|  |
| --- |
| **Szegedi Tudományegyetem**  **Informatikai Intézet** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ipari folyamat szimulációja és irányítása programozható logikai vezérlővel** | |
| Diplomamunka | |
| Készítette: | Témavezető: |
| **Miklós Árpád** | **Dr. Kincses Zoltán** |
| mérnök informatikus szakos hallgató | egyetemi adjunktus |

|  |
| --- |
| Szeged  2021 |

**Ipari folyamat szimulációja és irányítása programozható logikai vezérlővel**

**Diplomamunka mérnök-informatikus MSc szakos hallgató számára**

**Témavezető: Dr. Kincses Zoltán**

**Témakör: ipari informatika, rendszer szimuláció, irányítás**

**Műszaki Informatika Tanszék**

**A feladat leírása, a munka célja:**

A hallgató feladata egy ipari folyamat emulációjának és irányításának elkészítése. A munka célja, egyrészt az Országos Ajtonyi István Irányítástechnikai Programozó Versenyen szereplő technológia emulációjának elkészítése egy HIL szimulátor eszköz segítségével. A munka másik célja az így elkészített rendszer irányításának megvalósítása egy programozható logikai vezérlővel. Az elkészült munka később jól alkalmazható a későbbi PLC versenyekre történő felkészítésben.

**A munkavégzés fontosabb lépései:**

* A HIL szimulátor eszköz és a hozzá tartozó szoftverek megismerése, ismertetése
* Az emulálni kívánt technológia megismerése
* A programozható logikai vezérlő és a hozzá tartozó szoftver megismerése, ismertetése
* A HIL emuláció elkészítése
* Az elkészült szimuláció irányításának megvalósítása programozható logikai vezérlővel
* Hibakezelés
* Tesztelés
* A dolgozat megírása

**A fejlesztéshez rendelkezésre álló erőforrások:**

* OMRON CJ2M PLC, I/O egységek és a programozásához szükséges szoftver
* Lucas Nülle I/O interfész PRO/TRAIN-hez
* Lucas Nülle BORIS szoftver csomag
* Lucas Nülle PRO/TRAIN

**A jelentkezés feltételei:**

* Érdeklődés a PLC alapú irányítások és vizualizációjuk iránt
* Angol nyelvtudás

# Tartalmi összefoglaló

* **A téma megnevezése:**

Egy ipari folyamat emulálása hardware-in-the-loop (HIL) szimulátor segítségével és az emulált ipari folyamat irányítása programozható logikai vezérlővel.

* **A megadott feladat megfogalmazása:**

Meg kell valósítanom egy megfelelően összetett ipari folyamat emulálását és annak irányítását programozható logikai vezérlővel azért, hogy szemléltessem a HIL szimulátorral támogatott fejlesztést és tesztelést. Az alap feladatkiíráson túl meg kell terveznem és meg kell valósítanom egy alternatív megoldást a feladat megoldásához biztosított HIL szimulátor helyett, amelyik egyben kompatibilis is azzal.

* **A megoldási mód:**
  + A feladat megoldásához biztosított szoftverek és hardverek megismerése.
  + A kiválasztott ipari folyamat emulációjának megvalósítása és tesztelése.
  + Az emulált ipari folyamat irányításának megvalósítása PLC segítségével.
  + A HIL szimulátor hardveres és szoftveres elemeinek a tanulmányozása.
  + A HIL szimulátorral kompatibilis szoftver és hardver fejlesztése és tesztelése.
* **Alkalmazott eszközök, módszerek:**
  + Lucas-Nülle I/O interfész, Omron CJ2M-CPU32 PLC, MikroElektronika EasyPIC v7 fejlesztőlap, Tektronix MSO2024B oszcilloszkóp, WinFACT 7 BORIS szimulációs szoftver, CX-Programmer 9.1, mikroC PRO for PIC 6.6.2, IAR Embedded Workbench for Arm 7.10.1, Visual Studio Code 1.54.3 és Qt Creator 4.14.1 fejlesztőkörnyezetek, Altium Designer 17.1 elektronikai tervező szoftver, Eltima Serial Port Monitor 6.0.235 segédprogram
  + dokumentumelemzés, megfigyelés, kísérlet, mérés, fejlesztés, tesztelés
* **Elért eredmények:**

Megvalósítottam a kiválasztott ipari folyamat emulálását a szimulációs szoftverrel és elkészítettem a hozzá tartozó irányítást. Megvizsgáltam az I/O interfész és a BORIS közötti kommunikációt az I/O interfész felnyitása nélkül, majd ez alapján megterveztem egy helyettesítő áramkör alapjait és írtam egy könyvtárat az I/O interfésszel való kommunikációhoz, amivel újra megvalósítottam az ipari folyamat emulálását QML-ben.

* **Kulcsszavak:**

ipari informatika, rendszer emuláció, HIL, irányítás, PLC, technológia-visszafejtés

Tartalomjegyzék

[Tartalmi összefoglaló 2](#_Toc67884775)

[Bevezetés 5](#_Toc67884776)

[1. Felhasznált hardverek és szoftverek 6](#_Toc67884777)

[1.1. Az ipari folyamat emulálásának eszközei 6](#_Toc67884778)

[1.1.1. A Lucas-Nülle I/O interfész 6](#_Toc67884779)

[1.1.2. A WinFACT 7 BORIS szimulációs szoftver 6](#_Toc67884780)

[1.1.3. A Flexible Animation Builder beépülőmodul 6](#_Toc67884781)

[1.2. Az ipari folyamat irányításának eszközei 6](#_Toc67884782)

[1.2.1. Az Omron programozható logikai vezérlő 6](#_Toc67884783)

[1.2.2. A CX-Programmer programozószoftver 6](#_Toc67884784)

[1.3. A technológia-visszafejtés eszközei 6](#_Toc67884785)

[1.3.1. Az Eltima Serial Port Monitor segédprogram 6](#_Toc67884786)

[1.3.2. A MikroElektronika EasyPIC v7 fejlesztőlap 6](#_Toc67884787)

[1.3.3. A mikroC PRO for PIC fejlesztőkörnyezet 6](#_Toc67884788)

[1.4. Az alternatív emuláció megvalósításának eszközei 6](#_Toc67884789)

[1.4.1. A Qt Creator fejlesztőkörnyezet 6](#_Toc67884790)

[1.4.2. Az Altium Designer elektronikai tervezőszoftver 6](#_Toc67884791)

[1.4.3. Az IAR Embedded Workbench for Arm fejlesztőkörnyezet 6](#_Toc67884792)

[2. Az emulálni kívánt ipari folyamat 7](#_Toc67884793)

[3. Interaktív vizualizáció készítése a BORIS eszköztárával 8](#_Toc67884794)

[4. Az ipari folyamat emulációja és irányítása 9](#_Toc67884795)

[4.1. Az emuláció megvalósításának bemutatása 9](#_Toc67884796)

[4.1.1. A robotok és a futószalagok vizualizációja FAB segítségével 9](#_Toc67884797)

[4.1.2. A robotok mozgatása 9](#_Toc67884798)

[4.1.3. A karosszériák mozgatása 9](#_Toc67884799)

[4.1.4. A cellák ellenőrzőlogikái 9](#_Toc67884800)

[4.2. Az irányítás megvalósításának bemutatása 9](#_Toc67884801)

[5. A BORIS projektek hordozhatósági problémájának megoldása 10](#_Toc67884802)

[6. Az ipari folyamat emulálásának alternatív megoldása 11](#_Toc67884803)

[6.1. Az I/O interfész működésének behatásmentes visszafejtése 11](#_Toc67884804)

[6.1.1. BORIS és az I/O interfész közötti kommunikáció lehallgatása 11](#_Toc67884805)

[6.1.2. Az I/O interfész működésének utánzása a BORIS számára 11](#_Toc67884806)

[6.1.3. Az I/O interfész működtetése a BORIS használata nélkül 11](#_Toc67884807)

[6.2. Az emuláció megvalósítása alternatív eszközökkel 11](#_Toc67884808)

[6.2.1. A karosszériák mozgatása 11](#_Toc67884809)

[6.2.2. A futószalagok megvalósítása és működtetése 11](#_Toc67884810)

[6.2.3. A daru megvalósítása és működtetése 11](#_Toc67884811)

[6.2.4. A robotok megvalósítása és működtetése 11](#_Toc67884812)

[7. Az I/O interfészt helyettesítő elektronika 12](#_Toc67884813)

[8. Konklúzió 13](#_Toc67884814)

[Irodalomjegyzék 14](#_Toc67884815)

[Nyilatkozat 15](#_Toc67884816)

# Bevezetés

A minőség korunk egyik legmeghatározóbb hívószava. Olyan követelmény, amelyre a piaci versenyképesség fenntartása érdekében folyamatosan kiemelt figyelmet kell szentelni. Habár a fogalma az elmúlt évtizedek során sokat változott, köznapi értelemben a minőség annak a mércéje, hogy egy termék vagy szolgáltatás milyen mértékben elégíti ki a vele szemben támasztott elvárásokat vagy igényeket. Az ipari automatizálásban a minőség általában olyan tulajdonságokhoz köthető, mint a megbízhatóság, a biztonság, a karbantarthatóság és a teljesítmény, amelyeknek a biztosításában kiemelt szerepe van a rendszeres és átfogó tesztelésnek.

A hardware-in-the-loop (HIL) tesztelés egyike azon módszereknek, amelyek az ipari automatizálásban is jól alkalmazhatók tesztelési és fejlesztési célokra. Ez a fajta eljárás a vizsgált eszközt olyan fizikai környezetben működteti, amelynek a jeleit egy virtuális rendszer biztosítja oly módon, hogy azok a valós rendszerrel megegyezőnek tűnjenek. Így nem csak költséghatékonyabbá tehető a tesztelés, hiszen nincs szükség egy valódi rendszerre, de olyan szélsőséges körülmények tesztelését is lehetővé teszi, amelyeknek a valóságban akár súlyos anyagi károkkal járó vagy emberéleteket is követelő következményei lehetnek, ha egy teszt elbukik.

Ez a dolgozat egy összetettebb ipari folyamat segítségével mutatja be a HIL tesztelés és a HIL szimulátorok működését a gyakorlatban. Ennek érdekében az első fejezetben először azok a hardverek és szoftverek kerülnek bemutatásra, amelyek a feladatok megoldásához lettek felhasználva. Ezt követi az emulálni kívánt ipari folyamat rövid bemutatása a második fejezetben. A harmadik fejezet a HIL szimulátor szoftverével történő animációkészítésre korlátozódik, ugyanis a HIL szimulátor megismerése Görbedi Ákos kollégával közösen végzett munka volt, és az ő diplomamunkája részletesen ismerteti ugyanennek a szoftvernek a használatát. Az emulált ipari folyamatnak a megvalósítása a negyedik fejezetben kerül bemutatásra, míg a bemutatott megvalósítást is érintő hordozhatósági probléma és annak megoldása az ötödik fejezetben kerül ismertetésre. Végezetül bemutatásra kerül az emulált ipari folyamat alternatív megvalósítása és a HIL szimulátor hardverének helyettesítő elektronikája a hatodik és a hetedik fejezetekben. A feladat kidolgozása közben megszerzett tapasztalatok és az elért eredmények a nyolcadik fejezetben kerülnek összefoglalásra.

# Felhasznált hardverek és szoftverek

A feladatok megoldásához felhasznált hardverek és szoftverek a főbb feladatok alapján jól csoportosíthatók. Az ipari folyamat emulálásához a HIL szimulátor szoftvere és hardvere lettek igénybe véve, míg az irányításhoz egy Omron PLC és a programozását lehetővé tevő programozószoftver. A HIL szimulátor technológiájának visszafejtéséhez elsősorban egy olyan szoftver került felhasználásra, amelyik képes a PC és az I/O interfész közötti kommunikáció lehallgatására, majd egy fejlesztőlap a hozzá tartozó fejlesztőkörnyezettel a kommunikáció megfigyeléséből származó adatok helyességének az igazolására. Az alternatív HIL szimulátor és az ipari folyamat alternatív emulálásának megvalósítására a feladatok megoldásakor legnépszerűbbnek számító tervezőszoftverek és fejlesztőkörnyezetek lettek felhasználva.

## Az ipari folyamat emulálásának eszközei

A HIL szimulátor két különálló gyártó termékeiből tevődik össze. Az emulációhoz használt szoftver ugyanis egy jóval szélesebb körben alkalmazható fejlesztőkörnyezet, amelyik támogatja a bővítmények használatát, míg a PLC-vel kommunikáló hardver meghajtóprogramja bővítményként épül be ebbe a szoftverbe.

### A Lucas-Nülle I/O interfész

### A WinFACT 7 BORIS szimulációs szoftver

### A Flexible Animation Builder beépülőmodul

## Az ipari folyamat irányításának eszközei

### Az Omron programozható logikai vezérlő

### A CX-Programmer programozószoftver

## A technológia-visszafejtés eszközei

### Az Eltima Serial Port Monitor segédprogram

### A MikroElektronika EasyPIC v7 fejlesztőlap

### A mikroC PRO for PIC fejlesztőkörnyezet

## Az alternatív emuláció megvalósításának eszközei

### A Qt Creator fejlesztőkörnyezet

### Az Altium Designer elektronikai tervezőszoftver

### Az IAR Embedded Workbench for Arm fejlesztőkörnyezet

# Az emulálni kívánt ipari folyamat

# Interaktív vizualizáció készítése a BORIS eszköztárával

# Az ipari folyamat emulációja és irányítása

## Az emuláció megvalósításának bemutatása

### A robotok és a futószalagok vizualizációja FAB segítségével

### A robotok mozgatása

### A karosszériák mozgatása

### A cellák ellenőrzőlogikái

## Az irányítás megvalósításának bemutatása

# A BORIS projektek hordozhatósági problémájának megoldása

# Az ipari folyamat emulálásának alternatív megoldása

## Az I/O interfész működésének behatásmentes visszafejtése

### BORIS és az I/O interfész közötti kommunikáció lehallgatása

### Az I/O interfész működésének utánzása a BORIS számára

### Az I/O interfész működtetése a BORIS használata nélkül

## Az emuláció megvalósítása alternatív eszközökkel

### A karosszériák mozgatása

### A futószalagok megvalósítása és működtetése

### A daru megvalósítása és működtetése

### A robotok megvalósítása és működtetése

# Az I/O interfészt helyettesítő elektronika

# Konklúzió

# Irodalomjegyzék

**There are no sources in the current document.**

# Nyilatkozat