

SZAKDOLGOZAT

SONKOLY BÁLINT
Mechatronikai mérnök

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Mechatronikai mérnöki Szak

**PNEUMATIKUS MŰKÖDTETÉSŰ ÖSSZESZERELŐ
BERENDEZÉS TERVEZÉSE**

Belső konzulens: Dr. Földi László
egyetemi docens

Külső konzulens: Serafin Bálint
szervizmérnök, Semilab Zrt

Készítette: **Sonkoly Bálint**
F0EOYL
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Mechatronika

**Gödöllő
2023**

MŰSZAKI INTÉZET
MECHATRONIKAI MÉRNÖK ALAPSZAK
Gépipari mechatronika specializáció
SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Sonkoly Bálint (FOEOYL)

részére

A szakdolgozat címe:

Pneumatikus működtetésű összeszerelő berendezés tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, a rendszer gépbiztonsági áramköreinek megtervezése, a berendezés szimulációjának elkészítése a FluidSim program segítségével, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Serafin Bálint* szervizmérnök, Semilab Zrt.

Belső konzulens: *Dr. Földi László* egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. május 02.

Gödöllő, 2023. március 05.

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 04 hó 28 nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés.....	1
2. Irodalom feldolgozás	2
2.1. Fogalom-meghatározások	2
2.2. A pneumatikus rendszer előnyei	2
2.3. A pneumatikával járó hátrányok.....	3
2.4. Pneumatikus elemek.....	4
2.4.1. Pneumatikus végrehajtók	5
2.4.1.1. Munkahengerek	5
2.4.1.1.1. Kettős működtetésű hengerek.....	6
2.4.2. Pneumatikus rendszerek irányítóelemei	7
2.4.2.1. Útszelepek (útváltók).....	7
2.5. Vég helyzet-érzékelők.....	9
2.5.1. Végálláskapcsolók.....	9
2.5.2. Közelítéskapcsolók.....	10
2.5.2.1. Mágneses közelítéskapcsolók.....	10
2.5.2.2. Induktív közelítéskapcsolók.....	11
2.5.2.3. Kapacitív közelítéskapcsolók.....	11
2.6. A sűrített levegős rendszerek hatásfoka	12
2.7. Programozható logikai vezérlők (PLC-k)	12
2.7.1. A PLC-k felépítése	13
2.7.2. Ember-gép kezelőfelület.....	16
2.7.3. A PLC-k feladatai, funkciói.....	16
2.8. A pneumatikus rendszerekben alkalmazott biztonsági funkciók	17
2.9. A PL teljesítményszint meghatározása.....	19
3. A téma feldolgozása	22
3.1. A gép felépítése.....	22

3.2. A gép működése	22
3.3. Pneumatika.....	23
3.3.1. Pneumatikus szimuláció.....	25
3.4. Szenzorok.....	27
3.5. Elektromos kapcsolás	29
3.6. Biztonság.....	33
3.7. PLC kód.....	37
3.8. PLC kód szimuláció	42
3.9. SISTEMA riport	44
3.9.1. SISTEMA kockázatbecslés	45
3.10. Költségszámítás.....	48
4. Összefoglalás	50
5. Summary.....	51
6. Irodalomjegyzék	52
7. Ábrajegyzék.....	54
8. Mellékletek	56

1. Bevezetés és célkitűzés

Az automatizáció és a robotizáció terjedése miatt az utóbbi évtizedekben egyre több gyártási folyamatban használnak automatizált rendszereket a kézi összeszerelés helyett. Az automatizált rendszerek nagyobb pontossággal, gyorsabban, kevesebb hibával és nagyobb folyamatbiztonsággal végzik el a gyártási feladatokat, mint az emberi munkaerő. Fontos azonban megemlíteni, hogy az automatizált rendszerek és a robotok csak bizonyos típusú feladatokat képesek elvégezni, és vannak olyan termékek, amelyekhez továbbra is szükség van kézi összeszerelésre. Ilyen eset például, ha a termék kis mennyiségben készül, vagy ha nagyon összetett és változatos a termék alkatrészeinek és méreteinek kombinációja. Ezenkívül az automatizált gyártási folyamatok nagyobb befektetést igényelnek a berendezések és a szoftverek beszerzésére és telepítésére, továbbá karbantartásuk is költségesebb lehet. Az automatizálás emellett kihívást jelenthet azoknak a munkavállalóknak, akik korábban kézi összeszerelésre voltak specializálódva, mivel az automatizált rendszerekhez szükséges készségek és képzettségek eltérhetnek a kézi összeszerelési feladatoktól. Ebben a dolgozatban egy présgép főbb rendszereinek a tervezését szeretném bemutatni, ami egy eddig kézzel végzett összeszerelési műveletet tud leváltani félautomata módon, ahol az alkatrészeket és a kész terméket még egy operátor teszi ki-be a gépbe, viszont maga az összeszerelés már automatikusan történik meg. A feladathoz az automatizált összeszerelő rendszerek közül a pneumatikus elven működőt választottam. Ebben a rendszerben a műveletek végrehajtása pneumatikus erővel történik, amely lehetővé teszi a gyors, hatékony és megbízható munkavégzést. A pneumatikát a köznyelvben sűrített levegős technológiának is nevezik, hiszen a modern pneumatikus eszközök sűrített levegővel működnek [1]. Ezenkívül a pneumatikus összeszerelők rendkívül megbízhatóak és tartósak, kifejezetten hosszú élettartammal rendelkeznek. Az összeszerelő berendezés tervezésével az a célom, hogy egy olyan félautomata rendszert hozzak létre, ami ki tudja váltani a nehéz fizikai munkát egy olyan, egyszerűen kezelhető, hatékony géppel, ami minden gépbiztonsági szabványnak eleget tesz, és működése által a létrehozott munkadarabokon is minőségi javulást eredményez.

2. Irodalom feldolgozás

2.1. Fogalom-meghatározások

A pneumatika szó a latin „pneumaticus” (levegővel kapcsolatos, szél vagy levegő által hajtott) szóból, valamint a görög eredetű „pnein” (lélegzet) és a „pneuma” (szél) szavak összetételéből, a „pneumatikós” szóból származik. [2] A magyar pneumatika szó jelentése ezért légmozgások tana [3], az abból képzett „pneumatikus” melléknév jelentése pedig levegővel, gázzal kapcsolatos, illetve sűrített levegővel működtetett [4]. Jáki Imre meghatározásában a pneumatika olyan irányítási folyamat, amelyben a jelkiadást, jelátvitelt és a végrehajtó elemek működtetését sűrített levegő segítségével végzik. A pneumatika a műszaki életben a sűrített levegő előállítását és hasznosítását takaró gyűjtőfogalom.

2.2. A pneumatikus rendszer előnyei

A sűrített levegő két fő ismertetőjegye az összenyomhatóság és a levegő alacsony viszkozitásából következő kis belső és külső súrlódás. Éppen a sűrített levegő összenyomhatósága teszi könnyedén lehetővé az energia tárolását és annak igény szerinti felhasználását. A pneumatikus berendezések léghálózatról üzemeltethetők, amely napjainkban már a legtöbb üzemben adott feltétel. A pneumatikus működés alapjául szolgáló sűrített levegő, mint energiaforrás a környezetünkből származik, ahol korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre, használat után ráadásul visszanyeri eredeti állapotát anélkül, hogy bármilyen változáson esne keresztül [5]. A sűrített levegő ráadásul teljesen érzéketlen a hőmérséklet-változásokra, ezért szélsőséges időjárási viszonyok mellett, akár a világ leghidegebb pontján is biztonságosan alkalmazható. Másik kedvező tulajdonsága, hogy rugalmas, ami miatt lengés- és vibráció-csillapításnál, valamint rugózásnál előnyös lehet a választása, hiszen a pneumatikus rendszereket, berendezéseket is rugalmassá teszi. A sűrített levegő jelentős veszteségek fellépése nélkül, gyorsan szállítható csővezetéseken keresztül akár száz-háromszáz méteres távolságra is, amelyekkel az energia a beavatkozás helyére egyszerűen odavezethető, visszavezetése pedig szükségtelen. [6] Nagy tisztasági foka miatt a hibás vezetéseknél sem juthat szennyezés a rendszerbe, mivel a tömítetlenségénél kiáramló levegő ezt megakadályozza. Ha a környezeti légkör mégsem lenne megfelelő tisztaságú, úgy azt szűréssel egyszerűen meg lehet tisztítani. A sűrített levegős berendezések ráadásul a meghibásodás veszélye nélkül túlterhelhetők. A pneumatikus berendezések környezetszennyező hatása is igen csekély. Nem véletlen, hogy a sűrített levegőt a 19. században csőpostarendszerek és mozdonyok segédberendezéseként is használták, hiszen

akár kis szerkezeti méretű és súlyú pneumatikus motorokkal is nagy fordulatszám és teljesítmény valósítható meg, az energiaátvitel a nyomás- és mennyiség szabályozás miatt tág határok között szabályozható. A pneumatikus léghengerek kiválóan alkalmasak egyenes vonalú mozgások egyszerű megvalósítására. A munkavégző elemek egyszerű, letisztult felépítésük miatt kedvező árban vannak más segéden energiával működtetett berendezésekhez képest. A pneumatikus elemek előnye továbbá azok megbízható működése, könnyű szerelhetősége és karbantarthatósága. Az erő kifejtés, forgató nyomaték, sebesség és fordulatszám, mint üzemi jellemzők fokozatmentesek és egyszerű eszközökkel állíthatók. A sűrített levegő energiája tartályban megfelelően tárolható és szállítható, ahhoz nem kell egy kompresszor állandó működése. Az alacsony viszkozitás hozzájárul a sűrített levegő nagy áramlási sebességéhez, a mozgásoknál kifejezetten nagy sebesség érhető el. Megjegyezném még, hogy a pneumatikus rendszerek zavaró hatásokra, úgymint mágnesség, radioaktivitás vagy rezgések kevésbé érzékenyek más elektromos rendszerekhez képest. A kereskedelemben minden vezérlési funkció betöltésére alkalmas pneumatikus elemek kaphatók, amelyekkel teljesen homogén vezérlés építhető fel, így egy úgynevezett tiszta pneumatikus rendszer állítható össze, amelyben a végrehajtás és a vezérlés ugyanolyan nyomású sűrített levegő energiájának felhasználásával megoldható.

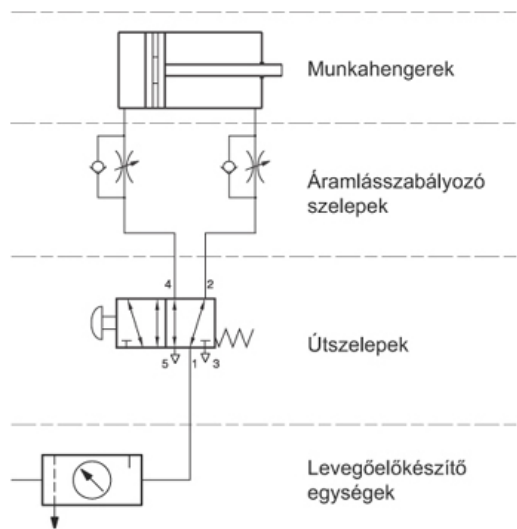
2.3. A pneumatikával járó hátrányok

Hátrányként említhető, hogy amennyiben a sűrített levegő nem teljesen tiszta, annak szilárd vagy légnemű szennyeződéstől vagy nedvességtől való mentesítése a felhasználás helyétől függően további előkészítést igényel, ellenkező esetben az hatással lehet az elemek élettartamára és kopás- és korrózióveszély jelentkezik. Hátrány továbbá, hogy a magas energiaárak és a kompresszorok hatásfoka miatt a sűrített levegő előállítását ma viszonylag költséges. A negatívumok között említhető az is, hogy a végrehajtóelemek terhelésfüggetlen pozícionálása nem hajtható végre a levegő összenyomhatósága miatt, emellett állandó sebességű, egyenletes mozgások, illetve több munkahenger együttes szinkron mozgása is csak körülményesen állíthatók elő, kizárólag a terhelés függvényében. Amennyiben a levegőből nem kerül kivonásra a páratartalom, a szabadban dolgozó pneumatikus berendezések hajlamosak a lefagyásra. Löklet közben a henger nem pozícionálható a munkaközeg összenyomhatóságából adódóan, betétek segítségével egyedül a véghelyzet állítható. Amennyiben mégis használnánk a pozícionálásra egyes speciális elemeket, azok beszerzési költsége igen magas. Eltérnek a vélemények a pneumatika gazdaságossága

tekintetében. Jáki Imre szerint az energiaköltséget a pneumatika és az elektromos hajtás esetén összevetve, bár azonos munkavégzésre számítva az előbbi esetén az lényegesen (több mint tízszer) drágábban jön ki, ami sokakat visszatart a pneumatikai módszerek választásától, önmagában egy termék árában az előállítására fordított energiaköltség csak egy kevésbé meghatározó tényező a sok közül, amely a legtöbb alkalommal eltöri a pneumatika adta előnyök mellett. Sokak szerint viszont a sűrített levegő csak egy meghatározott erő kifejtésig lehet gazdaságos, ami normál üzemi nyomás (700 kPa, 7 bar esetén) a lökettől és a dugattyúsebességtől függően, a határterhelés 20 000- 30 000 N, 2000-3000 kp körüli érték. [7] A Festo szerint a magas energiaköltségek kompenzálására olcsóbb elemekre és nagy teljesítményre van szükség. A hátrányok közé sorolható viszont a végrehajtók párhuzamos működtetésének, szinkronizálásának nehézkes beállítása, illetve az, hogy a sűrített levegő nyomása általában fix mértékű, a munkavégző elemek erő kifejtése pedig korlátozott. Az előbbi mértéke ipari rendszerek esetén általában 6-10 bar, az utóbbi pedig körülbelül 30 kN. Előnytelen a pneumatikában, hogy a rendszer térfogatai változásából adódóan a nyomás is ingadozhat, így megtörténhet, hogy egy léghenger dugattyúja mozgás közben rángat, ezért vannak olyan mozgások, amelyek esetén nem célszerű pneumatikában gondolkodni, ilyen például a menetvágás mozgatása is. A pneumatikai berendezésekből kipufogó levegő gyakran zajos, amit hangtompítóval lehet mérsékelni.

2.4. Pneumatikus elemek

A működésben betöltött szerepük szerint két csoportra oszthatjuk a sűrített levegő energiájával működő berendezések alkotóelemeit: Jáki Imre szerint beszélhetünk végrehajtókról, valamint vezérlőkről. Alapvetően mindkét csoport tagjai mechanikus energiává alakítják át a pneumatikus energiát, de számottevő különbség van abban, hogy az adott elem forgó, avagy lineáris mozgással bír-e. A végrehajtó egységek között a légmotorok és a forgatóhengerek forgó, a pneumatikus munkahengerek ellenben egyenes vonalú mozgást valósítanak meg. [8] A légmotorok taglalása jelen szakdolgozatnak nem tárgya. A végrehajtó elemek mozgására jellemző, hogy a mozgás során erő kifejtés történik, ami a dugattyú (motor) keresztmetszetétől és a nyomás értékétől függ. Jellemző továbbá, hogy a mozgás sebessége a végrehajtó elembe juttatott levegő mennyiségén, azaz térfogatáramán alapul. A végrehajtók vezérlésében az útszelepek kerülnek a középpontba. A pneumatikus működés feltételeit emellett vezetékek, tartozékok és kiegészítők biztosítják, amelyek jelen dolgozatban szintén nem kerülnek bemutatásra.



1. ábra: A pneumatikus rendszer legfontosabb elemei

2.4.1. Pneumatikus végrehajtók

A pneumatikus végrehajtók között tartjuk számon a csőhengereket, a hengerfedeleket, a dugattyúkat, a dugattyúrudakat és a rugókat. A vezetősely, az alakos tömítés és a szennylehúzó a mellső hengerfedélen helyezkedik el, kettős működésű hengernél pedig ezek mellett mellső csatlakozót is találunk. Az általam tervezni választott berendezés alkatrészeire tekintettel szakdolgozatomban a kettős működtetésű munkahengereket, valamint az útszelepeket szeretném részletesebben bemutatni.

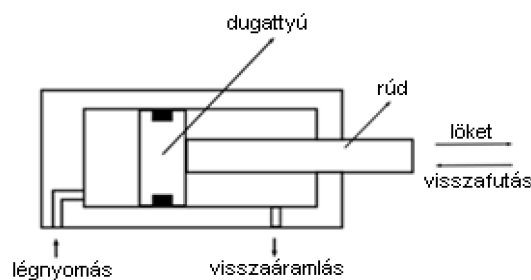
2.4.1.1. Munkahengerek

A pneumatikus energiát munkahengerek, valamint légmotorok alakítják át egyenes vonalú, illetve forgómozgássá. A munkahenger olyan egyszerű működésű henger, ami tolóhengerként is alkalmazható és a sűrített levegő irányát egy irányban munkavégzéssé alakítja. A munkahengert alaphelyzetbe rugóerő vagy külső terhelés tudja visszatéríteni. A visszatérítéshez két ellentétes menetemelkedésű rugó kell, melyek csavarónyomatéka ki tudja egymást egyenlíteni, mivel az egyik rugó összenyomódásánál csavarónyomaték is keletkezik. Egyszeres működésű hengerváltozat a gördülőhenger, a membránhenger és a teleszkóphenger, melyek tulajdonságait – tekintettel arra, hogy kevésbé relevánsak – dolgozatomban nem részletezem. [9] Napjainkban a dugattyúrudas kivitelűt használják általánosan, azonban a kisebb beépítési helyet igénylő dugattyúrúd nélküli munkahengerek is elterjedőben vannak, melyekre például a szervopneumatikus rendszerekben van szükség. Bár a pneumatikus munkahengerek képesek az elektromechanikus rendszerekre jellemzőtől

nagyobb erők kifejtésére, túlnyomórészt mégis csak „digitális” üzemmódban alkalmazzák őket, a lökethossz tetszőleges pozíciójában megállítani csak igen körülményes szabályozó rendszer segítségével lehetséges. [10] A pneumatikus munkahengerek tipikus alkalmazásaként ismerjük, amikor a dugattyút az egyik végállásból a másikba mozgatjuk, és mindkét oldalon felütközéssel, mechanikai kényszerrel állítjuk be a pozíciót. Az ilyen mozgatáshoz az úgynevezett on-off kétállású szelepeket használjuk. Ennek lényege, hogy hol a bal, hol a jobb oldali kamrát töltjük fel nagy nyomású levegővel, miközben hagyjuk, hogy a másik kamra levegője szabadon kiáramoljon, közben a dugattyú pedig a két végállapot között vándorol. [11]

2.4.1.1.1. Kettős működtetésű hengerek

A henger elnevezését azért kapta, mert a munkahenger mindkét dugattyúoldalon rendelkezik tápcsatlakozással, a bevezetett sűrített levegő energiája tehát mindkét irányban mozgatja a dugattyút. A dugattyú meghatározott nagyságú erőt fejt ki az ellentétes irányokban, viszont jellemző, hogy a kifejtett erő a dugattyúrúd oldalán kisebb, mivel – bár a henger lökethossza korlátlan –, a dugattyú első véghelyzetében a dugattyúrúd kihajlását figyelembe kell venni. [12] A kettős működtetésű munkahengereket olyan helyeken alkalmazzák, ahol a munkahengernek a negatív mozgása során, visszafutásakor is munkát kell végeznie. Az állandó erőhatás miatt merül fel az a probléma, hogy a dugattyú lökete közben gyorsul, majd a löket végén fémesen ütközik a hengerfedélen. A rongálódás elkerülése érdekében ezt a gyorsuló mozgást csillapítani szükséges. A kettős működtetésű hengereket jóval szélesebb körben használják, mint az egyszeres működtetésűeket, abból kifolyólag, hogy sokkal rövidebb idő alatt képesek a munkavégzésre, emellett pedig sokkal hatékonyabbak és pontosabbak egyszeres társaiknál. Negatívumként említhető, hogy jóval költségesebbek, mint az egyszeres pneumatikus hengerek. [13]



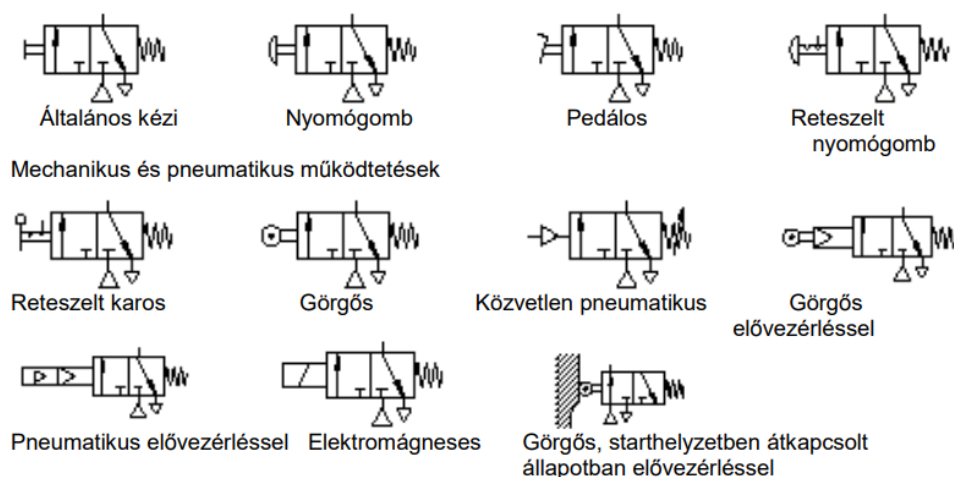
2. ábra: Kettős működtetésű munkahenger felépítése

A hengerfedél dugattyú merev fedele általi károsodásának elkerülése érdekében a löketvéghez csillapítást szokás beépíteni. A löket mentén a levegő nagy keresztmetszeten szellőzik le, ennek leszűkítésére szolgál a csillapító- avagy fékdugattyú, ami lezárja ezt a keresztmetszetet a löketvég közelében. Ezzel azt érjük el, hogy a további leszellőzés csak egy fojtó-visszacsapó szelep változtatható keresztmetszetű fojtásán keresztül lesz megengedett, ami csillapítja a löketvégi ütközést. Nagy tömegek mozgásánál ezt a technikát ki kell egészíteni külön beépített csillapítóelemmel is.

2.4.2. Pneumatikus rendszerek irányítóelemei

A pneumatikus vezérlések a végrehajtók mellett jeladókból és vezérlőelemekből épülnek fel. A jeladók és vezérlőelemek határozzák meg a végrehajtó működését, ezeket Raptis Dimitrios együttesen irányítóelemeknek nevezi. A pneumatikus rendszerek irányítóelemei a sűrített levegő útjának, mennyiségének befolyásolásáért felelnek. Az irányítóelemeket funkciójuk szerint szokás csoportosítani, eszerint beszélhetünk útszelepekről, amelyek a munkahengerek kamráinak töltését és leszellőztetését végzik, és csupán fix pozíciók felvételére képesek, illetve szervo-, vagy arányos (proporcionális) szelepekről, amelyeket köztes állapotokban is lehet üzemeltetni. Utóbbiaknál a szeleptest a véghelyzetek közötti intervallumon belül tetszőleges pozíció felvételére képes, ezáltal az arányos szelep nem kizárólag az áramlási utakat képes befolyásolni, hanem az azok között áramló levegő térfogatáramát is.

2.4.2.1. Útszelepek (útváltók)



3. ábra: Az útszelepek működtető egységei

Az útszelepek olyan irányítóelemek, amelyek a sűrített levegő, avagy táplevegő áramlási irányát, nyitását és zárását határozzák meg. [14] Korábban az útszelepeket nagybetűkkel jelölték, manapság azonban a DIN/ISO 1219 szabványnak való megfelelés miatt a csatlakozásokat számokkal jelölik. A szelep jelképi jelölése a működtetésre, funkcióra utal, a konstrukció viszont nem olvasható le. Az útszelep jelképében egy-egy négyzet egy-egy szelepállást jelöl, a sűrített levegő áramlási iránya pedig nyilakkal kerül jelölésre a négyzeten belül. Alaphelyzetnek nevezzük azt a kapcsolási állást, amit a szelep mozgó részei nyugalmi helyzetben elfoglalnak, kiindulási állapotként pedig az a kapcsolási állás ismert, amit a szelep mozgó részei a hálózati nyomás és elektromos feszültség bekapcsolásakor a vezérlési programnak megfelelően felvesznek. Az áramlási irány a szelepállás váltásával változtatható meg az útszelep működtetésekor, amellyel egyben a pneumatikus végrehajtó elemek mozgásiránya is változik. Az útszelepek megnevezése után törtszámot kell írni, amelynek számlálója a szelep csatlakozóhelyeinek a számát, nevezője pedig a szelep állásainak számát adja meg. Az útszelepek jelképi ábrázolásán a csatlakozások funkciója is jelölésre kerül. Egy szelepnek legalább két csatlakozóval kell rendelkeznie, ezek jelölik a be- és kimenetet. Dr. Szabó Tibor az útszelepek két fajtájaként az ülékes szelepeket és a tolattyús szelepeket említi. Az ülékes szelepek közé sorolja a golyós, a kúpos, valamint a tányérszelepeket, mely elnevezések a záróelem geometriájára utalnak. Az ülékes szelepek kevés kopóalkatrésszel rendelkeznek, ebből kifolyólag nagy az élettartamuk. Robusztus felépítésűek, szennyeződésre szinte teljesen érzéketlenek. A szelepekülék tömítésére rugalmas tömítőelemek használatosak. A tolattyús szelepek kategóriájába sorolja a kör- és síktolattyús szelepeket, továbbá a forgótányéros szelepeket, melyeknél az elnevezés a mozgó elemre utal. Czmerk András József szerint a pneumatikus útszelepek legelterjedtebb és legismertebb típusa a két pozíciót felvenni képes elektromágneses működtetésű rugó-visszatérítéses szelep. [15] Az ilyen kialakítású szelepeknél a szeleptestet a rugó tartja az egyik végpozícióban, vagyis alaphelyzetben, a működtetett állapotot pedig az elektromágnes segítségével veszi fel, ami ebben a helyzetben is marad, amíg a megfelelő feszültség a tekercs pólusai között biztosított. A szelepek monostabilak, mivel stabil pozíciót vesznek fel, amennyiben a pólusok között nincs feszültség. Ezzel szemben bistabil szelepek is ismertek, amelyek kikapcsolt állapotban is képesek mindkét véghelyzet megtartására, a szeleptest mindkét irányú elmozdítását pedig elektromágnes biztosítja. A szelepek egy más csoportosítási módjuk szerint lehetnek egy- vagy többutasok, ilyenkor aszerint kerülnek megkülönböztetésre, hogy működés közben hány áramlási utat képesek befolyásolni.

2.5. Véghelyzet-érzékelők

A szenzor egy fizikai mennyiséget a vezérlés- és szabályozástechnikában felhasználható, például pneumatikus jellé átalakító eszköz. A szenzor érzékelő elemi része a szenzorelem, ami a mérendő fizikai jellemzőt alakítja át, a legtöbbször villamos jellé. A szenzorelemet viszont további elemekkel kell kiegészíteni, önmagában nem használható. Két mód van a szenzor kimenetén megjelenő jel feldolgozására. Az első, ha a paraméter értékét mérni szükséges: ekkor a szenzorból érkező jelet az irányítóberendezés fogadja a teljes mérési tartományban. A jel lehet analóg vagy digitalizált, a különböző értékekhez pedig utasításokat lehet hozzárendelni, például egy szabályozás esetén az alapjel és a mért jel különbségként kapott rendelkező jelet. A másik mód esetén a paraméter meglétének, illetve egy határérték túllépésének figyelése elégséges. Ilyenkor legtöbbször a szenzorba épített komparátor vált jelet a hatás előre be vagy be nem állítható értékének elérésekor. Nem feltétel, hogy a komparátor elektronikus elven működjön. Ezután a visszaváltás általában szándékosan beépített hiszterézissel történik, amikor is az irányítóberendezés a jelváltást mint logikai jelet érzékeli, majd a logikai algebra összefüggéseinek megfelelően végzi el a kiértékelést. Túlnyomórészt vezérléseknél találkozhatunk ezekkel az elemekkel, az ilyen eszközöket végálláskapcsolóknak szokás nevezni.

2.5.1. Végálláskapcsolók

A hagyományos, tisztán pneumatikus hálózatokban a végálláskapcsolók is pneumatikusak, és a munkahengerek véghelyzetében adnak ki jelek. A Festo arról számol be, hogy a pneumatikus végálláskapcsolókhöz rendszerint görgős vagy nyomócsapos működtetésű szelepeket alkalmaznak jeladóként, amelyek pneumatikus jelet adnak az érzékelendő elem pozíciójáról. A végálláskapcsolók másik típusa, a mechanikus végálláskapcsolók esetén, amelyek viszonylag nagy feszültség és áramerősség kapcsolására alkalmasak, a működtetés külső erővel, mechanikus szerkezet közvetítésével történik. A mechanikus végálláskapcsolóknál az érintkezőpárok anyaga többnyire nemesfém, jellemzően arany és nikkel, ezüst és kadmium-oxid, ezüst és palládium, vagy ezüst és nikkel bevonatú. Az induktív terhelés kikapcsolásánál indukálódó feszültségcsúcsok járulékos elemek, például dióda beépítésével mérsékelhetők, és legtöbbször több áramkör kapcsolására szolgáló érintkezőpárokat – váltóérintkezők, morzeérintkezők – tartalmaznak. Léteznek robbanásbiztos kivitelű végálláskapcsolók is, de mindegyikre jellemző, hogy a környezeti

hatások, például por vagy pára miatt védő házba kerülnek beépítésre. Az elektromos kivezetés tömszelencén keresztül valósul meg. [16]

2.5.2. Közelítéskapcsolók

Mivel a végálláskapcsolók érintéses elven működő érzékelők, hozzájuk kell érni és megfelelő erőt kell kifejteni ahhoz, hogy jelezzenek (például bizonyos út mentén be kell őket nyomni). Az érintéses elv számos alkalmazásban kizárja használatukat. Ilyenkor olyan szenzor alkalmazása lesz sürgető, amelyik érintés nélkül működik, elég a megközelítése is. Közelítéskapcsolónak tehát azt nevezzük, amikor az érzékelés érintésmentesen történik, az érzékelő villamos kimenettel bír, az érzékelendő tárgy hatására pedig bináris (kétértékű) jelet ad a szenzor, vagyis kapcsolóként viselkedik. A Festo szerint a torlónyomás jeladók például kivételesen alkalmasak véghelyzet érzékelésre és helyzet ellenőrzésre. [17] A közelítéskapcsolók, ellentétben a végálláskapcsolókkal, minden mechanikai működtetés nélkül kapcsolnak, emiatt magasabb az élettartamuk és megbízhatóbban is működnek. Számos kategóriájuk ismert, szakdolgozatom a Festo által megadott kategóriákkal összhangban a mágneses, induktív, kapacitív, optikai és ultrahangos típusokat ismeri el. Ugyanakkor hozzá kell tennem, hogy a nemzetközi forrásokban ettől eltérő csoportosításokat is találtam. A Chemical Engineering World a mágneses közelítéskapcsolókról például nem ejt szót, de beszél az induktív, kapacitív, optikai és ultrahangos típusokról. [18] A Fierce Electronic viszont osztja a Festo tipizálásról alkotott álláspontját és szintén ezt az öt kategóriát nevezi meg. [19] Szakdolgozatomban az ultrahangos közelítéskapcsolók csekély relevanciájuk miatt nem kerülnek bemutatásra.

2.5.2.1. Mágneses közelítéskapcsolók

A mágneses közelítéskapcsolók állandó vagy elektromágneses tér hatására kapcsolnak és két, ferromágneses anyagú (vas-nikkel ötvözet) érintkezőnyelvből állnak, az érintkezés helyén aranyozva. Az érintkező felületeket a szennyeződéstől, nedvességtől és korróziótól úgy védik meg, hogy az érintkezőnyelvek semleges gázzal (97% nitrogén, 3% hidrogén keverékével) töltött üvegcsőbe kerülnek beszerelésre. A mágneses tér úgy hat az érintkező nyelvekre, hogy annak hatására átmágneseződnek, köztük vonzóerő ébred, majd ugrásszerűen egymáshoz kapcsolódnak. Az érintkezők a mágnes eltávolításával kapcsolhatók szét. A kapcsolókat gyakran a kapcsolási állapotot jelző diódával (LED) látják el, amely induktív terhelés esetén előtét-ellenállással kiegészítve a védőkapcsolás szerepét is ellátja. A reed relék hosszú élettartammal és nagyon rövid kapcsolási idővel – kb. 0,2 ms – bírnak. Nincs szükség a

szervizelésükre, ugyanakkor nem alkalmazhatók olyan helyen, ahol előfordulhat erős mágneses tér. A reed reléket leggyakrabban a pneumatikus, illetve hidraulikus munkahengerek dugattyúpozíciójának érzékelésekor alkalmazzák. [20]

2.5.2.2. Induktív közelítéskapcsolók

Az induktív közelítéskapcsoló az érzékelési tartományába kerülő mágnesezhető anyagok hatására kapcsol, működése pedig egy olyan rezgőkör alkalmazásán alapszik, amely rezgésének amplitúdóját a közelítéskapcsoló aktív zónájában elhelyezkedő fémtárgy befolyásolja. Az induktív közelítéskapcsoló három alkatrésze az oszcillátor, a küszöbáramkör és az erősítő. A rezgőtekerccsel rendelkező oszcillátor létrehoz egy nagyfrekvenciás váltakozó teret, ez gömbformában lép ki az érzékelő homlokfelületéről. Amikor a váltakozó térbe fém alkatrész kerül, a keletkező örvényáramok energiát vonnak el az oszcillátortól, amely által az oszcillátor feszültsége leesik, majd trigger jelet ad ki. Az induktív közelítéskapcsoló minden villamos vezetőből készült alkatrész felismerésére alkalmas, a fémek mellett a grafitéra is. Előnye még, hogy energia-felvétele csupán néhány mikrowatt, ezért nincs mágnesező hatása a jelzett fémtárgyra és nem is melegíti fel azt, továbbá nem okoz rádióvételi zavarokat sem. A kapcsolási távolság a fémtárgy anyagának elektromos vezetőképességétől függ, mivel a kisebb ellenállás kisebb örvényáram-veszteséggel jár.

2.5.2.3. Kapacitív közelítéskapcsolók

A kapacitív közelítéskapcsoló egy kondenzátorból, valamint egy villamos ellenállásból áll, melyek együtt egy kondenzátor-ellenállás rezgőkört képeznek, továbbá egy elektronikus kapcsolásból, amely kiértékeli ezt a rezgést. A kondenzátor kapacitása megváltozik, amikor a hatósugarába egy tárgy kerül, ennek hatására kimenőjelet kapunk tőle. Külső megjelenése, tokozása, beépítése megegyezik az induktív közelítéskapcsolóéval. A kapacitív kapcsoló érdekessége, hogy nem csak a magasan vezetőképes anyagokra, fémekre reagál, hanem minden magas szigetelési állandóval bíró szigetelőanyagra is jelez, úgymint a műanyagok, üveg, kerámia, folyadékok és fa. A kapcsoló érzékenysége állítható a szenzoron található apró potenciométer segítségével, azaz beépítés után hangolható, így alkalmas kapacitásváltozás detektálására is, például tartályok falán keresztül a tartályban lévő folyékony vagy szemcsés anyag érzékelésére. Az érzékelési távolság az alábbi paramétereiktől függ: a tárgy helyzete, illetve távolsága az érzékelőtől, az érzékelendő anyag dielektromos állandója (vagyis hogy mennyire különbözik a környezettől, levegőtől), a tárgy mérete, alakja, valamint hogy

földelt-e az érzékelendő tárgy. A legnagyobb érzékelési távolság egy nagy felületű, földelt vezető tárgy esetén kapható. A szokásos érzékelési távolság 1–10 mm. [21]

2.6. A sűrített levegős rendszerek hatásfoka

Manapság sok cég keres megtakarítási lehetőségeket a gyártás során annak érdekében, hogy az egyre inkább kiéleződő versenyben talpon tudjon maradni, és gyakran találnak is módot rá az általában már évek óta működő sűrítettlevegő rendszereikben. Amint azt a Festo elmondta, az energia költségek akár 60%-át meg lehet takarítani mind a gyártó berendezéseknek, mind magának a rendszernek az optimalizálásával. [22] A sűrített levegő csak akkor tekinthető gazdaságos energiahordozónak, hogyha előállítását, előkészítését és elosztását a lehető legjobban összehangoljuk. Ide tartozik a kompresszorállomás helyes tervezése és kivitelezése, illetve a sűrítettlevegő-hálózat megfelelő méretezése és kiépítése is. [23] A Festo például különböző energiahatékonysági szolgáltatásokat is nyújt az üzemeltetési költségek csökkentésére, mivel álláspontja szerint a sűrített levegő az ipar egyik legfontosabb energiahordozója. A Festo arra hivatkozik, hogy csak Németországban mintegy 62 000 sűrített levegős rendszer működik, és nem ritka, hogy a rendszereket felügyeleti és ellenőrzési funkciók nélkül telepítik, ami nagy gond, mivel a sűrített levegő költségeinek 79%-át a sűrített levegő előállításához és előkészítéséhez felhasznált villamos energia teszi ki. [24] Még ha a kompresszorokat, elosztórendszereket és pneumatikus hajtóműveket helyesen is méretezik, a szivárgások gyakran akár 600 l/perc veszteséget is okozhatnak. A Festo számításai alapján évi 1000 euró is megtakarítható lenne, ha 100 l/perccel csökkenne a sűrített levegő vesztesége.

2.7. Programozható logikai vezérlők (PLC-k)

A PLC-k előnye, hogy ha a vezérlésben bármit változtatni szükséges, nem kell a vezetékeztést megbontani, elegendő csak új programot tölteni a PLC-be. Emellett könnyebben megoldható a vezérlés paramétereinek üzem közbeni állítása, visszajelzése, naplózása, valamint értékelése is. A vezérlések, amelyek ily módon, egy közös felügyelet alatt létrehozhatók, sokkal összetettebbek és karbantartásuk is jóval könnyebb. Napjainkban rengeteg PLC gyártót azonosíthatunk, néhány ismertebb közülük a Festo, a Klöckner Moeller, a Mitsubishi, a Modicon-Telemecanique, az Omron, a Rockwell (Allen-Bradley) és a Siemens. [25] A PLC-k olyan intelligens ipari vezérlő rendszerek, amelyek lehetővé teszik, hogy ugyanazon berendezés (hardver) a betöltött programnak megfelelően akár több vezérlési feladatot is megvalósíthasson. [26] Kivitelezésük alapján a PLC-eket két nagy kategóriába oszthatjuk:

vannak kompakt felépítésűek, valamint moduláris szerkezetűek. A kompakt felépítésű PLC-eket elsődlegesen egyszerűbb vezérlési feladatok végzésére tervezték, nagy előnyük viszonylag kis méretük és egyszerű programozásuk. Hátrányuk viszont, hogy bemeneti/kimeneti csatornáik száma és tulajdonsága fix, nem módosítható. A moduláris szerkezetű PLC-k funkcionális egységei ellenben önállóak, modulok formájában kapcsolhatók egymáshoz, így a célnak megfelelően bemeneti/kimeneti csatornáinak száma bármikor módosítható. Ipari gyártósorok, gyártócellák, ipari folyamatirányító rendszerek vezérlési feladataira lettek kifejlesztve. Gyakran a kompakt PLC-k egy alcsoportjával, a mikro PLC-kkel, más néven intelligens reléekkel is találkozhatunk, amelyek kisméretű, nem bővíthető kompakt PLC-k. Programozásuk legtöbbször egy igen egyszerű grafikus felületen, logikai és funkcióblokkok jelfolyamvezetékekkel való összekötésével történik.[27]

2.7.1. A PLC-k felépítése

A funkcionális felépítése mindkét típusú PLC-nek hasonló. Tulajdonképpen a PLC egy speciális felépítésű számítógép, ezért leginkább a sínrendszeres megoldás jellemzi. A PLC fontosabb egységei: központi logikai egység (CPU), memóriaegység, amelynek részei a programmemória (EPROM, EEPROM, FlashROM), valamint az adatmemória (RAM), bemeneti (input) illesztő egység, kimeneti (output) illesztő egység, kommunikációs egység, számláló és időzítő egység és a tápegység. A PLC motorja, avagy a központi logikai egység (CPU) a programtárba betöltött vezérlési program utasításainak valós időben történő végrehajtásáért felel. Ennek érdekében a programvégrehajtás ciklikus működésű, vagyis a program a másodperc töredéke alatt akár többször is lefut. Az egység a bemenetekre érkező állapotjeleket az utasításoknak megfelelően feldolgozza, majd az eredményeket a kívánt kimeneti csatornákra irányítja. Ezen kívül a CPU előállítja a PLC belső funkcionális működését irányító vezérlőjeleket és biztosítja a különböző egységek szinkronizálását. A PLC-kben használt processzorokat két nagy csoportra lehet osztani, az első csoportot a gyors, nagy megbízhatósággal, de csökkentett utasításkészlettel bíró RISC processzorok, a másodikat a lassabb, de rugalmas, teljes utasításkészlettel bíró CISC processzorok alkotják. A RISC központi egységeknél a vezérlést direkt áramköri elemek valósítják meg, ezzel szemben a CISC processzoroknál, amelyeket számítógépekben is használnak, mikroprogram. A mai korszerű CPU-k egy- vagy többprocesszoros formában léteznek. Szót kell ejteni arról is, hogy a processzorokban operációs rendszer fut, amelyet firmwarenek nevezünk, és ez határozza meg, hogy a PLC milyen funkciókat képes megvalósítani és milyen módon

programozható. A fejlettebb PLC-kben a firmware cserélhető. A processzorokhoz csatlakozik a memória, itt dől el, hogy milyen bonyolultságú rendszerek építhetők ki belőlük, mennyi funkció megvalósítására képesek és hány I/O pont kezelésére alkalmasak. A memóriában található a RAM a programok futtatására, illetve a FLASH a programok tárolására. A memóriaegység programmemória része, amely a PLC operációs rendszerének felel meg, egyrészt a PLC működését biztosító rendszerprogramot tartalmazza. Mivel utóbbit általában a gyártó programozza, módosítására nincs szükség, ezért ROM vagy EPROM típusú, csak olvasható tárukba teszik. Másrészt a programmemóriába kerül maga a felhasználói program is. A megvalósításhoz biztosítani kell a kapcsolatot a tár és a programozó egység között. A modern PLC-k memóriája kártyával bővíthető, így bármilyen és bármennyi feladat megvalósítható lehet. A programozó egység régebben jellemzően egy kizárólag erre a célra kifejlesztett eszköz volt, ma már inkább PC számítógép (laptop), ami valamilyen interfészen keresztül kapcsolódhat a programtárhoz. Betöltés és tesztelés után, ha további módosításokra nincs szükség, a programozó egység eltávolítható. A felhasználói program is csak olvasható memóriába kerül, ez újabban FlashROM, vagy MMC kártya szokott lenni, de kerülhet EPROM-ba is. A PLC-k egymás közötti és a PLC-PC közti kapcsolatot kommunikációs modulok biztosítják. A programozó kábelek általában aktív kábelek, vagyis valamilyen elektronikát tartalmaznak. A PC és a PLC között az elektronika átalakítást végez. Mivel napjainkban már a PC oldalán csak USB porttal rendelkező számítógépek jellemzőek, megjelentek az USB csatlakozóval rendelkező programozó kábelek is. Az alapfunkciójú visszajelző LED-ek – a futás (RUN), a hiba (ERR) és a kommunikáció (COM) – is megtalálhatók a PLC-k döntő többségén. A bemeneti és kimeneti csatornák memória térképei az adatmemóriába kerülnek, az utasítás végrehajtáshoz szükséges és a végrehajtás során keletkező átmeneti változók értékeivel, vagy olyan kimeneti értékekkel együtt, amelyeket a program futása során több alkalommal is használ. A PLC speciális funkcionális egységei a bemeneti és kimeneti illesztők, rajtuk keresztül kapcsolódik a PLC a vezérlési elemekkel. A bemeneti csatornákra bemeneti elemeket, nyomógombokat, kapcsolókat, analóg és digitális érzékelőket van lehetőség tenni. Mindegyik csatorna jól meghatározott című, hogy a CPU ez alapján azonosítani tudja. A bemeneti csatornák száma (i) általában nagyobb, mint a kimeneti csatornáké (q), mert egy vezérlés megvalósításához jóval több bemeneti elemre van szükség, mint ahány beavatkozóra. A kimeneti csatornákra kapcsolódnak a kimeneti elemek, amelyek a vezérlés beavatkozó szervei, ezek lehetnek például relék, mágneskapcsolók, mágnes szelepek, lámpák vagy kijelzők. Ezek a csatornák szintén egyedi, jól meghatározott címmel

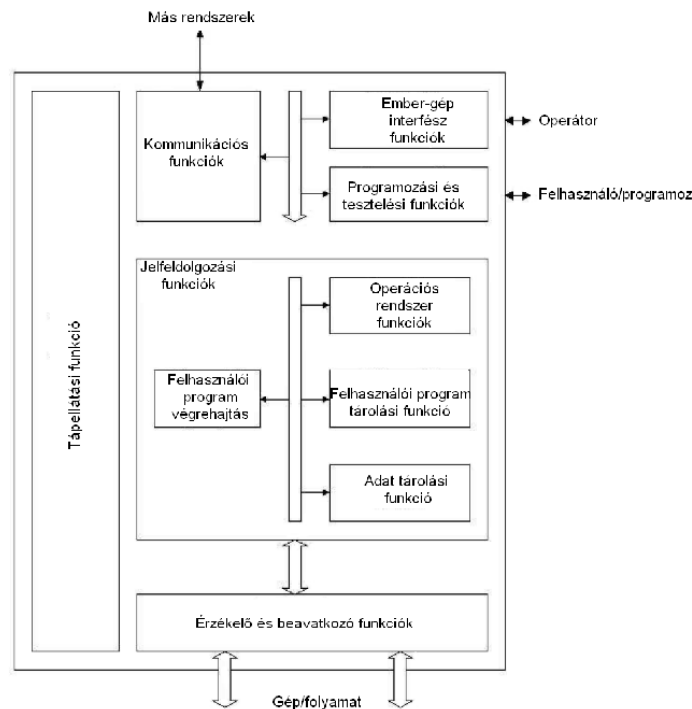
rendelkeznek. A vezérelt gépekkel való kapcsolattartást az I/O felületek úgy biztosítják, hogy rajtuk keresztül lehet információkat kapni a technológiákról és a beavatkozást biztosítani. Az alapvető digitális és analóg be- és kimeneti pontok a fizikai I/O felületeken valósulnak meg. Ezeken kívül még speciális I/O felületeket is megkülönböztetünk. A fizikai I/O felületek leválasztandók a PLC belső részétől. A távoli I/O felületek funkciójukban megegyeznek a fizikaiakkal, viszont ezek nem a processzor mellett, hanem attól akár több száz méteres távolságban is elhelyezésre kerülhetnek, és ipari kommunikációs hálózaton keresztül kommunikálnak. Egyik ismert altípusuk a terepi I/O, amelyet még szélsőséges időjárési viszonyok mellett is ki lehet helyezni, másik ismert altípusuk pedig a vezeték nélküli I/O, amely olyan alkalmazásoknál előnyös, ahol nem használhatók kábelek. Speciális I/O felület például az analóg I/O kártya, a hőelem- vagy hőmérsékletszenzorokat közvetlenül fogadni képes kártya, a gyorszámláló modul, a szervó hajtásokat szinkronizáló pozicionáló modul (CNC), a kommunikációs modul, a biztonsági modul vagy a PID szabályzó modul. A jelenlegi PLC-k korszerűek, így azok mindegyike rendelkezik valamilyen kommunikációs csatornával is, amelyen keresztül összekapcsolhatók egymással akár a terepi buszokon, akár az előző pontban már említett ipari Ethernet hálózaton keresztül. A PLC-k saját, a vezérlés többi részétől független tápellátással rendelkeznek. A független tápellátást egy belső tápegység biztosítja, ami speciális zavarűző rendszerrel van ellátva, hogy a néha meglehetősen mostoha ipari körülmények között dolgozó CPU zavartalanul működhessen. A tápegység az összes PLC részegység energiaellátását biztosítani képes. A tápegység helye kötött a kompakt, a keretes és a hátlapos kivitelű PLC-kben, az egyéb PLC-k esetén viszont a tápegységet és a PLC-t kábellel lehetséges összekötni. Az ilyen külső tápegységek alkalmasak a fizikai I/O felületeken elhelyezett érzékelők, beavatkozók, illetve a távoli eszközök tápellátására. A tápegység választás igen egyszerű feladat, mivel minden PLC modul teljesítményfelvétele megtalálható a katalógusokban. Azt lehet mondani, hogy ezek összege adja a PLC teljesítmény igényét. Amennyiben a távoli eszközöket – érzékelőket, beavatkozókat – is erről az eszköztől kívánjuk táplálni, akkor ezek teljesítményét is összegezzük a katalógusadatok szerint. A méretezés során érdemes minimum 10% tartalékot képezni. A biztonságos működés érdekében sok esetben megkettőzött, redundáns tápegységeket használnak. Bár felhasználói szinten, megfelelő fejlesztő környezet birtokában nem különösebben van szükség részletesebb ismeretekre a CPU működéséhez, annál inkább ismerni szükséges a bemeneti és kimeneti illesztőket, mivel ezeken keresztül kapcsolódunk a PLC-hez.

2.7.2. Ember-gép kezelőfelület

Vannak olyan műveletek, amelyek során a PLC-knek szükségük van az emberekkel való kapcsolattartásra, ilyenek például a konfigurációs, riasztási, jelentési vagy mindennapi vezérlési műveletek. Erre a célra szolgál az ember-gép kezelőfelület, avagy a HMI. Szokás még ezt MMI-nek vagy GUI-nak is rövidíteni. A felhasználóval való kapcsolatba lépésre egy egyszerű rendszer nyomógombokat és jelzőlámpákat biztosít. Szokás egy-két soros monokróm LCD szöveges kijelző alkalmazása is, szélén nyomógombokkal. Ez utóbbinak van egy speciális típusa is, amikor a kompakt PLC-re egy gyárilag kiépített kezelő-visszajelző felület kerül, ahonnan programozni is lehet a menürendszer segítségével. Használatosak grafikus színes érintőképernyők is, melyek visszajelző és kezelő ábráit külön szoftverrel lehet felprogramozni és illeszteni a PLC-hez. Az összetettebb rendszerek esetében egy számítógépre telepített programozó és ellenőrző szoftvert szokás használni, amihez a PLC egy kommunikációs kezelőfelülettel csatlakozik. A PLC-k programozása, amely általában PC-ken, ritkábban pedig erre a célra gyártott programozó készülékeken (konzolokon) keresztül történik, jelen szakdolgozatnak annyiban tárgya, hogy a téma feldolgozása részénél elkészítésre kerül a tervezett gép PLC program kódja.

2.7.3. A PLC-k feladatai, funkciói

A személyi számítógépek megjelenésekor merült fel a számítógépek folyamatirányításra történő felhasználásának gondolata. A kezdeti időszakban a számítógépek ára is igen magas volt, ezért nem meglepő, hogy megjelentek a speciálisan folyamatirányításra kifejlesztett mikroszámítógépek, a PLC-k, és nagyrészt ki is szorították a komputereket. Később aztán a legtöbb területen a hagyományos relés vezérléseket szabadon programozható, PLC-s vezérlésekkel váltották fel. A PLC-k elsődleges feladata alapvetően az irányított folyamat felügyelete. A PLC a folyamattal az I/O csatornákon keresztül tartja a kapcsolatot, ezenkívül pedig kommunikálnia kell az alrendszerivel (távoli perifériák, beágyazott vezérlők), a párhuzamos rendszerekkel (PLC-PLC), a felügyelő, folyamatvizualizáló számítógépekkel (PLC-PC), valamint a kezelőszeméllyel (PLC-HMI) is. Ehhez a mai rendszerek hálózati kommunikációt használnak. A PLC a folyamatot üzemszerűen felügyeli, emellett viszont sok egyéb feladata is van, amit a 4. ábra szemléltet.



4. ábra: A PLC-k funkciói

Szerepet kap például a rendkívüli események kezelésében (pl. vész-stop, védelmi funkciók), a hibakódok generálásában, az üzemóra-számlálásban, valamint a dokumentálásban. Ez utóbbiak folyamatos feladatok, azaz azokat folyamatosan el kell látnia, vannak viszont időszakos feladatok is, amelyek a gépek beüzemeléskor, karbantartásakor, meghibásodásakor kapnak szerepet: ilyenek a kézi-automata-lépés üzemmódok, valamint a diagnosztikai, tesztelési funkciók. A PLC-vel történő irányítási folyamat választása esetén a tervező dolga az irányítási stratégia kidolgozása, az irányítórendszer struktúrájának megtervezése, a PLC-s rendszer kiválasztása és konfigurálása, a PLC-hardver illesztése a folyamathoz, a felhasználói program (vezérlő program) megírása, a kommunikációs funkciók kidolgozása, illetve a PLC beüzemelése, üzemeltetése és karbantartása.

2.8. A pneumatikus rendszerekben alkalmazott biztonsági funkciók

Léteznek elektropneumatikus, valamint teljesen pneumatikus vezérlések. Előbbiek esetén a logikai egység által küldött elektromos jelek több szelep kombinációján keresztül teljesítményvezérlő elemként befolyásolják a hajtás, illetve munkavégző elemeket, így megvalósítva a biztonsági funkciókat, melyek a gép üzemmódjaihoz elembiztonsági funkcióként rendelhetők hozzá. [28] Utóbbiak a pneumatika determinisztikus viselkedése miatt az elembiztonsági funkciók könnyű végrehajtásának előnyével járnak. A biztonsági funkciók meghatározása a biztonsági funkciók pontos leírását és a biztonsággal összefüggő

részekre vonatkozó blokkdiagramok szerkesztését, valamint a hibaesemény esetén a megkövetelt reakciók meghatározását foglalja magában. A pneumatikus vagy elektropneumatikus vezérléseket az ISO 13849-1 (Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő szerkezeti részei. 1. rész: A tervezés általános alapelve) és az ISO 13849-2 (Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő szerkezeti részei. 2. rész: Validálás) szerint kell értékelni, valamint megvalósítani. Szekunder oldali fojtás alkalmazása javasolt a pneumatikus munkahengerek esetén, mivel a szekunder sebességvezérlésnél a munkahenger kamráiban magas nyomás alakul ki, ezáltal maga a hajtás is „merevebb” lesz. A fluid mechanikus hagyományos és nem hagyományos rendszerek biztonsági funkcióit a VDMA 24584: 2019 (Safety functions of regulated and unregulated (fluid) mechanical systems) szabvány szabályozza. A szabvány az alábbi biztonsági funkciókat ismeri el:

- biztonságos nyomaték lekapcsolás (STO),
- biztonságos energialeválasztás (SDE),
- biztonságos energia rákapcsolás (SEZ),
- váratlan indítás megakadályozása (PUS),
- biztonságos leállítás 1 (SS1),
- biztonságos fék vezérlés (SBC),
- biztonságos megállítás és zárás (SSC),
- biztonságos működési leállítás (SOS),
- biztonságos mozgásirány (SDI),
- biztonságos megállítás és mechanikus blokkolás (SSB),
- biztonságosan csökkentett sebesség (SLS), illetve
- biztonságosan csökkentett nyomaték (SLT).

A funkciók közül az STO a pneumatikus hajtás energiájának leválasztását jelenti, amikor a pneumatikus munkavégzők kamráit leürítik. SSC akkor történik, ha az energiaellátás vagy az energiaelvezetés a pneumatikus hajtómű legalább egy kamrájában zárva van, a tárolt energiát pedig felhasználják a leállítás elérésére. SSB esetén a pneumatikus hajtás leáll, a dugattyúrúd szabad mozgása pozitív reteszelés vagy súrlódásos reteszelés által blokkolt. Egy további, nem listázott funkció az SSX, ami az SSC és az SSB kombinációja és különböző, stop karakterrel rendelkező biztonsági alfunkciókon keresztül valósul meg. Az SDI funkció arra szolgál, hogy megakadályozza a meghajtó rossz irányba történő mozgását. A biztonságos állapot a monostabil szelepek alaphelyzetében valósul meg ideálisan, amikor nincs vezérelt

állapotban a szelep. Az SLS funkció dolga, hogy meggátolja, hogy a pneumatikus hajtás túllépje a megengedett sebességet. Az SLT biztonsági funkció nem engedi, hogy a pneumatikus hajtómű meghaladja a megengedett erőt. Az SLS és SLT funkciókat akkor használják, ha emberek tartózkodnak a gép veszélyes zónájában, és biztonságuk csak csökkentett sebességgel garantálható.

2.9. A PL teljesítményszint meghatározása

A biztonsággal összefüggő részek azon képességét, hogy teljesítsenek egy biztonsági funkciót, a PL teljesítményszint meghatározása útján fejezik ki. Amennyiben a konstruktív megoldások nem elegendőek arra, hogy a kockázatot megfelelő mértékben csökkentsék, akkor az ISO 12100 szabvány védőberendezések tervezését írja elő, amelyekhez a vezérlés szerkezeti részeinek biztonsági kialakítását az ISO 13849 szabvány ismerteti, amely mind pneumatikus, mind hidraulikus, mechanikus és elektronikus biztonsági funkciókra alkalmazható. [29] A szükséges teljesítményszint megadása ebben az esetben a biztonsági funkció olyan minőségi vizsgálatát jelenti, amelyet egy kockázatbecsléssel határoznak meg. A biztonsági funkciók meghatározása mellett tehát szükség van a szükséges, avagy megkövetelt teljesítményszint, a PLr meghatározására is minden egyes biztonsági funkció tekintetében, a tervezett működési időre (TM) vonatkozóan. Ezt az ISO-13849-I szerinti kockázati gráf segítségével lehet megtenni. A szabvány a kockázat mértékének meghatározásához az S, F és P paramétert használja. A szabvány szerint minden visszafordíthatatlan sérülés súlyosnak számít, ebbe a körbe tartoznak a törési forradások is. Az olyan veszélyek, mint például a működtető elemek vagy a behúzórészek a kockázatértékelési gráf kidolgozásánál mindig biztonsági rendszerek - például védőkerítés, fénsorompó - nélkül kerülnek kiértékelésre, mivel a biztonsági rendszerek csak a teljesítményszintből kerülnek levezetésre. Ehhez a gép minden üzemi állapotát ki kell értékelni. Az értékelésnél a biztonsággal összefüggő rendszerek PL teljesítményszintjét az alábbi négy alapparaméter szerint kell meghatározni: szerkezeti felépítés, MTTFD (az egyes építőelemekre vonatkozó átlagos működési idő értéke a veszélyes meghibásodásig), DC (diagnosztikai lefedettség) és CCF (közös okú meghibásodás). Emellett figyelembe kell venni a biztonsági funkció viselkedését hibaállapotban, a biztonsággal összefüggő szoftvert, a szisztematikus meghibásodást és a biztonsági funkciók teljesítésére vonatkozó képességet a várható környezeti körülmények között. Az MTTFD nem más, mint egy statisztikai érték, ami az alkatrészek nem garantált

élethosszát határozza meg, ennek három szintje ismert, az ezeken kívül eső értékek nem elfogadhatók.

Kategória	Tartomány
Alacsony	3 év \leq MTTFd < 10 év
Közepes	10 év \leq MTTFd < 30 év
Magas	30 év \leq MTTFd < 100 év

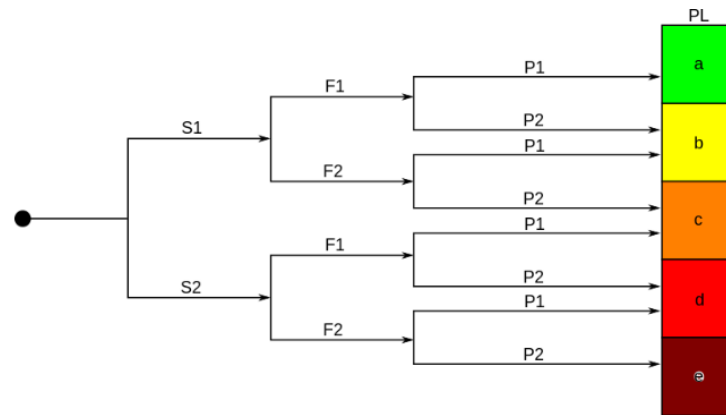
5. ábra: MTTFd szintek

A DC a diagnosztikai hatékonyság mértéke, kiértékeli azokat a diagnosztikai funkciókat, mellyel a vezérlés fel tudja ismerni a hibákat. A DC-t a felfedezett veszélyes meghibásodások meghibásodási rátája és az összes veszélyes meghibásodás meghibásodási rátája közötti hányadosként lehet meghatározni. A diagnosztikai lefedettség mind a biztonsággal összefüggő rendszer egészére, mind egyes részeire értelmezhető. [30] Osztályozását az alábbi ábra szemlélteti.

DC osztályozása	DC szintjel
Nincs	DC < 60%
Alacsony	60% \leq DC < 90%
Közepes	90% \leq DC < 99%
Magas	99% \leq DC

6. ábra: DC szintek

Többcsatornás rendszerek esetén közös eredetű hibák léphetnek fel, melyek mérése szükséges a kiküszöbölésükhöz, erre szolgál a CCF pontrendszer. A PL teljesítményszint nem lehet kisebb, mint a PLr. A teljesítményszint egy ötfokú skálán határozható meg, a vezérlési rendszer struktúrájától, a felhasznált alkatrészek megbízhatóságától, a hibafelismerési képességtől, valamint többcsatornás vezérlések esetében a közös ok miatt kialakuló hibákkal szembeni ellenálló képességtől függ. [31] A tervezési hibák elkerülése végett további intézkedésekre is szükség van. Az ISO-13849-I szabvány a biztonságtechnikai teljesítőképességet öt szintbe – a, b, c, d, e – sorolja, mely az óránként bekövetkező veszélyes kiesések átlagos értékét határozza meg. Az „a” a legalacsonyabb, az „e” a legmagasabb kockázatot jelenti. A szabvány figyelembe veszi a programozható rendszerek láncon belüli használatát. A PL szintek egyrészt a megállapítható teljesítőképesség becslésére szolgálnak a hibák előfordulása esetén, másrészt pedig valószínűségi becslésre. A PL egy veszélyt előidéző kiesés óránkénti előfordulásának valószínűségét adja meg. [32]



7. ábra: PL szintek

A 7. ábra az alábbi módon értelmezhető. Az S a sérülés súlyosságát jelöli, ahol S1 az enyhe, S2 a visszafordíthatatlan súlyos jelölése. Az F a veszély behatási idejét takarja, melyet gyakorisága szerint osztályozunk, itt F1 a ritka, F2 a gyakori jelölése. A P a valószínűséget mutatja, ahol P1 a valószínű, P2 pedig a nagyon valószínű jelölésére alkalmas. Összefoglalóan megállapítható, hogy a biztonsági funkciók tervezésénél az a legfontosabb kérdés, hogy a gép biztonságos legyen. Ha a gép nem biztonságos, akkor végig kell menni a kockázatok csökkentésének folyamatán. E körben meg kell vizsgálni a védelem vezérlő rendszertől való függését. Ha a védelem a vezérlő rendszertől független, akkor meg kell határozni az ismétlődő folyamatokat a vezérlő rendszer biztonságot érintő elemeinek tervezéséhez. Ehhez az interaktív tervezési és fejlesztési folyamathoz ad támpontot az ISO-13849-1 szabvány. Amint azt a korábbiakban bemutattam, a folyamat első lépésében tehát a biztonsági funkció követelményeit kell vizsgálni, majd ezt követően az elérhető PLr szint meghatározása szükséges. Fontos még a tervezés, a biztonsági alkatrészek azonosítása és a kategóriába sorolás. Ide kapcsolódik az MTTFd, a DC és a CCF szint meghatározása. Végezetül pedig a PLr-nek megfelelően struktúraválasztás szükséges.

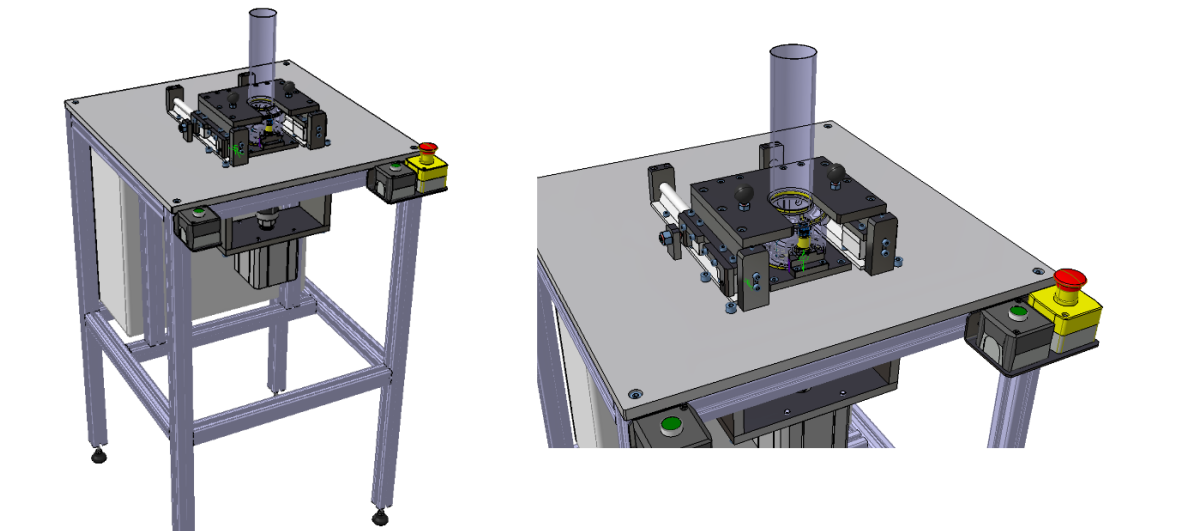
3. A téma feldolgozása

3.1. A gép felépítése

A gép alapja egy vázszerkezet, ami Bosch alumíniumprofilokból épül fel, ezek megfelelő teherbíró képességgel rendelkeznek és eleget tesznek a szilárdsági követelményeknek. A gép négy lábán menetesen állítható talpak találhatóak, melyekkel a felhasználó a számára megfelelő magasságba emelheti vagy engedheti le a gépet.

A gépvázon találhatóak a kezelőszervek, vagyis a két darab zöld indítógomb, melyek a kétkezes indítást teszik lehetővé, valamint a piros hibajelző lámpa és a vészleállító gomb. A vázra szerelve megtalálható a villamos szekrény és a pneumatikus levegő előkészítő egység.

A prés egység a gépváz tetején található, az alaplapjára egy konzollal van a pneumatikus benyomó henger felszerelve. Ezen az alaplapon található még a mozgó és a fix ülék. A prés egység tetején található a zárófedél, amely két darab fogantyúval van ellátva, biztonsági és kényelmi okokból.



8. ábra: A présgép felépítése

3.2. A gép működése

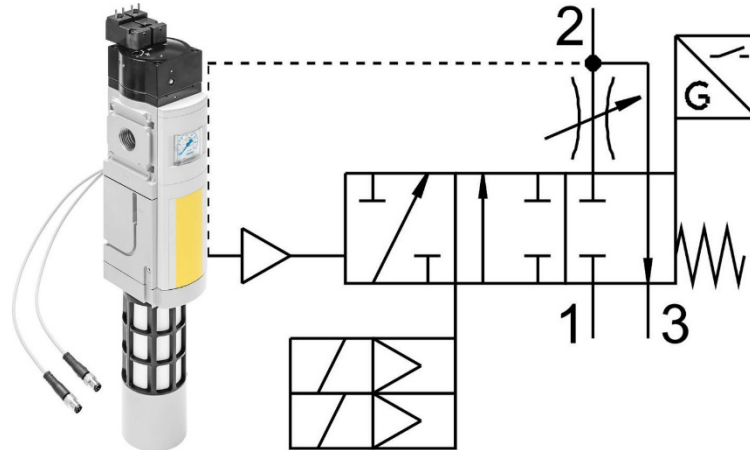
Az egyik munkadarabot a kezelő operátor a mozgó ülékbe helyezi a kialakításnak megfelelően. A megfelelő behelyezés ellenőrzéséről egy optikai szenzor gondoskodik. Ezután a másik préselendő munkadarabot a kezelő a fix ülékre helyezi rá. Miután mindkettő alkatrész a helyén van, az operátor a zárófedelelet a fogantyúkkal behelyezett alkatrészek fölé húzza ütközésig, ami után az ajtó záródását két oldalon egy-egy golyós csap biztosítja. Ezt

követően, ha az alkatrészek a helyükön vannak és a zárófedél is ütközésig be van húzva, akkor a kétkezes indítógombok zölden világítanak, természetesen csak akkor, ha nincs semmi más hiba az elektromos vagy a pneumatikus rendszerben. Ha az indítógombok zölden világítanak és az operátor egyszerre megnyomja őket, akkor elindul a folyamat és a pneumatikus munkahenger elvégzi a préselést. Ha a henger mozgása is hibátlanul megtörténik, akkor a folyamat befejezése után a munkahenger visszatér az eredeti állásába és a zárófedél kinyitása után a munkadarab kivehető a készülékből. Ezután a folyamat az elejétől megismételhető.

3.3. Pneumatika

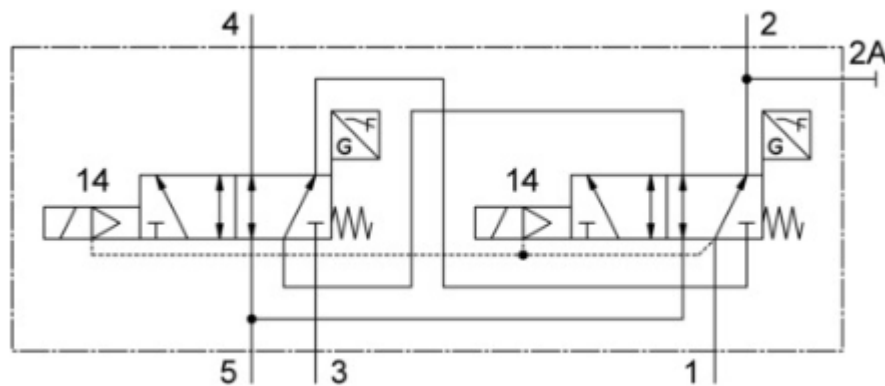
A gép levegő ellátásáról egy levegő előkészítő egység gondoskodik. A levegő előkészítő tápegységnek két fő funkciója van. Az első funkciója a levegőszűrés, amellyel eltávolítja a levegőből a nedvességet, a szennyeződések és az olajat, hogy a levegő tiszta és száraz legyen a pneumatikus rendszer számára. A második funkciója a nyomásszabályozás, amely lehetővé teszi a levegőnyomás beállítását a rendszerben. A nyomásszabályozó segítségével a rendszer nyomása úgy szabályozható, hogy az megfeleljen a kívánt munkafeltételeknek. A tápegység egy SMC VHS20 3-utas pneumatikus kézi vezérlőszelepből, és az azon található reteszelő elzáró szelepből áll, mellyel a gép teljes pneumatikus rendszere lezárható. Ez a szelep könnyen kezelhető és a fogantyú tájolásával könnyen ellenőrizhető a légáram iránya. A levegő szűrését és a kívánt üzemi nyomás beállítását egy SMC AW20-F02H-B szűrővezérlő látja el. A szabályzó egység egy szűrő vízválasztóból és egy nyomásszabályzóból épül fel. A nyomásszabályzón található nyomásállító csavarral kell beállítani az előírt 6 bar-os üzemi légnyomást. A beállított nyomás ellenőrzésére bekerült egy SMC G36-10-01 L nyomásmérő, amelyről 0 és 1 MPa közötti tartományban olvasható le a rendszerben lévő levegő nyomása. Miután a rendszerben létrejött az üzemi nyomás, a következő elem egy lágyindítású biztonsági leürítő szelep. Ehhez a Festo MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8-SO-AG szelepét választottam. A jelképen ez egy darab szelepnek tűnik, de felépítésében ez kettő szelep egymással sorban kapcsolva, ezért két darab vezérlőjelre van szükség a működtetéséhez. Ez a szelep vezérlés nélküli állapotban a rugó által meghatározott alaphelyzetben leszellőzteti a rendszert egy hangtompítón keresztül. Biztonsági szempontból ez egy 0-ás kategóriájú vészleállítás, a hajtóelemek energiaellátásának megszüntetésére alkalmazható. Ha vezérlő jelet kap a szelep, akkor az első fokozat kerül bekapcsolásra, ilyenkor egy állítható fojtószelepen keresztül egy lágyindítási funkcióval történik meg a

berendezés feltöltése levegővel. Amikor a feltöltés befejeződött, a kialakult nyomás a szelepen belüli visszacsatoláson keresztül bekapcsolja a szelep harmadik fokozatát, ami már fojtás nélkül, teljesen közvetlenül engedi a levegőt a berendezésbe.



9. ábra: Festo MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8-SO-AG

A prés működtetéséhez szükség van egy speciális kétkörös présvezérlő szelepre, amihez én a Festo VOFA-L26-T52-M-G14-1C1-APP vezérlőtömbjét alkalmaztam.



10. ábra: Festo VOFA-L26-T52-M-G14-1C1-APP

Jellemzője, hogy egy darab szeleptestben kettő darab 5/2-es monostabil található. A szelepek úgy vannak egymással összekötve, hogy egy helyen kapnak tápellátást és ez a táplevegő csak abban az esetben kerülhet a 4-es ágon keresztül a munkahengerbe a préselési állapot megvalósításához, ha mind a két szelep kapcsolt állapotban van, természetesen olyankor le is tud szellőzni a munkahenger másik oldala. Ha bármelyik szelep nincs vezérelve, akkor negatív irányú mozgást tud a henger megvalósítani. Fontos jellemzője, hogy mindkét

szelepen van szelepkapcsoltsági-állapot visszacsatolás. Biztonsági szempontból ez egy négyes kategóriájú biztonsági egység, „e” teljesítményszinttel. Munkahengernek egy 50 mm átmérőjű és ugyanakkora löketű SMC CD55B50-50 kettős működésű hengert választottam SMC D-M9PL véghelyzet érzékelőkkel, melyeket közvetlenül a munkahengerre lehet rögzíteni. A munkahenger számításához az alábbi számítást végeztem el:

$$F = p \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

A fenti egyenlettel a pneumatikus munkahenger nyomóerő számítását lehet elvégezni. Ebbe a képletbe behelyettesítettem az ismert adatokat.

$F = 1000\text{N}$ – a prézeléshez szükséges erő

$p = 6 \text{ bar} = 0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ – üzemi nyomás

Mivel az adott tengelyátmérő a kérdés, ezért az egyenlet átrendezés után:

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{p \cdot \pi}}$$

Az ismert adatok behelyettesítése után:

$$d = \sqrt{\frac{1000}{0,6} \cdot \frac{4}{3,14}}$$

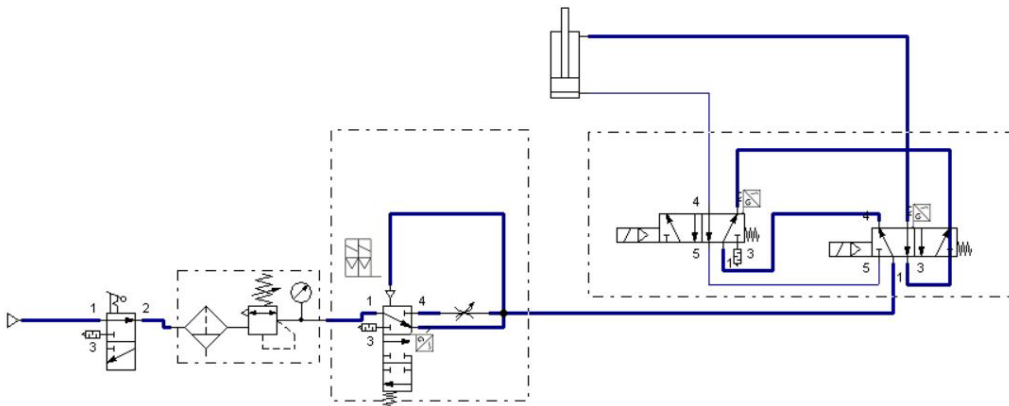
$$d = \underline{46,077 \text{ mm}}$$

A választott d értéke 50mm nagyobb, mint a szükséges átmérő 46,077mm így a SMC CD55B50-50 munkahenger megfelelő a folyamat elvégzéséhez.

3.3.1. Pneumatikus szimuláció

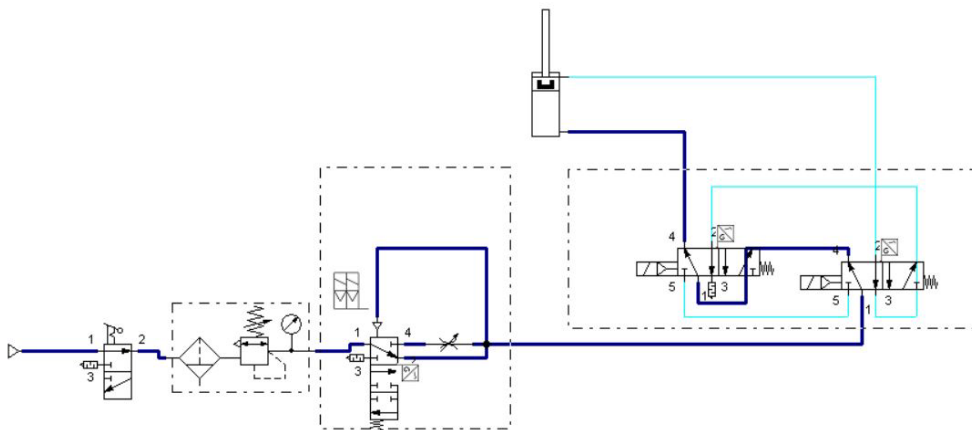
A rendszer pneumatikus körének a szimulációját FluidSim-P programban modelleztem le. A program gyűjteményében megtalálhatóak a leggyakoribb pneumatikus elemek, például útváltók, végrehajtók, különböző szelepek, viszont a különleges funkciójúak, mint az itt is

alkalmazott kétkezes indító vagy a biztonsági leürítő szelep nem, ezeket külön kellett létrehozni. A VOFA indító szelepet kettő darab 5/2-es szelep összekapcsolásával hoztam létre, valamint az indító szelephez is külön kellett kapcsolni egy fojtószelepet a lágyindítás funkció bemutatásához. A program nem tartalmazza a szelepkapcsoltsági állapotjelzőket sem, ezeket utólag illesztettem bele a tervekbe. Ezekkel a módosításokkal a működési elv és a szimuláció helyessége nem változott, csupán a megjelenítése módosult.



11. ábra: FluidSim szimuláció – csak az egyik szelep kapcsolt

A 11. ábrán látható a rendszer szimuláció közben, amikor a kézi vezérlőszelep már nyitott állapotban van, a lágyindító szelep pedig feltöltött, ezért harmadik kapcsolási állapotban van, ahol a levegő teljesen szabadon tud áramolni. A kétkezes indító szelepen viszont csak az egyik szelep van kapcsolt állapotban, ezért nem mozog a munkahenger.

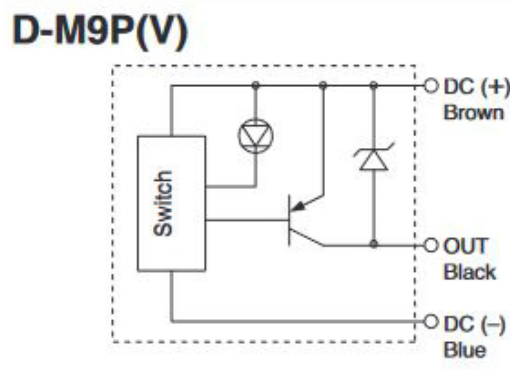


12. ábra: FluidSim szimuláció – mindkettő szelep kapcsolt

A 12. ábrán látható, amint a kétkezes indító szelep a kettő darab nyomógomb egyidejű lenyomására bekapcsolt és a munkahenger elérte a végállapotát. Ez az állapot megszűnik, amint a szelepek nem kapnak jelet, ilyenkor mind a szelepek, mind a munkahenger visszaállnak alaphelyzetbe.

3.4. Szenzorok

A gép működéséhez és az optimális biztonsági szint eléréséhez elengedhetetlen a megfelelő érzékelők használata, ezért, hogy ezeket teljesíteni tudjam a tervezési feladatomban többféle szenzort is alkalmaztam a különféle érzékelési feladatokhoz. A munkahengeren kettő darab végálláskapcsoló van, az egyik a munkahenger alaphelyzeténél, a másik pedig a végállásánál. Erre a feladatra a legmegfelelőbbnek a SMC D-M9PL szilárdtest kapcsolóit találtam. Egyrészt fizikai kialakításuk miatt, mivel az SMC munkahenger házára könnyen felrakhatók egy csavar segítségével, másrészt mert a szenzoron lévő LED segítségével könnyű meghatározni a szenzor kapcsoltsági állapotát. A szilárdtest szenzor előnye, hogy nem tartalmaz mozgó mechanikus alkatrészt, ezért hosszabb a várható élettartama a reed reléknél. Amikor a benne lévő magnetorezisztív érzékelő a henger dugattyúmágnésével egy vonalba kerül, akkor az érzékelő ellenállása megváltozik és így hozza létre a kimenő jelet. Ezek a kimenő jelek a PLC bemenő portjaira csatlakoznak.

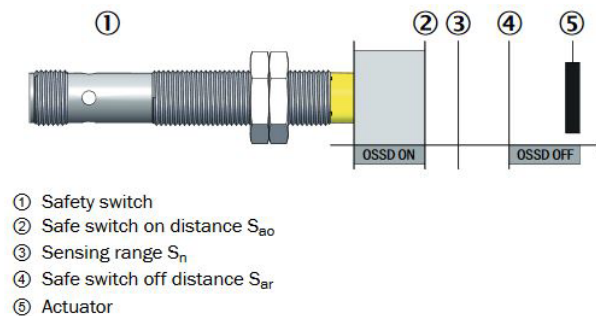


13. ábra: SMC D-M9PL belső áramköre

Mivel a préselés munkatere felett van egy elhúzható ajtó, szükség van egy olyan érzékelőre, ami az ajtó zártági állapotát figyeli. Tekintettel arra, hogy ez a szenzor gépbiztonsági funkciókat lát el, a tervezésnél szükséges volt a megfelelő PL szint kiválasztása. Szabvány szerint ez a Pl „d” szint, ezért a SICK IME2S12-04N4DW2 biztonsági induktív szenzorját használom. Mivel ez a gyártói ajánlás szerint megfelel a biztonsági követelményeknek, teljesíti a „d” szintet és az ISO 13849-1 szabvány szerinti kategóriát. Az induktív szenzorok

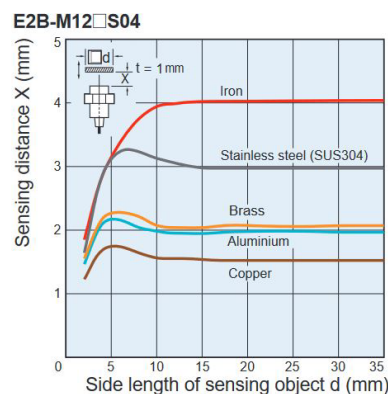
működését már bővebben kifejtettem a 2. fejezetben. Ha az acélból készült elhúzzható ajtó behúzott állapotban van és eléri az érzékelési távolságot (4 mm), akkor a szenzor kimenő jelet bocsát ki, ami a biztonsági PLC-re van kötve. Ellenben, ha az ajtó legalább 6 mm-re eltávolodik, akkor a szenzor jele megszűnik és a PLC nem engedi a munkafolyamat indítását.

Response range



14. ábra: SICK IME2S12-04N4DW2 érzékelési távolsága

Az induktív szenzor kialakítása egyszerű, az érzékelő egy M12 menetes szárban van benne, amit kettő darab anyával lehet rögzíteni a furatba és azokkal lehet a pontos elhelyezését beállítani a megfelelő érzékeléshez. Illetve ezen is megtalálható egy LED lámpa, a szemmel történő állapotkapcsoltság megfigyeléséhez. A présgép munkafolyamatának elindításához szükség van arra, hogy egy munkadarab bele legyen helyezve a munkatérbe. Mivel ez nem gépbiztonsági feladat, csupán azt lehet vele megakadályozni, hogy a prés munkadarab nélkül feleslegesen ne induljon el, ezért ide célszerű egy egyszerűbb, kedvezőbb árfekvésű érzékelőt választani. Ebben a dolgozatban egy Omron E2B-M12KS04-M1-B1 induktív szenzort választottam. Ez az érzékelő 4 mm-s tartományban képes érzékelni a közelében lévő munkadarabot.



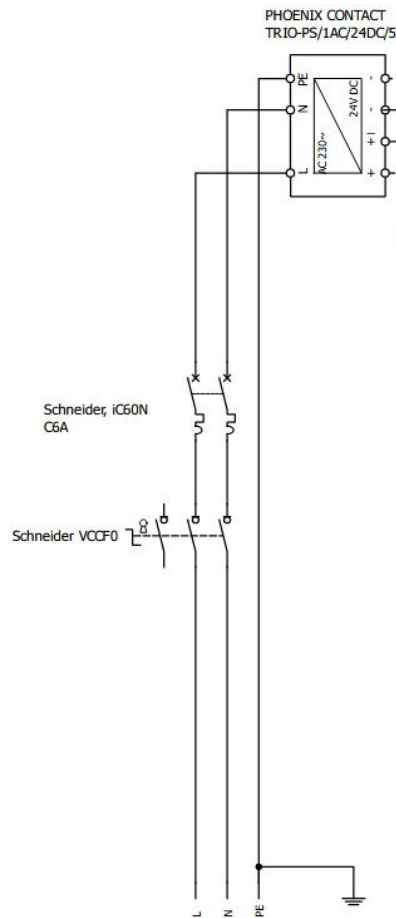
15. ábra: Omron induktív szenzor érzékelési távolsága az anyag függvényében

Amint az a 15. ábrán látható, a szenzor érzékelési távolsága függ a munkadarab anyagától. Legnagyobb tartományban a vasat képes érzékelni, utána az acélt, majd pedig a rezet. Mivel a kialakítás miatt a munkadarab szinte teljesen hozzáér az ülék aljában elhelyezett szenzorhoz, ezért alumínium érzékelésére megfelelően használható az eszköz. A belsejében egy NO kontakt található, ami a megfelelő anyag közelítésére zárt állapotra vált és jelet ad a PLC bemenetére.

3.5. Elektromos kapcsolás

Az elektromos tervezést a QelectroTech nevű ingyenes szoftverben valósítottam meg, ami egy nyílt forráskódú alkalmazás elektronikus áramkörök létrehozására. A program gyűjteményében megtalálható szinte az összes villamos kapcsolási jelkép, illetve még logikai, pneumatikai és hidraulikai szimbólumok is. Emellett az összes nagyobb gyártó legelterjedtebb termékcsaládjai is megtalálhatóak a program könyvtárában. Ezeket egyszerűen egy kattintással be lehet húzni a rajzba és azután a megfelelő energiakörbe beilleszteni.

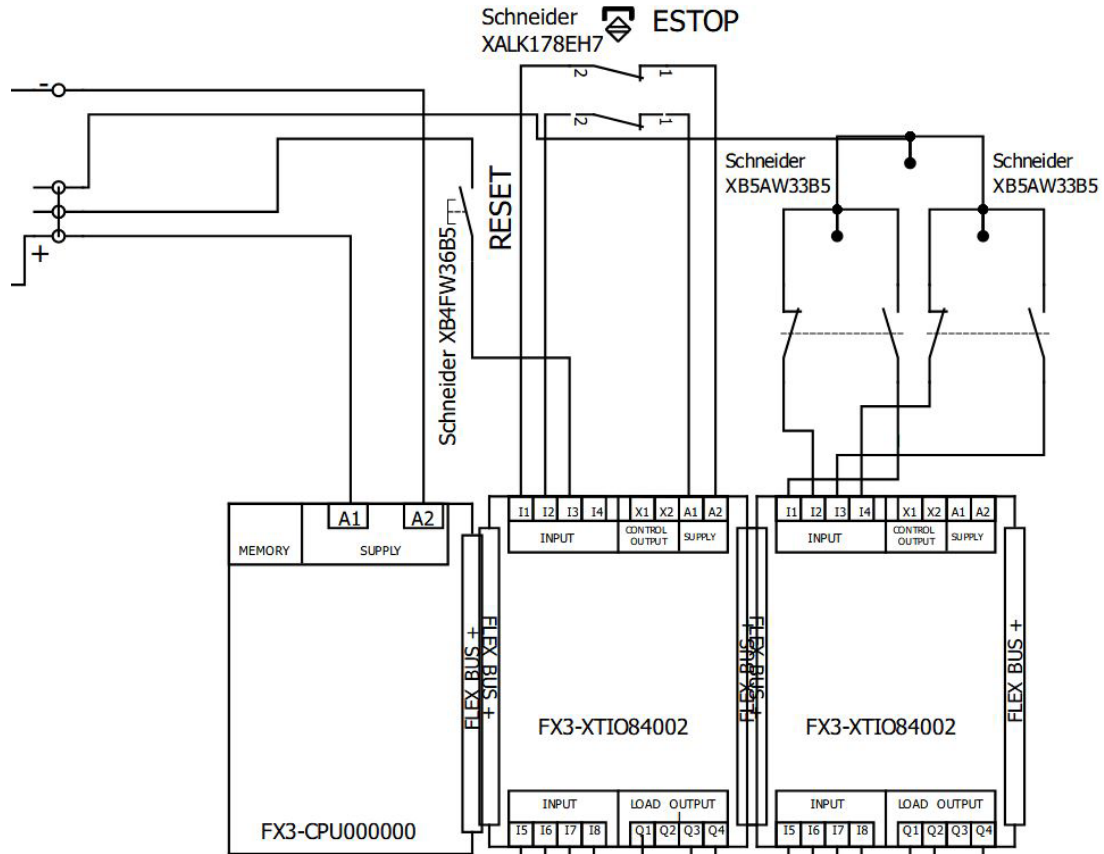
A tervezett gép elektromos tápellátása egy 230V-os egy pólusú hálózati betápcsatlakozóról történik. Nincs szükség nagyobb áramú ipari három pólus alkalmazására, mivel a présgép aktuátorai pneumatikus működtetésűek, ezért az elektromos áramfelhasználása alacsony. Közvetlenül a betápcsatlakozó után található meg a főkapcsoló. Erre a célra egy Schneider VCCF0 kétállású főkapcsolót választottam. Kialakítása és használata egyértelmű, vízszintes helyzetben van a kapcsoló zárt állásban, függőleges helyzetben pedig nyitott állásban. Egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy kikapcsolt állapotban egy kihúzható retesz segítségével egy lakattal lezárható. Ilyenkor lezárt állapotban nem lehet elfordítani a kapcsolót és áram alá helyezni a gépet. Ilyen lakattal általában a karbantartók rendelkeznek, hogy amikor a gép karbantartás vagy akár egy meghibásodás miatt javítás alatt áll, akkor a kapcsoló le legyen lakatolva. Ezzel megelőzhető a véletlen feszültség alá helyezés egy másik személy által, hogyha a szerelő éppen a gép olyan pontján van, ahol nem tudja folyamatosan szemmel követni a főkapcsoló kapcsoltsági állapotát.



16. ábra: Elektromos kapcsolási rajz - tápegység

A következő áramköri elem egy Schneider iC60NC6A típusú kismegszakító, ami gondoskodik az elektromos túlterhelés elleni védelemről és a rövidzárlat-védelemről. A túlterhelés elleni védelem úgy valósul meg, hogy ha az eszközön átmenő áram nagyobb, mint a specifikációban megadott névleges áram (ennél a készüléknél 6A), akkor a benne lévő bimetal felmelegszik és kioldja a kapcsolószerkezetet. A rövidzárlat-védelmet egy elektromágneses tekercs valósítja meg. Rövidzár esetén az áram nagysága gyorsan és jelentősen megemelkedik, ezért a tekercs egy mágneses mezőt hoz létre, ami elindítja a kapcsolást és egy gyorskioldón keresztül kinyitja az érzékelőket. [33] Az elektromos kör következő eleme egy PHOENIX CONTACT TRIO-PS/1AC/24DC/5 tápegység, ami a 230V-os váltóáramot 24V-os egyenáramra alakítja át. A névleges kimeneti árama 5A, de mivel nincsenek nagy fogyasztók a rendszerben, ezért elegendő ennyire méretezni. Mivel a feladatban úgy terveztem, hogy minden fogyasztó (szelepek, aktuátorok, szenzorok stb.) 24V DC feszültségről üzemeljen, ezért ez az egy tápegység elegendő az elektromos

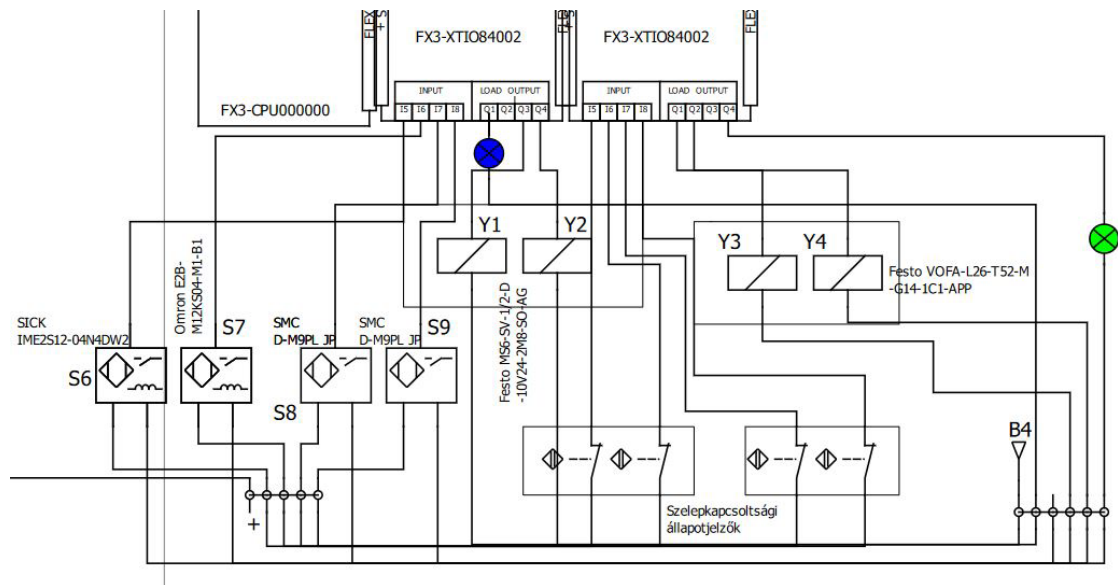
energiaellátáshoz. Az elektromos kapcsolás többi részében már 24V-os feszültségek találhatóak meg.



17. ábra: Elektromos kapcsolási rajz – PLC I/O I.

A továbbiakban az egyszerűbb bekötés és az átláthatóság miatt sorkapcsokat használtam, hogy ne kelljen minden vezetékét egészen a tápegységig visszavezetni. Ahogy a fenti ábrán is látható, a tápegység pozitív pólusát egy sorkapocsba vezettem, amely több pár érintkezőt összeköt egy közös érintkezővel. Innen tápláltam meg a PLC CPU modulját, ami egy SICK FX3-CPU000000. A PLC további IO moduljait nem szükséges külön bekötni a villamos hálózatba, mivel a FLEXBUS+ csatlakozón keresztül a közvetlenül egymással érintkező SICK PLC modulok képesek egymásnak elektromos tápot adni és kommunikálni is. Az 1-es IO modul I1 és I2 bemenetére lett a Schneider XALK178EH7 vészleállító gomb bekötve. Ez egy zárt körön helyezkedik el a PLC-n belül, mivel másik vége is a PLC-be van bekötve, a supply A1 A2 csatlakozókba, ahonnan feszültség áramlik a vészleállító gomb alaphelyzetben zárt kontaktusain keresztül a bemenetekbe, a gomb megnyomásával viszont a kontaktusok kinyílnak és nyitott állapotba kerülnek, így megszűnik a jel a bemeneteken. A zárt kör miatt

bármilyen más meghibásodás is van az elektromos rendszerben (természetesen akkor nem, ha már a PLC sincs feszültség alatt), a vészleállító gomb attól függetlenül helyesen működik a PLC-n keresztül. Itt kerültek bekötésre a kétkezes indítógombok is, amelyek szerkezetileg kettő darab NO+NC nyomógombból (Schneider XB5AW33B5) állnak. Ezeket a kettős IO modul I1-I4 bemeneteire kötöttem. A négy darab kapcsoló vége egy közös potenciálra van kötve, ami utána a sorkapocsba van behúzóva. Itt található még egy reset gomb is (Schneider XB4FW36B5), ami egy hiba utáni újraindításra szolgál.



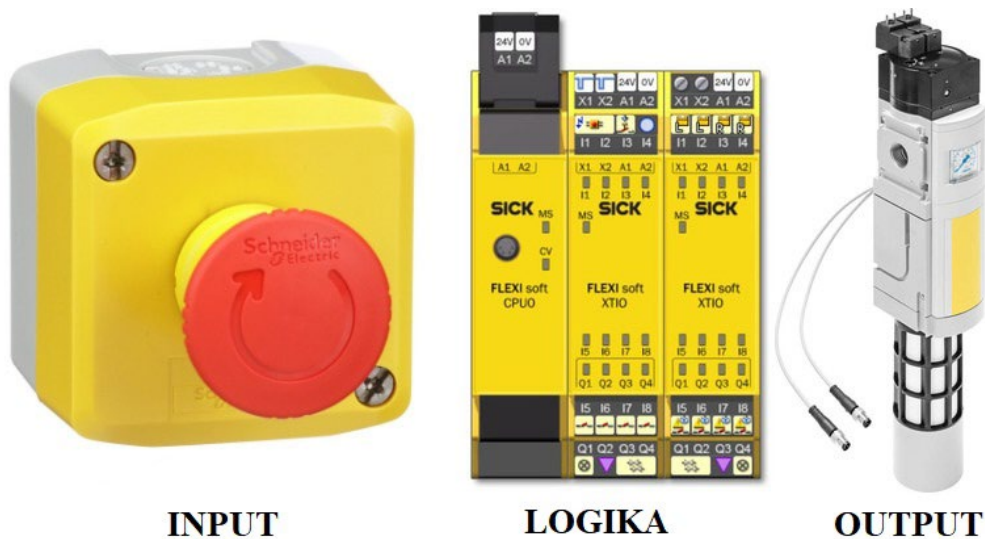
18. ábra: Elektromos kapcsolási rajz – PLC I/O II.

A fenti ábrán látható az elektromos kapcsolás másik része. Itt is az egyszerűsítés miatt használtam pozitív és negatív pólusú sorkapcsokat. Az 1-es IO modul I5 bemenetére van kötve a SICK IME2S12-04N4DW2 biztonsági induktív szenzor, ami a munkateret borító ajtó csukott állapotát figyeli. Mellette található az I6 bemeneten a Omron E2B-M12KS04-M1-B1 indukciós szenzor, amely a munkadarab behelyezését figyeli. Mindkettő szenzor kontaktja alaphelyzetben nyitott, érzékelésre zárnak be, ilyenkor halad rajtuk keresztül áram a PLC bemeneteire. Ugyanezen a modulon található meg a munkahenger két darab végállásfigyelő SMC D-M9PL JP szilárdtest érzékelője, amelyek szintén NO alaphelyzetben vannak. Az 1-es IO modul kimeneteire kötöttem a Festo MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8-SO-AG biztonsági légtelenítő szelep tekercseinek a vezérlését, melyek a megfelelő követelmények teljesülése esetén kapcsolt állapotba kerülnek. Ezen kívül bekötöttem még a Q1 kimenetre egy kék lámpát, ami akkor világít, ha egy hibaeset után a reset gomb megnyomása szükséges. A 2-es IO modul bemeneteit elfoglalják mindkét szelep

szelepkapcsoltsági állapotjelzői. A valóságban ezek a szelepeken belül helyezkednek el, viszont a rajz érthetősége miatt ezeket külön beillesztettem a rajzba, szenzor ikonokkal. A modul Q1 és Q2 kimenetéről irányítom a kétkezes indító szelep vezérlését is, hasonlóan, mint a másik útváltó szelepet. A Q4 kimenetre továbbá helyeztem egy zöld lámpát, ami akkor világít, ha minden feltétel megvalósul a kétkezes indításhoz.

3.6. Biztonság

Gépbiztonsági szempontból a gép három biztonsági kört tartalmaz. Az egyik a vázon elhelyezett vészstop gomb megnyomására aktiválódó biztonsági vészleállító funkció.



19. ábra: Vészleállítás biztonsági funkció elemei

A pneumatikus előkészítő egységben található az elektromos leürítő szelep, ami a hajtóelemek energia ellátását szünteti meg azáltal, hogy a szelep tekercse vezérlésének megszüntetése esetén a teljesítménykörből a sűrített levegőt leszellőzteti a környezetbe. Az EN 60204-1 szabvány szerint ez egy 0-s kategóriájú vészleállítás, mivel a hajtóelemek energiaellátása leválasztásra kerül, de nem vezérelt a leállítás. Vezérlési kategóriák közül ez a 3. számúba tartozik, „d” teljesítményszinttel, mivel a három egység közül csak a Festo kétkörös leürítő szelepnek nem „e” a legmagasabb elérhető teljesítményszintje, hanem „d”, ezért a komplett körnek „d” a teljesítményszintje, mivel a teljes kör teljesítményszint meghatározásakor mindig a legalacsonyabb szintű tagot kell figyelembe venni. A VDMA 24584: 2019 szabvány kategóriái szerint az SDE (Safe de-energization, biztonságos energialeválásztás) biztonsági funkciót teljesíti az eszköz.



20. ábra: Vészleállítás blokkvázlata

A másik biztonsági funkció a kétkezes indítás, amelynek alapelvei szerint biztosítani kell mindkét kéz használatát, bármely gomb elengedésekor a veszélyes mozgásnak le kell állnia, a véletlen működtetést meg kell akadályozni, az újbóli mozgás indítása csak akkor lehetséges, ha a gombokat elengedik és újra megnyitják, továbbá a mozgás csak akkor indítható, ha a gombokat 500 ms-on belül egyszerre nyomják meg. A biztonsági funkciók közül ez az SDI-t (biztonságos irányt) valósítja meg, mert biztosítja, hogy a hajtás csak a megfelelő irányba induljon el. [28]



21. ábra: Kétkezes indítás biztonsági funkció elemei

A kétkezes indító rendszer részei: kettő darab zöld gomb, amik be vannak kötve a biztonsági PLC bemeneteire, valamint egy redundáns kialakítású kétkörös présvezérlő szelep, ahol a présvezérlő mindkét szelepének kapcsolt állapotban kell lennie a préselési folyamat elindításához. Mindkettő szelepen van egy-egy szelepkapcsoltsági állapotjelző, amelyek a szelep nyugalmi állapota esetén, – vagyis amikor kikapcsolt állapotban van – logikai igaz jelet adnak vissza, megvezérlést követően kapcsolt állapotban pedig logikai hamis, ilyenkor ugyanis bontó kontaktusként működnek. Ebben a biztonsági körben mindegyik részegység külön-külön is eléri az „e” teljesítményszintet és 4-es vezérlési kategóriába tartoznak, ezért együtt is megfelelnek ezeknek az elvárásoknak. Az elektromos érzékelő biztonsági

berendezés kiválasztásánál fontos figyelembe venni, hogy mekkora távolságra van a veszélyes tértől. Például, ha az itt lévő indítógombokat a felhasználó elengedi és bele akar nyúlni a munkatérbe, akkor mennyi idő alatt áll meg a munkavégzés és ez az idő alatt megtörténhet-e a benyúlás. Az elhelyezési szabályokat az ISO 13855 szabvány határozza meg. Az elhelyezés távolságának a kiszámításához az alábbi adatok van szükség:

T: teljes utánfutási idő, ami a rendszer teljes leállásig tartó idő

$$T = t1 + t2$$

t1: az a maximális időtartam, ami a védőberendezés észlelése és a kimeneten a jel megszüntetése között telik el. Jelen esetben a FX3-XTIO84002 PLC I/O modulon ez 8ms

t2: a gép legnagyobb reakcióideje, vagyis az az időtartam amikor a védőberendezés jel leadása és a gép nyugalomba kerülése között telik el. Ebben a rendszerben ezt a feladatot a Festo VOFA-L26-T52-M-G14-1C1-APP vezérlőszelep látja el. A gyártó által megadott kikapcsolási idő 56ms.

Ezeket az adatokat az egyenletbe helyettesítve:

$$T = t1 + t2 = 8ms + 56ms = 64ms = \underline{0,064s}$$

Miután megvan a teljes utánfutási idő (0,064s) szükséges a minimum távolság kiszámítása (S), vagyis az a távolság, aminél távolabb kell lennie a gomboknak a veszélyzónától. Erre a következő képletet kell alkalmazni:

$$S = (K * T) + C$$

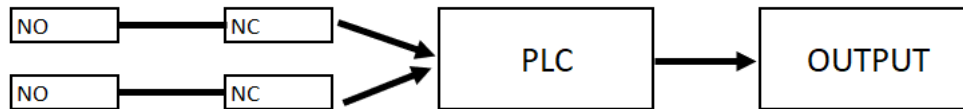
K: a testrész sebessége, ami szabvány szerint a kétkezes indítóknál 1600 mm/s,

C: behatolási távolság, szabvány szerint 250mm

A behatolási távolságnál azt kell figyelembe venni, hogy a nyomógombokat akár csuklóval is meg lehet nyomni, így már egy tenyérnyi hosszal közelebb van a testrész a veszélyes zónához. Fontos megjegyezni még, hogy úgy kell kialakítani a gombokat, hogy ne lehessen őket könyökkel egyszerre megnyomni, mivel úgy már veszélyesen magas lenne a behatolási távolság. Ezt általában a gombok süllyesztésével vagy a gombok köre perem építésével lehet megoldani. Ezek után az egyenlet:

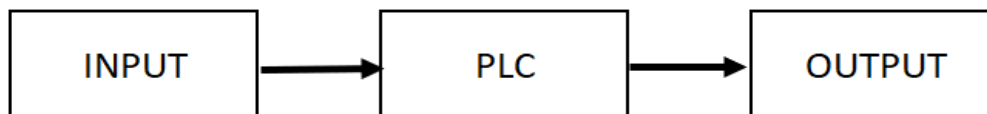
$$S = (K * T) + C = (1600 * 0,064) + 250 = \underline{352,4mm}$$

A meghatározott minimális távolság a nyomógombok és a veszélyzóna között 352,4mm, ami a tervezett 400mm-hez képest kevesebb, így megfelelő a gombok pozíciója.



22. ábra: Kétkezes indítás blokkvázlata

A harmadik pedig a biztonsági ajtó figyelő kör, ami egy speciális SICK safety szenzort tartalmaz, aminek a kimenete is a biztonsági PLC-be kötve, ezért amikor nincs megfelelően behúzva az ajtó, a vezérlés nem engedi a munkafolyamat elindítását, továbbá ha a folyamat közben ajtónyitás történik, akkor a vezérlőszelap visszaáll alapállapotba és megszakad a folyamat.



23. ábra: Ajtónyitást figyelő blokkvázlata

Ez a rendszer is „e” teljesítményszintű és 4-es vezérlési kategóriának felel meg, mivel minden modul teljesíti a követelményeket. Ez a safety kör is SDI biztonsági funkciót lát el.



24. ábra: Ajtónyitást figyelő biztonsági funkció elemei

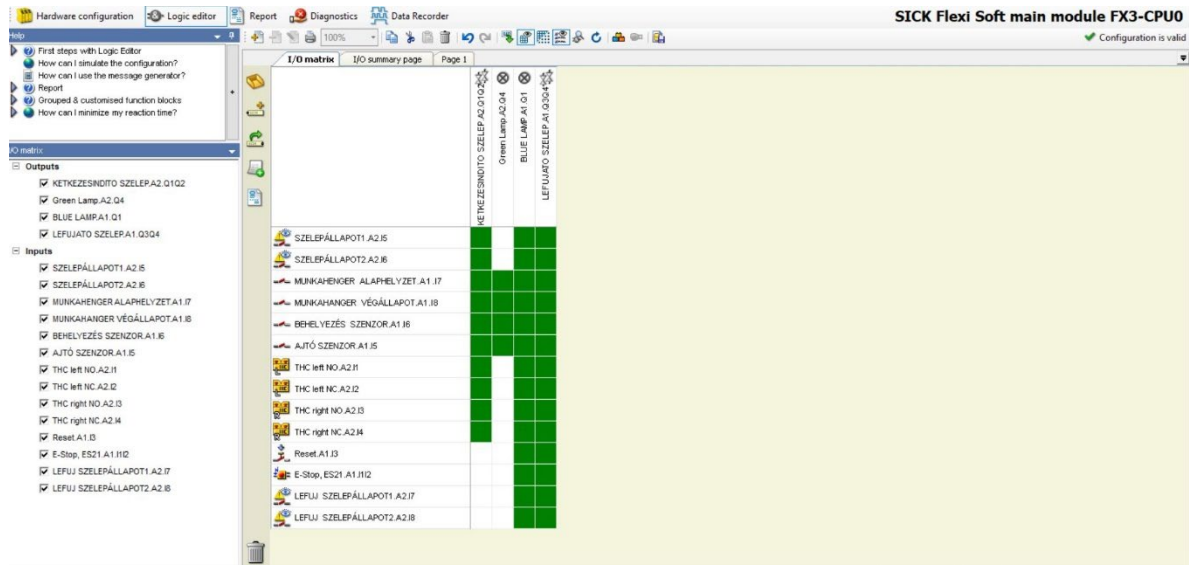
3.7. PLC kód

A PLC kód létrehozásához a SICK Flexi Soft Designer ingyenesen elérhető programját használtam. A szoftverben lehetőség van a hardver konfiguráció összeállítására, a PLC kód megírására, valamint képes kommunikálni magával a PLC-vel, így képesek vagyunk kódot feltölteni vagy éppen leolvasni a PLC-ről. A program által felkínált modulok közül válogattam össze a komponenseket az egyszerűbb programozás és működtetés miatt. Moduláris PLC-k esetében szükségünk van egy CPU egységre, ami az egész vezérlési logikát valósítja meg. A központi vezérlő egységen nincsenek ki- és bemeneti egységek, csak egy tápcsatlakozó, ami általában és jelen esetben is 24V-os, és a programozáshoz szükséges csatlakozó, amellyel a programban elkészített kódot tudjuk feltölteni a CPU-ra. A tervezésemben a SICK FX3-CPU000000 típusú CPU modulját választottam, ami megfelel a biztonsági követelményeknek, mivel teljesíti a 4-es kategóriájú előírásokat és képes „e” teljesítményszintre. Mivel ebben a gépben több ki- és bemenet is szükséges, ezért kettő darab IO modult is felhasználtam. Tervezéskor a Flexi Soft Designer többfajta IO modult is felajánl, de biztonsági szempontok miatt olyat választottam, ami képes biztonsági funkciókat is ellátni. A kettő darab modulnak SICK FX3-XTIO84002 egységeket választottam, melyeknek modulonként nyolc darab biztonsági bemenete (I1-I8) és négy darab biztonsági kimenete (Q1-Q4) van. Ezekre a bemenetekre és kimenetekre szükséges meghatározni azokat az elemeket, melyek magára a PLC be- és kimeneteire vannak kötve. A lenti ábrán látható a PLC hardver konfigurációja, ahogy az a való életben is felépül. Először a CPU modul, majd pedig az 1-es és 2-es IO modul. A tervezett gépben ezek egy közös DIN sínre vannak felszerelve és FLEX BUS+ csatlakozókkal egymáshoz kapcsolódnak. Látható a CPU modul tápcsatlakozója (A1 és A2), valamint a kör alakú soros kommunikációs csatlakozója, amivel egy számítógéphez lehet csatlakoztatni és elvégezni a konfigurálását, valamint a PLC kód fel- és letöltését. Az 1-es modul bemenetei a vészleállító gomb (I1 és I2), a reset gomb (I3), az ajtó becsukódását figyelő szenzor (I5), a munkadarab meglétét figyelő érzékelő (I6), valamint a munkahengeren található kettő darab végállásszenzor (I7 és I8). Az 1-es modul kimenetei pedig a reset lámpa (Q1), illetve a biztonsági leürítő szelep kettő darab tekercsének a vezérlőjelei (Q3 és Q4). A kettes modulon található meg a kétkezes indításhoz szükséges kétkezes indító gomb (I1-I4), itt kétfajta lehetőséget is felkínál a program, egyszerűbb kettő bemeneteset, vagy az általam használt négy (kettő bal és kettő jobb) bemeneteset.



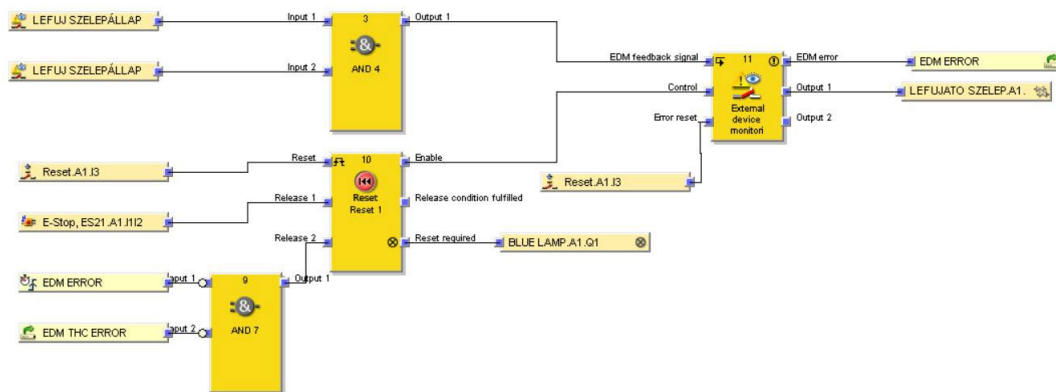
25. ábra: PLC hardveres felépítése

A kétkezes indítók általában egy gomb lenyomásával egyszerre működtetnek egy alaphelyzetben zárt és egy alaphelyzetben nyitott kontaktust. Ez egy biztonsági diagnosztikai feladatot lát el, így lehet meggyőződni arról, hogy biztos nem ragadtak be a nyomógombok érzékelői, vagy nem működnek hibásan. Az I1-I4 bemenetek pedig a szelepkapcsoltsági állapotjelzők, ezekhez a programban az External Device Monitoring (EDM) bemeneteket választottam. Az EDM bemenet a külső eszközök állapotát figyeli, ha az eszköz lekapcsol vagy hibás állapotban van, akkor az EDM bemenet is logikai hamis jelet valósít meg. A kimeneti elemek (Q1-Q2) kétcsatornás szelepezérlők, melyekkel magát a présvezérlő szelep vezérlőjelét tudjuk kiadni. A könnyebb munkavégzés miatt bekerült a rendszerbe egy zöld lámpa vezérlés, ami akkor kapcsolja fel a lámpát, ha minden feltétel teljesült és az operátor megnyomhatja az indítógombokat. Ezt lámpa outputtal lehet vezérelni. Fontos megjegyezni, hogy a jövőbeni további bővítési lehetőségek miatt mindig célszerű üres ki- és bemeneteket hagyni a PLC-ben. Így ha a felhasználó szeretne még újabb funkciót beépíteni a gépbe, akkor nem szükséges rögtön egy költséges IO modult beszereznie.



26. ábra: PLC kód I/O mátrix

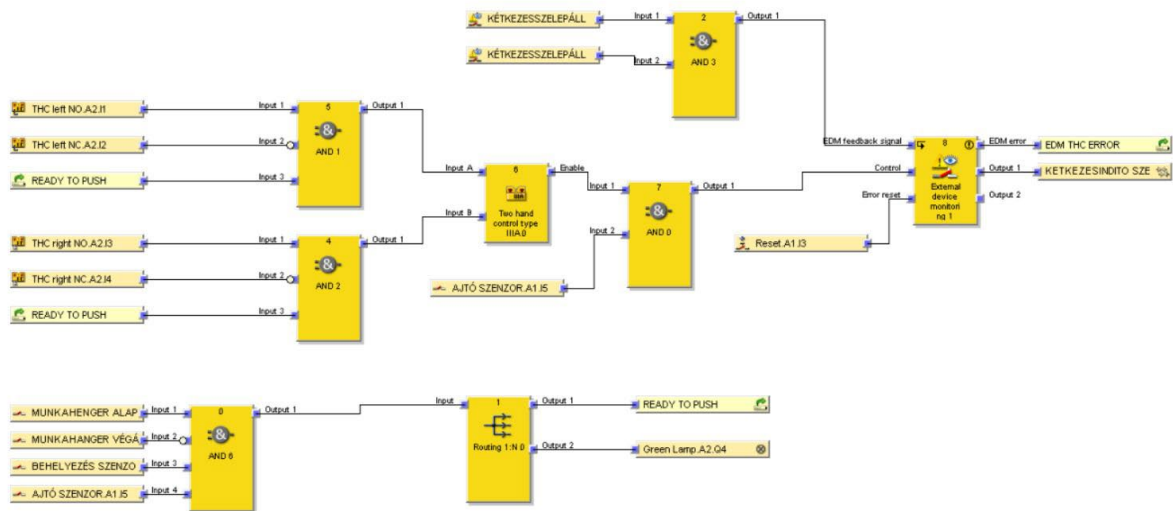
Miután megvalósult a PLC ki- és bemeneteinek definiálása, elkészíthető a biztonsági kód. Feladatomban ehhez a Flexi Soft Designer Logic editor menüjét használtam. A fenti ábrán látható a kód I/O mátrixa, amely azt mutatja meg, hogy melyik kimenet és bemenet kapcsolódik valamilyen szinten egymáshoz. Például a kétkezes indító gomb bemenetei csak az indító szelep kimeneteivel vannak összefüggésben.



27. ábra: Vészleállítás PLC kódja

A vészleállítás funkció megvalósításához a PLC kódban először is szükségünk van az ESTOP gombra. A logic editorban minden előre definiált be- és kimenetet, valamint az összes logikai és funkció blokkot a bal oldali menüből egyszerűen be lehet húzni a munkaterületre. Az ESTOP bemenet két bemenetet foglal el és ezért két csatornás, csak egy működtető eleme van (maga a gomb), ezért a kódban is egy elemként jelenik meg. Szükség van a reset gombra,

amivel az egész biztonsági kört újra lehet indítani. A folyamat elindításához szükség van még egy RESET funkcióra. A reset blokk reset bemenetére kell kötni a reset gombot. A folyamat elindításához nem csak a reset gomb megnyomása szükséges, hanem hogy a vészstop gomb folyamatosan zárt állapotban legyen, vagyis ne legyen lenyomva, ezért az estop bemenetet is rá kell kötni a reset blokkra. A reset funkció megvalósulásához még az is szükséges, hogy a reset gomb ne csak megnyomva legyen, hanem fel is legyen engedve, mivel a blokk bemenetének szüksége van egy lefutó és felfutó élre. A kék reset gombot pedig a reset required kimenete fogja működtetni, amivel jelezni tud az operátor felé, hogy szükséges a reset gomb megnyomása. A reset blokk kimenetére nem lehet közvetlenül rákötni a szelepvezérlést, mivel a biztonsági szint eléréséhez szükségünk van diagnosztikára, vagyis ellenőrizni kell, hogy a szelep megfelelően működik-e. Itt használjuk fel a szelepkapcsoltsági állapotjelző bemeneteket, így tudjuk ellenőrizni, hogy a kivezérelt jel tényleg működtette-e a szelepeket. Ezért a programban a kivezérelt jellel egyszerre el kell indítani egy időzítőt, figyelembe véve a szelepkapcsolási időt és a PLC kapcsolási idejét, amellyel meghatározhatjuk, mikor kell a szelepnek kapcsolnia. Erre a funkcióra használható az EDM blokk, ami a kimeneti jel és a visszacsatolt jel közötti különbséget vizsgálja egy bizonyos időkésleltetéssel (jelen esetben 300 ms). A szelep vezérlését az EDM blokkra kötöttem, így ha nem kap időben jelet, akkor az EDM blokk a szelepről elveszi a vezérlő jelet. A kettő szelepkapcsoltsági állapotvisszacsatolást egy logikai „és” kapcsolattal összekötöttem, így úgy működnek, mintha sorba lennének kötve, tehát csak akkor adnak jelet az EDM blokkra, ha mindketten kapcsolt állapotban vannak. Ha az EDM blokk hibát észlel, akkor elveszi a jelet a kimenettől és az EDM error kimenet válik aktívvá. Ha EDM error állapot áll fenn, akkor nem lehet indítani a folyamatokat, ezért ezt a kimenetet vissza kell kötni az újraindító blokkba. Ez azért szükséges, hogy ha az EDM error magas szinten van, ne lehessen a reset blokkot aktiválni. Az egyszerűbb kezelhetőség miatt az EDM error-t nem közvetlenül a reset bemenetére kötöttem vissza, hanem egy címre van hivatkozva, így nem kell a kód elejére visszakötni, elég csak ott egy hivatkozási pontot beszúrni. Mivel kettő EDM blokkom van, ezért mindkét EDM hibának címet adtam és összekapcsoltam őket egy „és” logikai blokkal. Mivel csak az az állapot jó nekünk, amikor nincs EDM hiba, így az „és” blokk bemeneteit negáltam, vagyis akkor aktiválódik az „és” logika, ha mindkettő EDM error hamis állapotú.



28. ábra: Kétkezes indítás és az ajtófigyelés PLC kódja

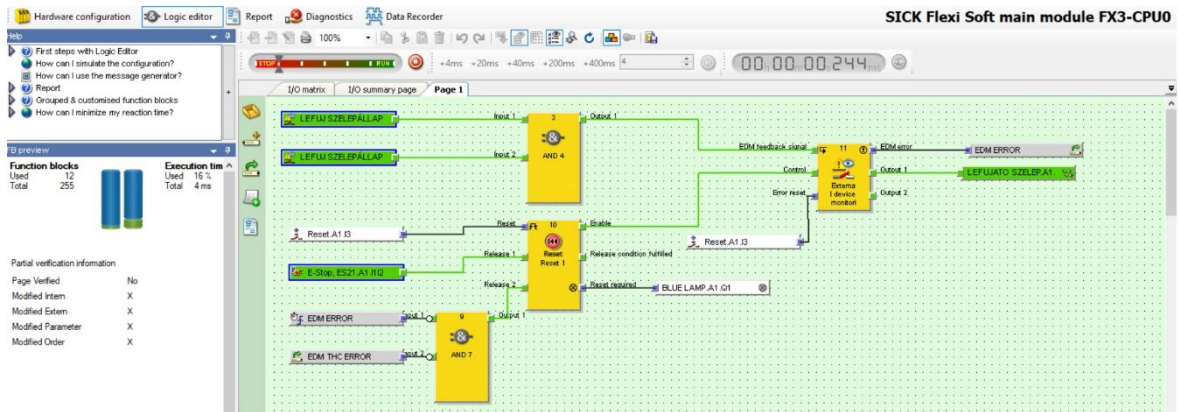
A présvezérlő szelep mindkét mágnestekercsének kapcsolt állapotban kell lennie a préseles működtetéséhez. A szelepekhez vannak vezérelve az EDM bontó kontaktusok, amelyek, ha a szelep nincs vezérelve, akkor nyitott helyzetben folyamatosan küldik a jelet a PLC bemenetére, de amint a tekercsek kapcsolt állapotba kerülnek és a szelep is megfelelően működik, úgy ezek az EDM kontaktok bontanak, és ezáltal egy visszacsatolás is érkezik a szeleptől, hogy megtörtént a szelep állapotváltozása. A kétkezes indító a PLC-ben négy darab bemenetet fog elfoglalni, mindkettő gombnak van egy alaphelyzetben zárt NC és egy alaphelyzetben nyitott NO. Az indító akkor működik megfelelően, ha a gomb megnyomására NC bemenetről megszűnik a jel és az NO bemeneten megjelenik a jel. Ez a tulajdonsága diagnosztikai feladatokra használható, segítségével ellenőrizni lehet, hogy megfelelően működnek-e a gombok, nincs-e valamelyik beragadva. A kódban benne van a jobb és a bal indítógomb NO és NC bemenete. Mivel az indíthatóság feltétele az állapotváltozás, vagyis, hogy az NC-ről elmegy a jel és az NO-n megjelenik, ezt egy „és” logikai kapuval valósítottam meg, a két-két gomb bemeneteit összeécseltem, az NC-s kontakt bemeneteit pedig invertáltam, mivel akkor kell kapcsoljon az „és” logika, ha nincs az NC kontakton jel, valamint rákötöttem egy READY TO PUSH címkét. Ez a jel akkor lesz aktív, ha a munkahenger helyes pozícióban van és a munkadarab is be van helyezve. Ha a READY TO PUSH aktív, akkor világít egy zöld lámpa is, ami jelzés az operátornak, hogy megnyomhatja az indítógombokat. Nem elég azonban, hogyha a gombok működtetett állapotban vannak, fontos a kitámasztás elleni védelem is, eszerint a két gomb megnyomása között nem telhet el több mint 500 ms. A programban van erre előre elkészített kétkezes irányító gomb, ami ezt a késleltetést

valósítja meg, így nem is lehet az 500 ms korlátot átállítani. A blokk bemeneteire rákötöttem a kettő összeérselt nyomógombot, a blokk kimenete így már tudná vezérelni az indító szelepet, viszont itt is szükség van EDM blokk általi ellenőrzésre, mivel a kétkezes indító szelep állapotkapcsoltságát is szükséges monitorozni. Emellett itt kell alkalmazni az ajtó behúzás figyelő szenzort, amit egy logikai „és” blokkal kapcsoltam össze a kétkezes nyomógomb kimenetével, vagyis csak akkor megy az EDM blokkra kontroll jel, ha a gombok is megfelelően le vannak nyomva és az ajtó is be van húzva. Az EDM blokk kimenetén van a présindító szelep, és az EDM error hiba vissza van vezetve a lefújató ág reset blokkjába, hogy EDM hiba fellépése esetén ne lehessen indítani a rendszer levegővel való feltöltését. A szelepkapcsoltsági állapotjelzőket ugyanúgy összekapcsoltam egy „és” blokkal, így csak akkor adnak jelet, ha mindketten kapcsolt állapotban vannak. Amikor a szelep állapota megváltozik, az állapotjelzők is alacsony szintre váltanak. Így végül mindkettő szelepet egy-egy EDM blokk irányítja, rajta visszacsatolással ellenőrizve a szelepkapcsoltság állapotát.

3.8. PLC kód szimuláció

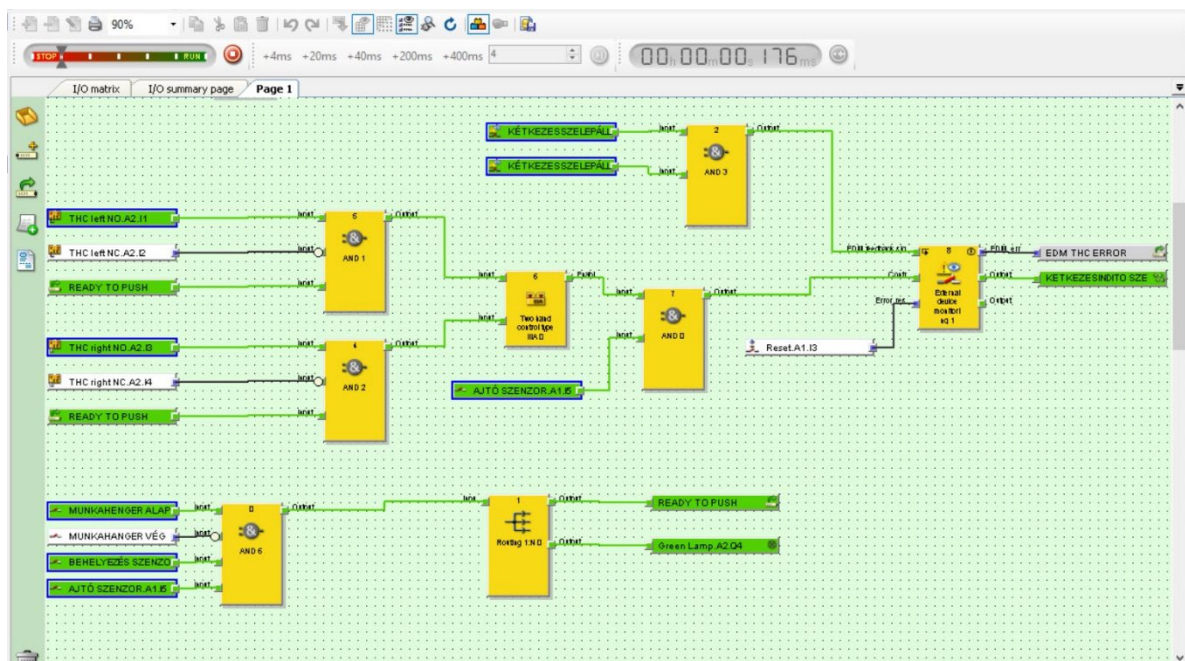
A Flexi Soft Designerben lehetőség van arra, hogy az elkészült kódot szoftveres környezetben teszteljük. Szimulációs módban választhatjuk, hogy a program folyamatosan fusson valós időnek megfelelően, vagy az egyszerűbb kezelhetőség miatt lehetőség van az idő múlását lassítani vagy gyorsítani a tesztelési környezetben. Továbbá van lehetőség bizonyos megadott időtartományonként léptetni a szimulációt. Mivel a programomban több bemenetet is egyszerre kell kezelni, valamint figyelni kell az EDM blokk 300 ms-os változás követésére és a kétkezes blokk 500 ms-os kapcsoltság változására, ezért a tesztet a lehető leglassabban futó módon lehet csak elvégezni. Viszont még a leglassabb módon is két részre választottam a szimulációt, a könnyebb kezelhetőség és az átláthatóság miatt.

A 26. ábrán látható a vészleállítás és biztonsági lefújató szelep szimulációja. A kód a leglassabb módon fut, a kép készítésének a pillanatában 284 ms telt el az indítás óta. Az estop gomb kapcsolt állásban van, vagyis nincs benyomva a gomb, nincs EDM hiba a rendszerben, a szelep átkapcsolt, ezért nincsenek kapcsolt állapotban a szelepállapotjelző bemenetek. Ilyenkor a rendszer levegő köre nyomás alatt van.



29. ábra: Vészleállítás PLC kód szimulációja

A következő ábrán a munkahenger indításának feltételei láthatók tesztelés közben. Itt is a leglassabb módot választottam a program futtatásához. Látható, hogy az indításhoz szükséges feltételek megvalósultak, az ajtó be van húzva, a munkadarab be van helyezve, a munkahenger még alaphelyzetben van. Világít a zöld lámpa és a kétkezes indítógombok is megnyomásra kerültek, NO állásban kapcsoltak, ezért az engedélyező jelet megkapta a szelep a munkahenger elindításához. A szelepállapot is megváltozott, ezért a szelepkapcsoltsági állapotjelzők nincsenek kapcsolt állapotban, viszont még nem telt el annyi idő, hogy a munkahenger megteljen levegővel és megmozduljon, ezért aktív még a munkahenger alaphelyzet érzékelő.



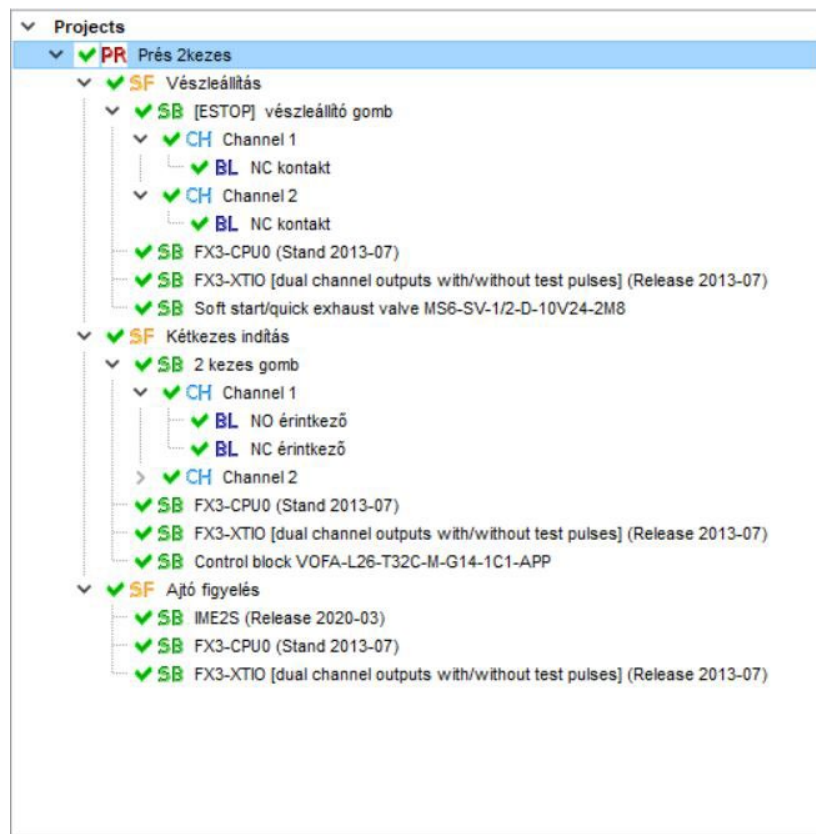
30. ábra: Kétkezes indítás és az ajtófigyelés PLC kód szimulációja

Amennyiben a program szimulációjában helyesen lefut a program, úgy a való életben is a tervezésnek megfelelő elemekkel, helyesen fog lefutni a program.

3.9. SISTEMA riport

A SISTEMA program az ISO 13849 szabványban meghatározott szükséges teljesítmény szint kiszámítását teszi lehetővé, fejlesztője az IFA (német munkabiztonsági és egészségvédelmi intézet). A szoftver segítségével elkészíthetők a tervezett gép szabvány szerinti kockázati számításai. A projektem felépítése a 28. ábrán látható.

Minden projekt egy veszélyes gépet jelöl, amiről az elemzés készül, jelent esetben ez a pneumatikus prégép. Itt van megadva a tervezett berendezés típusa, tervezője, és itt található meg a dokumentációja is. Itt található meg a teljes kitöltés után a gépben meghatározott biztonsági funkciók és a szükséges, illetve teljesített biztonsági szintek. Ahogyan az az ábrán is látható, a tervezett berendezés teljesíti a szükséges biztonsági teljesítményt.



31. ábra: SISTEMA projekt felépítése

A projektek biztonsági funkciókból (SF) állnak. Az én gépem három biztonsági körből áll, ezek a vészleállítás, a kétkezes indítás és az ajtó figyelés.

The screenshot shows the 'SISTEMA Project' interface with the 'Safety functions' tab selected. A table lists three safety functions with their respective PL levels:

Name	Type	PLr	PL
Ajtó figyelés	Safe direction (SDI)	d	d
Kétkézes indítás	Safe direction (SDI)	d	e
Vészleállítás	Emergency stop function	c	d

32. ábra: Biztonsági funkció PL szintje

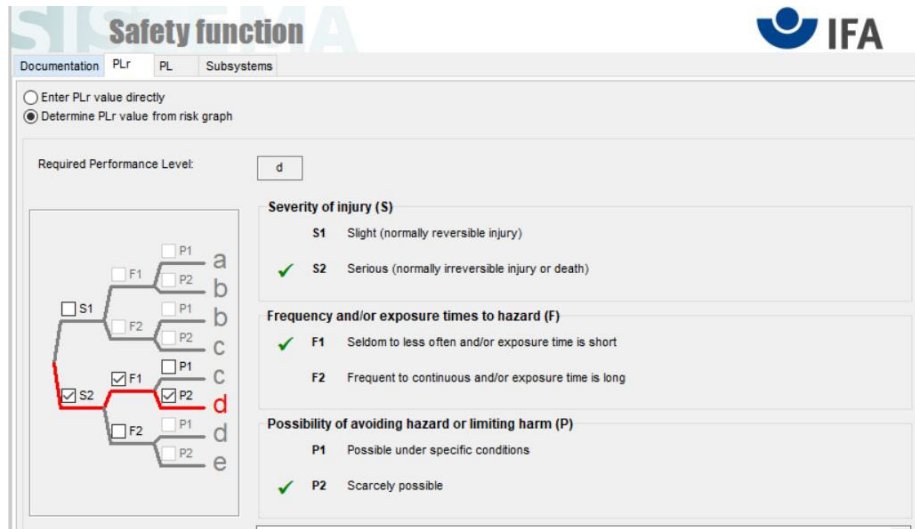
A biztonsági funkciók alrendszeréből (subsystem) állnak. Ezek az alrendszerek végzik el a biztonsági funkció ellátását (relék, nyomógombok, végrehajtó szelepek stb.). Itt lehet meghatározni biztonsági szinteket különböző biztonságtechnikai jellemzőkkel (DCavg, CCF, PFHd, Cat).

A biztonsági funkciók létrehozásakor meg kell határozni, hogy a funkciók mennyi csatornán végzik el a feladatukat, hogy redundáns-e az elem. A vezérlés kategória határozza meg a csatornák számát. A csatornák blokkokból állnak, melyek a csatornában lévő funkcionális egységek (nyomógombok, szelepek, szenzorok). Minden csatornának kell legalább egy blokkot tartalmaznia. A projektben a legalacsonyabb szintet a blokkokban lévő elemek adják. Ezen a szinten lehet meghatározni egy blokkot felépítő összes hardveres elemet. [34]

3.9.1. SISTEMA kockázatbecslés

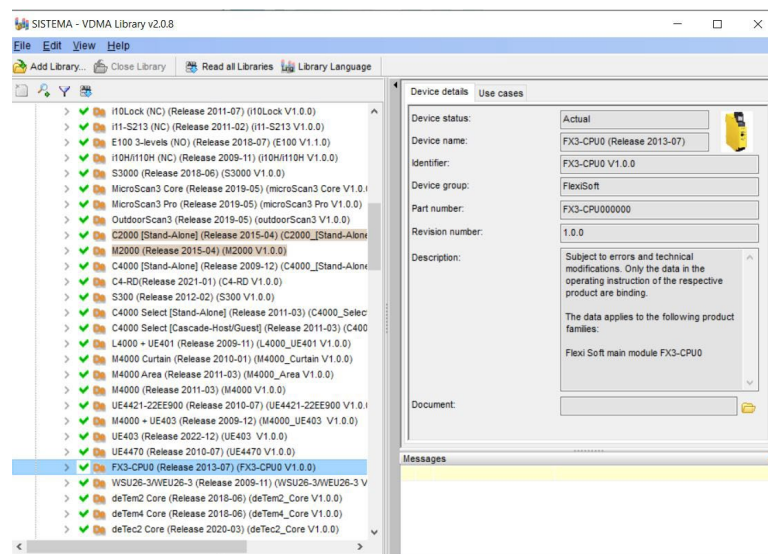
Az alábbiakban a vészleállítás biztonsági funkción keresztül mutatom be a SISTEMA kockázatszámítását. A biztonsági funkció létrehozásánál megadhatjuk az alap adatokat:

- biztonsági funkció neve
- biztonsági funkció típusa – vészleállítás
- az esemény, ami a funkciót megvalósítja – ESTOP gomb megnyomása
- mi történik, ha megszűnik az energiaellátás – hajtóelemek energia ellátása megszűnik
- milyen biztonsági helyzetben van – energiamentes állapotban van a rendszer
- üzemmód, futásidő, illetve megadható a dokumentáció helye is.



33. ábra: PLr szint meghatározása

A PLr szükséges teljesítményszint meghatározáshoz, ha ismerjük a kért értéket (szabvány szerint c), akkor azt is megadhatjuk manuálisan, vagy a kockázatértékelő gráfot kitölthetjük. Mivel a manuálisan kitöltött gráfelemzés magasabb szintet követel, mint a szabvány (ISO 13849-1), így, ha a számított PL érték magasabb lesz, mint az itt meghatározott d szint, akkor megfelel a követelményeknek. A következő menüpontban kiválaszthatjuk, hogy a PL szintet alrendszerek határozzák meg, itt is érvényes, hogy a legalacsonyabb szintű határozza meg az egész biztonsági funkció teljesítmény szintjét. Az alrendszereket kétféleképpen lehet létrehozni a projektben. Lehet kézzel megadni és utána a csatornákat is kézzel beállítani, vagy a SISTEMA könyvtárából választani.



34. ábra: SISTEMA könyvtár

Mivel a legnagyobb gyártók (Festo, Sick) hozzáférhetővé teszik az általuk forgalmazott biztonsági rendszereket minden szükséges adattal kitöltve a kockázati számításhoz, ezzel megkönnyítik a munkát. Ezek a könyvtárból kézzel behúzhatóak a projektbe. A vészleállító gombja viszont nem szerepel a könyvtárban, így azt manuálisan kell kitölteni. A létrehozott biztonsági funkcióknak is meg kell adni az alapadatait (név, gyártó stb.), a funkcióját (bemenet) és ide is fel lehet tölteni a dokumentációját. A PL szintet kiszámíthatjuk a kategóriája alapján (4-es), MTTFD és DCavg alapján, amit a blokkokból határozhatunk meg, valamint szükséges még hozzá meghatározni a közös okú meghibásodásokat (CCF) is. Az alábbi ábrán láthatók a CCF elleni intézkedések. A minimális 65 pont helyett 70-et ért el a rendszer, ezért megfelelő.

No.	Measure against CCF	
MEASURES FORM ISO 13849-1:2015, TABLE F.1		
Separation / Segregation		
<input checked="" type="checkbox"/>	1 Physical separation between signal paths, for example: — separation in wiring/piping; — detection of short circuits and open circuits in cables by dynamic test; — separate shielding for the signal path of each channel; — sufficient clearances and creepage distances on printed-circuit boards.	15
Diversity		
<input type="checkbox"/>	2 Different technologies/design or physical principles are used, for example: — first channel electronic or programmable electronic and second channel electromechanical hardwired, — different initiation of safety function for each channel (e.g. position, pressure, temperature), and/or digital and analog measurement of variables (e.g. distance, pressure or temperature) and/or Components of different manufactures.	20
Design / application / experience		
<input checked="" type="checkbox"/>	3.1 Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc.	15
<input checked="" type="checkbox"/>	3.2 Components used are well-tried.	5
Assessment / analysis		
<input type="checkbox"/>	4 For each part of safety related parts of control system a failure mode and effect analysis has been carried out and its results taken into account to avoid common-cause-failures in the design.	5
Competence / training		
<input type="checkbox"/>	5 Training of designers to understand the causes and consequences of common cause failures.	5
Environmental		
<input checked="" type="checkbox"/>	6.1 For electrical/electronic systems, prevention of contamination and electromagnetic disturbances (EMC) to protect against common cause failures in accordance with appropriate standards (e.g. IEC 61326-3-1). Fluidic systems: filtration of the pressure medium, prevention of dirt intake, drainage of compressed air, e.g. in compliance with the component manufacturers' requirements concerning purity of the pressure medium. NOTE For combined fluidic and electric systems, both aspects should be considered.	25
<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 Other influences Consideration of the requirements for immunity to all relevant environmental influences such as, temperature, shock, vibration, humidity (e.g. as specified in relevant standards).	10

35. ábra: CCF elleni intézkedések gyűjteménye

Az automatikusan létrehozott kettő csatorna egy-egy NC blokkból áll, mivel a vészleállító gombban is kettő darab NC kontakt található. Itt is szükséges kitölteni a létrehozott csatorna dokumentációját, valamint MTTFD számítás is szükséges, amit a gyártó által megadott adatokból kiszámoltathatunk a szoftverrel.

36. ábra: MTTFD számítás

A gép évi 250 órában, napi 8 órát fog működni a tervezés szerint, ezekből az adatokból a szoftver kiszámolja az átlagos időt a veszélyes meghibásodás kialakulásáig. Meghatározandó a DC (diagnosztika a hibafelismeréshez) érték, amihez az ISO 13849-1 szabvány szerint kiválasztható a bemeneti jelek és a köztes eredmények keresztellenőrzése a logikán belül (L), valamint a programfolyamat időbeli és logikai szoftveres ellenőrzése és a statikus hibák és rövidzárlatok észlelése (több I/O esetén). A diagnosztikai érték tartománya magas (99%). Az összes számítás után a rendszer zöld pipákkal jelzi, hogy minden biztonsági alrendszer megfelel a PLr d szintnek. Az eredményeket riport formájában mellékletként csatolom.

3.10. Költségszámítás

[1. táblázat] Hardverek magyarországi bruttó átlagára

SMC VHS20	13 000 Ft
SMC AW20-F02H-B	15 000 Ft
SMC G36-10-01 L	4 000 Ft
Festo MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8-SO-AG	360 000 Ft
Festo VOFA-L26-T52-M-G14-1C1-APP	368 000 Ft
SMC CD55B50-50	30 000 Ft
SMC D-M9PL 2db	34 000 Ft
SICK IME2S12-04N4DW2	50 000 Ft
Omron E2B-M12KS04-M1-B1	9 000 Ft
Schneider VCCF0	16 000 Ft

Schneider iC60NC6A	3 000 Ft
PHOENIX CONTACT TRIO-PS/1AC/24DC/5	52 000 Ft
SICK FX3-CPU000000	117 000 Ft
SLICK FX3-XTIO84002 2db	358 000 Ft
Schneider XALK178EH7	19 000 Ft
Schneider XB5AW33B5 2db	16 000 Ft
Schneider XB4FW36B5	13 000 Ft
Hardverek ára összesen (bruttó):	1 477 000 Ft

A tervezett gép költségeit két részre osztottam, az egyik részt a felhasznált eszközök költségei adják, a másikat pedig a ráfordított munka ára. A hardver költségek kapcsán csak a pneumatikus és elektromos egységeket vettem számításba, a gép felépítményére nem tértem ki a számítás során. Tisztán látszik a táblázatból, hogy a legnagyobb költséget a legmagasabb biztonsági fokú elemek jelentik. Sajnos tapasztalható még napjainkban is, hogy a megrendelők ezeken próbálnak meg a legtöbbet spórolni, amivel veszélyeztetik a felhasználót. A ráfordított munkaórákat meg lehet különböztetni tervezési és összeszerelési szempontból. Jelen esetben egy kezdő mérnök napi díja 100 000 Ft, így egy heti munkával számolva az 500 000 Ft. Egy összeszerelő technikus napi díja körülbelül 75 000 Ft, a szerkezet összeállítása hozzávetőlegesen kettő napot vesz igénybe. Ezzel a teljes összköltség körülbelül bruttó 2 millió forintra jön ki.

4. Összefoglalás

A kitűzött céloom az volt, hogy tervezzek egy olyan moduláris pneumatikus összeszerelő berendezést, amely az összes biztonsági szabványnak megfelelően kiválthat egy kézi összeszerelési folyamatot. A pneumatikus rendszer előnyeit és hátrányait is figyelembe véve én sűrített levegős technológiával képzeltem el a gépemet. Miután tanulmányoztam a munkavédelemmel és pneumatikával kapcsolatos ISO előírásokat, papírra vettem, hogy milyen funkcióknak, milyen biztonsági előírások betartásával szeretném, ha megfelelna a gépem. A tervezett összeszerelő berendezés egy présgép, amely arra alkalmas, hogy a gyártási folyamat során az egyes elemeket félautomata módon összeszerelje. Ez azt jelenti, hogy maga a préselés automatikusan történik, viszont a munkadarabok ki-be mozgatásához továbbra is szükség van emberi munkaerőre. A tervezésem fő irányvonalát az elektromos kapcsolás elkészítése, a pneumatikus elemek kiválasztása és a biztonsági funkciók szem előtt tartása adta. Az elektromos és pneumatikus alkatrészek kiválasztása során nem azok kedvező árát, hanem az általuk teljesített biztonsági szint elérését vettem figyelembe. Elkészítettem a gép elektromos kapcsolási rajzát, illetve a FluidSim programban a pneumatikus szimulációját. Az általam előzetesen meghatározott biztonsági funkciók eléréséhez a Flexi Soft Designer programmal elkészítettem a gép biztonsági PLC kódját. Erre vonatkozó szimulációkat is folytattam, amelyek sikerrel zárultak. Ezt követően a SISTEMA szoftverben elkészítettem a tervezett gép szabvány szerinti kockázati számításait, melyet ábrákkal is prezentáltam. A kapott eredmények szerint a gép minden biztonsági funkciója megfelelt az ISO 13849 előírásoknak. Végezetül költségszámítást készítettem, amely során a gép hardvereinek ára mellett a ráfordított munkaórák költségét is figyelembe vettem. Ez alapján azt a megállapítást tettem, hogy a gép mind anyagköltségében, mind funkcionalitásában megérheti a ráfordítandó befektetést. Megjegyzem, hogy a gép olcsóbb alkatrészekkel is elkészíthető lenne, ugyanakkor ezek nem biztos, hogy garantálnák azt a megbízhatóságot és biztonságot, amelyet az általam választott alkatrészek garantálnak. Összességében megállapítható, hogy egy piacképes, elfogadható árú, magas minőséget garantáló présgépet sikerült terveznem.

5. Summary

My goal was to design a modular pneumatic assembly system that could replace a manual assembly process, meeting all the safety standards. Considering both the advantages and disadvantages of a pneumatic system, I envisioned my machine using compressed air technology. After I studied the safety and pneumatics ISO standards, I defined the functions and the required safety standards for my machine. The pneumatic assembly machine what I planned is a press that is capable of semi-automatically assembling the individual components during the manufacturing process. This means that the pressing itself is automatic, but human force is still required to move the workpieces in and out. I focused on the electrical connections, the pneumatic elements selection and the observed safety features. The electrical and pneumatic components were selected not on the basis of their low price, but on the basis of the level of safety they could achieve. I created the electrical schematic of the machine and the pneumatic simulation in FluidSim. To achieve the safety functions I had previously defined, I made the safety PLC code for the machine using Flexi Soft Designer. I also carried out simulations on this, which were successful. After that I used the SISTEMA software to prepare standard risk calculations for the designed machine, which I also presented with reports. The results I got showed that all the safety functions of the machine are suitable with the ISO 13849 standards. Finally, I made a cost calculation, including the cost of the hardware and the cost of the working hours. I concluded that the machine would worth the investment in terms of both material cost and functionality. I note that the machine could be made with cheaper parts, but these may not guarantee the reliability and safety as much as the parts I have chosen. All in all, I have succeeded in designing a marketable press that is reasonably priced and guarantees high quality.

6. Irodalomjegyzék

- [1] Sárközi Eszter – Dr. Jánosi László: Pneumatikus rendszerek energiafelhasználásának csökkentési lehetőségei (cikk), Szent István Egyetem Gépipari Technológiai Intézet, Mezőgazdasági Technika, 2017. január
- [2] [Pneumatic Definition & Meaning | Dictionary.com](#) [letöltve: 2023.04.02.]
- [3] Jáki Imre: Pneumatikus és hidraulikus rendszerek, Műszaki Könyvkiadó, 2020
- [4] Magyar értelmező kéziszótár, Akadémiai Kiadó, 2021
- [5] Veres György: Hidraulika és pneumatika, Pannon Egyetem, 2012
- [6] Kéri János: Pneumatika érthetően, IndusTech Kft., 2019
- [7] Festo Automatika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.: Bevezetés a pneumatikába, P111.
- [8] Dr. Szabó Tibor: Gépészeti automatizálás. Edutus Főiskola, 2011
- [9] Jáki Imre: Irányítástechnikai alapismeretek, Műszaki Könyvkiadó, 2018
- [10] Dr. Huba Antal, Dr. Aradi Petra, Czmerk András József, Dr. Lakatos Béla, Dr. Chován Tibor, Dr. Varga Tamás: Mechatronikai berendezések tervezése, 2014, Budapest, BME, [Mechatronikai berendezések tervezése \(bme.hu\)](#)
- [11] Korondi Péter: Csúszómód-szabályozás a teljesítményelektronikában és mechatronikában, Akadémiai Kiadó, 2017
- [12] Raptis Dimitrios: Pneumatika – Elektropneumatika - Rendszertechnika, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2017
- [13] [Single Vs. Double Acting Pneumatic Cylinders - Trimantec](#) [letöltve: 2023.04.14.]
- [14] Karczub Béla: Pneumatikus alapkapsolások és összetett vezérlések készítése, rajzdokumentációja. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2008
- [15] Czmerk András József: Pneumatikus rendszerek dinamikájának és beállási pontosságának javítása, PhD értekezés, BME Budapest, 2015
- [16] [What is a Limit Switch? | Omron Electronic Components Europe - A global leader in the field of automation](#) [letöltve: 2023.04.16.]
- [17] Festo Automatika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.: Szenzorok. Tanfolyami jegyzet, 2007
- [18] [Proximity Sensor Working and Types - Chemical Engineering World](#) [letöltve: 2023.04.16.]
- [19] [What is a proximity sensor? | Fierce Electronics](#) [letöltve: 2023.04.16.]

- [20] [Magnetic Switch : Circuit, Working, Types and Its Applications \(elprocus.com\)](https://elprocus.com) [letöltve: 2023.04.16.]
- [21] Forgó Zoltán: Bevezetés a mechatronikába, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Műszaki tudományos füzetek, Kolozsvár, 2009
- [22] Festo Automatika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.: Csökkentse energiafelhasználását akár 60%-kal sűrítettlevegő-rendszerében, 2014
- [23] Kaeser Kompressoren Kft.: Sűrítettlevegő-technológia – Alapismeretek és gyakorlati tudnivalók
- [24] [A levegő pénz | Festo HU](#) [letöltve: 2023.04.18.]
- [25] Maczik Mihály András: PLC ismeretek és példatár, Műszaki Könyvkiadó, 2018
- [26] Dr. Ferenczi István: PLC programozási alapismeretek, Nyíregyházi Egyetem, 2018
- [27] [What are the advantages of Compact PLC? - Cedetas Mühendislik ve Teknoloji A.Ş \(cedetas.com.tr\)](#) [letöltve: 2023.04.18.]
- [28] Dr. Földi László József, Berencsi Bence: Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében. Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata 88., Budapest, 2022
- [29] SMC Hungary Kft: Fókuszban a biztonság. A gépi berendezésekről szóló irányelv és az ISO 13849 szabvány sorozat alkalmazása a gyakorlatban. A Magyar Szabványügyi Testület ajánlásával, 2021
- [30] Bende Zsolt, Rávai Attila: Gépek biztonsága, Akadémiai Kiadó, 2018
- [31] SICK Sensor Intelligence: Útmutató a biztonságos gépekhez. Hat lépés a biztonságos géphez, 2015
- [32] Bocz Árpád: E-learning anyag fejlesztése gépipari biztonság témában. Szakdolgozat, Miskolci Egyetem, 2016
- [33] <https://penta-elektrik.hu/hu/szakmai-blog/-1szakmai-blog-1/a-kismegszakitok-mukodese-karakterisztikaja-es-jelolesei> [letöltve: 2023.04.28.]
- [34] Szilágyi J.: Használati segédlet kockázatkiértékelés készítéséhez Sistema program használatával, Festo, 2016

7. Ábrajegyzék

[1. ábra] A pneumatikus rendszer legfontosabb elemei

http://www.pneuplus.hu/pneumatika_oktatas_files/Pneumatikus_rendszer.pdf

[2. ábra] Kettős működtetésű munkahenger felépítése

[What are Single Acting & Double Acting Hydraulic Cylinders | by VComp Inc | Medium](#)

[3. ábra] Az útszelepek működtető egységei

Raptis Dimitrios: Pneumatika – Elektropneumatika - Rendszertechnika, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2017

[4. ábra] A PLC-k funkciói

Forgó Zoltán: Bevezetés a mechatronikába, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Műszaki tudományos füzetek, Kolozsvár, 2009

[5. ábra] MTTFd szintek

<https://www.linkedin.com/pulse/mttfd-2500-dr-martin-kidman-phd>

[6. ábra] DC szintek

<https://ca.idec.com/RD/safety/law/iso-iec/iso13849>

[7. ábra] PL szintek

<https://www.sensy.com/en/technology/standards/iso-13849-safety-of-machinery>

[8. ábra] A présgép felépítése – saját ábra

[9. ábra] Festo MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8-SO-AG

<https://www.festo.com/us/en/a/download-document/datasheet/8038490>

[10. ábra] Festo VOFA-L26-T52-M-G14-1C1-APP

<https://www.festo.com/hu/hu/a/download-document/datasheet/569819>

[11. ábra] FluidSim szimuláció – csak az egyik szelep kapcsolt – saját ábra

[12. ábra] FluidSim szimuláció – mindkettő szelep kapcsolt – saját ábra

[13. ábra] SMC D-M9PL belső áramköre

<https://www.smc-pneumatics.com/pdfs/AutoSw-Guide.pdf>

[14. ábra] SICK IME2S12-04N4DW2 érzékelési távolsága

https://cdn.sick.com/media/pdf/2/52/452/dataSheet_IME2S12-04N4DW2_1091947_en.pdf

[15. ábra] Omron induktív szenzor érzékelési távolsága az anyag függvényében

https://assets.omron.eu/downloads/datasheet/en/v3/d116_e2b_cylindrical_proximity_sensor_datasheet_en.pdf

[16. ábra] Elektromos kapcsolási rajz – tápegység – saját ábra

-
- [17. ábra] Elektromos kapcsolási rajz – PLC I/O I. – saját ábra
 - [18. ábra] Elektromos kapcsolási rajz – PLC I/O II. – saját ábra
 - [19. ábra] Vészleállítás biztonsági funkció elemei – saját ábra
 - [20. ábra] Vészleállítás blokkvázlata – saját ábra
 - [21. ábra] Kétkezes indítás biztonsági funkció elemei – saját ábra
 - [22. ábra] Kétkezes indítás blokkvázlata – saját ábra
 - [23. ábra] Ajtónyitást figyelő blokkvázlata – saját ábra
 - [24. ábra] Ajtónyitást figyelő biztonsági funkció elemei – saját ábra
 - [25. ábra] PLC hardveres felépítése – saját ábra
 - [26. ábra] PLC kód I/O mátrix – saját ábra
 - [27. ábra] Vészleállítás PLC kódja – saját ábra
 - [28. ábra] Kétkezes indítás és az ajtófigyelés PLC kódja – saját ábra
 - [29. ábra] Vészleállítás PLC kód szimulációja – saját ábra
 - [30. ábra] Kétkezes indítás és az ajtófigyelés PLC kód szimulációja – saját ábra
 - [31. ábra] SISTEMA projekt felépítése – saját ábra
 - [32. ábra] Biztonsági funkció PL szintje – saját ábra
 - [33. ábra] PLr szint meghatározása – saját ábra
 - [34. ábra] SISTEMA könyvtár – saját ábra
 - [35. ábra] CCF elleni intézkedések gyűjteménye – saját ábra
 - [36. ábra] MTTFD számítás – saját ábra
 - [1. táblázat] Hardverek magyarországi bruttó átlagára

8. Mellékletek

- [1. melléklet] Elektromos kapcsolási rajz
- [2. melléklet] Pneumatikus kapcsolási rajz
- [3. melléklet] SISTEMA riport
- [4. melléklet] Flexi Soft Designer riport

NYILATKOZAT

Alulírott SONKOLY BALINT, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, MECHATRONIKAI MERNÖK 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 dolgozat 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: 2023 év 04 hó 28 nap



Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatos/Szakdolgozatos/Diplomadolgozatos áttekintetem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatos/Szakdolgozatos/Diplomadolgozatos záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2023 év 04 hó 28 nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

**KONZULTÁCIÓS
NYILATKOZAT**

A SONKÓV BÁLINT (név) (hallgató Neptun azonosítója: FOEOYL)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekinttem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem²

Kelt: 2023. év 05. hó 02 nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: SONKOLY BÁLINT
A Hallgató Neptun kódja: FOEOYL
A dolgozat címe: PNEUMATIKUS MŰKÖDTETÉSŰ ÖSSZESZERELŐ BERENDEZÉS TERVEZÉSE
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: MECHATRONIKA

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat 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.

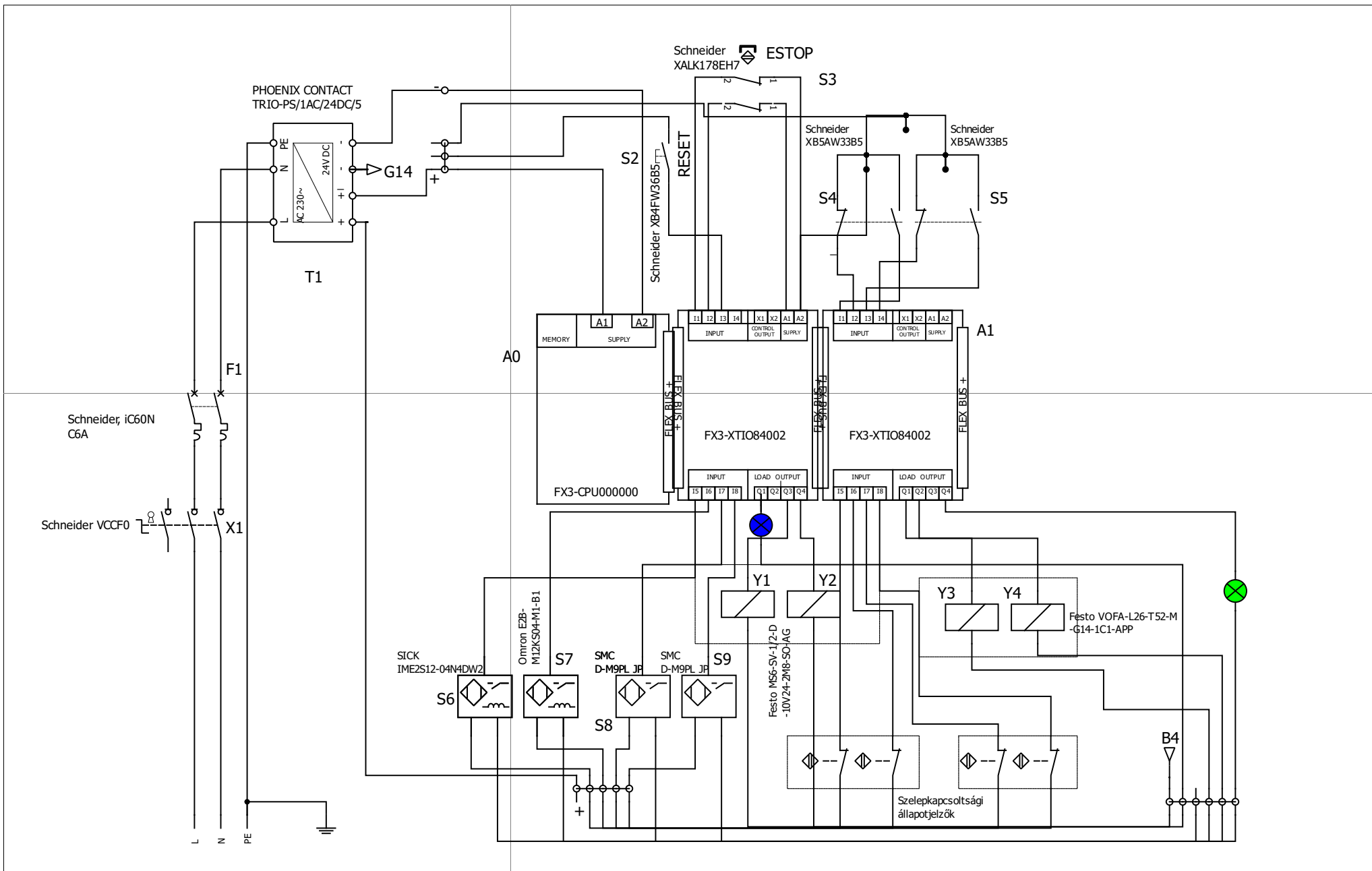
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap



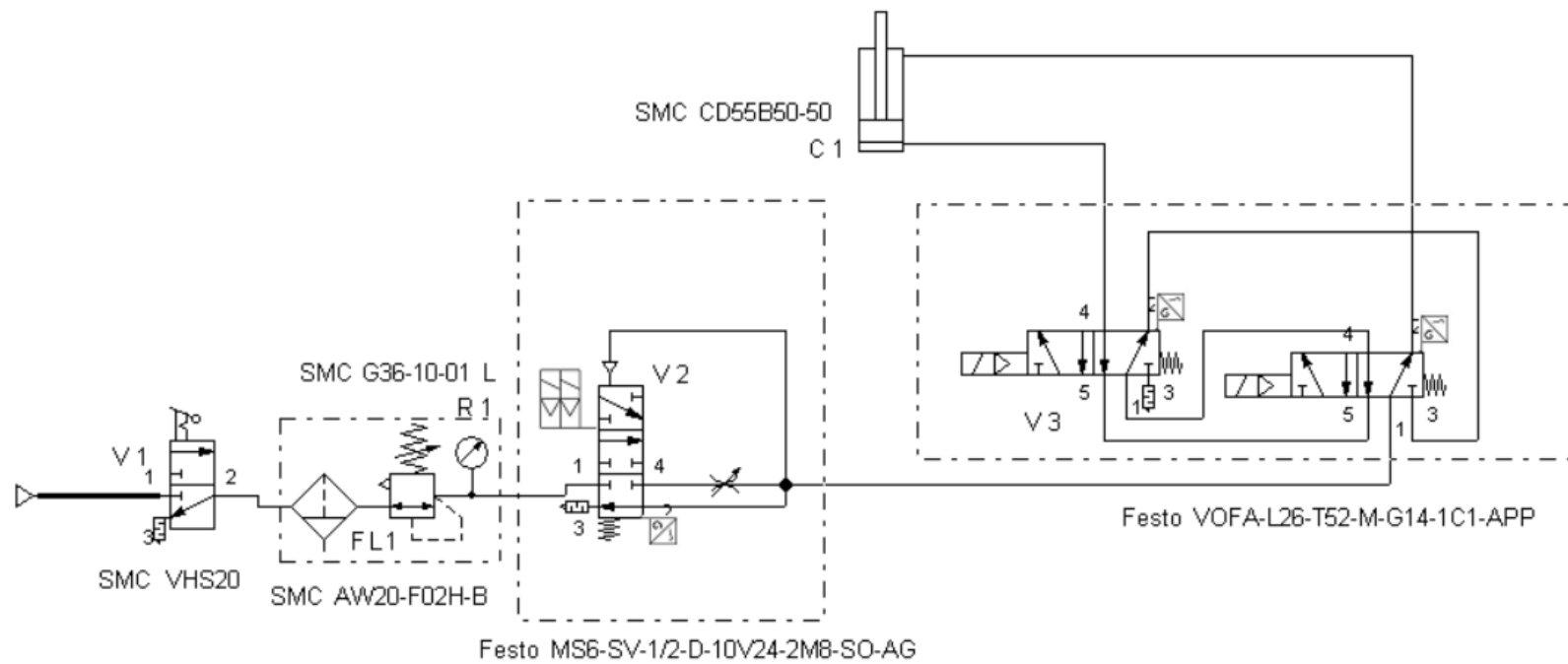
Hallgató aláírása



Készítette : Sonkoly Bálint	Elektromos kapcsolási rajz	Fájl : Elektromos kapcsolási rajz
Cég : MATE		Rev : v1.0
Dátum : 2023. 05. 02.	Feladat : Pneumatikus összeszerelő berendezés	1/1

Címke	Gyártó	Cikkszám	Mennyiség	Funkció
A0	SICK	FX3-CPU000000	1	PLC CPU modul
A1	SICK	FX3-XTIO84002	2	PLC I/O modul
F1	Schneider	iC60NC6A	1	kismegszakító
S2	Schneider	XB4FW36B5	1	reset gomb
S3	Schneider	XALK178EH7	1	vészleállító gomb
S4	Schneider	XB5AW33B5	1	Kétkezes indítógomb-bal oldal
S5	Schneider	XB5AW33B5	1	Kétkezes indítógomb-jobb oldal
S6	SICK	IME2S12-04N4DW2	1	biztonsági induktív szenzor
S7	Omron	E2B-M12KS04-M1-B1	1	induktív szenzor
S8	SMC	D-M9PL JP	1	alaphelyzet végálláskapcsoló
S9	SMC	D-M9PL JP	1	végálláskapcsoló
T1	PHOENIX CONTACT	TRIO-PS/1AC/24DC/5	1	24V DC tápegység
X1	Schneider	VCCF0	1	főkapcsoló
Y1 Y2	Festo	MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8-SO-AG	1	biztonsági légtelenítő szelep
Y3 Y4	Festo	VOFA-L26-T52-M-G14-1C1-APP	1	kétkezes indító szelep

Készítette : Sonkoly Bálint	Darabjegyzék	Fájl : Elektromos kapcsolási rajz
Cég : MATE		Rev : v1.0
Dátum : 2023. 05. 02.	Feladat : Pneumatikus összeszerelő berendezés	2/2



Készítette : Sonkoly Bálint	Pneumatikus kapcsolási rajz	Fájl : Pneumatikus kapcsolási rajz
Cég : MATE		Rev : v1.0
Dátum : 2023. 05. 02.	Feladat : Pneumatikus összeszerelő berendezés	1/2

Címke	Gyártó	Cikkszám	Mennyiség	Funkció
C1	SMC	CD55B50-50	1	pneumatikus munkahenger
FL1	SMC	AW20-F02H-B	1	szűrővezérlő
R1	SMC	G36-10-01 L	1	nyomásmérő
V1	SMC	VHS20	1	kézi elzárószelep
V2	Festo	MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8-SO-AG	1	biztonsági légtelenítő szelep
V3	Festo	VOFA-L26-T52-M-G14-1C1-APP	1	kétkezes indító szelep

Készítette : Sonkoly Bálint	Darabjegyzék	Fájl : Pneumatikus kapcsolási rajz
Cég : MATE		Rev : v1.0
Dátum : 2023. 05. 02.	Feladat : Pneumatikus összeszerelő berendezés	2/2



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

PR Project name: PrésKétezes

Project file name:	C:\Users\sonko\Documents\SISTEMA\Projects\Prés 2kezes.ssm
Creation date:	23/04/2023 22:21:48
Project status:	
Project number:	1
Project version:	1.0
Authors:	Sonkoly Bálint
Project managers:	
Inspectors:	
Dangerous point/machine:	
Documentation:	
Document:	
Version of software:	2.0.8 build 4
Version of standard:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	afc4741c74ba106497be39433263013c
Options:	<input checked="" type="checkbox"/> Use DC intermediate levels for calculation of PFHD (more precise) <input type="checkbox"/> MTTFD capping for category 4 lower from 2500 to 100 years.
Status:	green
Note:	There are no warnings listed for this project (or it's subordinate basic elements).

Print options

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Show device details | <input checked="" type="checkbox"/> Show requirements on PL and Category |
| <input checked="" type="checkbox"/> Show documentations on SF, SB, BL and EL | <input checked="" type="checkbox"/> Show parameter documentations on PLr, PL, Category, CCF, MTTFD and DC |
| <input checked="" type="checkbox"/> Show CCF and DC measures in detail | <input checked="" type="checkbox"/> Show messages |

Contained safety functions

SF Name: Vészleállítás	Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 4,6E-8	Status: green
SF Name: Kétekezés indítás	Required: PLr d	Reached: PL e	PFHD [1/h]: 4,2E-8	Status: green
SF Name: Ajtó figyelés	Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 6,2E-8	Status: green



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Identifier of the Safety function:	
Safety function type:	Emergency stop function
Triggering event:	Vészleállító gomb megnyomása
Reaction and Behaviour on power failure:	Hajtóelemek energia ellátása megszűnik, hajtás leállása
Safe state:	Nincs veszélyes mozgás, energiamentes állapotban van a rendszer
Operation mode:	normál
Demand rate:	Naponta (28800s)
Running-on time:	
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Seldom to less often / exposure time is short
Possibility of avoiding (P):	Scarcely possible



Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 4,6E-8
---------------	--------------------

Status / Messages Safety function

Status:	green
---------	-------

Subsystems (1 / 4)

SB Name: vészleállító gomb

Reference designator: ESTOP	Inventory number:
-----------------------------	-------------------

Device details Subsystem

Device Manufacturer:	Schneider electronic
----------------------	----------------------

Device Identifier:	
--------------------	--

Device group:	
---------------	--

Part number:	Revision:
--------------	-----------

Function:	<input checked="" type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Output	<input type="checkbox"/> Logic <input type="checkbox"/> unknown
-----------	---	---



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Use case: vészleállító gomb

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Software suitable up to PL: n.a.

PL requirements: fulfilled

The PL shall be determined by the estimation of the following aspects:

- Behaviour of the safety function under fault conditions (see clause 6) [fulfilled]
- safety-related software according to clause 4.6 or no software included [fulfilled]
- systematic failure (see Annex G) [fulfilled]
- Ability to perform a safety function under expected environmental conditions [fulfilled]

Reached PL: e PFHD [1/h]: 9,1E-10

Documentation:

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category:

- Accordance with relevant standards to withstand the expected influences. [fulfilled]
- Basic safety principles are being used. [fulfilled]
- Well-tried safety principles are being used. [fulfilled]
- A single fault tolerance and reasonable fault detection are given. [fulfilled]
- Accumulation of faults does not lead to a loss of the safety function. [fulfilled]
- MTTFD is at least High. [fulfilled]
- DCavg is at least High; [fulfilled]
- The achieved score of the CCF-rating is at least 65. [fulfilled]

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 2500 (High)

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]: 99 (High)

Common cause failure Subsystem

CCF Points: 70 (fulfilled)

CCF Measures:

- Design / application / experience (15 Points)
Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc.

- Design / application / experience (5 Points)
Components used are well-tried.

- Environmental (25 Points)
For electrical/electronic systems, prevention of contamination and electromagnetic disturbances (EMC) to protect against common cause failures in accordance with appropriate standards (e.g. IEC 61326–3-1).

Fluidic systems: filtration of the pressure medium, prevention of dirt intake, drainage of compressed air, e.g. in compliance with the component manufacturers' requirements concerning purity of the pressure medium.

NOTE For combined fluidic and electric systems, both aspects should be considered.

- Environmental (10 Points)
Other influences
Consideration of the requirements for immunity to all relevant environmental influences such as, temperature, shock, vibration, humidity (e.g. as specified in relevant standards).

- Separation / Segregation (15 Points)
Physical separation between signal paths, for example:
— separation in wiring/piping;
— detection of short circuits and open circuits in cables by dynamic test;
— separate shielding for the signal path of each channel;
— sufficient clearances and creepage distances on printed-circuit boards.

Documentation:

Document:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 2)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 2500



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Blocks (1 / 1)

BL Name: NC kontakt

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Block</i>	
Device Manufacturer:	Schneider
Device Identifier:	XALK178EH7
Device group:	Harmony XAM
Part number:	Revision:
Function:	<input checked="" type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Logic <input type="checkbox"/> Output <input type="checkbox"/> unknown
Technology:	electromechanic
Category:	4
Use case:	https://assets.alliedelec.com/v1584628268/Datasheets/035baf50369ed507f1beea2dad15a26c.pdf
Description of the use case:	https://assets.alliedelec.com/v1584628268/Datasheets/035baf50369ed507f1beea2dad15a26c.pdf

Documentation Block

Documentation:	https://assets.alliedelec.com/v1584628268/Datasheets/035baf50369ed507f1beea2dad15a26c.pdf
Document:	

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 3000 (High)			
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		
B10D [cycles]: 100000	nop [cycles/a]: 333		
Nop parameter:	Days: 250	Hours: 8	Seconds: 21600
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)
Documentation:	

Status / Messages Block

Status:	green
---------	-------



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Channels / Test channels (2 / 2)

CH Name: Channel 2

MTTFD [a]: 2500

Blocks (1 / 1)

BL Name: NC kontakt

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Block</i>	
Device Manufacturer:	Schneider
Device Identifier:	XALK178EH7
Device group:	Harmony XAM
Part number:	Revision:
Function:	<input checked="" type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Output <input type="checkbox"/> Logic <input type="checkbox"/> unknown
Technology:	electromechanic
Category:	4
Use case:	https://assets.alliedelec.com/v1584628268/Datasheets/035baf50369ed507f1beea2dad15a26c.pdf
Description of the use case:	https://assets.alliedelec.com/v1584628268/Datasheets/035baf50369ed507f1beea2dad15a26c.pdf

Documentation Block

Documentation:	https://assets.alliedelec.com/v1584628268/Datasheets/035baf50369ed507f1beea2dad15a26c.pdf
Document:	

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 3000 (High)			
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		
B10D [cycles]: 100000	nop [cycles/a]: 333		
Nop parameter:	Days: 250	Hours: 8	Seconds: 21600
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (2 / 4)

SB Name: FX3-CPU0 (Stand 2013-07)

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: SICK AG

Device Identifier: FX3-CPU0 V1.0.0

Device group: FlexiSoft

Part number: FX3-CPU000000 Revision: 1.0.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: Standard Use Case

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Irrtümer und technische Änderungen bleiben vorbehalten. Verbindlich sind nur die Daten in der Betriebsanleitung des jeweiligen Produktes.

Die Daten gelten für die folgenden Produktfamilie:

Flexi Soft Hauptmodul FX3-CPU0

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: e Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 1,1E-9

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category: Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (3 / 4)

SB Name: FX3-XTIO [dual channel outputs with/without test pulses] (Release 2013-07)

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: SICK AG

Device Identifier: FX3-XTIO_[2-ch_outputs_w/wo_test_pulses] V1.0.0

Device group: FlexiSoft

Part number: FX3-XTIO84002 Revision: 1.0.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: Standard Use Case

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Subject to errors and technical modifications. Only the data in the operating instruction of the respective product are binding.

The data applies to the following product families:

Flexi Soft in-/output extension module FX3-XTIO

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: e Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 9E-10

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category: Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (4 / 4)

SB Name: Soft start/quick exhaust valve MS6-SV-1/2-D-10V24-2M8

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Festo AG & Co.KG

Device Identifier: 8038489

Device group: Compressed air preparation

Part number: 8038489 Revision: 1.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: PL with PFHD. Please consider the limitation by B10 value. | - | - | -

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Further information:
 Online data sheet:
https://www.festo.com/cat/en_en/DK13WebDataSheet.asp?part=8038489
 Online data sheet product reliability:
https://www.festo.com/eap/en_en/ReliabilityDatasheet/start.do?partno=8038489
 Support portal:
https://www.festo.com/net/en-gb_gb/SupportPortal/default.aspx?q=8038489&tab=3

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: d Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: d PFHD [1/h]: 4,3E-8

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Vészleállítás

Category Subsystem

Cat.:	3
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green
---------	-------



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétezes indítás

Identifier of the Safety function:	
Safety function type:	Safe direction (SDI)
Triggering event:	A kettő nyomógomb felengedése
Reaction and Behaviour on power failure:	A pneumatikus munkahenger alaphelyzetbe mozog
Safe state:	Nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Normál
Demand rate:	Naponta (20s)
Running-on time:	
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Seldom to less often / exposure time is short
Possibility of avoiding (P):	Scarcely possible



Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: e	PFHD [1/h]: 4,2E-8
---------------	--------------------

Status / Messages Safety function

Status:	green
---------	-------

Subsystems (1 / 4)

SB Name: 2 kezes gomb

Reference designator:	Inventory number:
-----------------------	-------------------

Device details Subsystem

Device Manufacturer:	Scneider
----------------------	----------

Device Identifier:	XB5AW33B5
--------------------	-----------

Device group:	
---------------	--

Part number:	Revision:
--------------	-----------

Function:	<input checked="" type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Output	<input type="checkbox"/> Logic <input type="checkbox"/> unknown
-----------	---	---



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Use case:

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Software suitable up to PL: n.a.

PL requirements: fulfilled

The PL shall be determined by the estimation of the following aspects:

- Behaviour of the safety function under fault conditions (see clause 6) [fulfilled]
- safety-related software according to clause 4.6 or no software included [fulfilled]
- systematic failure (see Annex G) [fulfilled]
- Ability to perform a safety function under expected environmental conditions [fulfilled]

Reached PL: e PFHD [1/h]: 9,1E-10

Documentation:

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category:

- Accordance with relevant standards to withstand the expected influences. [fulfilled]
- Basic safety principles are being used. [fulfilled]
- Well-tried safety principles are being used. [fulfilled]
- A single fault tolerance and reasonable fault detection are given. [fulfilled]
- Accumulation of faults does not lead to a loss of the safety function. [fulfilled]
- MTTFD is at least High. [fulfilled]
- DCavg is at least High; [fulfilled]
- The achieved score of the CCF-rating is at least 65. [fulfilled]

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 2500 (High)

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]: 99 (High)

Common cause failure Subsystem

CCF Points: 70 (fulfilled)

CCF Measures:

- Design / application / experience (5 Points)
Components used are well-tried.

- Design / application / experience (15 Points)
Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc.

- Separation / Segregation (15 Points)
Physical separation between signal paths, for example:
 - separation in wiring/piping;
 - detection of short circuits and open circuits in cables by dynamic test;
 - separate shielding for the signal path of each channel;
 - sufficient clearances and creepage distances on printed-circuit boards.

- Environmental (25 Points)
For electrical/electronic systems, prevention of contamination and electromagnetic disturbances (EMC) to protect against common cause failures in accordance with appropriate standards (e.g. IEC 61326–3-1).
Fluidic systems: filtration of the pressure medium, prevention of dirt intake, drainage of compressed air, e.g. in compliance with the component manufacturers' requirements concerning purity of the pressure medium.
NOTE For combined fluidic and electric systems, both aspects should be considered.

- Environmental (10 Points)
Other influences
Consideration of the requirements for immunity to all relevant environmental influences such as, temperature, shock, vibration, humidity (e.g. as specified in relevant standards).

Documentation:

Document:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 2)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 2500



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Blocks (1 / 2)

BL Name: NO érintkező

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Block</i>	
Device Manufacturer:	Schneider
Device Identifier:	XB5AW33B5
Device group:	Harmony XB5R
Part number:	Revision:
Function:	<input checked="" type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Logic <input type="checkbox"/> Output <input type="checkbox"/> unknown
Technology:	electromechanic
Category:	4
Use case:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5
Description of the use case:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5

Documentation Block

Documentation:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5
Document:	

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 60000 (High)			
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		
B10 [cycles]: 1000000	RDF [%]: 50		
B10D [cycles]: 2000000	nop [cycles/a]: 333		
Nop parameter:	Days: 250	Hours: 8	Seconds: 21600
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)
Documentation:	

Status / Messages Block

Status:	green
---------	-------



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Blocks (2 / 2)

BL Name: NC érintkező

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Block</i>	
Device Manufacturer:	Schneider
Device Identifier:	XB5AW33B5
Device group:	Harmony XB5R
Part number:	Revision:
Function:	<input type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Output <input type="checkbox"/> Logic <input checked="" type="checkbox"/> unknown
Technology:	unknown
Category:	-
Use case:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5
Description of the use case:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5

Documentation Block

Documentation:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5
Document:	

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 60000 (High)			
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		
B10 [cycles]: 1000000	RDF [%]: 50		
B10D [cycles]: 2000000	nop [cycles/a]: 333		
Nop parameter:	Days: 250	Hours: 8	Seconds: 21600
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)
Documentation:	

Status / Messages Block

Status:	green
---------	-------



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Channels / Test channels (2 / 2)

CH Name: Channel 2

MTTFD [a]: 2500

Blocks (1 / 2)

BL Name: NO érintkező

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Block</i>	
Device Manufacturer:	Schneider
Device Identifier:	XB5AW33B5
Device group:	Harmony XB5R
Part number:	Revision:
Function:	<input checked="" type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Output <input type="checkbox"/> Logic <input type="checkbox"/> unknown
Technology:	electromechanic
Category:	4
Use case:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5
Description of the use case:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5

Documentation Block

Documentation:	https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5
Document:	

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 60000 (High)			
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		
B10 [cycles]: 1000000	RDF [%]: 50		
B10D [cycles]: 2000000	nop [cycles/a]: 333		
Nop parameter:	Days: 250	Hours: 8	Seconds: 21600
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)
Documentation:	



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (2 / 2)

BL Name: NC érintkező

Reference designator: Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Schneider

Device Identifier: XB5AW33B5

Device group: Harmony XB5R

Part number: Revision:

Function: Input Logic
 Output unknown

Technology: unknown

Category: -

Use case: <https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5>

Description of the use case: <https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5>

Documentation Block

Documentation: <https://www.se.com/hu/hu/product/download-pdf/XB5AW33B5>

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 60000 (High)

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

B10 [cycles]: 1000000 RDF [%]: 50

B10D [cycles]: 2000000 nop [cycles/a]: 333

Nop parameter: Days: 250 Hours: 8 Seconds: 21600

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)

Measure: Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)

Documentation:



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (2 / 4)

SB Name: FX3-CPU0 (Stand 2013-07)

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: SICK AG

Device Identifier: FX3-CPU0 V1.0.0

Device group: FlexiSoft

Part number: FX3-CPU000000 Revision: 1.0.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: Standard Use Case

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Irrtümer und technische Änderungen bleiben vorbehalten. Verbindlich sind nur die Daten in der Betriebsanleitung des jeweiligen Produktes.

Die Daten gelten für die folgenden Produktfamilie:

Flexi Soft Hauptmodul FX3-CPU0

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: e Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 1,1E-9

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category: Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (3 / 4)

SB Name: FX3-XTIO [dual channel outputs with/without test pulses] (Release 2013-07)

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: SICK AG

Device Identifier: FX3-XTIO_[2-ch_outputs_w/wo_test_pulses] V1.0.0

Device group: FlexiSoft

Part number: FX3-XTIO84002 Revision: 1.0.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: Standard Use Case

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Subject to errors and technical modifications. Only the data in the operating instruction of the respective product are binding.

The data applies to the following product families:

Flexi Soft in-/output extension module FX3-XTIO

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: e Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 9E-10

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category: Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (4 / 4)

SB Name: Control block VOFA-L26-T32C-M-G14-1C1-APP

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Festo AG & Co.KG

Device Identifier: 574011

Device group: Valves and valve modules

Part number: 574011 Revision: 1.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: PL with PFHD. Please consider the limitation by B10 value. | - | - | -

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Further information:
 Online data sheet:
https://www.festo.com/cat/en_en/DK13WebDataSheet.asp?part=574011
 Online data sheet product reliability:
https://www.festo.com/eap/en_en/ReliabilityDatasheet/start.do?partno=574011
 Support portal:
https://www.festo.com/net/en-gb_gb/SupportPortal/default.aspx?q=574011&tab=3

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: e Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 3,9E-8

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.: 4



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Kétkezes indítás

Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status:	green
---------	-------



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Ajtó figyelés

Identifier of the Safety function:	
Safety function type:	Safe direction (SDI)
Triggering event:	Burkolat nyitott állapotba kerül
Reaction and Behaviour on power failure:	A pneumatikus munkahenger alaphelyzetbe mozog
Safe state:	Nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Normál
Demand rate:	
Running-on time:	
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Seldom to less often / exposure time is short
Possibility of avoiding (P):	Scarcely possible



Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 6,2E-8
---------------	--------------------

Status / Messages Safety function

Status:	green
---------	-------

Subsystems (1 / 3)

SB Name: IME2S (Release 2020-03)

Reference designator:	Inventory number:
-----------------------	-------------------

Device details Subsystem

Device Manufacturer:	SICK AG
Device Identifier:	IME2S V1.0.0
Device group:	Contactless safety switching device
Part number: IME2S/ IME2Sxx-xxxDxx	Revision: 1.0.0

Function:	<input checked="" type="checkbox"/> Input <input type="checkbox"/> Output <input type="checkbox"/> Logic <input type="checkbox"/> unknown
-----------	---



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Ajtó figyelés

Use case:	Standard Use Case
Description of the use case:	At least one safety semiconductor output (OSSD) is set to off-(low)state.

Documentation Subsystem

Documentation:	<p>Subject to errors and technical modifications. Only the data in the operating instruction of the respective product are binding.</p> <p>Listed data only valid for taken basic values for number of switching cycles per year. Adjusting may be required.</p> <p>The data applies to the following product families:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>type</th> <th>art.no.</th> <th>switching distance</th> <th>plug</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>IME2S12-04N4DW2</td><td>1091947</td><td>4 mm</td><td>M12</td></tr> <tr><td>IME2S12-08N4DC0</td><td>1091948</td><td>8 mm</td><td>M12</td></tr> <tr><td>IME2S30-15N4DC0</td><td>1091953</td><td>15 mm</td><td>M30</td></tr> <tr><td>IME2S18-05B4DC0</td><td>1091949</td><td>5 mm</td><td>M18</td></tr> <tr><td>IME2S18-08B4DC0</td><td>1091951</td><td>8 mm</td><td>M18</td></tr> <tr><td>IME2S18-08N4DC0</td><td>1091950</td><td>8 mm</td><td>M18</td></tr> <tr><td>IME2S30-12B4DC0</td><td>1091952</td><td>12 mm</td><td>M30</td></tr> <tr><td>IME2S12-04B4DW2</td><td>1091945</td><td>4 mm</td><td>M12</td></tr> <tr><td>IME2S12-04N4DC0</td><td>1091946</td><td>4 mm</td><td>M12</td></tr> <tr><td>IME2S12-04N4DQ9</td><td>1091943</td><td>4 mm</td><td>M12</td></tr> <tr><td>IME2S12-04B4DC0</td><td>1091944</td><td>4 mm</td><td>M12</td></tr> <tr><td>IME2S12-04B4DQ9</td><td>1091142</td><td>4 mm</td><td>M12</td></tr> </tbody> </table> <p>All types are cylindric and with OSSD-switching outputs.</p>	type	art.no.	switching distance	plug	IME2S12-04N4DW2	1091947	4 mm	M12	IME2S12-08N4DC0	1091948	8 mm	M12	IME2S30-15N4DC0	1091953	15 mm	M30	IME2S18-05B4DC0	1091949	5 mm	M18	IME2S18-08B4DC0	1091951	8 mm	M18	IME2S18-08N4DC0	1091950	8 mm	M18	IME2S30-12B4DC0	1091952	12 mm	M30	IME2S12-04B4DW2	1091945	4 mm	M12	IME2S12-04N4DC0	1091946	4 mm	M12	IME2S12-04N4DQ9	1091943	4 mm	M12	IME2S12-04B4DC0	1091944	4 mm	M12	IME2S12-04B4DQ9	1091142	4 mm	M12
type	art.no.	switching distance	plug																																																		
IME2S12-04N4DW2	1091947	4 mm	M12																																																		
IME2S12-08N4DC0	1091948	8 mm	M12																																																		
IME2S30-15N4DC0	1091953	15 mm	M30																																																		
IME2S18-05B4DC0	1091949	5 mm	M18																																																		
IME2S18-08B4DC0	1091951	8 mm	M18																																																		
IME2S18-08N4DC0	1091950	8 mm	M18																																																		
IME2S30-12B4DC0	1091952	12 mm	M30																																																		
IME2S12-04B4DW2	1091945	4 mm	M12																																																		
IME2S12-04N4DC0	1091946	4 mm	M12																																																		
IME2S12-04N4DQ9	1091943	4 mm	M12																																																		
IME2S12-04B4DC0	1091944	4 mm	M12																																																		
IME2S12-04B4DQ9	1091142	4 mm	M12																																																		

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: d	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: d	PFHD [1/h]: 6E-8
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	2
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Ajtó figyelés

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (2 / 3)

SB Name: FX3-CPU0 (Stand 2013-07)

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: SICK AG

Device Identifier: FX3-CPU0 V1.0.0

Device group: FlexiSoft

Part number: FX3-CPU000000 Revision: 1.0.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: Standard Use Case

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Irrtümer und technische Änderungen bleiben vorbehalten. Verbindlich sind nur die Daten in der Betriebsanleitung des jeweiligen Produktes.

Die Daten gelten für die folgenden Produktfamilie:

Flexi Soft Hauptmodul FX3-CPU0

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: e Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 1,1E-9

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category: Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Ajtó figyelés

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (3 / 3)

SB Name: FX3-XTIO [dual channel outputs with/without test pulses] (Release 2013-07)

Reference designator: Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: SICK AG

Device Identifier: FX3-XTIO_[2-ch_outputs_w/wo_test_pulses] V1.0.0

Device group: FlexiSoft

Part number: FX3-XTIO84002 Revision: 1.0.0

Function: Input Logic
 Output unknown

Use case: Standard Use Case

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Subject to errors and technical modifications. Only the data in the operating instruction of the respective product are binding.

The data applies to the following product families:

Flexi Soft in-/output extension module FX3-XTIO

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: e Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 9E-10

Documentation:

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

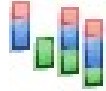
Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category: Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:



Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

SF Safety function: Ajtó figyelés

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Project name: PrésKétezes

File date: 01/05/2023 22:23:30 Report date: 2023. 05. 01. Checksum: afc4741c74ba106497be39433263013c

EXCLUSION OF LIABILITY

Care has been taken in production of the software SISTEMA, which corresponds to the state of the art. It is made available to users free of charge.

Die Software wurde gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik sorgfältig erstellt. Sie wird dem Nutzer unentgeltlich zur Verfügung gestellt.

Die Haftung des IFAs/ DGUV ist damit auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit (§ 521 BGB) bzw. bei Sach- und Rechtsmängel auf arglistig verschwiegene Fehler beschränkt (523, 524 BGB).

The IFA undertakes to keep its website free of viruses; nevertheless, no guarantee can be given that the software and information provided are virus-free. The user is therefore advised to take appropriate security precautions and to use a virus scanner prior to downloading software, documentation or information.

CONTACT

Institute for Occupational Health and Safety of German Social Accident Insurance (IFA)
Division 5: Accident Prevention / Product Safety
Alte Heerstr. 111, 53757 Sankt Augustin
E-mail: sistema@dguv.de
www.dguv.de/ifa (Webcode e561582)

Name in block letters: _____

Authors

Inspectors

Date, signature: _____

Authors

Inspectors

Flexi Soft Designer

SICK

Application name: SICK Flexi Soft main module FX3-CPU0

Offline report

Device CRC Tool: 0x2B7B8A19 - Device CRC Device: 0x00000000

Content

1.	Bill of material.....	3
2.	Diagnostics.....	4
3.	Configuration.....	4
3.1.	Installed software components.....	4
3.2.	General information.....	4
3.3.	CPU.....	5
3.3.1.	<i>CPU0 - General information</i>	5
3.3.1.1.	<i>CRC values</i>	5
3.3.1.2.	<i>CPU output capacity</i>	6
3.3.2.	<i>CPU logic</i>	6
3.3.2.1.	<i>Page 1</i>	6
3.3.2.2.	<i>Partial verification summary</i>	7
3.3.3.	<i>CPU0 - IO</i>	8
3.3.3.1.	<i>Wiring diagram</i>	8
3.4.	I/O module.....	8
3.4.1.	A1.....	8
3.4.1.1.	<i>General information</i>	8
3.4.1.2.	<i>Inputs</i>	8
3.4.1.3.	<i>Outputs</i>	9
3.4.1.4.	<i>Power supply</i>	9
3.4.1.5.	<i>Wiring diagram</i>	9
3.4.2.	A2.....	10
3.4.2.1.	<i>General information</i>	10
3.4.2.2.	<i>Inputs</i>	10
3.4.2.3.	<i>Outputs</i>	11
3.4.2.4.	<i>Power supply</i>	11
3.4.2.5.	<i>Wiring diagram</i>	11
4.	I/O overview.....	12
4.1.	I/O module.....	12

1. Bill of material



QTY	Title	Tag name	Part number	Internal item number	Description
1	CPU0	CPU0[0]	1043783		SICK Flexi Soft main module FX3-CPU0
1	MPL0	System plug	1043700		Flexi Soft system plug
1	XTIO	A1	1044125		SICK Flexi Soft expansion module FX3-XTIO
1	Reset / Single channel	Reset.A1.I3			
1	Single channel NO / Single channel	AJTÓ			
1	Single channel NO / Single channel	SZENZOR.A1.I5			
1	Single channel NO / Single channel	BEHELYEZÉS			
1	Single channel NO / Single channel	SZENZOR.A1.I6			
1	Single channel NO / Single channel	MUNKAHENGER			
1	Single channel NO / Single channel	ALAPHELYZET.A1.I7			
1	Single channel NO / Single channel	MUNKAHENGER			
1	Single channel NO / Single channel	VÉGÁLLAPOT.A1.I8			
1	Lamp / Single channel	BLUE LAMP.A1.Q1			
1	E-Stop, ES21 / Dual channel	E-Stop, ES21.A1.I112			
1	Valve / Dual channel	LEFUJATO			
		SZELEP.A1.Q3Q4			

QTY	Title	Tag name	Part number	Internal item number	Description
1	XTIO	A2	1044125		SICK Flexi Soft expansion module FX3-XTIO
1	Two hand control / IIIC	Two hand control.A2.I1/I2/I3/I4			
1	External device monitoring / Single channel	KÉTKEZESSZELEP ÁLLAPOT1.A2.I5			
1	External device monitoring / Single channel	KÉTKEZESSZELEP ÁLLAPOT2.A2.I6			
1	External device monitoring / Single channel	LEFUJ SZELEPÁLLAPOT1.A2.I7			
1	External device monitoring / Single channel	LEFUJ SZELEPÁLLAPOT2.A2.I8			
1	Lamp / Single channel	Green Lamp.A2.Q4			
1	Valve / Dual channel	KETKEZESINDITO SZELEP.A2.Q1Q2			

2. Diagnostics

No error history available.

3. Configuration

3.1. Installed software components

Basic components (station)	1.9.6.50
Software component for GCC1 Network Modules	1.9.1.279
Software component for GS3S gateway	1.8.0.1
Software component for UE410-2RO3 relay module	1.9.6.50
Software component for UE410-4RO3 relay module	1.9.6.50
Software components for Flexi-Soft FX3-ANA0 expansion module	1.9.6.50
Software component for GCAN gateway	1.9.6.50
Software component for GDEV gateway	1.9.6.50
Software component for GENT gateway	1.9.6.50
Software component for GETC gateway	1.9.6.50
Software component for GMOD gateway	1.9.6.50
Software component for GPNT gateway	1.9.6.50
Software component for GPRO gateway	1.9.6.50
Software component for Drive Monitor FX3-MOC0 module	1.9.6.50
Software component for Drive Monitor FX3-MOC1 module	1.9.6.50
Software components for MOC3SA Motion Control module	1.9.6.50
Software component for ReLy OSSD4 relay module	1.9.6.50
Software component for STIO expansion module	1.9.6.50
Software component for UE10 relay module	1.9.6.50
Software component for UE12 relay module	1.9.6.50
Software component for XTDI extension module	1.9.6.50
Software components for FX3-XTDS expansion module	1.9.6.50
Software component for XTIO extension module	1.9.6.50
Software component for CPU0 and CPU1 main modules	1.9.6.50

3.2. General information

User group
 Application name
 Application description
 Configuration CRC
 Device CRC
 Configuration state
 Configuration date

Machine Operator
 SICK Flexi Soft main module FX3-CPU0

 0x2B7B8A19
 -
 Not verified
 -

0 1 2



Module	Type code	Step	Address
CPU0	FX3-CPU000000	V 4.xx	0
XTIO	FX3-XTIO84002	V 3.xx	1
XTIO	FX3-XTIO84002	V 3.xx	2

3.3. CPU

3.3.1. CPU0 - General information

Type code	Serial number	Software version	Hardware version	Version/Step	Memory usage (UI/Logic)	Address
FX3-CPU000000	-	-	-	1.9.6.50 V 4.xx	5.16% / 5.62%	0
FX3-MPL000001	-	-	-	1.9.6.50	-	-

3.3.1.1. CRC values

	Project CRC value	Device CRC value
Configuration CRC	0x2B7B8A19	-

3.3.1.2. CPU output capacity

Settings	
✓	CPU logic optimization activated (approx. 25% increase in performance compared to a V3 CPU)
✓	EFI deactivated to improve logic performance by approx. 50%
-	Flexi Loop deactivated
✓	Flexi Line deactivated

3.3.2. CPU logic

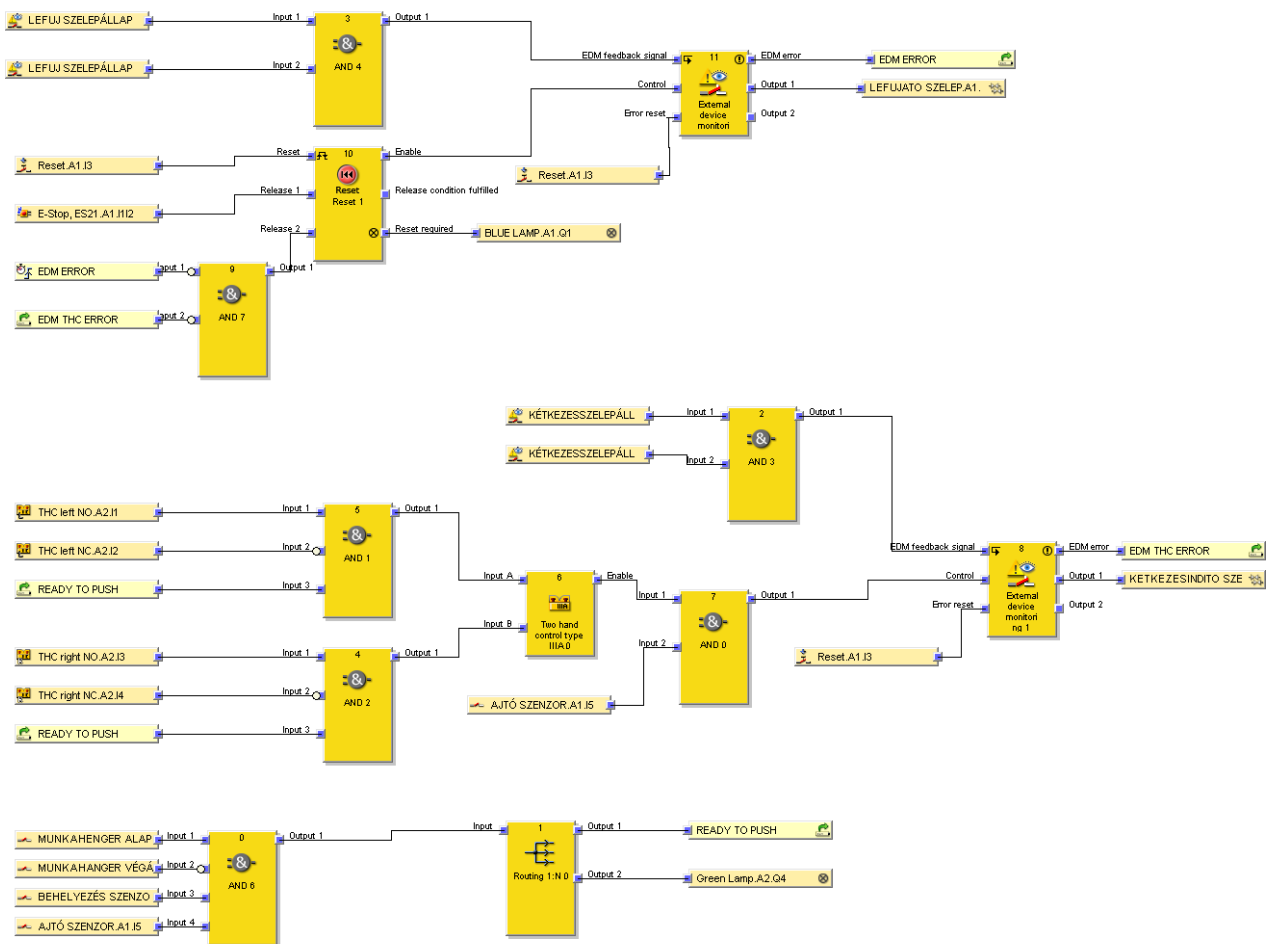
	Used
Function blocks	12
Execution time (ms)	4

3.3.2.1. Page 1

Partial verification information	Checksum	Page Verified	Modified Intern	Modified Extern	Modified Parameter	Modified Order	Comment
	0x578FCDE0	No	X	X	X	X	

No	Name	Input	Output	Settings
0	AND	I.0 MUNKAHANGER ALAPHELYZET.A1.I7 I.1 MUNKAHANGER VÉGÁLLAPOT.A1.I8 I.2 BEHELYEZÉS SZENZOR.A1.I6 I.3 AJTÓ SZENZOR.A1.I5	O.0 Routing 1:N 0 -> I.0 -> Input Input	Input 1: Not Inverted Input 2: Inverted Input 3: Not Inverted Input 4: Not Inverted
1	Routing 1:N	I.0 AND 6 -> O.0 -> Output 1	O.0 AND 2 -> I.2 -> Input 3 O.0 AND 1 -> I.2 -> Input 3 O.1 Green Lamp.A2.Q4	
2	AND	I.0 KÉTKEZESSZELEPÁLLA POT1.A2.I5 I.1 KÉTKEZESSZELEPÁLLA POT2.A2.I6	O.0 External device monitoring 1 -> I.0 -> EDM feedback signal	Input 1: Not Inverted Input 2: Not Inverted
3	AND	I.0 LEFUJ SZELEPÁLLAPOT1.A2.I7 I.1 LEFUJ SZELEPÁLLAPOT2.A2.I8	O.0 External device monitoring 0 -> I.0 -> EDM feedback signal	Input 1: Not Inverted Input 2: Not Inverted
4	AND	I.0 THC right NO.A2.I3 I.1 THC right NC.A2.I4 I.2 Routing 1:N 0 -> O.0 -> Output 1	O.0 Two hand control type IIIA 0 -> I.1 -> Input B	Input 1: Not Inverted Input 2: Inverted Input 3: Not Inverted
5	AND	I.0 THC left NO.A2.I1 I.1 THC left NC.A2.I2 I.2 Routing 1:N 0 -> O.0 -> Output 1	O.0 Two hand control type IIIA 0 -> I.0 -> Input A	Input 1: Not Inverted Input 2: Inverted Input 3: Not Inverted
6	Two hand control type IIIA	I.0 AND 1 -> O.0 -> Output 1 I.1 AND 2 -> O.0 -> Output 1	O.0 AND 0 -> I.0 -> Input 1	Inputs: Dual channel equivalent Discrepancy time: 500 ms
7	AND	I.0 Two hand control type IIIA 0 -> O.0 -> Enable	O.0 External device monitoring 1 -> I.2 -> Control	Mode: Two hand control type IIIA Input 1: Not Inverted

No	Name	Input	Output	Settings
8	External device monitoring	I.1 AJTÓ SZENZOR.A1.I5 I.0 AND 3 -> O.0 -> Output 1	O.0 AND 7 -> I.1 -> Input 2	Input 2: Not Inverted Max. feedback delay: 30 (x 10 ms) = 300 ms
9	AND	I.2 AND 0 -> O.0 -> Output 1 I.3 Reset.A1.I3 I.0 External device monitoring 0 -> O.0 -> EDM error I.1 External device monitoring 1 -> O.0 -> EDM error	O.1 KETKEZESINDITO SZELEP.A2.Q1Q2 O.2 Not connected O.0 Reset 1 -> I.2 -> Release 2	Input 1: Inverted Input 2: Inverted
10	Reset	I.0 Reset.A1.I3 I.1 E-Stop, ES21.A1.I1I2 I.2 AND 7 -> O.0 -> Output 1	O.0 External device monitoring 0 -> I.2 -> Control O.1 Not connected O.2 BLUE LAMP.A1.Q1	Min. reset pulse time: 100 ms
11	External device monitoring	I.0 AND 4 -> O.0 -> Output 1 I.2 Reset 1 -> O.0 -> Enable I.3 Reset.A1.I3	O.0 AND 7 -> I.0 -> Input 1 O.1 LEFUJATO SZELEP.A1.Q3Q4 O.2 Not connected	Max. feedback delay: 30 (x 10 ms) = 300 ms



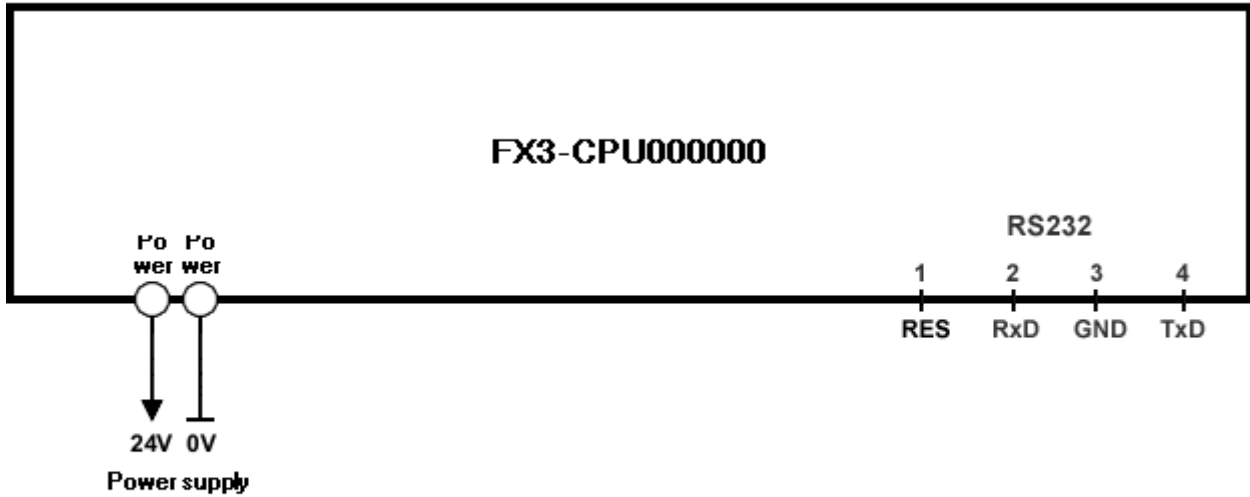
3.3.2.2. Partial verification summary

Page	Checksum	Page Verified	Modified Intern	Modified Extern	Modified Parameter	Modified Order	Comment
Page 1	0x578FCDE0	No	X	X	X	X	

3.3.3. CPU0 - IO

Tag name	
24V	A1 CPU0[0] Power supply
0V	A2

3.3.3.1. Wiring diagram



3.4. I/O module

3.4.1. A1

3.4.1.1. General information

Type code	Serial number	Software version	Hardware version	Version/Step	Address
FX3-XTIO84002	-	-	-	1.9.6.50 V 3.xx	1

3.4.1.2. Inputs

	Mode	Title/tag name	ON-OFF	OFF-ON	Filter time [ms]	Dis. [ms]	Test period [ms]	Test gap [ms]	Max. off-on delay [ms]
2	24V	13 Reset (Single channel)	-	-	0	-	-	-	-
3	24V	15 Single channel NO (Single channel) / AJTÓ SZENZOR	-	-	0	-	-	-	-
4	24V	16 Single channel NO (Single channel) / BEHELYEZÉS SZENZOR	-	-	0	-	-	-	-

		Mode	Title/tag name	ON-OFF	OFF-ON	Filter time [ms]	Dis. [ms]	Test period [ms]	Test gap [ms]	Max. off-on delay [ms]
5	24V	I7	Single channel NO (Single channel) / MUNKAHANGER ALAPHELYZET	-	-	0	-	-	-	-
6	24V	I8	Single channel NO (Single channel) / MUNKAHANGER VEGALLAPOT	-	-	0	-	-	-	-
8	X1 X2	I1 I2	E-Stop, ES21 (Dual channel)	-	-	0	3000	200 200	1 1	- -

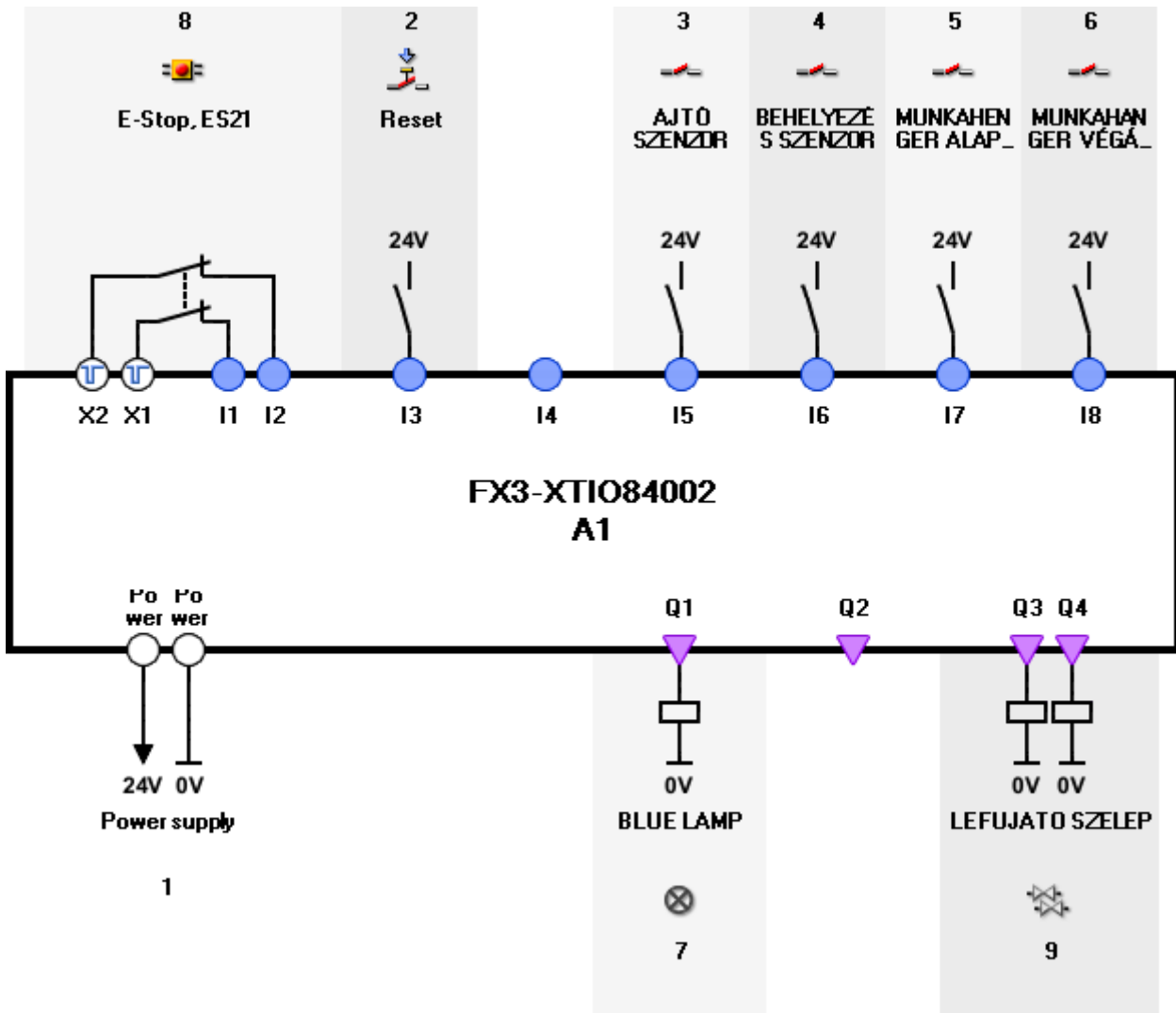
3.4.1.3. Outputs

	Mode	Title/tag name	Increase d capacitve loads
7	Q1	Lamp (Single channel) / BLUE LAMP	Disabled
9	Q3 Q4	Valve (Dual channel) / LEFUJATO SZELEP	Disabled

3.4.1.4. Power supply

		Title/tag name
1	24V 0V	A1 A2 A1 Power supply

3.4.1.5. Wiring diagram



3.4.2. A2

3.4.2.1. General information

Type code	Serial number	Software version	Hardware version	Version/Step	Address
FX3-XTIO84002	-	-	-	1.9.6.50 V 3.xx	2

3.4.2.2. Inputs

	Mode	Title/tag name	ON-OFF	OFF-ON	Filter time [ms]	Dis. [ms]	Test period [ms]	Test gap [ms]	Max. off-on delay [ms]
2	24V IIC	I1 Two hand control (IIC)	-	-	0	-	-	-	-
3	24V IIC	I2 Two hand control (IIC)	-	-	0	-	-	-	-
4	24V IIC	I3 Two hand control (IIC)	-	-	0	-	-	-	-
5	24V IIC	I4 Two hand control (IIC)	-	-	0	-	-	-	-
6	24V IIC	I5 External device monitoring (Single channel) / KÉTKÉZEZÉSZELEPÁLLAP OT1	-	-	0	-	-	-	-

			Mode	Title/tag name	ON-OFF	OFF-ON	Filter time [ms]	Dis. [ms]	Test period [ms]	Test gap [ms]	Max. off-on delay [ms]
7	24V		I6				0	-	-	-	-
				External device monitoring (Single channel) / KÉTKEZESSZELEPÁLLAP OT2	-	-	0	-	-	-	-
8	24V		I7				0	-	-	-	-
				External device monitoring (Single channel) / LEFUJ SZELEPÁLLAPOT1	-	-	0	-	-	-	-
9	24V		I8				0	-	-	-	-
				External device monitoring (Single channel) / LEFUJ SZELEPÁLLAPOT2	-	-	0	-	-	-	-

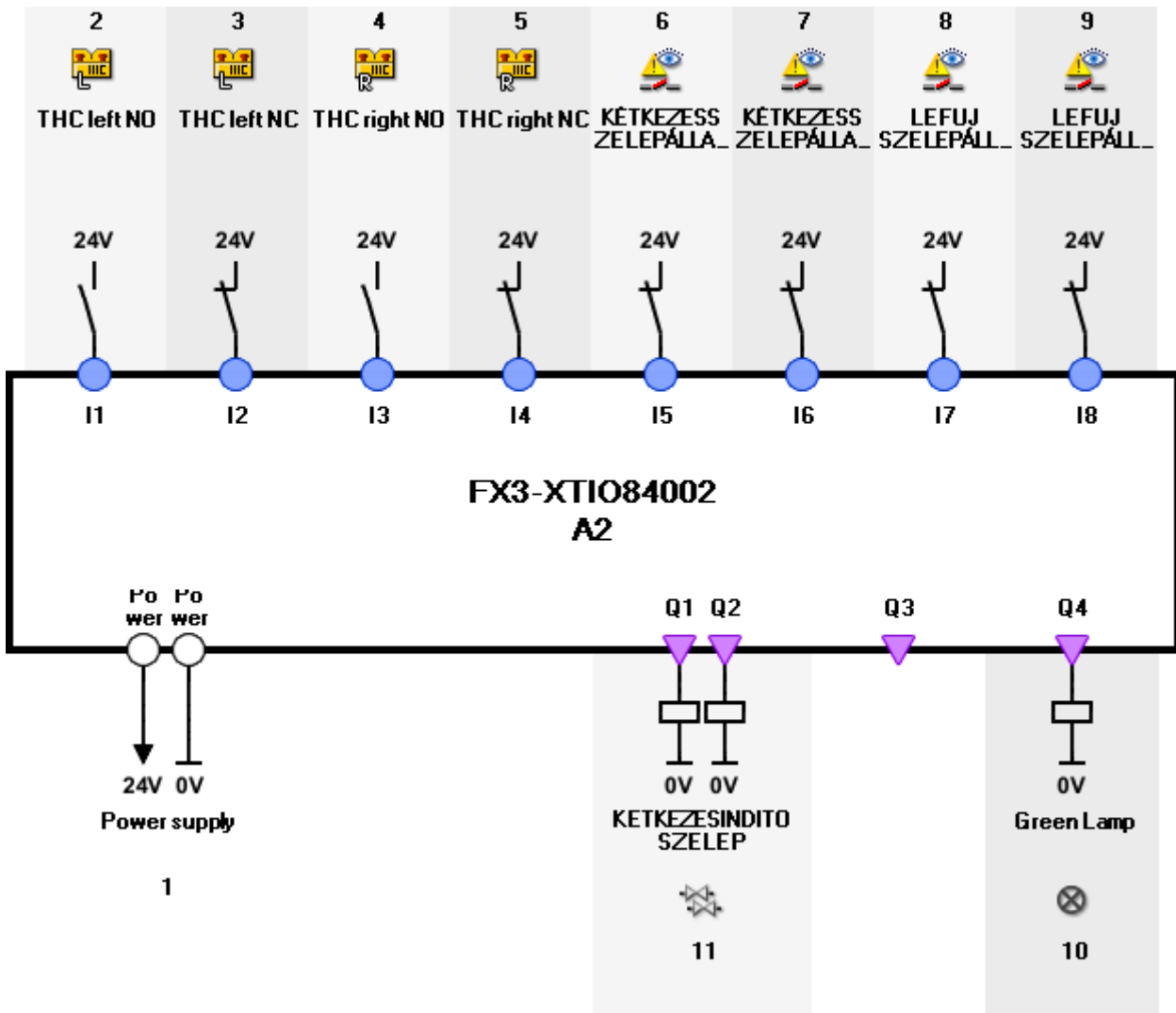
3.4.2.3. Outputs

			Mode	Title/tag name	Increase d capacitve loads
10		Q4		Lamp (Single channel) / Green Lamp	Disabled
11		Q1 Q2		Valve (Dual channel) / KETKEZESINDITO SZELEP	Disabled

3.4.2.4. Power supply

				Title/tag name
1	24V 0V		A1 A2	A2 Power supply






























3.4.2.5. Wiring diagram



4. I/O overview

4.1. I/O module

XTIO[1]		E-Stop, ES21.A1.I1I2	→ Page 1	FB10 Reset Release 1
		BLUE LAMP.A1.Q1	→ Page 1	FB10 Reset Reset required
		Reset.A1.I3	→ Page 1	FB10 Reset Reset
			→ Page 1	FB11 External device monitoring Error reset
			→ Page 1	FB8 External device monitoring Error reset
		LEFUJATO SZELEP.A1.Q3Q4	→ Page 1	FB11 External device monitoring Output 1

		AJTÓ SZENZOR.A1. I5	 Page 1	FB7 AND Input 2
			 Page 1	FB0 AND Input 4
		BEHELYEZÉS SZENZOR.A1. I6	 Page 1	FB0 AND Input 3
		MUNKAHENG ER ALAPHELYZE T.A1.I7	 Page 1	FB0 AND Input 1
		MUNKAHANG ER VÉGÁLLAPOT .A1.I8	 Page 1	FB0 AND Input 2
XTIO[2]		THC left NO.A2.I1	 Page 1	FB5 AND Input 1
		KETKEZESIN DITO SZELEP.A2.Q 1Q2	 Page 1	FB8 External device monitoring Output 1
		THC left NC.A2.I2	 Page 1	FB5 AND Input 2
		THC right NO.A2.I3	 Page 1	FB4 AND Input 1
		THC right NC.A2.I4	 Page 1	FB4 AND Input 2
		Green Lamp.A2.Q4	 Page 1	FB1 Routing 1:N Output 2
		KÉTKEZESSZ ELEPÁLLAPO T1.A2.I5	 Page 1	FB2 AND Input 1
		KÉTKEZESSZ ELEPÁLLAPO T2.A2.I6	 Page 1	FB2 AND Input 2
		LEFUJ SZELEPÁLLA POT1.A2.I7	 Page 1	FB3 AND Input 1
		LEFUJ SZELEPÁLLA POT2.A2.I8	 Page 1	FB3 AND Input 2