



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök

**GÉPEGYÜTTES VEZÉRLŐ ÉS BIZTONSÁGI PLC
PROGRAMJÁNAK INTERGRÁLÁSA**

Belső konzulens:	Mayerné Sárközi Eszter adjunktus
Külső konzulens:	Juhász Imre területi termelési igazgató
Készítette:	Bálint Szabolcs EWBYBX levelező
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet Mechatronika Tanszék

**Gödöllő
2024**

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Bálint Szabolcs (EWBYBX)

részére

A szakdolgozat címe:

Gépegyüttes vezérlő és biztonsági PLC programjának integrálása

Feladatkiírás:

Bevezetés és célkitűzés, Szakirodalom feldolgozás, Anyag és módszer bemutatása, Gépegyüttes vezérlésének egyesítése: a kiindulási konfiguráció felmérése, a követelmények megfogalmazása, a biztonsági PLC és a funkcionális vezérlők összevonása, PLC programírás, dokumentálás, Gazdasági számítás, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Juhász Imre, területi termelési igazgató*, Bridgestone Tatabánya Termelő Kft.

Belső konzulens: *Mayerné Dr. Sárközi Eszter, egyetemi adjunktus*, MATE

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

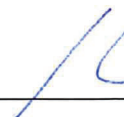
Átvettem



(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2024.



(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	6
1.1.	A cég bemutatása	6
1.2.	Mixer gépek bemutatása.....	7
1.3.	Célkitűzés	8
2.	Szakirodalom feldolgozása	9
2.1.	Kifejezések és meghatározások.....	9
2.1.1.	Kalander	9
2.1.2.	Kalander henger	11
2.1.3.	Anyag megvezető.....	12
2.1.4.	Töltő zóna.....	12
2.1.5.	Töltő eszköz	12
2.1.6.	Tisztító zóna	12
2.1.7.	Zúzó zóna	12
2.1.8.	Munka zóna	12
2.2.	Biztonsági követelmények és/vagy védőintézkedések.....	12
2.2.1.	Vezérlőrendszer – Általános	12
2.2.2.	Vezérlés – Indítás	13
2.2.3.	Vezérlés – Normál leállítás	13
2.2.4.	Vezérlés – Vészstop eszközök	13
2.2.5.	Vezérlés – Váratlan indítás	14
2.2.6.	Vezérlés – Energiaellátás meghibásodása.....	14
2.2.7.	Vezérlés – Fékrendszer	14
2.2.8.	Vezérlés – Biztonsági visszafele forgatás	15
2.2.9.	Mechanikai védelmek	16
2.2.10.	Védőberendezések kiiktatása	17

2.3.	Elektromos veszélyek.....	18
2.3.1.	Áramütés vagy égési sérülés a feszültség alatti részek közvetett vagy közvetlen érintésével.....	18
2.3.2.	Áramütés vagy elektrosztatikus kisülés által keletkezett tűz	18
2.3.3.	Elektromágneses interferencia	19
2.4.	Zaj hatások	19
2.4.1.	Zajcsökkentési elvek a tervezésnél	19
2.4.2.	Zajcsökkentés az eszközöknél.....	20
2.5.	Csúszás, botlás és leesés veszélye.....	20
3.	Anyag és módszer	21
3.1.	Technológia bemutatása	21
3.1.1.	Alapanyag előkészítés	21
3.1.2.	Gumikeverék készítés	24
3.1.3.	Kalanderezés	25
3.1.4.	Tapadásmentesítés.....	26
3.1.5.	Szárítás	27
3.1.6.	Lapolás	28
3.1.7.	Elszívás.....	28
3.1.8.	Vonatkozó szabványok	29
3.2.	A korszerűsítendő vezérlőrendszer bemutatása	32
3.2.1.	Hálózati topológia	32
3.2.2.	Alapanyag előkészítés (Weighing System).....	34
3.2.3.	Pigment szállító szalag (Pigment Conveyor)	39
3.2.4.	Mixer és Carbon betöltés (Mixing & Carbon System)	40
3.2.5.	Extruder és Kalander (TDE)	43
3.2.6.	Kész anyag kezelő (BOFF)	44

3.3.	Működtető szoftver	47
3.3.1.	Normál vezérlő programok	48
3.3.2.	Gépbiztonsági vezérlő programok	50
4.	Gépegyüttesek vezérlésének egyesítése	52
4.1.	Hálózat újra tervezése	52
4.2.	Az új vezérlő kiválasztása	52
4.3.	Biztonsági rutinok fejlesztése.....	55
4.4.	Funkcionális rutinok fejlesztése	58
4.5.	Elektromos szekrények átervezése.....	59
4.5.1.	Hálózat kialakítása	60
4.5.2.	Terepi I/O-k kialakítása.....	60
4.5.3.	Motor vezérlők kiváltása	62
4.6.	Gazdasági számítás	63
5.	Következtetések és javaslatok.....	65
6.	Összefoglalás.....	67
7.	Summary	68
8.	Nyilatkozat	69
9.	Irodalomjegyzék.....	72
10.	Ábrajegyzék	74
11.	Táblázatjegyzék.....	75
12.	Mellékletek.....	76

1. Bevezetés

Villamosmérnökként már több, mint 10 éve PLC szoftverfejlesztéssel foglalkozom. A leghosszabb időt a gumiipari technológiával töltöttem, amelyben megismerhettem a gumibroncs gyártás teljes folyamatát, rálátásom lehetett a gyártósor és ember szerves kapcsolatára. Szeretném röviden bemutatni a szakdolgozatomban feldolgozott téma helyét adó céget, az ott megoldandó feladatban érintett gyártósort, illetve azokat a célokat, amelyekre a dolgozatomban megoldásokat fogok ajánlani.

1.1. A cég bemutatása

A szakdolgozatomban témájának helye a(z) 1. ábrán látható Bridgestone Tatabánya Termelő Kft. A Bridgestone a világ egyik vezető gumibroncs márkája. A cég japán gyökerekkel rendelkezik, a nevét az alapítójáról Isibasi Sódzsiró-ról kapta (isi = stone, basi = bridge). A gumigyár világviszonylatban több mint 150 millió abroncsot állít elő egy év alatt, amelyből a tatabányai üzeme több mint 6,5 millió termékkel veszi ki a részét (<http1.1>).

1. ábra: Bridgestone Tatabánya főépülete

(Forrás: <http1.2>)



A teljesen automatizált gyártósorain körülbelül 130 különböző abroncs fajtát képes előállítani, amely egyedülálló az európai komplexumok sorában.

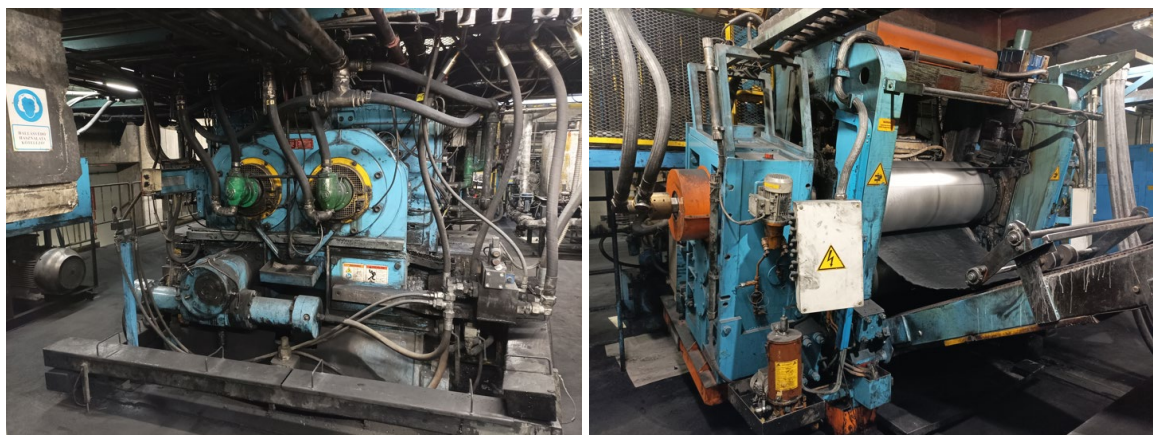
Az üzem belső elrendezése követi a gumikeverési és végtermék előállítási technológia sorrendjét. Az első csarnok (Area-1) feladata az alapanyag előállítása. Itt két géptípus

található meg: Pigment és Mixer gépek. Az előbbi feladata a kémiai reakciókat segítő granulátumok kimérése, az utóbbinak a soron következő munkafázisokban felhasznált gumikeverék előállítása.

1.2. Mixer gépek bemutatása

Bármilyen termék elkészítésénél – technológiától függetlenül – az egyik legfontosabb tétel: az alapanyag. Ez az elegy több alkotóelemből áll: bála (szintetikus gumi, kaucsuk), lapolt gumi (visszakeverendő alapanyag), pigment (granulátum), carbon (por), szilika (por) és olaj (folyadék) együttese. A mixer gépek készítik el (mixelik össze) a megfelelő állagú és minőségű gumikeveréket. Több különböző űrtartalmú kivitelben gyártják ezeket a berendezéseket attól függően, hogy a kevert gumit további felhasználáskor milyen formában használják fel. Kisebb űrtartalmú (~120 liter) gépek henger alakú gumit gyártanak, amit felcsévélnek; nagyobb űrtartalmú (~270 – 700 liter) kivitelek esetében, mint ahogy a(z) 2. ábrán látható, lapgumit állítanak elő. Technológia szempontjából ez a két fő berendezés: mixer (feladat: gumikeverék előállítás) és kalander (feladat: lapgumi forma és anyagfolytonosság biztosítása).

2. ábra: Mixer géprész (b), kalander (j)



A gép elnevezése megtévesztő lehet, mert 'mixer'-nek hívnak egy géprészt, illetve magát a gyártósort is. Továbbiakban a gyártósorra 'Mixer'-ként fogok hivatkozni. A Mixer egy gépegyüttes, amelyben több rész összehangolt működése kulcsfontosságú az alapanyag előállításához. Terjedelemre egy Mixer – helyi léptékkal nézve – 3 emeletet foglal el, ami megközelítőleg 24m-nek felel meg, hossza pedig ennek a fele. Földszinten és az emeleten történik az összekeverendő anyagok kimérése, előkészítése. Mezzanine szinten helyezkedik el

a mixer géprész (2. ábra (b)), és közvetlenül alatta a pince szinten a kalander (2. ábra (j)). A mixer egy gumimasszát készít, amiből a kalander egy adott vastagságú és folyamatos anyagfolyamú gumiszőnyeget állít elő. A lapgumi itt akár 100°C-os hőmérsékletű is lehet, emiatt azt egy ún. merítő tartályban „fürdetik” meg, amely közeg hűtő és tapadásmentesítő funkciót lát el.

Ezt követően egy hosszabb szakaszon szárítják a lapolt gumit, amelynek a földszintre továbbítása után a 3. ábra szerinti palettázása történik, ami már kész termékként kezelhető. Mindhárom szinten gép- és életvédelmi por és gáz elszívás van kiépítve.

3. ábra: Palettázott lapoltgumi



1.3. Célkitűzés

Dolgozatom célja a BB271-es gyártósor összetett vezérlésének átdolgozása, fejlesztése. A különálló géprészek funkció és gépbiztonsági vezérléseit (SRP/CS) megvalósítom egy közös Safety-PLC-ben. Kiváltom terepi I/O modulokra azokat a jelenlegi vezérlőegységeket, amelyek I/O modulokkal rendelkeznek. A meglévő hálózati topológiát és a felhasznált kommunikációs protokollt áttervezem és egységesítem úgy, hogy az új vezérlési struktúra és az abban résztvevő perifériák harmonizáltan működjenek együtt, bővíthetők, fejleszthetők legyenek; megfeleljenek a mai kor ipari követelményeinek.

A dolgozatomnak nem célja a leendő alkalmazott gépbiztonsági elemek szükségességét alátámasztó kockázati értékelések bemutatása, mert annak elkészítése és validálása a projektben nem az én feladatom lesz.

2. Szakirodalom feldolgozása

A gépegyüttes egyik fontos berendezés egészére egy C típusú szabvány létezik: MSZ EN 12301:2020 – Műanyag- és gumiipari gépek. Kalanderek. Biztonsági követelmények.

Ez a dokumentum a kalanderek tervezésére és felépítésére vonatkozó gépbiztonsági követelményeket határozza meg, beleértve a hozzá kapcsolódó elemeket: vágó eszköz, anyag megvezető, adagoló és másodlagos henger. Minden olyan jelentős veszéllyel, veszélyes helyzettel és veszélyes eseménnyel foglalkozik, amelyek a kalanderek tervezése és felépítése szempontjából relevánsak, amikor a gépet rendeltetésszerűen, vagy a gyártó által észszerűen előrelátható módon a helytelen használat körülményei között fennállnak a gép élettartamának bármely szakaszában az EN ISO 12100:2010 szabvány 5.4-es pontja alapján.

A dokumentum nem foglalkozik:

- a robbanásveszélyes anyagok, vagy olyan anyagok feldolgozása során keletkező veszélyekkel, amelyek robbanásveszélyes légkört eredményeznek;
- lézer vagy ionizáló sugárzás okozta veszélyekkel;
- olyan veszélyekkel, amelyek akkor keletkeznek, ha a kalandert robbanásveszélyes környezetben helyeznek el.

A kéthengeres keverő hengerszékekre az EN 1417-es szabvány vonatkozik.

Ez a dokumentum nem vonatkozik a megjelenése előtt gyártott kalanderekre (MSZ EN 12301:2020).

2.1. Kifejezések és meghatározások

2.1.1. *Kalander*

Gumi, műanyagok vagy oldatok feldolgozására szolgáló gép, amely két vagy több henger közötti folyamatos húzással állítja elő a kívánt terméket.

Feldolgozási műveletek lehetnek:

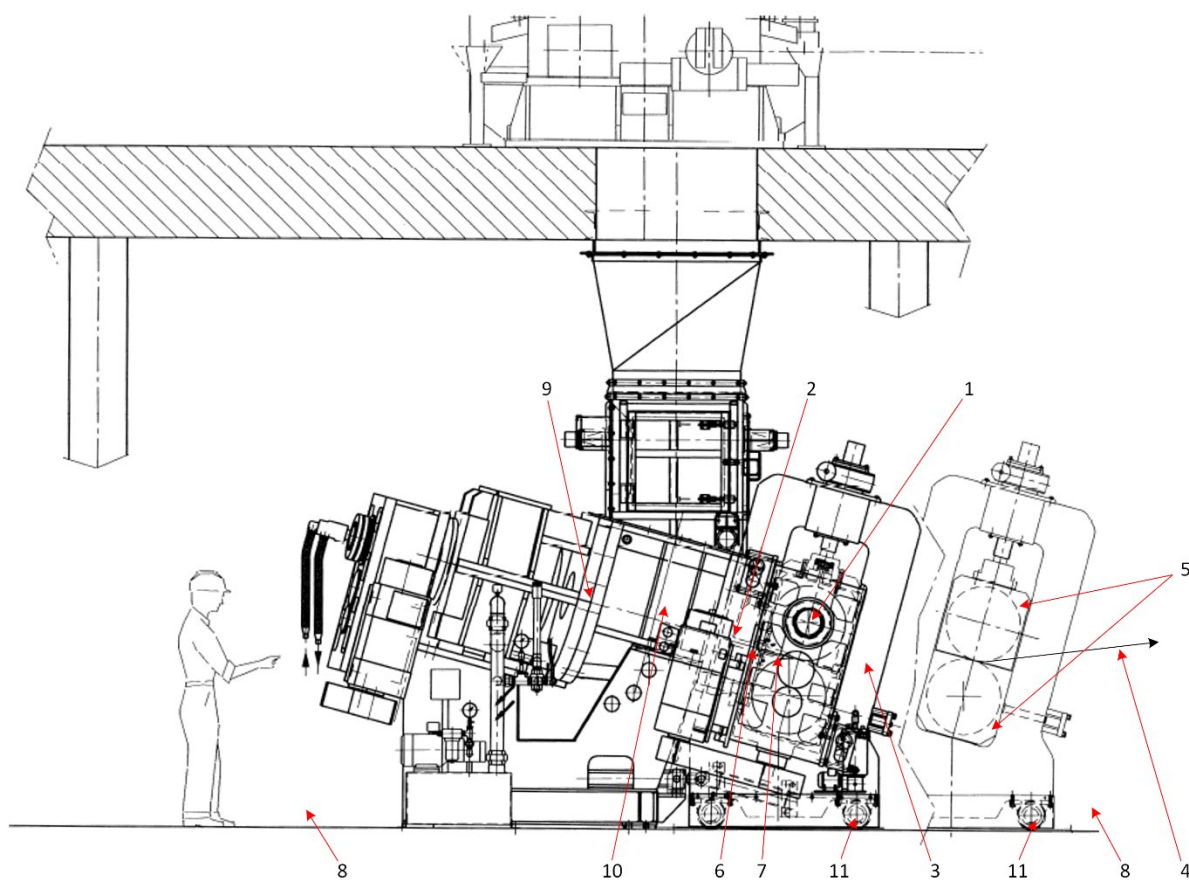
- gumi vagy műanyag lapok vagy profilok folyamatos kalanderezése;
- egy vagy több réteg felvitele egy hordozóanyagra;
- két vagy több rétegű gumi- vagy műanyaglap laminálása nyomás alatt hővel vagy ragasztóval;

- műanyagok dombornyomása vagy polírozása.

A kalander felszerelhető motoros kerekkel a teljes gép vízszintes irányú mozgásához, pl.: extruderfejhez való csatlakoztatásához vagy leválasztásához történő gépbeállító műveletekhez (4. és 5. ábra).

4. ábra: 2 hengeres kalander extruderes rácsatlakozással

(Forrás: HF-Mixing G. (2014))

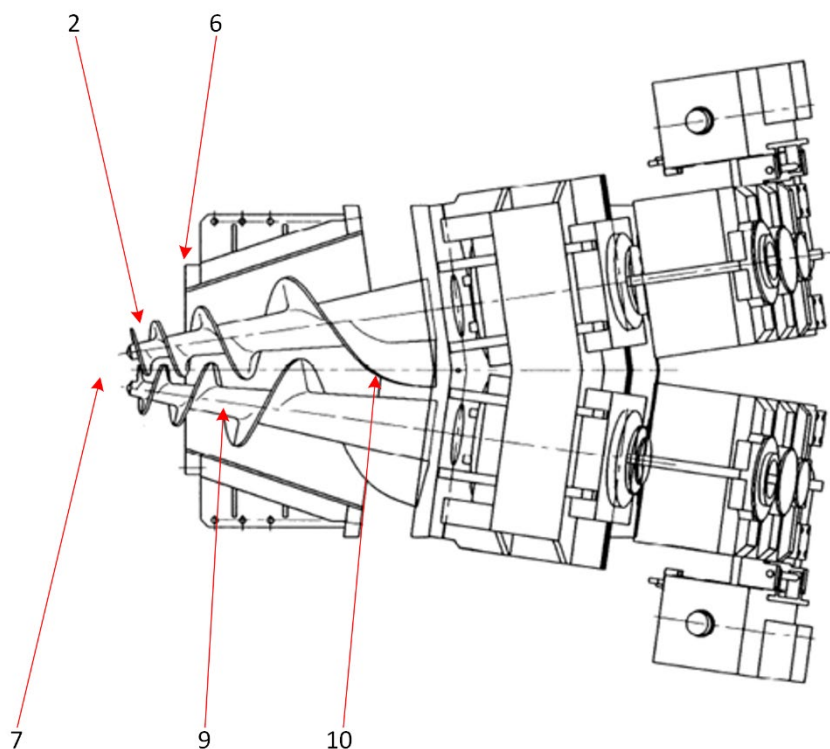


Szám

1	kalander henger	5	tisztító zóna	9	töltő eszköz
2	extruder fej	6	anyag megvezető	10	töltő zóna
3	keret	7	zúzó zóna	11	mozgató kerék
4	gumilap	8	munka zóna		

5. ábra: Az extruder géprész felülnézetből

(Forrás: HF-Mixing G. (2014))



Szám

2	extruder fej	10	töltő zóna
6	anyag megvezető		
7	zúzó zóna		
9	töltő eszköz		

2.1.2. Kalander henger

Egy henger, amely egy másik kalander hengerhez képest pozícionálva helyezkedik el a megvalósítandó munkafolyamat alapján. A belseje üreges lehet, ezáltal folyadék keringtethető benne, amely segítségével hőmérsékletszabályozható a henger felülete.

2.1.3. Anyag megvezető

Az extruder fej mindkét oldalán helyezkedik el, amelyek meghatározzák a kalanderező anyag szélességét, és megtartják a gumi- vagy műanyagfolyamot megakadályozva, hogy az a munkaterületre jusson.

2.1.4. Töltő zóna

Hely, ahol a gumit, műanyagot és más anyagot (szövet, zsinór, stb.) adagolnak a kalanderhez.

2.1.5. Töltő eszköz

Felszerelés, amely feladata a berendezés utántöltése, az alapanyag elosztása a töltő zónában.

2.1.6. Tisztító zóna

Zóna, ahol a por és visszamaradt anyagok eltávolítása lehetséges.

2.1.7. Zúzó zóna

Legalább két, egymáshoz közeli, ellentétes (behúzó) irányba forgó henger részéhez közel található zóna.

2.1.8. Munka zóna

Terület, amely a kalander körül található, ahol a gépkezelő a normális munkatevékenységét végzi.

2.2. Biztonsági követelmények és/vagy védőintézkedések

A kalandereknek meg kell felelniük a saját szabványa biztonsági követelményeinek és/vagy védelmi/kockázatsökkentő intézkedéseinek. EN ISO 12100:2010 szabvány alapelvei szerint kell megtervezni a gépet a releváns, de nem jelentős veszélyekkel szemben, amelyekkel a kalander szabványa nem foglalkozik (pl.: éles élek) (MSZ EN 12301:2020).

2.2.1. Vezérlőrendszer – Általános

A vezérlőrendszer biztonságával kapcsolatos részeit az EN ISO 13849-1:2015 szabvány szerint kell megtervezni. Az egyes biztonsági funkciókhoz szükséges teljesítményszintet (PL_r) a következő pontokban vannak meghatározva.

Abban az esetben, ha a kalander üzemmódválasztó kapcsolóval van felszerelve, annak meg kell felelnie az EN ISO 12100:2010, 6.2.11.10-es pontban leírtaknak.

2.2.2. Vezérlés – Indítás

A működés megkezdése csak akkor lehetséges, ha az összes biztonsági eszköz és berendezés a helyén van és ellátja a feladatát (lsd.: EN 60204-1:2018, 9.2.3.2. pontja). A gépet csak az erre a célra szolgáló indító eszközzel szabad elindítani (EN 60204-1:2018).

2.2.3. Vezérlés – Normál leállítás

Leállító szerkezetnek gondoskodnia kell a gép teljes leállításáról.

A normál stop parancsnak leállítási kategória 0-snak vagy 1-esnek kell lennie a használni kívánt technológiától függően, összhangban az EN 60204-1:2018, 9.2.2-es pontjával (EN 60204-1:2018).

2.2.4. Vezérlés – Vészstop eszközök

A vészstop eszközöknek meg kell felelniük az EN ISO 13850:2015 szabványnak. Elektromos fékezés esetén 1-es leállítási kategóriát kell alkalmazni. Az egyszerű mechanikus fékkel rendelkező kalandereknél, amelyek nem függenek elektromos megtáplálástól 0-s leállítási kategória választható. A gép vezérlési helyén egy vészstop eszközt kell felszerelni. A munkaterületen a gép körül további vészstop működtetőket szükséges elhelyezni (EN ISO 13850:2015).

Bármely vészleállító berendezés működtetése esetén:

- álljanak meg a hengerek, összhangban a(z) 2.2.6-os pontban foglaltakkal
- engedélyezze a hengerek széthúzását, vagy okozza az automatikus henger széthúzást olyan gépen, amely ilyen védőberendezéssel van ellátva
- engedélyezze a mentő hátrafele mozgatót, összhangban a(z) 2.2.7-es pontban foglaltakkal
- a géppel közvetlen kapcsolatban álló részek megállítása $PL_r = c$ szinten valósuljon meg
- Kézi visszaállítással legyen vizuális és/vagy hallható jelzés

Lásd még: EN 60204-1:2018, 10.7-es pontja.

2.2.5. Vezérlés – Váratlan indítás

A váratlan indítás megelőzését az EN ISO 14118:2018 és az EN 60204-1:2018 5.4 pontjával összhangban kell megvalósítani.

2.2.6. Vezérlés – Energiaellátás meghibásodása

Az áramellátás megszakadása vagy meghibásodása nem okozhatja a biztonsági funkció megghiúsulását, és az energiaellátás helyreállítása nem eredményezheti a gép automatikus újra indulását (EN ISO 12100:2010, 6.2.11.4 és 6.2.11.5).

Az energiaellátás meghibásodása esetén, ha az egyik henger motorvezérlő kontaktora elejt az eredményezzen 2.2.6 pont szerinti megállást.

A kalandert fel kell szerelni olyan szerkezettel, amely lehetővé teszi a hengerek széthúzását áramkimaradás esetén is (EN ISO 12100:2010).

2.2.7. Vezérlés – Fékrendszer

Abban az esetben, ha:

- a hengerek képesek megállni anyag nélkül a maximális sebességről legfeljebb 120°-os leállási szögben, vagy
- a behúzási réseket rögzített védőburkolat védi, vagy
- a behúzási réseket reteszeltető védőburkolat védi $PL_r = d$ szinten,

akkor a fékrendszerre és fékszögre vonatkozóan nincsenek speciális követelmények.

Ha egy vagy több behúzási rést véd:

- reteszeltető védőburkolat védőreteszeléssel vagy anélkül $PL_r = a, b$, vagy c szinten; vagy
- kioldóeszköz(ök),

akkor a kalandert két csatornás fékrendszerrel kell felszerelni $PL_r = d$ és CAT3 szinten, amely használ:

- két rugó működtetésű mechanikus féket, vagy
- egy rugó működtetésű mechanikus féket és egy elektromos fékrendszert, amely áramellátás nélkül is üzemel.

A fékezést azonnal meg kell kezdeni, amint egy védőberendezés működésbe lép.

A rendszer teljes leállási teljesítményét a(z) EN ISO 13855:2010, 3.1.2. pontja alapján az energiaellátás hiányával kell kiszámolni. Ha a szabvány nem tartható be, akkor védőreteszeléssel ellátott védőburkolatokat kell alkalmazni (EN ISO 13855:2010).

Ha kioldóeszközt (kioldórudat) használunk, energiaellátás meghibásodása esetén is a hengereknek legfeljebb 120°-os fékszögen belül kell megállniuk. Ahol a hengerek kerületi sebessége nagyobb mint 120 m/min, ott a fékszög arányosan változhat, de maximum 160°-ig.

A fék kézi oldását ellenőrizni kell a vezérlő áramkör által $PL_r = d$ szinten azért, hogy a hengerek vezérelt forgatása blokkolva legyen mindaddig, amíg a fékek kézzel vannak kioldva (EN ISO 13855:2010).

2.2.8. Vezérlés – Biztonsági visszafele forgatás

Az alábbi megállások esetén: reteszelt védőburkolat nyitásával, vagy kioldószerkezet véletlen/szándékos működtetésével, vagy vészleállító berendezés működtetésével kezdeményezett leállítást követően engedélyezni kell a hengerek biztonsági visszafele forgatását egy erre a célra dedikált hold-to-run kezelőszerv használatával, a funkciónak összhangban kell lennie a(z) EN ISO 12100:2010 3.28.3-as pontjával; vagy egy kézi szerszám segítségével, amellyel a beszorult személyt, vagy más oda nem illő tárgyat ki lehessen szabadítani (EN ISO 12100:2010).

Ennek a funkciónak működnie kell kézi alaphelyzetbe állítás nélkül, a(z) 2.2.1-es pontban említett üzemmódválasztó állásától függetlenül. A speciális biztonsági módnak tiltania kell az üzemmódválasztó által deklarált összes vezérlést. Ennek megvalósítása $PL_r = d$, CAT3 szinten szükséges. A visszafele járatást indító kezelőszerv használata közben vizuális és hallható figyelmeztetés kell adni a visszajáratás közben kialakuló új zúzó zóna kialakulása miatt mindaddig, amíg a berendezés ebben az üzemmódban van.

Ha a visszafele mozdítással kialakult új zúzó zóna hozzáférését védőburkolat akadályozza, akkor annak meg kell felelnie a szabványban meghatározott dimenzióknak: EN ISO 13857:2008, Table 2-3-4 és EN ISO 14120:2015, 3.2 pontja. Ha a védőburkolat mozgatható, akkor annak detektálását $PL_r = d$, CAT3 szinten szükséges megvalósítani.

Ha az újonnan kialakuló zúzó zóna hozzáférését nem akadályozza védőburkolat, akkor a működtetni kívánt hengerek mozgatása az alábbi feltételek mindegyikének teljesülése esetén engedélyezhető:

- A mozgást kérelmező kezelőszerv (hold-to-run) folyamatos tartásával működtethetőek a hengerek. Az SRP/CS-nek meg kell felelnie $PL_r = c$ szintnek, és
- a visszafele forgatás sebessége nem haladhatja meg az 5 m/min-t. A vezérlés biztonsággal összefüggő része $PL_r = d$, vagy $PL_r = c$ abban az esetben, ha a hengerek távolsága több mint 50mm; ha a távolság állítható akkor annak monitorozhatónak kell lennie, a hengerek forgásának megállítása $PL_r = c$ szintűnek kell lennie, és
- meg kell akadályozni, hogy a gép érzékelőinek akaratlagos vagy akaratlan működése veszélyes funkciókat indítson el.

Egyértelműen, jól látható fel kell tüntetni a 'Biztonsági visszafele forgatás' feliratot. A hátramenetnek meg kell állnia fék hatására, amint elengedték a kezelőszervet.

A biztonsági visszajáratás funkció nem szükséges, ha:

- Automatikus hégagnytás legalább 120mm-re tud nyitni 12 másodpercen belül $PL_r = d$, CAT3 szinten, vagy
- a behúzó oldalon a rést fix burkolat védi, vagy
- a behúzó oldalon a rést védőreteszeléssel ellátott reteszeltető védőburkolattal van ellátva, amelynek teljesítményszintje $PL_r = d$.

A hengerek széthúzása nem okozhat további veszélyeket (EN ISO 13857:2008).

2.2.9. Mechanikai védelmek

A hengerek forgása közben a kialakuló zúzó zónához való hozzáférést a következő eszközök egyikével vagy több alkalmazásával meg kell akadályozni:

- rögzített védőburkolattal, vagy
- reteszelt védőburkolattal, vagy
- kioldó rúddal, vagy
- nyomásérzékelő szőnyeggel vagy padlóval, vagy
- nem mechanikus kioldószerkezetű eszköz, pl.: fényfüggöny (EN 61496-1:2013), vagy terület szkennel (CLC/TS 61496-3:2008)

A biztonsági kioldószerkezetek alaphelyzetbe állításával, vagy a reteszelt védőburkolat bezárásával nem indulhat meg automatikusan semmilyen gépmozgás. Új indítóparancsra van szükség. Kézi alaphelyzetbe állító eszközt úgy kell elhelyezni, hogy a gépkezelő ráláthasson a veszélyzónára, a tervezése során a(z) EN ISO 13849-1:2015, 5.2.2-es pontját kell figyelembe venni. Ettől kivétel a biztonsági visszajáratásért felelős kezelőszerv (EN ISO 13849-1:2015).

Ha a legkisebb vízszintes rés a géptest és:

- a védőburkolat között több mint 100mm, vagy
- a nem mechanikai működésű védőeszköz közt több mint 150mm, akkor

a gépkezelő képes beállni a biztonsági eszköz és a géptest közé. Ebben az esetben a veszélyes mozgások indítását további védőintézkedésekkel (pl.: jelenlét érzékelővel) megakadályozni, amíg a gépkezelő a veszélyes térben tartózkodik. Kivéve, ha műszaki ok miatt a kivitelezés nem lehetséges, mert pl. a gép egy része útban van.

A kalander hengerek záró mozgása (hézag csökkentését) kizárólag az alábbi esetekben engedélyezett:

- a reteszelt védőburkolatok zárva vannak és/vagy a kioldó berendezések nem aktívak, vagy
- a hold-to-run kezelőeszköz és a zárási sebesség 10 mm/sec-es korlátozása $PL_r = c$ szinten van megvalósítva, ill. a vezérlő (kezelő) olyan helyen van, ahonnan a gépkezelőnek rálátása van a veszélyes területre.

2.2.10. Védőberendezések kiiktatása

A gép beállításához szükséges lehet a kalander hengerek mozgatása a reteszelt védőburkolat és/vagy védőberendezés kiiktatása mellett. Ebben az esetben a gépkezelő biztonságát egy üzemmódválasztóval aktivált speciális funkcióval kell elérni, amely letiltja a 2.2.1-es pontban taglalt vezérlési módokat. A vezérlőrendszer biztonsággal kapcsolatos részének meg kell felelnie $PL_r = d$, CAT3 szinten.

A veszélyes elemek mozgatása csak akkor lehetséges, ha:

- a védőburkolat EN ISO 13857:2008, Table 2-3-4 és EN ISO 14120:2015, 3.2 pontja alapján teljesíti a kritériumokat. Ha a védőburkolat mozgatható, akkor annak

detektálását $PL_r = d$, CAT3 szinten szükséges megvalósítani (EN ISO 14120:2015);
vagy

- a hengerek forgatásához szükséges egy hold-to-run kapcsoló eszköz $PL_r = c$ szinten. Ha a kapcsoló egy hordozható kezelőpulton van, akkor a kezelőszervnek három állásúnak kell lennie EN 60947-5-8:2006, 2.2-es pontja szerint. A forgatási sebességet 3 m/min-ben kell maximalizálni $PL_r = d$ szinten. A hengerek között ill. henger és a gépváz között legalább 50 mm-es résnek kell lennie. A hengerek forgatásáért és a hengerek mozgatásáért felelős vezérlés között $PL_r = c$ szintű interlock logika szükséges. A kezelőállomást úgy kell elhelyezni, hogy onnan a gépkezelőnek tiszta rálátása legyen a veszélyes térre (EN 60947-5-8:2006); vagy
- a hengerek zárásához szükséges egy hold-to-run kapcsoló eszköz $PL_r = c$ szinten. Ha a kapcsoló egy hordozható kezelőpulton van, akkor a kezelőszervnek három állásúnak kell lennie EN 60947-5-8:2006, 2.2-es pontja szerint. A zárási sebességet 10 mm/sec-ben kell maximalizálni $PL_r = d$ szinten. A kezelőállomást úgy kell elhelyezni, hogy onnan a gépkezelőnek tiszta rálátása legyen a veszélyes térre.

Ha hengerek közti rés változtatására és a hengerek forgatására egyszerre szükségünk van, ugyan azzal a hold-to-run vezérlő eszközzel megtehetjük (EN 60947-5-8:2006).

2.3. Elektromos veszélyek

2.3.1. Áramütés vagy égési sérülés a feszültség alatti részek közvetett vagy közvetlen érintésével

Az elektromos berendezéseknek meg kell felelniük a(z) EN 60204-1:2018 szabványnak, nagy hangsúlyt fektetve a 6.2-es és 6.3-as pontjában levő védelmekre vonatkozóan (EN 60204-1:2018).

2.3.2. Áramütés vagy elektrosztatikus kisülés által keletkezett tűz

A gépet úgy kell megtervezni és gyártani, hogy megakadályozza vagy korlátozza a potenciálisan veszélyes elektrosztatikus töltések kialakulását, ezért levezető berendezéssel kell ellátni.

Megfelelő intézkedésekkel kell megakadályozni az elektrosztatikus töltések kialakulását, például egymással összekapcsolt és földelt vezető felületek létrehozásával, vagy ionizáló berendezés használatával.

2.3.3. Elektromágneses interferencia

Az elektromos vezérlőrendszereket úgy kell megtervezni, hogy az EN 61000-6-2:2005 szabványnak megfelelően védve legyenek az elektromágneses interferenciával szemben. Stabilitás legyenek, amikor az elektromos hálózat működésének vagy meghibásodásának vannak kitéve.

Az elektromos és elektronikus alkatrészek beszerelése során a gép gyártójának követnie kell az adott alkatrész gyártója által megadott használati utasításokat (EN 61000-6-2:2005).

2.4. Zaj hatások

A főbb zajforrások az alábbiak lehetnek:

- motoros hajtások
- erőátviteli rendszerek
- pneumatikus rendszerek
- nyomáscsökkentő szelepek, kipufogó rendszerek
- szellőztető rendszerek
- hidraulika rendszer
- szabályozó szelepek
- csővezetékek
- technológiából adódó egyéb zajok

2.4.1. Zajcsökkentési elvek a tervezésnél

A kalanderek tervezésénél figyelembe kell venni a zajkibocsátásból származó kockázatokat, amelyeket a legalacsonyabb szintre kell csökkenteni a jelenlegi műszaki fejlettségnek megfelelő eszközök segítségével, különösen a zajforrásoknál alkalmazva a(z) EN ISO 11688-1:2009 szabvány szerint. További hasznos információt tartalmaz a szabvány 2. kötete.

A hajtás és erőátviteli egységek esetében a zajcsökkentést alacsony zajszintű alkatrészek kiválasztásával kell elérni, pl.: alacsony zajszintű hűtőrendszereket kell alkalmazni (EN ISO 11688-1:2009).

2.4.2. Zajcsökkentés az eszközöknél

Pneumatikus rendszereket fel kell szerelni zajcsökkentő eszközökkel, pl.: a levegő be- és kimeneti nyílásain hangtompítók felszerelésével, légtelenítő hangtompítók alkalmazásával a kipufogórendszeren (EN ISO 11688-1:2009).

2.5. Csúszás, botlás és leesés veszélye

A kalanderek kijelölt megemelt munkahelyeit biztonságos hozzáférési lehetőséggel kell ellátni. A tervezés során figyelembe veendő a(z) EN ISO 12100:2010, 6.3.5.6-os pontja. A módoknak meg kell felelniük a(z) EN ISO 14122:2016 szabványcsalád valamennyi kötetében foglalt kritériumnak (EN ISO 12100:2010).

1. A rögzített feljáró kiválasztása és hozzáféréseinek általános követelményei
2. Kezelőállások és kezelőhidak
3. Lépcsők, lépcsőfokos létrák és védőkorlátok
4. Rögzített létrák

3. Anyag és módszer

Ebben a fejezetben kerül sor a Mixer gép felépítésének részletezésére. A Mixer gép egy összetett berendezés, ezért részegységenként kerül bemutatásra. A géprészek az oldalnézeti metszetrajzon nyomon követhetőek, amely megtalálható a(z) 3.1. sz. mellékletben.

3.1. Technológia bemutatása

Bemutatom a gyártósort a főbb technológiai lépések szerint. A fázisok egymásra épülnek, ezért a hatékonyságuk elengedhetetlen a zökkenőmentes gyártási folyamat fenntartásához.

3.1.1. Alapanyag előkészítés

Két szinten történik az alapanyag kimérése. Földszinten az ún. Slab Loader, a technológiai olajrendszer, a mérő szállítópálya és az ún. Pigment Conveyor; az emeleten pedig a Carbon és Szilika szállító rendszer segítségével történik.

A Slab Loader egy géprész, amely több láncpálya, felszedőegység és szendvics szalagok együtteséből áll. A láncpálya funkciójából adódóan a gépkezelő számára hozzáférhetőnek kell lennie, emiatt a szegmensei fénykapukkal vannak elválasztva egymástól. A felszedő az egyik leválasztott szegmens fölött van, ami feltépi majd továbbítja a lapgumit a(z) 6. ábrán látható módon a mérő szalagok felé.

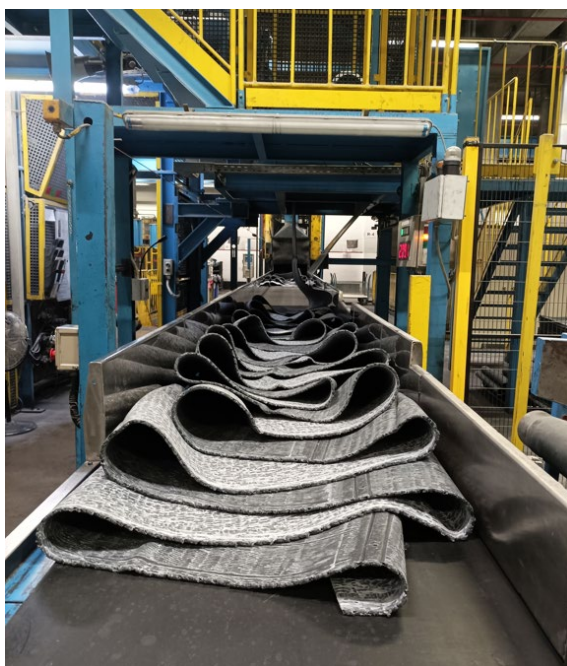
6. ábra: Slab Loader (b) és mérőszalagok (j)



A pálya fölött a leadó pontnál egy forgó késpár található, amely a lapgumit vágja el az adagolási metódus alapján. A felszedő egységtől a teljes mozgáspálya a forgó késsel együtt fix burkolat által elzárt területen van.

A mérő szállítópálya 500kg össztömeg mérésére alkalmas mérőberendezéssel van ellátva. A(z) 7. ábrán jól látható, a pálya nyitott, mert a gépkezelőnek hozzá kell tudnia férnie az esetleges túl- vagy alul merésből fakadó hibák elhárítása közben, vagy recept szerint további alapanyagot kell tudnia felpakolnia. Ezek miatt csak a forgó alkatrészek vannak burkolattal védve. A motorok mechanikai fékkel vannak ellátva, amelyek ideális esetben a fékezésben nem, csak a pozíció tartásban vesznek részt. Fénykapuval a mérendő mennyiségbe való szándékos beavatkozás van akadályozva.

7. ábra: Mérő conveyor pálya



A technológiai olajrendszerben injektált anyagoként van egy felkészítő és egy betöltő oldal. A felkészítést vagy felszívást egy elektromos szivattyú végzi. Az olaj haladási útvonalát beállító szelepek működtetése és a mixer térbe történő injektálást pneumatika végzi, amely a(z) 8. ábrán látható a napitartály elülső oldalán. A szelepsziget vezérlése PLC általi elektronikus, a szelepek 3/2-es monostabilak. A napitartály utántöltése is elengedhetetlen, amely az előtte levő IBC tartályból történik szintérzékelő alapján, az átfejtést pneumatikus membránszivattyú végzi.

8. ábra: Technológiai olajrendszer



A Pigment Conveyor (9. ábra) elektromos hajtással és pneumatikus mérleg mozgatással rendelkezik. A szalag a granulátumok recept szerinti adagolásáért felel. Egyszerre három különböző zsákot adagolhat a mérő berendezésre. A pneumatikus mérleg gépvédelmet nyújt a mechanikai felütközések ellen, mert gépmozgáskor a mérőcellák mindig alaphelyzetben lent vannak és csak méréskor emeli fel azokat. A jónak ítélt zsákokat bedobási pozícióba emeli fel, majd várakozik a betöltési parancsra.

9. ábra: Pigment Conveyor



Az emeleten levő carbon/szilika rendszerben több különböző fajtájú anyagot tartalmazó siló található. Ezek alján a(z) 10. ábrán láthatóan elektromos hajtású csigas hajtóművek helyezkednek el, amelyek az adagolást végzik egy zárt térben. A folyamatot két segédberendezés könnyíti meg: az egyik a tölcser alján levő rázómotor ill. a tetején levő pneumatikus befúvó nyílások. A hajtóművek az adagolt mennyiséget egy kvázi zárt mérlegre juttatják, amely tetején egy kipufogó található, ami az adagolás folyamán kialakuló túlnyomást engedi el.

10. ábra: Carbon mérleg (carbon & szilika kimérés)



3.1.2. Gumikeverék készítés

A masszát a mixer térben két egymással szemben, de aszinkron sebességen forgó rotor mixeli. A hajtó egy 1.5 MW-os AC aszinkron motor (11. ábra - jobb). A mixer térbe az elülső betöltőnyíláson keresztül jut be az anyag a szalagpályáról és a Pigment Conveyor-ról. A hátsó betöltőnyíláson a carbon/szilika. A keverőtér oldalfalain az injektorokon keresztül pedig a technológiai olajok. Az anyagok összenyomását (kényszerítését) egy ún. RAM biztosítja (11. ábra - bal). A mixelési recept, amely összehangolja a keverő gépelemek mozgását, egymásra hatását, nagyban függ a gumi készítés fizikájától és kémiájától (Horváth L., 1988).

11. ábra: Filler betöltőnyílás (b), Mixer motor (j)



A kevert anyag elkészülte után a massa az ejtő ajtó nyitásával távozik a mixer térből.

A betöltőajtók, a RAM és ejtőajtó a hatalmas munkavégzés és fellépő erőhatások miatt hidraulikus vezérlésűek. A körökben a technológia igénye miatt 300 bar nyomás is lehetséges.

3.1.3. Kalanderezés

Az alaktalan gumikeveréket felhasználóbarát, kezelhető formává alakítják. Ennek eléréséhez ún. TDE-t alkalmaznak (Twin Dump Extruder, <http3.1>). A TDE-ben kettős csiga rendszer – másnéven extrúder – van beépítve a végén kalanderrel. A csigák tolják előre a gumit a hengerek felületére előre beállított nyomásig. Ezek együttesen felelnek az anyag szélességéért, vastagságáért és tömörségéért. A gép hátulját a(z) 12. ábra, az elejét a(z) 2. ábra jobb oldali képe szemlélteti. Az üzemszerű össznyomás 2t-tól egészen 16t-ig állítható a HMI-n, a technológiai nyomás maximum 32t lehet, afölött gépbiztonsági szempontból oldalanként egy-egy törőbéllyeg törik el megakadályozva a további nyomásnövekedésből adódó károsodást.

Az extrúderekhez a kalandert hidraulikus munkahenger szorítja hozzá, az oldalirányú elmozdulás ellen 2-2 hidraulikus tüske rögzíti azt a géptesthez.

12. ábra: TDE – Extruder hajtóművek



3.1.4. Tapadásmentesítés

Ennek a technológiai fázisnak kettős szerepe van. Az egyik fontos feladat a gumi hűtése, ugyanis a TDE-ből kiáramló anyag felületi hőmérséklete 100°C-os is lehet. Ez a hő képes a lapoltgumin utóvulkanizáló reakciót kiváltani, amely nagyban csökkenti az alapanyag minőségét. A hűtéssel csökken az anyag ragadó tulajdonsága, így a további munkafázisoknál levő gépelemekhez nem tapad hozzá, nem okoz maradandó, vagy végzetes meghibásodást.

A másik fontos tulajdonsága a bevonó képesség, ezáltal a palettára adagolás után a lapoltgumi nem tud a saját súlya által egymáshoz tapadni, ami a későbbi felhasználási pontokon csökkenti a veszélyforrások kockázatát. A(z) 13. ábrán látható, ahogy a lapgumit „megfürdetik” a tapadásmentesítő folyadékban.

A hőelvezetésből adódó intenzívebb párolgás miatt elszívó berendezést alkalmaznak, evvel nagyban csökkentve a káros anyagok szabadon távozását.

13. ábra: Lapgumi a merítőkádban

(Forrás: Nagy T. A., 2023)



3.1.5. Szárítás

A bevonó anyagot rá kell szárítani a gumiszőnyegre, ehhez szükséges levegőmennyiség áramoltatását, keringtetését két 37kW-os ventilátor biztosítja. Ehhez egy ún. BOFF egységen (14. ábra) keresztül vezetik az anyagot, ami egy zárt alagúthoz hasonlít. Oldalán kettő ajtó található, zárást figyelő safety kapcsolóval ellátva.

14. ábra: Batch Off



3.1.6. Lapolás

A lapoltgumit egy fémpalettára lapolja a berendezés. Minden palettányi gumi egy meghatározott súlynak megfelelő mennyiséget jelent. A fém raklapra egy ún. wig-wag (más néven: bólogató) juttatja a gumit adott szélességben. A gumi szélét 3/2-es pneumatikus szelepvezérlésű munkahengerek által mozgatott leszorító lapok nyomják le. A folyamatos pontos lapolás érdekében a palettán levő anyag tetejének mindig közel kell lennie a wig-wag-hoz, ezért egy hidraulikus platform biztosítja lapolás közben a paletta időszakos süllyesztését.

A(z) 15. ábrán látható módon géprész fénykapukkal van elválasztva az üres palettatárolótól és a kész palettákat mozgató láncos szállítópályától.

15. ábra: Palettázó és kirakó pálya



3.1.7. Elszívás

Gép- és életvédelmi feladatot lát el a teljes gyártósoron. A betöltő és mixer részen az esetleges kiporzás esetén a por állagú töltőanyagokat felszívja, a mixer és TDE teréből pedig a keverés során az el nem kevert por anyagokat, illetve a kémiai reakciók során keletkezett gáz halmazállapotú melléktermékeket szívja el. A(z) 16. ábra jobb oldalán látható csőszakasz a mixer betöltő nyílásától szívja a levegőt, a baloldali függőleges csőszakasz pedig a TDE-hez tartozik.

A szükséges elszívó teljesítményt egy 22kW-os aszinkron motor biztosítja.

16. ábra: Elszívás elvezetés



3.1.8. Vonatkozó szabványok

Az alapvetés az, hogy a gépekre és más termékekre vonatkozó jogszabályok nem tartalmaznak konkrét műszaki előírásokat, csak a legalapvetőbb követelményeket rögzítik. A gépek biztonságával kapcsolatos aktuális műszaki elveket, szabályokat a Gépdirektívához (MD – 2006/42/EK) harmonizált szabványok tartalmazzák. Ezeket a szabványokat három csoportba sorolhatók: „A”, „B” és „C” típusú. Amennyiben az adott gép vonatkozásában létezik „C” típusú, akkor az abban található előírásokat kell figyelembe venni (Dr. Földi L. J., Berencsi B., 2022).

A technológia összetettségét nem csak a géprészek száma és azok nagysága mutatja, hanem az egész gépre vonatkozó szabványok összessége is jól szemlélteti. Conveyorra, mixer gépre, extruderre, kalanderre létezik „C” típusú szabvány, amikben további szabvány hivatkozások találhatóak, amelyeket az értelmezés során figyelembe kell venni. Ezekből olvasható egy rövidebb listás gyűjtemény:

MSZ EN 620:2022	Folyamatos működésű anyagmozgató berendezések és rendszerek. Ömlesztett anyagok helyhez kötött hevederes szállítószalagjainak biztonsági követelményei
MSZ EN 12013:2018	Műanyag- és gumiipari gépek. Belső keverők. Biztonsági követelmények
MSZ EN 1114-1:2012	Műanyag- és gumiipari gépek. Extruderek és extrudergépsorok. 1. rész: Az extruderek biztonsági követelményei
MSZ EN 12301:2020	Műanyag- és gumiipari gépek. Kalanderek. Biztonsági követelmények

CLC/TR 60079-32-1:2015	Robbanóképes közegek. 32-1. rész: Elektrosztatikai veszélyek, útmutató
EN 12198-1:2000+A1:2008	Gépek biztonsága. Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 1. rész: Általános elvek
EN 60204-1:2018	Gépek biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 1. rész: Általános követelmények
EN 60529:1991	Villamos gyártmányok burkolatai által nyújtott védettség fokozatok (IP-kód)
EN 61310-1:2008	Gépi berendezések biztonsága. Jelzés, megjelölés és működtetés. 1. rész: A látható, hallható és tapintható jelek követelményei
EN 614-1:2006+A1:2009	Gépek biztonsága. A kialakítás ergonómiai alapelvei. 1. rész: Szakkifejezések és általános alapelvek
EN 619:2022	Folyamatos működésű anyagmozgató berendezések és rendszerek. Egységrakományok mechanikai mozgatóberendezéseinek biztonsági követelményei
EN IEC 60947-5-8:2021	Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek. 5-8. rész: Vezérlőáramkörü készülékek és kapcsolóelemek. Háromállású engedélyezőkapcsolók
EN IEC 61000-6-2:2019	Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 6-2. rész: Általános szabványok. Az ipari környezet zavartűrése
EN IEC 61000-6-4:2019	Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 6-4. rész: Általános szabványok. Az ipari környezetek zavarkibocsátási szabványa
EN IEC 61496-1:2020	Gépek biztonsága. Elektromosan érzékelő védőszerkezetek. 1. rész: Általános követelmények és vizsgálatok
EN IEC 61496-2:2020	Gépek biztonsága. Elektromosan érzékelő védőszerkezetek. 2. rész: Aktív optoelektronikus védőeszközzel (AOPD) ellátott berendezések kiegészítő követelményei
EN IEC 61496-3:2018	Gépek biztonsága. Elektromosan érzékelő védőszerkezetek. 3. rész: A szórt visszaverődésre érzékeny, aktív optoelektronikus védőeszközök (AOPDDR) kiegészítő követelményei
EN ISO 11201:2010	Akusztika. Gépek és berendezések által kibocsátott zaj. A kibocsátási hangnyomásszintek mérése a munkahelyen és más meghatározott helyzetekben, lényegében hangvisszaverő sík feletti szabad hangtérben
EN ISO 11202:2010	Akusztika. Gépek és berendezések által kibocsátott zaj. A kibocsátási hangnyomásszintek meghatározása a munkahelyen és más meghatározott helyzetekben közelítő környezeti korrekciókkal
EN ISO 11204:2010	Akusztika. Gépek és berendezések által kibocsátott zaj. A kibocsátási hangnyomásszintek meghatározása a munkahelyen és más meghatározott helyzetekben pontos környezeti korrekciókkal
EN ISO 11688-1:2009	Akusztika. A kis zajú gépek és berendezések tervezésének irányelvei. 1. rész: Tervezés
EN ISO 12100:2010	Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatcsökkentés
EN ISO 13732-1:2008	A hőmérsékleti környezet ergonómiája. Az emberi reakció értékelési módszerei felületekkel való érintkezéskor. 1. rész: Forró felületek

EN ISO 13849-1:2023	Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei
EN ISO 13850:2015	Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek
EN ISO 13851:2019	Gépek biztonsága. Kétkezes vezérlőberendezések. A tervezés és a kiválasztás elvei
EN ISO 13854:2019	Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok az emberi testrészek összezúzódásának elkerüléséhez
EN ISO 13855:2010	Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a(z emberi) testrészek közelítési sebességének figyelembevételével
EN ISO 13856-1:2013	Gépek biztonsága. Nyomásra érzékeny védőberendezések. 1. rész: A nyomásra érzékeny szőnyegek és padlók kialakításának és vizsgálatának általános elvei
EN ISO 13857:2019	Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére
EN ISO 14118:2018	Gépek biztonsága. A váratlan indítás megelőzése
EN ISO 14119:2013	Gépek biztonsága. Védőburkolatokkal összekapcsolt reteszelőberendezések. A kialakítás és a kiválasztás elvei
EN ISO 14120:2015	Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és a nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei
EN ISO 14122-1:2016	Gépek biztonsága. Gépi berendezések helyhez kötött feljárói. 1. rész: A rögzített feljáró kiválasztása és hozzáféréseinek általános követelményei
EN ISO 14122-2:2016	Gépek biztonsága. Gépi berendezések helyhez kötött feljárói. 2. rész: Kezelőállások és kezelőhidak
EN ISO 14122-3:2016	Gépek biztonsága. Gépi berendezések helyhez kötött feljárói. 3. rész: Lépcsők, lépcsőfokos létrák és védőkorlátok
EN ISO 14122-4:2016	Gépek biztonsága. Gépi berendezések helyhez kötött feljárói. 4. rész: Rögzített létrák
EN ISO 3744:2010	Akusztika. Zajforrások hangteljesítmény- és hangenergiaszintjének meghatározása hangnyomásméréssel. Műszaki módszer alapvetően szabad térben, visszaverő sík felett
EN ISO 3746:2010	Akusztika. Zajforrások hangteljesítmény- és hangenergiaszintjének meghatározása hangnyomásméréssel. Tájékoztató módszer visszaverő sík feletti burkoló mérőfelülettel
EN ISO 3747:2010	Akusztika. Zajforrások hangteljesítmény- és hangenergiaszintjének meghatározása hangnyomásméréssel. Helyszíni műszaki/tájékoztató módszerek zengő környezetben
EN ISO 4413:2010	Hidraulikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei
EN ISO 4414:2010	Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei
EN ISO 4871:2009	Akusztika. Gépek és berendezések zajkibocsátási értékeinek közlése és igazolása
EN ISO 7010:2020	Grafikus szimbólumok. Biztonsági színek és biztonsági jelzések. Regisztrált biztonsági jelzések

EN ISO 7731:2008	Ergonómia. Községi területek és munkahelyek vészjelzései. Akusztikai vészjelzések
EN ISO 9614-2:1996	Akusztika. Zajforrások hangteljesítményszintjének meghatározása hangintenzitás-méréssel. 2. rész: Mérés folytonos letapogatással

3.2. A korszerűsítendő vezérlőrendszer bemutatása

Az előző fejezetben a Mixer az alapanyaggyártást technológiai oldaláról mutattam be, nagyon érintőlegesen megemlítve egy-egy fontosabbnak mondható gépbiztonsági elemmel együtt. A soron következő fejezetekben a Mixert alkotó gépegységek jelenlegi formájában megvalósított vezérlőrendszereit mutatom be. Részletezve lesznek a kommunikációs hálózat topológiája, SRP/CS elemei és funkciói – fókuszban a géprészek találkozásánál alkalmazott megoldásokkal.

A normál vezérlőrendszerek (PLC-k) mindegyike Rockwell – Allen-Bradley gyártmányú, a gépbiztonsági logikai egységek pedig egységesen Pilz termékek. A funkcionális és a safety vezérlés a projekt kiindulási állapotában teljesen elkülönül egymástól olyan értelemben, hogy más-más vezérlő, vagy programozható relé dönt a folyamat irányításáról és a biztonsági beavatkozásról. Szem előtt tartva a jól strukturált programozást a Rockwell eszközök visszajelzést kaphatnak a Pilz státuszairól, így azok a normál logikában is felhasználják a felügyeleti eszköz által kezdeményezett intézkedéseket és nem csupán az elektromos szekrényekben történnek a beavatkozások.

3.2.1. Hálózati topológia

A Mixerben megtalálható vezérlő- és beavatkozó eszközök három különböző ipari hálózati protokollt használnak fel:

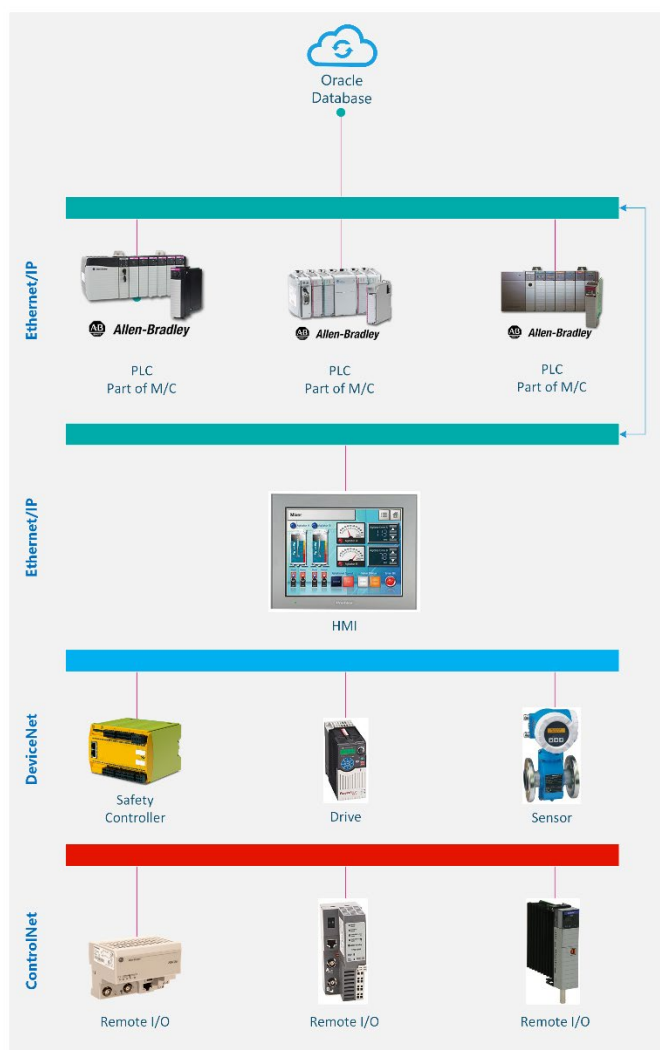
- ControlNet
- DeviceNet
- EtherNet/IP

Ezeket az ipari kommunikációs protokollokat az Allen-Bradley (Rockwell) fejlesztette ki a berendezések közötti kapcsolatra. ControlNet: egy gyorsabb sebességű, valós idejű vezérlési protokoll, amelyet elsősorban mozgásvezérlésre és I/O (input/output) eszközök csatlakoztatására használnak. DeviceNet: egy alacsonyabb szintű ipari hálózati protokoll,

amelyet az érzékelők, hajtások és egyéb végponti eszközök csatlakoztatására használnak. Ethernet/IP: egy nyílt ipari hálózati protokoll, amely az Ethernet technológián alapul, ami nagy sebességű és nagyobb adatátviteli kapacitást biztosít, mint a ControlNet vagy a DeviceNet.

A(z) 17. ábrán a megvalósított hálózat sematikus vázlata látható. A vezérlőegységek és a saját Remote I/O-i közt ControlNet hálózat került kialakításra. A PLC-k az érzékelő, végrehajtó eszközökkel és a hozzájuk tartozó biztonsági vezérlőkkel DeviceNet-en keresztül kommunikálnak egymással. A PLC-k egymás közötti, a HMI-kel való, illetve felettes rendszerekkel történő kapcsolat esetén EtherNet/IP-n keresztül történik az adatcsere.

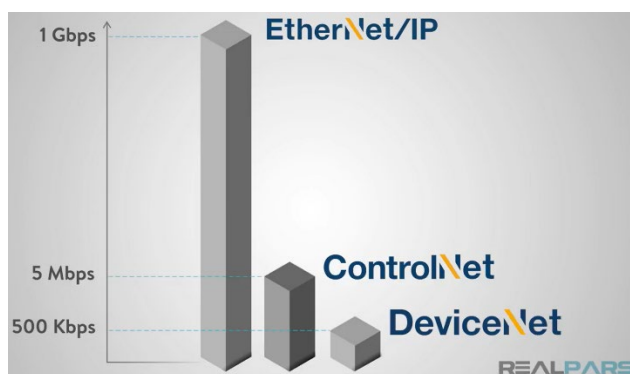
17. ábra: Gyártósor hálózati topológiája



Mindegyik kommunikációs protokollhoz tartozik egy ún. hálózati modul, amely feladata az adott adatkapcsolat menedzselése a CPU és az eszközök között. A szeparált kialakítást a korabeli eszközök kommunikációs támogatottsága és az ahhoz tartozó sebességek indokolhatták (18. ábra).

18. ábra: Rockwell network protocol

(Forrás: *Distributed IO vs. Remote IO | Differences & Benefits (UpMation, 2022)*)



Az általános felépítés áttekintése után a 3.2. sz. mellékletben a Mixer hálózati layout-ja tekinthető meg, amelyen jól látszik a szeparált kommunikációs hálózat kialakítása. A hálózati kialakításokon felül található ún. direkt kapcsolatú megoldás is, ez azt jelenti, hogy pl. a végrehajtó eszközök nem valamilyen buszon keresztül kapcsolódik a PLC-hez, hanem a vezérlő digitális/analóg be- és kimeneteit használja a vezérléshez, szabályozáshoz.

3.2.2. Alapanyag előkészítés (Weighing System)

Továbbiakban a fejezetek a 3.2. sz. mellékletben látható felosztás szerint mutatják be a vezérlőrendszereket. A gépbiztonsági funkciók értelmezéséhez segít a 3.3. sz. melléklet, amely a gépegyüttes biztonsági térképét ábrázolja.

Ebben a felosztásban három géprész található (19. ábra):

- Slab Loader
- Measuring Conveyors
- Oil System

19. ábra: Slab Loader (b), Mérő conveyorok (j), Oil System (k)



Ezeknek a géprészeknek közös normál és különböző biztonsági vezérlőjük van. Elektromos és pneumatikus rendszerekkel rendelkeznek, amelyekhez gépbiztonsági funkciók tartoznak.

Normal vezérlő: Rockwell – Allen Bradley: 1756-L55 ControlLogix 5555 Controller

Biztonsági vezérlő: Pilz – PNOZ M1P

(1) Slab Loader

Elektronikus és pneumatikus rendszerekkel rendelkezik. Pneumatikus berendezések csak az Sh3 területen találhatóak.

Biztonsági input:

- fényfüggöny
- kötéلكapcsoló
- vészstop nyomógomb

Üzem mód választó:

- Automata / kézi

Elektromos rendszer: Alsó szinten paletta mozgató láncpályák vannak, amelyek motorjaik direkt kapcsolásúak. Felszedő egység vízszintes mozgatásáért felelős hajtás, illetve a lapolt gumit szállító pályák hajtásai inverteresek. A pálya végén levő vágókést mozgató motor szintén direkt kapcsolású. Pneumatikus rendszerben levő szelepek elektromos táplálásúak.

Biztonsági funkció:

Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás: A kiválasztott vezérlési üzemmódtól függően a fénykapuk (A,B,C,D) keresztezése más-más reakciót vált ki. Automata üzemmód esetén az 'A' és 'D' keresztezhető anélkül, hogy a 'B' és 'C' AOPD-k által határolt felvevőterülethez (Sh3) kapcsolódó gépelemek és folyamatok „kiesnének” az automata ciklusból. Ez azért fontos, mert a berakó (Sh1) és elvevő (Sh4) területen gépkezelő és targonca munkát végezhet. Azonban eközben a 'B' és 'C' jelvestése esetén a Slab Loader egész teljesítményköre lekapcsol. Természetesen 'A' vagy 'D' keresztezése esetén az általuk határolt területen (Sh1 & Sh2, Sh4) levő láncpályákat működtető motorok energiamentesen leállnak.

Vészleállítás: A vészstop PB megnyomásával, vagy a kötéلكapcsoló aktiválásával a Slab Loader egész teljesítményköre energiamentesül.

Leállítási kategória: 0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes hajtáselem esetén.

Némítás: Automata üzemmód esetén a paletták átmozgatáskor Sh2 → Sh3 területre, illetve Sh3 → Sh4 területre, akkor 'B' illetve 'C' fénykapu némítva van.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

Vezérlési módváltás: Automata és kézi vezérlési módhoz más-más biztonsági funkciók tartoznak.

Pneumatikus rendszer: Szabvány szerint levegőelőkészítővel rendelkezik. Felszedő egység függőleges irányú mozgatását munkahengerek végzik, szelepvezérlése 5/3-as, középhelyzetben zárt. Az alján kampót mozgató munkahengerek vannak. A feltépett gumi feszesség állítását és leszorítását szintén pneumatikus munkahengerek által mozgatott szerszámok végzik. Ezek 3/2-es monostabilak.

Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás: A felszedő megtartja helyzetét, a tengelyt mechanikus fék megfogja, míg minden más energiamentes állapotba kerül, leszellőzik.

Vészleállítás: Szelepműködésileg nincs különbség az előző pontban taglalthoz képest.

Biztonsági alfunkciók:

SDE – Safe de-Energization

PUS – Prevention of Unexpected Start-up

STO – Safe Torque Off

SSC – Safe Stopping & Closing

SSB – Safe Stopping & Blocking (Mechanics)

SSX – SSC + SSB

(2) Measuring Conveyors

Csak elektronikus rendszerrel rendelkezik.

Biztonsági input:

- kötéلكapcsoló
- vészstop nyomógomb

Üzem mód választó:

- Automata / kézi

Elektromos rendszer: A mérő conveyorokat hajtó motorok inverteresek és mechanikus fékkel rendelkeznek.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB, vagy a kötélkapcsoló aktiválásával a mérő conveyorok egész teljesítményköre energiamentesül.

Leállítási kategória: 0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes hajtáselem esetén.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

SBC – Safe Brake Control

(3) Oil System

Elektronikus és pneumatikus rendszerrel rendelkezik.

Biztonsági input:

- vészstop nyomógomb

Üzem mód választó:

- Automata / kézi

Elektromos rendszer: Minden olajállomáson található egy-egy szivattyú, amely inverter vezérlésű. Pneumatikus rendszerben levő szelepek elektromos táplálásúak.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB aktiválásával az olajrendszer egész teljesítményköre energiamentesül.

Leállítási kategória: 0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes hajtáselem esetén.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

Pneumatikus rendszer: Szabvány szerint levegőelőkészítővel rendelkezik. Minden munkahengert, injektort és útváltót vezérlő szelep 3/2-es monostabil.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB aktiválásával a szelepek leszellőznek, így energiamentes állapotba kerülnek.

Biztonsági alfunkciók:

SDE – Safe de-Energization

PUS – Prevention of Unexpected Start-up

STO – Safe Torque Off

3.2.3. *Pigment szállító szalag (Pigment Conveyor)*

Önálló géprész, amely külön normál vezérléssel és biztonsági relével rendelkezik. Elektromos és pneumatikus rendszere van.

Normal vezérlő: Rockwell – Allen Bradley: 1769-L33ER CompactLogix 5370 Controller

Biztonsági relé: Rockwell – Allen Bradley: MSR 127RP

Biztonsági input:

- ajtókapcsoló
- kötélkapcsoló
- vészstop nyomógomb

Üzem mód választó:

- Automata / kézi

Elektromos rendszer: A conveyor pályát és a liftet mozgató motorok vezérlése inverteres, mechanikus fékkel rendelkeznek. Pneumatikus rendszerben levő szelepek elektromos táplálásúak.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB, ajtókapcsoló vagy a kötélkapcsoló aktiválásával a Pigment Conveyor egész teljesítményköre energiamentesül.

Leállítási kategória: 0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes hajtáselem esetén.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

SBC – Safe Brake Control

Pneumatikus rendszer: Szabvány szerint levegőelőkészítővel rendelkezik. A mérleget megemelő munkahengereket mozgó szelep 3/2-es monostabil.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB, ajtókapcsoló vagy a kötéskapcsoló aktiválásával a szelepek leszellőznek, így energiamentes állapotba kerülnek.

Biztonsági alfunkciók:

SDE – Safe de-Energization

PUS – Prevention of Unexpected Start-up

STO – Safe Torque Off

3.2.4. Mixer és Carbon betöltés (Mixing & Carbon System)

Ebben a felosztásban kettő géprész található:

1. Mixer
2. Carbon System

Ezeknek a géprészeknek közös normál és különböző biztonsági vezérlőjük van. Elektromos, hidraulikus és pneumatikus rendszerekkel rendelkeznek, amelyekhez gépbiztonsági funkciók tartoznak.

Normal vezérlő: Rockwell – Allen Bradley: 1756-L55 ControlLogix 5555 Controller

Biztonsági vezérlő: Pilz – PNOZ M1P

(1) Mixer

Elektronikus és hidraulikus rendszerrel rendelkezik. Technológiájából adódóan ún. kisegítő berendezésekkel van körül építve, amelyek feladata a megfelelő csapágy kenés biztosítása a rotor, motor és ajtó mozgó tengelyek számára, illetve a beállított hőmérséklet biztosítása a keringetett víz által.

Biztonsági input:

- vészstop nyomógomb
- zárható, reteszelt védőburkolat

Üzem mód választó:

- Automata / kézi

Elektromos rendszer: A mixer motor és a kenést biztosító egyes szivattyúk inverter vezérlésűek. Reteszelt védőburkolattal vannak elkerítve a hidraulika által mozgatott berendezések. Hidraulika rendszerben egyes szelepek elektromos vezérlésűek.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB aktiválásával vagy a reteszelő berendezés meghibásodásával a Mixer és ahhoz tartozó kisegítő berendezések egész teljesítményköre energiamentesül.

Leállítási kategória:

0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes kisegítő berendezéshez tartozó hajtáselem esetén.

1-es kategóriájú leállítás van alkalmazva a Mixer motor esetén.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

SS1 – Safe Stop 1

Hidraulikus rendszer: Szabvány szerint tartalmazza a hidraulikus tápegység elemeit. Tömlős hidroakkumulátorral rendelkezik, szabvány szerint hozzátartozó biztonsági szelepblokkal van ellátva. Tömlőrögzítő sodronnyal vannak rögzítve a nagynyomású ágai balesetvédelmi megfontolás alapján. A kapcsolási rajz megtalálható a(z) 3.4. sz. mellékletben.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A Mixer biztonsági körének megszakadásával a hidraulika szivattyúk azonnal leállnak. A szelepek megfogják a mozgó elem mozgását, 4/3-as alaphelyzetben zártak.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

SSC – Safe Stopping & Closing

(2) Carbon System

Elektronikus és pneumatikus rendszerrel rendelkezik.

Biztonsági input:

- vészstop nyomógomb

Üzem mód választó:

- Automata / kézi

Elektromos rendszer: Silók adagolócsigáinak motorjai inverter vezérlésűek és mechanikus fékkel rendelkeznek. Pneumatikus rendszerben levő szelepek elektromos táplálásúak.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB aktiválásával a Carbon System egész teljesítményköre energiamentesül.

Leállítási kategória:

0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes hajtáselem esetén.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

SBC – Safe Brake Control

Pneumatikus rendszer: Szabvány szerint levegőelőkészítővel rendelkezik. A silók levegő befúvását végző szelepek, a leeresztő ajtók mozgását vezérlő szelepek, irányváltást vezérlő szelepek mindegyike 3/2-es monostabil.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB aktiválásával a szelepek leszellőznek, így energiamentes állapotba kerülnek.

Biztonsági alfunkciók:

SDE – Safe de-Energization

PUS – Prevention of Unexpected Start-up

STO – Safe Torque Off

3.2.5. Extruder és Kalander (TDE)

Önálló géprész, amely külön normál vezérléssel és biztonsági relével rendelkezik. Technológiájából adódóan ún. kisegítő berendezésekkel van ellátva, amelyek feladata a megfelelő csapágy kenés biztosítása a tengelyek számára, illetve a beállított hőmérséklet biztosítása a keringetett víz által. Elektromos és hidraulikus rendszere van.

Normal vezérlő: Rockwell – Allen Bradley: 1734-L553C

Biztonsági relé: Telemechanique: XPS-AF

Biztonsági input:

- nyomás érzékelő
- zárható, retesztelt ajtókapcsoló
- kötéلكapcsoló
- vészstop nyomógomb

Üzem mód választó:

- Automata / kézi

Elektromos rendszer: Az extrudereket, kalandereket és a kalanderek távolságát beállító hajtó motorok inverter vezérlésűek, viszont a kisegítő berendezések szivattyúi nem. Retesztelt ajtókapcsolóval rendelkezik, amely meggátolja az ún. hopperbe való bejutást, ahová a kevert gumi ejtődik le a mixer keverőteréből. Hidraulikus rendszerben levő szelepek elektromos táplálásúak. Az extruder és a kalander találkozásánál biztonsági nyomásmérő berendezés található, amely adatszolgáltatáson felül mechanikai védelmet is nyújt a végzetes túlnyomás elkerülése érdekében.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A vészstop PB, kötéلكapcsoló aktiválásával vagy a reteszelő berendezés meghibásodásával a TDE egész teljesítményköre energiamentesül.

Leállítási kategória:

0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes hajtáselem esetén.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

OPP – Over Pressure Protection

Hidraulikus rendszer: Szabvány szerint tartalmazza a hidraulikus tápegység elemeit. Akkumulátorral nem rendelkezik. A kapcsolási rajz megtalálható a(z) 3.5. sz. mellékletben.

Biztonsági funkció:

Vészleállítás: A TDE biztonsági körének megszakadásával a hidraulika szivattyú azonnal leáll. A szelepek megfogják a mozgó elem mozgását, 4/3-as alaphelyzetben zártak.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

SSC – Safe Stopping & Closing

3.2.6. Kész anyag kezelő (BOFF)

Önálló és a legnagyobb kiterjedésű géprész, amely külön normál vezérléssel és biztonsági relével rendelkezik. Elektromos, pneumatikus és hidraulikus rendszere van.

Hat területre van felosztva, ezáltal biztosítható, hogy egymástól szeparáltan képesek legyenek üzemelni: Inlet és Disting, Szárító, Felszedő egység, Szállító szalagok, Lapoló és Kihordó egységek. Vészleállítás kezdeményezése esetén teljes leállítás történik.

Normal vezérlő: Rockwell – Allen Bradley: 1734-L553C

Biztonsági relé: Telemechanique: XPS-AF

Biztonsági input:

- ajtókapcsoló
- kötélkapcsoló
- fénykapu
- vészstop nyomógomb

Üzem mód választó:

- Automata / kézi
- Szerviz kapcsoló

Elektromos rendszer: Kihordó egységek kivételével az összes hajtó motor inverter vezérlésű. Vészstop nyomógomb kivételével a területenkénti biztonsági inputok csak az adott területre érvényesek, a szomszédos területekre szükség szerint normál stop-ot, vagy adott irányú interlockot képeznek. A megközelíthető szalagok mellett kötélkapcsolók vannak, az elzárt területek felügyelt ellenőrzését ajtókapcsolók biztosítják. A kihordó résznél fénykapuk vannak, mert technológiából adódóan targoncás és emberi munkavégzés szükséges a területen. Pneumatikus és hidraulikus rendszerben levő szelepek elektromos táplálásúak.

Biztonsági funkció:

Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás: A Lapoló és Kihordó területen található fénykapuk keresztezésével kezdeményezhetőek, illetve szükségszerűen a szomszédos vezérlési területek ezek lereagálása. Az aktiválásával az adott terület teljesítményköre energiamentesül.

Vészleállítás: A kötélkapcsoló aktiválásával az adott vezérlési terület teljesítményköre energiamentesül, azonban bármely vészstop PB megnyomásával a teljes BOFF géprész teljesítményköre kapcsol le.

Leállítási kategória: 0-s kategóriájú leállítás van alkalmazva az összes hajtáselem esetén.

Némítás: Automata üzemmód esetén a kész paletta átmozgatáskor WigWag területről a Kihordó területre, akkor a 164-8B1-es fénykapu némítva van.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

Vezérlési módválasztás: Automata és kézi vezérlési módhoz más-más biztonsági funkciók tartoznak.

Pneumatikus rendszer: Szabvány szerint levegőelőkészítővel rendelkezik. Inlet részen a pecsételő szerkezetet mozgó munkahenger, Dusing részen a nyitó/záró szelepek, Felszedő egységen a gumi megfogó karmokat és leszorító hengert mozgó munkahengerek, Lapoló részen a gumi leszorító ún. pillangókat mozgó munkahengerek szelepvezérlései 3/2-es monostabilak. A kapcsolási rajz megtalálható a(z) 3.6. sz. mellékletben.

Biztonsági funkció:

Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás: A Lapoló területen lehetséges, így a szelepek leszellőznek, ezáltal energiatmentes állapotba kerülnek.

Vészleállítás: A vészstop PB aktiválásával a szelepek leszellőznek, energiatmentes állapotba kerülnek.

Biztonsági alfunkciók:

SDE – Safe de-Energization

PUS – Prevention of Unexpected Start-up

STO – Safe Torque Off

Hidraulikus rendszer: Szabvány szerint tartalmazza a hidraulikus tápegység elemeit. Akkumulátorral nem rendelkezik. Feladata a Lapoló részben a platform mozgatása és az üres palettatárolóban az üres paletták emelése. A kapcsolási rajz megtalálható a(z) 3.7. sz. mellékletben.

Biztonsági funkció:

Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás: A Lapoló biztonsági körének megszakadásával a hidraulika szivattyú azonnal leáll. A szelepek megfogják a mozgó elem mozgását, 4/3-as alaphelyzetben zártak.

Vészleállítás: Szelepműködésileg nincs különbség az előző pontban taglalthoz képest.

Biztonsági alfunkciók:

STO – Safe Torque Off

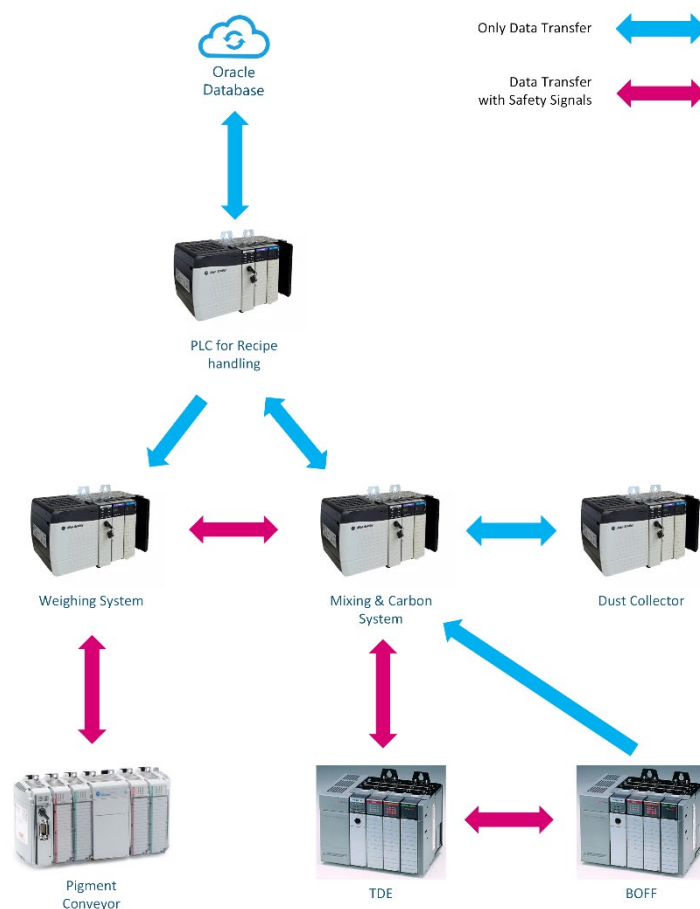
SSC – Safe Stopping & Closing

3.3. Működtető szoftver

Az előző fejezetekben a vezérlőegységek szerinti felosztásban ismertettem a gyártósor felépítését. Részleteztem az általuk ill. különálló biztonsági vezérlővel megvalósított gépbiztonsági funkciókat. A következő pontokban a vezérlők kapcsolatát és a rendszert működtető programokat ismertetem.

A(z) 20. ábrán a gépegyüttesben résztvevő PLC-k kapcsolati hálózata látható, feltüntetve az adatcserék típusai (folyamat és safety jelek) ill. azok irányai.

20. ábra: PLC kommunikációs hálózat



Egy plusz berendezés is szerepel rajta: Dust Collector, ami a(z) 3.1.7 fejezetben már említésre került, azonban a vezérlőrendszerek összevonásában nem érintett, viszont életvédelmi és termelési szempontból fontos gép.

A működéshez szükséges adatkommunikációt részletező folyamatábra a(z) 3.8. sz. mellékletben található. Ennek segítségével könnyen szemléltethető miként függenek össze egymással a folyamatok, a PLC-k feladatkörei meddig terjednek.

3.3.1. Normál vezérlő programok

A normál PLC vezérlők azok, amelyek nem tartalmaznak gépbiztonsági programot. A jelenlegi gyártósr csak ilyenekből épül fel. Mellettük szerepelnek külön a biztonsági vezérlőrendszerek, amelyekről a következő fejezetben lesz szó.

A normál vezérlők mindegyike Allen-Bradley gyártmányú, ahogy a(z) 21. ábrán látható, más-más családból származó CPU-val rendelkeznek. Megtalálható az SLC500-as családból az 1747-L55 típus, a ControlLogix családból az 1756-L55 típus és a CompactLogix családból az 1769-L33ER típus.

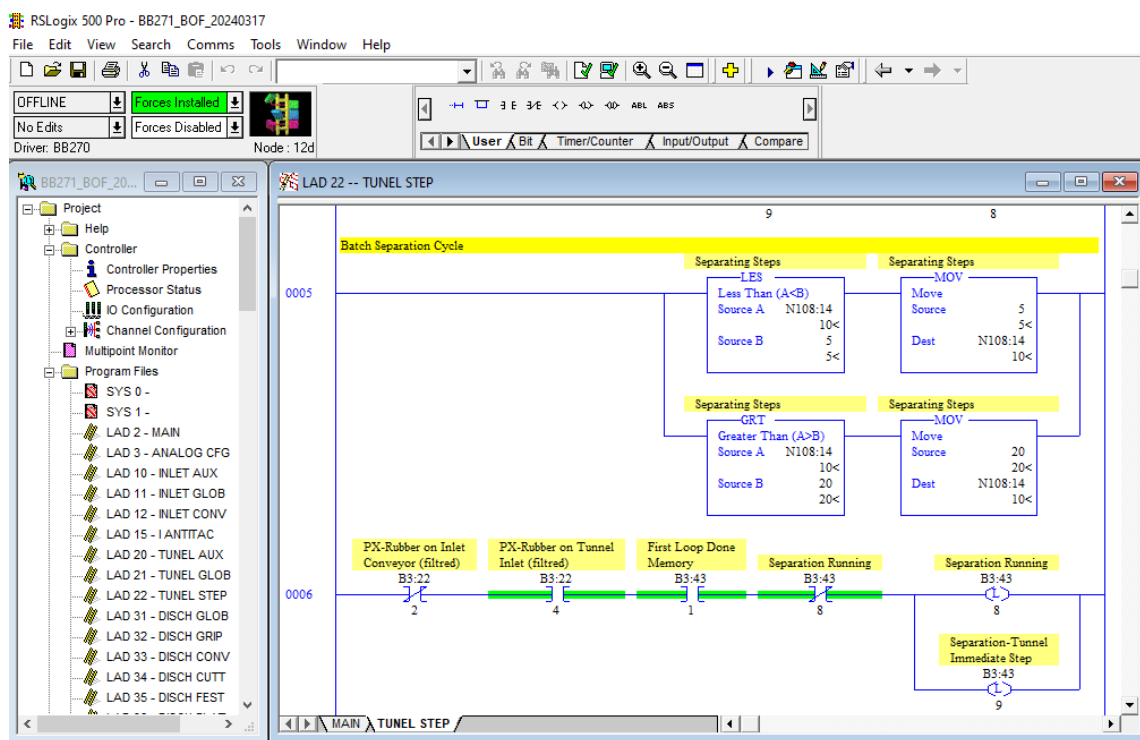
21. ábra: PLC családok - SLC500 (f), ControlLogix (k), CompactLogix (l)

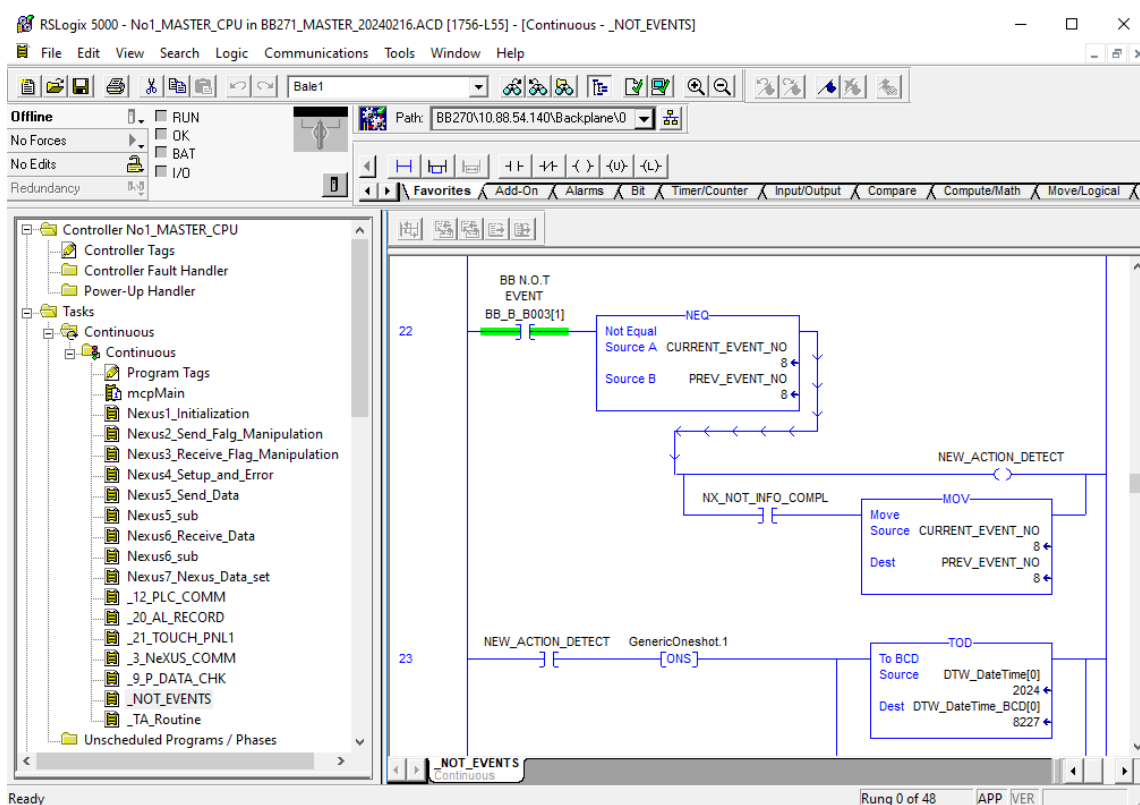




Az SLC500-hoz és a Logix-okhoz az időbeli fejlettségi különbség miatt más-más fejlesztőkörnyezet szükséges. A(z) 22. ábrán látható az egyik és másik felülete. A képek nem adják vissza, az utóbbinak már modernebb külsője van, jóval több segéd funkciót tartalmaz, emiatt felhasználás tekintetében pedig abszolút kézenfekvőbb. A CPU-k fejlődése is nyomon követhető rajtuk, mert több beépített blokkot tartalmaz, ami segíti a fejlesztő munkáját.

22. ábra: PLC fejlesztőkörnyezet – RSLogix 500 (f), RSLogix 5000 (l)





3.3.2. Gépbiztonsági vezérlő programok

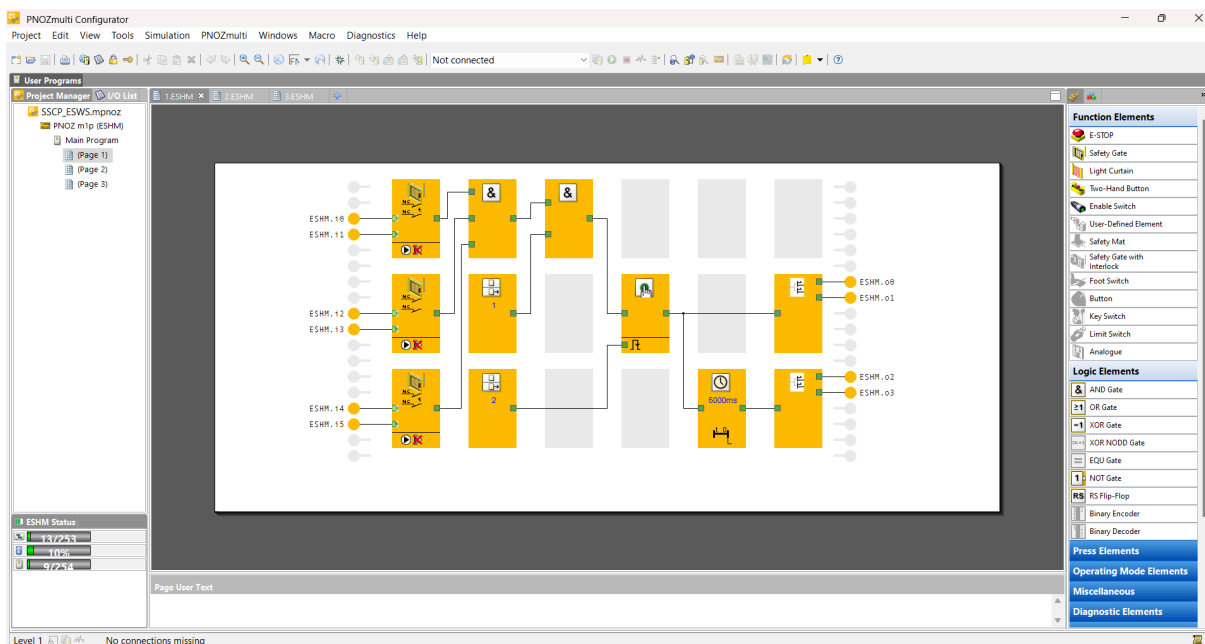
A biztonsági felügyeletet ellátó eszközöket van mód általunk létrehozott logikával ellátni. Nem mindegyiket, vannak egyszerű biztonsági relék, amelyeknek egyszerű mechanizmusuk van. Ilyen eszköz is megtalálható a(z) 3.2.5 és 3.2.6 fejezetben részletezett géprészen. A komolyabbakat fejlesztőkörnyezet segítségével magunk készíthetjük el a logikát, megadhatjuk mely bemeneti kombinációkra milyen kimeneti állapotokat adjon. Ehhez hasonló eszköz a(z) 23. ábrán látható Pilz – M1P biztonsági PLC, amelyet minden más géprészen alkalmaztak.

23. ábra: Biztonsági PLC - Pilz



A(z) 24. ábrán látható fejlesztőkörnyezete felhasználó barát és egyértelmű. Könnyen kiválaszthatjuk mely típusú eszközzel dolgozunk (pl.: M1P), értelemszerűen válogathatunk a biztonsági szenzorok és eszközök közül (pl.: fényfüggöny, vészstop nyomógomb), amelyek jelét fel akarjuk használni. A logikai elemeket is felajánlja (pl.: AND, OR, XOR), amelyek közül kiválaszthatjuk azokat az általunk elképzelt funkciók megvalósításához.

24. ábra: PLC fejlesztőkörnyezet – PNOZmulti Configurator



Az átalakítandó gépegysítes biztonsági programjának részlete megtalálható a(z) 3.9. sz. mellékletben.

4. Gépegyüttesek vezérlésének egyesítése

A projekt feladat alapján a jelenlegi rendszer hálózatát újra kell tervezni, amennyire csak lehet egységes protokollt kell alkalmazni. A géprészek PLC-it össze kell vonni, a különálló gépbiztonsági vezérlőket meg kell szüntetni, azokat egy közös vezérlőegységbe kell implementálni a funkcionális vezérléssel együtt.

4.1. Hálózat újra tervezése

A korábbi fejezetben részletezett felosztás megszűnik (3.2.1 - 17. ábra: Gyártósor hálózati topológiája), ennek értelmében a ControlNet és DeviceNet hálózat kiváltásra kerül, amelyek helyett Ethernet/IP lesz. A(z) 3.2. sz. mellékletben is említésre kerültek a direkt kapcsolatú végrehajtó eszközök, amelyek a projekt részeként szintén csatlakoztatásra kerülnek a hálózatra.

Az újra tervezésnél három dolgot vettük figyelembe, az egyik: a termelési hálózaton (global network) ne legyen oda nem illő eszköz (pl.: HMI), gyártásonként csak egy vezérlő eszköz legyen rajta; a második: a megszüntetett vezérlőhöz tartozó alhálózatokat nem kötjük össze, vagyis nem hozunk létre egy hatalmas helyi hálózatot, hanem megtartjuk a géprészenkénti szeparációt; a harmadik: az összevonandó eszközök típusa, száma és hálózati terhelésük nagysága. Ilyen eszközök: Point IO-k, motorvezérlők, HMI-k és egyéb érzékelők.

Az új struktúra felépítése a 3.10. sz. mellékletben megtalálható. Az új vezérlőegységbe gépegységenként hálózati kártya kerül, ezzel biztosítva a szeparációt. A szeparált helyi hálózatokon (local network) belül úgy alakítottunk ki az alhálózati struktúrákat, hogy egyik ág se legyen túlterhelve, vagyis ne legyen teleszemetelve az adott szakasz. Eddig a szűrést a különálló PLC-k a saját kártyáikkal megoldották, azonban ez a védelem most megszűnik. Ezeket az ágakat külön portokba kötjük egy ipari switch-be. Az ábra nem tartalmazza a részletes és pontos elrendezést a kommunikációs csomópontokkal.

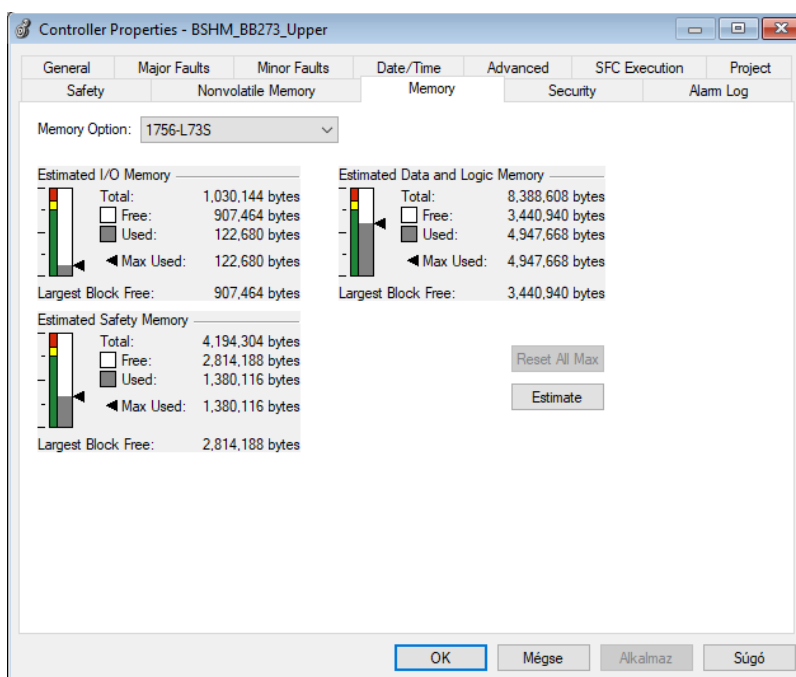
4.2. Az új vezérlő kiválasztása

A kiválasztáshoz elengedhetetlen a leendő program által igényelt memória szükséglet kiszámítása, mert ez határozza meg a leendő vezérlő egyik fő paraméterét. A memória nagyságától függ az, hogy a CPU milyen komplex feladatokat képes ellátni, illetve milyen mennyiségű adatot tud kezelni és tárolni. A vezérlőprogramok javarésze a rendelkezésemre

áll, hiányosságot csak a kettő biztonsági relésor jelenti. Azonban program terjedelem megfelelő közelítésére segítségemre lesz a szomszédos gép biztonsági programja.

A PLC fejlesztőkörnyezetben lehetőség van megnézni a különböző típusú memóriák kihasználtságát (25. ábra). Ezek az információk segítenek optimalizálni a mindenkori szoftveres tervezést és elkerülni a memória hiányból adódó problémákat.

25. ábra: Normál és biztonsági programot tartalmazó PLC memória foglaltsága



Estimated I/O Memory: Ez a terület tartalmazza a fizikai bemenetek és kimenetek adatait, amelyeket a vezérlő folyamatosan frissít a programfutás során.

Estimated Data and Logic Memory: Programozott adatok tárolására szolgál, ahol a felhasznált változók és program logikák vannak.

Estimated Safety Memory: Abban a CPU-ban található, amely alkalmas safety program futtatására (http4.1).

Az összegyűjtött normál és biztonsági PLC projektfile-ok alapján a szükséges memória igényt a 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Az új vezérlő program memória igénye

Memória típus	Kapacitás
Estimated I/O Memory:	230,496 bytes
Estimated Data and Logic Memory:	6,182,704 bytes
Estimated Safety Memory:	1,476,060 bytes

A keretszámokra támaszkodva a megfelelő Allen-Bradley PLC-t kell kiválasztani. Ehhez a gyártó elegendő segédanyagot ad, amely megkönnyíti ezt a feladatot. A honlapon elérhető egy online segéd, amely lépésről lépésre végig visz a kiválasztási folyamaton. Az információt offline módszerrel ellenőriztem, vagyis egy dokumentum segítségével össze tudtam hasonlítani más típus CPU-val is (<http4.2>). Ezek alapján a projekthez kiválasztott PLC/CPU típus a következő(k):

Primary Controller: 1756-L73S

Safety Partner: 1756-L7SP

26. ábra: Kiválasztott PLC típus: 1756-L73S

(Forrás: <http4.3>)



2. táblázat: 1756-L73S memória kapacitása és egyéb adatai

Memória típus	Kapacitás	Tervezett kihasználtság
I/O Memory:	980,000 bytes	~23,5%
Data and Logic Memory:	8,000,000 bytes	~77,3%
Safety Memory:	4,000,000 bytes	~36,7%

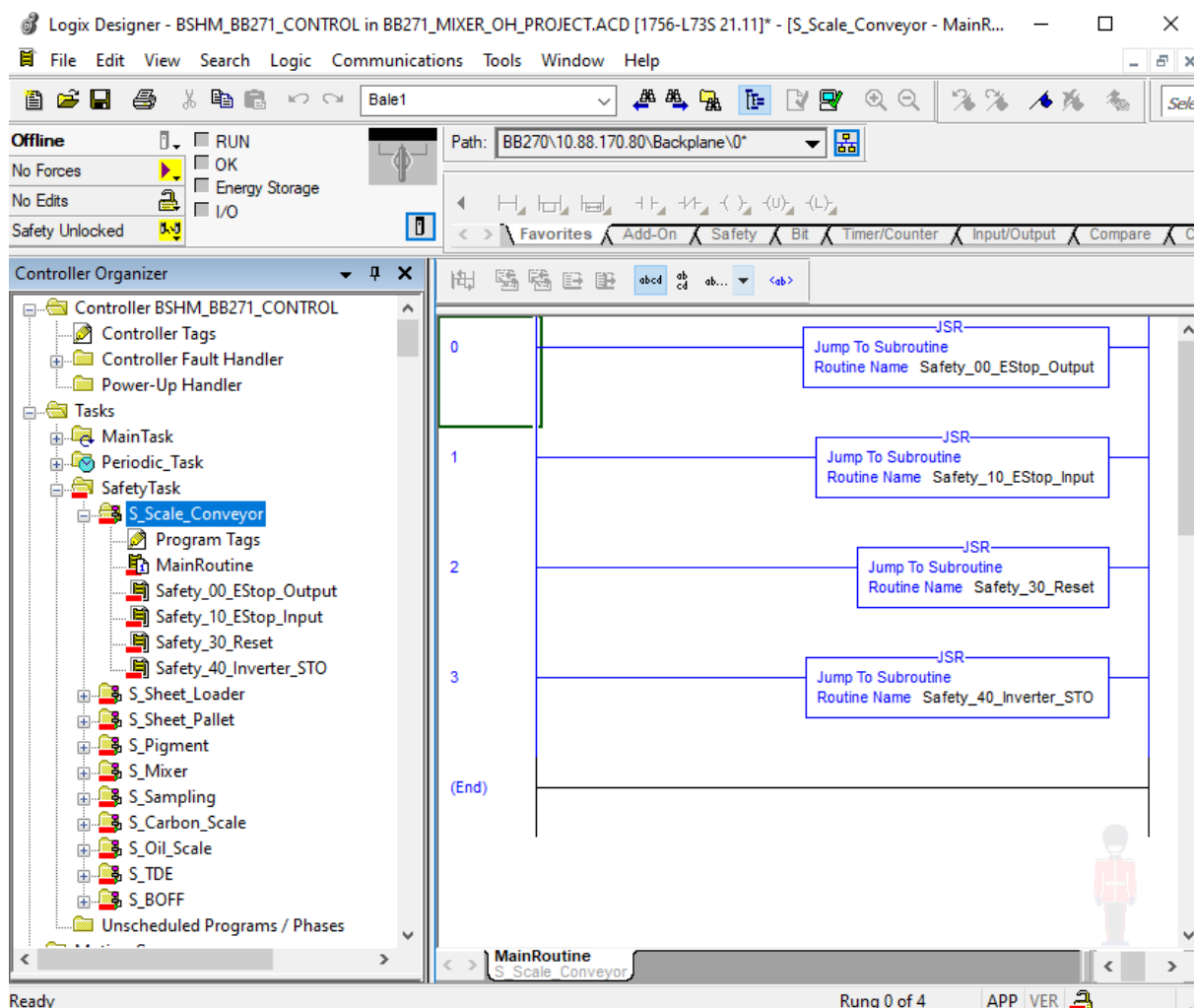
Kezelt I/O típusok	Kezelt I/O darabszám
Digitális I/O:	128,000
Analóg I/O:	4,000
Összes (limit):	128,000

Hálózati kapcsolatok száma hálózati modulonként:	528 (Ethernet/IP)
Hálózati eszköz szám limit:	nincs
Programnyelv:	• Relay Ladder Logic (RLL) • Structured Text (ST) • Function Block Diagram (FBD) • Sequential Function Chart (SFC)

4.3. Biztonsági rutinok fejlesztése

Ezeknél a típusú PLC-knél a normál és biztonsági vezérlést külön task-okban kell elhelyezni, ezáltal a különböző típusú inputok által adott kimeneti válaszok nem keverhetők. Az egymás kiértékelésben viszont részt vehetnek korlátozott átjárási szabályok betartásával.

27. ábra: Safety rutinok struktúrája



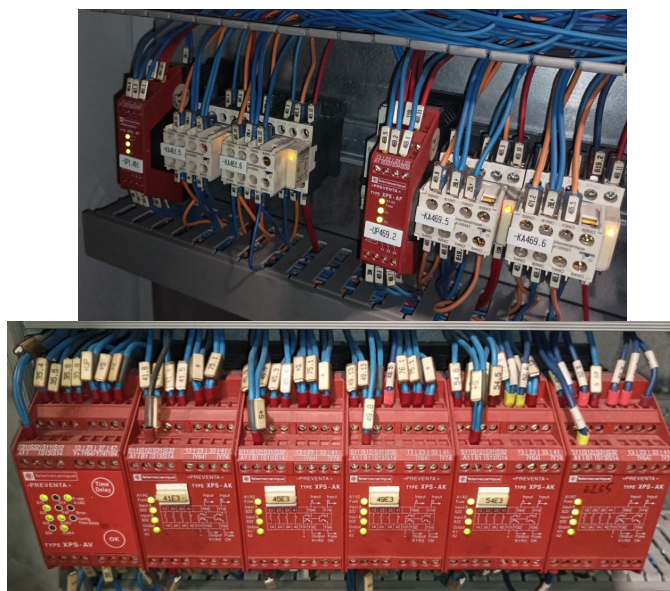
A projekt elsődleges feladata szerint az új vezérlési programot úgy kell fejleszteni, hogy a jelenlegi rendszerben levő biztonsági funkciókkal teljes mértékben megegyező eredményt adjon. Ez azért is fontos, mert a mostani konstrukcióban nem minden funkciót valósít meg kizárólag a biztonsági PLC, hanem olyan hardveres megoldásokat is alkalmaztak a biztonsági állapotok kezelésére, amelyekre a vezérlőnek azoknak csak az eredményére van rálátása. Nem mellesleg a vezérlés összevonás önmagában akkora volumenű fejlesztés, hogy az első ütemben szeretnénk ugyan azokat a gépállapotokat elérni az új PLC program segítségével és nem szeretnénk plusz újításokat is belevinni a gépműködésébe.

Az átervezés során minden biztonsági hardver elemet funkcióját tekintve a PLC terepi I/O kártyákon önálló bemenetre és kimenetre kötöttünk. A hardveres sorolásokat (logikai 'ÉS' kapcsolatokat) megszüntettük a pontosabb gépállapot, diagnosztika meghatározása, illetve a

gyorsabb hibakeresés érdekében. Ez azt jelenti, hogy minden logikai kifejezés az új PLC-ben kerül megvalósításra: úgy hozok létre új rutinokat azokra a biztonsági logikai metódusokra, amelyekre eddig részben vagy egészben hardveres megoldást alkalmaztak, hogy a végeredményt tekintve új funkciót nem hozok létre.

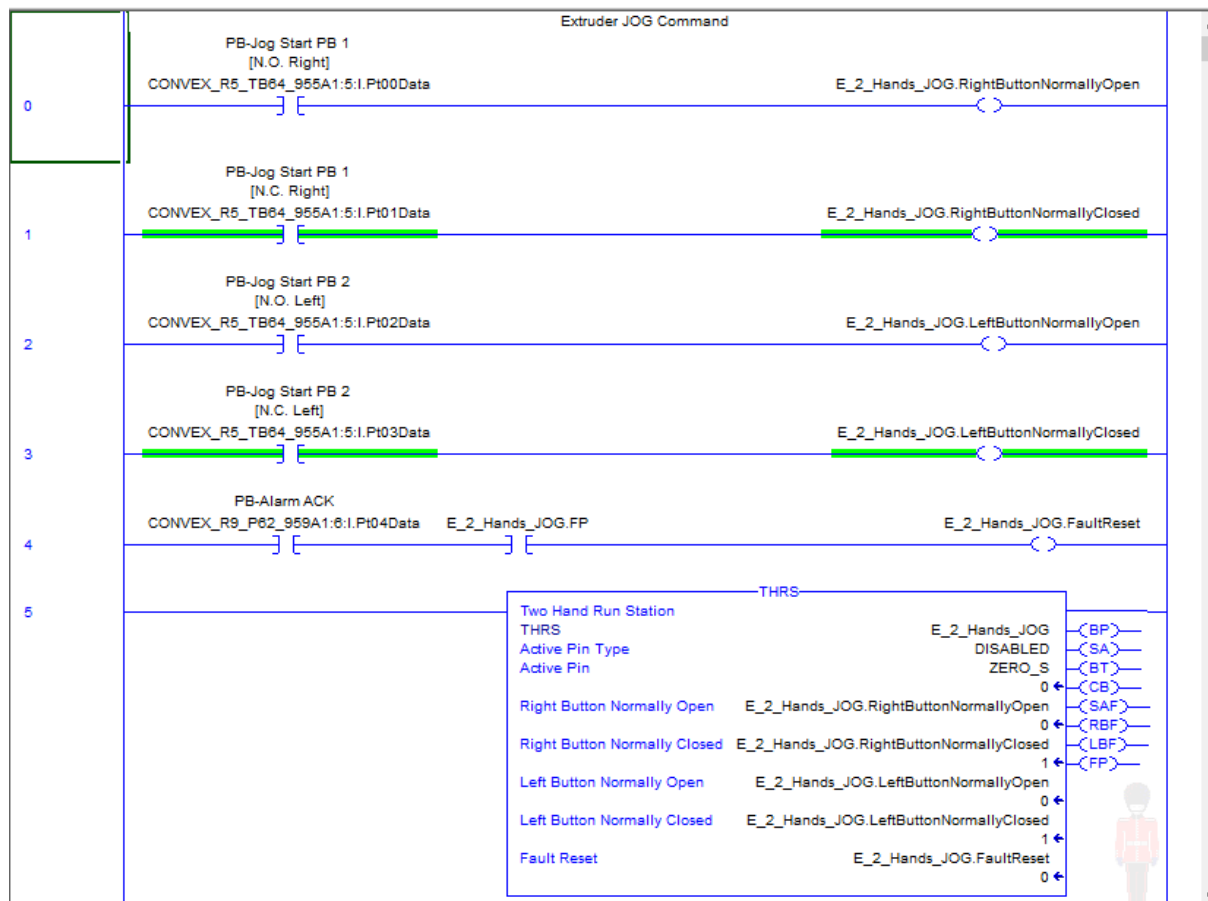
A teljesség igénye nélkül erre a két legjobb példa a(z) 3.2.5-es és a(z) 3.2.6-ös fejezetben taglalt TDE és BOFF géprészek biztonsági programjai. A(z) 28. ábrán látható módon biztonsági reléekkel voltak kialakítva a funkciók, amelyeket most teljes egészében szoftveresen kell megoldani.

28. ábra: TDE (f) és BOFF (l) biztonsági moduljai



Az alábbi példában (29. ábra) az extruder kétkezes indító vezérlésnek a blokkja látható, amely a III. típust valósítja meg. Ez a blokk a Rockwell saját beépített és validált programja, amit a fejlesztés során szabadon fel lehet használni. A gépegyüttes biztonsági programjának fejlesztése során a lehető legtöbb funkció a gyártó által beépített blokkokkal kerül megvalósításra.

29. ábra: Kétkezes vezérlés indítás – Extruder JOG funkció



A biztonsági rutinok részlete megtalálható a(z) 3.11. sz. mellékletben.

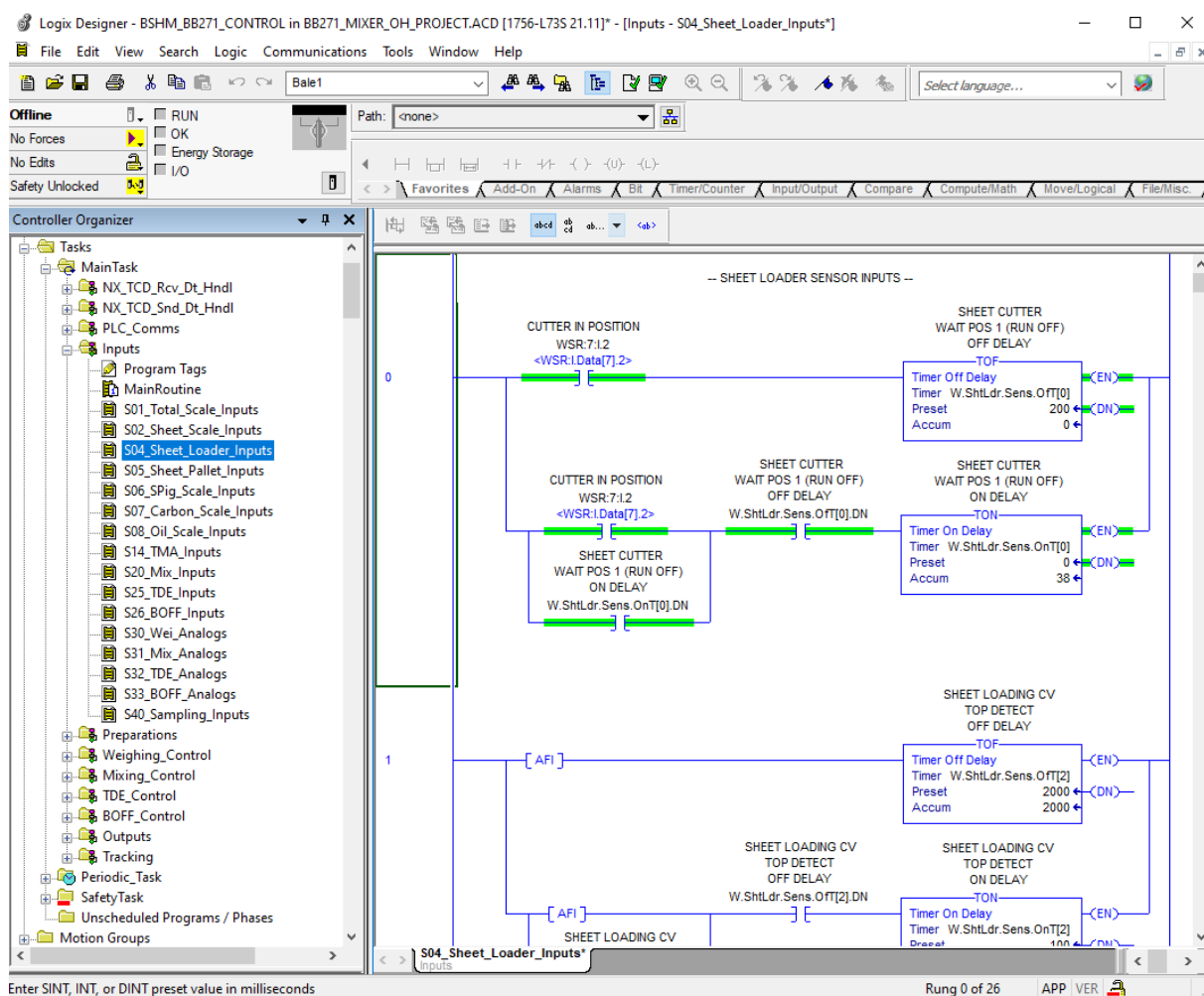
4.4. Funkcionális rutinok fejlesztése

A különböző programok migrálásánál egyik fontos szempont, hogy azok által használt memória területekben ne legyen átfedés, különben gépműködés közben rendellenes állapotok lépnek fel.

A PLC-k működéséhez, a futtatott programok állapotváltozásaihoz belső memória terület szükséges, amelyek segítségével külső perifériákkal is történik adatcsere. Ha ezek a blokkok egy harmadik eszköz hatására változtatják meg értéküket, a funkcionális működésben beláthatatlan következmények lehetnek. A funkcionális PLC-k egy előre definiált interfészen keresztül kommunikálnak egymással (3.3.1-as fejezet: 20. ábra - PLC kommunikációs hálózat), amelyen gépállapotok, parancsok, logikai státuszok stb. kerülnek továbbításra. Ezeket a csatornákat a programok összevonása során megszüntettem.

A tervezés során feltérképeztem a kritikus memória területeket a PLC és HMI programokban, majd azok szeparációját elvégeztem, így minden programrész biztonságosan és kiszámíthatóan végezheti feladatát. Az új struktúra a(z) 30. ábrán látható.

30. ábra: Funkcionális rutinok struktúrája



4.5. Elektromos szekrények áttervezése

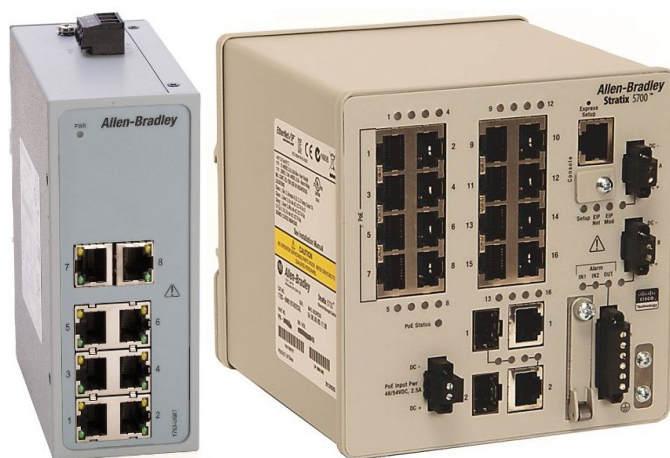
Az új biztonsági program egyik alapja, hogy a gépegyüttes minden gépbiztonsági eleme (szenzor és végrehajtó) kommunikálni fog a PLC-vel. Ennek teljesítése miatt az elektromos szekrényeket is nagyban érinti az áttervezés.

A fejezetben kizárólag a PLC oldaláról érintett eszközökről lesz szó, az azokhoz szükséges ellátási igényekkel, vezetékezési vonzatával és más szükséges körülménnyel nem foglalkozom.

4.5.1. Hálózat kialakítása

Egyik legfontosabb a(z) 4.1-es fejezetben taglalt új hálózat kialakításához szükséges ethernet kábelek behúzása, előtte a régi hálózati kábelek (DeviceNet, ControlNet) megszüntetése. Terv alapján switch-ek kerülnek beépítésre a főszekrényekbe (31. ábra).

31. ábra: Switch – Nem programozható /Stratix 2000/ (b), Programozható /Stratix 5700 (j)
(Forrás: <http4.4.1>)

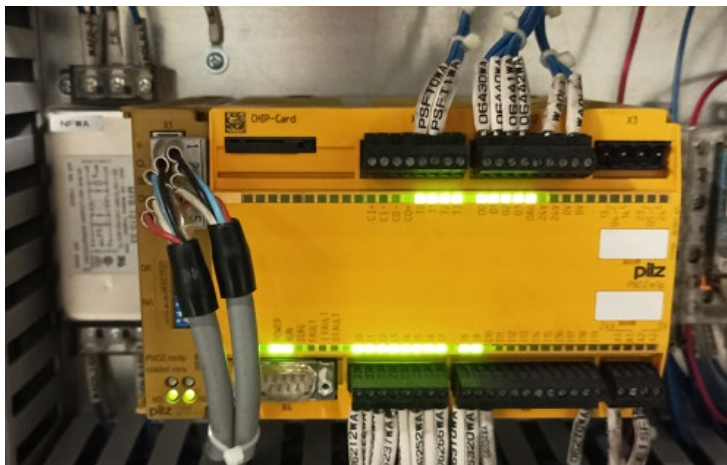
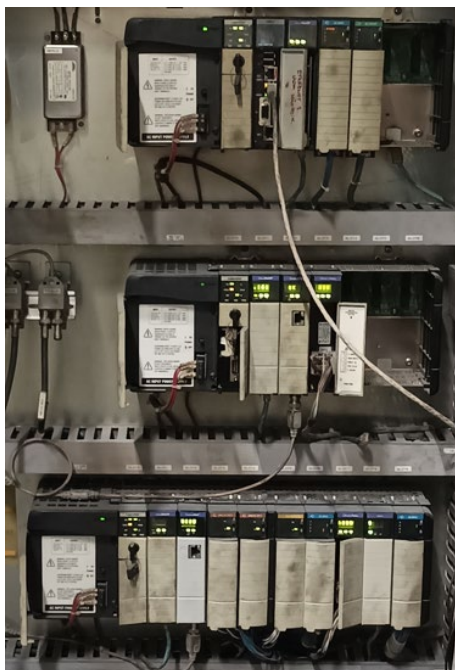


4.5.2. Terepi I/O-k kialakítása

Három csoportba sorolhatóak a jelenlegi modulok a projekt szempontjából szükséges megváltoztatásuk szerint (32. ábra):

1. Normál vezérlést végző CPU-k és hozzá kapcsolódó I/O modulok csoportját terepi modullá kell alakítani,
2. Biztonsági PLC-t safety I/O modulra kell cserélni,
3. Teljes vezérlés csere miatt az előző kettő kombinációja.

32. ábra: 1: 3 CPU I/O modulokkal (b), 2: Pilz CPU (j), 3: SLC 500 rendszer csere (k)



Ez szintén egyik fontos pillére a projektnek, mert ez határozza meg az új PLC hardver konfigurációját.

4.5.3. Motor vezérlők kiváltása

Elavultnak tekintendő a(z) 33. ábra (b)-n látható hajtásvezérlő típus Hitachi – SJ300 szintén kiváltásra kerül. Helyettük a(z) 33. ábra (j)-n látható Allen-Bradley típusú PowerFlex 520-as családból lettek kiválasztva a megfelelő teljesítményű eszközök.

33. ábra: Hitachi inverter (b), PowerFlex inverter (j)



Gépbiztonság szempontból az új motorvezérlőket (PowerFlex) nem lehet plug&play módon bekötni, mert a jelenlegi eszközök (Hitachi) csak akkor kapnak tápellátást, ha a safety kör aktív. A PowerFlex családra nézve ez több szempontból is problémás: Egyfelől a berendezés élettartama drasztikusan csökken az indokolatlan ki- és bekapcsolástól, másfelől ezek biztonsági funkciókat ellátó eszközök, amelyek megáplálás nélkül nem tudják ellátni a feladatukat. Támogatott busz kommunikáción (pl.: Ethernet/IP), illetve direkt vezetékes bekötéssel van lehetőség a különböző gépbiztonsági funkciók aktiválására.

A projektben a motorvezérlők Ethernet/IP hálózatra lesznek csatlakoztatva és azon keresztül lesznek megvalósítva a biztonsági funkciók. Ezek mindegyike parametrizálható, a technológiának megfelelő safety (pl.: STO, SS1, SS2) és monitoring (pl.: SOS, SDI, SLS) üzemmódokat ki lehet választani.

4.6. Gazdasági számítás

A vállalat célja a projekt keretében, hogy lecserélje és korszerűsítse a meglévő eszközöket és rendszereket, optimalizálva ezzel a működési és technológiai folyamatait. Emiatt megtérülést nem lehet hozzá számítani. A(z) 3. táblázat részletesen tartalmazza a beruházás elemeit.

3. táblázat: Tételek listája

Eszköz	Típus	Egység ár	Darabszám	Összeg
Motorvezérlő - PowerFlex 525 0,75kW	25B-D2P3N114	188 €	7	1 316 €
Motorvezérlő - PowerFlex 525 1,5kW	25B-D4P0N114	223 €	7	1 561 €
Motorvezérlő - PowerFlex 525 5,5kW	25B-D013N114	454 €	12	5 454 €
Flex I/O 2 portos Ethernet kártya	1794-AENTR	331 €	6	1 984 €
Ethernet kártya 2portos	1756-EN2TR	1 105 €	10	11 055 €
16t port unmanaged switch	Stratix 2000	268 €	7	1 873 €
Safety mágneskapcsoló	3TH4382-0BB4	204 €	12	2 444 €
Varisztor	3TX7402-3G	14 €	12	162 €
Schneider mágneskapcsoló	CAD32BL	96 €	15	1 434 €
Schneider mágneskapcsoló	LC1D09BL	127 €	31	3 941 €
Schneider mágneskapcsoló	LC1D12BL	127 €	5	636 €
Point I/O táp "ismétlő"	1734-EP24DC	57 €	6	342 €
Point I/O input	1734-IB8	31 €	16	502 €
Point I/O output	1734-OB8	37 €	6	224 €
Point analog I/O input	1734-IE4C	134 €	3	403 €
Point analog I/O output	1734-OE4C	119 €	4	477 €
Point I/O safety input	1734-IB8S	94 €	4	377 €
Point I/O safety output	1734-OB8S	142 €	2	284 €
Point I/O 2 portos Eth	1734-AENTR	179 €	8	1 430 €
Foglalat	1734-TOP A	11 €	23	243 €
PowerSupply	1756-PA72/PB72	274 €	4	1 098 €
Chassis	1756-A10	137 €	2	275 €
Chassis	1756-A13	185 €	2	370 €
Energy Storage Module	1756-ESMCAP	77 €	1	77 €
GuardLogix Integrated Safety PAC with 8M standard memory & 4M safety memory.	1756-L73S	3 851 €	1	3 851 €
GuardLogix Safety Partner Controller	1756-L7SP	380 €	1	380 €
Analog In	1756-IF6I	520 €	1	520 €
Analog In	1756-IF16K	3 375 €	1	3 375 €
Sorkapocs a modulba	1756-TBCH	27 €	24	644 €
Analog Out	1756-OF8K	3 038 €	1	3 038 €
Sorkapocs a modulba	1756-TBNH	17 €	9	151 €

Digital Out	1756-OB32	209 €	6	1 251 €
Digital In	1756-IB32	93 €	15	1 397 €
Villamos kivitelezés	-	20 €	150	3 000 €
Villamos tervezés	-	38 €	150	5 625 €
PLC program fejlesztés	-	58 €	160	9 200 €
ÖSSZESEN				70 391 €

5. Következtetések és javaslatok

Egy ekkora volumenű projekt megtervezéséhez, megszervezéséhez több szakember közös munkája szükséges. Az alapelvek tisztázása több különböző mérnöki és műszaki tervet érint, mert előre nem tudhatjuk, hogy akár egy villamos eszköz cseréjének milyen komolyabb vonzata lehet, emiatt célszerű közösen átbeszélni a leendő projekt célját, feladatát a helyi mérnöki csapattal.

A dolgozatomban ennek a munkának egy szeletét mutattam be, amely szervesen kapcsolódik más villamos munkához, gépészeti és IT területhez is.

Véleményem szerint fontos dolog a vezérlőrendszerek naprakészen tartása a mai kor vívmányai és követelményei alapján, mert a modernizálással az adott cég magasabb technológia színvonalon képes üzemelni, dolgozóit biztonságosabb környezetben tudhatja, és nem utolsó sorban karbantartási költségeit és a nem tervezett gépállásból adódó veszteségeit csökkentheti a megnövekedett diagnosztikai lefedettség által.

Megoldottam több funkcionális és gépbiztonsági vezérlőegység integrálását, megterveztem az ehhez szükséges hálózati struktúrát, új és modernebb végrehajtó eszközöket választottam a régiek kiváltására.

A bemutatott feladatomban vannak még fejleszthető pontok, amelyekre a tervezett projekt költségei nem hagytak mozgásteret, ezekre pár példa:

- HMI: A kijelzők modernizálása. Szerintem egy jól megszerkesztett kijelző nagyban segíti az operátorok munkáját, ami nem csak pár nyomógombból áll, hanem komoly vizuális megjelenítéssel egyértelműen megmutatja a gép aktuális állapotát, helyzetét. Ehhez szükségesek modernebb eszközök, hogy a fejlesztők kellő minőségű munkát el tudják végezni.
- Technológiai olajrendszer korszerűsítés: Jelenlegi egy munkahenger által, egy beállított lökethosszig tartó felszíváson alapszik, amelynek ellenőrzése egy átfolyásmérőn keresztül történik [Kg] alapon. Hossz – sűrűség – tömeg kapcsolati rendszer van, amely már elavultnak számít. Helyette nagypontosságú, nagynyomású térfogatkihasználású szivattyús megoldások léteznek.
- Elárasztó rendszer korszerűsítés: Technológiához tartozó biztonsági rendszer. Lényege, ha túl sokáig van a keverő térben a gumi, akkor vízzel elárasztja azt. Ez tisztán hardveres

elemekből álló független rendszer, amelynek gyenge pontjai a(z) 34. ábrán látható időzítő relék, mert azokat sűrűn kell cserélni.

34. ábra: BB271: Hardver időzítő sor



Ezeknek a funkcióját szintén el tudná látni egy biztonsági vezérlő, amely által megbízhatóbb és diagnosztizálhatóbb rendszert kapnánk.

- Gépbiztonsági funkciók felülvizsgálata: A biztonsági vezérlők kiváltásánál elsődleges szempont volt a régi funkciókkal egyenértékű megoldás létrehozása. Véleményem szerint – többek között – a motorvezérlők leállítási funkcióit lehetne újra gondolni, ahol alapból csak STO-t választottak, vagy azzal egyenértékű megoldást alkalmaztak pl.: hajtásvezérlő táplekapcsolása.

6. Összefoglalás

A szakdolgozatomban azt a célt tűztem ki, hogy a BB271-es gyártósor vezérlését átdolgozzam.

A géprészekre vonatkozó szabványokat összegyűjtöttem és a kalandert érintő C típusút feldolgoztam a benne hivatkozott szabványokkal együtt.

A következőkben bemutatam a kiválasztott gyártósor technológiai folyamatának lépéseit, kezdve az alapanyag kiméréstől egészen a kész termék rendszerezéséig. Ezt követően a funkcionális és biztonsági vezérlőrendszerek szemszögéből mutattam be a műszaki megoldásokat: felsorolva a gépbiztonsági eszközöket és azokkal megvalósított gépbiztonsági funkciókat. A vezérlőket működtető programok felépítését és fejlesztőkörnyezetét is ismerttettem.

Megoldottam a dolgozatomban célkitűzését, integráltam a funkcionális és gépbiztonsági vezérlőket (SRP/CS) egy CPU-ba. Az új programban a kiváltandó vezérlőegységeket, amelyek I/O modulokkal rendelkeznek, azokat a hardver konfigurációban kiváltottam terepi I/O modulokra. A feladatom bemutatását a hálózati kommunikáció újra tervezésével kezdtem, majd folytattam az új PLC kiválasztási szempontjainak bemutatásával. A meglévő hálózati topológiát és a felhasznált kommunikációs protokollt átterveztem és egységesítettem úgy, hogy az új vezérlési struktúra és az abban résztvevő perifériák harmonizáltan működjenek együtt, bővíthetők, fejleszthetők legyenek; megfeleljenek a mai kor ipari követelményeinek. Ismerttettem az új programstruktúra kidolgozását, amelynek egyik pillére a megfelelő hardver konfiguráció meghatározása. Ennek során részleteztem az elektromos szekrényeket érintő fejlesztéseket.

Egy táblázatban összefoglaltam az eszközökkel és a munkámmal kapcsolatos gazdasági számításokat.

A dolgozatomban zárásaként a projekt során levont következtetéseket összegeztem, majd további fejlesztési javaslatokat tettem.

7. Summary

In my thesis, I set the goal of redesigning the control system of the BB271 production line.

I gathered the standards related to the machine parts and processed the type C standard relevant to the calendar, along with the referenced standards.

In the following, I presented the steps of the technological process of the selected production line, starting from raw material weighing to the systematization of the finished product. After that, I introduced the technical solutions from the perspective of functional and safety control systems: listing the machine safety devices and the machine safety functions realized with them. I also detailed the structure and development environment of the programs operating the controllers.

I solved the objective of my thesis by integrating the functional and machine safety controllers (SRP/CS) into a single CPU. In the new program, the control units to be replaced, which have I/O modules, were replaced by field I/O modules in the hardware configuration. I began the presentation of my task by redesigning the network communication, followed by the introduction of the criteria for selecting the new PLC. I redesigned and unified the existing network topology and the communication protocol used, ensuring that the new control structure and the peripherals involved work together harmoniously, are expandable and upgradeable, and meet modern industrial requirements. I described the development of the new program structure, one of the pillars of which is the definition of the appropriate hardware configuration. In this process, I detailed the developments concerning the electrical cabinets.

I summarized the economic calculations related to the devices and my work in a table.

Finally, I summarized the conclusions drawn during my project and made further development proposals.

8. Nyilatkozat

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A **Bálint Szabolcs** (hallgató Neptun azonosítója: **EWBYBX**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: _____ **2024** _____ év _____ **10** _____ hó **21** _____ nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

Alulírott _____ **Bálint Szabolcs** _____, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, _____ **Szent István** _____ Campus, _____ **Ipari Gépek Biztonsága** _____ szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: _____ **2024** _____ év _____ **10** _____ hó _____ **21** _____ nap



Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: _____ **2024** _____ év _____ **10** _____ hó _____ **21** _____ nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelő aláírni!

NYILATKOZAT

a szakdolgozat¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Bálint Szabolcs**
A Hallgató Neptun kódja: **EWBYBX**
A dolgozat címe: **Gépegyüttes vezérlő és biztonsági PLC programjának integrálása**
A megjelenés éve: **2024**
A tanszék neve: **Mechatronika tanszék**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: _____ **2024** _____ év _____ **10** _____ hó _____ **15** _____ nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

9. Irodalomjegyzék

http1.1: Bridgestone Data 2024 Letöltés dátuma: 2024.06.07. Forrás: https://www.bridgestone.com/corporate/library/data_book/pdf/BSDATA.pdf

http1.2: Bridgestone Tatabánya honlapja. Letöltés dátuma: 2024.06.16. Forrás: <https://bridgestone-tatabanya.hu/>

http3.1: Twin Dump Extruder Letöltés dátuma: 2024.06.17. Forrás: <https://www.hf-mixinggroup.com/fileadmin/masterTemplate/Resources/Public/Files/downloads/Magazin-HF-2015-EN.pdf>

http4.1: PLC Memory Letöltés dátuma: 2024.06.21. Forrás: https://www.infopl.net/files/descargas/rockwell/infopl_net_plc_memory.pdf

http4.2: ControlLogix and GuardLogix Controllers Letöltés dátuma: 2024.07.01. Forrás: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1756-td001_-en-p.pdf

http4.3: Wia Automation Letöltés dátuma: 2024.07.30. Forrás: <https://images.wiautomation.com/>

Dr. Földi L. J., Berencsi B. (2022): *Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében*. Budapest: Magyar Mérnöki Kamara

HF-Mixing G. (2014): *Két csigás extruder kalanderrel – Használati és karbantartási utasítás*. Milánó: Pomini Rubber & Plastics S.r.l.

Horváth L. (1988): *Gumiipari kézikönyv I-II*. Budapest: Taurus-Omikk

Nagy T. A. (2023): *Gumikezelési eljárások*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó

UpMation (2022): Distributed IO vs. Remote IO | Differences & Benefits. Letöltés dátuma: 2024.06.17. Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=PxxvDM0hhr-Q>

CLC/TS 61496-3:2008	Gépek biztonsága. Elektro-érzékeny védőberendezések. 3. rész: Különleges követelmények a szórt visszaverődésre reagáló aktív optoelektronikai védőeszközökre (AOPDDR)
EN 349:1993+A1:2008	Gépek biztonsága – Minimális hézagok az emberi testrészek összezúzásának elkerülésére
EN 60204-1:2018	Gépek biztonsága. Gépek elektromos berendezései. 1. rész: Általános követelmények (IEC 60204-1:2016)
EN 60947-5-8:2006	Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések 5-8. rész: Vezérlőáramköri eszközök és - kapcsolóelemek - Háromállású engedélyező kapcsolók (IEC 60947-5-8:2006)
EN 61000-6-2:2005	Elektromágneses összeférhetőség (EMC) – 6-2. rész: Általános szabványok – Ipari környezetek zavartűrése (IEC 61000-6-2:2005)
EN 61000-6-4:2007	Elektromágneses kompatibilitás (EMC) 6-4. rész: Általános szabványok

	Kibocsátási szabvány ipari környezetekhez (IEC 61000-6-4:2006)
EN 61496-1:2013	Gépek biztonsága Elektromos érzékeny védőberendezések 1. rész: Általános követelmények és vizsgálatok (IEC 61496-1:2012)
EN ISO 11204:2010	Akuszтика – Gépek és berendezések által kibocsátott zaj – Emissziós hangnyomásszint meghatározása munkaállomáson és más meghatározott helyeken pontos környezeti korrekciókkal (ISO 11204:2010)
EN ISO 11688-1:2009	Akuszтика Javasolt gyakorlat alacsony zajszintű gépek
EN ISO 12100:2010	Gépek biztonsága – Általános tervezési alapelvek – Kockázatértékelés és kockázatsökkentés (ISO 12100:2010)
EN ISO 13849-1:2015	Gépek biztonsága Vezérlőrendszerek biztonsággal kapcsolatos részei 1. rész: Általános tervezési alapelvek (ISO 13849-1:2015)
EN ISO 13850:2015	Gépek biztonsága – Vészleállítási funkció – Tervezési alapelvek (ISO 13850:2015)
EN ISO 13851:2019	Gépek biztonsága Kétkezes vezérlőkészülékek Tervezési és kiválasztási alapelvek
EN ISO 13855:2010	Gépek biztonsága – Biztonsági intézkedések elhelyezése az emberi testrészek megközelítési sebessége tekintetében (ISO 13855:2010)
EN ISO 13856-1:2013	Gépek biztonsága Nyomásérzékeny védőberendezések 1. rész: Nyomásérzékeny szőnyegek és nyomásérzékeny padlók tervezésének és vizsgálatának általános elvei (ISO 13856-1:2013)
EN ISO 13857:2008	Gépek biztonsága – Biztonsági távolságok
EN ISO 14118:2018	Gépek biztonsága – Váratlan indítás megelőzése (ISO 14118:2017)
EN ISO 14119:2013	Gépek biztonsága Védőburkolatokhoz kapcsolódó reteszelőberendezések Tervezési és kiválasztási alapelvek (ISO 14119:2013)
EN ISO 14120:2015	Gépek biztonsága – Védőburkolatok – A rögzített és mozgatható védőburkolatok tervezésére és kivitelezésére vonatkozó általános követelmények (ISO 14120:2015)
EN ISO 14122-1:2016	Gépek biztonsága – A gépekhez való állandó hozzáférési lehetőségek – 1. rész: A rögzített eszközök megválasztása és a hozzáférés általános követelményei (ISO 14122-1:2016)
EN ISO 14122-2:2016	Gépek biztonsága. A gépekhez való állandó hozzáférési lehetőségek. 2. rész: Munkapadok és járdák (ISO 14122-2:2016)
EN ISO 14122-3:2016	Gépek biztonsága A gépekhez való állandó hozzáférési módok 3. rész: Lépcsők
EN ISO 14122-4:2016	Gépek biztonsága A gépekhez való állandó hozzáférési módok – 4. rész: Rögzített létrák (ISO 14122-4:2016)

10. Ábrajegyzék

1. ábra: Bridgestone Tatabánya főépülete	6
2. ábra: Mixer géprész (b), kalander (j)	7
3. ábra: Palettázott lapoltgumi	8
4. ábra: 2 hengeres kalander extruderrel rácsatlakozással	10
5. ábra: Az extruder géprész felülnézetből	11
6. ábra: Slab Loader (b) és mérőszalagok (j)	21
7. ábra: Mérő conveyor pálya	22
8. ábra: Technológiai olajrendszer	23
9. ábra: Pigment Conveyor	23
10. ábra: Carbon mérleg (carbon & szilika kimérés)	24
11. ábra: Filler betöltőnyílás (b), Mixer motor (j)	25
12. ábra: TDE – Extruder hajtóművek	26
13. ábra: Lapgumi a merítőkádban	27
14. ábra: Batch Off	27
15. ábra: Palettázó és kirakó pálya	28
16. ábra: Elszívás elvezetés	29
17. ábra: Gyártósor hálózati topológiája	33
18. ábra: Rockwell network protocol	34
19. ábra: Slab Loader (b), Mérő conveyorok (j), Oil System (k)	35
20. ábra: PLC kommunikációs hálózat	47
21. ábra: PLC családok - SLC500 (f), ControlLogix (k), CompactLogix (l)	48
22. ábra: PLC fejlesztőkörnyezet – RSLogix 500 (f), RSLogix 5000 (l)	49
23. ábra: Biztonsági PLC - Pilz	51
24. ábra: PLC fejlesztőkörnyezet – PNOZmulti Configurator	51
25. ábra: Normál és biztonsági programot tartalmazó PLC memória foglaltsága	53
26. ábra: Kiválasztott PLC típus: 1756-L73S	54
27. ábra: Safety rutinok struktúrája	56
28. ábra: TDE (f) és BOFF (l) biztonsági moduljai	57
29. ábra: Kétkezes vezérlés indítás – Extruder JOG funkció	58
30. ábra: Funkcionális rutinok struktúrája	59

31. ábra: Switch – Nem programozható /Stratix 2000/ (b), Programozható /Stratix 5700 (j)	60
32. ábra: 1: 3 CPU I/O modulokkal (b), 2: Pilz CPU (j), 3: SLC 500 rendszer csere (k)	61
33. ábra: Hitachi inverter (b), PowerFlex inverter (j)	62
34. ábra: BB271: Hardver időzítő sor	66

11. Táblázatjegyzék

1. táblázat: Az új vezérlő program memória igénye	54
2. táblázat: 1756-L73S memória kapacitása és egyéb adatai	55
3. táblázat: Tételek listája	63

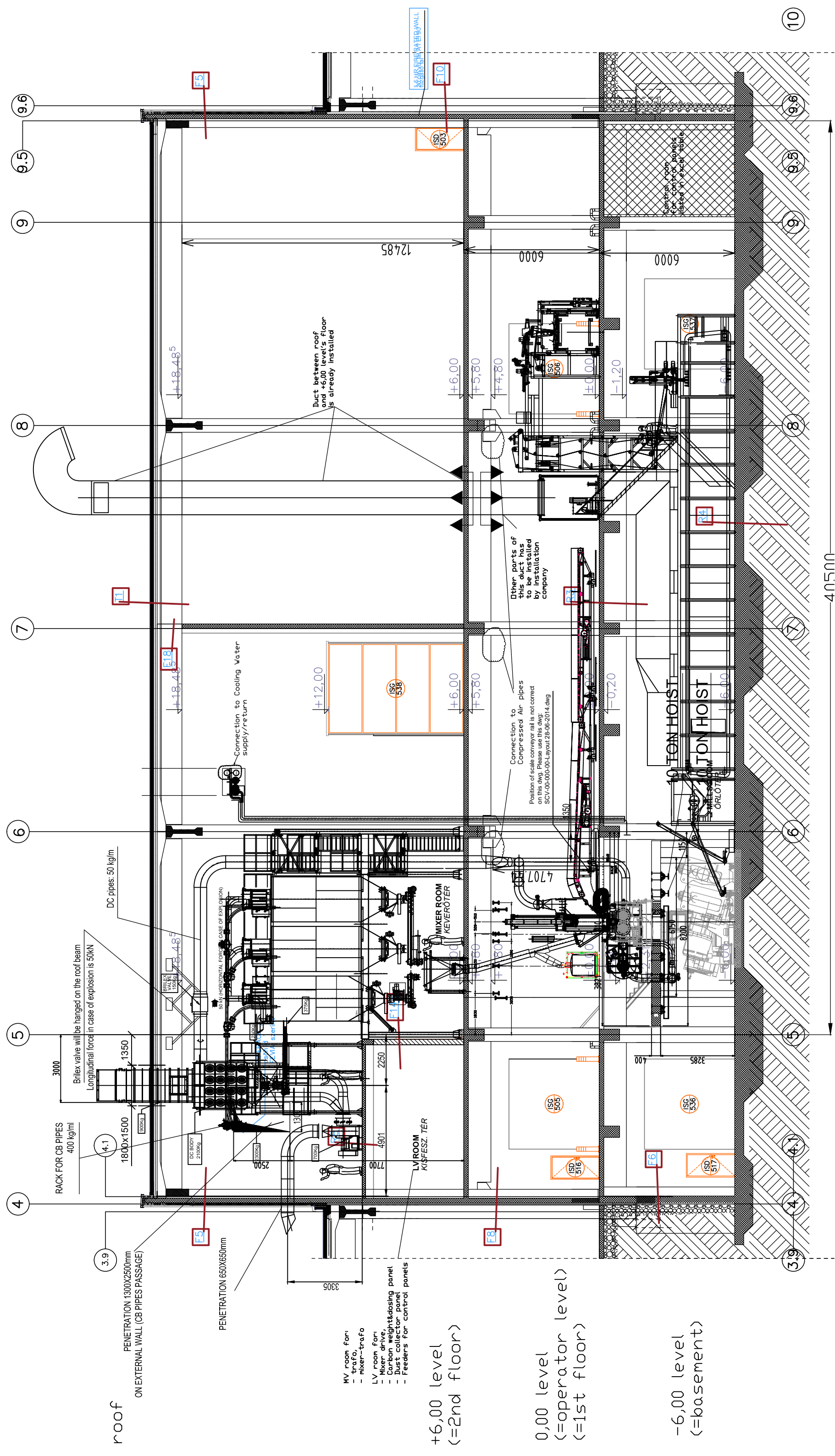
12. Mellékletek

- 3.1. sz. melléklet: Gépegyüttes oldalnézeti layout
- 3.2. sz. melléklet: Gépegyüttes hálózati térkép
- 3.3. sz. melléklet: Gépegyüttes safety térkép
- 3.4. sz. melléklet: Mixer: Hidraulika
- 3.5. sz. melléklet: TDE: Hidraulika
- 3.6. sz. melléklet: BOFF: Pneumatika
- 3.7. sz. melléklet: BOFF: Hidraulika
- 3.8. sz. melléklet: Gépegyüttes működési folyamatábra
- 3.9. sz. melléklet: Gépegyüttes biztonsági rutinok
- 3.10. sz. melléklet: Gépegyüttes újratervezett hálózati térkép
- 3.11. sz. melléklet: Gépegyüttes újratervezett biztonsági rutinok

3.1. sz. melléklet

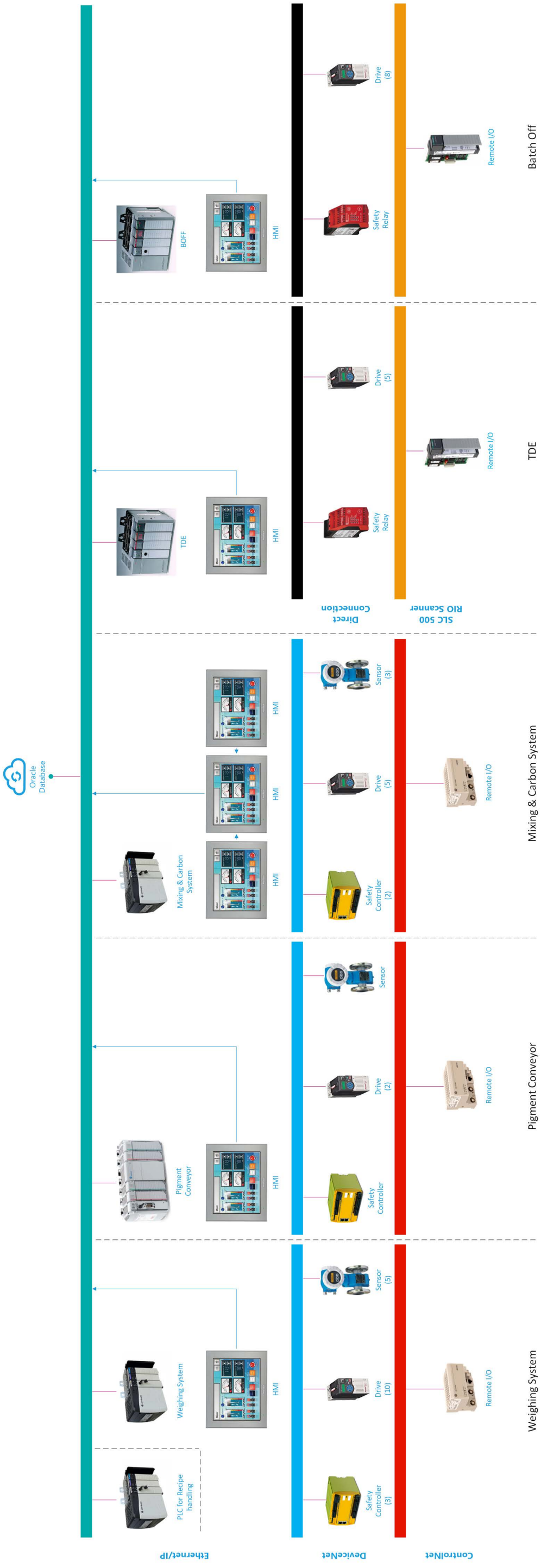
Gépeggyűttes oldalnézeti layout

(BB#3)



3.2. sz. melléklet

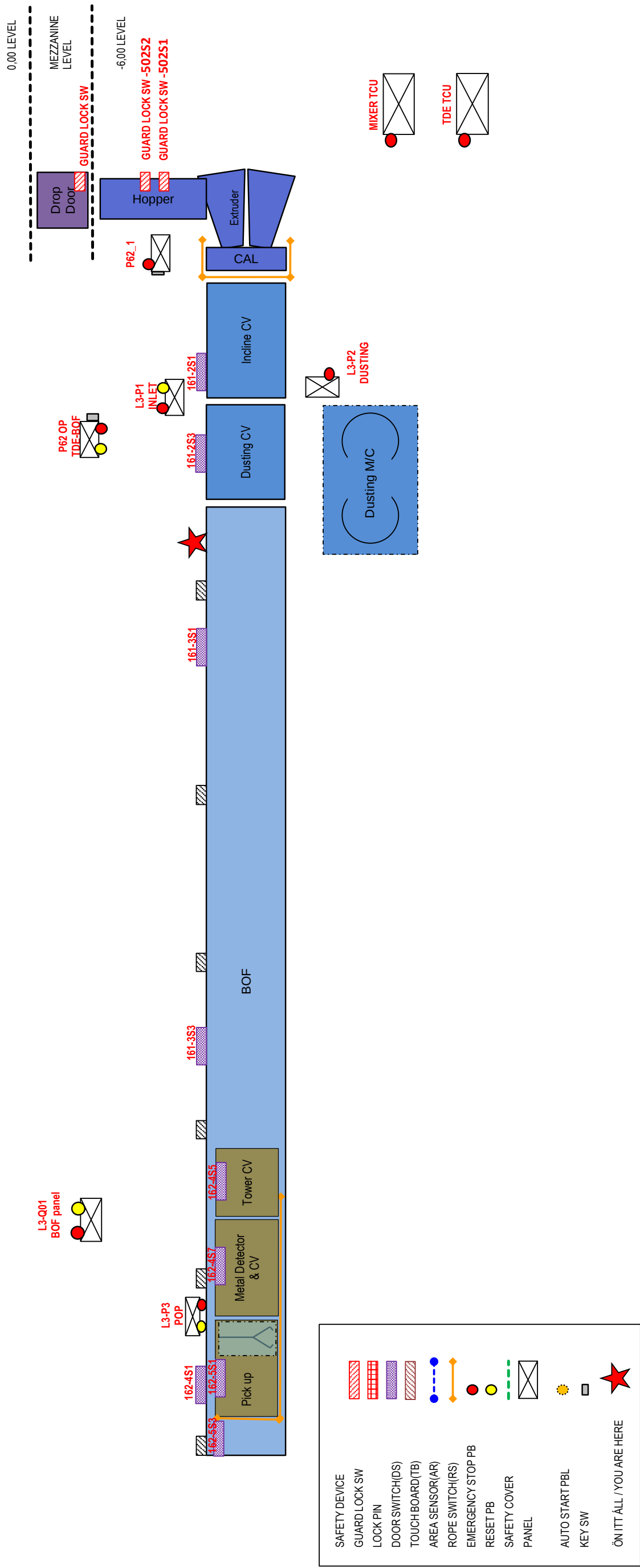
Gépegyüttes hálózati térkép



3.3. sz. melléklet

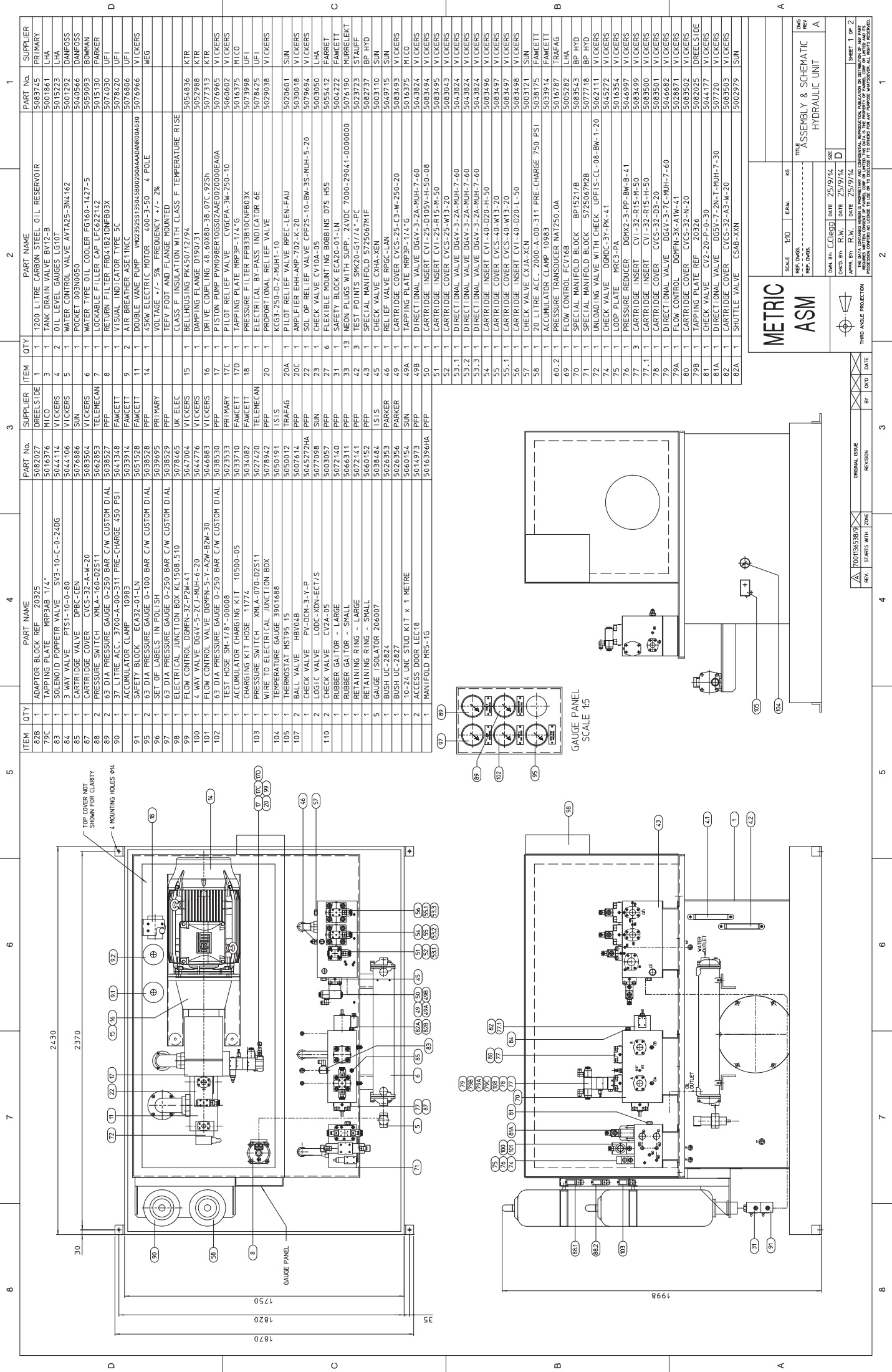
Gépegyüttes safety térkép

BB271 Safety Map
TDE+CAL, BOF & Booking(-6,00 Level)



3.4. sz. melléklet

Mixer - Hidraulika



METRIC
ASM

THRO ANGLE PROJECTION

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

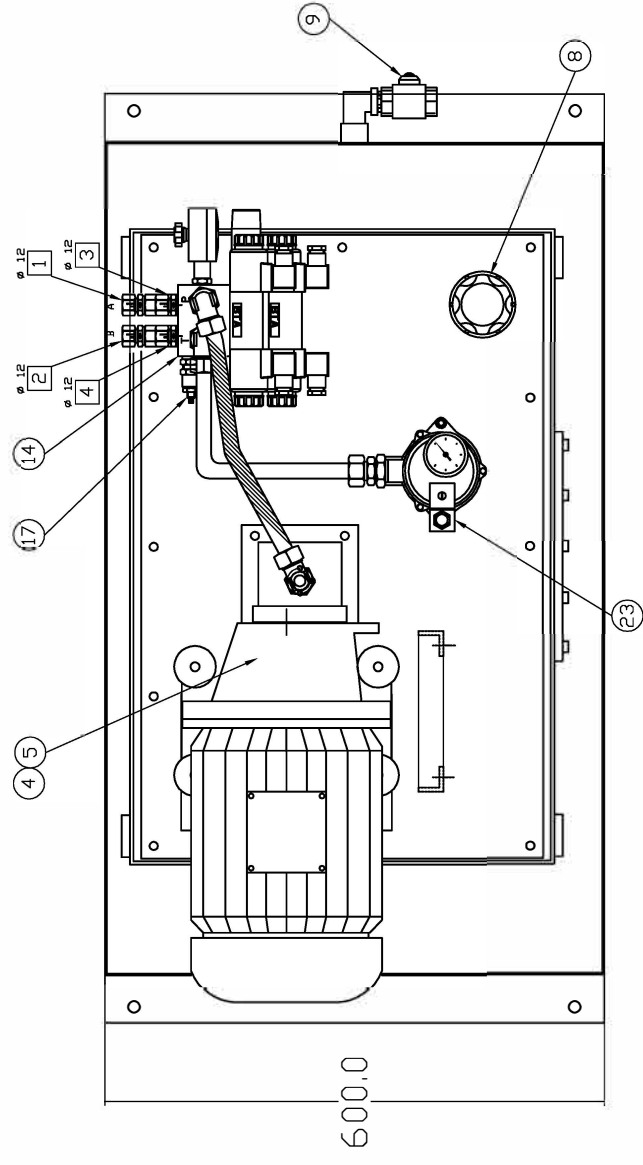
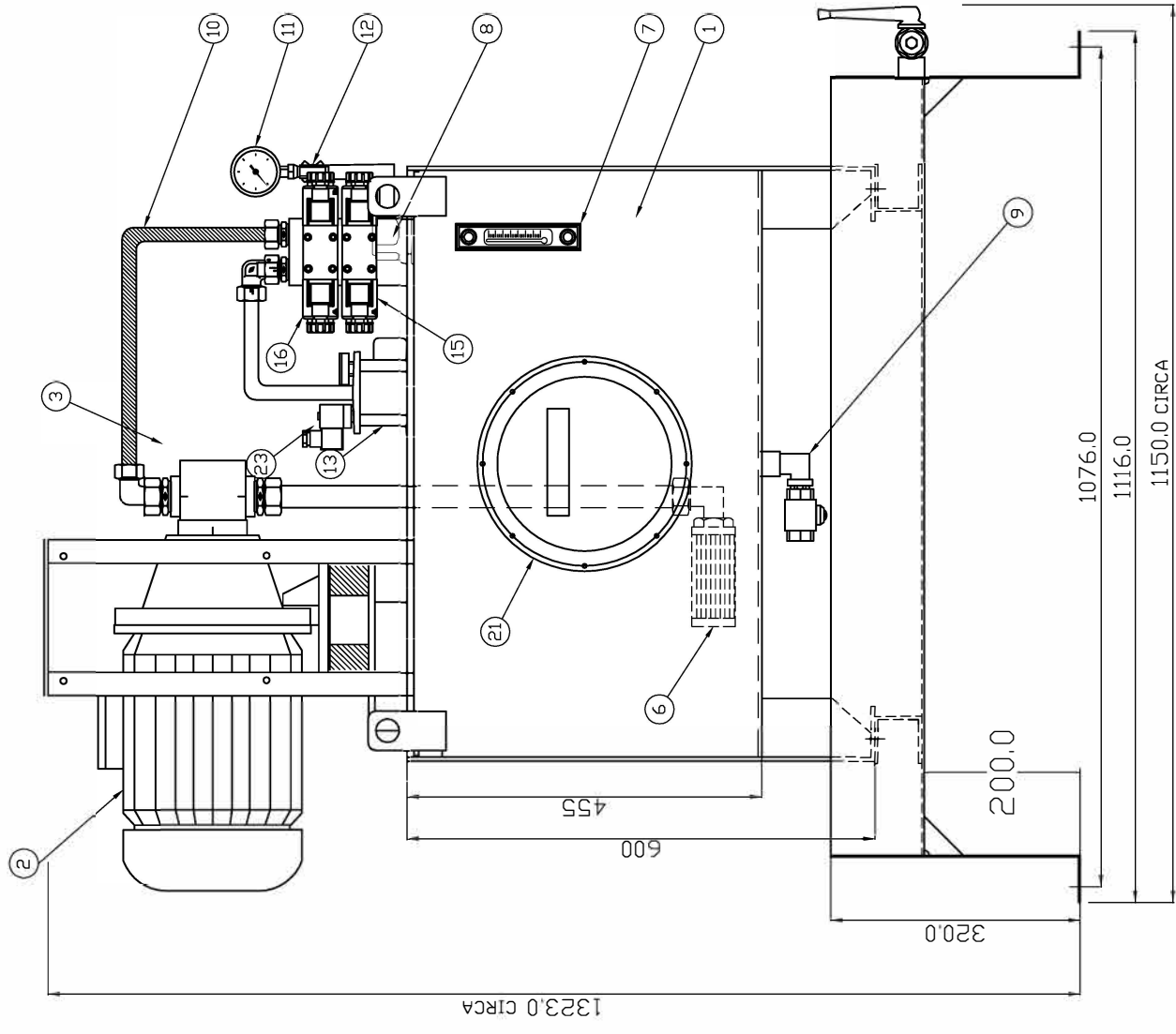
DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

DATE	BY	DATE	REV.	STARTS WITH	ZONE
25/9/14		25/9/14			

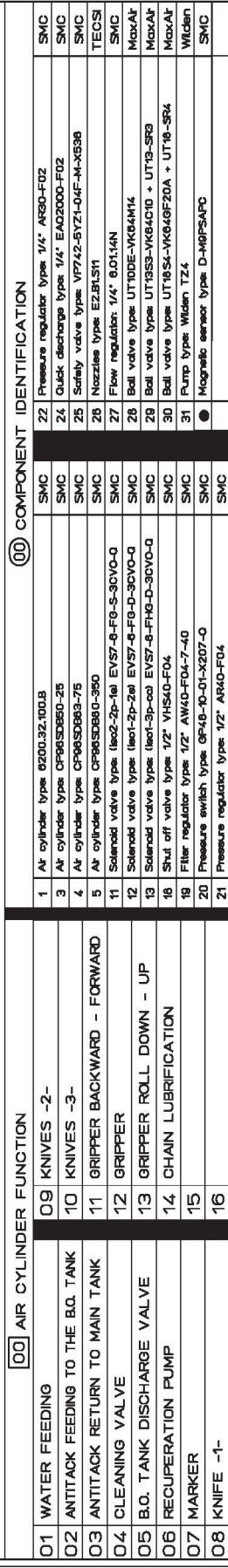
3.5. sz. melléklet

TDE - Hidraulika

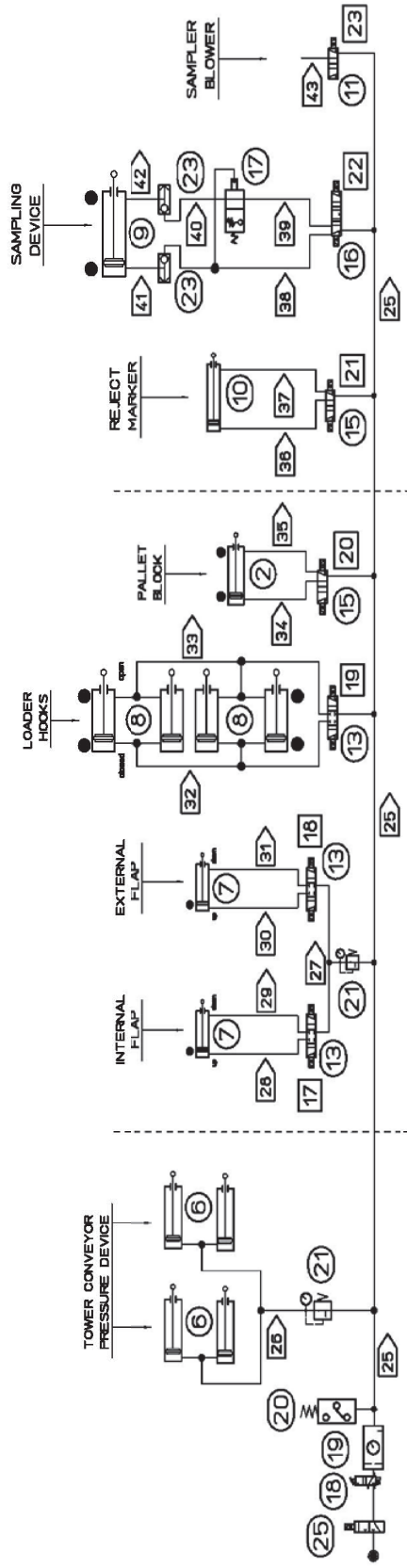
[illegible]

3.6. sz. melléklet

BOFF - Pneumatika



DISCHARGE



00 AIR CYLINDER FUNCTION		00 COMPONENT IDENTIFICATION	
17	INTERNAL FLAP	2	Air cylinder type: CP96SDB50-50 SMC
18	EXTERNAL FLAP	6	Air cylinder type: CP96SDB80-125 SMC
19	LOADER HOOKS	7	Air cylinder type: C95SDT100-100 SMC
20	PALLET BLOCK	8	Air cylinder type: CP96SDB100-100 SMC
21	REJECT MARKER	9	Air cylinder type: C95SDB180-200 SMC
22	SAMPLING DEVICE	10	Air cylinder type: CP96SDB63-100 SMC
23	SAMPLER BLOWER	13	Solenoid valve type: (iso1-3p-co) EV57-8-FH8-D-3CVO-Q SMC
24		15	Solenoid valve type: (iso2-2p-2e) EV57-8-F8-D-3CVO-Q SMC
		16	Solenoid valve type: (iso3-3p-co) EV57-10-FJ8-D-3CVO-Q SMC
		17	Block valve type: 1/2" ASP630F-04-10S SMC
		18	Shut off valve type: 1/2" VHS40-F04 SMC
		19	Filter regulator type: 1/2" AW40-F04-7-40 SMC
		20	Pressure switch type: GP46-10-01-X207-Q SMC
		21	Pressure regulator type: 1/2" AR40-F04 SMC
		23	Quick discharge type: 1/2" EA05000-F04 SMC
		25	Safety valve type: VP742-5YZ1-04F-M-X538 SMC
		●	Magnetic sensor type: D-MGPSAPC SMC

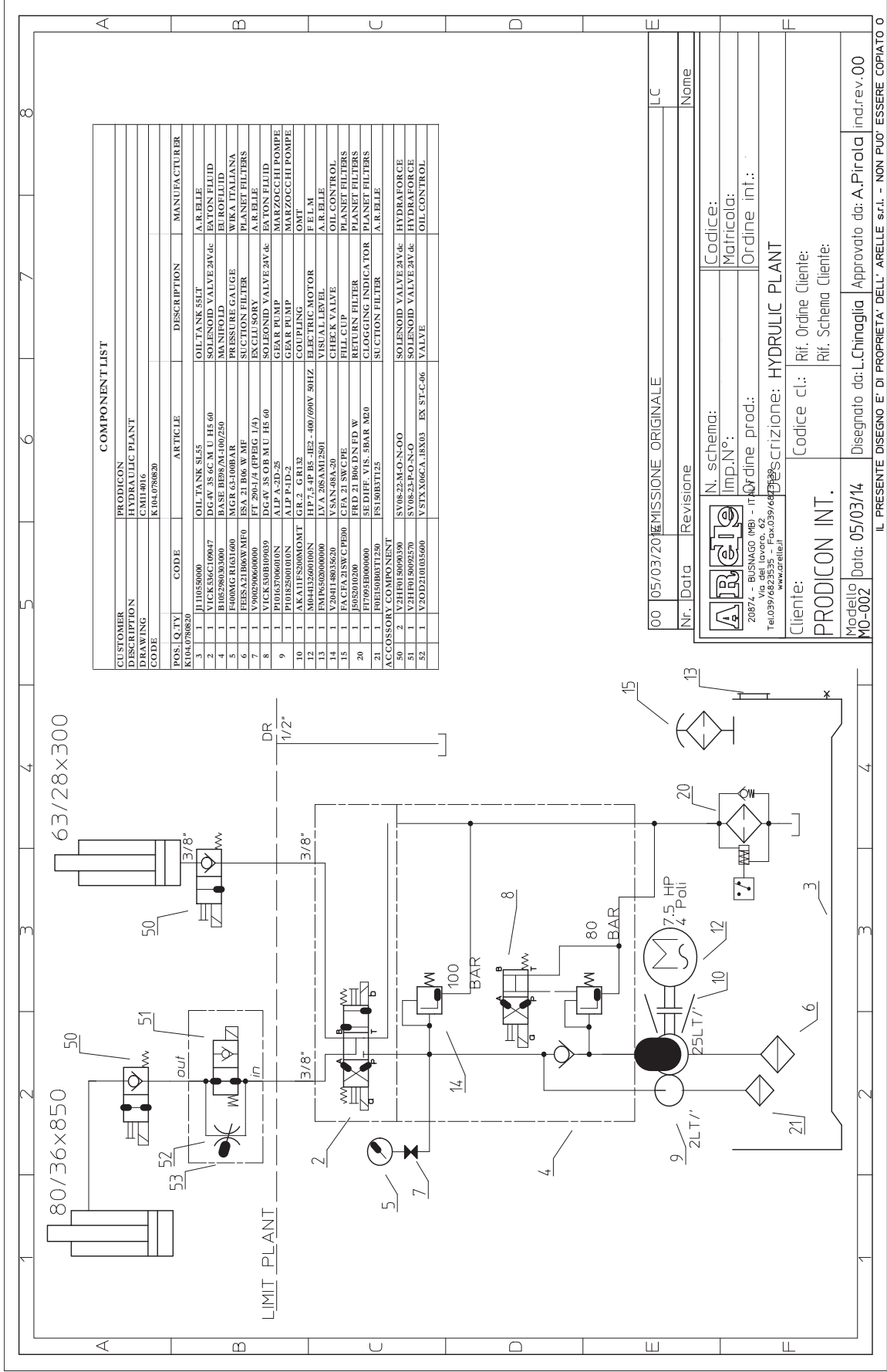
Pneumatic symbols

AIR SERVICE UNITS

Air treatment mechanisms		Other mechanisms		
Pneumatic accumulator (capacity)		Pressure gauge		
Automatic drain air		Shut-off valve		
Automatic drain air				
Lubricator		Progressive start-up valve With Electric control		
Air filter				
Filter - with manual drain				
Filter - with automatic drain				
Pressure control valves		Progressive start-up valve With Pneumatic control		
Pressure switch				
Free discharge pressure relief valve				
Free discharge pilot-operated pressure relief valve				
Sequence valve				
Pressure regulator				
Pressure regulator without exhaust valve				
Pilot-operated pressure regulator without exhaust valve				
Pressure regulator without exhaust valve (free)				
Differential pressure regulator				
Assembled units				
Filter pressure regulator				
Filter pres. reg. + lubricator Filter + pres. reg. + lubricator				

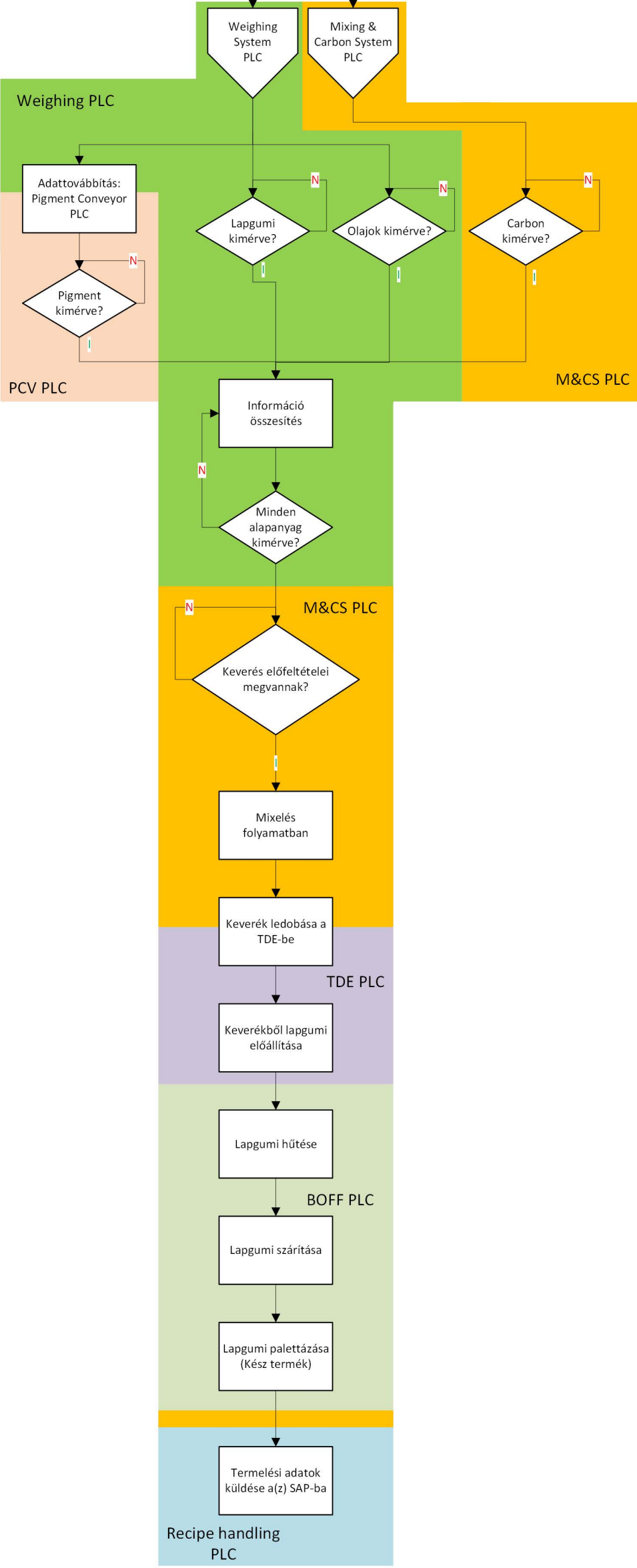
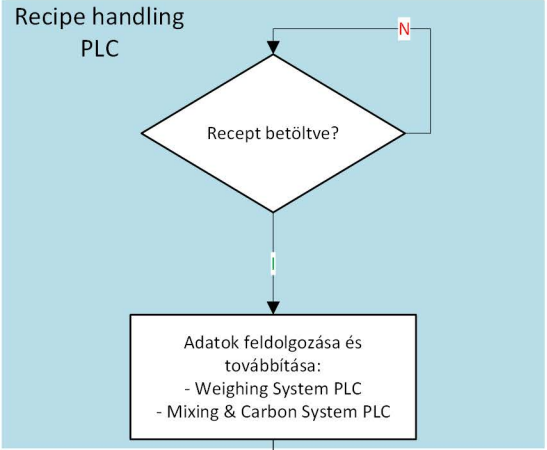
3.7. sz. melléklet

BOFF - Hidraulika



3.8. sz. melléklet

Gépeggyüttes működési folyamatára



3.9. sz. melléklet

Gépeggyűttes biztonsági rutinok



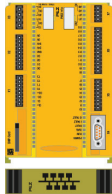
Project Name
MCP.mpnz

Pilz GmbH & Co. KG Sichere Automation
Felix-Wankel-Straße 2
73760 Ostfildern
Germany
Tel: +49 711 3409-0
Fax: +49 711 3409-133
Email: pilz.gmbh@pilz.de
Web: www.pilz.de

PNOZmulti Report

1. Overview

The following hardware is used in this PNOZmulti project. See Hardware Report for more detailed information.



PNOZmulti Report

2. Index

Report Name	Page
Project Information	4
Hardware Configuration	5
Main Program Information	6
-Workspace: Main Program	7
-Assignment List: Main Program	12
-Cross Reference - Hardware I/Os : Main Program	13
-Cross Reference - Connection Points : Main Program	14

PNOZmulti Report Project Information

General Details

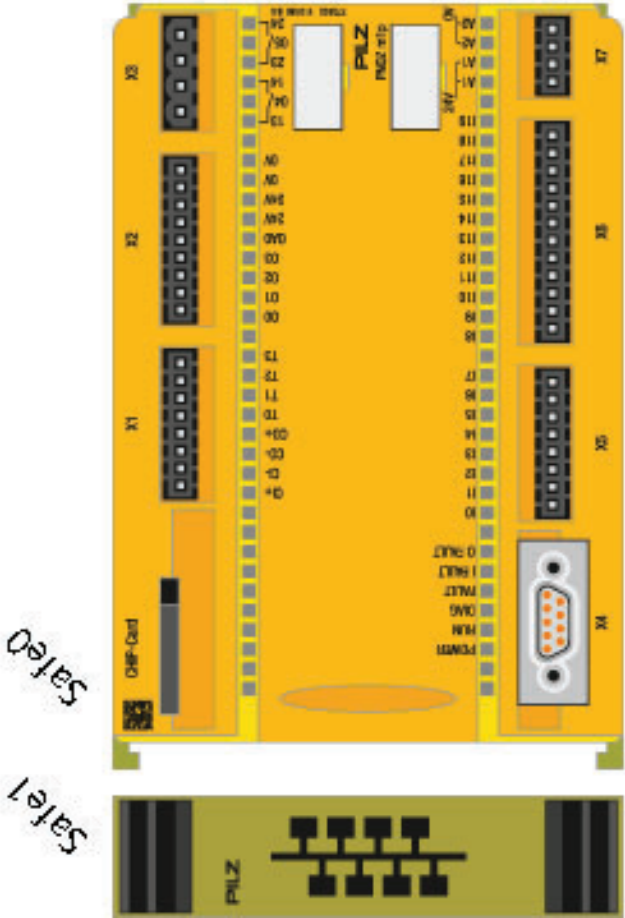
Project Name:
Company:
Created by:
Reviewed by:
Name:
Date:
Saved Date:
Created in Version:
Software: v10.14.2
Total project checksum: 7610
User Text: B-FourS Project
Project Language: English - en

Associated programs

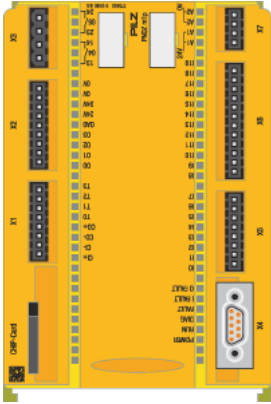
Program name	Program type	Saved in module	Module name	Checksum safe:
Main Program	Main Program	Base Unit PNOZ m1p	Safe0	EEB0

PNOZmulti Report Hardware Configuration

ID	Module Name	Version	Equipment Identifier	Programmable	Inputs	Outputs	Location Description
-1	Fieldbus Module	v1.0	Safe1	No	24	24	
0	Base Unit PNOZ m1p	v4.0	Safe0	Yes	20	6	

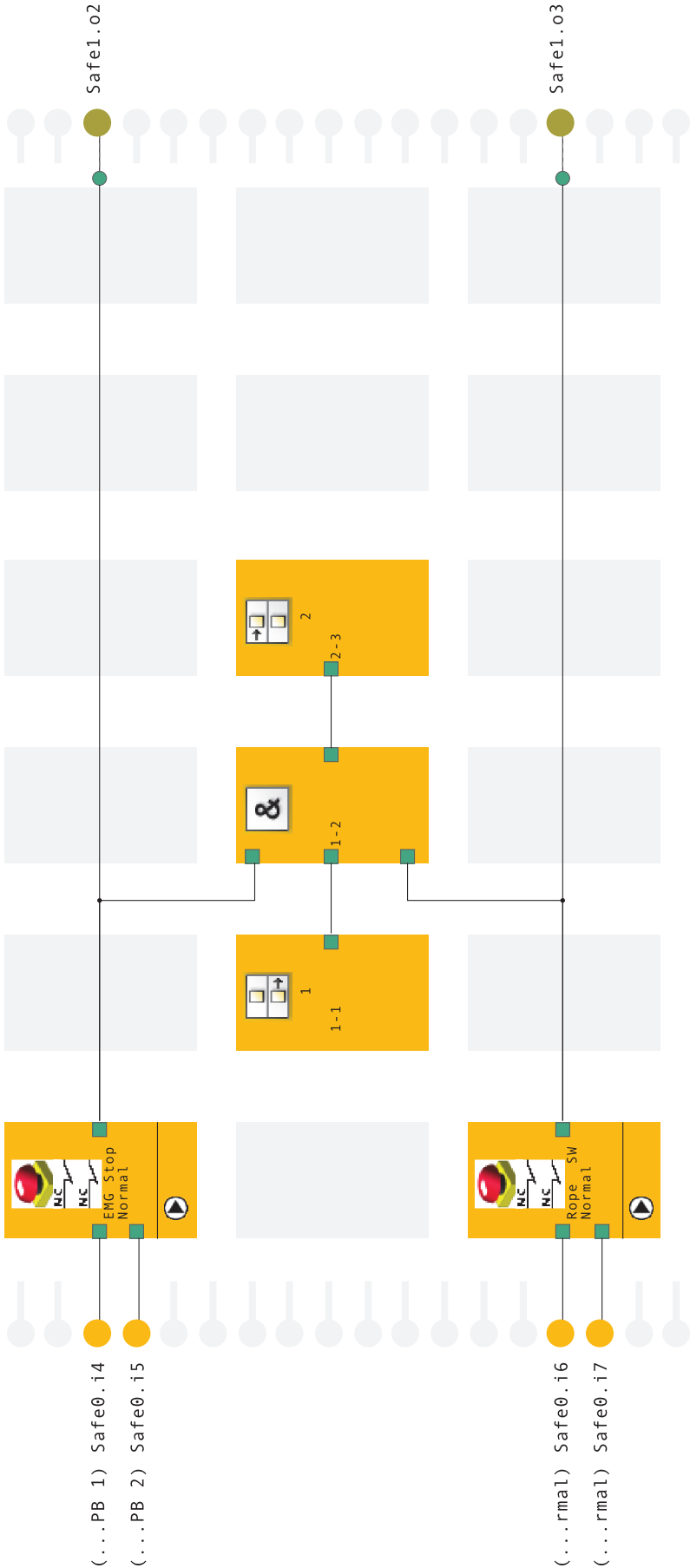


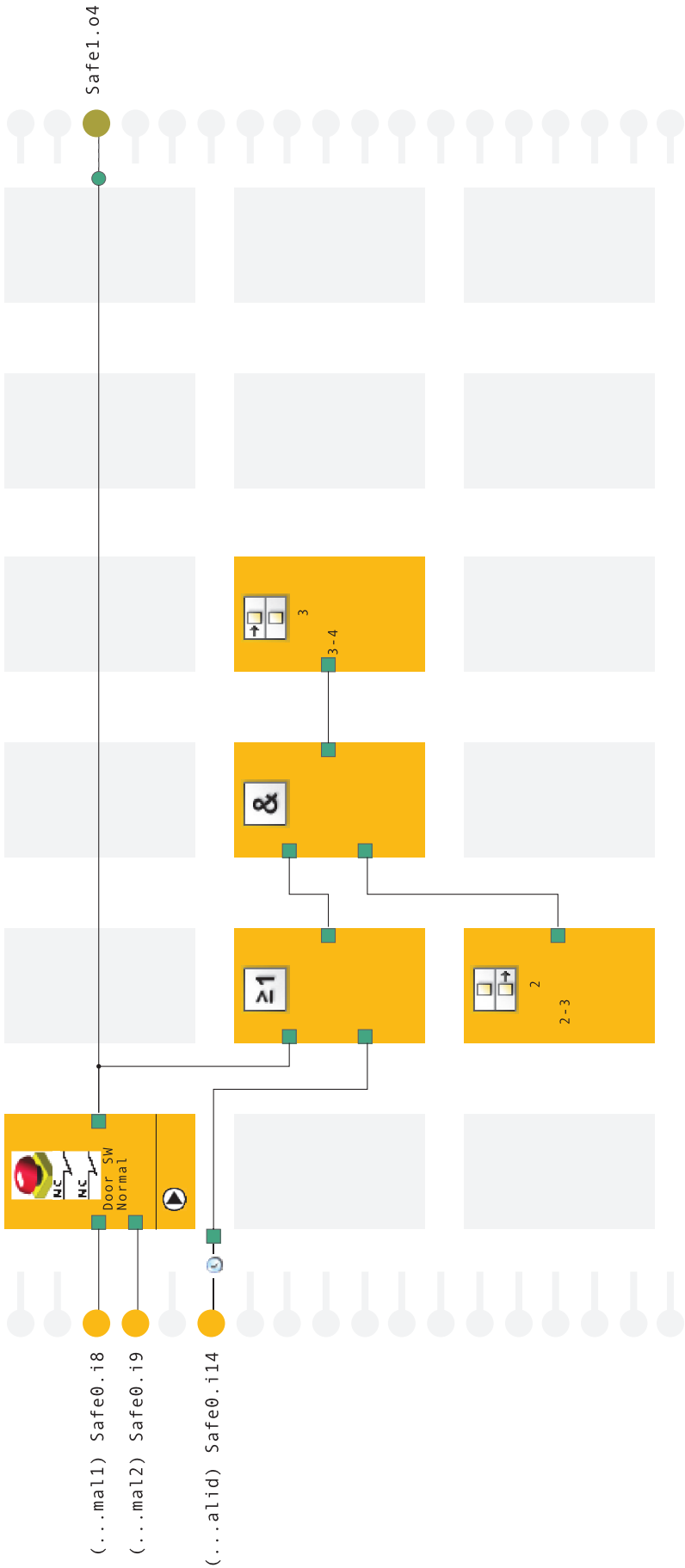
Main Program Information

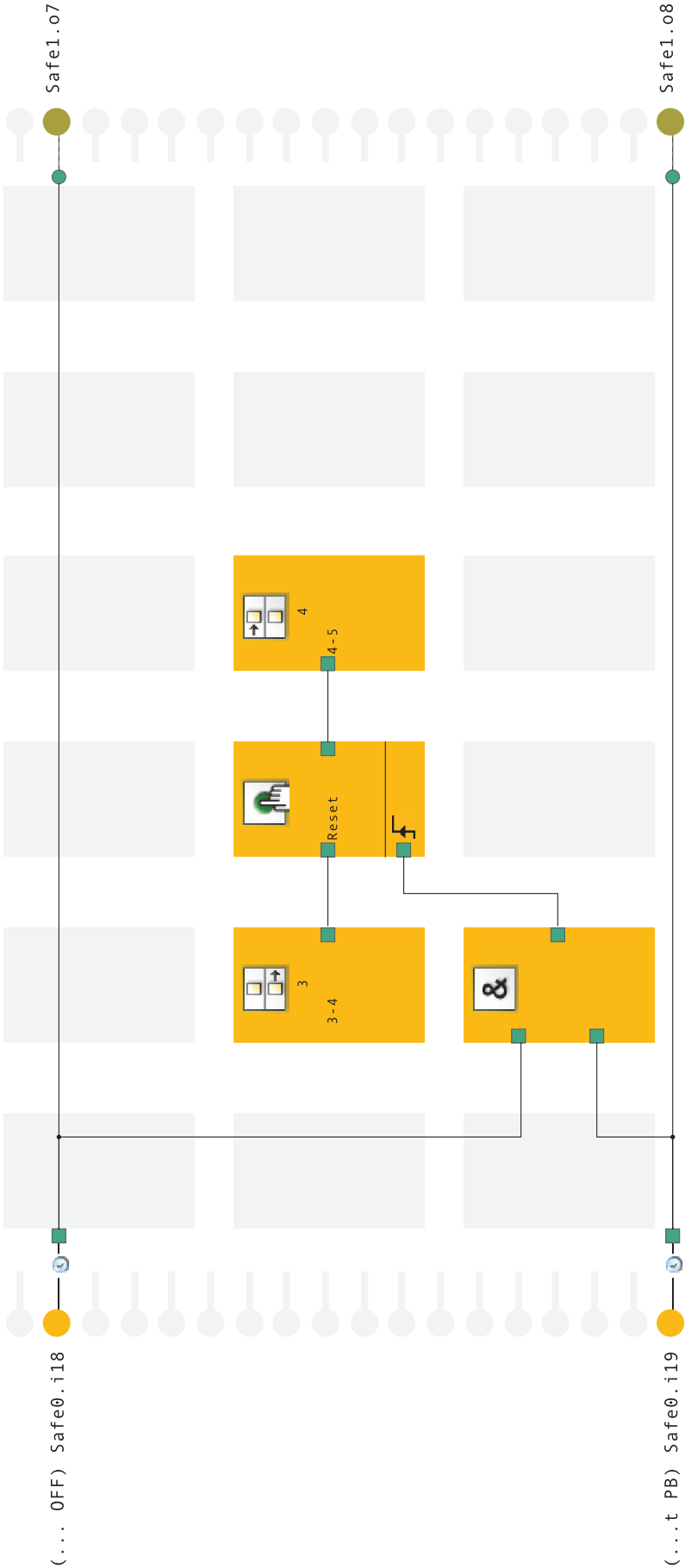


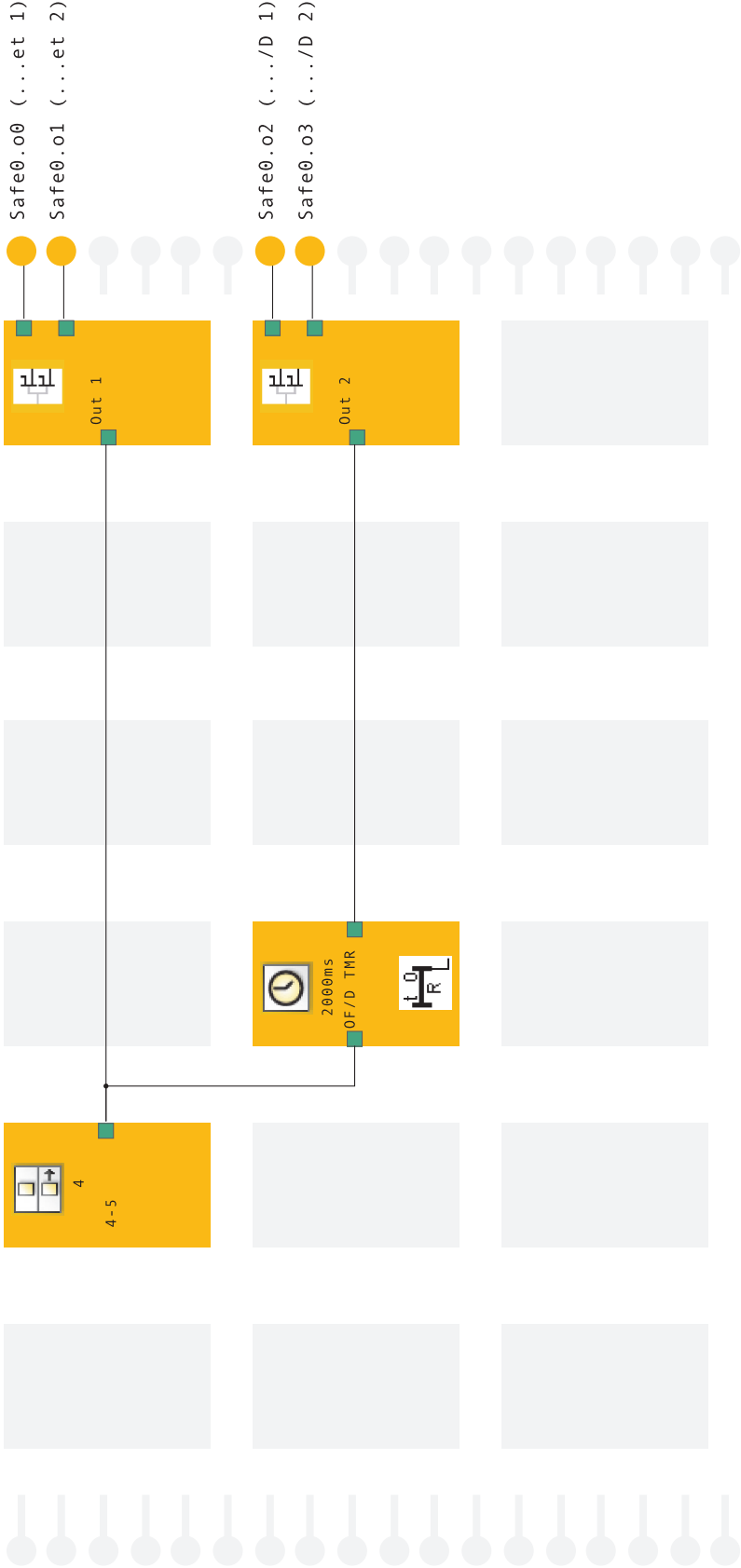
Hardware:
Software
Checksum safe:
Checksum safe without level 3:
Checksum level 3
Checksum diagnostic texts
User Text:

Base Unit PNOZ m1p
v10.14.2
EEB0
EEB0
0
0
B-FourS Project









PNOZmulti Report Assignment List: Main Program

I/O	Equipment ID	Location Description	Test Pulse	Bit Information	Pulse Suppression	Open circuit
Safe1.o0	PLC Normal		-		-	-
Safe1.o1	MB Normal		-		-	-
Safe1.o2	EMG Stop Normal		-		-	-
Safe1.o3	Rope SW Normal		-		-	-
Safe1.o4	Door SW Normal		-		-	-
Safe1.o7	Contact OFF		-		-	-
Safe1.o8	Reset PB		-		-	-
Safe0.i0	PLC Normal 1		-	NC	-	-
Safe0.i1	PLC Normal 2		-	NC	-	-
Safe0.i2	MB Normal 1		-	NC	-	-
Safe0.i3	MB Normal 2		-	NC	-	-
Safe0.i4	EMG Stop PB 1		-	NC	-	-
Safe0.i5	EMG Stop PB 2		-	NC	-	-
Safe0.i6	Rope SW 1 Normal		-	NC	-	-
Safe0.i7	Rope SW 2 Normal		-	NC	-	-
Safe0.i8	Door SW Normal1		-	NC	-	-
Safe0.i9	Door SW Normal2		-	NC	-	-
Safe0.i14	Door SW Invalid		-		-	-
Safe0.i18	Contact OFF		-		-	-
Safe0.i19	Reset PB		-		-	-
Safe0.o0	EMG STP Reset 1		-		-	-
Safe0.o1	EMG STP Reset 2		-		-	-
Safe0.o2	EMG STP OFF/D 1		-		-	-
Safe0.o3	EMG STP OFF/D 2		-		-	-
Connection Point 1	1-1					
Connection Point 2	2-3					
Connection Point 3	3-4					
Connection Point 4	4-5					

PNOZmulti Report Cross Reference - Hardware I/Os : Main Program

I/O

Equipment ID

Page

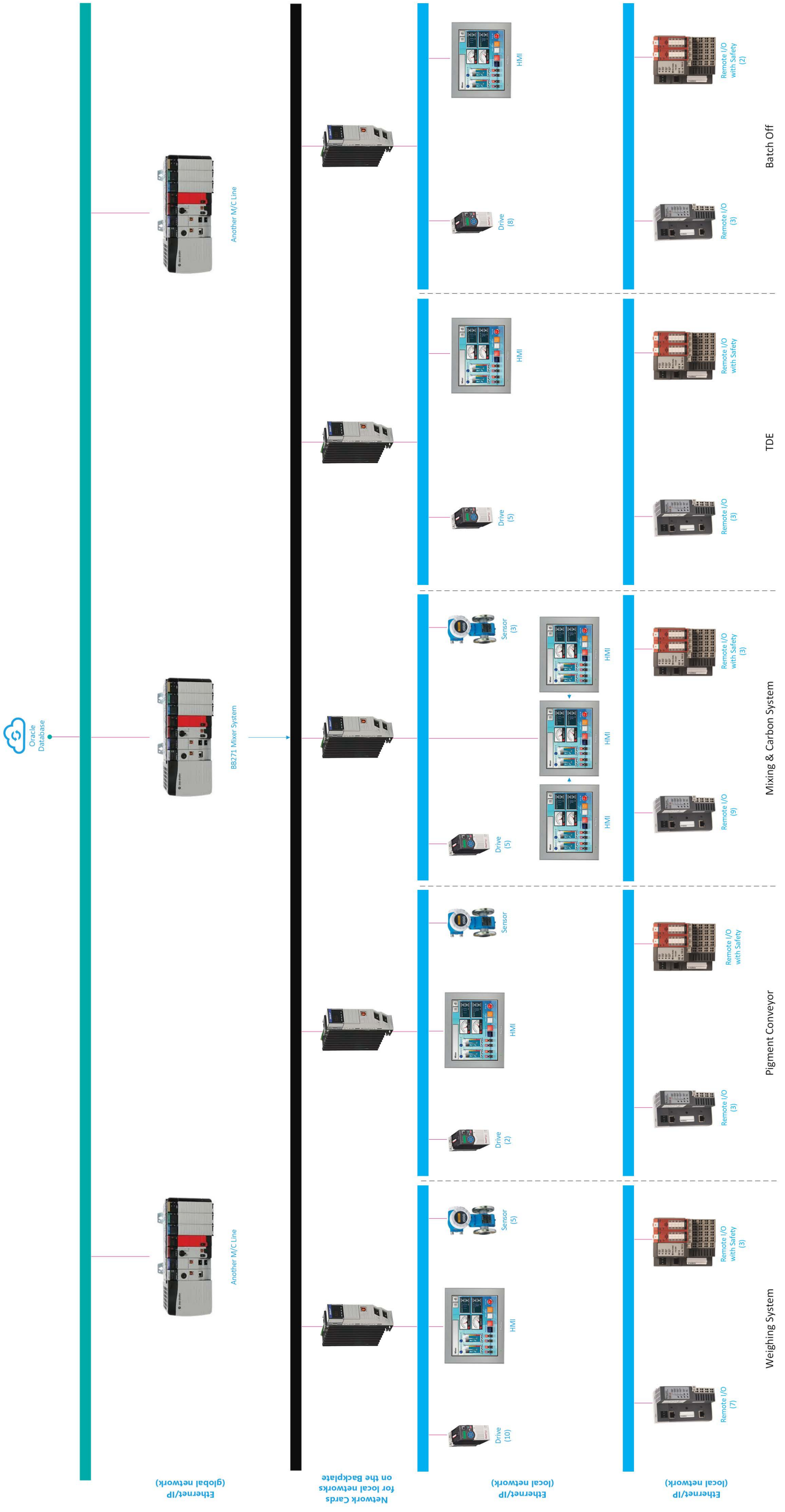
Main Program		
Safe0.i0	PLC Normal 1	1
Safe0.i1	PLC Normal 2	1
Safe0.i2	MB Normal 1	1
Safe0.i3	MB Normal 2	1
Safe0.i4	EMG Stop PB 1	2
Safe0.i5	EMG Stop PB 2	2
Safe0.i6	Rope SW 1 Normal	2
Safe0.i7	Rope SW 2 Normal	2
Safe0.i8	Door SW Normal1	3
Safe0.i9	Door SW Normal2	3
Safe0.i14	Door SW Invalid	3
Safe0.i18	Contact OFF	4
Safe0.i19	Reset PB	4
Safe1.o0	PLC Normal	1
Safe1.o1	MB Normal	1
Safe1.o2	EMG Stop Normal	2
Safe1.o3	Rope SW Normal	2
Safe1.o4	Door SW Normal	3
Safe1.o7	Contact OFF	4
Safe1.o8	Reset PB	4
Safe0.o0	EMG STP Reset 1	5
Safe0.o1	EMG STP Reset 2	5
Safe0.o2	EMG STP OFF/D 1	5
Safe0.o3	EMG STP OFF/D 2	5

PNOZmulti Report Cross Reference - Connection Points : Main Program

Connection Point	Equipment ID	Source	P[t] - Page destination (P) and number times (t)
1	1-1	1	2[1]
2	2-3	2	3[1]
3	3-4	3	4[1]
4	4-5	4	5[1]

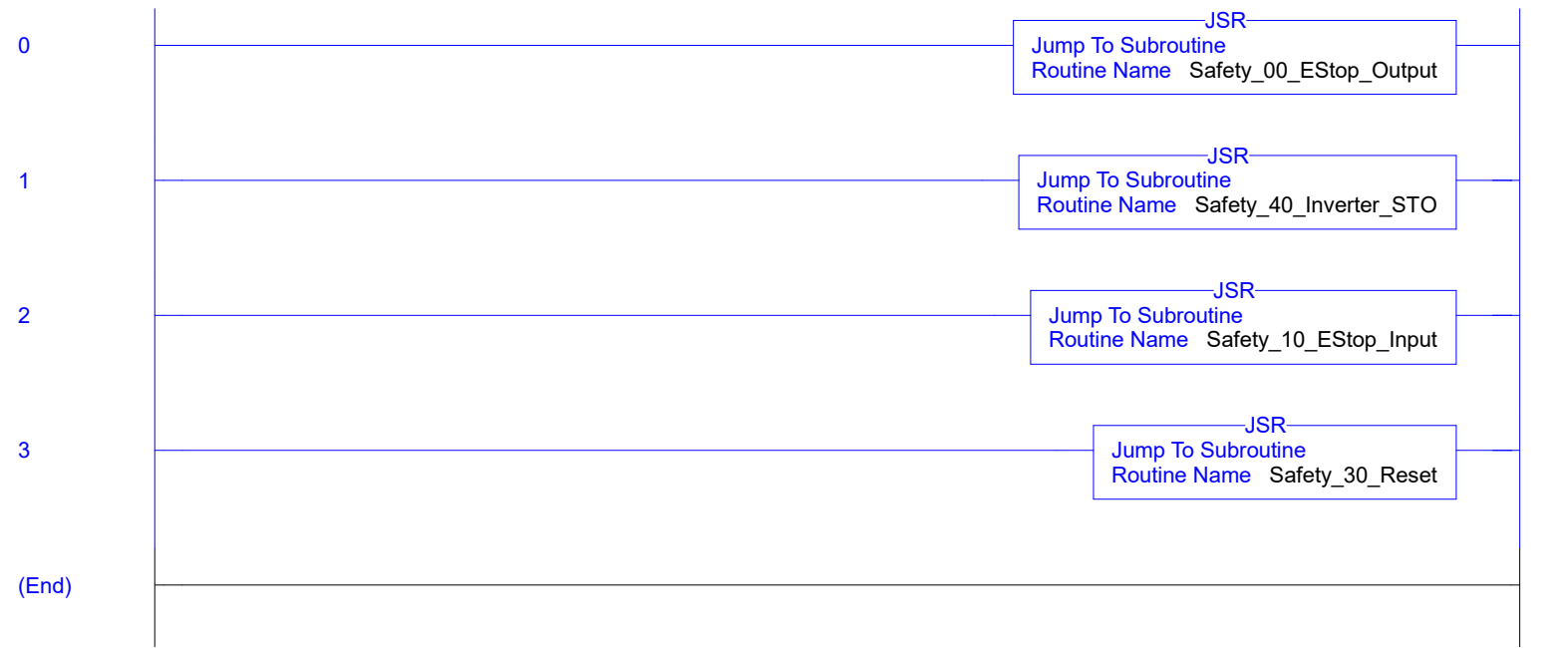
3.10. sz. melléklet

Gépeggyüttes újratervezett hálózati térkép

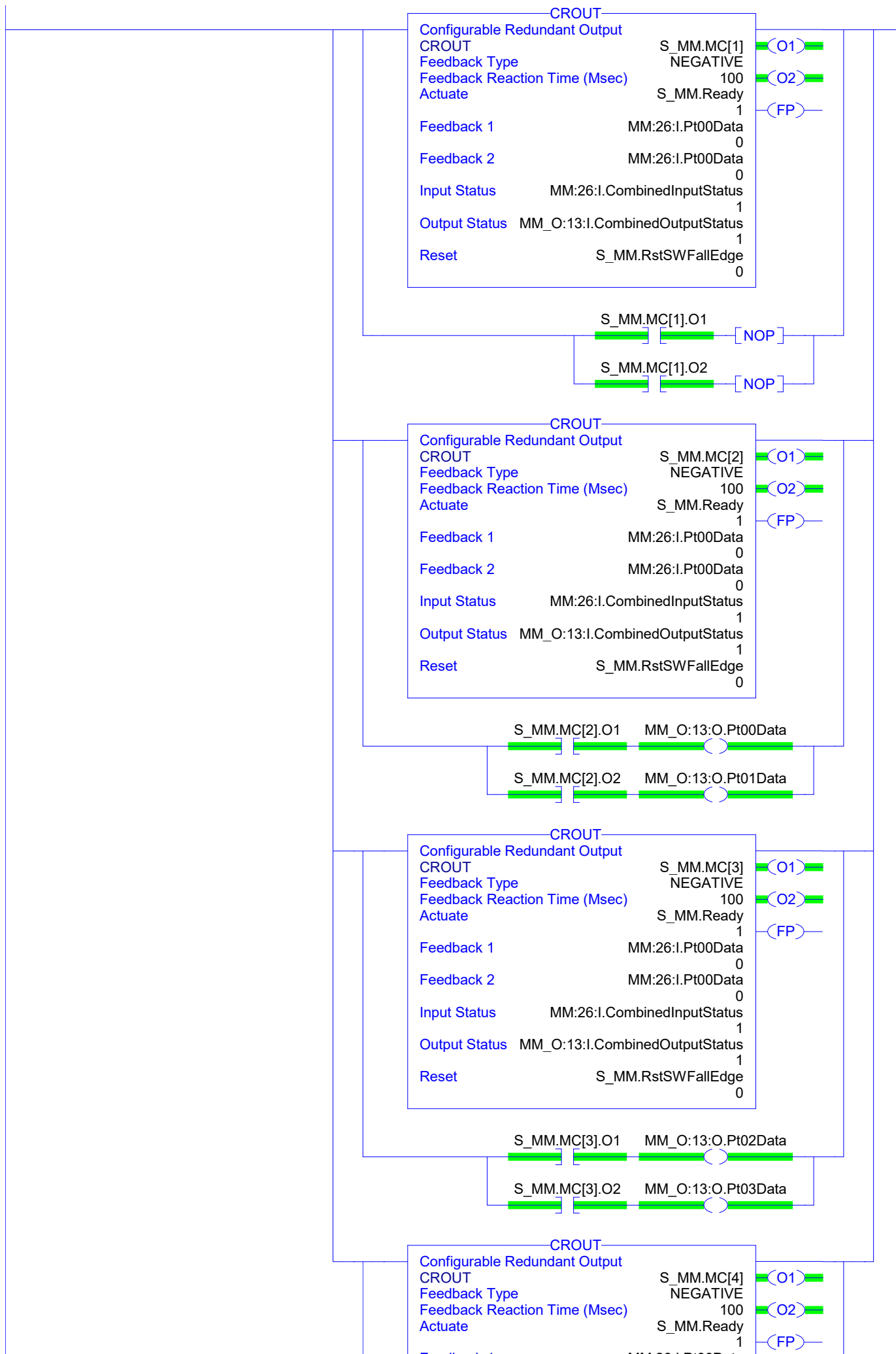


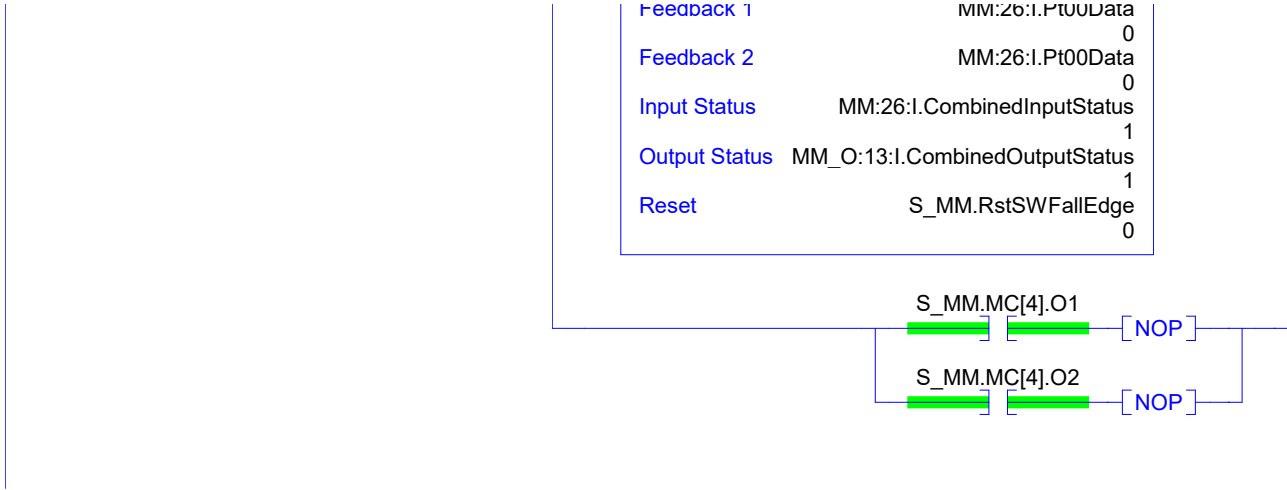
3.11. sz. melléklet

Gépegyüttes újratervezett biztonsági rutinok

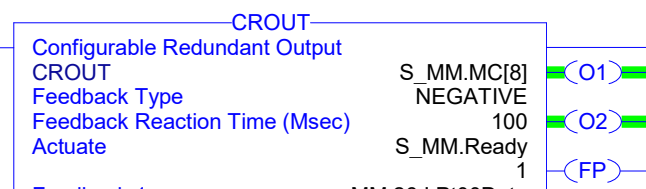
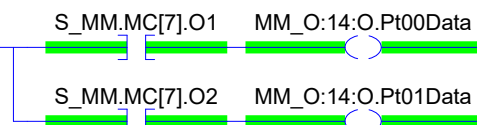
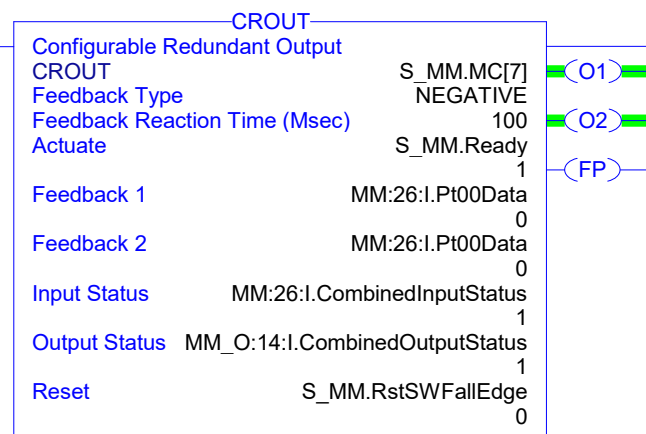
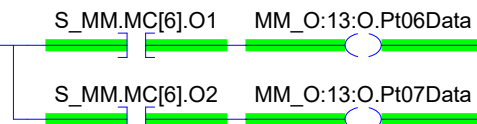
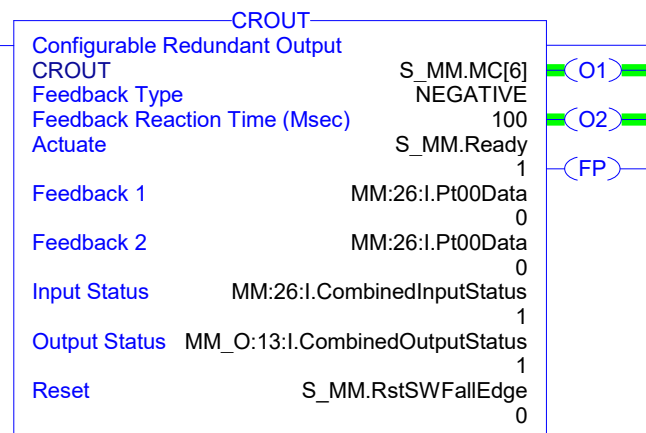
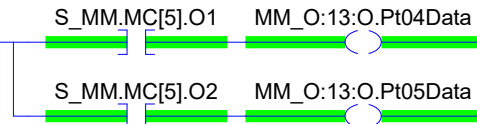
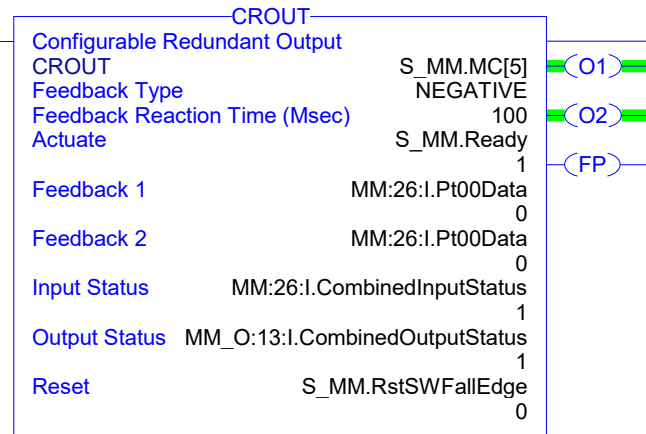


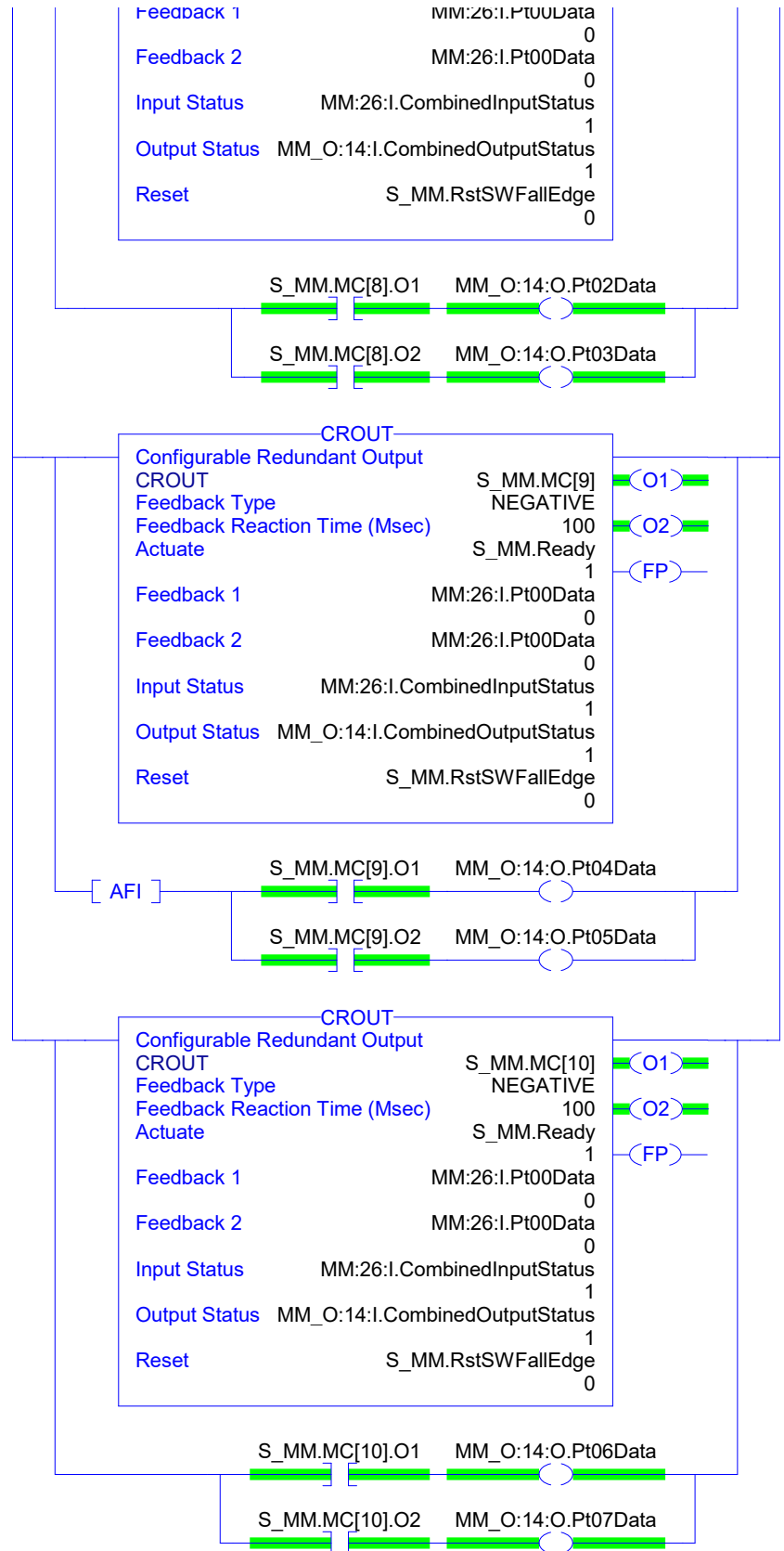
0

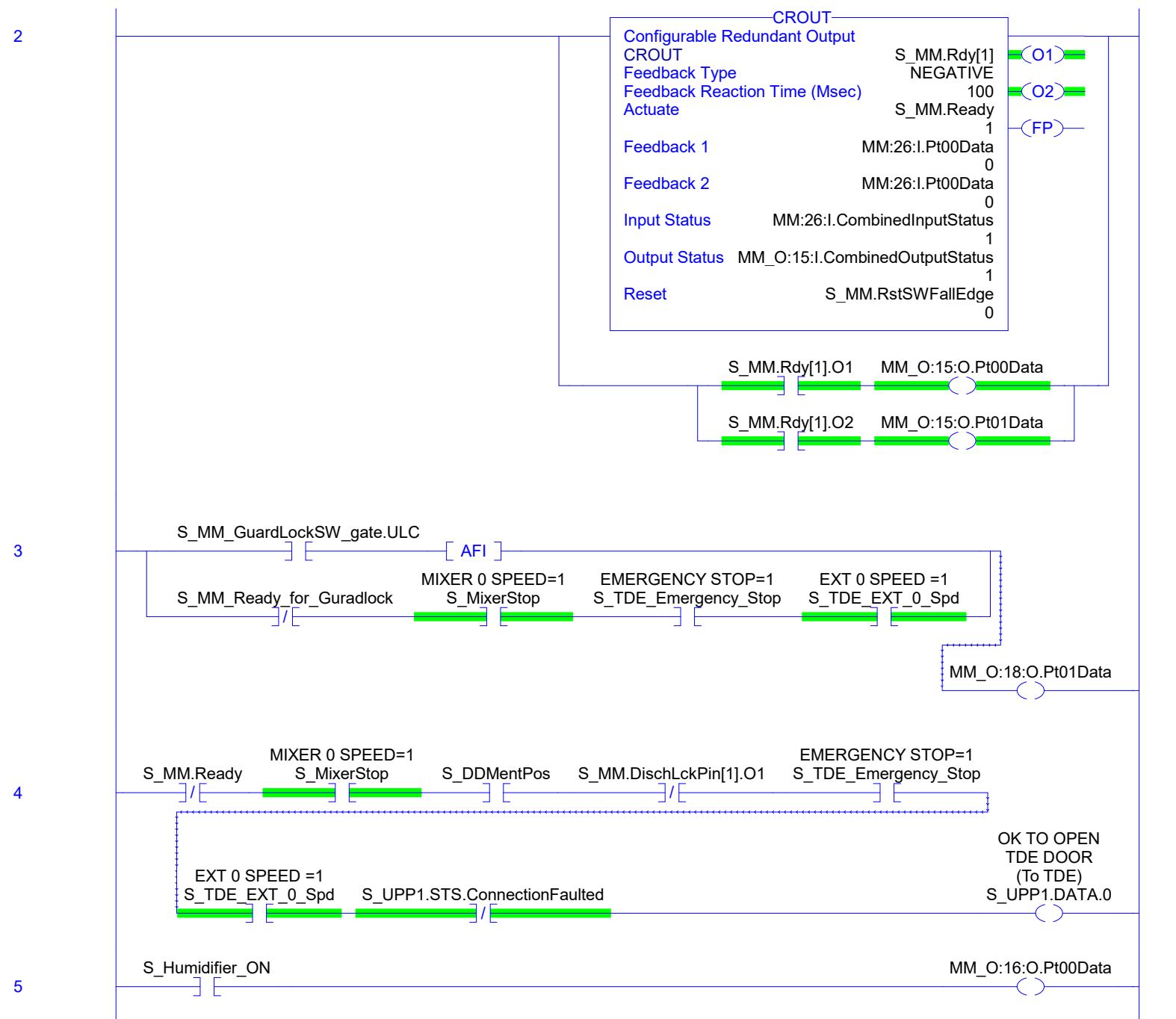


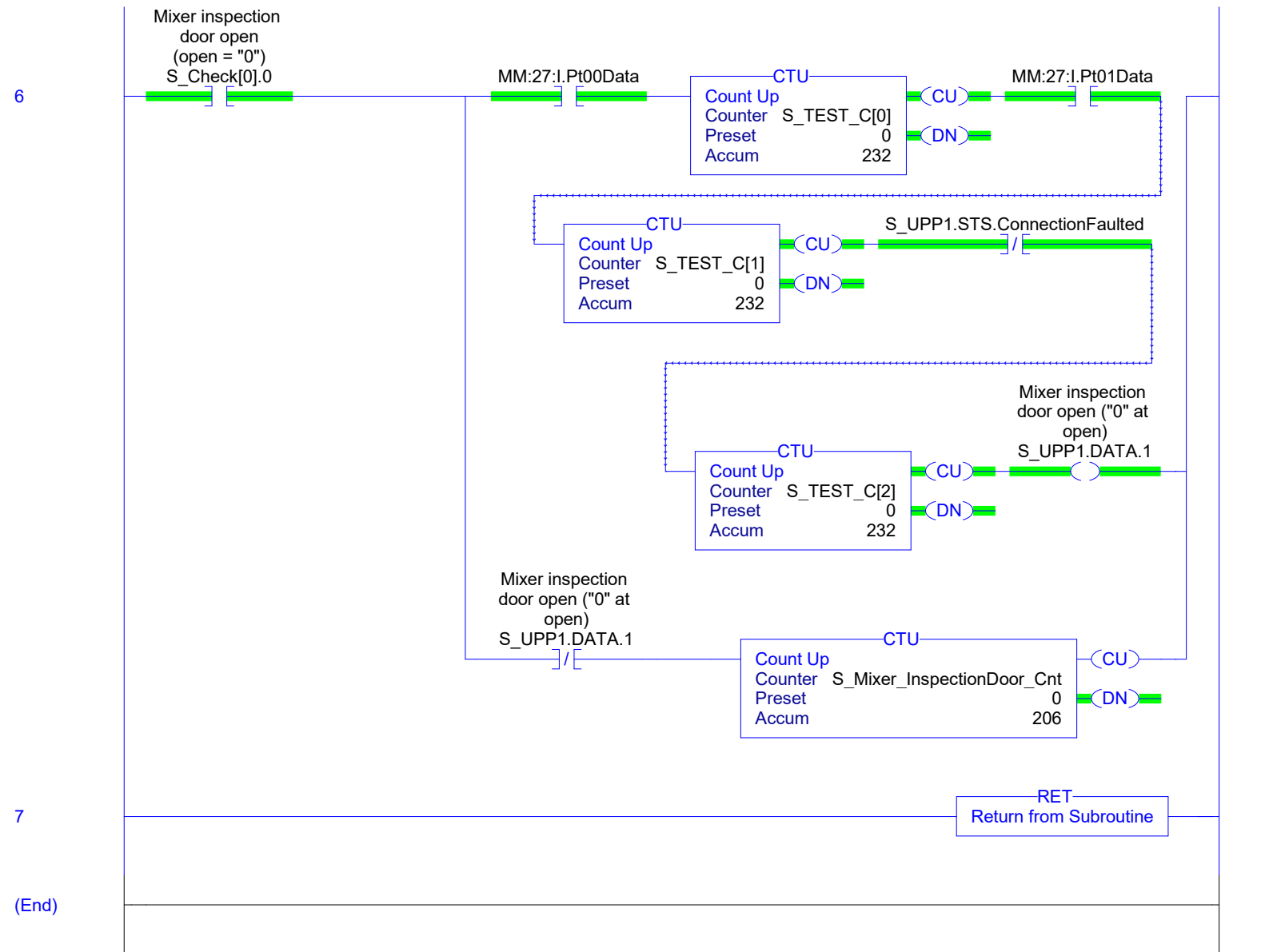


1

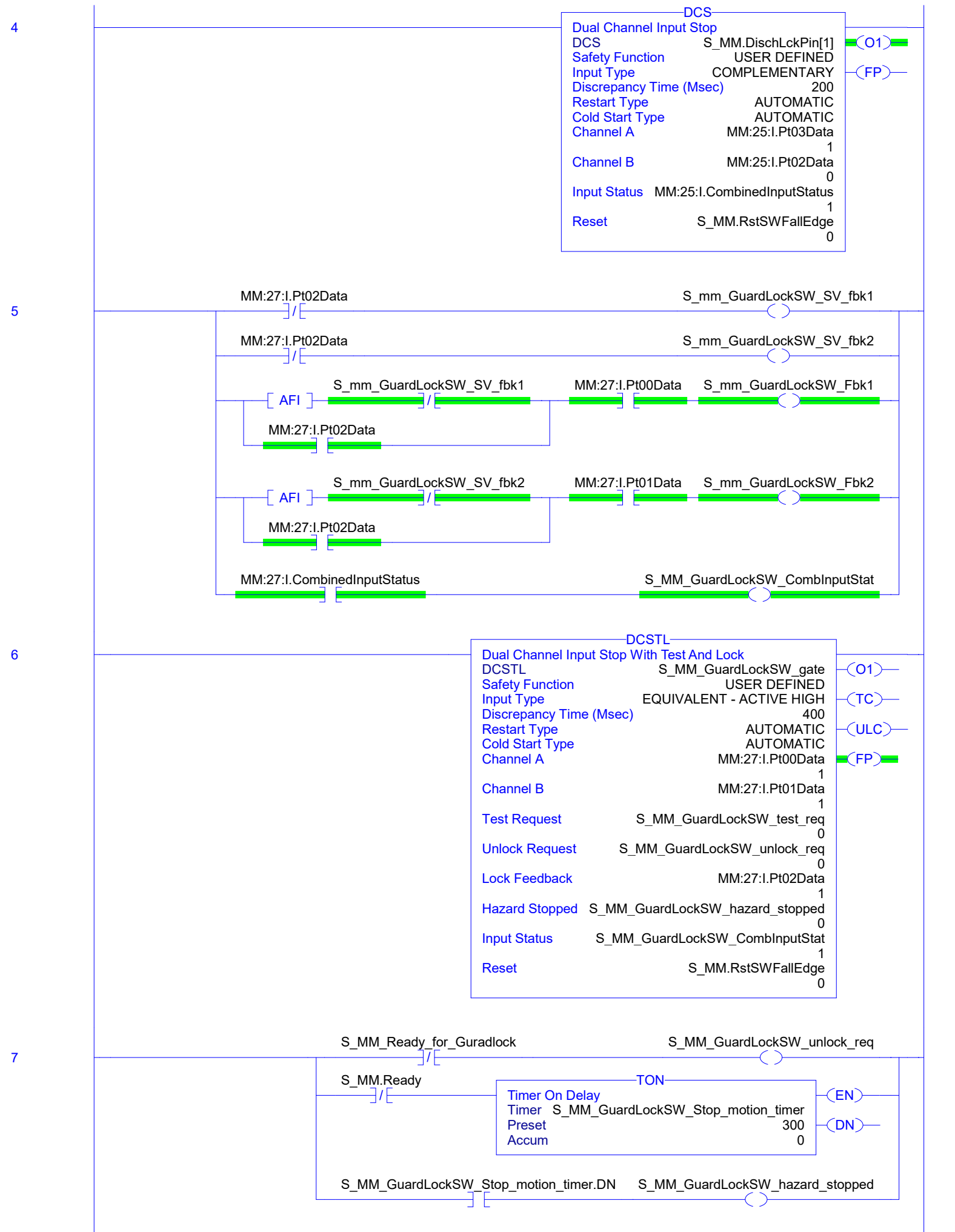


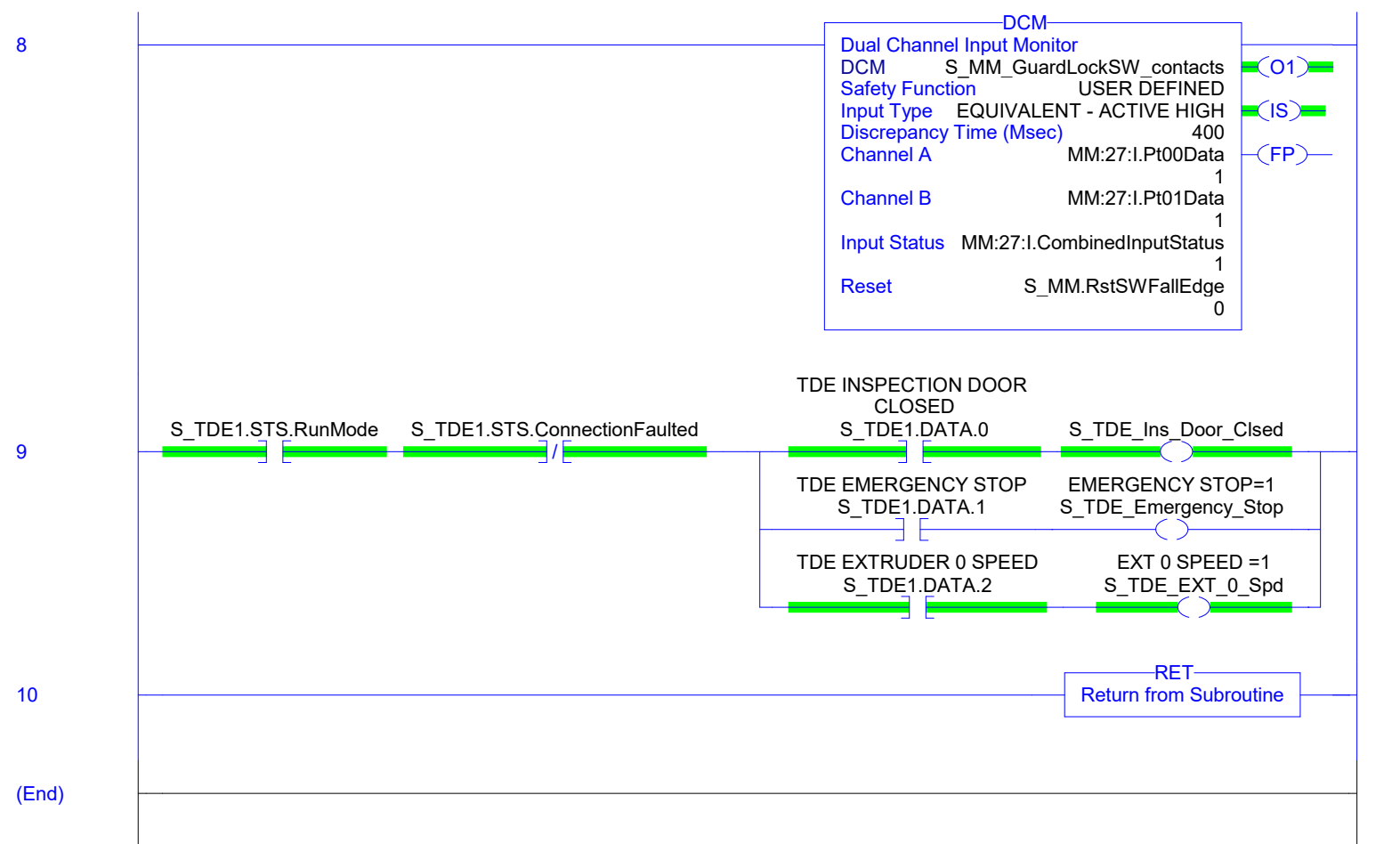




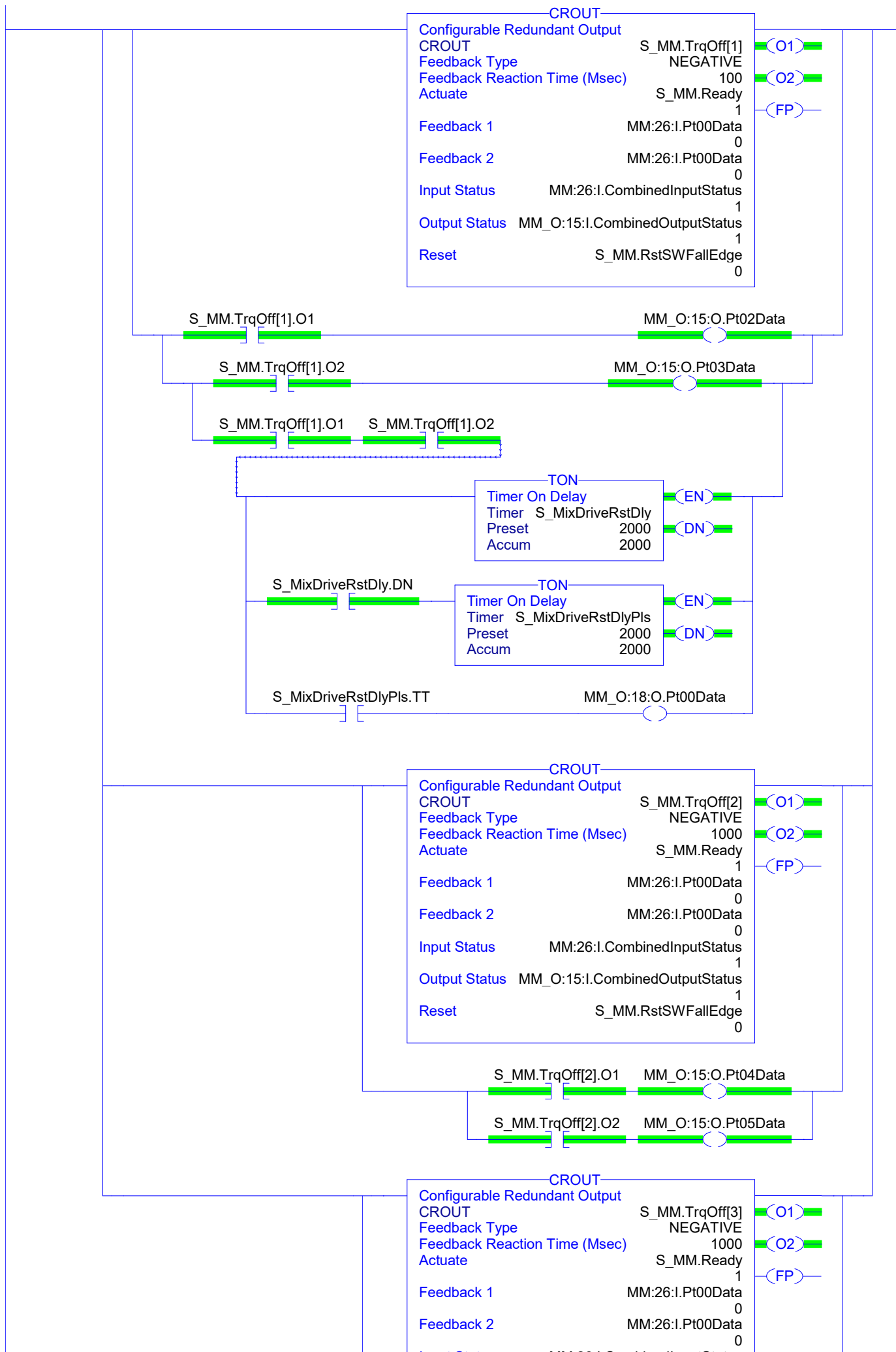


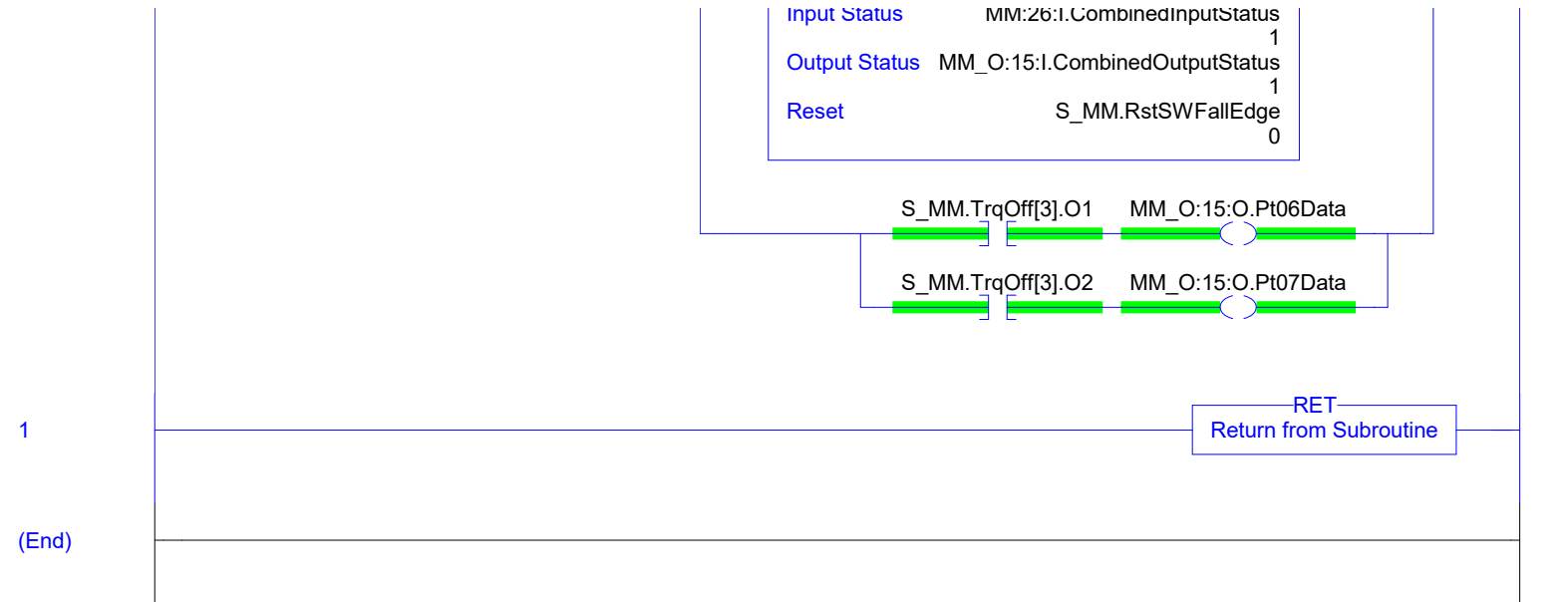


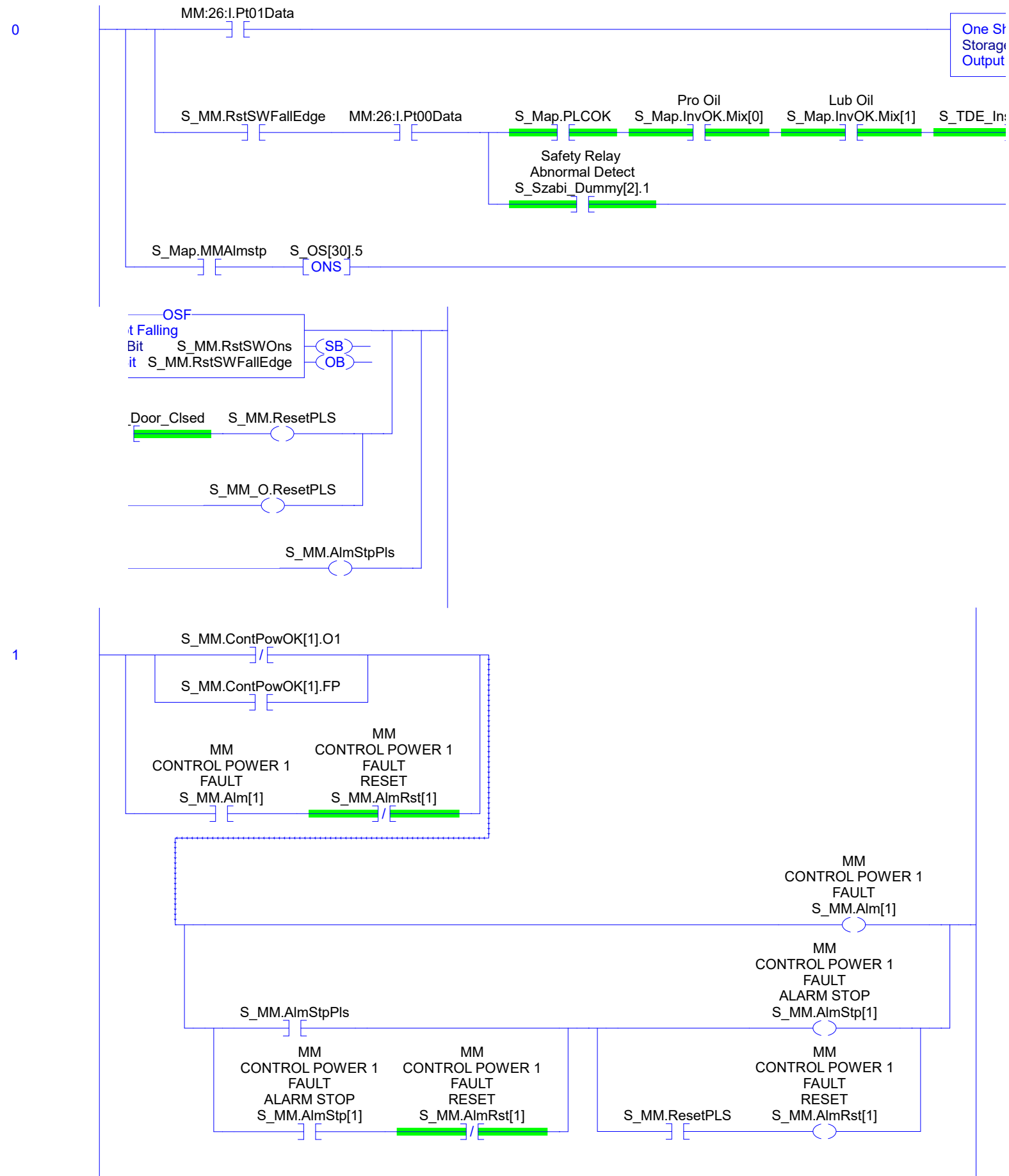


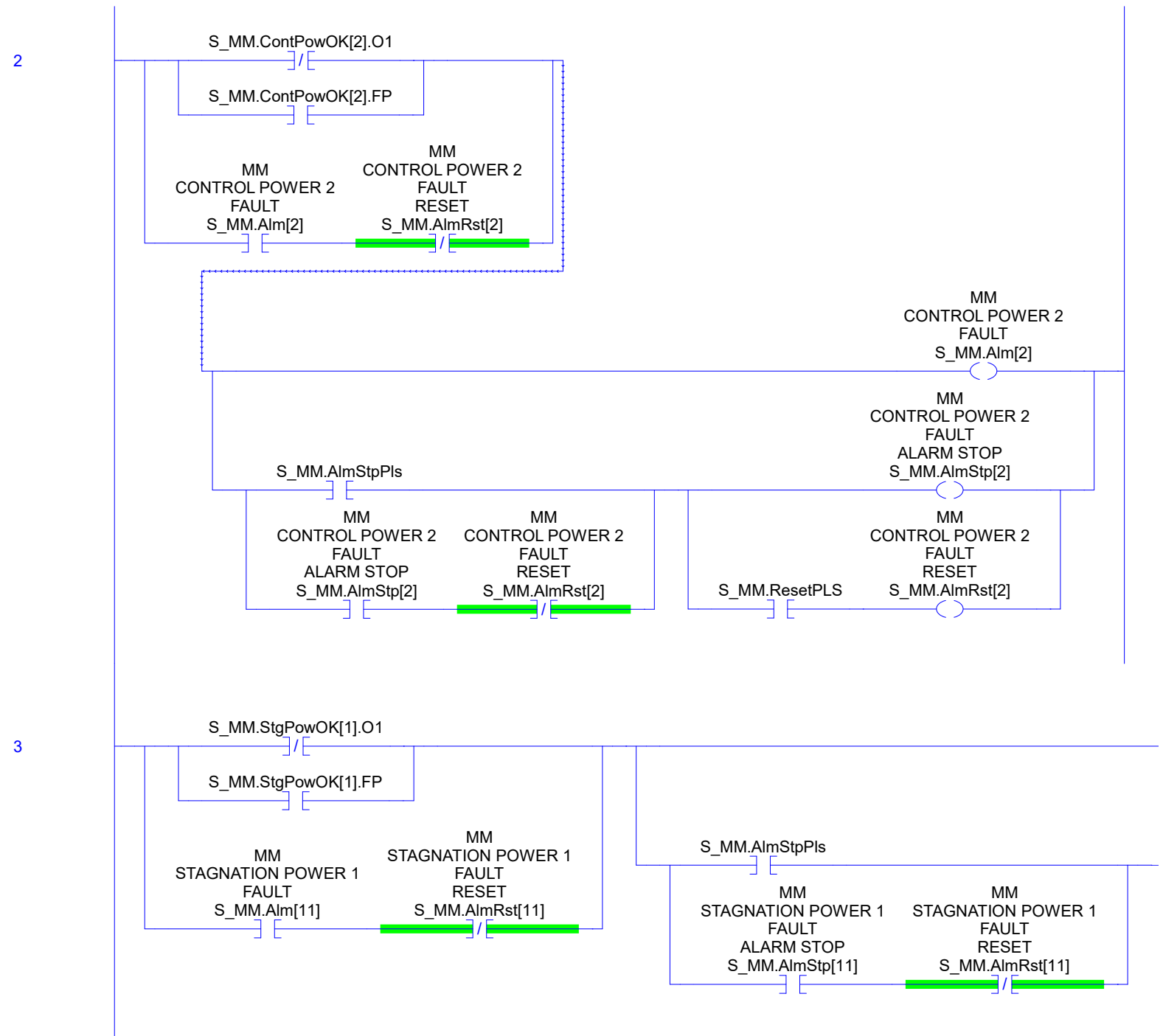


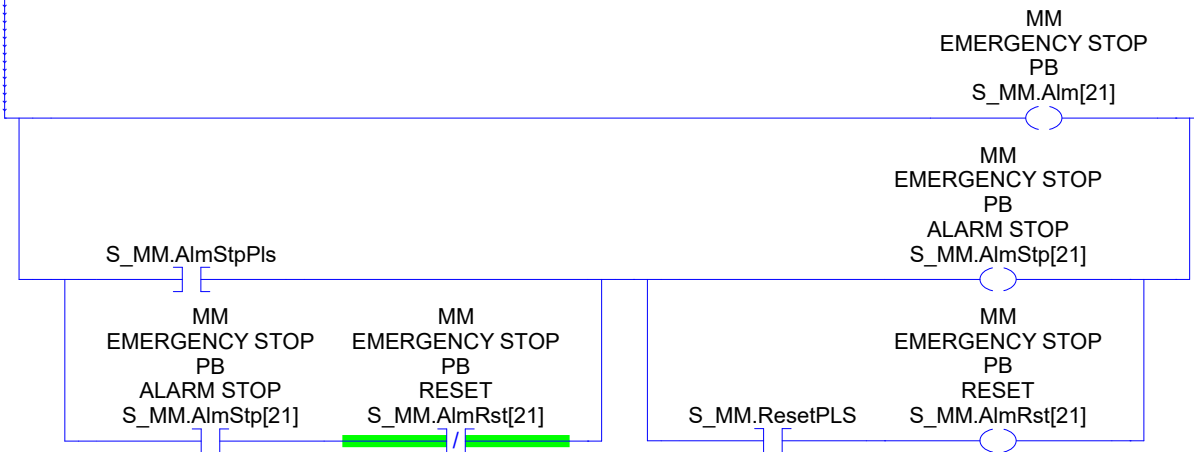
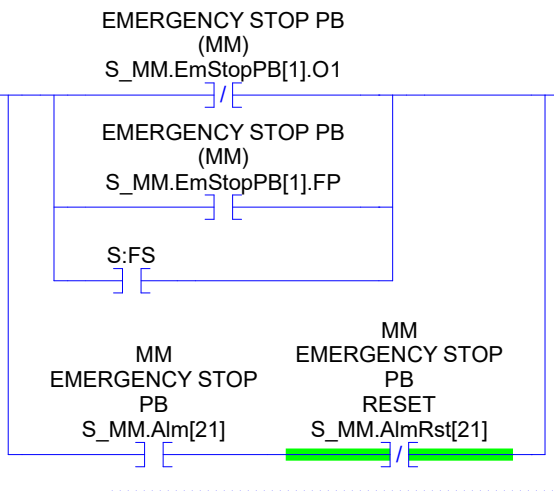
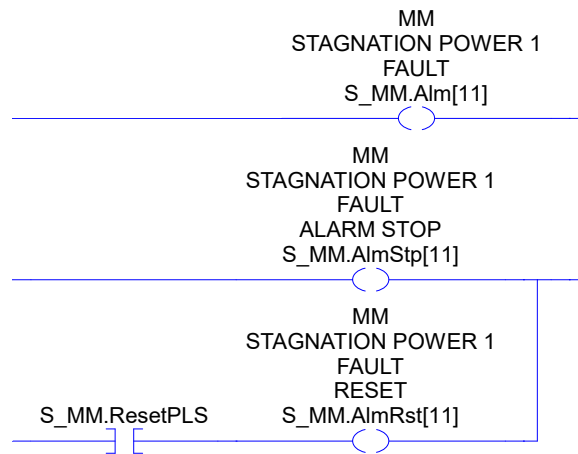
0

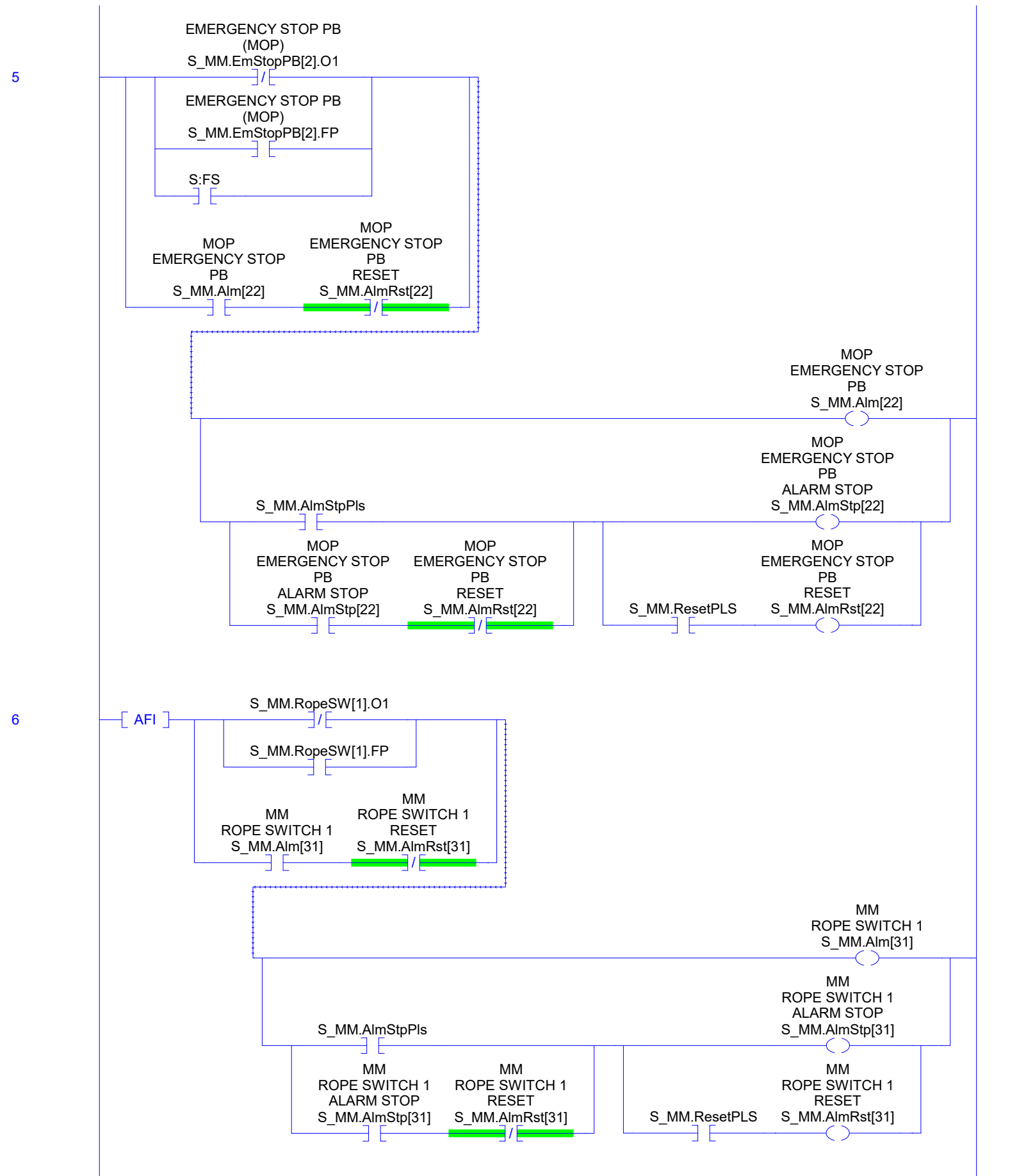


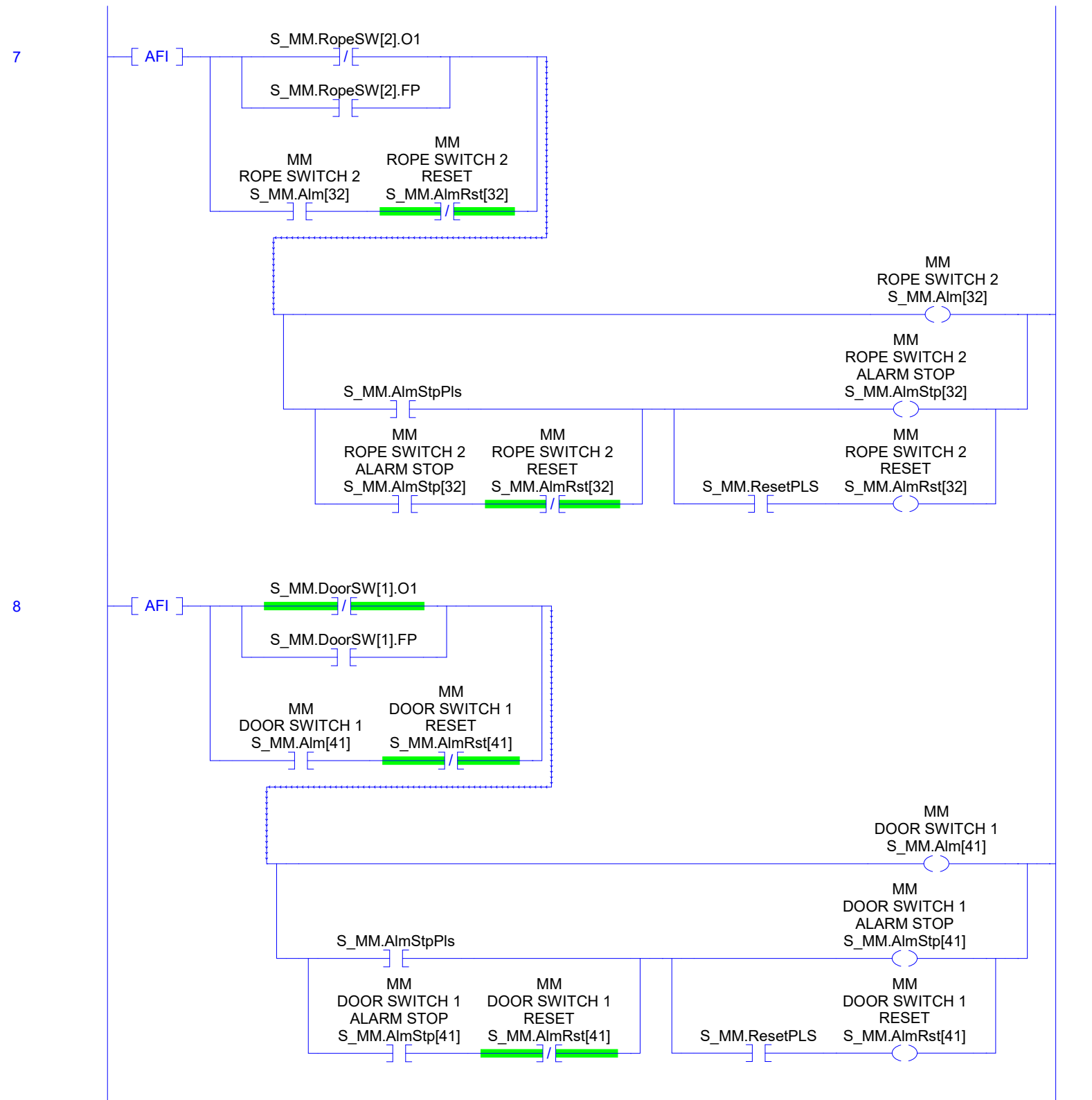












10



