

Pneumatikus megfogóval szerelt többtengelyes manipulátor irányítása PLC -vel

Nagy Ádám

Mechatronikai Tanszék
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar
Debrecen, Magyarország
nagyadi21@gmail.com

Dr. Tóth János

Mechatronikai Tanszék
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar
Debrecen, Magyarország
tothjanos@eng.unideb.hu

Dr. habil. Husi Géza

Mechatronikai Tanszék
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar
Debrecen, Magyarország
husigeza@eng.unideb.hu

Projekt feladat során a többtengelyes manipulátor működése lett megvizsgálva. A feladat megoldása Bosch PLC (Programmable Logic Control) HMI (Human Machine Interface) felhasználásával, ST (Structured Text) programozási nyelv segítségével. A manipulátor egy gyártási folyamatban történő alkatrész mozgást valósít meg.

Kulcsszavak: PLC, HMI, Léptető motor

I. BEVEZETŐ

Feladat egy többtengelyes manipulátor vezérlése PLC és HMI felhasználásával, melyet a tanszéken található Rexroth elektromos többtengelyes mozgó rendszerrel valósult meg.

Az „X” és „Y” tengelyek mozgatása ipari léptetőmotorral történik. A „Z” irányban történő mozgatását pedig pneumatikus munkahenger valósítja meg. A munkahenger alsó pontjára egy szintén pneumatikus megfogó van felszerelve, ami a mozgatni kívánt tárgyak megfogását szolgálja. A feladat célja, hogy a különböző mozgásokat PLC segítségével irányítsa, miközben a PLC és a HMI keresztül kommunikálnak egymással. A folyamat rögzített lépései után a munkaasztalon elhelyezett „elkészült” munkadarabot ki kell emelni a többtengelyes manipulátorból, hogy folytatódni tudjon a meghatározott sorrendű munka ciklus.



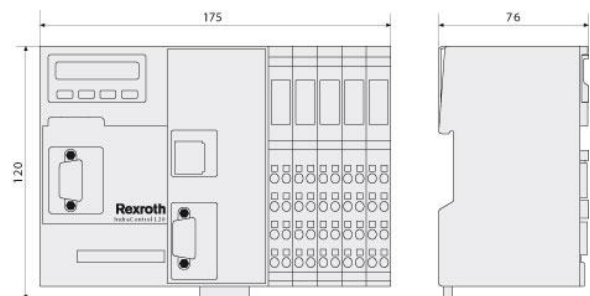
1. ábra: Bosch Rexroth többtengelyes manipulátor

II. FELADAT MENETE

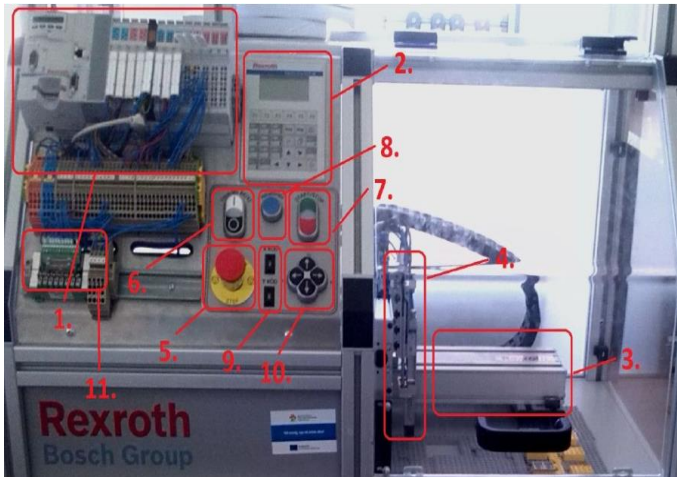
A projekt első lépése a manipulátor irányításához szükséges eszközöket, valamint azok működését megismerni. A következő lépésben a léptetőmotorok felprogramozásához szükséges kommunikációt kell megvalósítani. A motorok kívánt pozícióit és az azokhoz tartozó sebességet kellett beállítani a léptető motoroknak. Később ezeket a pozíciókat PLC felhasználásával lehetett elérni. Ezt követően a PC és PLC közötti kommunikációt kell megvalósítani ahhoz, hogy a kívánt műveletek végrehajtásához szükséges programkód feltölthetővé váljon a PLC-re. A PLC az „X”, „Y” valamint a „Z” tengely mozgást és megfogás állapotait irányítja, így ezeket a lépéseket kell automatizálni. Majd ezt követően a PC és HMI közötti kommunikáció megvalósítása a cél. A HMI programozásához szükség van a PLC által használt változók beolvasására. Ehhez a PLC programozói szoftveréből kellett kimenteni a változókat egy fájlba kiírni, majd azt beolvasni a HMI programozásához.

III. MANIPULÁTORON TALÁLHATÓ ESZKÖZÖK

A Rexroth manipulátoron megtalálható eszközök segítenek abban, hogy a manipulátor kézi üzemben és automatikusan is irányítható legyen. Kézi üzemmódban történő használat során nyomógombok segítségével lehet a léptető motorokat lassú mozgásokkal működtetni. a pneumatikus „Z” irányú mozgást tesztpanel segítségével lehet mozgatni.



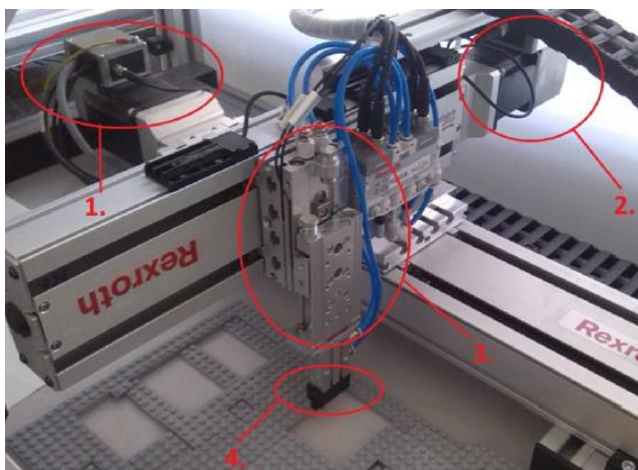
2. ábra: L20 PLC



3. ábra: Manipulátor fő elemei

1. Rexroth PLC L20,
2. VCP-05 HMI,
3. Schneider léptető motoros hajtás,
4. Rexroth pneumatika,
5. Vészstop,
6. Vezérlés be/ki,
7. Start/stop gomb,
8. Hibatörlés,
9. Kód kerek „X” és „Y” tengelyekhez,
10. JOG mód,
11. Tesztpanel.

A Rexroth PLC L20 alapvetően rendelkezik 8 db digitális bemenet és 8 db digitális kimenettel. Ezen felül R-IB IL 24 DI 32 bemeneti bővítő modullal és R-IB IL 24 DO 32 kimeneti bővítő modullal lett ellátva.



4. ábra: Manipulátor tengelyek

1. „X” tengelyt mozgató léptetőmotor,
2. „Y” tengelyt mozgató léptetőmotor,

3. „Z” tengelyt mozgató pneumatikus munkahenger,
4. Pneumatikus megfogó.



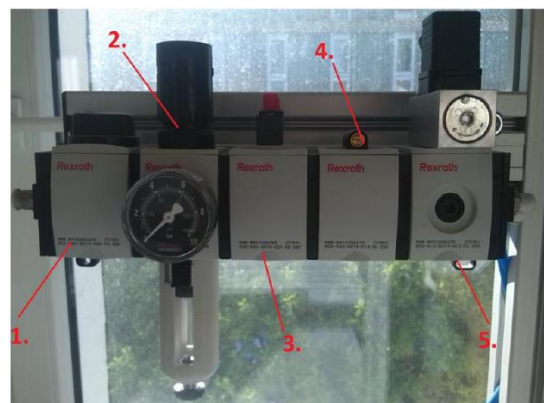
5. ábra: VCP-05 HMI

A „Z” tengelyt mozgató pneumatikus munkahengert és megfogó szerkezet munkahengerét egy elektromosan elővezérelt 5/2-es bistabil szeleppel lett irányítva.



6. ábra: Elektromos működtetésű, 5/2-es, rugó visszatérítéses pneumatikus útváltószelep

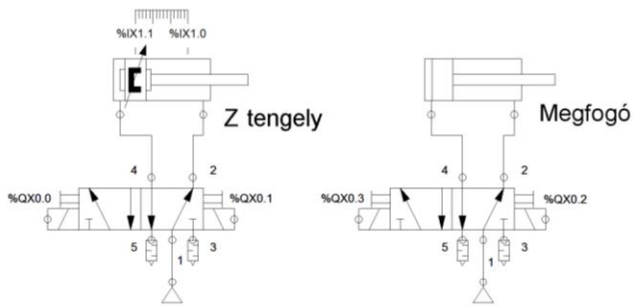
A manipulátor pneumatikus eszközeinek biztosítani kell a megfelelő sűrített levegő előkészítését, előállítását.



7. ábra: Levegő előkészítő egység

1. Pneumatikus főkapcsoló,
2. Nyomásszabályozó, nyomásmérővel és kondenzvíz leválasztóval,

3. Elektromos elzáró szelep,
4. Mechanikus nyomásszabályzó,
5. Nyomáskapcsoló.

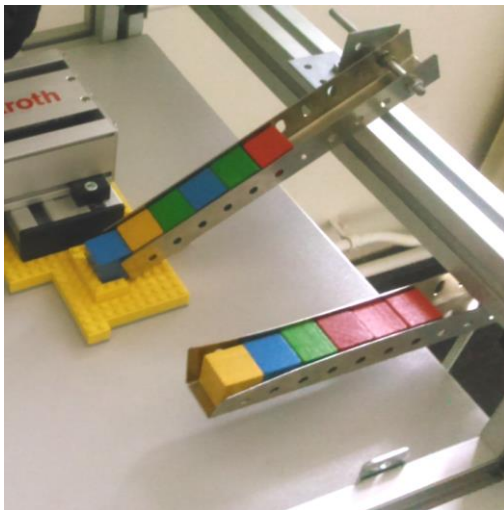


8. ábra: Pneumatikus kapcsolási rajz

IV. PROJEKTFELADAT MEGVALÓSÍTÁSA

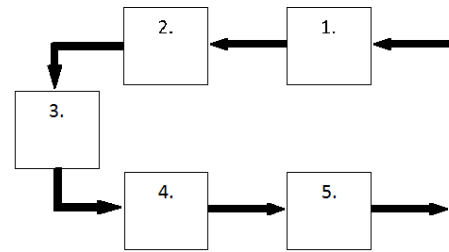
A programkódot úgy kellett elkészíteni, hogy szükségtelen, felesleges mozgásokat ne végezzen a manipulátor. A szimulált gyártási folyamatnál az feltöltési és leürítési lépésnél jelenhetne meg. Az indítás során még a munkállomásokon nincsenek alkatrészek így az egyes állomásokról történő áthelyezés nem megvalósítható és idővesztéseget vinne a rendszerbe, ha a gép üresjárásban működik. A programozás során ezt úgy lett megoldva, hogy amíg minden munkállomást fel nem tölt a manipulátor addig, olyan programrész indul el, ami csak egyszer fut le (amíg van üres megmunkáló állomás). A folyamat leürítésénél hasonló folyamatot valósít meg a gép (nem szállít be újabb nyersanyagot a manipulátor).

A manipulátor felhasználásával egy gyártási folyamatban történő munkadarab mozgatása valósult meg. Minden egyes alkatrész gyártás során három munkafázison halad keresztül. A nyersanyag ejtő tárból kerül a nyersanyag tárolóba. A manipulátor ebből a pozícióból emeli ki a munkadarabot és szállítja a különböző munkaterületekre, majd a készterméket a gyűjtőtárbá helyezi el.



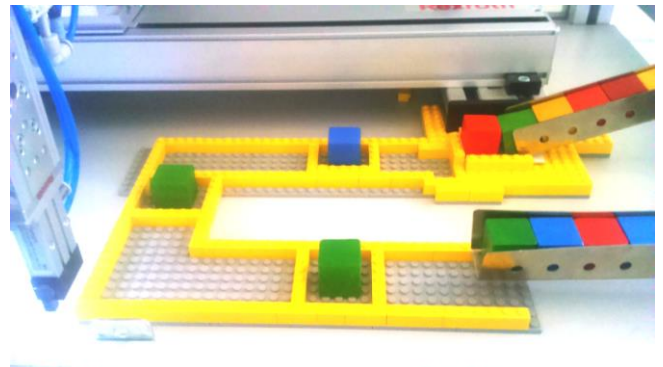
9. ábra: A kibővített ejtő és gyűjtőtár

A gyártósor programozásánál különböző üzemmódok lettek megvalósítva. A kezelő választhat automata és kézi üzemmódok közül. Automata üzemmód esetén a gyártási folyamat elindul és folyamatos gyártást valósít meg emberi beavatkozás nélkül. Automata üzemben lehetőség van arra, hogy HMI felületén megadásra kerüljön a gyártani kívánt darabszám. Amikor elérte a megadott értéket a gép leáll. HMI felületén folyamatosan követhető a késztermék száma. A folyamat leállításához az üzem vége parancsot kell kiadni HMI-n keresztül a PLC-nek. Ebben az esetben a gép a megkezdett munkadarabokat még elkészíti, de újabb nyersanyagot már nem indít el a folyamatban



10. ábra: Munkaterület és alkatrész mozgás vázlat

1. ejtő tár (nyersanyag),
2. első megmunkáló állomás,
3. második megmunkáló állomás,
4. harmadik megmunkáló állomás,
5. gyűjtőtár (kész munkadarab).



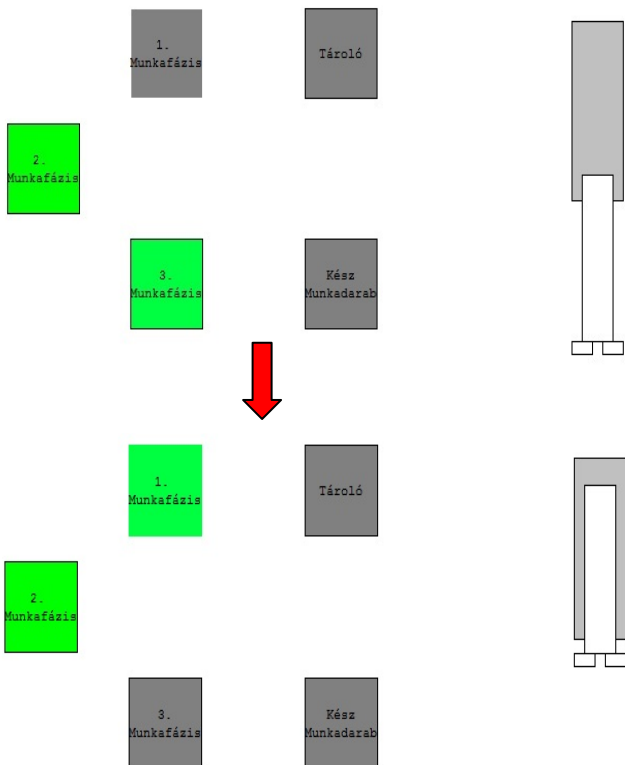
11. ábra: A megvalósított munkaterület

Automata üzemmódban a manipulátor önműködően helyezi át az alkatrészeket az elkészített programkód alapján. Kézi üzemmódban a HMI segítségével a kezelő adja meg azt a pozíciót ahová a manipulátort irányítani kell. A motorok pozícióba futását követően a „Z” irányú mozgásokat és a megfogást kapcsolók segítségével lett megvalósítva. Erre azért volt szükség, mert a HMI kijelzőjének kis mérete miatt egy képernyőn nem fértek volna el a „Z” tengelyt mozgó parancsok. Automata és kézi irányítás esetén is a számítógép monitorján a főbb állapotok lekövethetőek vizuális formában. Ehhez az elkészített vizualizációs felület nyújt

információt. A megfogó szerkezet felfele illetve lefele mozgását egy munkahenger modellezi le. A mozgás végét a „Z” tengelyre szerelt végállás érzékelők állítják meg. Az egyes munkaállomások feltöltését a szimulációban zöld szín jelzi. Ha az alkatrész kiemelése megtörténik akkor a szimulációban szürkére vált vissza az adott munkaállomást jelképező téglalap.



12. ábra: HMI-re általam készített felületek



13. ábra: Vizualizáció két különböző állapotban

V. TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

A jelenlegi rendszerben kevés érzékelő szolgáltat jelet az aktuális állapotokról. Ahhoz, hogy az Ipar 4.0

irányelveknek jobban megfelelő irányítást lehessen megvalósítani, szükséges lenne a munkadarabok érzékelése a tárolókban. Az irányító egységnek nincs pontos információja arról, hogy a nyersanyagtároló mikor ürül ki. Ilyenkor hibás működés léphet fel, mivel a program tovább parancsokat ad ki a irányítja a manipulátor számára. Nyersanyag tárolóba például optikai érzékelőt kell szerelni, mellyen a megmunkálandó munkadarabok számára a programot úgy lehet módosítani, hogy a gravitációs újratöltési időt figyelembe vegye a vezérlés. További lehetőség az operátor panel cseréje, bővítése. A jelenlegi VCP-05 HMI kis kijelzővel és memóriával rendelkezik. VCP-11-es szériától már érintőkijelzővel rendelkeznek, melyek áttekinthetőbb, könnyebb kezelést enged meg a kezelő számára. A kijelző méret a szériaszám növekedésével arányosan növekszik. A VCP-11-es típus esetén a kijelző 9,7 cm képátlóval rendelkezik. További lehetőség az is, hogy a nyersanyag és késztermék szállítása kiváltható két futószalag alkalmazásával. A Futószalagra ömlesztve érkező nyersanyag a futószalag szélességének korlátozásával megvezethető, így pozicionálva a manipulátor számára a nyersanyagot. Ezzel a megoldással elkerülhető az ejtő tárolóban létrejövő tapadási súrlódás. Így nem jöhet létre az a hiba, hogy a nyersanyagtároló nem töltődik újra, ha az ejtő tárolóban beragad, egy munkadarab.

VI. ÖSSZEFOGLALÁS

Egy adott alkatrész gyártása során az előállítási idő nagy részét az alkatrész munkaállomások közötti szállítás teszi ki. Ennek csökkentéséhez megfelelő tereprendezés szükséges. Törekedni kell arra, hogy a különböző munkaállomások a lehető legközelebb helyezkedjenek el, így az alkatrész áthelyezésének ideje csökkenthető. Ha ezek a feltételek teljesülnek, akkor a projekt feladathoz felhasznált manipulátor képes arra, hogy az alkatrész szállítás idejét csökkentve érjek el gazdaságosabb termelést.

Projekt feladat elkészítése során sikerült a manipulátort irányító ipari eszközök között kommunikációt megvalósítani. Felkonfiguráltam a léptetőmotorokat, hogy a meghatározott, beállított pozíciókat a PLC segítségével lehessen elérni. Elkészült a vezérlés programkódja. Ehhez meg kellett ismerni a Strukturált programozási nyelvet, mivel a létra programozási nyelv a megvalósított feladathoz már bonyolult, nehezen követhető lett volna. A HMI-re különböző felületek lettek felprogramozva, melyek segítik a gép és az ember közötti kommunikációt.

Az alkatrész elkészítése a nyersanyagtárolónál kezdődik. A manipulátor a tárolóból emeli ki a munkadarabot és szállítja át az első munkafolyamatot végző állomásra. A nyersanyag tárolót gravitációs ejtő tároló tölt fel, így biztosítva a folyamatos nyersanyag utánpótlást. Az első folyamat befejezését követően a gép áthelyezi az alkatrészt

a 2. munkaállomásra az alkatrészt és újratölti az első megmunkáló állomás tárolóját. A 2. folyamat teljesítése után az utolsó munkafolyamatot elvégző állomásra rakja át az alkatrészt és az előzőeknek megfelelően tölti vissza az üres megmunkáló állomásokat.

A projektem során különböző üzemmódok lettek kialakítva. Automata és kézi üzemmód közül lehet választani. Automata üzemmód kiválasztása esetén a gép indítástól leállítáig folyamatosan szállítja az alkatrészeket a munkafázisok között emberi beavatkozás nélkül. A HMI kijelzőjén folyamatosan követhető az aktuális elkészült darabszám mennyisége, illetve az üzemidő is. Amikor a kész munkadarab mennyisége a grafikus vezérlőn megadott értéket eléri, a manipulátor felveszi a referencia pontot és megáll. Kézi üzemmód esetén a kezelő segítségével lehet irányítani a manipulátor. Meg lehet adni, hogy melyik munkaállomásról szükséges az alkatrészeket átemelni.

VII. HIVATKOZÁSOK

- [1] IclA easy Technical Documentation
- [2] Rexroth IndraWorks Engineering: Operation and Programming Guide
- [3] Training Manual VI-Composer
- [4] PLC Programming with Rexroth IndraLogic 1.0
- [5] Elektro-Pneumatikus Mozcgató Rendszer Műszaki Specifikáció
- [6] Varga Máté: Elektropneumatikus többcengelyes manipulátor irányítása PLC és HMI segítségével, Debreceni Egyetem, 2013

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.