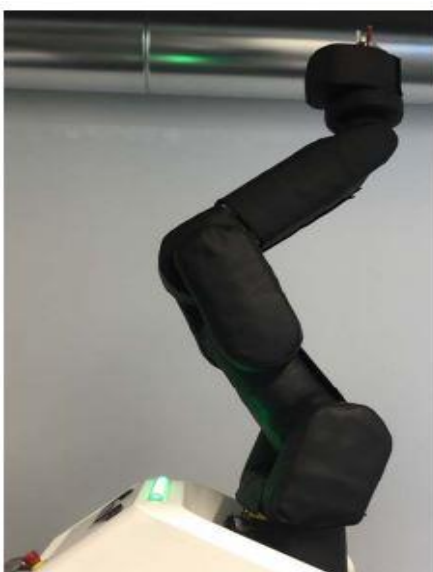
109. ábra: Robot installációs menü ablak

Az érzékelőbőr átkötése

- Csak akkor fogjunk hozzá, miután megvolt a balesetvédelmi és biztonsági oktatás
- Tartsuk be a biztonsági kulcsok használatának helyi előfeltételeit
- Aktiváljuk a kulcsot
- Nyomjuk meg a biztonsági kapcsolót a panel hátoldalán
- Kapcsoljuk be a vezérlőt



110. ábra: Az érzékelőbőr átkötése

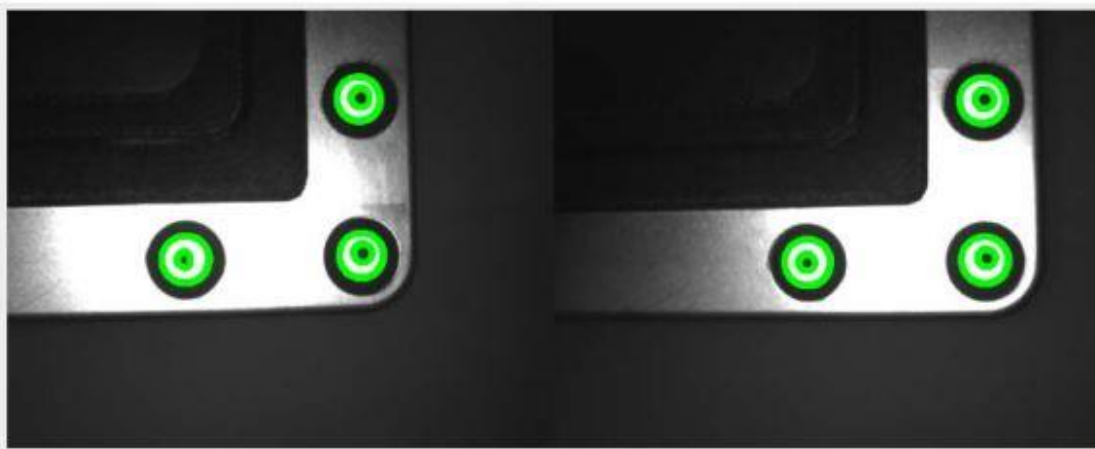


111. ábra: Az érzékelőbőr átkötése 2.

Képfeldolgozás - referenciapontok

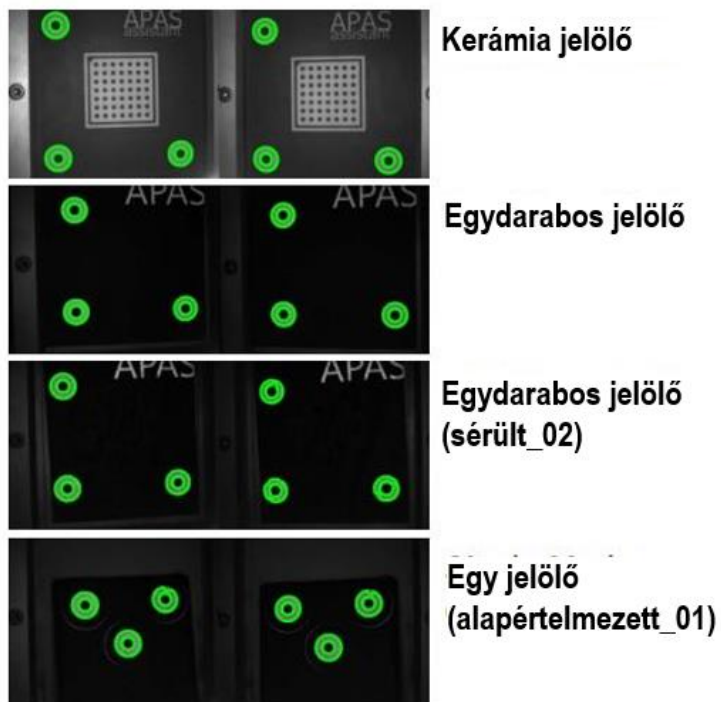
A jelölő minősége és a jelölő érzékelése döntő hatással van a pozicionálás pontosságára.

- Nullpont-referencia mozgó, vagy álló objektumokhoz
- Kamerafejjel elérhető
- Optimális távolság: 150 mm
- Középre igazított és teljes méretű kép



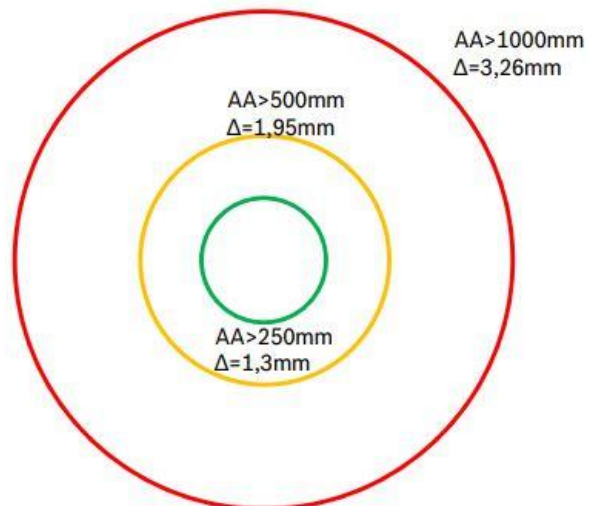
112. ábra: Szórás és referencijelölő

- A jelölő ciklikus megközelítése és az aktuális pozíciók szórásának kiszámítása
- $$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right]}$$
- Az eredmények megjelenítése a referencia körüli üzemi tartományként

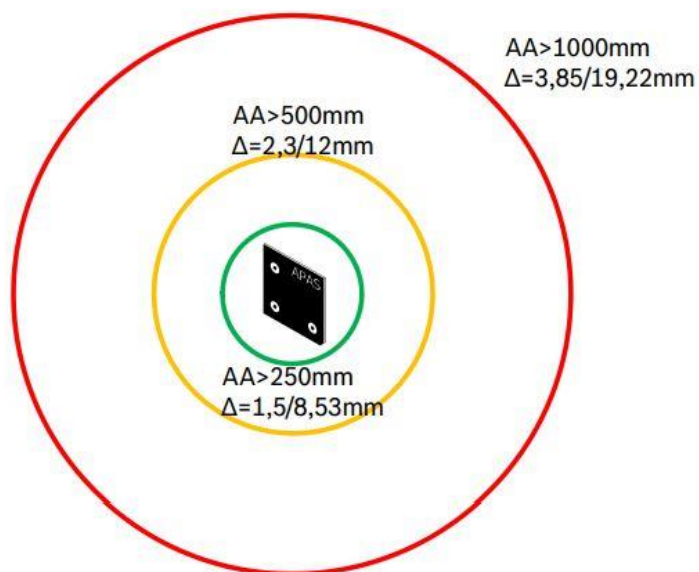


113. ábra: Jelölők a rendszer beállításához

Pozicionálási pontossági paraméterek



114. ábra: Pozicionálási pontosság az üzemi tartományban – optimális



115. ábra: Pozicionálási pontosság az üzemi tartományban – sérült jelölő

Legrosszabb eset, ha fényvisszaverő a jelölő

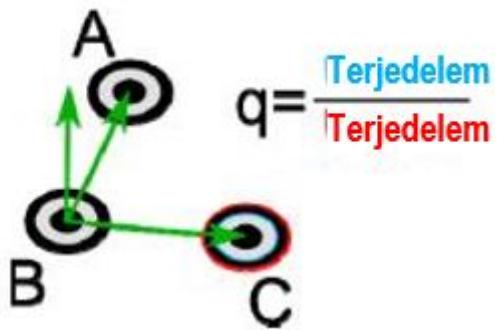
- Látható infravörös fény
- Pontatlan érzékelés miatti nagy eltérés



116. ábra: Fényvisszaverő jelölő

Jelölőérzékelés folyamata:

- Megfelelő világos és sötét területek (összefüggés) keresése
- Jelölő hozzárendelése koordinálás céljából
- A koordinátavektorok kiszámítása a pozícióigazításhoz



117. ábra: Jelölőérzékelés



118. ábra: Jelölő elhelyezése

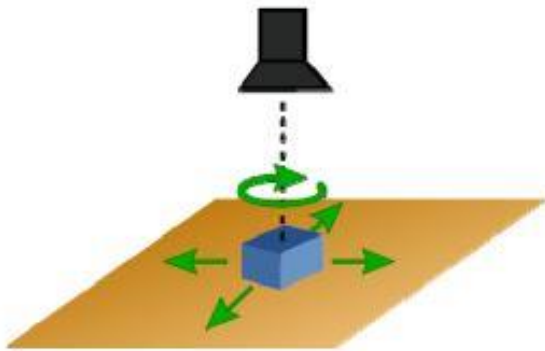
Alkalmas jelölő

- Nagyon jól tűri a zavaró fényt, könnyen betanítható
- Sík és vízszintes felületre kell erősíteni

Kamerarendszer oobjektumok észleléséhez

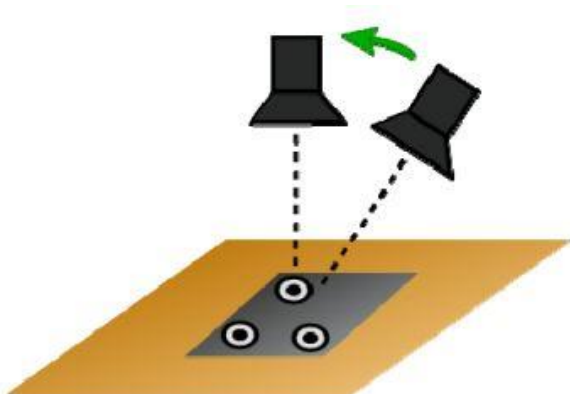
- Pozícionáljuk a kamerát a mozgás síkjára merőlegesen
- Objektumstruktúrák észlelése

- Objektumok nagy kontrasztú határvonala, anyagváltozások, textúrák
- Csak állandó jellemzők, árnyékok vagy visszaverődések nem
- Minden világos szegély kiszámítása a képterületen
- A betanított modellnél a legnagyobb mértékben lefedő objektumpozíció keresése
- Az objektumpozíció kiszámítása a képen, síkra transzformálás



119. ábra: Kamerarendszer struktúra

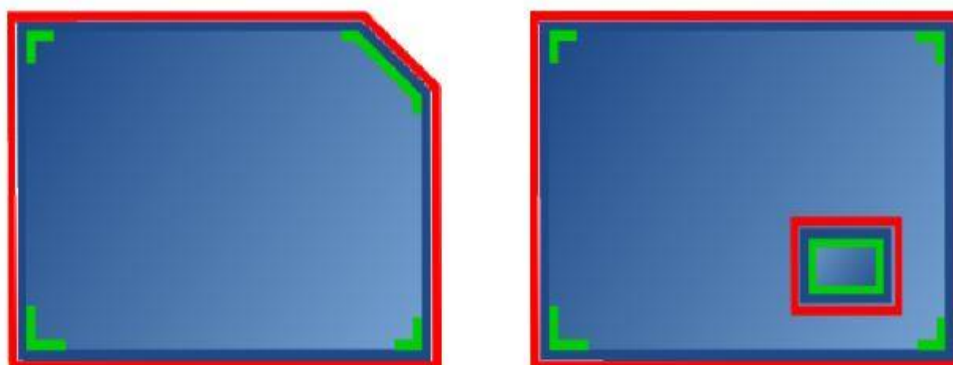
- 1. lépés, igazítás: A kamera beigazítása az objektumhoz
- 2. lépés, sík meghatározás: A háttér betanítása jelölőlappal:
 - A középső jelölő mindig legyen középen!
 - A felismerés csak betanításra szolgál, nem optimalizálásra
- 3. lépés, iránymeghatározás: A kamera beigazítása a jelölőlaphoz
- 4. lépés, képalkotás: Paraméterezés erős kontúrokhoz a képalkotáskor
- 5. lépés, kontúr: Kontúrok meghatározása és az érzékelés paraméterezése
- A lényeges struktúrák kiemelése
- Minőség = a kontúr egy része fedi a betanított modellt



120. ábra: Jelölök elhelyezése



121. ábra: Kontúra meghatározása



122. ábra: Keresési terület meghatározása

- 6. lépés, teszt: Az objektummodell tesztelése és a keresési terület meghatározása

Objektumok megfogásának lehetőségei- rugalmasság és termékvédelem

- 3 ujj kikapcsolása
- Erő és távolság szabályozása
- Túlterhelés elleni védelem, fogóujj
- Túlterhelés elleni védelem, fogóerő
- További speciális ujjak lehetőségek



123. ábra: Megfogási lehetőségek

Biztonság

Kollaboráló

124. ábra: Kollaboráló

- Közvetlen és biztonságos együttműködés emberekkel

- Automatikus leállítás és újraindítás



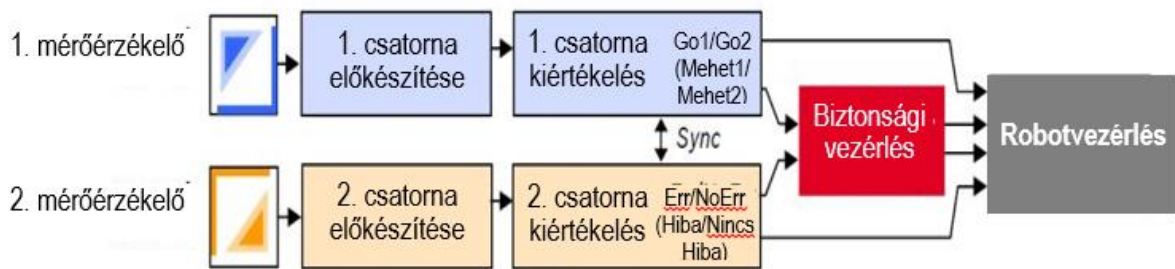
Érzékelőbőr Intelligens megfogó koncepció

125. ábra: Biztonsági koncepció



126. ábra: Érzékelőbőr – biztonsági csatornák

Az érzékelőbőr biztonságát 2 homogén redundáns biztonsági csatorna garantálja.



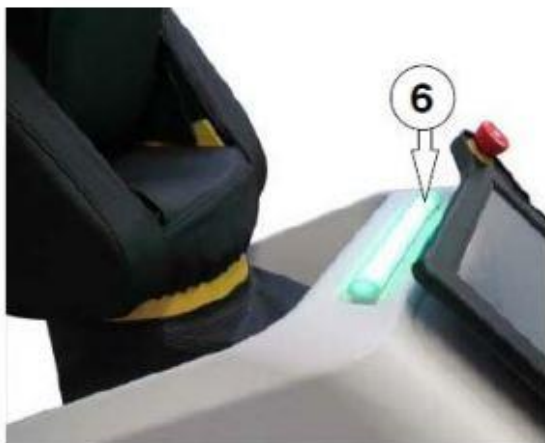
127. ábra: Biztonság

Az állapotsor színei (6):

- Zöld – kész
- Piros – leállítás / hiba
- Sárga – érzékelőbőr érzékelése
- Kék – felhasználói beavatkozás szükséges

Villog:

- Piros/zöld – a biztonsági áramkört átkötve
- Sárga/zöld – a távolságfelügyelet aktív



128. ábra: Zöld villogás

A munkatervek kialakításának biztonsági szabályai

- Mozgás közben a fogóujj mindig lefelé nézzen

Ha egy berendezésen szükséges, akkor a megfogót az utolsó pillanatban mozgassa vízszintesen

- Csak vízszintes és függőleges mozgások

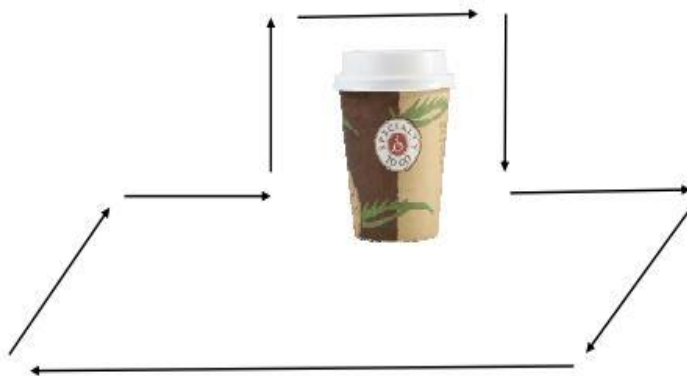
! Átlós mozgások esetén előfordulhat, hogy az érzékelőbőr nem érzékeli helyesen az objektumokat, vagy a fogóujj nem reagál

- Kerülje a beszorulás veszélyes pozíciókat

! Tartson elegendő távolságot minden objektumtól

Projekt feladat példa: Kontúr bejárása

- Hozzon létre megszakítás nélkül bejárható kontúrt



129. ábra: Feladat minta

- Új projekt létrehozása



130. ábra: Create new

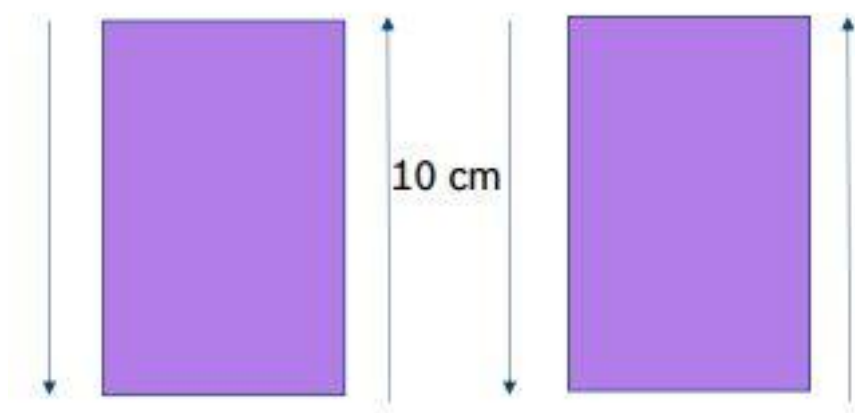
- Adjunk nevet a projektnek
 - Másoljuk át a referenciapozíciót egy létező munkatervből
- „Mozgatás” műveleti lépés
- Hozzunk létre egy útvonalat a kávé pohár körül
- Ellenőrizzük a műveleti lépést
- Indítsuk el a munkatervet



131. ábra: Reference Position

Hasonló munkavégzési magasságok a munkatervben

- Minden műveleti lépés azonos magasságban kezdődik és végződik
- Javaslat: 10 cm műveleti magassággal kiküszöbölhető a beszorulás veszély



132. ábra: Munkavégzési magasságok

További konkrét robotprogramozási példákat a példatár tartalmaz.

18 TESZTKÉRDÉSEK

1. Melyik állomás van felszerelve RFID egységgel?
 - a) Csak az 1. állomás
 - b) Csak a 3. állomás
 - c) Mindhárom állomás

2. Milyen funkciók vannak beépítve az mMs rendszerben?
 - a) Adagolás – továbbítás - raktározás
 - b) Adagolás – megmunkálás - csomagolás
 - c) Adagolás – megmunkálás - raktározás

3. Milyen programnyelven íródtak az állomások programjai?
 - a) Létradiagram
 - b) Strukturált szöveg
 - c) Szekvenciális funkció diagram

4. Hogyan történik a munkadarabok adagolása?
 - a) Görgős pályával
 - b) Ejtő tárral
 - c) Körasztallal

5. Hogyan van bekötve a HMI a rendszerben?
 - a) A PLC bemeneteire közvetlenül
 - b) Hálózaton keresztül

6. Milyen hálózati kommunikáció van kiépítve az mMs rendszerben?
- a) PROFIBUS
 - b) DeviceNet
7. Melyik az alábbiak közül a megelőző karbantartás?
- a) Prediktív
 - b) Preventív
8. Az alábbi megfogalmazások közül válassza ki a megfelelőt!
- a) Az mMs rendszerben ki van építve a MES, az adatokat Excel táblázat rögzíti
 - b) Az mMs rendszerben nincsen kiépítve MES rendszer
9. Milyen célt szolgál a WebConnector?
- a) Távoli elérési lehetőség a rendszerben
 - b) Vezeték nélküli áramforrás a rendszerben
10. A kollaboratív robot „érzékelő bőre” milyen szenzorelemeket tartalmaz?
- a) Kapacitív érzékelő rendszert
 - b) Ultrahang szenzorrendszert
 - c) Induktív szenzorrendszert

19 ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Moduláris Mechatronikai Oktató berendezés	3
2. ábra: Tápegység.....	5
3. ábra: mMS4.0 bekötése	5
4. ábra: Kapcsoló	6
5. ábra: Elektromos főkapcsoló.....	7
6. ábra: RUN állapot	7
7. ábra: RexrothDiagnose	9
8. ábra: A berendezés három állomása.....	10
9. ábra: Munkadarabok.....	11
10. ábra: Ejtő táruk	12
11. ábra: A vizsgálóegység elemei.....	13
12. ábra: RFID azonosítás	15
13. ábra: A selejt tár	15
14. ábra: A csapillesztő egység.....	16
15. ábra: A mozgató egység	17
16. ábra: A pneumatikus prés	18
17. ábra: A harmadik állomáson található tár és mozgató egység.....	18
18. ábra: A harmadik állomás háza	19
19. ábra: A vezérlőpult	20
20. ábra: A használt PLC vezérlők.....	22
21. ábra: A használt PLC vezérlők 2.....	22
22. ábra: Step 1	25
23. ábra: Step 2.	25
24. ábra: Alternatív elágazás	26
25. ábra: Párhuzamos elágazás	26
26. ábra: Elágazások	27
27. ábra: Belépési utasítás	28
28. ábra: Kilépési utasítás.....	28
29. ábra: Minősítők alkalmazása.....	28

30. ábra: Szekvenciális funkciódiagram példaprogram	30
31. ábra: Az IndraLogic program kezdőfelülete	31
32. ábra: Új program létrehozása.....	32
33. ábra: Üres, utasításlista nyelvű program hozzáadása.....	33
34. ábra: Library Manager – új könyvtár beillesztése	35
35. ábra: A kilépési kód	35
36. ábra: Az első állomás főprogramjának kódja	36
37. ábra: A csapillesztő egység programkódja	39
38. ábra: A betöltő program kódja	41
39. ábra: A kétkezes indításra írt programkód.....	42
40. ábra: A présgép programkódja.....	43
41. ábra: A présgépből való kivétel programkódja	45
42. ábra: A második állomás főprogramjának kódja.....	48
43. ábra: OCE Demo	49
44. ábra: A hálózati összetevők felszerelése- HMI bekötése	51
45. ábra: Adatcsere-switch.....	52
46. ábra: A WiFi útválasztó felszerelése	52
47. ábra: Ethernet hálózati csatlakozások.....	53
48. ábra: Jel	53
49. ábra: Drive&Control Academy	54
50. ábra: Példa: axiáldugattyús szivattyú 3D megjelenítése.....	54
51. ábra: Rexroth Media.....	54
52. ábra: RFID struktúra	56
53. ábra: Példa: mMS 4.0 – 1. állomás buszrendszere.....	58
54. ábra: Shop order.....	65
55. ábra: Start.....	65
56. ábra: Complete.....	66
57. ábra: mMs gyártás szimulációs rendszer kezelőfelülete.....	67
58. ábra: KUKA ipari robot.....	68
59. ábra: Megfogó modul.....	70

60. ábra: Pneumatikus csatlakozó felület	71
61. ábra: Szenzor csatlakozási felület.....	71
62. ábra: Robotrendszer csatlakozó felülete	72
63. ábra: Munkadarab tartó egység.....	73
64. ábra: Munkadarab csúszda	74
65. ábra: Vezérlőszekrény	75
66. ábra: Csatlakozó és kapcsolók.....	76
67. ábra: Levegő előkészítő egység.....	77
68. ábra: Vész Stop nyomógomb a robotcellán	77
69. ábra: Vész Stop nyomógomb a mobil kezelőpanelen	78
70. ábra: Kézi vezérlőegység	79
71. ábra: Kollaboratív robotállomás – APAS asszisztens.....	80
72. ábra: Robotrendszer hálózati kiépítése	83
73. ábra: Robotrendszer bővített vezérlőplatformmal	84
74. ábra: Működés ember környezetében.....	86
75. ábra: Robot – ember kapcsolat tartományok	87
76. ábra: Érzékelési tartományok.....	88
77. ábra: Megfogó rendszer	89
78. ábra: Pneumatikus csatlakozás	90
79. ábra: Pneumatikus tömlők rögzítése	90
80. ábra: Hátoldali csatlakozási felület	91
81. ábra: Alsó oldali csatlakozási felület	92
82. ábra: Hat szabadságfokú kollaboratív robotkar érzékelőbőr rendszere.....	92
83. ábra: Érzékelő modul, 1. tengely.....	93
84. ábra: Érzékelő modul, 2. tengely.....	93
85. ábra: Érzékelő modul, 3. tengely.....	93
86. ábra: Érzékelő modul, 4. tengely.....	93
87. ábra: Érzékelő modul, 5. tengely.....	93
88. ábra: Szenzormodul illesztése	94
89. ábra: Szenzormodul illesztése 2.	94

90. ábra: Érzékelőbőr működése, tudományos alapok.....	95
91. ábra: Az érzékelőbőr technológiája.....	97
92. ábra: Érzékelőbőr – robot rendszer	98
93. ábra: Közelítésérzékelés	99
94. ábra: Statikus felismerés jelleggörbéje	100
95. ábra: DynVal>DynLimit.....	101
96. ábra: Érzékelési idők.....	102
97. ábra: Vészleállítás.....	104
98. ábra: Robotkar működési tartománya	105
99. ábra: VÉSZLEÁLLÍTÁS — a hatótávolság felülnézetben.....	106
100. ábra: Rögzítés módja	106
101. ábra: Berendezés részei	107
102. ábra: APAS megfogó fej (alulnézetben)	108
103. ábra: Robotkar felépítése.....	108
104. ábra: APAS sebességkapcsoló	109
105. ábra: APAS kollaboratív robotállomás	112
106. ábra: Hálózati struktúra.....	113
107. ábra: Start helyzet beállítása.....	113
108. ábra: Az érzékelőbőr inicializálása	114
109. ábra: Robot installációs menü ablak	114
110. ábra: Az érzékelőbőr átkötése	115
111. ábra: Az érzékelőbőr átkötése 2.	115
112. ábra: Szórás és referenciajelölő	116
113. ábra: Jelölök a rendszer beállításához	117
114. ábra: Pozicionálási pontosság az üzemi tartományban – optimális	117
115. ábra: Pozicionálási pontosság az üzemi tartományban – sérült jelölő.....	118
116. ábra: Fényvisszaverő jelölő	118
117. ábra: Jelölőérzékelés	119
118. ábra: Jelölő elhelyezése.....	119
119. ábra: Kamerarendszer struktúra	120

120. ábra: Jelölök elhelyezése.....	121
121. ábra: Kontúra meghatározása.....	121
122. ábra: Keresési terület meghatározása	122
123. ábra: Megfogási lehetőségek	122
124. ábra: Kollaboráló	122
125. ábra: Biztonsági koncepció.....	123
126. ábra: Érzékelőbőr – biztonsági csatornák	123
127. ábra: Biztonság	124
128. ábra: Zöld villogás.....	124
129. ábra: Feladat minta	125
130. ábra: Create new	126
131. ábra: Reference Position	126
132. ábra: Munkavégzési magasságok.....	126

20 TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Összetevők.....	50
2. táblázat: A robot jellemző paraméterei	80
3. táblázat: Robot	81
4. táblázat: Háromujjú megfogó	81
5. táblázat: Megjelenítés	82
6. táblázat: Robot	83
7. táblázat: Kapcsolószekrény	85
8. táblázat: Lézerszkenner	88
9. táblázat: Csatlakozási lehetőségek.....	89
10 táblázat: Különböző anyagok er tényezője	96
11. táblázat: Biztonsági eszközök	103
12. táblázat: A berendezés részei.....	107
13. ábra: APAS megfogó fej.....	108
14. ábra: Robotkar.....	109
15. táblázat: APAS sebességkapcsoló.....	109

21 FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Bosch Rexroth Industry szakmai dokumentumai