



ÓBUDAI EGYETEM

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Mechatronikai- és Járműtechnikai Intézet

VIRTUÁLIS TARTÁLY TÖLTÉSÉNEK ÉS ÜRÍTÉSÉNEK IRÁNYÍTÁSA SIEMENS LOGO! KOMPAKT VEZÉRLŐ SEGÍTSÉGÉVEL FACTORY I/O SZIMULÁCIÓS KÖRNYEZETBEN

OE-BGK
2024.

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Dietrich Péter
T010648/FI12904/B

**ÓBUDAI EGYETEM**

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Mechatronikai- és Járműtechnikai Intézet**HALLGATÓI NYILATKOZAT**

Alulírott Dietrich Péter kijelentem, hogy a TDK dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült TDK dolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2024.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	4
1.1	Irányítástechnikai áttekintés.....	5
1.2	A dolgozat célkitűzései	6
2.	A Siemens LOGO! kompakt vezérlő és a Factory I/O szimulációs környezet.....	7
2.1	A Siemens LOGO! kompakt vezérlő	7
2.1.1	A Siemens LOGO! programozhatósága.....	7
2.1.2	A Siemens LOGO! távoli elérési lehetőségei	9
2.2	A Factory I/O szimulációs környezet.....	11
2.2.1	A felhasználói interfész általános bemutatása.....	12
3.	A megvalósítás	16
3.1	A megvalósításhoz felhasznált konfiguráció.....	16
3.2	A fizikai irányítópult	19
3.3	A virtuális tartály.....	23
3.3.1	A tartály kezelő- és visszajelző berendezései	24
3.3.2	A jelenet paraméterezése.....	26
3.3.3	A jelenethez készített webszerver	27
3.4	A program elkészítése	30
4.	Eredmények kiértékelése.....	33
5.	Összegzés	34
6.	Summary	35
7.	Felhasznált irodalom	36
8.	Képjegyzék.....	39
9.	Mellékletek.....	40

1. Bevezetés

Az ipari automatizáció az ipari folyamatokban alkalmazott technológiák és rendszerek összessége, melyeknek általános céljai a következők:

- termelékenység növelése: Szinte minden iparági szereplő fő céljai egyikének tekinthető a folyamatos fejlődés, illetve az erre való törekvés, melynek szerves részét képezi a termelékenység növelése, azaz a világ fejlődésével együtt járó egyre nagyobb volumenű igények mennyiségi kiszolgálása.
- költségek csökkentése: Az egyre szűkösebb erő és nyersanyagforrások, melyek alatt érthetjük a megfelelően képzett munkaerő költségeit, az energiaköltségeket, melyek az egyre jobban és gyorsabban fejlődő társadalmakban csak növekednek. A nyersanyagok tekintetében hasonló a helyzet az egyre szűkösebb lelőhelyek, vagy az egyre dráguló kitermelési, visszanyerési és újrahasznosítási technológiák miatt.
- hatékonyság növelése: Az egységnyi idő alatt, egységnyi erőforrás bevonásával előállított termékmennyiség maximalizálása.
- magasabb minőség elérése: Pontosabb, precízebb termékkezelés, -előállítás, megmunkálás, kevesebb selejt gyártása.

Az ipari automatizáció alapját az automatizált rendszerek képezik, melyek feladata a különböző folyamatok vezérlése, szabályozása és monitorozása. Ezek a rendszerek általában magukba foglalják a szenzorokat, aktuátorokat, vezérlőegységeket és szoftveres vezérlőrendszereket, melyek segítségével a gépek és berendezések önállóan, vagy minimalizált emberi beavatkozással képesek működni. A monitorozás segítségével kielemezhetővé válik az adott folyamat, mely elősegítheti olyan intézkedések meghozatalát, amely csökkenti a selejtes darabok számát, vagy a műveleti sorrend megváltoztatásával kevesebb állásidő célozható meg. Ezen intézkedések hatása a hatékonyság növekedésében figyelhető meg, melynek egyenes következménye az adott folyamat gazdaságosabbá válása.

Az ipari automatizáció további előnye, hogy a nagy monotonitás-tűrést igénylő, és ezáltal lelkileg megterhelő, demotiváló feladatokra szintén nem szükséges embert alkalmazni. De ugyanez igaz a munkakörnyezet miatt emberi tartózkodásra kevésbé vagy egyáltalán nem alkalmas helyeken végzendő feladatokra.

A fejlett, sajnos fogyó tendenciát mutató társadalmakban a munkavállalók egyre nagyobb mértékben jelentkező hiánya szintén az automatizáció és a robotizálás irányába kényszeríti az ipari szereplőket.

1.1 Irányítástechnikai áttekintés

A társadalom számára nélkülözhetetlen anyagi javakat termelési folyamatok során hozzák létre. Ezek a folyamatok általánosságban anyagok és energia átalakításából állnak. Ezen termelési folyamatok során nem elegendő a megfigyelés és észlelés, beavatkozás is szükséges. Ezeket a műveleteket, melyekkel egy műszaki folyamatot elindítunk, fenntartunk, megváltoztatunk vagy leállítunk, irányításnak nevezzük.[1]

Automata irányításról akkor beszélünk, amikor egy irányítási folyamat (ami elindít, fenntart, módosít vagy leállít egy folyamatot) minden részművelete beavatkozás nélkül zajlik. Ez az irányítási folyamat az alábbi részműveletekből áll: érzékelés, ítéletalkotás, döntéshozatal, intézkedés. Egy "elem" egy olyan szerkezeti rész, amelyet irányítástechnikai szempontból nem lehet tovább szétbontani. Egy elem lehet például egy érzékelő vagy egy ÉS kapu. Az elem állhat csak egy, vagy akár több alkatrészből is. A "szerv" egy olyan önállóan működő szerkezeti egység, amely képes önállóan ellátni az irányítórendszer egy részfeladatát. Egy szerv állhat akár csak egy, akár több elemből is. Az irányítási láncok rendszerint ilyen szervekből épülnek fel. „Ilyenek például az érzékelő-, különbségképző, végrehajtó, beavatkozó- és logikai döntést hozó szerv.” [2]

A technológiai folyamatirányítás jellegénél fogva kétféle lehet: szabályozás és vezérlés, melyek a hatásláncuk felépítésében különböznek egymástól. Míg a vezérlés esetén nyílt hatáslánccról van szó, addig a szabályozás esetén zárt hatásláncot alkalmazunk, ahol a szabályozott jellemző értékének módosítása visszacsatolással valósul meg. A szabályozás előnye, hogy tervezéskor még ismeretlen zavaró hatások is kiküszöbölhetőek vele, de bizonyos esetekben ez ugyanúgy hátránnyá is válhat, ha a rendszer ettől instabillá válik. A nyílt hatásláncú vezérlés ezzel szemben csak a rendszer tervezésekor ismert és figyelembe vett zavarójeleket képes kiküszöbölni. Főleg kombinált megoldást alkalmazó rendszerek esetében nem mindig egyszerű

megállapítani, hogy az adott részművelet éppen szabályzás vagy vezérlés. Minél összetettebb egy irányítási folyamat, annál nehezebb lesz ez a megállapítás. A folyamatos technológiai fejlődésnek köszönhetően az irányítási folyamatok egyre komplexebbé válnak, gyakran megnehezítve ezzel a két irányítási jelleg megfelelő besorolását, illetve egymástól való szétválasztását. [3]

1.2 A dolgozat célkitűzései

A dolgozat elsődleges célja egy olyan irányítási rendszer készítése, amely hatékonyan képes bemutatni a konkrét példán keresztül a Factory I/O virtuális technológiai szimulációs programban rejlő lehetőségeket a PLC programozás főleg oktatási és tanulási folyamatok olcsóbbá, hatékonyabbá és egyszerűbbé tétele tekintetében. Ezen túlmenően a diákok és oktatók felhasználói élményének növelése is egy határozott cél, melynek elérésében sokat segít a program által biztosított színvonalas, látványos és hallható azonnali visszajelzés.

A dolgozat célja továbbá a minél inkább gyakorlatorientált oktatás és tanulás lehetőségének elősegítése egy olyan eszköz által, mint a Siemens LOGO! kompakt vezérlő, mely kiemelkedő tulajdonságokkal és kiváló ár-érték aránnyal rendelkezik a maga nemében. A kézzelfoghatóság növelése céljából készült kisméretű irányítópult szintén egy olyan eszköz, mely a gyakorlatorientáltságra koncentrálja a figyelmet.

A dolgozat célja bemutatni és értékelni a Factory I/O szimulációs környezetet és a hozzá kapcsolódó LOGO! kompakt vezérlőt. A fókusz az integráció módjainak feltérképezésén és a rendszer hatékony működésének biztosításán van a szimulációs környezetben.

A távoli elérés lehetőségeinek vizsgálata: A cél az, hogy a dolgozat során megvizsgáljuk és értékeljük a Siemens LOGO! vezérlő távoli elérésének lehetőségeit a Factory I/O szimulációs környezeten keresztül. Azonosítani kívánjuk azokat a módszereket és eszközöket, amelyek lehetővé teszik az irányítás távoli monitorozását és a folyamatokba való beavatkozást.

2. A Siemens LOGO! kompakt vezérlő és a Factory I/O szimulációs környezet

2.1 A Siemens LOGO! kompakt vezérlő

A Siemens LOGO! logikai modul az elmúlt 28 évben egyszerűbb automatizálási feladatokban nyújtott segítséget. A LOGO! mindig is más úton járt, szolgálva az ipari környezetet, a házaautomatizálást, valamint a barkácsolók és kutatók igényeit. Günther Bock, Heiko Kammler és Matthias Brand tekinthető az eszköz „három atyjának”, akik mind fontos szerepet játszottak a termék kialakításában és fejlesztésében. A LOGO! sikere részben az innovatív megközelítésnek és az agilis csapatmunkának köszönhető. [4]

A Siemens LOGO! kompakt vezérlőt tekinthetjük egy egyszerűsített PLC-nek, mely lényegesen olcsóbb, de egy mégis rendkívül megbízható automatizálási eszköz, amely már kiállta az idő próbáját, és a folyamatos újításoknak köszönhetően mindig egyre jobban meg tudja állni a helyét az adott alkalmazási területen. Ha találunk is a piacon a LOGO!-nál olcsóbb PLC-ket, könnyen felfedezhetjük, hogy az azonos vagy csak enyhén alacsonyabb árakon kínált modellek esetében valószínűleg még csak megközelítőleg sem kapjuk azt a teljesítményt, vagy sokoldalúságot, melyet ez az eszköz nyújt. A fentnevezett okok miatt is esett a választásom erre a készülékre a dolgozat elkészítéséhez.

2.1.1 A Siemens LOGO! programozhatósága

A Siemens LOGO! 8.3 verziójának programozása történhet a kijelzőjén keresztül, de ez igen körülményes, ezen felül a hálózati ki- és bemenetek programozása innen csak előzetes konfigurálást követően érhető el, ezért ez nem kerül ezen dolgozat keretein belül bővebb kifejtésre.

A LOGO! programozása ezen felül történhet a Siemens saját LOGO! számára létrehozott fejlesztői környezetében, a LOGO! Soft Comfort-ban. A dolgozat tárgyát képező munkához a LOGO! Soft Comfort 8.3.1. verziószámú szoftvere lett felhasználva.

A programban alapvetően függvényblokk (FBD) programozásra van lehetőség, különös tekintettel arra, hogy hálózati projektben (amilyen az itt elkészített is) csak ebben a formában készíthető el a program. Ha a projekt nem hálózati, tehát nem használ hálózati ki és bemeneteket akkor lehetőség van létra diagramban (LAD) való programozásra is. Ezeken felül a felhasználó maga is állíthat elő függvényeket (UDF User Defined Function), melyeket integrálhat a saját programjaiba.

A program maximális mérete 400 blokk nagyságú lehet, melyekhez az alapfüggvényekbe kategorizált klasszikus logikai kapuktól (AND; AND le- és felfutóéldetektálással; NAND; OR; NOR; XOR; NOT), a speciális függvényblokkok közé tartozó időzítőkön, számlálókon, különböző analóg műveleti lehetőségeken át egészen a LOGO! képernyőjére kiíratható szöveges üzenetekig szinte bármi felhasználható.[5]

Be- és kimenetek, merkek

A bemenetek közül a LOGO! 8.3-as verziója maximális bővítőmodul kiépítettség esetén összesen 24 fizikai digitális bemenetet, 8 fizikai analóg bemenetet, 20 fizikai digitális kimenetet és 8 fizikai analóg kimenetet tud kezelni, ezen felül pedig rendelkezésre áll még 64 merker, 32 léptetőregiszter bit, a LOGO! saját négy kurzor billentyűje, 64 digitális hálózati bemenet, 64 digitális hálózati kimenet, 32 analóg hálózati bemenet, 16 hálózati analóg kimenet és 64 üres kimenet (a nyitott végű blokkok lezárására).

A merkek közül néhány speciális funkciókkal rendelkezik melyekkel a LOGO! saját képernyőjének, illetve a LOGO! saját HMI-jének (LOGO! TDE) háttérszíne változtatható fehér, sárga és piros színekben. A 8-as számú merker pedig az inicializációs merker, mely a LOGO! indítását követően egy ciklus időtartamra ad ponált értéket.

A LOGO! ezeken felül képes több más LOGO!-val (maximum 8) való kommunikációra master-master és master-slave funkcióban is.[6]

2.1.2 A Siemens LOGO! távoli elérési lehetőségei

A Siemens LOGO! 8.3-as verziója több módon is képes távoli eléréssel kommunikálni. Egyrészt ez a verzió már rendelkezik saját webszerverrel, másrészt felhő kapcsolatra is képes. Ezeken felül pedig a különféle extra kommunikációs modulokkal bővítve e-mail és SMS fogadására is képes, illetve egyéb rendszerekbe is integrálható.

Felhő kommunikáció

A felhő kommunikáció során az eszköz az AWS Cloud (Amazon Web Service) felhő szolgáltatását használja, melyen keresztül kapcsolat létesíthető az AWS IoT és a LOGO! BM között, illetve az AWS Elastic Beanstalk-ra telepített LWE projekt (LOGO! Web Editor) és a LOGO! BM között. Ennek konfigurációja a LOGO! Web Editor 1.1-gyel végezhető el. A dolgot tárgyat képező rendszer azonban az eszköz webszerverén keresztül érhető el, illetve fontos megemlíteni, hogy webszerver és felhőkapcsolat egyszerre nem lehetséges, ezért ebben a dolgotban a felhőkapcsolat további, részletesebb bemutatására nem kerül sor.[7]

Webszerver

A LOGO! 8.3 már beépített webszerverrel rendelkezik, mely lehetővé teszi a LOGO! BM távoli elérését mind hagyományos PC-ről, mind pedig mobileszközökről. A LOGO! ilyen módon IP cím segítségével érhető el, ahol egérrel, és érintőképernyő segítségével is lehetőség van a navigálásra. A kommunikáció során HTTP és HTTPS a támogatott protokollok. A webszerver eléréséhez szükséges a Soft Comfortban való engedélyezés.

A támogatott böngészők listája a következő:

- Microsoft Internet Explorer 11.0 és későbbi verziói;
- Mozilla Firefox 30.0 és későbbi verziói;
- Google Chrome 45.0 és későbbi verziói;
- Apple Safari 10.0 és későbbi verziói;
- Opera 42.0 és későbbi verziói.

A fent megadott böngészők használata esetén, az alábbi eszközök támogatottak:

- PC;
- Apple iPhone;
- Apple iPad;
- okostelefonok és tabletek minimum Android 2.0 és későbbi verziók.

A következő weboldal nyelvek támogatottak: angol, német, olasz, francia, spanyol, egyszerűsített kínai és japán.[8]

Egyéb távoli elérési és kommunikációs lehetőségek

A Siemens LOGO! kommunikációs bővítő moduljainak segítségével egyéb távoli elérési lehetőségekre is lehetőség van. Ezek röviden a következők:

- Siemens LOGO! CMK 2000: Kommunikációs modul a LOGO! 8 integrálásához a KNX épületfelügyeleti rendszerbe, melynek révén lehetővé válik a konfiguráció/diagnosztika szintén egy webes felületen keresztül. [9]
- Siemens LOGO! CIM: Kommunikációs Interfész Modul a LOGO! 8-hoz Modbus RTU interfész (RS232/485) 4-portos Switch; 4G/LTE/GPS bővítési lehetőséggel; antenna nélkül; webes konfigurátor. 4G/LTE/GPS bővítés esetén képes SMS jelentést küldeni a be vagy kikapcsolt állapotáról, illetve direkt internet és ezáltal felhő elérést biztosít a LOGO! BM számára.[10][11]
- Siemens LOGO! CMR2040: kommunikációs modul a LOGO! 8 csatlakoztatásához LTE hálózathoz; 1 RJ45 port az Ind. Ethernet csatlakozáshoz a LOGO! 8-hoz; 2xDI; 2xDO; írás/olvasás hozzáférés a LOGO! változókhoz; SMS küldés/ fogadás szöveges üzenetek; email küldés; pozíció érzékelés GPS; idő szinkronizáció/ továbbítás valós idő órával; Konfiguráció/diagnosztika webes felületen keresztül; Távoli hozzáférés OpenVPN/HTTPs, DynDNS-en keresztül. [12]

2.2 A Factory I/O szimulációs környezet

A Factory I/O egy 3D-s gyártás szimuláció az automatizációs technológiák tanulásához. A könnyű használat érdekében tervezték, amely lehetővé teszi egy virtuális gyár gyors felépítését közönséges ipari alkatrészek kiválasztásával. A Factory I/O számos olyan jelenetet (scene = technológiai elrendezés) tartalmaz, melyek tipikus ipari alkalmazásokból inspirálódtak, kezdőtől haladó szintig.

A leggyakoribb forgatókönyv az, hogy a Factory I/O-t PLC tanulóplatformként használják, mivel a PLC-k a leggyakoribb vezérlők az ipari alkalmazásokban. Azonban használható mikrovezérlőkkel, Modbus-szal és sok más technológiával is.

A Factory I/O „új szintre emeli az oktatási célokra szolgáló szimulációs környezetet”. [13]

Az első, bárki számára elérhető verziót 2014. július 1-én mutatták be a nyilvánosság előtt [14], melyet azóta számos frissítés követett. A program legutóbbi, aktuális verziója a 2023. november 20-án kiadott 2.5.6. [15]

A program jelenleg összesen hét kiadásban érhető el, melyek a következők:

Ultimate edition: Ebben minden gyártó támogatott eszköze szerepel, ezen felül támogatja az Advantech USB 4750 és 4707- et is, melyek olyan I/O modulok, amelyek segítségével bármilyen gyártmányú PLC-t képes a felhasználó a rendszerébe integrálni; Siemens edition; Allen-Bradley edition; Modbus & OPC edition; MHJ edition; Automgen edition;

Starter edition: ez a verzió egy saját PLC szimulátort is tartalmaz, azaz semmilyen extra eszközzel és programmal sem kell rendelkeznie a felhasználónak, hogy kipróbálhassa magát a PLC programozásban. Az egyéb verziókhoz természetesen szükséges a PLC gyártója által előírt programozói felület. A licenszek különböző konstrukciókban érhetők el, megvásárolható állandó, havi vagy éves bérleti formában. [16]

A gyártó egyébként más hasonló programokkal is rendelkezik, mint például a Home I/O, mely egy okosotthon szimuláció, illetve a Factory I/O elődjének tekinthető ITS PLC. [17]

2.2.1 A felhasználói interfész általános bemutatása

Az itt található leírás nem teljeskörű, de túlmutat a dolgozatban bemutatásra kerülő szimuláció által kihasznált funkciókon, a programban rejlő lehetőségek jobb megértése érdekében. A teljes leírás az alábbi linken érhető el: <https://docs.factoryio.com/manual/>.

A program megnyitását követően a köszöntő oldalon találja magát a felhasználó, ahonnan a dokumentációt és a program által támogatott eszközök mindegyikéhez egy-egy gyakorló jelenetet érhet el, melyekhez egy kész mintaprogram is letölthető a gyártó honlapjáról gyártónkénti, illetve néhol eszközönkénti bontásban, a felhasználó által megvásárolt vagy bérelt licensznek megfelelően. Itt találhatóak különféle előre felépített jelenetek, de választható egy üres gyárcsarnok is (1. kép), melybe saját jelenetet építhet a felhasználó, melyet később el is menthet.



1. Kép: Csarnok az önállóan építhető jelenetben (a háttérben az Óbudai Egyetem és a Bánki kar logója látható)[18][19]

A program aktuális verziójában összesen 21 darab előre programozott jelenet található, melyek között szerepelnek az egészen egyszerű konvejos szimulációktól kezdve a dolgozatban szereplőhöz hasonló tartály töltési-ürítési szimulációkon át, lift, vagy különböző szortírozó berendezések szimulációi is, akár különböző nehézségi fokozatokban. A rendelkezésre álló építőelemek nem csak az üres gyárcsarnokban használhatók, hanem a kész jeleneteket is ki lehet velük egészíteni, vagy módosítani. [20]

Építőelemek

Az építőelemek nyolc kategóriába vannak csoportosítva, melyek a következők:

- tárgyak: Ezen a kategórián belül találhatók különféle mozgatandó, szortírozandó vagy összerakandó tárgyak, mint például dobozok különböző méreteken, összerakható alsó és felső részekből álló elemek különböző színekben, illetve anyagból a programban fellelhető szenzorok érzékelési képességeinek a megfelelő kiaknázására. Ezeken felül még két különféle raklap is megtalálható ebben a kategóriában.
- anyagmozgató egységek nagy terhekre: Raklapmozgató konvektorok különböző hosszban, rámpa, kanyarodó konvektor elem, forgatóasztal egymást keresztező konvektorpályák számára, illetve fékezőelem.
- anyagmozgató egységek kis terhekre: A különböző kisebb tárgyak, dobozok továbbításának, szortírozásának, terelésének, megállításának és pozicionálásának az elemei találhatók itt meg. Ezen felül néhány szenzor rögzítésére alkalmas áthidalóelem, illetve tartókonzol is a felhasználó rendelkezésére áll.
- szenzorok: Az érzékelési módszerhez igényeihez igazodva található itt kapacitív szenzor, jelenlét érzékelő, fényfüggőny, fényoszlop, RFID olvasó, illetve látószenzor (ez képes a színek feldolgozására).
- kezelőszervek: Ebben a kategóriában találhatunk többek között egy kapcsolószekrényt, a szekrény rögzítésére szolgáló oszlopot, illetve a szekrényre felhelyezhető különböző kezelőszerveket úgy mint: vészleállító gombot, jelzőlámpákat, digitális kijelzőt, potenciométert, választókapcsolót, illetve nyomógombokat.
- munkaállomások: Itt összetettebb berendezések találhatók. Megmunkálóközpont, lift szortírozóállomás, szortírozó kar, raklap betárazó rendszer, raklap-polcrendszer, illetve a dolgozatban is szereplő folyadéktartály.
- figyelmeztető berendezések: Itt találhatók meg a vész- és állapotjelzések visszajelző eszközei, mint a sziréna, forgófény és a fényoszlop.

- gyalogos útvonalak, határoló elemek: Itt a még élethűbb gyártósor gyalogos kiegészítő és védelmi eszközeit találja a felhasználó, úgymint védőkorlátok, védőrácsok, lépcsők és különböző méretű platformok, illetve egy biztonsági ajtó, amely nyitásérzékelővel van ellátva.

A nyolc kategórián felül, besorolás nélkül található még egy automatikus adagoló és egy anyag eltávolítására szolgáló mező, amely a beállításoknak megfelelően adagolja, vagy elveszi az ott található, vagy beállított anyagot, tárgyat. Egyes építőelemek széles körű konfigurálási lehetőségekkel rendelkeznek. A lámpáknál például állítható a színük, a nyomógomboknál az alaphelyzetben értendő nyitott vagy zárt állapotuk, illetve a színük. Néhány szenornál állítható, hogy digitális vagy analóg jelet küldjenek, néhány aktuátor esetében szintén választható, hogy analóg vagy digitális jellel működjenek. A munkaállomások tekintetében szintén találhatók olyanok, melyek analóg, digitális vagy vegyes üzemű működésre is képesek.[21]

Navigáció a gyártócsarnokban

Az előre konfigurált, vagy a felhasználó által felépített jelenetek esetében fontos, mind az építési folyamat alatt, mind pedig a működés megfigyelése szempontjából, hogy a szemlélő ott legyen a háromdimenziós virtuális térben, ahol az események történnek.

Erre a célra a programban három különböző kamerafunkciót alakítottak ki:

1. Orbitális kamera: a kiválasztott objektum körüli mozgásokhoz az egér segítségével.
2. Repülő kamera: Ezzel az eszközzel szabadon mozoghat a felhasználó a háromdimenziós virtuális térben.
3. „First Person” kamera: Egy 180 cm magasságú személyt képvisel, akinek a nézőpontjából bejárható a virtuális gyártóüzem.

Az utóbbi két kameraállásra érvényes, hogy ütközik az adott jelenet elemeivel, de az érzékelőkre nincs hatással. A kamerák tekintetében külön kiemelendő, hogy a futó szimuláció alatt az egyes munkadarabok követhetők a mozgásuk közben, ezen felül a beállított nézőpontok mentésére is lehetőség van, melynek révén bármely bemeneti jel függvényében kimeneti jelként hivatkozható az adott kameraállás, mely előzetesen mentésre került. [22]

Szimulálható hibák

A programban lehetőség van mind a szimuláció futása közben, mind pedig a szerkesztés módban, hibák szimulálására is. A programban előidézhető az aktuátorok és a szenzorok oldalán is zárlat, azaz amikor az adott eszköz folyamatosan be van kapcsolva, vagy jelet ad, függetlenül attól, hogy a vezérlés, vagy a képernyőn történtek szerint éppen mit kellene csinálnia. Ugyanígy előidézhető szakadás is. Külön kiemelném a szimuláció futása közben a lehetőségét annak, hogy a felhasználó a mozgatott anyagokat megállíthatja, vagy éppen le is dobhatja egy anyagmozgató eszközről. Ezek a funkciók rendkívül hasznosak lehetnek, a PLC-n futó program viselkedésének vizsgálatára, valós helyzetekben.[23]

3. A megvalósítás

Ebben a szakaszban részletesen elemezzük az eszközök kiválasztási szempontjait és az eszközök tulajdonságait, előnyeit és funkcióit, a digitális térben történő hatékony működés érdekében. Emellett bemutatjuk az eszközök konfigurációját, tesztelését és integrációját a rendszerbe, beleértve a távoli hozzáférést és a rendszerfelügyeletet.

A továbbiakban a fejlesztési folyamat részletes dokumentálásával és a megvalósított megoldásokkal foglalkozunk, kiemelve azokat a kihívásokat és megoldásokat, amelyekkel a projekt során szembesültünk. A bevezető után következő részben tehát részletesen bemutatjuk a választott eszközök alkalmazását és integrációját a rendszerbe, hogy egy átfogó képet kapjunk a projekt megvalósításáról és eredményeiről.

3.1 A megvalósításhoz felhasznált konfiguráció

A gyártó kiválasztása során fontos szempont volt, hogy integrálható legyen a Factory I/O szimulációs környezetbe, illetve az eszköz megbízhatósága. Eddigi munkáim, és tanulmányaim során sokat találkoztam a Siemens cég termékeivel különféle automatizációs alkalmazásokban, ezért is döntöttem egy ilyen gyártmányú eszköz beszerzése mellett.

A megfelelő eszköz kiválasztása során az egyik fő szempont volt az eszköz ára és elérhetősége. Használt készülék vásárlása szóba sem kerülhetett, mert az előélet során elszenvedett károsodásokat – függetlenül attól, hogy azok rendeltetésszerű használatból eredőek vagy sem – lehetetlen kiküszöbölni, illetve általában szoftver sem jár hozzájuk. A Siemensnél azonban elérhetőek olyan belépő szintű csomagok, amellyel a kezdő szintű felhasználó minden tekintetben ki van szolgáltatva, és mindezt rendkívül kedvező áron kínálják, mely csomagot egyébként az egyetemi tanulmányaim során ismertem meg.

A választás így egy ilyen csomagra esett: Siemens LOGO! Starter Kit 12/24RCE V8.3 cikkszám: 6ED1057-3BA01-0AA8 (2. kép)

A csomag tartalma:

- Siemens LOGO! 12/24 RCE V8.3 BM;
- Siemens LOGO! Power 24 V 1,3 A;
- LOGO! Soft Comfort 8.3.1.;
- SIMATIC WinCC Basic V18;
- Siemens Industrial Ethernet kábel CAT7;
- VDE 2,5x75 mm szigetelt lapos csavarhúzó. [24]



2. Kép: Siemens LOGO! Starter Kit 12/24 RCE [25]

A csomagban található vezérlő azonban relékimenetekkel rendelkezik, melyeken a minimális kapcsolt áram 100 mA kell legyen – a tisztítóáram miatt – a relékimenetek idő előtti tönkremenetelét meggátolandó. Mivel az irányítópultban LED visszajelzőlámpák, és egy hangjelző (buzzer) is helyet kap – melyeknek áramfelvétele egyenként mindössze 20 mA körüli, amely messze elmarad az elvárttól – ezért még egy digitális bővítő modul is szükségessé vált, amely ebben az esetben tranzisztorkimenetekkel kell rendelkezzen. A tranzisztorkimeneteknek nincs a gyártó által meghatározott minimális kapcsolt áramerősség értéke, ez az érték itt csak maximalizálva van 0,3 A értékben mely bőven elegendő a LED visszajelző lámpák és a hangjelző működtetéséhez.

A digitális bővítőmodul kiválasztása során törekedni kellett a gazdaságosságra, a rendszer további bővítési lehetőségére, illetve a helykihasználásra, mert az irányítópult méreténél fogva mindössze 11 modul szélességet képes befogadni – melyben el kellett férnie egy kismegszakítónak 1 modul szélességben a tápegységnek, mely 2 modul széles és a LOGO! vezérlőnek, amely 4 modul szélességgel bír, azaz így összesen 4 modul szabad hely maradt – ezért, a választás egy Siemens LOGO! 8 DM16 24 digitális bővítőmodulra esett. Gyártói cikkszám: 6ED1055-1CB10-0BA2.

A bővítőmodul egy fizikai kódoló – a bázismodulon furatok, a bővítőmodulon pedig ezen furatokba illeszkedő tűskék – és a LOGO! bázismodulon (a továbbiakban LOGO! BM), illetve a bővítőmodulon is megtalálható bővítő interfész segítségével csatlakoztatható a bázismodulhoz. Megjegyzendő, hogy a Starter Kit és a bővítőmodul együttes megvásárlása még mindig lényegesen kedvezőbb árú volt, mint ha azonnal egy tranzisztorkimenettel rendelkező LOGO!, a hozzá tartozó tápegység, és a szoftverek külön-külön kerültek volna megvásárlásra.

Az így kapott, digitális bővítőmodullal kiegészült bázismodulnak összesen tehát 16 bemenete, és 12 kimenete van. A bázismodulon 8 bemenet található, melyből 4 darabot lehet analógnak is használni (0...10 V), ezek az $I7 \rightarrow AI1$; $I8 \rightarrow AI2$; $I1 \rightarrow AI3$; és $I2 \rightarrow AI4$. A másik négy digitális bemenetet lehet gyorszámlálónak is használni, melyeknek maximum jelfrekvenciája 5 kHz lehet. A kimenetek a bázismodul esetében relékimenetek, melyek a fentebb említett okok miatt nem kerültek felhasználásra. A digitális bővítőmodul 8 bemenettel és 8 kimenettel rendelkezik. A bemenetek itt csak digitálisan használhatók és gyorszámlálási lehetőség sincs, a maximális kimeneti jelfrekvencia 10 Hz. A kimenetek tranzisztorkimenetek, melyek rendelkeznek rövidzár és túlterhelés védelemmel is. A terhelésekhez itt külön tápegység sem szükséges, mert azokat a modul maga ellátja tápfeszültséggel. Természetesen a tápegységnek ehhez rendelkeznie kell a megfelelő teljesítménytartalékkal (0,3 A 8 kimeneten 2,4 A maximális áramfelvétel). A Starter Kit-ben található egy darab 1,3 A-es tápegység bőven elegendő, hiszen a maximális áramfelvétel a kimenetek vonatkozásában összesen 100 mA körül alakul. [26] A bázis- és a bővítőmodul adatai az 1. és 2. sz. mellékletben található.

3.2 A fizikai irányítópult

A Siemens LOGO! megvásárlását követően szerettem volna egy megfelelően kompakt dobozban elhelyezni, melyen néhány kezelő és visszajelző szerv is helyet kap. Ezért esett a választásom egy TP Electric által gyártott műanyag ipari elosztódobozra, melyben 11 modul szélességű hely áll rendelkezésre a kalapsínre szerelendő szerelvények számára. A méretet eredetileg inkább a kezelő- és visszajelzőszervek mennyisége miatt tartottam szükségesnek, de mint utóbb kiderült, szerencsére elegendő hely maradt benne a digitális bővítőmodul számára is, mely csak később került megvásárlásra (3. kép).



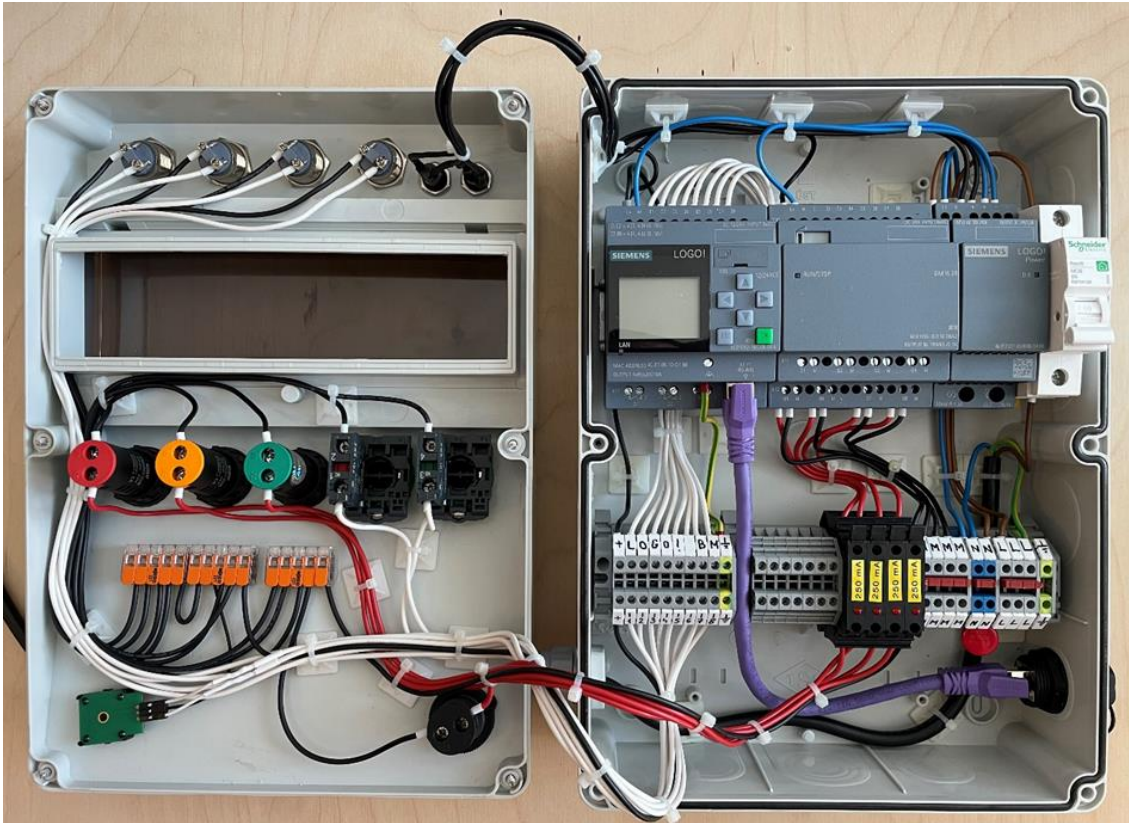
3. Kép: A fizikai irányítópult

Mindenképpen szerettem volna többféle kezelőszervet elhelyezni, melyekből a digitális bemenetek számára nyomógombokat és kapcsolókat, az analóg bemenetek számára pedig potenciométereket elhelyezni. Az irányítópult első verziója így készült. Később azonban, ahogy a projektet szerettem volna komplexabbá tenni, és távoli elérési lehetőségeket is integrálni, rájöttem, hogy a távoli elérés esetén a kapcsolók és a potenciométerek ellentmondásba keverednének a távoli elérési pontokon található kezelőszervekkel, mivel távolról a kétállású kapcsolót és a potenciométert sem lehet működtetni, feltéve, hogy nincs ellátva erre a célra egy mozgatómotorral. Ilyen eszközök azonban nem álltak a rendelkezésemre, ezért a potenciométer helyett encoder, a kétállású kapcsolók helyett pedig szintén nyomógombok kaptak helyet.

A visszajelző készülékek esetében 24 V DC tápellátásról működtethetőkre volt szükségem, mivel a LOGO! tápegység és a tranzisztorkimenetes bővítőmodul is csak ilyen feszültségen működik, illetve az ipari automatizálásban ez egy elterjedt működtető feszültségszint. Az előbbi fejezetben tárgyalt tranzisztorkimenetekkel rendelkező bővítőmodul szükségességét szintén ezek az energiatakarékos LED fényforrásokkal működő visszajelző lámpák és hangjelző indokolták, mert a régi fajta E10-es panelba építhető lámpafoglalatok már sehol nem elérhetők (ezekhez még létezne 2,4 W-os izzólámpa melynek pontosan 100 mA az áramfelvétele, ezáltal működtethető lenne a relékimenetes LOGO!-val is). A visszajelző lámpák a klasszikus jelző színekben kerültek beépítésre, azaz zöld, sárga és piros. A hangjelző szintén rendelkezik piros LED fényforrással, illetve egy mini áramkörrel, mely a működése során a villogásáért felel, tehát a hangjelző impulzusszerű működtetéséhez nincs szükség programozásra.

A dobozon ezen felül helyett kapott szintén egy panelba (furatba) szerelhető RJ45 csatlakozó is, mely így a zárt dobozon keresztül teszi lehetővé a Siemens LOGO!-val való Ethernet kapcsolatot.

A doboz elülső felső részén található még két szintén panelba szerelhető biztosítéktartó 5x20 mm-es üvegbiztosítékok számára, melyből az egyik a LOGO! BM számára (0,8 A), a másik pedig a bővítőmodul számára (1 A) biztosítja a megfelelő túláramvédelmet, mindkettő gyorskioldású kivitelben.



4. Kép: A fizikai irányítópult belülről

Az irányítópult vezetékezését (4. kép) 0,75 mm² keresztmetszetű sodort rézkábelekkkel (H05V-K) végeztem, melyből ugyan kisebb is elegendő lett volna, de ebből nagyobb volt a színválaszték a megfelelő logikai szinkódoltság érdekében, mely a következő:

- barna: hálózati feszültség fázis;
- kék: hálózati feszültség nulla, illetve 24 V DC tápfeszültség negatív pólusa a LOGO! BM és a bővítőmodul számára;
- fekete: 24 V DC tápfeszültség pozitív pólusa a LOGO BM! és a bővítőmodul számára, a működtető készülékekbe kimenő irányú 24 V DC tápfeszültség, illetve a visszajelzőkészülékek negatív pólusa;
- fehér: 24 V DC visszatérő tápfeszültség a működtető készülékekből a digitális bemenetekbe;
- piros: 24 V DC kapcsolt tápfeszültség a tranzisztorkimenetekről a visszajelző készülékek számára;
- zöld-sárga: A LOGO! BM földelési pontját köti össze a kalapsínen keresztül a tápkábel földelésével.

A LOGO! BM egy lila színű CAT 6A SFTP (ármékolt flexibilis csavart érpár) ipari Ethernet kábelrel van összekötve a doboz falán elhelyezett RJ45 csatlakozóval.

Ettől több színt szerettem volna, a jobb áttekinthetőség érdekében, de sajnos nem volt kapható az általam elérhető forrásoknál.

Szintén a nagyobb rend és áttekinthetőség érdekében került a dobozba egy második kalapsín, melyeken a ki- és bemenetek, illetve a tápellátás rendezett kábelezését biztosító ipari sorkapcsok kerültek, ezen felül a tranzisztorkimenetek szintén el lettek látva még egy extra túláramvédelemmel, kalapsínre szerelhető tartókba helyezett egyenként 250 mA-es gyorskioldású 5x20 mm-es üvegbiztosítékok formájában.

A hálózati feszültség oldaláról a túláramvédelmet egy egypólusú 6 Amperes „B” kioldási karakterisztikájú Schneider Electric kismegszakító látja el, melyet egy 275 V-os varisztor egészít ki a túlfeszültség védelem érdekében, a gyártói ajánlásoknak megfelelően.

Az irányítópult feszültség alá helyezését megelőzően meg kell győződni a fázis és nulla vezetők pontos elhelyezkedéséről az irányítópult áramellátására szánt aljzatban, a tápegység helyes „bekötésének” érdekében. Eredetileg egy kombinált áram védőkapcsolót (FI relé) is szerettem volna elhelyezni a dobozban, azonban az itthoni hálózaton van ilyen, és két ilyen életvédelmi relé egymás után kötve általában nem szokott működni, ezért ezt elvetettem.

3.3 A virtuális tartály

A dolgozatban szereplő jelenet, egy olyan saját készítésű jelenet, melynek fő eleme, a program által felkínált munkaállomások közül a tartály (5. kép). A tartály konfigurációja választható, mégpedig digitális, illetve analóg verzióban. A választás azért esett az analóg verzióra, mert ez rendelkezik alaphelyzetben folyadékszint érzékelővel, illetve a töltő és ürítőszelepek állítható nyitásával és zárásával. Ezen felül adatot szolgáltat az ürítéskori átfolyási mennyiségről, persze csak egy viszonszám formájában. A digitális verziónál a szelepek vagy nyitva, vagy zárva vannak, a folyadékszint visszajelzéshez pedig kapacitív szenzorokat – a programban csak ez a szenzor képes a folyadékszint visszajelzésére digitálisan – kellene elhelyezni a tartály fala mellett, még hozzá a pontosabb folyadékszint meghatározás érdekében meglehetősen sokat. Tehát az analóg verzió a pontos folyadékszint meghatározás kívánalma esetén képes mindössze egyetlen szenzor adatai alapján ezt meghatározni.



5. Kép: A jelenetben szereplő tartály [27][28]

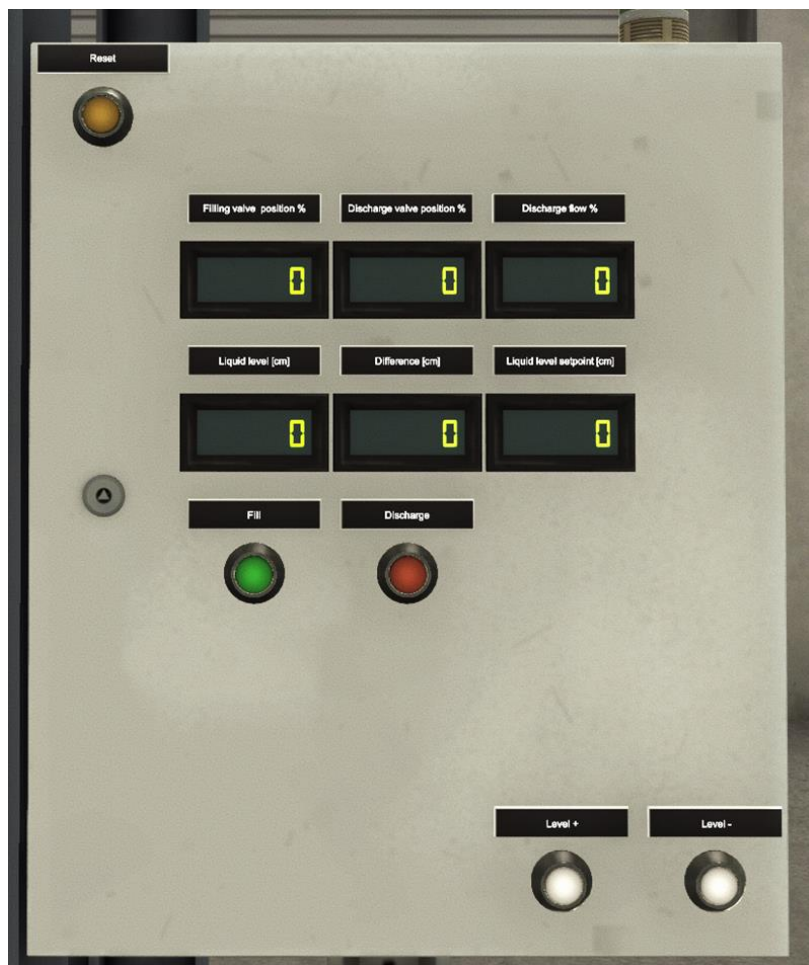
3.3.1 A tartály kezelő- és visszajelző berendezései

A tartály befoglaló szerkezetének bal felső sarkán (3. kép) észrevehető egy sárga villogó és egy piros színű sziréna, melyek a tartály – a későbbi programban előre beállított – túltöltöttségi szintjének elérése esetén válnak aktívvá, hang és fényjelzést adva a szimulációban. A tartály mellett jobb oldalon került elhelyezésre egy virtuális irányítópult, melyen szintén hasonló kezelő- és visszajelző szervek találhatók, mint a fizikai irányítópulton, azzal a különbséggel, hogy itt egy háromszínű fényoszlop – zöld, sárga és piros – látja el a visszajelző lámpák szerepét, mint ahogy az az ipari berendezések esetében megszokott. A pult közepe táján bal oldalra kerültek a töltő és leeresztő nyomógombok, melyek alaphelyzetben nyitottak (a továbbiakban röviden NO, mint Normally Open), a tartály töltésének elindításáért a zöld színű, „Fill” felirattal ellátott, a leeresztés elindításáért pedig a piros színű, „Discharge” felirattal ellátott gomb felel. A szekrény bal felső sarkán található egy sárga színű „Reset” feliratú NO nyomógomb, mely a fentebb említett riasztás esetén képes az igen zavaró hangjelzés felfüggesztésére. Ezen felül a virtuális irányítópult jobb alsó sarkában található két NO nyomógomb, melyek együttesen egy encodert hivatottak helyettesíteni – a programban tekerőgomb formájában kizárólag potenciométer található, ezzel pedig nem biztosítható a fizikai irányítópulton található encodernek, illetve a webszerver kezelőszerveinek való ellentmondás kizárása, mert a potenciómétert csak a programban lehet az egérrel kezelni, annak a „távoli tekerése” nem megoldható –, ezekkel a nyomógombokkal lehet a tartály kívánt folyadékszintjét 5 centiméteres lépésekben állítani 0 és 300 centiméter közötti értéktartományban.

A beállított értéket leolvashatjuk az irányítópulton (6. kép) elhelyezett, „Liquid level setpoint [cm]” feliratú kijelzőn.

A többi kijelzőn leolvasható értékek:

- a töltőszelep állása százalékos értékben kifejezve 100 % = teljesen nyitva „Filling valve position [%]”
- a leeresztőszelep állása 100 % = teljesen nyitott „Discharge valve position [%]”
- az aktuális folyadékszint „Liquid level [cm]”
- a beállított és az aktuális folyadékszint közötti különbség „Difference [cm]”.



6. Kép: A virtuális irányítópult [30]

A kezelő és visszajelző szervek tervezése során megpróbáltam a fizikai irányítópulthoz hasonló elrendezésre törekedni, a könnyebb kezelhetőség érdekében. A Factory I/O-ban szereplő kezelőszervi lehetőségek, úgymint szimuláció indítása, szimuláció visszaállítása és a kameraállások váltásának lehetősége a virtuális irányítópulton szándékosan nincs megjelenítve, mert ezen funkciók eleve elérhetőek a program menüsorából.

3.3.2 A jelenet paraméterezése

A fent említett jelenet paramétereit úgymint digitális vagy analóg szenzorok és aktorok, a program építésre szolgáló felületében kerültek meghatározásra. Ezen szenzorok és aktorok kiosztása, azaz az I/O lista pedig a konfigurációs menüben definiálható.

Ebben a menüpontban tudja a felhasználó beállítani a vezérlésre használandó PLC-t, jelen esetben a Siemens LOGO!-t, illetve az eszköz logikai címét. Itt határozható meg a virtuális bemenetek és kimenetek száma, illetve fajtája is. Melyek a kimenetek esetében lehetnek fizikai kimenetek is. Az egyik legnagyobb előny, hogy az adott PLC által kezelhető maximális bemenetet és kimenetet is meg lehet adni a fizikai be- és kimenetek esetén is, anélkül, hogy a felhasználó PLC-je rendelkezne ezen ki- és bemenetekkel, illetve az ehhez szükséges bővítő modulokkal.



7. Kép: A tartály jelenet I/O listája [31]

A 7. képen látható módon a szenzorok a bal oldali, az aktorok pedig a jobb oldali listában vannak felsorolva, és a közepén található blokkban lehet őket a megfelelő be-, vagy kimeneti

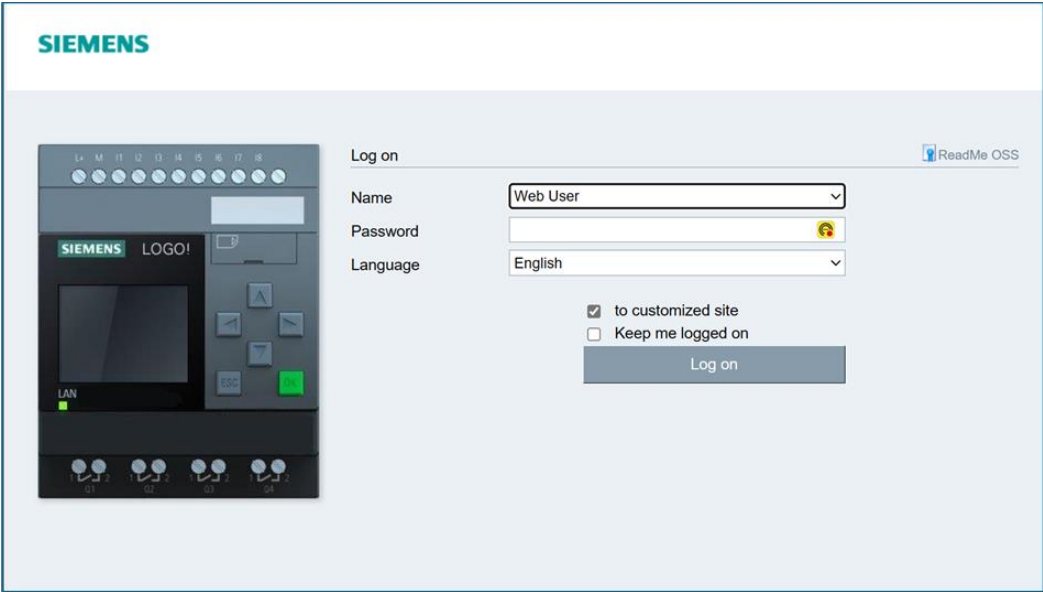
címre tetszőlegesen elhelyezni, a bemenet vagy kimenet milyenségének függvényében, melyre az adott cím színe utal (jelmagyarázat a kép bal alsó sarkában).

Külön kiemelném a változtatható memóriában elhelyezett címek („variable memory”) kezdő számának megfelelő eltolását (offset), mert ha ezt nem teszi meg a felhasználó, akkor az hibás működéshez vezet.

3.3.3 A jelenethez készített webszerver

A távoli elérés fejezetében már említésre került, hogy vagy csak webszerveres, vagy csak felhő kapcsolat lehetséges, a kiválasztásnak megfelelően. A választásom azért is esett a webszerveres megoldásra, mert egyrészt az AWS Cloud szolgáltatásával még nem ismerem ki magam kellőképpen, másrészt pedig a felhőkapcsolat csak akkor elérhető, ha a LOGO! BM futó módban van, ellentétben a webszerverrel mely akkor is elérhető, ha a LOGO! BM csak tápfeszültséget kap. További előny, hogy így egy zárt helyi hálózatban maradhatunk, mely által az alkalmazásunk, biztonságosabbnak tekinthető az illetéktelen hozzáférés tekintetében.

A webszerver elérése hálózaton belül a LOGO! IP címének a böngészőbe történő beírását követően lehetséges. A felhasználót a következő bejelentkezési oldal fogadja:

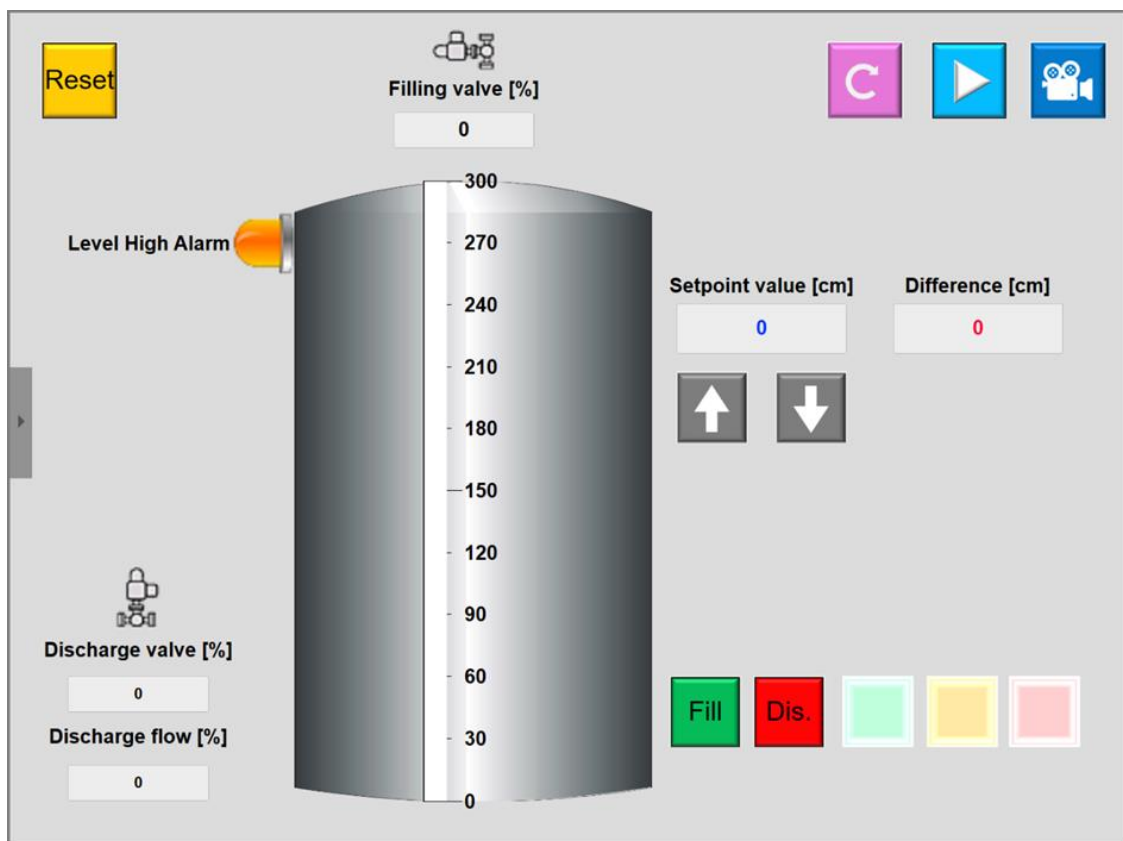


8. Kép: A LOGO! webszerverének bejelentkezési oldala [32]

A LOGO! Soft Comfort-ban a webszerver eléréséhez szükséges beállított jelszó megadását követően léphet be a felhasználó a felületre (8. kép), ahol ha más nem lett konfigurálva, akkor maga a LOGO! válik elérhetővé, tehát a kis képernyő és a LOGO!-n található gombok, csak ezúttal virtuális kiadásban.

Azonban lehetőség van a Siemens LOGO! számára fejlesztett saját weboldal szerkesztő programban, a LOGO! Web Editor-ban egy weboldal készítésére is, melyen elhelyezhetők működtető és visszajelző funkciókkal bíró eszközök is, mind digitális, mind pedig analóg verzióban, melyeket hálózati I/O eszközökként lehet elérni, így az adott műveletről visszajelzést kapni, vagy abba beavatkozni is lehetséges. Az így készített weboldal eléréséhez a bejelentkezési oldalon szükséges a „to customized site” jelölőnégyzet kipipálása.

Szintén lehetséges egy vendég felhasználói weboldal készítése is, mely így akár korlátozott hozzáféréssel rendelkezik az adott program funkcióihoz. Ehhez a névnél a Web Guest-et kell kiválasztani a legördülő menüből.



9. Kép: A jelenet irányításához készített weboldal [33]

A LOGO! Web Editor-ban (a továbbiakban LWE) a jelenet irányításához készített weboldal (9. kép) készítése során a segítségemre voltak a programban előre konfigurált képek és ábrák, úgymint maga a tartály, vagy a szelepek szimbólumai. Azonban itt is lehetőség van saját képek importálására, így a weboldalon található gombok, és visszajelző lámpák mind saját készítésűek, melyeket Microsoft Word-ben megszerkesztettem (ez a leggyorsabb a térhatású effektusokat is tartalmazó egyszerű ábrákhoz) melyeket aztán képként elmentve importálni tudtam a LWE-ba. A gombok megfelelő animáltságának érdekében lehetőség van az aktív és inaktív állapotuk szerinti különböző ábra elhelyezésére, ezért minden nyomógommból készítettem egy normál és egy megnyomott állapotú ábrát. Ugyanez érvényes a visszajelző lámpákra, melyek szintén saját készítésűek (kivéve a sárga szirénát). A kívánt helyre elhelyezett ábrákat ezután lehetőség van egy-egy hálózati ki- vagy bemeneti címmel ellátni, melyre később a programozás során a LOGO! Soft Comfort-ban hivatkozhatunk. Az egyszerűbb kezelhetőség és áttekinthetőség érdekében lehetőség van a weboldalon elhelyezett eszközök címlistájának elkészítésére. Az elkészített weboldalt ezután egyszerűen elmentettem és transzferáltam a LOGO! BM-ra.

A weboldal készítése során szintén törekedtem a fizikai és a Factory I/O-ban szereplő irányítópulthoz hasonló kezelőszervi visszajelzésre. A Factory I/O-ban szereplő virtuális irányítópulthoz képest azzal a különbséggel, hogy itt újra megjelennek a Factory I/O menüelemei is, úgymint a kameraállás váltása, a szimuláció elindítása és visszaállítása.

Az elkészített weboldalt a mentést követően letöltöttem a LOGO! BM-ra.

3.4 A program elkészítése

A megfelelő program elkészítését megelőzően először meg kell határozni a konkrét funkciókat, mit szeretnénk vezérelni, mit szeretnénk irányítani és hogyan. Ezen felül meg kell határozni, hogy melyik felületen és milyen visszajelzések érkezzenek.

Az alapfunkciók meghatározása

- A tartály folyadékszintjének kívánt értéke legyen beállítható a fizikai irányítópulton encoderrel, a webes felületen a fel és a lefelé mutató nyilakkal ellátott gombok segítségével, a Factory I/O- ban pedig a „Level +” és „Level – ” gombok segítségével
- A beállított folyadékszintet szeretném látni mindhárom eszközön, a fizikai irányítópult esetében a LOGO! BM saját kijelzőjén, a Factory I/O-ban a virtuális irányítópulton elhelyezett megfelelő kijelzőn, a weboldalon pedig a tartály mellett elhelyezett mezőben.
- A folyadékszint beállítását követően a zöld nyomógomb megnyomása indítsa el a töltési folyamatot, de csak azzal a feltétellel, hogy van eltérés a beállított és a tényleges szint között.
- A folyadékszint elérését követően álljon le a töltési folyamat, majd egy beállított negatív szinteltérés esetén a piros gombbal indítható legyen a leeresztési folyamat, szintén csak abban az esetben, ha van eltérés a tényleges szinthez képest.
- Egy előre meghatározott túl magas folyadékszint esetén minden felületen látható és a weboldalt kivéve hallható, egyértelmű riasztási esemény kiváltása, mely minden jelzőfény egyszerre villogásában, a LOGO! BM képernyőjének piros háttérvilágítással megjelenő feliratban, és hangjelzésben nyilvánuljon meg.
- A riasztási esemény kiváltását követően legyen lehetőség a zavaró hangjelek felfüggesztésére, de a vizuális jelzések maradjanak meg, addig amíg a folyadékszint nem lesz újra a riasztási szint alá csökkentve, bizonyos idő elteltével beavatkozás hiányában legyen ismételt hangjelzés is.

Kiegészítő, kezelést segítő funkciók meghatározása

- Az irányítópultok tájékoztassanak fényjelzéssel az üzemkész állapotukról, azaz parancsra várakozás alatt világítson folyamatosan a sárga jelzőfény minden felületen.
- Ha töltés van folyamatban, akkor erről egyértelmű fényjelzés legyen. Ezt a funkciót a zöld és a sárga jelzőfény felváltva villogása fogja ellátni minden felületen.
- Üritési folyamat esetén a piros és a sárga jelzőfény villogjon felváltva.
- A fizikai irányítópult és a weboldal jelezze mindhárom jelzőfény folyamatos világításával, ha a Factory I/O szimuláció nem fut, a LOGO! BM képernyő tájékoztasson erről.
- A szimuláció legyen elindítható és visszaállítható gombnyomással a webes felületről és a fizikai irányítópultról is úgy, hogy a szimuláció visszaállítása minden értéket is visszaállít.
- A kameraállások legyenek gombnyomásra változtathatók a fizikai irányítópulton is és a weboldalon is.
- A beállított és a tényleges folyadékszint közötti különbség leolvasható legyen mindhárom felületen.
- A töltő- és ürítőszelepek nyitottsági állapotáról legyen százalékos visszajelzés a Factory I/O-ban és a weboldalon, illetve a weboldalon az éppen nyitott szelep szimbóluma váltson zöld színűre, ezen felül jelenjen meg szintén százalékos értéként az aktuálisan átfolyó folyadékmennyiség.

Működésre vonatkozó kikötés

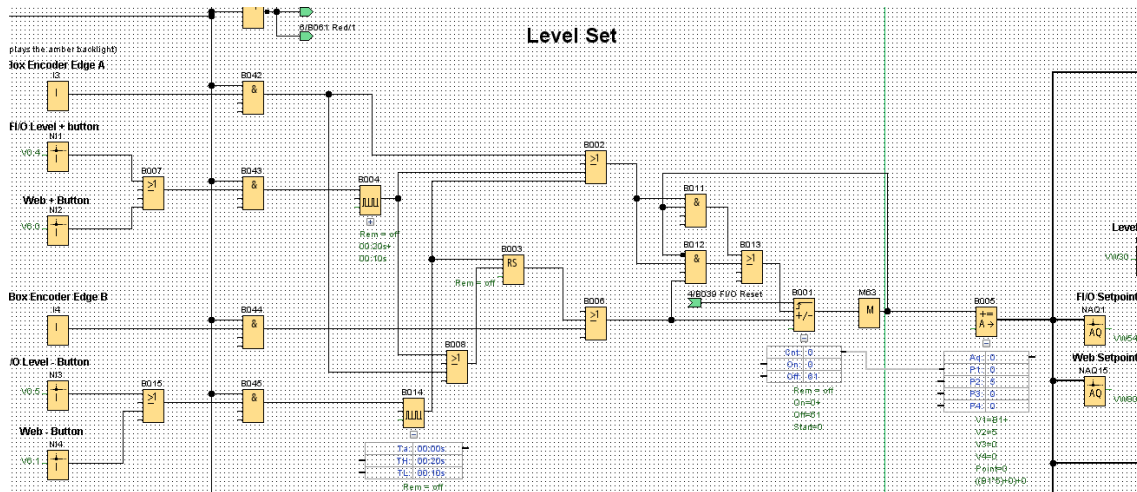
A töltés és ürítés hatékonyan valósuljon meg, azaz ha a kívánt szint még messze van a beállított szinttől akkor az adott folyamat maximális átfolyással történjen, és ahogy közeledik az elérni kívánthoz, úgy csökkenjen az átfolyási mennyiség, hogy a folyamat végére a folyadékszint se pozitív, se negatív irányban ne lépje túl a kívánt szintet.

A program részei

A program tehát a fent említett kikötések és kívánalmak alapján hat fő logikai egységre bontható, melyek a következők:

- folyadékszint beállítása;
- töltési és ürítési folyamat elindítása és leállítása;
- átfolyás szabályozása;
- riasztás;
- szimuláció futása és visszaállítása;
- kameraállások kezelése.

A hat fő logikai egység közül az első öt áll rendkívül szoros összefüggésben egymással, sűrű kapcsolati hálót alkotva, sok visszacsatolással és egymásba ágyazott funkciókkal. A kamerállások kezelése tulajdonképpen egy kis független blokkot alkot.



10. Kép: A folyadékszint beállítás programrészlete [34]

A program mérete sajnos túl nagy ahhoz (10. kép), hogy megfelelően illusztrálható legyen az itt rendelkezésre álló helyen, de valamennyi betekintést nyerhetünk a logikai kapukból és egyéb blokkokból álló program felépítésébe.

4. Eredmények kiértékelése

A program a vele szemben támasztott követelményeknek megfelelően működik.

A dolgozat készítése során megállapítottam, hogy a LOGO! Soft Comfortban található PI vezérlő nem működött kellőképpen hatékonyan, nem tudtam vele kellően pontos szintbeállítást elérni, ezért ehelyett különbségképzéssel, és az ebből érkező eredmény feldolgozásával adtam meg az adott átfolyási értéket a töltő, illetve leeresztő szelepeknek. Ugyanitt jegyezném meg a leeresztésnél jelentkező sokkal lassabb szint elérését, holott a leeresztőszelep elzárási értékközelítése sokkal közelebb van megadva, töltőszelepéhez képest, azonban ez lehet, hogy a szimuláció magas realitási fokának is köszönhető, mert ha belegondolunk, egy töltőszelepen általában nagyobb nyomás alatt érkezik a folyadék, mint ahogy az egy leeresztőszelep esetében csak a gravitációnak köszönhetően távozik.

Mivel villogó lámpákat képek formájában nehéz megmutatni, hangjelzéseket meg még annál is nehezebb, ezért a konkrét működés bemutatását a TDK előadásom keretében szeretném majd végrehajtani.

5. Összegzés

A dolgozat újabb bizonyíték arra, hogy az ipari automatizációs alkalmazások tanulása, tanítása és gyakorlása során sokkal nagyobb élményt tud nyújtani egy olyan rendszer, melyben valódi fizikai működtető és visszajelző elemek találhatók, melyekkel egy látványos és valóság-hű virtuális technológiát kelthetünk a segítségével „életre”. A Factory I/O olyan audiovizuális felhasználói élményt nyújt, amely akár a számítógépes játékok által nyújtottakat is képes messzemenően felülmúlni. Ennek jelentősége pedig nyilvánvalóan nagyon nagy, ha végiggondoljuk, hogy egy diák adott esetben értelmetlennek tűnő számítógépes játék helyett, ezt a valódi tanulást és fejlődést is elősegítő alternatívát választja.

A Factory I/O által kínált lehetőségek még olyanok számára is kihívást jelenthetnek, akik valódi technológiák PLC-vel való irányításában is jártasak. Többek között lehetőség nyílik elméleti logikai sorrendek valóság-hű tesztelésére, de a hiba injektálási funkcióknak köszönhetően az is tesztelhetővé válik, hogy egy-egy szenzor tönkremenetele, kábelszakadás vagy éppen rövidzárlat milyen hatást is gyakorol a rendszer, vagy annak egy részének működésére.

A dolgozat készítése során gyűjtött tapasztalatok alapján ez a program hatalmas segítség tud lenni a diákoknak és tanároknak egyaránt, főleg a mechatronikai tanulmányok területén.

A dolgozat továbbfejlesztése tekintetében szeretnék a jövőben jobban elmélyedni a távoli elérési módzatokban, illetve a master-slave, vagy master-master üzemű rendszerekben, melyhez terveim szerint, már a legújabb, a dolgozat készítése közben elérhetővé vált LOGO! 8.4-et szeretném használni, mely már saját maga képes többek között e-mail kommunikációra, extra kommunikációs modulok alkalmazása nélkül. Ezen felül szeretném a rendszert még egy HMI-vel is bővíteni, mely így már egy nagyobb szekrénybe is kerülne, mellyel így egy lényegesen komplexebb szimuláció irányítását szeretném megvalósítani.

6. Summary

The thesis provides further evidence that in learning, teaching, and practicing industrial automation applications, a system with real physical actuators and feedback elements can offer a much richer experience. With these, one can create a spectacular and realistic virtual technology that comes to life. Factory I/O provides an audiovisual user experience that can far surpass what computer games offer. The significance of this is obviously immense when considering that a student might choose this alternative, which promotes real learning and development, over seemingly meaningless computer games.

The opportunities offered by Factory I/O can even pose a challenge for those proficient in controlling real technologies with PLCs. Among other things, it allows for the realistic testing of theoretical logical sequences, but thanks to error injection functions, it also enables testing how the failure of a sensor, cable breakage, or short circuit affects the system or its operation. Based on the experiences gathered during the preparation of the thesis, this program can be a tremendous help for both students and teachers, especially in the field of mechatronic studies. Regarding the further development of the thesis, I would like to delve deeper into remote access methods and master-slave or master-master mode systems in the future. For this purpose, I plan to use the latest LOGO! 8.4, which became available during the preparation of the thesis and is capable of, among other things, email communication without the need for additional communication modules. Additionally, I would like to expand the system with an HMI, which would be housed in a larger cabinet, enabling the control of a significantly more complex simulation.

7. Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Bencsik Attila – Dr. Harkay Gábor: Irányítástechnika a gépészmérnöki és mechatronikai mérnöki szak hallgatóinak ÓE BGK 3025 Budapest, 2010 7.p
- [2] Dr. Ajtonyi István – Dr. Gyuricza István: Programozható irányítóberendezések, hálózatok és rendszerek Műszaki Könyvkiadó Kft., Budapest 2002 1. p
- [3] Dr. Ajtonyi István – Dr. Gyuricza István: Programozható irányítóberendezések, hálózatok és rendszerek Műszaki Könyvkiadó Kft., Budapest 1-3. p
- [4] Anna-Katharina Kreger – Die „heimlichen Helden“ hinter 25 Jahren LOGO! – Kommen Sie mit auf eine Reise hinter die Kulissen 2021.12.21.
<https://blog.siemens.com/2021/12/die-heimlichen-helden-hinter-25-jahren-logo-kommen-sie-mit-auf-eine-reise-hinter-die-kulissen/> 2024.06.07.
- [5] LOGO! Kézikönyv 2021.05.
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:a76d06d8-8db8-4c6f-992d-3449fdca5d34/LOGO-v8-magyar.pdf>
- [6] LOGO! Kézikönyv 2021.05.
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:a76d06d8-8db8-4c6f-992d-3449fdca5d34/LOGO-v8-magyar.pdf>
- [7] LOGO! Kézikönyv 2021.05. 252.p
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:a76d06d8-8db8-4c6f-992d-3449fdca5d34/LOGO-v8-magyar.pdf>
- [8] LOGO! Kézikönyv 2021.05. p. 243-244.
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:a76d06d8-8db8-4c6f-992d-3449fdca5d34/LOGO-v8-magyar.pdf>
- [9] Siemens Industry Mall 2024.04.17.
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10286951?tree=CatalogTree>
- [10] Siemens LOGO! CIM Operating Manual 2022.08.
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/749/109813749/att_1116073/v1/LOGO_CIM_Operating_Instruction_enUS_en-US.pdf

[11] Siemens Industry Mall 2024.04.17.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10424632?tree=CatalogTree>

[12] Siemens Industry Mall 2024.04.17.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10244228?tree=CatalogTree>

[13] Mary Del – New 3D simulation tool for automation training 2014.02.12.

<https://www.automationmag.com/4105-new-3d-simulation-tool-for-automation-training/>

[14] Factory I/O News 2014.07.01.

<https://factoryio.com/blog/2014/07/01/factory-i-o-1-0-0-released-download-a-trial/>

[15] Factory I/O News 2023.11.20.

<https://factoryio.com/blog/2023/11/20/factory-i-o-2-5-6-released/>

[16] Factory I/O Editions 2024.04.10.

<https://factoryio.com/editions/>

[17] realgames 2024.04.10.

<https://realgames.co/company/>

[18] Kép forrása: Factory I/O

[19] Kép forrása: <https://metrologus.bgk.uni-obuda.hu/wp-content/uploads/2021/05/OE-BANKI-LOGO-MAGYAR.png> 2024.04.10.

[20] Factory I/O Scenes 2024.04.10.

<https://docs.factoryio.com/manual/scenes/>

[21] Factory I/O Parts 2024.04.10.

<https://docs.factoryio.com/manual/parts/>

[22] Factory I/O Navigation 2024.04.10.

<https://docs.factoryio.com/manual/navigation/>

[23] Factory I/O Failure Injection 2024.04.10.

<https://docs.factoryio.com/manual/failure-injection/>

[24] Siemens Industry Mall 2024.04.15.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ED1057-3BA01-0AA8>

[25] Kép forrása: Siemens Industry Mall 2024.04.15.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ED1057-3BA01-0AA8>

[26] LOGO! kézikönyv 2021.05

<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:a76d06d8-8db8-4c6f-992d-3449fdca5d34/LOGO-v8-magyar.pdf>

[27] Kép forrása: Factory I/O

[28] Kép forrása: <https://metrologus.bgk.uni-obuda.hu/wp-content/uploads/2021/05/OE-BANKI-LOGO-MAGYAR.png> 2024.04.10.

[29] lásd 28

[30] Kép forrása: Factory I/O

[31] Kép forrása: Factroy I/O

[32] Kép forrása: LOGO! webserver

[33] Kép forrása: LOGO! webserver

[34] Kép forrása: LOGO! Soft Comfort

[35] Táblázat forrása: 2024.04.10.

https://media.automation24.com/datasheet/de/6ED10521MD080BA1_de.pdf

[36] Táblázat forrása: 2024.04.10.

https://media.automation24.com/datasheet/de/6ED10551CB100BA2_de.pdf

8. Képjegyzék

1. Kép: Csarnok az önállóan építhető jelenetben (a háttérben az Óbudai Egyetem és a Bánki kar logója látható)[18][19]	12
2. Kép: Siemens LOGO! Starter Kit 12/24 RCE [25]	17
3. Kép: A fizikai irányítópult	19
4. Kép: A fizikai irányítópult belülről	21
5. Kép: A jelenetben szereplő tartály [27][28]	23
6. Kép: A virtuális irányítópult [30]	25
7. Kép: A tartály jelenet I/O listája [31]	26
8. Kép: A LOGO! webszerverének bejelentkezési oldala [32]	27
9. Kép: A jelenet irányításához készített weboldal [33]	28
10. Kép: A folyadékszint beállítás programrészlete [34]	32

9. Mellékletek

1. számú melléklet: A Siemens LOGO! 12/24 RCE technikai adatai

Siemens LOGO! 12/24 RCE	
gyártói cikkszám	6ED1052-1MD08-0BA1
képernyő	igen
rögzítés módja	35 mm-es kalapsínre (4 modul széles), vagy fali rögzítés 4 mm-es csavarral
tápfeszültség	
DC 12 V	igen
DC 24 V	igen
alsó határérték	DC 10,8 V
felső határérték	DC 28,8 V
Idő	
időzítők száma	max. 400; funkciófüggő
üzemi tartalék	480 h
Bemenetek	
bemenetek száma és típusa	8 digitális, melyből 4 analógment használható (0...10V)
Kimenetek	
kimenetek száma és típusa	4 relékimenet
rövidzárlati védelem	nincs, külső biztosítás szükséges
Kimenetek terhelhetősége	
ohmikus terhelés esetén	max. 10 A
induktív terhelés esetén	max. 3 A
Tanúsítványok, szabványok	
CE jelölés	igen
CSA	igen
UL	igen
FM	igen
IEC 61131	igen
Környezeti feltételek	
üzemi hőmérséklet	-20°C...55°C (kondenzációmentes)
tárolási és szállítási hőmérséklet	-40°C...70°C
légnyomás (tengerszint feletti magasság)	1080 hPa...795 hPa (-1000 m...2000 m)
Méretek	
szélesség; magasság; mélység	71,5 mm; 90 mm; 60 mm

1. Táblázat: A Siemens LOGO! 12/24 RCE technikai adatai [35]

2. számú melléklet: A Siemens LOGO! 16 24 bővítő modul technikai adatai

Siemens LOGO! 16 24 Bővítő modul	
gyártói cikkszám	6ED1055-1CB10-0BA2
rögzítés módja	35 mm-es kalapsínre (4 modul széles), vagy fali rögzítés 4 mm-es csavarral
tápfeszültség	
DC 24 V	igen
alsó határérték	DC 10,8 V
felső határérték	DC 28,8 V
Bemenetek	
bemenetek száma és típusa	8 digitális
Bemeneti feszültség	
„0” jelszint esetén	< DC 5 V
„1” jelszint esetén	> DC 12 V
Bemeneti áram	
„0” jelszint esetén (max. nyugalmi áram)	0,85 mA
„1” jelszint esetén általában	2 mA
Bemeneti késleltetés	
„0”-ról „1” jelszintre max.	1,5 ms
„1”-ről „0” jelszintre max.	1,5 ms
Kimenetek	
kimenetek száma és típusa	8 tranzisztorkimenet
rövidzárlati védelem	igen
névleges kimeneti áram „1” jelszintnél	0,3 A
Kapcsolási frekvencia	
ohmikus terhelés esetén	10 Hz
induktív terhelés esetén	0,5 Hz
Tanúsítványok, szabványok	
CE jelölés	igen
CSA	igen
UL	igen
FM	igen
IEC 61131	igen
VDE 0631	igen
Hajógyártási engedély	igen
Környezeti feltételek	
üzemi hőmérséklet	
min.	0 °C; ES03-tól: -20°C
max.	55°C
Méretetek	
szélesség; magasság; mélység	71,5 mm; 90 mm; 58 mm

2. Táblázat: A Siemens LOGO! 16 24 Bővítő modul technikai adatai [36]