

FESTO MPS állomás átalakítása és modernizálása kiberfizikai térbe történő kiterjesztéssel

Modernisation of FESTO MPS Station with Implementation into Cyber-Physical Space

I. KOVÁCS¹, D. BALÁZS²

¹University of Debrecen, k.ist96@mailbox.unideb.hu

²University of Debrecen, bal.david.94@mailbox.unideb.hu

Absztrakt. A dolgozatunk során egy gyártócella megvalósításával foglalkoztunk. Ehhez a FESTO MPS moduljait használtuk fel. A gyártócella vezérlése PLC-vel történik. Nem csak az egyedi elrendezést és munkafolyamatot valósítottunk meg, hanem új funkciókkal is bővítettük a rendszert. Ez két vezérlő egység használatát jelenti, amelyből egy a folyamat irányításáért felel, míg a másik egy webes felületet kezel. A webes felületen láthatjuk az elkészült munkadarabokat tartalmazó raktárt, és különböző munkadarabokból összeállított palettákat rendelhetünk onnan, vagy a raktározásra kerülő munkadarabok típusát és mennyiségét is beállíthatjuk a raktárban.

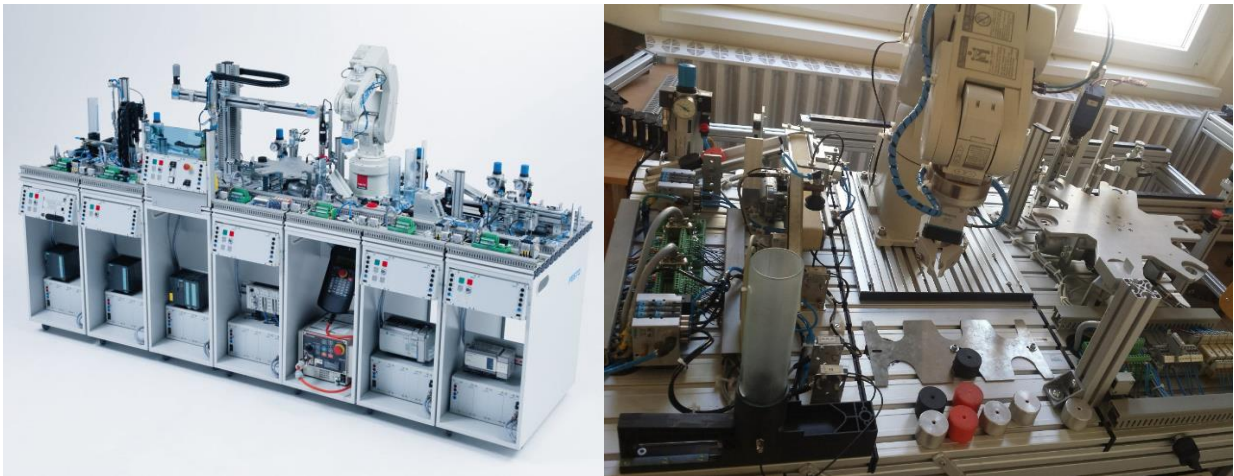
Abstract. In the course of our thesis we dealt with the implementation of a manufacturing cell. For this we used the FESTO MPS modules. The production cell is controlled by a PLC. We have not only implemented a unique layout and workflow, but also added new features to the system. This means using two control units, one of which is responsible for controlling the process, while the other is managing a web interface. On the web interface, you can see the warehouse containing the finished workpieces and order palettes assembled from different workpieces, or you can set the type and quantity of workpieces to be stored in the warehouse.

Bevezetés

Dolgozatunk során a FESTO MPS különböző moduljainak és azok eszközeinek felhasználásával egy gyártósori modell, gyártócella megvalósítását tűztük ki célul. A gyártósor vezérlése egy programozható logikai vezérlővel (PLC) történik. A meglévő, illetve a gyártó által meghatározott elrendezéstől szeretnénk eltérni, valamint ezen felül újabb funkciókkal bővíteni a cellát. Ilyen funkció egy webes felület létrehozása, ahol rendeléseket adhatunk le a gyártósorra, illetve egy virtuális magasraktár, ami nem kerül fizikai megvalósításra. Ehhez több eszköz kommunikációs topológiáját kell megvalósítanunk, valamint több üzemmódot, amelyek a gyártási folyamatot vezérlik annak megfelelően, hogy a megépített fizikai konstrukciót szeretnénk használni, vagy a virtuális magasraktárral kiegészítve. A webes felületen mindkét esetben biztosítani szeretnénk a rendelés lehetőségét, illetve a raktár állapotának megjelenítését.

1. A gyártócella elrendezése

Az MPS állomás moduljaiból álló cella 3 alumínium profilos táblán kap helyet. Ezek a táblák 350*700 [mm] alapterületűek és keresztirányban hornyozottak. A gyártási folyamat szempontjából az első tábla (a képen bal kéz felől látható) elemei az MPS Distributing ejtőtáras adagoló, vákuum megfogóval felszerelt forgó karú pneumatikus aktuátor, illetve az MPS Sorting futószalag, egy csúszdás tároló és egy aktuátor, ami a munkadarabokat a csúszdára löki. A középső táblán található a Mitsubishi RV-2AJ robotkar, egy 6 helyes rendelkező tároló paletta lemez és egy magas platform, ahová a munkadarabot letéve a robot orientációt válthat a következő megfogáshoz. A harmadik táblán pedig az MPS Process forgóasztal és a hozzá tartozó fúró, mélységmérő elemek kerülnek beszerelésre. A táblákon kalap profilú hornyolt sínekre kerülnek a szelepszigetek és a be-/kimeneti terminálok, amik a PLC-hez csatlakoznak. Az állomás egy 4 gombból (köztük egy vész-stop) álló vezérlő panelt is kap, amelyen a folyamatok indítása és az üzemmódváltás lehetséges.



1. ábra: A gyártósor eredeti (bal)[1] és egyedi (jobb) elrendezése

2. A munkafolyamat

A gyártósori modellen 3 típusú korong alakú munkadarab kezelése történik. Ezek méretükben megegyeznek (leszámítva a selejtesnek jelölt, a kívántnál alacsonyabb vagy magasabb darabokat), de színükben és anyagukban különböznek. A három különböző munkadarab: fekete színű műanyag, piros színű műanyag és festetlen alumínium munkadarabok. A folyamat egy ejtőtáras adagolótól indul, ahonnan a munkadarab egy szállítószalagra kerül, ahol különböző érzékelőkkel meghatározható, hogy milyen anyagi tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezután a munkadarab a szállítószalag végéről, a mérésnek megfelelően a selejteket tároló csúszdára kerül, vagy a robot megfogja és áthelyezi a forgóasztalra ahol a megmunkálás történik. A megmunkálás egy furat elkészítéséből áll, valamint a furatmélység ellenőrzéséből, majd a forgóasztalról a robot a tároló palettára helyezi a kész munkadarabot. Ha egy munkadarabon a furat mérésének eredménye nem megfelelő, akkor a munkadarab selejtes és a robot elvégzi a szükséges selejtkezelést. A palettára kerülő munkadarabok kombinációja egy vizualizációs felületen keresztül változtatható, vagy a programban előre definiálható. A virtuális modell eltér ettől a folyamattól a megmunkálást követő lépésekben. Miután elkészült a furat

a munkadarabon, a forgóasztalról nem a robot szállítja tovább, hanem egy futószalagon keresztül egy magasraktárba kerül és ott a megfelelő tárolási pozícióba helyezi egy manipulátor.

3. Virtuális magasraktár

A magasraktár tárolópalettáinak egyedi gyártású tálca lett tervezve. Egy tálca 4 darab munkadarabot képes kezelni. A magasraktár 3 sor és 3 oszlop tálcára lett tervezve, ezzel a raktár tároló kapacitása 36 munkadarab. A munkadarabok be illetve ki anyagáramlását egy-egy szállítószalag biztosítja. A munkadarab pozícióját tárgyreflexiós optikai érzékelők segítségével határozza meg a rendszer. Egy-egy érzékelő található a bejövő munkadarabok, a megállító hengerek és az aktuátor felvevő pozíciójánál, a palettázó futószalagon pedig a lerakó pozíciónál és a futószalag végén helyezkednek el a tárgyreflexiós optikai érzékelők. A magasraktár 3D modelljét SolidEdge szoftverrel készítettük el. A raktár kialakítására alumínium profilokat használtunk. A modellt ezután importáltuk a Blender szoftverbe, amiben a mozgás animálását valósítottuk meg. Az importált objektumokra egy-egy scriptet írtunk, amiben a különböző alkatrészek mozgása kerül meghatározása és megadásra. Így az alkatrészek pontos pozícionálása megoldható. Arra törekedtünk, hogy az egyes alkatrészek úgy válaszoljanak a beérkező digitális impulzusokra, hogy a lehető legjobban hasonlítsanak a valóságban használt rendszerekhez. A magasraktár kezelése egy számítógépen történik, ami TCP/IP kommunikációval kapcsolódik a vezérlő PLC-hez, így valósul meg a be-/kimenő jelek kezelése a valós és virtuális eszközök között.



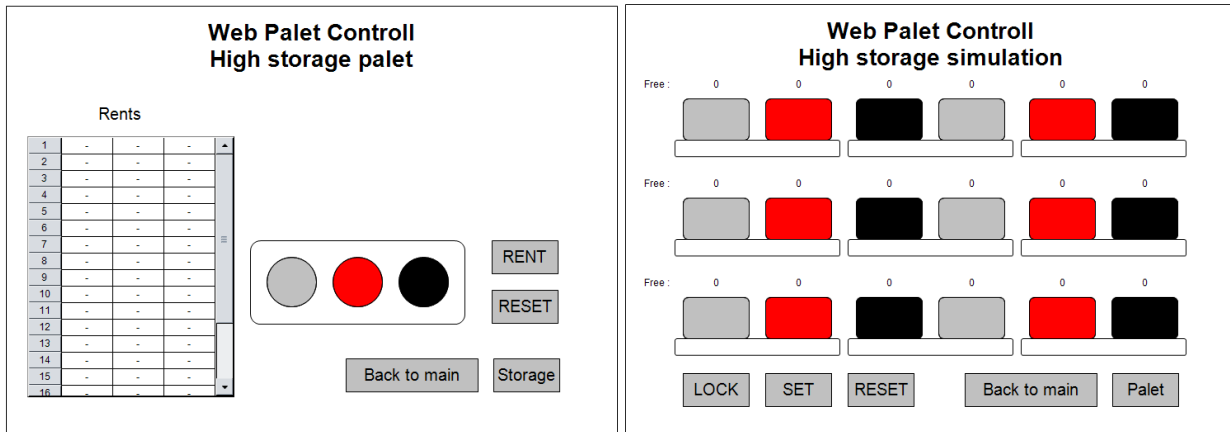
2. ábra: A magasraktár 3D modellje (bal) és a munkadarabok raktározása (jobb)

4. Kommunikáció

A modbus kommunikációt eredetileg a Modicon fejlesztette ki. Fejlesztésekor főbb szempontok voltak az ipari alkalmazás, nyílt és jogdíjmentes felhasználás a szabványosítható kommunikáció érdekében. Ezek miatt az eszközök jelentős része képes a modbus kommunikációra. Mivel soros kommunikációról van szó, ezért a külön RS485, RS232 csatlakozóval ellátott PLC-k szokták támogatni az úgynevezett RTU kommunikációt, amíg az ethernet csatlakozóval ellátott egységek pedig képesek a TCP-IP kommunikációra. A modbus kommunikáció Master-Slave topológiával működik, ezáltal egy Master eszközhöz több Slave eszköz is csatlakozhat egyszerre. CPX-CEC típusú PLC működik Master eszközként, amihez csatlakoznak a webszervert üzemeltető CECC-LK típusú PLC, és a szimulációt

kezelő számítógép. A Master eszköz a kommunikáció során 48 byte-ot fogad illetve küld ki, amelyek tartalmazzák a vizualizációban létrejött adatokat és a szimuláció futásához szükséges I/O változókat. Ez a kommunikációs topológia biztosítja a vezérlők összehangolását és a folyamatok működtetését.

5. Webes felület



3. ábra: Webes felület paletta rendelésre (bal) és a raktár összeállítására (jobb)

A webes felület segítségével a raktárban lévő munkadarabokat tudjuk sorrendben palettázni a magasraktárból, ezzel egy külső megrendelést szimulálunk. Amint a felületen leadtuk az rendelést a palettázásra, a szimuláció elkezd feltölteni a második futószalagot a megfelelő mennyiségű és kombinációjú munkadarabokkal. Először megvizsgálja hogy a palettázáskor szükséges munkadarabok megvannak-e a magasraktárban. Ha igen, akkor felveszi a munkadarabot és a palettázó szállítószalagra helyezi át. Ha nincs megfelelő anyag a raktárban akkor tovább történik a bejövő futószalagon érkező munkadarabok rakodása addig, amíg a megfelelő munkadarabok nem állnak rendelkezésre a palettázás folytatásához. A webes vizualizációban a munkadarabok pozíciójára kattintva tudjuk megváltoztatni az aktuális beállításokat (munkadarab típusa), amit a SET gomb lenyomásával tudunk nyugtázni. Ilyenkor a következő munkadarabokat már az újonnan beállított paletta beállítások szerint kezeli a szimuláció. A palettázási menüben egyéni rendelést adhatunk le. Egy szett rendelés 3 munkadarabból áll amiknek a sorrendjét és különböző típusú anyagok kombinációját tudjuk beállítani. Összesen 20 darab szett rendelést tudunk egyszerre leadni. Az aktuálisan kész palettázott munkadarabokat egy szettből a vizualizáció DONE felirattal jelzi vissza. Amint az utolsó palettára kerülő munkadarab is a helyére kerül, és az elszállításuk megtörtént, a rendelés lista törlődik. Ezt követően tovább folytatódik a bejövő munkadarabok raktározása a magasraktárba.

5. Összefoglaló

Sikeresen megvalósítottuk a FESTO MPS különböző moduljainak és azok eszközeinek felhasználásával egy gyártósori modellt. A gyártósor pneumatikus aktuátorokból, elektromos aktuátorokból, illetve egy ipari robotkarból áll, valamint a munkafolyamat működéséhez szükséges különböző érzékelőkből. A gyártósor vezérlésére egy PLC program készült strukturált szöveg nyelven CoDeSyS 2.3 fejlesztői környezetben, valamint a kezeléséhez vizualizációs felületek is készültek, amik a palettázás

vezérlésre rendelkezésre állnak. Miután a fizikai megvalósítás megtörtént, a gyártósort egy virtuális modullal is bővítettük. A virtuális modul tervezése SolidEdge programmal történt, majd a 3D modell szimulációját Blender programban valósítottuk meg. Ezzel terjesztettük ki a projektet a kiberfizikai térbe. A szimulációs modul futása egy számítógépen történik, ami soros kommunikációval kapja meg a szimulációs magasraktár vezérléséhez szükséges jeleket a PLC-től. Egy újabb PLC egység használatával webes felületen történő elérést is lehetővé tettünk. Ezt vezeték nélküli kapcsolattal oldottuk meg egy zárt belső hálózaton keresztül, így bármilyen Wi-Fi kapcsolatra és a webes felületen található vizualizáció futtatására alkalmas eszközzel beállítható a palettázási folyamatban történő rendelések kezelése. A projekt továbbfejlesztési lehetőségei közé tartozik a teljes gyártósor modellezése, illetve szimulációja a fizikai munkafolyamatok futása mellett. Ezzel lehetőség nyílik új funkciók vagy beavatkozók tesztelésére anélkül is, hogy a gyártósor szerelésére szükség lenne. További lehetőséget jelent a munkafolyamat optimalizálása, mind gyártási időben, mind felhasznált energiái (pneumatikus és villamos egyaránt) szempontjában. Szintén továbbfejlesztési lehetőség, ami a folyamatok optimalizálásához kapcsolódik, több munkadarab párhuzamos kezelése a gyártósoron. Ezzel minden modul kihasználtsága növelhető és a teljes gyártási idő jelentősen csökkenthető. Valamint képfeldolgozás alkalmazásával gépi látás megvalósítása a gyártósoron, aminek segítségével a robotkar dinamikus vezérlésére is lehetőség nyílik, valamint több munkadarab párhuzamos kezelését is egyszerűsíti a gyártósoron.

Köszönetnyilvánítás

A projekt megvalósítását a Nemzeti Tehetség Program támogatta az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő lebonyolításával az Emberi Erőforrások Minisztériumának megbízásából, a Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj (NTP-NFTÖ-18) pályázatával.



Hivatkozások

- [1] Festo Didactic: "MPS Stations". <https://www.festo.com>