



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Ipari Gépek biztonsága Szakmérnök Szak

**Oktatásban alkalmazott robotcella biztonsági szempontú
felülvizsgálata és módosítási javaslata**

Belső konzulens: Dr. Föli László József
Egyetemi Docens,
Tanszékvezető

Külső konzulens: Bálint Bence
Műszaki Oktató

Készítette: **Vas Pál**
AIXWFT
Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet
Mechatronika Tanszék

Gödöllő
2024

Kitöltött feladatlap



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Vas Pál (AIXWFT)

részére

A szakdolgozat címe:

Oktatásban alkalmazott robotcella biztonsági szempontú felülvizsgálata és módosítási javaslata

Feladatkiírás:

Bevezetés, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatása, robotcella gépbiztonsági szempontú felülvizsgálata, a robotcella módosítási javaslata, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Bálint Bence, Oktató, Szent József Katolikus Elektronikai Technikum, Gimnázium és Kollégium*

Belső konzulens: *Dr. Földi László József, Egyetemi docens, MATE MI*

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2024. 11. 01


(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	6
1.1.	Téma jelentősége	6
1.2.	Célkitűzés.....	6
2.	Szakirodalom feldolgozása	7
2.1.	CE jelölés.....	7
2.2.	A robotra vonatkozó európai irányelvek.....	7
2.2.1.	Gépdirektíva	8
2.3.	A robotra vonatkozó harmonizált szabványok	9
2.3.1.	MSZ EN ISO 12100: Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés	9
2.3.2.	MSZ EN ISO 10218-1:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 1. rész: Robotok.....	12
2.3.3.	MSZ EN ISO 10218-2:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk	13
2.3.4.	MSZ EN ISO 13849-1: Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei	14
2.3.5.	MSZ EN ISO 13849-2:2013, Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő szerkezeti részei. 2. rész: Validálás.....	15
2.3.6.	MSZ EN ISO 14119, Gépek biztonsága. Védőburkolatokkal összekapcsolt reteszelőberendezések. Kialakítási és kiválasztási irányelvek	16
2.3.7.	MSZ EN ISO 14120:2016, Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és a nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei	17
2.3.8.	MSZ EN ISO 13857:2020 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére.....	19
2.3.9.	MSZ EN ISO 4414, Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei.....	20

3.	Probléma bemutatás	21
3.1.	Robot cella bemutatása	21
4.	Robot cella bemutatása.....	22
4.1.	A robotkar mozgás tartománya	22
4.2.	Villamos eszközök	23
4.2.1.	Robotkar és robot vezérlő	23
4.2.2.	Be- és kimenetek bővítése	24
4.2.3.	Biztonsági ajtózárr	24
4.2.4.	Biztonsági relé	25
4.3.	Pneumatikus eszközök	26
4.3.1.	Pneumatikus előkészítő egység	26
4.3.2.	Pneumatikus beavatkozó	27
5.	A robotcella vizsgálata	28
5.1.	Alkalmazott szabványok	28
5.2.	Helyszíni vizsgálatok	29
5.2.1.	60204-es vizsgálatok (földelés) gomb színek.....	29
5.2.2.	Biztonsági funkció vizsgálat.....	30
5.2.3.	ISO 102018-2	35
5.2.4.	Üzem mód vizsgálat	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.2.5.	Robot tengelyvég korlátozások (szoftveres).Hiba! A könyvjelző nem létezik.	
5.2.6.	Pneumatikus leválasztás és előkészítő egység ellenőrzése	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.3.	Mérések.....	40
5.3.1.	védőburkolat távolság mérés	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
5.3.2.	védőburkolat magasság mérés	41
5.3.3.	védőburkolat nyílásainak mérése.....	41

6.	Módosítási javaslat.....	42
6.1.	Védőburkolat módosítása.....	42
6.2.	Pneumatikus leválasztás, előkészítő egység kiegészítése, d teljesítményszintű szelep betápra MS6-sv-1/2-d.....	42
6.3.	Szoftveres tengelykorlátozások módosítása	46
6.4.	Használati információban -> Bent reked személy elleni védelem kiegészítés	47
6.5.	Megjegyzés (beállítások biztonsági tárolása adathordozón, PC-n)	47
7.	Gazdasági számítás	48
8.	Összefoglalás.....	49
9.	Summary	50
10.	Nyilatkozat.....	51
11.	Hivatkozások	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
12.	Mellékletek	55

1. Bevezetés

A műszaki iskolák laborjaiban, szakmai termeiben fellelhető eszközök egy részét az iskola saját gazdasági helyzetéből adódóan szerzi be. Azonban az olyan eszközöket, amiket komplexebb folyamat, illetve drágább megvásárolni, az iskola környékén belüli cégek, valamint az iskolával jó kapcsolatot ápoló cégek tudnak eszközöket, berendezéseket biztosítani, adományozni. Fontos, hogy a felajánlott, vásárolt termékek az iskolában dolgozó személyekre ne jelentsenek veszélyt és biztonságosan tudjanak az oktatásban résztvevők gyakorolni az adott eszközön. Előfordul, hogy egy berendezést nem látnak el CE jelöléssel, ami egy közintézményben nem szakképzett személyek számára veszélyes helyzetet tud elő idézni.

1.1. Téma jelentősége

A szakdolgozat témája egy cellába zárt ipari robot gépbiztonsági szempontú felülvizsgálata, valamint a vizsgálat alapján egy módosítási javaslata. A robot cellát egy a Szent József Technikumot támogató cég ajánlotta fel, ezzel támogatva két szakképzésben résztvevők számára a robotokat történő programozást és robotikai ismeretek elsajátítását.

A feladat része, hogy a gépet első sorban az intézményben a robottal valamilyen kapcsolatot létesítő személyek részére tervezett biztonsági funkciók felülvizsgálata, valamint szükség esetén további biztonsági funkció tervezése. A dolgozat átfogóan taglalja a nemmegfelelőségek módosítására irányuló folyamatokat is. Így összképet adva a nem szabvány szerint telepített állapottól, az alapvető biztonsági és egészségvédelmi követelményeknek keresztül, az európai szabványoknak megfelelő, CE jelölés eléréséig.

Oktatási eszközökben is fontos az átalakítási és továbbfejlesztési szempontú tervezés. Ennek akkor van jelentősége, ha az eszköz/berendezés alkalmas új eszközök fogadására is, hogy az oktatás vélhetően napra készen tartsa a fejlődést az ipari fejlettséggel.

1.2. Célkitűzés

A dolgozat célja, hogy beazonosítsa és bemutassa a robotcellára vonatkozó Európai Unió követelményeket. Belátást adjon a robot működéséről, kiemelve a biztonsági eszközökhöz, berendezésekhez kapcsolódó kialakításokat. Ismertesse a vizsgálat lépéseiből adódó a szabványtól eltérő megoldásokat, illetve a feltárt hibákra korrigálási intézkedési javaslatot tenni. Ezen kívül kitérjen a robotcella CE jelölésének megszerzéséhez szükséges gazdasági igényeket.

2. Szakirodalom feldolgozása

Az Európai unió törekszik az egységesített piac létrehozására. Ez mind gazdasági, mind környezet védelmi és személy biztonsági szempontból fontos. Ezeket összevetve és az árucikkek, szolgáltatások rugalmas kezelése miatt vezették be a CE jelölést. [1]

2.1. CE jelölés

Minden termék, jelen esetben gép, amelyet a világpiacra szánnak, bizonyos követelményeknek meg kell felelnie a biztonságos felhasználás, üzemeltetés végett. Az európai unió-ban létrejött egy megfelelésértékelési rendszer, amely a gépekre vonatkozóan a kötelező minimumot írja elő. Amennyiben ezt a minimumot eléri a biztonsági rendszer a gépre vonatkozóan, abban az esetben lehetséges CE jelölést elhelyezni a gépen. [1]

A CE jelölés a „Conformité Européenne” francia kifejezésből ered, ami az európai megfelelést jelenti. A CE jelölés egy olyan jelzése a berendezésen, amely a berendezés az uniós jogszabályoknak való megfelelést jelenti. Az EGT-n és Törökországon belüli szabad termék mozgást ez teszi lehetővé. A termék szabad mozgása független attól, hogy hol készült, ha van CE-jelölése. A gépeken elhelyezett jelöléssel a gyártók egyértelműen nyilatkozzák, hogy termékük megfelel az uniós harmonizált szabványoknak. A terméken elhelyezett jelölés nem egyértelmű argumentuma annak, hogy megfelel minden kötelező minimumnak. [2]

2.2. A robotra vonatkozó európai irányelvek

Az európai irányelvek nagy hangsúlyt fektetnek az automatizált rendszerek biztonságára, beleértve a gépeket, robot rendszereket, kiberbiztonsági rendszereket, valamint az üzemeltetés során a kezelők és a környezet védelmét is. Az EU által kiadott, robotokra vonatkozó irányelvek célja, hogy szabványosítsák és biztonságossá tegyék a robotikai alkalmazásokat, megelőzve az esetleges munkahelyi baleseteket. A legfontosabb jogszabályok közé tartozik a gépdirektíva (2006/42/EK), amely előírja, hogy minden gép, így a robotok is, olyan kialakítással és biztonsági rendszerekkel rendelkezzenek, amelyek megfelelnek az egészség- és biztonságvédelmi előírásoknak. [3]

A Munkavédelmi Irányelv (89/391/EK) az általános munkahelyi biztonságot szabályozza, és alkalmazható a robotmunkaállomásokra is. Ezen irányelv alapján az üzemeltetőknek biztosítaniuk kell a dolgozók biztonságát minden potenciális kockázat minimalizálásával,

különös figyelmet fordítva a robotok és dolgozók közös munkaterületeire, ahol előfordulhat közvetlen érintkezés. [3]

Az európai irányelvek között kiemelt szerepet kap a kisfeszültségű direktíva (2014/35/EU), amely a 50 V és 1000 V közötti feszültségű elektromos berendezések biztonságára vonatkozik. Ezen irányelv célja, hogy biztosítsa a felhasználók és az üzemeltetők védelmét a potenciálisan veszélyes elektromos berendezések alkalmazása során. A kisfeszültségű irányelv hangsúlyozza a tervezési és gyártási folyamatok során alkalmazott biztonsági követelmények fontosságát, és előírja, hogy a berendezések megfeleljenek az egészség- és biztonságvédelmi normáknak. [3]

Az Elektromágneses Összeférhetőség Irányelv (2014/30/EU) előírja, hogy a robotrendszerek ne okozzanak elektromágneses interferenciát a környező elektronikus eszközökkel, illetve a robot saját rendszerei is legyenek védve a külső zavaroktól. [3]

2.2.1. Gépdirektíva

A Gépdirektíva nem konkrétan csak és kizárólag az iparban alap értelemben alkalmazott gépekre, hanem egy géphez tartozóan az egyéb kiegészítő elemeire is vonatkozik. Mint például az emelési célú kötelek, láncok, hevederek, erőátviteli kivitelezések, részben kész gépek önálló forgalomba hozatalához szükséges lépéseket, valamint a megfelelőségértékelési feladatait is tartalmazza. [2]

Fontos megemlíteni, hogy a 2006/42/EK direktíva elemzi, hogy milyen egységekből, alkatrészekből, működtető energiaforrásból, közvetett működtetésből áll egy gép. Részletesen elemzi, hogy mit is tartozik a direktíva alá. Ezen belül lehetnek még részben kész gépek is, amelyek önmagukban nem látnak el gépi funkciót, de kiegészítő elemekkel, alkatrészekkel, további részben kész gépekkel egybeépítve, már gépnek nevezhető. Egy nagyon gyakran felmerülő részben kész gép például a robotkarok. [2] [4]

A gépekre vonatkozóan nem elegendő a CE jelölés eléréséig, kizárólag a Gépdirektívát alkalmazni. A géphez tartozó egyéb jogszabályokat, előírásokat, alapelveket is figyelembe kell venni. Ezek közé tartozik: a [2]

- Kisfeszültségű berendezések (LVD) – 2014/35/EU
- Elektromágneses kompatibilitás (EMC) – 2014/30/EU
- Nyomástartó berendezések (PED) – 2014/68/EU

- Robbanásveszélyes környezetbe szánt berendezések (ATEX) – 2014/34/EU a például amelyek általában véve legalább az egyik a gépdirektíva mellé minden esetben szükséges.

2.3. A robotra vonatkozó harmonizált szabványok

Az irányelvek mellett az európai szabványok is segítik a robotikai rendszerek biztonságos alkalmazását, amelyeket az XXXXX ábra alapján került csoportosításra. [3]

A szabvány típusok 5 csoportra bonthatóak az 1-es táblázat alapján: [2]

1. táblázat: A szabvány típusok:

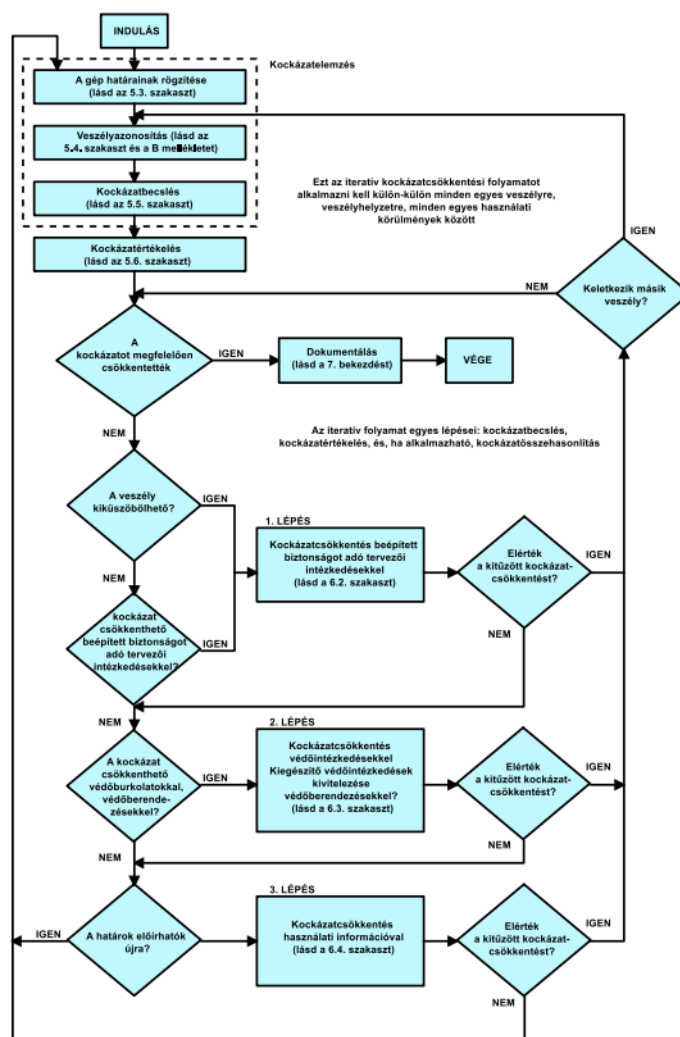
„A” típusú szabvány	Biztonsági alapszabványok: Alapfogalmak, kialakítási elvek, általános szempontok. (Minden gépre alkalmazni kell)
„B” típusú szabvány	Általános biztonsági szabványok: A gépek egy nagy csoportjához felhasználható biztonsági berendezésről értekezik.
„B1” típusú szabvány	Meghatározott biztonsági szempontok: Zaj, biztonsági távolság)
„B2” típusú szabvány	Biztonsági berendezések: Kétkezes indítás, védőburkolatok)
„C” típusú szabvány	Olyan biztonsági szabványok, amelyek részletes követelményeket tartalmaznak.

2.3.1. MSZ EN ISO 12100: Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés

Az EN ISO 12100 egy „A” típusú szabvány, amelyet minden gépre alkalmazni kell. Ebben a szabvány egyfelől a módszertani leírást vetít a kockázat felmérési eljárásra és a figyelembe veendő veszélyekre. Másrészt elvi követelményeket kínál a kockázatok csökkentéséhez, a tervezői mérlegelés, a műszaki védőintézkedések és az információs feladatok vonatkozásában. Általános irányelvként kijelenthető, hogy egy gép abban az esetben tekinthető biztonságosnak, ha életciklusának minden fázisában (szállítás, telepítés, üzemeltetés, karbantartás, üzemben kívül

helyezés) a rendeltetésszerű és az előre látható nem rendeltetésszerű használat során sem okoz egészségkárosodást. [2] [5]

A biztonságos gépállapot eléréséhez egy iteratív háromlépéses módszer (lásd: 1. ábra) logikája alapján írja le, amelynek legfontosabb része, hogy a feltárt kockázatokat mindenekelőtt az optimális tervezési elvek használatával kell csökkenteni, amennyiben lehetséges az azonosított veszélyek teljes körű kizárásával. Ezek után a fennmaradó kockázatokat kell csökkenteni, valamilyen védőintézkedés alkalmazásával. A védőintézkedéseket védőberendezések, alkalmas biztonsági funkció megválasztásával, kivitelezésével, alkalmazásával tudjuk biztosítani. Ha ezen felül bármilyen kockázat fennmaradása merülne fel, akkor a kockázatokról kiegészítő információt kell biztosítani a felhasználó részére. [2]



1. ábra: A biztonságos géptervezés folyamata az iteratív háromlépéses módszer alkalmazásával [2]

A kockázatelemzés egy olyan sokrétű folyamat, ami felöleli a kockázatelemzést, együttesen a géphatárainak rögzítését, a veszélyazonosítást, a kockázatbecslést, valamint a kockázat értékelést. [2]

Veszélyek beazonosítása nemcsak a tervezési fázisban felmerülő veszélyekre terjed ki, hanem a gép teljes életciklusa folyamán felmerülő veszélyekre is. Ez magába foglalja a tárolást, a beállítást, leállítást és üzemből történő kihelyezést is. A veszélyek azonosítása során a különböző speciális gépeken a szabványban megfogalmazottakon kívül is érdemes megvizsgálni a gép veszélyeit, mert nem minden esetben fedt le bizonyos termékek esetében a szabványok a veszélyeket. [2]

A beazonosított veszélyek nem egyforma prioritással bírnak. Meg kell különböztetni, hogy a veszély milyen mértékű balesetet tud okozni, illetve azt is, hogy ez a veszély milyen gyakran fordul elő. Számolni kell azzal, hogy a gépet milyen személyek, milyen mértékben tudják megközelíteni, jelent-e bármilyen veszélyt a felhasználón kívül is. [2] [5]

A beazonosítás után egy táblázat segítségével döntést kell hozni, hogy az adott kockázat megfelelően lett-e csökkentve, amennyiben nem, szükséges további kockázat csökkentés.

A kockázatok csökkentésére a szabványok tartalmazzák elvárt módszereket, de a gyártóknak a felelőssége meghatározni azokat. Ez a tervezési szempontokat, a műszaki védőintézkedéseket és a használati információkat foglalja magába. [2]

A fennmaradó kockázatok elkerülése érdekében a felhasználói dokumentációban, a gépen található piktogramokon, figyelmeztetés formájában tájékoztatni kell a felhasználót. Ezzel a felhasználó a kockázatok elkerülése érdekében tud intézkedni. [5]

A szabvány szerint a beépített biztonságot adó tervezői intézkedések, bemutatják, hogy az intézkedések figyelembevételével a tervezés során már biztonságosan, vagy a felmerülő kockázatok minimalizálásával lehet megtervezni a gépeket. Ezek között szerepel: [2] [5]

- a geometriai tényezők és a fizikai szempontok mérlegelése,
- a géptervezés általános műszaki ismereteinek figyelembevétele,
- a megfelelő technológia kiválasztása,
- a mechanikus kényszerkapcsolat elvének alkalmazása,
- stabilitási intézkedések,

-
- karbantarthatósági intézkedések,
 - az ergonómiai elvek,
 - villamos veszélyek,
 - pneumatikai és hidraulikai veszélyek,
 - vezérlőrendszerekre, biztonsági funkciókra, ezek megbízhatóságára vonatkozó elvek.

A gépek működésének biztonságosabbá tételéhez ma már nem megengedhető, hogy a tervezési szakaszban ne mérjük fel az egyes kockázatokat, és ne határozzuk meg, milyen védőintézkedések révén csökkenthetők ezek. Az alkalmazott védőberendezések közé tartoznak például a védőburkolatok, reteszek, végálláskapcsolók, fényfüggönyök és különféle érzékelő rendszerek. [2]

Bár a gondos tervezés és a megfelelően kiválasztott védőeszközök sokat segíthetnek, mindig számolni kell a fennmaradó kockázatokkal, amelyekről a felhasználókat is tájékoztatni kell. A kockázat jellege, az információk elérhetősége és a technológia, valamint a használati körülmények figyelembevételével kell megállapítani, hogy az információk milyen formában, hol és miként legyenek közölve. Az alábbiak szerint valósulhat meg az információk átadása: [2] [5]

- a gépen,
- a kísérő dokumentációban, például használati útmutatóban,
- a csomagoláson,
- gépen kívüli figyelmeztetések és jelek formájában, vagy
- ezek kombinációjaként.

2.3.2. MSZ EN ISO 10218-1:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 1. rész: Robotok

Az ISO 10218-1 szabvány célja az ipari robotok biztonsági követelményeinek meghatározása, mely segíti a robotok és a kezelő személyzet védelmét, csökkentve a munkahelyi balesetek kockázatát. A szabvány konkrét előírásokat fogalmaz meg az ipari robotok tervezésével, kivitelezésével és üzemeltetésével kapcsolatban. Magában foglalja a gépi mozgások szabályozását, a sebesség- és mozgáskorlátozások alkalmazását, valamint a biztonsági funkciókat. A szabvány emellett a gyártók figyelmét felhívja, hogy a tervezési folyamat során

a robot és a kezelők közötti biztonságos távolság fenntartását, illetve alkalmazzanak érzékelőket és figyelmeztető jelzéseket. [6]

Az szabvány kiter az ipari robotok szoftveres és mechanikai rendszereinek biztonságos kialakítására is, meghatározva a robotok szoftvereihez és irányítási rendszeréhez szükséges kritériumokat. A szabvány szerint minden robotnak rendelkeznie kell olyan mechanikai korlátokkal, melyek biztosítják, hogy az eszköz csak meghatározott mozgástartományon belül működjön. Ezenkívül előírja, hogy a rendszeres karbantartás során ellenőrizni kell a biztonsági berendezések, szenzorok és egyéb védelmi mechanizmusok működőképességét. [6]

2.3.3. MSZ EN ISO 10218-2:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk

Az ISO 10218-2:2011 a robotrendszerek integrációjára és a robotcellák működtetésére vonatkozó követelményeket tartalmazza, amelyek kulcsfontosságúak a biztonságos ipari robottelepítések kialakításában. A szabvány a robotok környezeti telepítésének és biztonságos működésének feltételeit szabályozza, hogy az interakciók, az emberek és a robotok közötti kockázatokat csökkentse. Előírja a különféle biztonsági intézkedéseket és kockázatelemzési követelményeket, amelyeket minden gyártónak és üzemeltetőnek be kell tartania a robotcellák tervezése és telepítése során. [7]

A szabvány továbbá részletesen foglalkozik a biztonsági rendszerek telepítésével, például az érzékelők és a vészleállító rendszerek beépítésével. A szabvány ajánlásai és iránymutatásai szerint a biztonságos interakció érdekében külön szabályozás vonatkozik a robotcellák zárt és nyitott típusaira is, figyelembe véve az egyes szektorok eltérő követelményeit és kockázatait. A szabvány megköveteli, hogy a robotcellákat úgy tervezzék meg, hogy mind a működés, mind pedig a karbantartás során a lehető legalacsonyabb kockázattal legyen kialakítva, és a kezelők biztonsága megfelelően legyen kialakítva. [2] [7]

Ezen szabályozások alapvető célja, hogy az üzemeltetők és a dolgozók számára maximális védelmet biztosítsanak a robotok közelében végzett munka során, és garantálják, hogy az összes telepítés megfeleljen az ipari szabványoknak. Az ISO 10218-2:2011 előírásai szorosan kapcsolódnak az ISO 10218-1 szabványhoz, amely a robotok tervezési követelményeire összpontosít, így együtt átfogó minimumot nyújtanak a biztonságos robotok üzembe helyezés kialakítására. [7]

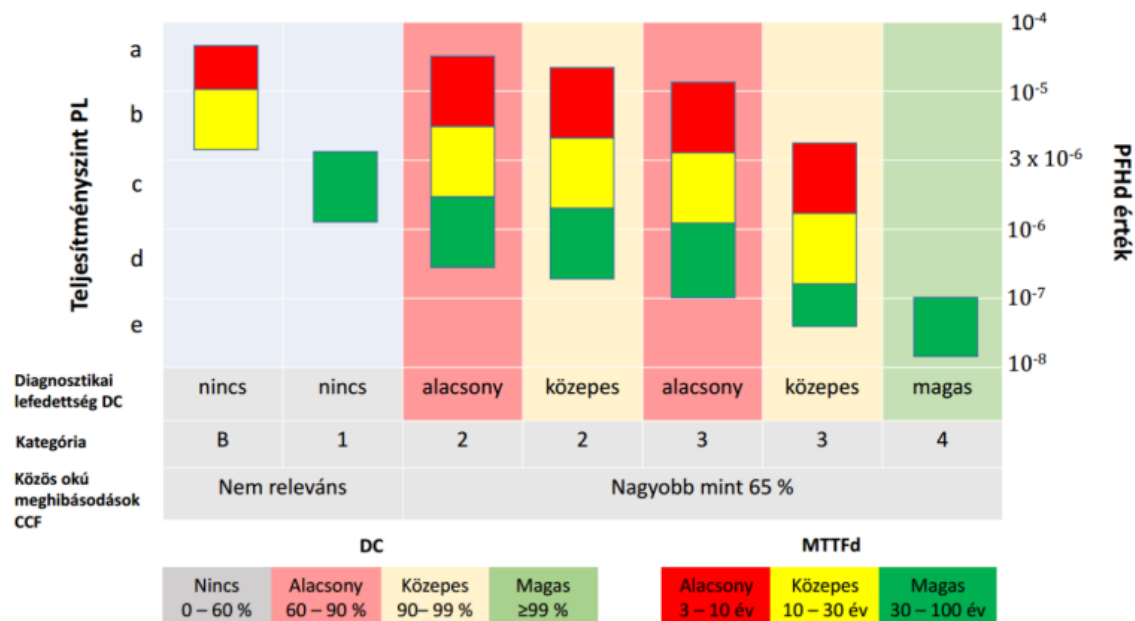
2.3.4. MSZ EN ISO 13849-1: Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei

Az ISO 13849-es 1-es része a gépek olyan biztonsági követelményeinek alapelveivel, alapfogalmaival foglalkozik, amelyek az adott biztonsági funkció valamilyen vezérléssel van megvalósítva. A 13849-es szabvány család és az IEC 62061-es szabvány foglalkozik a vezérlőrendszerek biztonságával. [2]

Az ISO 13849-1 szabvány szerint a vezérlőrendszerek biztonsági funkcióinak megtervezése a gépek biztonságos működéséhez alapvetően szükséges. A szabvány előírja a kockázatelemzési folyamatot, amely során a vezérlőrendszer minden egyes komponensének teljesítményszintjét (PL, mint pl.: a, b, c, d, e) úgy kell megtervezni, hogy az a megkövetelt biztonsági szintet biztosítsa. Ez magában foglalja a redundancia (CCF, közös okú meghibásodás), a diagnosztikai lefedettség (DC) és a megbízhatósági szintek figyelembevételét, amelyek mind a potenciális veszélyek minimalizálását szolgálják. Ezen belül fontos szerepet játszanak az alkatrészek minőségére és élettartamára vonatkozó követelmények, amelyek alapján például meghatározható a komponensek várható élettartama (MTTFd: az egyes termékek átlagos ideje a veszélyes meghibásodás kialakulásáig, órára vonatkoztatva). [2] [8]

A szabvány külön kategóriákra osztja a biztonsági szinteket, mint például a B, 1, 2, 3 és 4-es kategóriákat, ahol a magasabb kategóriák szigorúbb diagnosztikai lefedettséget és redundanciát írnak elő. Az ISO 13849-1 emellett előírja a hibamentes működés kritériumait is, ahol például a 4-es kategóriában a rendszernek még több hibát is biztonságosan kezelnie kell a működés során. Ezek az előírások biztosítják, hogy az SRP/CS (Safety-Related Parts of Control Systems) részek olyan magas biztonsági szintet érjenek el, amely képes ellenállni a különböző környezeti hatásoknak és működési igénybevételnek, például mechanikai rezgésnek vagy elektromágneses zavaroknak. [2] [8]

A különböző teljesítményszintek és a különböző vezérlési kategóriák összefüggését a 2. ábra mutatja: [2]



2. ábra: A teljesítményszint és a vezérlési kategória, MTTFd, DC, és CCF közötti összefüggés [2]

2.3.5. MSZ EN ISO 13849-2:2013, Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő szerkezeti részei. 2. rész: Validálás

Az ISO 13849-2 szabvány a gépek biztonságával összefüggő vezérlőrendszerek validálására összpontosít. Míg az ISO 13849-1 szabvány a biztonsági funkciók teljesítményszintjeinek (PL) meghatározásával és tervezési követelményeivel foglalkozik, addig a 13849-2 azt részletezi, hogyan kell ezeket a biztonsági funkciókat ellenőrizni, tesztelni és dokumentálni annak érdekében, hogy biztosan megfeleljenek a biztonsági követelményeknek. [2] [9]

A szabvány felhívja a figyelmet, hogy a vezérlő rendszer megfelelő beavatkozásával az alábbi különböző hibalehetőségek elkerülése érdekében érdemes alkalmazni védőintézkedéseket: [2]

- Az energia fennmaradásának biztosítása a vezérlőberendezésnek.
- Feszültség ingadozásra, feszültség csökkenésre, túlfeszültségre, feszültség kimaradásra vonatkozó intézkedések.
- Fizikai körülmények (Hőmérséklet, nedvesség, rezgés, por, korrodáló anyagok, víz, elektromágneses interferencia) irányítására vagy elkerülésére vonatkozó intézkedések.
- Szoftveres programsorrend-ellenőrzés

A szabvány szisztematikus meghibásodás elleni megelőzési intézkedéseket javasol: [2]

- Alkalmas anyagok és megfelelő gyártás.
- Helyes méretezés és alak.
- Az alkatrészek helyes megválasztása, összekapcsolása, elrendezése, összeszerelése és üzembe helyezése, beleértve a vezetékfektetést, a huzalozást és valamennyi csatlakozást.
- Összeférhetőség.
- Az előírt környezeti körülményekkel szembeni ellenállás.
- Egy megfelelő szabvány szerint tervezett és jól meghatározott meghibásodási módú alkatrészek használata
- Hardverkialakítás átvizsgálása (pl. ellenőrzéssel vagy lépésenkénti áttekintéssel).
- Számítógéppel segített, szimulációra vagy elemzésre képes tervezőeszközök.
- Szimuláció.

2.3.6. MSZ EN ISO 14119, Gépek biztonsága. Védőburkolatokkal összekapcsolt reteszelőberendezések. Kialakítási és kiválasztási irányelvek

Az ISO 14119 szabvány a gépek biztonságával összefüggésben részletesen foglalkozik a védőburkolatokhoz kapcsolódó reteszelő berendezések kialakításának és kiválasztásának követelményeivel. Elsődleges célja, hogy megvédje a kezelőket és az egyéb, a gép környezetében dolgozó személyeket azáltal, hogy megakadályozza a veszélyes mozgások alatti hozzáférést. A szabvány előírja, hogy ezeknek a reteszelőknak szoros együttműködésben kell lenniük a védőburkolatokkal, és biztosítaniuk kell, hogy a géphez csak akkor lehessen hozzáférni, amikor a veszélyes állapot már nem áll fenn. [2] [10]

A szabvány ezen kívül meghatározza a reteszelők típusait és kódolási szintjeit, amelyek elengedhetetlenek a megfelelő biztonsági funkciók biztosítása érdekében. Az egyes reteszelőtípusokhoz eltérő biztonsági szintek társulnak, attól függően, hogy milyen kockázatokkal kell szembenézniük, és hogy milyen környezetben használják őket. Ezzel a reteszelőrendszer nemcsak a jogosulatlan hozzáférést akadályozza meg, hanem hozzájárul a teljes rendszer integritásának fenntartásához is. [2]

Az ISO 14119 szabvány olyan speciális helyzeteket is figyelembe vesz, amikor egy adott folyamat megszakítása nem lehetséges, így ebben az esetben időzített, automatikus vagy akár

kézi kioldási mechanizmusokat szükséges alkalmazni. Ezek a kioldási mechanizmusok megakadályozzák, hogy az üzemeltetők a veszélyzónába jussanak, amíg a veszélyes állapot nem szűnik meg. Vészhelyzet esetén a szabvány olyan segéd- és vészkioldó mechanizmusok alkalmazását javasolja, amelyek gyors hozzáférést biztosítanak a veszélyes területre, például hiba vagy vészhelyzet esetén, így ezek a mechanizmusok fontos szerepet játszanak a gépi munkakörnyezet biztonságának megőrzésében. [2] [10]

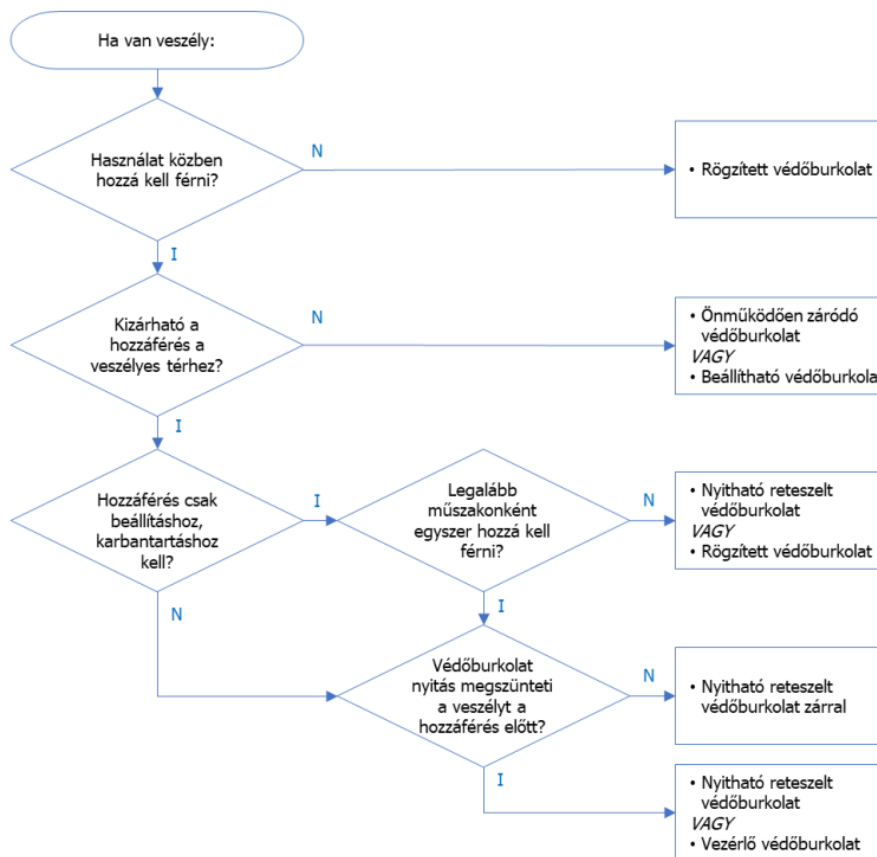
2.3.7. MSZ EN ISO 14120:2016, Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és a nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei

Az ISO14120-as szabványban a védőburkolatok megválasztásának szempontjait tárgyalja. A védőburkolatok a legelterjedtebb, legkedveltebb védelmi eszközök a tervezők szempontjából. A kialakítási lehetőségek tárháza igen széleskörű. Lényeges, hogy a védőburkolatokat a beazonosított veszélyekhez képesti kockázatok csökkentésére alkalmazzuk, valamint a megfelelő védőburkolatok kialakítása mellett az elhelyezésre vonatkozóan is feleljen meg. [2]

Szerkezeti kialakításuk szerint a védő burkolatokat a szabvány az alábbiakat tárgyalja: [2] [10]

- rögzített védőburkolat,
- nyitható reteszelt védőburkolat,
- nyitható zárral ellátott reteszelt védőburkolat,
- önműködően záródó védőburkolat,
- beállítható védőburkolat,
- vezérlő védőburkolat.

A védőburkolatok kiválasztásának szempontjait a 3. ábra folyamata részletezi. A folyamatára a beazonosított veszélytől kezdődően addig a védőburkolatok nyitása a veszélyek megszüntetése utánig tárgyalja. Figyelembe veszi, hogy a gép használata közben szükséges-e a géphez közvetlenül hozzáférni és ez a veszélyes térben történő hozzáférést igényel-e. A folyamatára azt is megkülönbözteti, hogy ha a veszélyes térből nem zárható ki a hozzáférés, abban az esetben karbantartási, avagy kezelői szinten szeretnének hozzá férni a géphez.



3. ábra: A Védőburkolatok kiválasztásának szempontjai [2] [10]

A különböző védőburkolat kialakításoknak a követelményeit részletesen előírja a 14120-as szabvány. Ebből a követelményekből a rögzített védő burkolatok és a nyitható zárral ellátott reteszelt védőburkolatok követelményeit a 2. táblázat részletezi. [11]

2. táblázat: rögzített-, és nyitható zárral ellátott reteszelt védőburkolatok követelményei: [2] [11]

Védőburkolat típusok	Követelmény leírás
Rögzített védőburkolatok	Olyan módon (például fejecsavarokkal, csavaranyákkal, hegesztéssel) legyen rögzítve a védőburkolat, hogy csak szerszámmal vagy a rögzítőeszközök roncsolásával legyen nyitható vagy távolítható el. Az alkalmazott kötőelemek lehetőleg legyenek „elveszíthetetlenek”:
Nyitható zárral ellátott reteszelt védőburkolat	Zárral ellátott és reteszelőberendezéssel összekapcsolt védőburkolat, amely a gép vezérlő-rendszerével együtt kell, hogy teljesítse a következőket:

	• a védőburkolattal „lefedett” veszélyes gépi funkciók nem működtethetők mindaddig, amíg a védőburkolat nincs becsukva és lezárva • ha a védőburkolat nyitva / nem lezárva van, miközben a veszélyes gépi funkciókat működtetik, akkor állj parancsot ad • ha a védőburkolat be van csukva és le van zárva, akkor a védőburkolattal „lefedett” veszélyes gépi funkciók működtethetők • a védőburkolatot becsukva és lezárva marad mindaddig, amíg a védőburkolattal „lefedett” veszélyes gépi funkciókhoz kapcsolódó kockázat meg nem szűnik • a védőburkolat becsukása és lezárása önmagában nem indítja el a veszélyes gépi funkciókat • mozgó részek nem indulhatnak (=veszélyes szituáció nem jöhet létre), amíg a kezelő elérheti • felszerelése szándékos művelettel történhet • hiányosság, hiba állítsa le a mozgást/veszélyes működést • hiányosság, hiba akadályozza meg az indulást
--	--

Mind emellett fontos megemlíteni, hogy a reteszelt kialakítású burkolatok esetében a nyitvatartási idő felügyelete és az idő korlátozása is biztonsági funkciónak minősül. Ebből adódóan az EN ISO 13849-1-ban megfogalmazott követelményeknek is meg kell felelnie. [2]

2.3.8. MSZ EN ISO 13857:2020 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére

Az ISO 13857 szabvány az ipari gépek és berendezések biztonságát szabályozza a hozzáférhetőség szempontjából, különösen arra összpontosítva, hogy megakadályozza a dolgozók veszélyes részekhez való véletlen hozzáférését. A szabvány előírja a minimális biztonsági távolságokat a végtagok elérési zónái alapján, azaz meghatározza, hogy különféle környezetekben milyen távolságot kell fenntartani, hogy az emberek ne tudjanak a veszélyes térbe kerülni, benyúlni bármely testrészükkel. Ez a szabvány kockázatelemzési követelményeket is tartalmaz a biztonsági távolságok pontos kiszámításához, figyelembe véve a végtagok hosszát, a hozzáférés irányát és a különböző testtartásokat. [2] [12]

Az ISO 13857 konkrét táblázatokban és diagramokban adja meg a szükséges biztonsági távolságokat különböző helyzetekre, mint például kézzel vagy karral történő elérés, illetve lábbal való elérhetőség. A szabvány két fő munkakörnyezetet különböztet meg: az ipari és a nem ipari környezetet, és mindkettőre külön követelményeket határoz meg. Az ipari környezetben nagyobb a veszélyes gépek közelsége és az automatizált folyamatok kockázata, így szigorúbb távolságtartási követelmények vonatkoznak rá. [2]

2.3.9. MSZ EN ISO 4414, Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei

Az ISO 4414 szabvány a pneumatikus rendszerek biztonságos működésével és telepítésével foglalkozik, különös tekintettel az ipari gépek pneumatikus vezérlőire. A szabvány célja, hogy minimalizálja a pneumatikus rendszerek üzemeltetése során fellépő kockázatokat, és biztosítsa, hogy azok megfeleljenek a biztonsági és hatékonysági követelményeknek. A szabvány leírja azokat az irányelveket, amelyeket a pneumatikus rendszerek tervezése és üzemeltetése során figyelembe kell venni, beleértve a rendszernyomás szabályozását, az energiamegszakítási módokat és a hibamentes működést. Tartalmazza a [2] [13]

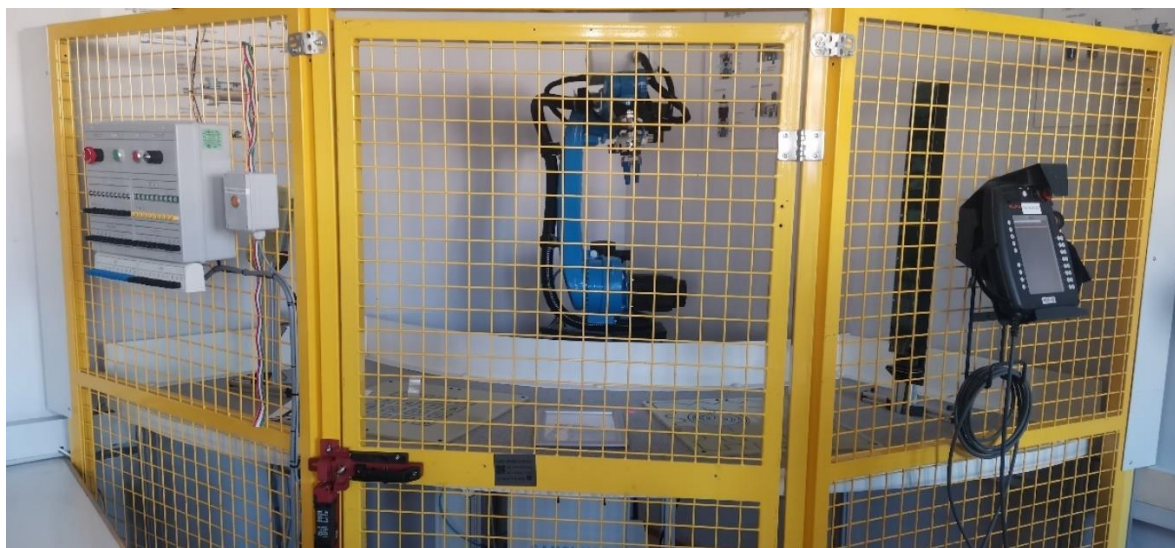
A szabvány előírja továbbá a pneumatikus rendszerek energiaforrásainak biztonságos kialakítását. Ezen kívül foglalkozik a levegőelőkészítő egység részletes követelményeivel, amiben egyértelműen leírja, hogy a levegőelőkészítő egységnek legfontosabb elemei a nyomásszabályzó és a szűrő-vízleválasztó. Javasolt, hogy egy nyomásmérő manométert és egy leválasztó egységet is tartalmazzon. [2]

3. Probléma bemutatás

Ebben a fejezetben bemutatom a robotot, amelyet oktatási célra kapott az intézmény.

3.1. Robot cella bemutatása

A robot cella körül belül egy 2,2 m x 2,2 m-es alapterületet fed le. A robot cellában található a robot vezérlővel együtt a robot kar, illetve egy olyan vezérlő szerkény, amelyben egy biztonsági relé és egy PLC került elhelyezésre. A robot asztalán elhelyezésre került egy magas raktár, egy rakodó oszlop, egy A4-es méretű papír tartó, valamint két csavarral rögzített, cserélhető lap, amely különböző feladatok leprogramozására alkalmas mozgási vonalakat, palettázási felületeket tartalmaz. A robot cellát két rögzített burkolattal és egy nyitható zárral ellátott reteszelt védőburkolattal láttak el. A robotcella külsőfalára felerősítették a robot programozására alkalmas teachpendantot, valamint egy a robotvezérlő ki- és bemeneteinek bővítésére alkalmazott PLC be- és kimenetinek külső hozzáférést biztosító kapcsolódobozt. A védőburkolatra továbbá egy olyan különálló gombot is elhelyeztek, amely a egy letörés gátló eszköz nyugtázására szolgál.



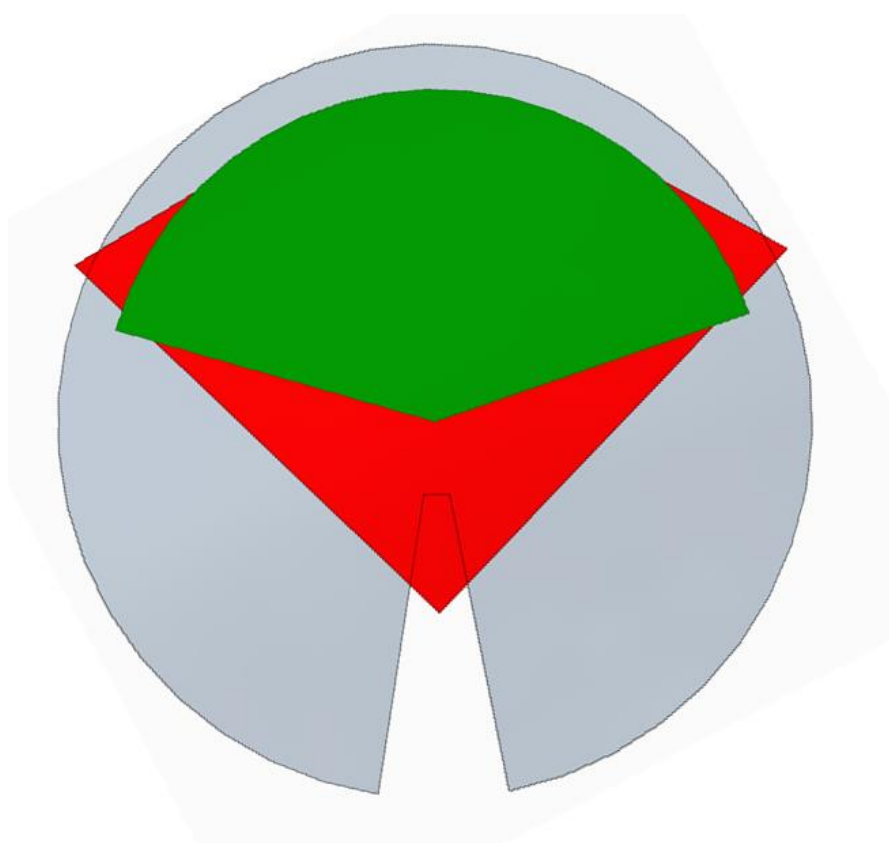
4. ábra: A dolgozatban vizsgált robotcella (Saját kép)

A robot megfogóját egy pneumatikus munkahenger mozgatja. A megfogó egy fém rögzítésen keresztül egy gumi megfogót tartamaz, amely alkalmas a magastárban elhelyezett munkadarabok megfogására. A robot megfogója mellett található egy lézeres távolságmérő szenzor. Az egész megfogó egységet egy letörésgátlóra erősítettek rá.

4. Robot cella bemutatása

4.1. A robotkar mozgás tartománya

A robotkar teljes mozgástartományát az 5. ábrán látható szürke mező írja le. A robot alapvetően +- irányban 170° -ot tud elmozdulni. Ezen belül helyezték el a védett területet, amely az ábrán piros színnel került ábrázolásra. A robotcella védett terét két rögzített védőburkolat, egy nyitható zárral ellátott reteszelt védőburkolat és két fal biztosítja. A robotcella korlátozott tere zöld színnel látható az ábrán. Ez a terület az, amelyben a felhasználók programozni tudják. Mivel oktatásban alkalmazzuk ezt a robotot, ezért nem különböztetünk meg működési teret, mivel előfordulhat, hogy megváltoztatjuk a robotnak ezen részét. A robotkar vertikális mozgása is korlátozva van. Azon része, amely arra vonatkozik, hogy vertikálisan milyen magasra tud mozogni nincs korlátozva. A föld felé irányítva, azonban korlátozva van, de nem megfelelően.



5. ábra: A robot tereinek bemutatása (Saját készítés)

4.2. Villamos eszközök

Ebben a részben a villamos eszközöket mutatom be a robot cellának. Az eszközökről általános tudnivalókat, illetve azon részeit is bemutatom, amelyekkel a dolgozatban is foglalkozom.

4.2.1. Robotkar és robot vezérlő

A robotcellába egy a KUKA cég által gyártott robotkart és egy robotvezérlőt építettek be. A robotkar pontos típusa egy KUKA SR 10 R1420, amely robotkar a KUKA KR 10 R1420-as robotkar adatlapjával megegyező paraméterekkel bír. A különbség az, hogy az „SR” típus jelzés konkrét céghez kialakított változat. A robotkarhoz beépített KUKA KR C4 Compact robotvezérlő főbb tulajdonságai közé tartozik a moduláris kialakítás, amely lehetővé teszi a különféle komponensek, mint a vezérlő PC, áramellátó egység és biztonsági logika egységes rendszerbe történő integrálását. A vezérlő kialakítása kompakt, ami alkalmassá teszi kisebb robotok vezérlésére. A rendszer fő komponensei közé tartozik a smartPAD/Control Panel/teachpendant kezelőfelület, amely intuitív grafikus interfészen keresztül támogatja a robot működtetését és programozását, valamint a felhasználói adatok kezelését. Az okostelefon-szerű smartPAD 8,4 hüvelykes, érintőképernyős kijelzővel rendelkezik, IP54 védettséggel, amely ellenáll a por és vízcseppek káros hatásainak. [14]

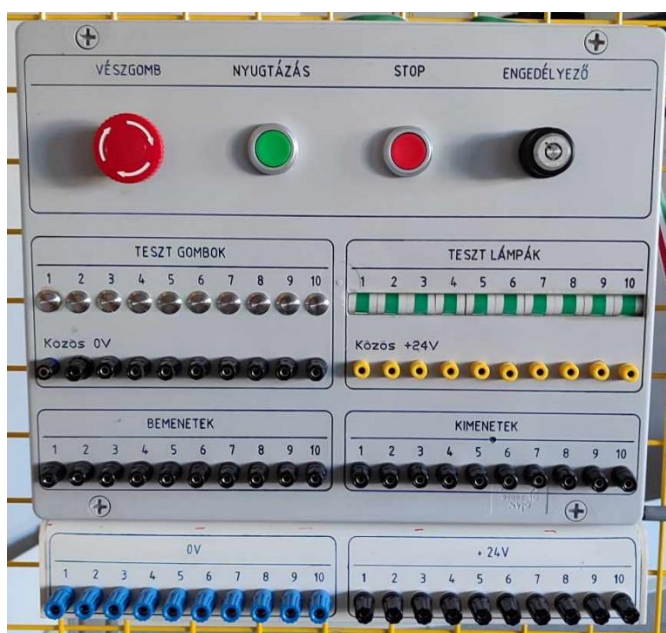
A vezérlő különféle biztonsági funkciókat is kínál, mint például a vészleállítási biztonsági funkció, sebességellenőrzés és több működési mód kiválasztási lehetősége. Ezenkívül a KR C4 Compact vezérlő támogatja az Ethernet-alapú biztonsági interfészeket, például a PROFI-safe lehetővé téve ezzel a külső rendszerek és robotok közötti biztonságos kommunikációt. A vezérlő energiaellátásának zavartalan működéséről egy akkumulátoros tartalék rendszer gondoskodik, amely áramkimaradás esetén elegendő időt biztosít a robot szabályozott leállításához, és a helyzeti adatok mentéséhez. [14]



6. ábra: A robotvezérlő, Manipulátor, smartPAD csatlakoztatása [14]

4.2.2. Be- és kimenetek bővítése

A robotcella védőburkolatán elhelyezésre került egy kötődoboz (lásd: 7. ábra), amely a be- és kimeneteket számát növeli. Ezt a be- és kimeneteket egy Beckhoff PLC biztosítja, amelyeket a PLC a robotvezérlőnek Ethernet kommunikáción keresztül továbbítja, ezzel elősegítve a szimulált jeleket a rendszer felé. Ezen a kezelői indító, ciklus vége stop, illetve vész nyomógomb is el lett helyezve. A vész nyomógombon kívül minden a PLC-be van bekötve, azonban a vész gomb érintkezői direktbe a robotvezérlőbe.



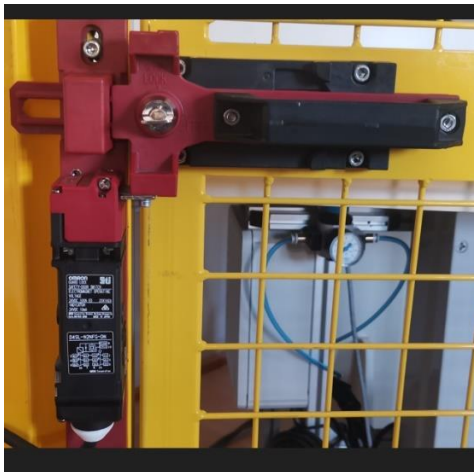
7. ábra: A kezelői panel (Saját készítés)

4.2.3. Biztonsági ajtózár

A nyitható zárral ellátott reteszelt védőburkolat zár részét egy Omron D4SL-N2NFG-DN típusú biztonsági ajtó zár biztosítja (lásd 7. ábra). Ez a zár alkalmas, arra, hogy a robot üzemszerűen működő állapotában a védőburkolattal együtt el tudja szigetelni a veszélyes térből a személyeket. A D4SL-N2NFG-DN modellel beépített ajtózár mechanizmussal és érzékelő funkcióval rendelkezik, amely képes a zárt ajtó helyzetének pontos ellenőrzésére.

Ez a modell rendelkezik duális biztonsági áramkörrel, ami lehetővé teszi, hogy megbízható jelzést küldjön a robotvezérlőnek az ajtó állapotáról, így biztosítva, hogy a gép csak zárt ajtó esetén induljanak el. Emellett kompatibilis azon vezérlőrendszerekkel, amelyek támogatják a DeviceNet protokollt, ezáltal egyszerű integrációt nyújt automatizált rendszerekben.

A D4SL-N2NFG-DN robusztus, IP67-es védettségű kialakításának köszönhetően poros és nedves környezetben is megbízhatóan működik, ami különösen fontos az ipari környezetekben. Az ajtózár számos rögzítési lehetőséget kínál, így egyszerűen illeszthető különböző ajtókonfigurációkhoz. A készülék további jellemzője, hogy tartalmaz egy kézi kioldó mechanizmust, amely vészhelyzet esetén lehetővé teszi az ajtó kinyitását.



8. ábra: Omron D4SL-N2NFG-DN biztonsági ajtózár (Saját készítés)

4.2.4. Biztonsági relé

Egy vezérlő szekrényben a PLC mellett egy Pilz PNOZ s4 – es biztonsági relét (lásd: 9. ábra) helyeztek el az ajtózár biztonsági körének érzékelésére. A Pilz PNOZ s4 egy kompakt biztonsági relé, amelyet gépek és berendezések vészleállító rendszereihez, illetve védelmi áramköreihez fejlesztettek ki. Ez a relé kiválóan alkalmas, ahol szükséges a gép biztonságos leállítása veszélyhelyzet esetén, vagy a kezelő személyzet védelmének biztosítása. A PNOZ s4 többcsatornás felépítése és redundáns vezérlése megbízható működést nyújt, ebből adódóan megfelel az EN ISO 13849-1 és IEC 62061 biztonsági szabványoknak.

Ez a relé rendelkezik állapotjelző LED-ekkel, amelyek segítségével könnyen ellenőrizhető a relé működési állapota, és gyorsan észlelhetők az esetleges hibák vagy meghibásodások. A PNOZ s4 egyszerűen integrálható meglévő vezérlőrendszerekbe, és rugalmasságának köszönhetően szinte minden géptípushoz alkalmazható. Telepítése egyszerű a DIN sínre szerelhető kivitelnek köszönhetően, és gyorsan csatlakoztatható különböző biztonsági elemekhez, például vészleállító gombokhoz, ajtókapcsolókhoz vagy fényfüggönyökhöz.

Az eszköz működése során a relé folyamatosan figyeli a biztonsági áramkör állapotát, és szükség esetén azonnal megszakítja az áramkört, biztosítva ezzel a gép gyors leállítását.



9. ábra: PILZ PNOZ s4 biztonsági relé (Saját készítés)

4.3. Pneumatikus eszközök

Ebben a fejezetben a robotcellán található pneumatikus előkészítő egység felépítését és a beavatkozókat mutatom be.

4.3.1. Pneumatikus előkészítő egység

Az előkészítő egység egy Festo LR-...-DI-MINI (lásd: 10. ábra) egység. Ez egy kompakt pneumatikus előkészítő egység, a levegő minőségének biztosítására és szabályozására használnak. Az eszköz elsősorban levegőszabályzó funkciót lát el, amely lehetővé teszi a megfelelő nyomás beállítását a pneumatikus rendszerben. Ez az előkészítő egység jellemzően egy nyomásszabályzót tartalmaz. Az egység tartalmaz egy manométert is, amely lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy valós időben ellenőrizze a nyomásértékeket, ezzel biztosítva az optimális működést. Ezen felül a Festo LR-...-DI-MINI előkészítő egység nem tartalmaz külön levegő szűrőt, amely biztosítani tudja a rendszer számára a megfelelően szűrt levegőt.

A kompakt kialakításnak és a robusztus anyaghasználatnak köszönhetően az LR-...-DI-MINI ideális választás szűk helyeken történő telepítéshez is, így kisebb gépekben és automatizálási rendszerekben is hatékonyan használható.

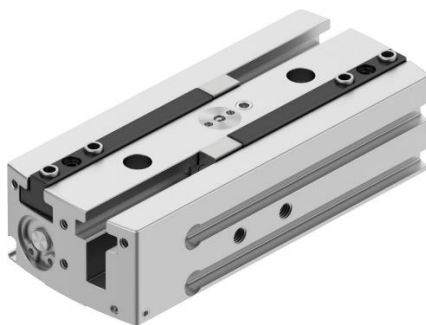


10. ábra: LR-...-DI MINI levegő előkészítő egység (Saját készítés)

4.3.2. Pneumatikus beavatkozó

A pneumatikus megfogó egység, amely a robot karra van felszerelve, egy FESTO cég által gyártott HGPL-14-40-A-B kompakt, precíziós párhuzamos megfogó (lásd: 11. ábra), amelyet elsősorban automatizálási és gyártási folyamatokban alkalmaznak tárgyak pontos és megbízható megfogására. Ez az eszköz szimmetrikusan tudja közelíteni egymáshoz a hengerre rögzített megfogót, amellyel stabil fogást képes kialakítani különböző méretű és formájú tárgyakon.

A HGPL-14-40-A-B fő jellemzői közé tartozik a 40 mm-es löket, amely lehetővé teszi széles tárgyak kezelését. A megfogó kiváló pozíciópontosságot és stabilitást biztosít, ami fontos szempont az olyan alkalmazásoknál, ahol az ismételhetőség és precizitás elengedhetetlen. Az eszköz robusztus, ellenálló anyagokból készült, így hosszú élettartamot biztosít ipari környezetben is. Széleskörű alkalmazási lehetőségei között szerepel a pick-and-place műveletek, összeszerelési folyamatok, valamint az anyagmozgatás olyan helyzetekben, ahol a megbízható és pontos megfogás alapvető követelmény.



11. ábra: FESTO HGPL-14-40-A-B típusú megfogó henger. [15]

5. A robotcella vizsgálata

Ebben a fejezetben bemutatom azokat a harmonizált szabványokat, amiket a robot vizsgálatoknál figyelembe vettem. Ezen felül a bemutatom, azokat a felülvizsgálatokat, amiket a helyszínen el tudtam végezni. Ez a fejezet kizárólag információkat ad a vizsgálati módszereket figyelembe véve a gép jelenlegi helyzetéről, megfelelőségekről és nemmegfelelőségekről.

5.1. Alkalmazott szabványok

MSZ EN ISO 10218-2:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk

- Alkalmazása: A biztonsági követelmények és intézkedések ellenőrzési módjai. [8]

MSZ EN ISO 13849-1: Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei

- Alkalmazás: Az elért teljesítményszint meghatározása. [8]

MSZ EN ISO 14120:2016, Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és a nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei

- Alkalmazás: Rögzített és nyitható védőburkolatok biztonságos távolságának kialakítása.

MSZ EN ISO 13857:2020 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére

- Alkalmazás: Átnyúlás védőszerkezet felett.

Átnyúlás nyíláson.

MSZ EN ISO 4414, Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei

- Alkalmazás: Levegő előkészítő egység vizsgálata.

Leválasztó egység vizsgálata

5.2. Helyszíni vizsgálatok

Ebben a részben a vizsgálati- és mérési eredményeket mutatom be. A fejezetben a biztonsági funkcióknak, a robot tér korlátozásainak, az üzemmódoknak és a kezelői felületeknek a megfelelőségét vizsgálom a smartPAD-on kívül. A fejezet ki van hegyezve a védőburkolatokra vonatkozó előírásoknak a vizsgálatára.

5.2.1. 60204-es vizsgálatok (földelés) gomb színek

Az EN 60204-1-es szabványban a10.2-es alponban a működtető elemekkel kapcsolatos előírásokra vonatkozóan, vannak előírások, amelyeket a 3. táblázatban ellenőriztem. [16]

3. táblázat: A Működtető elemek vizsgálata [16]

Funkció	Elvárt szín	Tényleges szín	Megfelelőség
Indítás/be	Fehér, szürke, fekete, zöld	Zöld	Megfelel
Leállítás/ki	Fekete, szürke, fehér, (vörös)	Vörös	Megfelel
Vészleállító	Sárga alapon vörös	Vörös	Nem felel meg
I/O bővítő gombok	Kék, fehér, szürke, fekete	Szürke	Megfelel

A működtető elemekkel kapcsolatban előírás, hogy legyenek megnevezve azok az elemek, amelyeknek funkcionális működtetése van. Az EN 60204-es szabvány ajánlott jelképeket ír elő. [16]

Ezen elemeket a kezelői panelon külön szekcióban elhelyezve az elemek fölé olvashatóan kiírásra került az adott elemhez tartozó funkció. Mivel a szabvány nem írja elő a jelképeket kötelezően alkalmazni kell, ezért a funkcionális megjelöléseket megfelelőnek tekintem.

Minden berendezésen előírt, hogy alkalmazni kell fényjelző berendezéseket, amelyek a kezelő számára ad felhívást.

- Fényjelző készülékek

A jelzőlámpákra és megjelenítőkre vonatkozóan a szabvány külön kitér, hogy a gépeken milyen ajánlatos szín kombinációkat alkalmazhatunk és amennyilehetséges alkalmazzunk. Ajánlatot tesz a szabvány 5 színre, amelynek sorrendje fentről lefelé vörös, sárga, kék, zöld és fehér. a robotcellán is található egy 3 színkombinációból álló lámpaoszlop, ami ki van egészítve egy akusztikai készülékkel is. A 3 szín kombináció fentről lefelé vörös, sárga, zöld. Az

üzemmódok aktiválásával és a szabványban a 10.3.2-es alpontjában található táblázat alapján a lámpaoszlop színeinek és funkcionalitásának kialakítását megfelelőnek találom. [16]

- Védővezető

A 60204-es szabvány alapján a védővezetőre vonatkozó egyik fontos előírás, hogy a vezető szigetelésének színe zöld és sárga színűnek kell lennie. A szabvány kiter egyébre esetekre, amely előírja, hogy nem minden esetben kell a vezeték teljes hosszán jelölni zöld és sárga színnel, ez esetben azonban egyértelműen jelölni kell a vezetővégeken, vagy a hozzáférhető helyeken az IEC 60417-5019:2006-08 -as jelképpel vagy a PE betűkombinációval, vagy a zöld és sárga színkombinációval. [16]

A cellában a villamos vezérlő áramköröknek és a könnyen hozzáférhető vezető részeknek (pl.: védőburkolat, robotkar) vannak külön földelőre csatlakoztatva. A vezérlő- és villamos berendezések többes 2,5 mm²-es vezetéken (kábelben) csatlakozik a védőfödelésre. A védőburkolat, robotkar, gépváz egy eres 4 mm²-es vezetéken csatlakozik a védőfödelésre. Ezzel biztosítva az EPH meglétének meglelérségét. [16]

- Vezetékezés

A szabvány a vezetékezésben különbséget tesz a burkolaton belüli- és a burkolaton kívüli vezetékezésben. A cella úgy lett kialakítva, hogy a vezetékezés a lehető legnagyobb mértékben a burkolaton belül helyezkedjen el. Az előírásokat figyelembevéve a vezetékezés meglelérséget mutat. [16]

- Dokumentáció

A robotcelláról nincs olyan dokumentáció, amely bármilyen villamos szerkezet meglelérségét bizonyítaná.

5.2.2. Biztonsági funkció vizsgálat

A szakdolgozat ezen fejezetében a robotcella 5 biztonsági funkcióját azonosítom be és vizsgálom felül, majd vizsgálom felül azon részeket, amelyekről nincs konkrét bizonyított meglelérség. A robotrendszerre a szabvány általánosan előírja a „d” minimum szintű szükséges teljesítmény szintet, amennyiben a technológia, körülmények nem követelnek meg mást. A jelenlegi rendszer szükséges teljesítményszintje „d”.

- Üzem mód választás

Az üzemmódváltás biztonsági funkció lényege, hogy biztosítsa a robot működésének különböző üzemmódjai közötti biztonságos váltást, valamint az ezekhez kapcsolódó hozzáférési és működési feltételeket. Ez a funkció a kulcsos kapcsoló és szoftveres jelszó együttes alkalmazásával szabályozza, hogy ki és milyen jogosultsággal léphessen be az egyes üzemmódokba. A kulcsos kapcsoló fizikailag korlátozza az üzemmódváltás lehetőségét, így csak az arra felhatalmazott személyek férhetnek hozzá. A szoftveres jelszó pedig további védelmi réteget biztosít, amely meggátolja az illetéktelen hozzáférést.

Az egyik üzemmód a folyamatos, avagy automata üzem, a másik pedig a biztonságosan csökkentett sebesség.

A folyamatos üzemi működés eléréséhez a kulcsos kapcsolónak aktiválva kell lennie, és a megfelelő jelszót is be kell írni a szoftverbe. Ha ezek a feltételek teljesülnek, a robotvezérlő feloldja a sebességkorlátozást, lehetővé téve a robot számára a maximális sebességű működést. Ez az üzemmód kizárólag az adott feladat teljes, automatikus végrehajtására szolgál, amikor a kezelő már meggyőződött arról, hogy minden beállítás helyes, és a robot biztonságos környezetben működhet. A csökkentett sebesség egy másik biztonsági funkcióban kerül bemutatásra

A biztonsági funkcióban a kulcsos kapcsoló, a smartPAD és a robotvezérlő található. Ezeknek a megfelelőségére a KUKA Kft. által elérhető a robothoz tartozó leírást vettem alapul. A KUKA robot dokumentációja kijelenti, hogy minden olyan eszköz, berendezés (jelen esetben a biztonsági funkció minden egyes része) amelyet a cég gyártott megfelel „d” teljesítmény szintnek. Ebből adódóan megfelel a szükséges teljesítmény szintnek. [14]

- Biztonságosan csökkentett sebesség

A rendszer két üzemmódot tesz lehetővé: a korlátozott sebességű és az folyamatos üzemi működést. Korlátozott sebességű módban a robotvezérlő automatikusan csökkenti a robot maximális sebességét, így biztosítva a kezelő személyzet biztonságát a program ellenőrzése vagy beállítása során.

Ez a funkció minden gép indulásakor automatikusan kiválasztásra kerül a véletlenszerű indítás elkerülése érdekében. Ebben a funkcióban kizárólagosan a robotvezérlőt vettem figyelembe, mivel minden szükséges „eszköz” a funkció megvalósításához a robotvezérlőbe van integrálva.

A fentebbiekben említett robotvezérlő megfelelőségéből adódóan ez a funkció is megfelelően van kialakítva. [14]

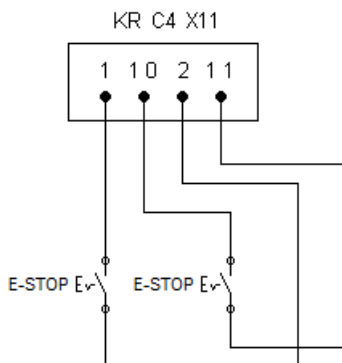
- Kézi engedélyezés

A kézi engedélyezés biztonsági funkcióban fontos szerepet kap a KUKA robotvezérlő és a rendszerébe tartozó smartPAD. A smartPAD-ban ki van alakítva a kézi engedélyezéshez szükséges „deadman switch”. Ez az eszköz a szabványban a robotrendszerekhez előírja, hogy kötelezően alkalmazzák a meglétét. A „deadman switch”-nek három állása van, amely középállásban engedélyezi kizárólag a robot korlátozott sebességű mozgását. Amennyiben a „deadman switch” teljesen benyomott állapotába kerül, abban az esetben kizárólag csak akkor folytatható a mozgatása a robotnak, amennyiben teljesen elengedett állapot után helyezzük újra közép állásba a gombot.

A fentebbiekben említett robotvezérlő megfelelőségéből adódóan ez a funkció is megfelelően van kialakítva. [14]

- Vészleállítás

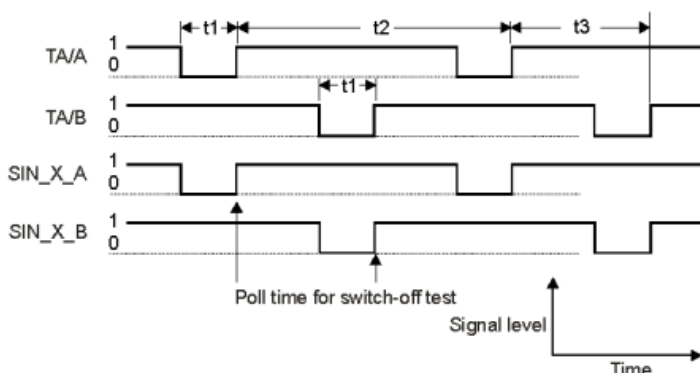
Ebben a biztonsági funkcióban egy vészleállító nyomógomb van elhelyezve, amely a robotcellának egy másik kezelői paneljén található. A gomb a robotvezérlőből kapja a kapcsolandó jelet és a robotvezérlőbe vezeti vissza a jelet egy kettős NC kontakton keresztül. A robotvezérlőn az X11-es csatlakozó dedikált be és kimeneteket, ami a robotvezérlő biztonsági be és kimenetei közé tartoznak. Az 1,3,5,7,18,20,22-es számú az „A” a 10,12,14,16,28,30,32-es számú a „B” csatorna teszt kimenete. A vezérlőre csatlakoztatott biztonsági eszközök ezen csatlakozókból kapják a továbbítandó jeleket. A robotvezérlő külső vészleállításra alkalmas bemenete az X11-es csatlakozón a 2-es számú az „A” csatorna és a 11-es számú a „B” csatorna csatlakozója. Ebből adódóan az 1-es és 2-es valamint a 10-es és a 11-es csatlakozók közé kell bekötni a vészleállító nyomógomb NC kontaktjait, amit a 12. ábra mutat.



12. ábra: A vészleállító nyomógomb bekötése a robot vezérlőbe (Saját készítés)

A robotvezérlő tudja teljesíteni a „d” teljesítmény szintű biztonságot. Az elvárt teljesítmény szint biztosítására a teszt kimenetek diagnosztikai lefedettsége magas. Ezt a diagnosztikát a robot leírásában a „Switch-off pulse diagram” mutatja, ami a 13. ábrán látható.

Switch-off pulse diagram



13. ábra: A teszt kimenet diagnosztikai jele. [14]

A diagnosztikai lefedettségéből adódóan a vészleállítás biztonsági funkció megfelel a biztonsági követelményeknek.

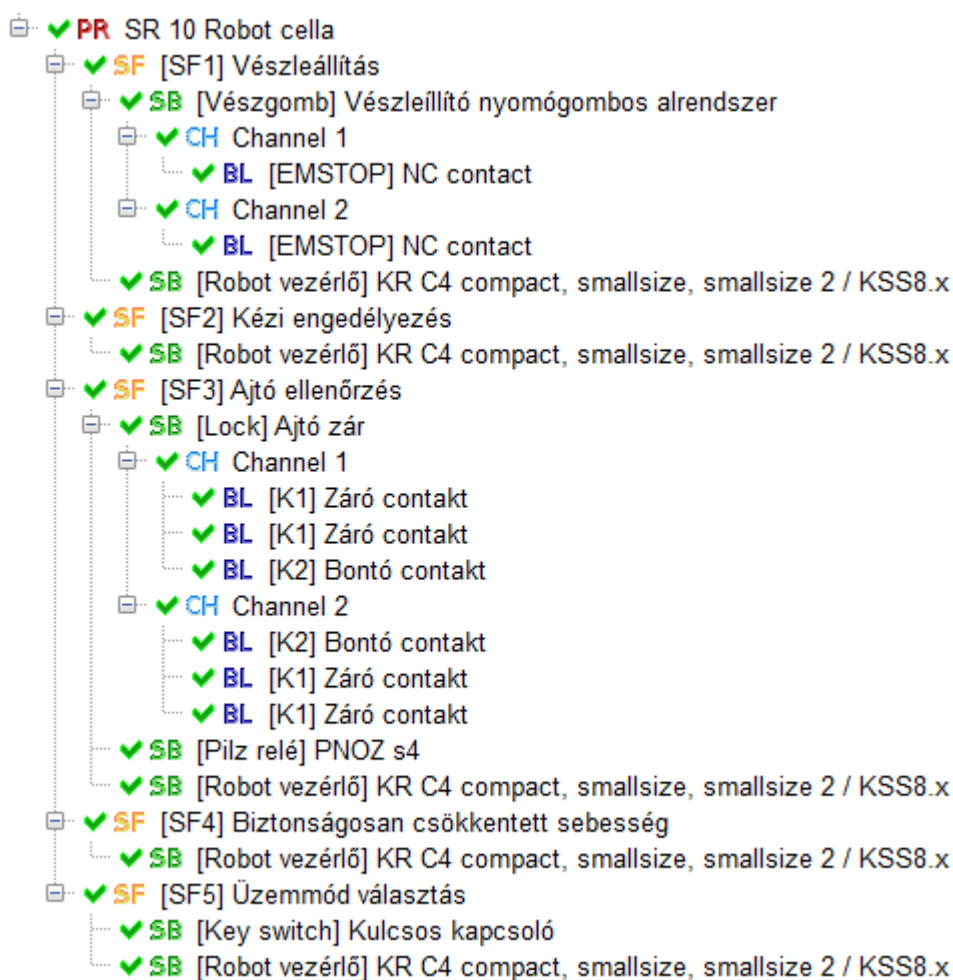
- Ajtó ellenőrzés

Az ajtó ellenőrzés biztonsági funkció tartalmazza az Omron biztonsági ajtózárat, illetve a PILZ PNOZ s4-es biztonsági relét. Ez a biztonsági funkció a folyamatos üzem elindításáért felelős. Amíg az ajtó nincs bezárva a retesszel, addig a robot mozgása nem indulhat meg. Az ajtózárat a robotvezérlő működteti, az ajtózár két NO-s kontaktja a két csatornából a biztonsági

relé S11, S12 és az S21, S22 csatlakozójára van kötve. A biztonsági relé 13-14-es csatlakozója, illetve a 23-24-es csatlakozói a robotvezérlőre vannak kötve az X11-es csatlakozójára. Az ajtózár, a biztonsági relé és a robotvezérlő dokumentumai kijelentik, a gyártó felelősséget vállal az általa meghatározott teljesítményszint biztosítására. Ebből adódóan a biztonsági funkció eléri a „d” teljesítményszintet. [14] [17] [18]

- SISTEMA elemzés

A biztonsági funkciókat a SISTEMA nevű programmal is ellenőriztettem (lásd: 14. ábra), amely a beállított értékekkel megfelelően állítja a rendszert. A robotvezérlőt, a biztonsági relét a gyártó által biztosított SISTEMA könyvtáraival készítettem el. A kontaktokat és az ajtózárát saját kezűleg töltöttem ki, saját kezűleg állítottam be a beállításait (lásd: 1. számú melléklet).



14. ábra: SISTEMA ellenőrzés (Saját készítés)

5.2.3. ISO 10218-2

Az MSZ EN ISO 10218-2:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk szabvány, azon részére fektettem hangsúlyt, amely a biztonsági követelmények és intézkedések ellenőrzési módjaival foglalkozik. Az ellenőrzési módokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: A biztonsági követelmények és intézkedések ellenőrzési módszerek [7]

Az ellenőrzési módszer jelölése	Az ellenőrzési és/vagy érvényesítési módszer
A	Szemrevételezés
B	Működés próba
C	Mérések
D	Működés közbeni megfigyelés
E	Villamos kapcsolási, műszaki rajzok, leírások
F	Biztonsággal összefüggő szoftver dokumentációja
G	Kockázat értékelési vizsgálat
H	Kiépítés, rajzok vizsgálata
I	Használati információk, specifikációk vizsgálata

Az alábbi 5. táblázat az biztonsági követelmények és intézkedéseket írják le. szabvány foglalkozik a biztonsági szempontból releváns vezérlő rendszer teljesítményével, tervezéssel és telepítéssel, a robotmozgásának korlátozásával, elrendezéssel, a robot rendszer üzemmódjaival, a Pendant-okkal, karbantartással és javítással, integrált gyártórendszerrel (IMS), védőburkolatokkal, kollaboratív robotokkal és a robot rendszerek üzembe helyezésével. [7]

Ezek közül én a tervezés és telepítés, robotmozgás korlátozás, elrendezéssel, robotrendszer üzemmódjaival, védő burkolatokkal és a robotrendszer üzembe helyezésének vizsgálatával foglalkoztam. A Pendant-, karbantartási és javítási-, integrált gyártórendszer- és kollaboratív robot felülvizsgálati módszereivel nem foglalkozta, mivel a Pendantsról gyártói megfelelőség garantálja a minősítést, illetve nem kollaboratív robotról van szó a rendszerben, valamint a cella nem része semmilyen integrált gyártórendszernek. [14]

Az 5. táblázatban a vizsgálati módszerekkel ellenőriztem a robotcellát. Azon vizsgálati módszereket, amelyeknek nem releváns a robot vizsgálatával kapcsolatban nem szerepeltettem a táblázatban. A vizsgálati módszerek relevanciáját „x”-el jelöltem az adott vizsgálati módszer sorában. A táblázatban a vizsgálatokat és a vizsgálati eredményeket színekkel jelöltem. Zöld

színnel a megfelelő eredményeket, sárga színnel a hiányzó részeket, pirossal a nem megfelelő kialakításokat jelöltem.

5. táblázat: A vizsgálat eredményei [7]

Alpont	Biztonsági követelmények és /vagy intézkedések	Ellenőrzési és/vagy érvényesítési módszerek								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
5.3	Tervezés és telepítés									
5.3.2	Az automatikus üzemmód kiválasztása a védett területen kívül legyen.	x	x			x				
5.3.3	A működtető vezérlés megfelel az IEC 60204-1 követelményeinek.	x								
5.3.5	A védőföldelésnek meg kell felelnie az IEC 60204-1 szabványnak.	x		x						
5.3.6	Veszélyes energia leválasztási eszköz biztosítva van.	x	x			x				
5.3.6	A veszélyes energia leválasztási eszközt egyértelműen meg kell jelölni.	x								
5.3.7	A veszélyes energia szabályozott kibocsátási módját biztosítani kell.	x	x			x				
5.3.7	A veszélyes energia szabályozott kibocsátási módját egyértelműen meg kell jelölni.	x								
5.3.8.2	Minden vezérlőállomás, amely képes a robot mozgásának vagy más veszélyes funkciók elindítására, vészleállítóval kell, hogy rendelkezzen.	x	x			x				
5.3.8.2	A működtetés leállít minden robotmozgást és más veszélyes funkciókat a cellában.		x			x				
5.3.8.2	Egy munkaterületen belül minden vészleállító eszköz ugyanazt a vezérlési kört irányítja.		x			x				
5.3.8.2	A vezérlési körre vonatkozó információ megtalálható a felhasználási útmutatóban.	x								x
5.3.8.2	A vészleállító funkciónak meg kell felelnie az 5.3.8.2 pontnak.		x	x		x				
5.3.8.2	A vészleállító funkciónak vagy 0, vagy 1 leállítási kategóriájúnak kell lennie.		x			x				x
5.3.8.2	A vészleállító funkcióknak PL=d, kategória 3 követelményeinek kell megfelelniük, hacsak a kockázatértékelés más teljesítményi kritériumokat nem határoz meg.									x
5.3.11	Vészhelyzeti helyreállítási eljárások biztosítottak a felhasználási útmutatóban.									x
5.3.11	Vészhelyzeti helyreállítási eljárások jelzései vagy címkéi a robotrendszeren vannak rögzítve, vagy útmutatást adnak a rögzítéshez.	x								x
5.4	Robot mozgás korlátozás									

5.4.2	A védett teret a környezetvédelmi határolás és a helyszín elrendezésének és a belső veszélyek figyelembevételével alakították ki.	x	x		x			x	x	x
5.4.2	A korlátozott tér a védett téren belül helyezkedik el.	x	x						x	x
5.4.2	A környezetvédelmi határolások nincsenek közelebb telepítve a veszélyforráshoz, mint a korlátozott tér, vagy a környezetvédelmi határolás úgy van tervezve, hogy a 5.4.3. pont szerint korlátozó eszköz legyen.	x	x				x		x	x
5.4.3	A mechanikai robotkorlátozó eszközök megfelelnek az [1. rész, 5.12 pont] követelményeinek.	x	x	x					x	x
5.4.3	A nem mechanikai robotkorlátozó eszközök megfelelnek az [1. rész, 5.12 pont] követelményeinek.		x				x		x	x
5.4.3	Ha a robot sebességét egy 5.2.2 követelményt kielégítő monitorozó rendszer korlátozza, a korlátozott tér a tényleges sebesség alapján határozható meg. Egyébként a korlátozott tér a robot maximális sebességén alapul.		x	x			x		x	x
5.4.3	Az információ a programozott biztonsági és térkorlátozásokról megtalálható a felhasználási útmutatóban.								x	x
5.5	Elrendezés									
5.5.1	A mechanikai határoláson keresztüli vagy feletti biztonsági távolságok megfelelnek az ISO 13857 szabványnak.	x	x	x					x	
5.5.1	A zúzódások megelőzésére szolgáló minimális rések megfelelnek az ISO 13854 szabványnak.	x		x					x	
5.5.3	A védelmi intézkedések megakadályozzák a veszélyekkel való érintkezést, vagy biztonságos állapotba hozzák a veszélyeket.	x	x		x				x	
5.6	Robotrendszer működési mód alkalmazása									
5.6.2	A jogosulatlan és/vagy véletlen üzemmódválasztás megelőzhető.	x	x			x	x			
5.6.2	A kiválasztási eszköz csak a kiválasztott üzemmódot engedélyezi, nem pedig a működést.	x	x		x	x	x			
5.6.2	A robot működésének megkezdéséhez külön aktiválás szükséges.	x	x		x	x	x			
5.6.2	Az üzemmód egyértelmű jelölése biztosított.	x	x		x					
5.6.3.2	Az automatikus üzemmód választása nem írja felül a védelmi vagy vészleállítást.		x		x	x	x			
5.6.3.2	Az automatikus módról való átkapcsolás megállást eredményez.		x		x	x				

5.6.3.3	Az automatikus üzem indítása a védett térén kívül lehetséges.		x		x	x	x		x	
5.6.3.3	Az automatikus mód indítása csak akkor lehetséges, ha minden védelem aktív.		x		x	x	x		x	
5.6.4.1	Helyi vezérlés manuális beavatkozás során pandant használatával történik.	x				x	x		x	x
5.6.4.1	A vezérlő eszközök elhelyezése lehetővé teszi a munkaterület megfigyelését.	x			x				x	
5.6.4.1	Minden start vezérlő közelében található megállás vezérlő.	x			x	x			x	x
5.6.4.2	Mozgáshoz funkcionális engedélyező eszköz szükséges.		x		x	x	x			x
5.6.4.3	Az engedélyező eszköz funkcionális tesztje szerepel a használati útmutatóban.									x
5.10	Védőburkolatok									
5.10.1	A védőburkolatok és védőeszközök megfelelnek az ISO 12100 követelményeinek.									x
5.10.3.1	A védőeszközök biztonságosan telepítve és megfelelően elhelyezve vannak.	x		x	x				x	
5.10.4.1	Minden védőburkolat megfelel az ISO 12100 és ISO 14120 vonatkozó követelményeinek.	x								x
5.10.4.1	A védőburkolatokhoz kapcsolódó reteszelő eszközök megfelelnek a vonatkozó követelményeknek.	x	x			x				x
5.10.4.1	A fix védőburkolatok eltávolításához szerszámokra van szükség.	x	x							
5.10.4.1	Ahol szükséges, a rögzítőrendszerek a védőburkolatokhoz vagy a gépekhez vannak csatlakoztatva, amikor eltávolítják őket.	x	x							
5.10.4.2	A védőburkolat alsó része és a padló vagy más rés közötti rés nem engedi meg, hogy egy személy átnyúljon, alámenjen, körbejárjon vagy átkeljen a védőburkolaton, és elérjen egy veszélyt.			x	x				x	
5.10.4.2	A védőburkolat magassága legalább 1400 mm.			x						
5.10.4.3	A mozgatható védőburkolatokhoz kapcsolódó reteszelő eszközök megfelelnek a vonatkozó követelményeknek.		x			x				x
5.10.4.3	A mozgatható védőburkolatok zárt állapotban megakadályozzák az üzemeltetőket abban, hogy elérjék a veszélyes területeket.	x			x				x	
5.10.4.3	A mozgatható védőburkolatok oldalirányban vagy a veszélytől távol nyílnak, nem a védett térbe.	x	x						x	

5.10.4.3	A reteszelés biztosítja, hogy bármely veszély biztonságos állapotba kerüljön, mielőtt az üzemeltető hozzáférhet.		X		X					
5.10.4.4	A folyamatparaméterek, amelyek a záráshoz vagy a feloldáshoz szükséges feltételként szolgálnak, megfelelnek a reteszelő funkcióval kapcsolatos ugyanazon funkcionális biztonsági követelményeknek.		X			X	X	X		X
5.10.5.2	Védőleállítás aktiválódik, ha az érzékelő védőberendezést működtetik, miközben a veszélyes állapotok működnek.		X			X	X			X
5.10.5.2	A minimum biztonsági távolság képlete használatos az érzékelő védőberendezés minimum távolságának meghatározására minden megközelítési irányban, a mozgó alkatrészek maximum kiterjedésével a megközelítési irányban.			X						X
5.10.5.2	A restart reteszelés visszaállítása szándékos emberi beavatkozást igényel.		X							
5.10.6.3	Amikor egy restart reteszelést biztosítanak egy megosztott munkaterületen, intézkedéseket biztosítanak a véletlen visszaállítás megakadályozására.	X	X			X				
5.10.7	A materiák és a nyílás oldalai közötti zúzódás/csípés veszélyeit megakadályozzák.	X	X						X	
5.10.11	A védőeszközök felfüggesztését igénylő feladatokhoz dedikált üzemmód áll rendelkezésre.	X	X			X	X	X	X	X
5.10.11	Az üzemmód kiválasztása biztonságos módon történik.	X	X			X	X			X
5.10.11	Amikor a védőeszközöket automatikusan felfüggesztik, a feladatokhoz nem szükséges berendezés védőleállítási állapotban van, vagy az üzemeltető közvetlen irányítása alatt áll.		X		X			X	X	
5.12	Robotrendszer üzembe helyezése									
5.12.1	A beüzemelési terv tartalmazza a beüzemelés során szükséges védőintézkedések (ideiglenes védelmi intézkedések) információit.	X						X	X	X
5.12.2	Az ideiglenes védelmi intézkedések védelmet nyújtanak a kockázatelemzésben azonosított veszélyek ellen.	X	X					X	X	X
5.12.2	Legalább tudatossági akadályokat telepítettek a korlátozott tér meghatározására.	X							X	
5.12.2	Az ideiglenes védelmi intézkedések szerepelnek a használati információkban.									X

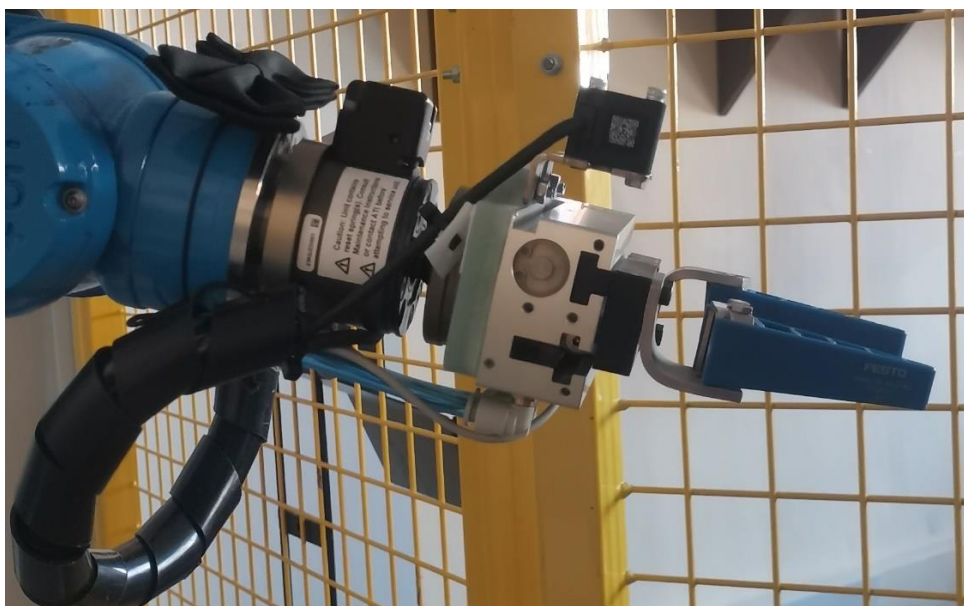
5.12.3	A kezdeti indítási eljárás terve legalább az 5.12.3. pontban felsorolt elemeket tartalmazza.									X
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

5.3. Mérések

Ebben az alponban bemutatom a védő burkolaton mért különböző paramétereket. Ez a rész kizárólag a védőburkolatokra vonatkozó nem megfelelőségekből adódó szükséges méréseket mutatja be.

5.3.1. Védett- és korlátozott tér vizsgálata

A robotkarral a védett téren kívül, amennyire engedte, ki vezérletem (lásd: 15. ábra). Ebből megállapítható, hogy a védett téren kívül is fed le területet a korlátozott tér. A mért érték 150 mm, amit a robot a védő burkolat belső részétől, a robot megfogójának csúcspontjáig mértem. A korlátozott tér leg szélső pontjait vizsgálva, a robot a maximális magasságának elérésével nem tud semmi féle kárt okozni, azonba alsó korlát nincs számára megadva. Így a robot a cellában található asztalba károsodást tud okozni. A korlátozott tér a 4. fejezetben látható módon a védett téren kívül is tud mozogni. A védett tér két leghosszabb egyenese a fal, amelyből adódik, hogy a robotot bele lehet irányítani a falba, amely a korlátozott tér újbóli nem megfelelőségére utal.



15. ábra: A robotkar elérve a korlátozott tér végét. (Saját készítés)

5.3.2. Védőburkolat magasságának mérés

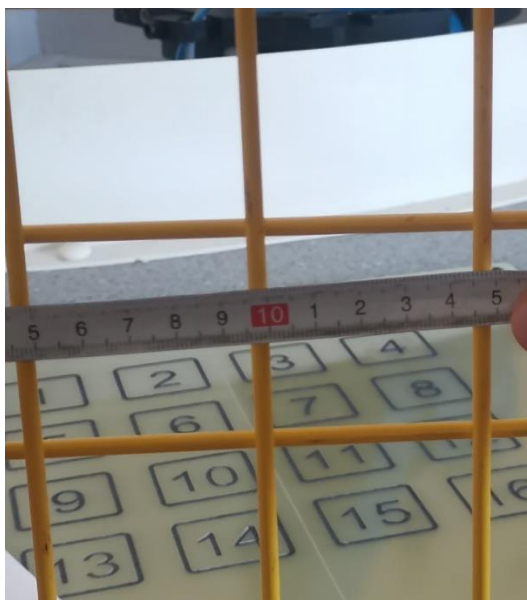
A védőburkolat magassága földtől mérve 2000 mm (lásd: 16.ábra).



16. ábra: A védőburkolat, védett tér magassága. (Saját készítés)

5.3.3. Védőburkolat nyílásainak mérése

A védőburkolat rácsmérete a 17. ábra alapján 45 mmx 45 mm.



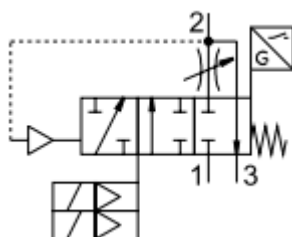
17. ábra: A védőburkolat rácsmérete. (Saját készítés)

6. Módosítási javaslat

Az alábbi fejezet célja, hogy összefoglalja azokat a módosítási javaslatokat, amelyek a felülvizsgálat során a nem megfelelőségekből eredően merültek fel. E módosítási javaslatok nemcsak a működési könnyebbséget segítik elő, hanem növelik a felhasználók biztonságát. A következő alfejezetek részletesen tárgyalják a javasolt módosításokat az adott vizsgálathoz tartozóan.

6.1. Pneumatikus leválasztás, előkészítő egység átalakítása.

A már említett levegő előkészítő egység kizárólagosan egy nyomás szabályozó szelepből és egy nyomásmérő manométerből áll. Ez a robotrendszerek esetében nem megfelelő teljesítmény szinttel rendelkezik. A levegő előkészítő egységek esetében is meg kell felelni az elvárt teljesítmény szintnek, ami jelen esetben „d” teljesítmény szint. Ezt a teljesítmény levegőelőkészítő egységet egy a FESTO által forgalmazott MS6-EM1-1/2-S típusú leválasztó kapcsolóval, kettő MS6-WP rögzítő konzollal, egy MS6-LFR-1/2-D7-ERM-AS típusú szűrőegységgel, és egy MS6- SV-1/2-d típusú szeleppel valósítom meg. A szelep egy 4/3-as szelep és rendelkezik kétkörös vezérléssel, lágy indító kiegészítéssel, és kapcsoltági állapot diagnosztikával. A szelep pneumatikus kapcsolási jelképét a 18. ábra mutatja. A teljes tervezett pneumatikus kapcsolási rajz a 2-es mellékletben található. [15]



18. ábra: FESTO MS6-SV-1/2-d típusú szelep. [15]

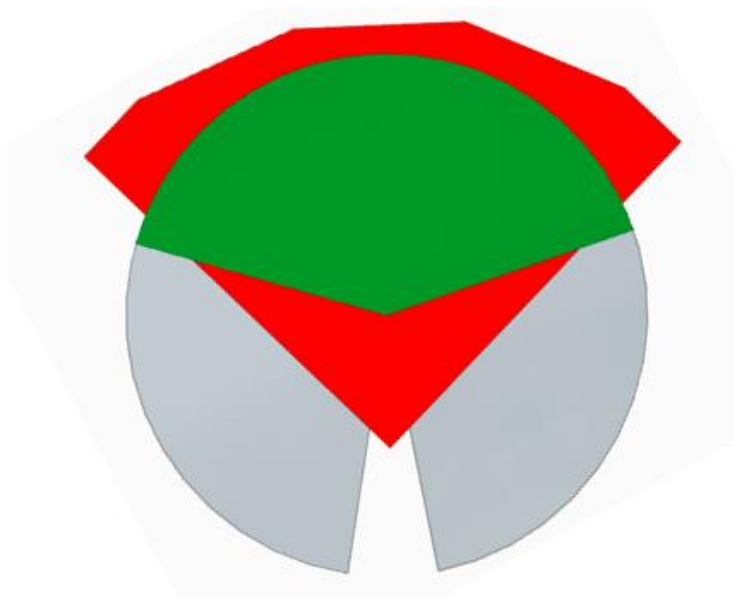
6.2. Védőburkolat módosítása

A védőburkolatok vizsgálatánál fény derült arra, hogy a robotrendszerben kialakított terek nem megfelelőek. Ebből adódóan a robot védett terét, azaz a védő burkolatok elhelyezéseire és méretire teszek módosítási javaslatot. A védő burkolat módosítási döntése mellett kettő indok áll. Az első, hogy a robot jelenleg annyira van lekorlátozva, hogy a kialakított oktatási rendszer

(asztal) teljes munkaterületét be tudja mozogni. A másik pedig az, hogy a robot korlátozott terének módosítására egy tanéven belül előfordulhat, hogy többször is előfordul. Ez az oktatási körülményekből adódik.

Az MSZ EN ISO 13857:2020-as szabvány a biztonsági távolságokra vonatkozóan fejt ki a követelményeket a veszély megközelítéséhez viszonyítva. [12]

Mivel a korlátozott tér változtatásra fog kerülni és előre láthatóan nem deríthető ki, hogy a korlátozások meddig terjednek ki, ezért előfordul, hogy a robot legnagyobb mozgásterére fog esni. Ebből adódóan a védett teret úgy tervezem kialakítani, amennyiben a korlátozott tér a fal ellenirányával megvalósított korlátozások megszűnnek, abban az esetben a védett téren kívül semmilyen esetben sem kerüljön ki a korlátozott tér. A tervezett terek kialakítása a 19. ábrán látható. A szürke mezővel a robot legnagyobb tartományát, piros színnel a védett terét, zöld színnel pedig a korlátozott teret jelöltem.



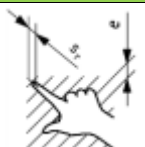
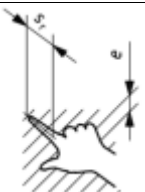
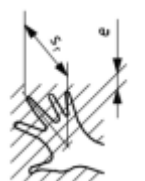
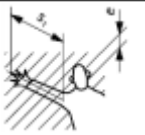
19. ábra: A robot tervezett védőburkolat átalakítása. (Saját készítés)

A szabvány kiter felnyúlás elleni védő intézkedésre, amely a jelen robotcella esetében nem releváns, ezért ezzel a résszel nem foglalkozom. [12]

A következő részben megállapítom a szabvány szerinti védőburkolaton történő átnyúlási biztonsági távolság mértékét. Ezzel kapcsolatban egy táblázatot biztosít a szabvány a

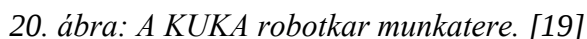
különböző méretű nyílások esetére. Első sorban a testrészekre vonatkozó biztonsági távolság mértékét mutatom be a 6. táblázat segítségével.

6. táblázat: A nyílások méretéhez kialakításához vonatkozó biztonsági távolság. [2]

Testrész	Ábra	Nyílás e (mm)	Biztonsági távolság sr (mm)		
			Horony	Négyzet	Kör
Ujjbegy		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Ujj az ujjtővig		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
Kéz		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	≥ 850 (ha a horonyhossza maximum 65 mm, sr 200m-től elfogadható)	≥ 120	≥ 120
Kar a váll ízületig		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

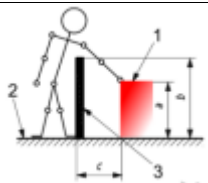
A táblázatból számomra a négyzet oszlopból a kéz sorából a legelső szükséges, amely $sr = 80$ mm biztonsági távolságot ír elő.

A következő részben a védőburkolat elhelyezésének távolságát a veszélyes tértől készítem a módosítást, az $sr = 80$ mm biztonsági távolság figyelembevételével. A robotkar legnagyobb terét a veszélyes terét 20. ábra mutatja. a robotkara felszerelt eszközök hossza 250 mm., ami a veszélyes teret bővíti. A robotkar ebből következik, hogy a védőburkolatot a robotkar első tengelyének középpontjához viszonyított távolsághoz (1420 mm) 250 mm távolsággal megtoldva kapjuk meg a veszélyes teret (legnagyobb tér).

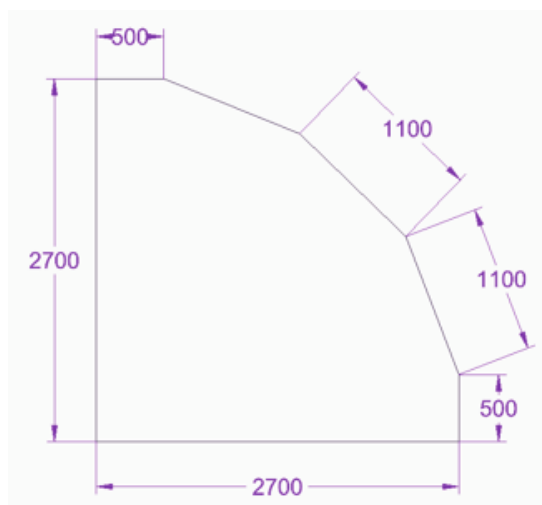


6. táblázat: a biztonsági távolság meghatározása a veszélyzóna magassága és a védőszerkezet magassága tükrében. [12]

45

600	1400	1300	800	0	0	0	0	
400	1400	1200	400	0	0	0	0	
200	1200	900	0	0	0	0	0	
0	1100	500	0	0	0	0	0	

A táblázat védőszerkezet magasságának a megválasztását a jelenlegi 2000 mm-es védő burkolat magasságához választom. A veszélyes zóna figyelembevételével a 2000 mm magasságban tartom legveszélyesebbnek a benyúlást. A táblázatból kiolvassa a 600 mm-es biztonsági távolságot kell hagynom. Ebben a magasságban a teljes vízszintes robotkarokhoz képest a robotkarral szemben állva 420 mm-rel bentebb van a robot középpontja felé a megfogó csúcsa. Ebből adódóan 180 mm biztonsági távolságot állapítok meg. Ez a távolság a benyúlás elleni biztonsági távolságon túl mutat, amit ez esetben nem veszek figyelembe. Az elhelyezést a 21. ábra mutatja. A nem méretezett rész az ajtót jelöli.



21. ábra: A robotkar védett részének kialakítási területe. (Saját készítés)

6.3. Szoftveres tengelykorlátozások módosítása

A szoftveres korlátozásra minden esetben szükség van, annak érdekében, hogy a robotkar ne károsítsa azt a helységet, amiben jelenleg is található. A szoftveres tengelykorlátozások módosítását javaslom, amellyel a korlátozott tér megvalósítható és amelynek a már átalakított védett térhez képesti területét a 22. ábra mutatja.



22. ábra: A védett tér és a korlátozott tér módosítása egyben ábrázolva. (Saját készítés)

6.4. Használati információ -> Bent reked személy elleni védelem kiegészítés

A robotcellának nincs használati utasítása, használati információja. A módosítások elvégzése és a dokumentáció megírása nagy mértékben elősegítené, a robot cella jogszabályoknak és szabványoknak való megfelelését. A dokumentáció hiánya a legtöbb ellenőrzési és vizsgálati eljárásokban negatívan hatott. Ugyan a gyakorlatban megvizsgáltam a robotcellát és a részben kész gépek gyártóinak, eszközök gyártóinak a dokumentációit figyelembe vettem, ami a gyakorlati, mérési működési próbái, szemrevételezési, kapcsolási és szoftver dokumentációi vizsgálatokat segítette elő.

Mivel a védett tér változott a cellába személyek tudnak tartózkodni, ezért a dokumentációban külön fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a robot mozgatása és üzemválttatása előtt meg kell győződnie a felhasználónak, kezelőnek, hogy a cellában nem tartózkodik senki.

6.5. Megjegyzés (beállítások biztonsági tárolása adathordozón, PC-n)

Biztonsági szempontból nem, de a felhasználást könnyítve a biztonságosan korlátozott teret létrehozva a beállítási adatokat egy külső adattárolóba, illetve a teremben található tanári számítógépre kerüljön mentésre, a gyors és megfelelő korlátozásokhoz való hozzáférés érdekében.

7. Gazdasági számítás

Ebben a fejezetben ismertetem a vizsgálatra vonatkozó költségeket. Az itt meghatározott költségek kizárólag a vizsgálatokra, dokumentációra készítésre vonatkozik. A robotcella módosításához szükséges költségeket nem tartalmazza. A vizsgálat során felmerülő anyagi költségekhez a magyar mérnöki kamara által meghatározott kezdő mérnöki napidíját vettem alapul. Az összegek nettó értékben vannak megadva, az ÁFÁ-t nem tartalmazza.

7. táblázat: A Vizsgálati költségek nettó értékben meghatározva. (Saját készítés)

Munka megnevezés	A szükséges idő a munkavégzésre	Az alapul vett órabér (8 órából vonatkoztatva)	Munkadíj
Előkészületek	1	14875 Ft	14875 Ft
Helyszíni vizsgálat	8	14875 Ft	119000 Ft
Eltérések összehasonlítása	2	14875 Ft	29750 Ft
Módosítási terv készítése	1	14875 Ft	14875 Ft
Módosítási javaslat készítése	1	14875 Ft	14875 Ft
Dokumentáció készítése	2	14875 Ft	29750 Ft
Utókészületek	1	14875 Ft	14875 Ft
Összesen	16		238000 Ft

Megtérülésről a biztonsági követelményeknek a megfelelő kialakítása és az oktatásban történő alkalmazása miatt nem releváns a számítás.

8. Összefoglalás

A dolgozatom célja az oktatási intézményben elhelyezett robotcella biztonságtechnikai felülvizsgálata, különös tekintettel annak biztonsági funkcióira, védőburkolataira és üzemmódjaira. A robotcellák esetében kiemelten fontos, hogy minden alkalmazott rendszer és komponens megfeleljen a vonatkozó jogszabályi előírásoknak és szabványoknak, hiszen ezek garantálják a dolgozók, tanulók és az eszközök biztonságát. A dolgozat elején részletesen áttekintettem a releváns hazai és nemzetközi jogszabályokat, valamint a robotikai rendszerekre vonatkozó szabványokat, amelyek alapvetően meghatározzák a biztonsági elvárásokat.

A vizsgálatok során megállapítottam, hogy a robotcella biztonsági funkciói összhangban vannak az előírásokkal, és megfelelnek a biztonságos üzemeltetés követelményeinek. Ezek a funkciók magukban foglalják a vészleállító rendszer és az automatikus lekapcsolási mechanizmusok működését. A védőburkolatok esetében azonban jelentős hiányosságokat tapasztaltam, mivel azok elhelyezése és kialakítása nem igazodik az oktatási környezet speciális igényeihez. Az oktatásban használt robotcelláknak különösen biztonságosnak kell lenniük, mivel a tanulók, felhasználók nem rendelkeznek tapasztalattal. Ezért a védőburkolatok módosítására, az elhelyezésének megváltoztatását látom indokoltnak. A robot üzemmódjai ellenőrzésekor arra jutottam, hogy azok kielégítik a szabványos előírásokat, és lehetővé teszik a robot biztonságos és ellenőrzött működését.

Azonban a használati dokumentáció hiánya miatt számos vizsgálatot nem sikerült teljeskörűen elvégezni, ami jelentős akadályokat állított a rendszer felülvizsgálata elé, és rávilágított a dokumentáció fontosságára a biztonságtechnikai ellenőrzések során.

A dolgozat végén gazdasági/költségszámítást is készítettem, amelyben megbecsültem a felülvizsgálat során felmerülő költségeket.

9. Summary

The purpose of my thesis is to conduct a safety review of the robotic cell placed in an educational institution, focusing specifically on its safety functions, protective enclosures, and operating modes. In the case of robotic cells, it is particularly important that all applied systems and components comply with the relevant legal requirements and standards, as these ensure the safety of employees, students, and equipment. At the beginning of the thesis, I conducted a detailed review of the relevant national and international laws and standards that set the fundamental safety expectations for robotic systems.

During the inspection, I found that the safety functions of the robotic cell are in line with the regulations and meet the requirements for safe operation. These functions include the operation of the emergency stop system and automatic shutdown mechanisms. However, I observed significant deficiencies in the protective enclosures, as their placement and design are not suitable for the specific needs of an educational environment. Robotic cells used in education need to be especially safe, as students and users lack prior experience. Therefore, I find it necessary to modify the protective enclosures and change their placement.

In evaluating the robot's operating modes, I concluded that they satisfy standard requirements and allow for the robot's safe and controlled operation. However, due to the lack of user documentation, many tests could not be fully conducted, which presented significant obstacles to the review process and highlighted the importance of documentation in safety inspections.

At the end of the thesis, I also prepared an economic/cost analysis to estimate the costs incurred during the review

10.Nyilatkozat



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2024 év 11 hó 04 nap


Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2024 év 11 hó 04 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Vas Pál
A Hallgató Neptun kódja: AIXWFT
A dolgozat címe: Oktatásban alkalmazott robotcella biztonsági szempontú felülvizsgálata és módosítási javaslata
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Mechatronika Tanszék

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 valótlant 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 repozitóri rendszerébe.

Kelt: 2024 év 11 hó 04 nap



Hallgató aláírása

Hivatkozások

- [1] „CE-jelölés.hu,” [Online]. Available: <https://www.ce-jeloles.hu>. [Hozzáférés dátuma: 31 10 2024].
- [2] B. B. Dr. Földi László József, Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében, Budapest: Magyar Mérnöki Kamara, 2022 .
- [3] „EUR-Lex,” [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=hu>. [Hozzáférés dátuma: 31 10 2024].
- [4] Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve (2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról.
- [5] MSZ EN ISO 12100: Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés (ISO 12100:2010).
- [6] MSZ EN ISO 10218-1:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 1. rész: Robotok (ISO 10218-1:2011).
- [7] MSZ EN ISO 10218-2:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk (ISO 10218-2:2011).
- [8] MSZ EN ISO 13849-1: Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei (ISO 13849-1:2015).
- [9] MSZ EN ISO 13849-2:2013, Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő szerkezeti részei. 2. rész: Validálás (ISO 13849-2:2012).
- [10] MSZ EN ISO 14119, Gépek biztonsága. Védőburkolatokkal összekapcsolt reteszelőberendezések. Kialakítási és kiválasztási irányelvek (ISO 14119:2013).
- [11] MSZ EN ISO 14120:2016, Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és a nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei (ISO 14120:2015).
- [12] MSZ EN ISO 13857:2020 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére (ISO 13857:2019).

[13] MSZ EN ISO 4414, Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4414:2010).

[14] „KR C4 Compact,” [Online]. Available:
<https://icdn.tradew.com/file/201606/1569362/pdf/7033438.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2024].

[15] „FESTO,” [Online]. Available: <https://www.festo.com>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2024].

[16] MSZ EN 60204-1:2019 Gépek biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 1. rész: Általános követelmények (IEC 60204-1:2016, módosítva).

[17] „PNOZ s4 Operate man 21396 EN XX,” [Online]. Available: <https://docs.rs-online.com/2598/0900766b80ef7c66.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 03 11 2024].

[18] „CSM D4SL-N C146-E1 8 7,” [Online]. Available:
https://assets.omron.eu/downloads/latest/datasheet/en/c146_d4sl-n_guard_lock_safety-door_switch_datasheet_en.pdf?v=16. [Hozzáférés dátuma: 03 11 2024].

[19] „KUKA,” KUKA, [Online]. Available: https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/8350ff3ca11642998dbdc81dcc2ed44c/0000255784_hu.pdf?rev=019a309f814e4cc0a602ee019645768a&hash=C7620E4DAA864B7C7267ED27939CEF59. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2024].

[20] FESTO, FESTO, [Online]. Available:
https://www.festo.com/media/catalog/203383_documentation.pdf. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2024].

[21] MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO 13850:2015).

11.Mellékletek

11.1. SISTEMA kivonat



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

PR Project name: SR 10 Robot cella

Project file name:	C:\Users\Vas Pál\Documents\IGB\szakdolgozat\S1 Robot cella.ssm
Creation date:	27.10.2024 18:40:50
Project status:	Not started
Project number:	
Project version:	
Authors:	Vas Pál
Project managers:	
Inspectors:	
Dangerous point/machine:	
Documentation:	
Document:	
Version of software:	2.1.1 build 2
Version of standard:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	50459deb11adc03f9642add3701248e4
Options:	☒ Use DC intermediate levels for calculation of PFHD (more precise) ☐ 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).
Message [Status of Message]:	- The SIL given by the manufacturer for this subsystem was transformed to a corresponding PL acc. to Table 3 of the standard (see also ISO/TR 23849). [green] - The channels MTTFD has been cut from originally 2 500 to 100 a. For a channel 100 a is the maximum acceptable mean time to a dangerous failure. [green] - The channels MTTFD has been cut from originally 2 500 to 100 a. For a channel 100 a is the maximum acceptable mean time to a dangerous failure. [green] - The channels MTTFD has been cut from originally 65 000 to 100 a. For a channel 100 a is the maximum acceptable mean time to a dangerous failure. [green] - The channels MTTFD has been cut from originally 65 000 to 100 a. For a channel 100 a is the maximum acceptable mean time to a dangerous failure. [green]

Print options

- | | |
|--|---|
| ☒ Show device details | ☒ Show requirements on PL and Category |
| ☒ Show documentations on SF, SB, BL and EL | ☒ Show parameter documentations on PLr, PL, Category, CCF, MTTFD and DC |
| ☒ Show CCF and DC measures in detail | ☒ Show messages |

Contained safety functions

Name: Vészleállítás [SF1]

Required: PLr d

Reached: PL d

PFHD [1/h]: 2E-7

Status: green



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

PR Project name: SR 10 Robot cella

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

- No devices known -

SF Name: Kézi engedélyezés [SF2]

Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 1E-7	Status: green
-----------------	---------------	------------------	---------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

- No devices known -

SF Name: Ajtó ellenőrzés [SF3]

Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 2E-7	Status: green
-----------------	---------------	------------------	---------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

- No devices known -

SF Name: Biztonságosan csökkentett sebesség [SF4]

Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 1E-7	Status: green
-----------------	---------------	------------------	---------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

- No devices known -

SF Name: Üzem mód választás [SF5]

Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 4,2E-7	Status: green
-----------------	---------------	--------------------	---------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

- No devices known -



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Vészleállítás

Identifier of the Safety function: SF1

Safety function type: Emergency stop function

Triggering event:

Reaction and
Behaviour on power failure:

Safe state:

Operation mode:

Demand rate:

Running-on time:

Priority:

Documentation:

Document:

Required Performance Level Safety function

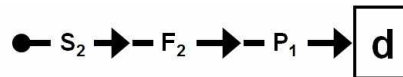
PLr (by risk graph): d

Severity of injury (S): Serious (normally irreversible) injury or death

Frequency / exposure times to hazard (F): Frequent to continuous / exposure time is long

Possibility of avoiding (P): Possible under specific conditions

Risk graph:



Documentation:

Document:

Performance Level Safety function

Reached PL: d PFHD [1/h]: 2E-7

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

Device list:

Status / Messages Safety function

Status: green

Subsystems (1 / 2)

 Name: Vészleállító nyomógombos alrendszer

Reference designator: Vészgomb

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Vészleállítás

Part number:		Revision:	
Function:	☒ Input ☐ Output	☐ Logic ☐ unknown	
Use case:			
Description of the use case:			
<i>Documentation Subsystem</i>			
Documentation:			
Document:			
<i>Performance Level Subsystem</i>			
PL determination:	Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg		
Qualitative aspects suitable up to PL:	d		
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: d	PFHD [1/h]: 1E-7		
Documentation:			
<i>Category Subsystem</i>			
Cat.:	3		
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] - MTTFD is at least Low or Medium or High. [fulfilled] - DCavg is at least Low or Medium; [fulfilled] - The achieved score of the CCF-rating is at least 65. [fulfilled]		
Documentation:			
Source (e.g. standard) Category:			
File:			
<i>MTTFD and Mission time Subsystem</i>			
MTTFD [a]:	100 (High)		
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Vészleállítás

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]:	60 (Low)
------------	----------

Common cause failure Subsystem

CCF Points:	75 (fulfilled)
-------------	----------------

CCF Measures:

- 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.
- 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.
- Competence / training (5 Points)
Training of designers to understand the causes and consequences of common cause failures.
- 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
---------	-------



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

 Safety function: Vészleállítás

Channels / Test channels (1 / 2)

 Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)

 Name: NC contact

Reference designator: EMSTOP

Inventory number: M22-K01

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input

☐ Logic

☐ Output

☐ unknown

Technology:

electromechanic

Category:

4

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 65000 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 1300000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Measure:

Monitoring some characteristics of the sensor (response time,
range of analogue signals, e.g. electrical resistance,
capacitance)
(Input devices)
(60 %)

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

SF Safety function: Vészleállítás**Channels / Test channels (2 / 2)****CH** Name: Channel 2

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)**BL** Name: NC contact

Reference designator: EMSTOP

Inventory number: M22-K01

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output☐ Logic
☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

3

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 65000 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 1300000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Measure:

Monitoring some characteristics of the sensor (response time,
range of analogue signals, e.g. electrical resistance,
capacitance)
(Input devices)
(60 %)

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Vészleállítás

Subsystems (2 / 2)

 Name: KR C4 compact, smallsize, smallsize 2 / KSS8.x

Reference designator: Robot vezérlő

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: KUKA Deutschland GmbH

Device Identifier: KR_C4_compact_KSS8x

Device group: Robotersteuerungen

Part number: n.a.

Revision: n.a.

Function:

☒ Input

☒ Output

☒ Logic

☐ unknown

Use case:

Standard Use Case

Description of the use case:

Siehe Betriebsanleitung für eine vollständige Liste der Sicherheitsfunktionen.

Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend zu befolgen.

Documentation Subsystem

Documentation:

Dieses SISTEMA Bibliothekselement ist anwendbar für KUKA Steuerungen

- KR C4 compact (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen)
- KR C4 smallsize (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen)
- KR C4 smallsize 2 (optional mit Aufsatzschrank für Zusatzachsen)

mit

- KUKA Systemsoftware 8.x
- KUKA.RoboTeam (optional)
- KUKA.SafeOperation 3.x (optional)
- KUKA.SafeRangeMonitoring 3.x (optional)
- KUKA.SafeSingleBrake 1.x (optional)

und einer der folgenden Schnittstellen zur Anbindung an übergeordnete Anlagensteuerungen

- Feldbusanschaltung über eine sichere Busschnittstelle (ProfiSAFE, CIP Safety oder FSoE)
- diskrete sichere Schnittstelle (z.B. X11, XD211)

Die sicherheitstechnischen Kenngrößen gelten für alle Sicherheitsfunktionen des Robotersystems.

HINWEIS:

Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend einzuhalten.

Document:



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Vészleállítás

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: d	Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.
Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1E-7
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

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
---------	-------



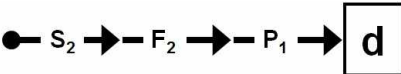
Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Kézi engedélyezés

Identifier of the Safety function:	SF2
Safety function type:	Hold-to-run function
Triggering event:	
Reaction and Behaviour on power failure:	
Safe state:	
Operation mode:	
Demand rate:	
Running-on time:	
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S):	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Frequent to continuous / exposure time is long
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1E-7
---------------	------------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

Device list:	
--------------	--

Status / Messages Safety function

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

Subsystems (1 / 1)

 Name: KR C4 compact, smallsize, smallsize 2 / KSS8.x	
Reference designator: Robot vezérlő	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	KUKA Deutschland GmbH
Device Identifier:	KR_C4_compact_KSS8x
Device group:	Robotersteuerungen



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Kézi engedélyezés

Part number: n.a.	Revision: n.a.
Function:	☒ Input ☒ Output ☒ Logic ☐ unknown
Use case:	Standard Use Case
Description of the use case:	Siehe Betriebsanleitung für eine vollständige Liste der Sicherheitsfunktionen. Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend zu befolgen.

Documentation Subsystem

Documentation:	Dieses SISTEMA Bibliothekselement ist anwendbar für KUKA Steuerungen - KR C4 compact (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen) - KR C4 smallsize (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen) - KR C4 smallsize 2 (optional mit Aufsatzschrank für Zusatzachsen) mit - KUKA Systemsoftware 8.x - KUKA.RoboTeam (optional) - KUKA.SafeOperation 3.x (optional) - KUKA.SafeRangeMonitoring 3.x (optional) - KUKA.SafeSingleBrake 1.x (optional) und einer der folgenden Schnittstellen zur Anbindung an übergeordnete Anlagensteuerungen - Feldbusanschaltung über eine sichere Busschnittstelle (ProfiSAFE, CIP Safety oder FSoE) - diskrete sichere Schnittstelle (z.B. X11, XD211) Die sicherheitstechnischen Kenngrößen gelten für alle Sicherheitsfunktionen des Robotersystems. HINWEIS: Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend einzuhalten.
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	Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.
Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1E-7
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Kézi engedélyezés

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: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

SF Safety function: Ajtó ellenőrzés

Identifier of the Safety function:	SF3
Safety function type:	Control modes and mode selection
Triggering event:	
Reaction and Behaviour on power failure:	
Safe state:	
Operation mode:	
Demand rate:	
Running-on time:	
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S):	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Frequent to continuous / exposure time is long
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 2E-7
---------------	------------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

Device list:	
--------------	--

Status / Messages Safety function

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

Subsystems (1 / 3)

SB Name: Ajtó zár	
Reference designator: Lock	Inventory number: GNSL-N2NFG-DN
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	
Device group:	



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Ajtó ellenőrzés

Part number:		Revision:	
Function:	☒ Input ☐ Output	☐ Logic ☐ unknown	
Use case:			
Description of the use case:			
<i>Documentation Subsystem</i>			
Documentation:			
Document:			
<i>Performance Level Subsystem</i>			
PL determination:	Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg		
Qualitative aspects suitable up to PL:	d		
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: d	PFHD [1/h]: 1E-7		
Documentation:			
<i>Category Subsystem</i>			
Cat.:	3		
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] - MTTFD is at least Low or Medium or High. [fulfilled] - DCavg is at least Low or Medium; [fulfilled] - The achieved score of the CCF-rating is at least 65. [fulfilled]		
Documentation:			
Source (e.g. standard) Category:			
File:			
<i>MTTFD and Mission time Subsystem</i>			
MTTFD [a]:	100 (High)		
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Ajtó ellenőrzés

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]:	60 (Low)
------------	----------

Common cause failure Subsystem

CCF Points:	75 (fulfilled)
-------------	----------------

CCF Measures:

- 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.
- 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.
- Competence / training (5 Points)
Training of designers to understand the causes and consequences of common cause failures.
- 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
---------	-------



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

SF Safety function: Ajtó ellenőrzés**Channels / Test channels (1 / 2)****CH** Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 3)**BL** Name: Záró kontakt

Reference designator: K1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output☐ Logic
☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

3

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 7500 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 150000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Blocks (2 / 3)**BL** Name: Záró kontakt

Reference designator: K1

Inventory number:



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

SF Safety function: Ajtó ellenőrzés*Device details Block*

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output☐ Logic
☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

3

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 7500 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 150000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Blocks (3 / 3)**BL** Name: Bontó kontakt

Reference designator: K2

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output☐ Logic
☐ unknown



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

SF Safety function: Ajtó ellenőrzés

Technology: electronic

Category: 3

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 7500 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 150000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Channels / Test channels (2 / 2)**CH** Name: Channel 2

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 3)**BL** Name: Bontó kontakt

Reference designator: K2

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output☐ Logic
☐ unknown

Technology: electronic

Category: 3

Use case:



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Ajtó ellenőrzés

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 7500 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 150000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (2 / 3)

 Name: Záró kontakt

Reference designator: K1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output

☐ Logic
☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

3

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Document:



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

SF Safety function: Ajtó ellenőrzés*MTTFD and Mission time Block*

MTTFD [a]: 7500 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 150000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (3 / 3)**BL Name: Záró kontakt**

Reference designator: K1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output☐ Logic
☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

3

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 7500 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 150000

nop [cycles/a]: 200

Documentation:



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Ajtó ellenőrzés

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 60 (Low)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (2 / 3)

Name: PNOZ s4

Reference designator: Pilz relé

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Pilz

Device Identifier: 750104 V1.0

Device group: Überwachung von Not-Halt, Schutztüren, Lichtschranken

Part number: 750104

Revision: 1.0

Function:

☐ Input

☐ Output

☒ Logic

☐ unknown

Use case: Logikfunktion | Zweikanalig | Relaisausgang | Verzögerung, keine | -

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Sicherheitsschaltgerät der Familie PNOZsigma

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 Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 2,3E-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: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Ajtó ellenőrzés

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (3 / 3)

 Name: KR C4 compact, smallsize, smallsize 2 / KSS8.x

Reference designator: Robot vezérlő

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: KUKA Deutschland GmbH

Device Identifier: KR_C4_compact_KSS8x

Device group: Robotersteuerungen

Part number: n.a.

Revision: n.a.

Function:

☒ Input

☒ Output

☒ Logic

☐ unknown

Use case:

Standard Use Case

Description of the use case:

Siehe Betriebsanleitung für eine vollständige Liste der Sicherheitsfunktionen.

Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend zu befolgen.

Documentation Subsystem

Documentation:

Dieses SISTEMA Bibliothekselement ist anwendbar für KUKA Steuerungen

- KR C4 compact (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen)
- KR C4 smallsize (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen)
- KR C4 smallsize 2 (optional mit Aufsatzschrank für Zusatzachsen)

mit

- KUKA Systemsoftware 8.x
- KUKA.RoboTeam (optional)
- KUKA.SafeOperation 3.x (optional)
- KUKA.SafeRangeMonitoring 3.x (optional)
- KUKA.SafeSingleBrake 1.x (optional)

und einer der folgenden Schnittstellen zur Anbindung an übergeordnete Anlagensteuerungen

- Feldbusanschaltung über eine sichere Busschnittstelle (ProfiSAFE, CIP Safety oder FSoE)
- diskrete sichere Schnittstelle (z.B. X11, XD211)

Die sicherheitstechnischen Kenngrößen gelten für alle Sicherheitsfunktionen des Robotersystems.

HINWEIS:



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Ajtó ellenőrzés

Documentation:	Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend einzuhalten.
----------------	---

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	Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.
-------	---

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1E-7
---------------	------------------

Documentation:

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

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
---------	-------



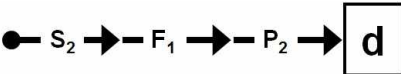
Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Biztonságosan csökkentett sebesség

Identifier of the Safety function:	SF4
Safety function type:	Safely-limited speed (SLS)
Triggering event:	
Reaction and Behaviour on power failure:	
Safe state:	
Operation mode:	
Demand rate:	
Running-on time:	
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S):	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
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1E-7
---------------	------------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

Device list:	
--------------	--

Status / Messages Safety function

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

Subsystems (1 / 1)

 Name: KR C4 compact, smallsize, smallsize 2 / KSS8.x	
Reference designator: Robot vezérlő	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	KUKA Deutschland GmbH
Device Identifier:	KR_C4_compact_KSS8x
Device group:	Robotersteuerungen



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Biztonságosan csökkentett sebesség

Part number: n.a.	Revision: n.a.
Function:	☒ Input ☒ Output ☒ Logic ☐ unknown
Use case:	Standard Use Case
Description of the use case:	Siehe Betriebsanleitung für eine vollständige Liste der Sicherheitsfunktionen. Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend zu befolgen.

Documentation Subsystem

Documentation:	Dieses SISTEMA Bibliothekselement ist anwendbar für KUKA Steuerungen - KR C4 compact (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen) - KR C4 smallsize (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen) - KR C4 smallsize 2 (optional mit Aufsatzschrank für Zusatzachsen) mit - KUKA Systemsoftware 8.x - KUKA.RoboTeam (optional) - KUKA.SafeOperation 3.x (optional) - KUKA.SafeRangeMonitoring 3.x (optional) - KUKA.SafeSingleBrake 1.x (optional) und einer der folgenden Schnittstellen zur Anbindung an übergeordnete Anlagensteuerungen - Feldbusanschaltung über eine sichere Busschnittstelle (ProfiSAFE, CIP Safety oder FSoE) - diskrete sichere Schnittstelle (z.B. X11, XD211) Die sicherheitstechnischen Kenngrößen gelten für alle Sicherheitsfunktionen des Robotersystems. HINWEIS: Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend einzuhalten.
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	Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.
Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1E-7
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Biztonságosan csökkentett sebesség

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
---------	-------



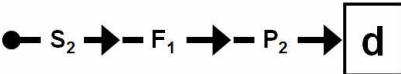
Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Üzem mód választás

Identifier of the Safety function:	SF5
Safety function type:	Control modes and mode selection
Triggering event:	
Reaction and Behaviour on power failure:	
Safe state:	
Operation mode:	
Demand rate:	
Running-on time:	
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S):	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
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 4,2E-7
---------------	--------------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

Device list:	
--------------	--

Status / Messages Safety function

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

Subsystems (1 / 2)

 Name: Kulcsos kapcsoló	
Reference designator: Key switch	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	
Device group:	



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Üzem mód választás

Part number:	Revision:	
Function:	☒ Input ☐ Output	☐ Logic ☐ unknown
Use case:		
Description of the use case:		
<i>Documentation Subsystem</i>		
Documentation:		
Document:		
<i>Performance Level Subsystem</i>		
PL determination:	Enter 'SIL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the SIL acc. to IEC 62061)	
Safety Integrity Level (SIL): 2	PL: d	
Qualitative aspects suitable up to PL: d		
Reached PL: d	PFHD [1/h]: 3,2E-7	
Documentation:		
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20	
<i>Status / Messages Subsystem</i>		
Status:	green	
Message [Status of Message]:	- The SIL given by the manufacturer for this subsystem was transformed to a corresponding PL acc. to Table 3 of the standard (see also ISO/TR 23849). [green]	

Subsystems (2 / 2)

 Name: KR C4 compact, smallsize, smallsize 2 / KSS8.x

Reference designator: Robot vezérlő	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	KUKA Deutschland GmbH
Device Identifier:	KR_C4_compact_KSS8x
Device group:	Robotersteuerungen
Part number: n.a.	Revision: n.a.
Function:	☒ Input ☒ Output
	☒ Logic ☐ unknown
Use case:	Standard Use Case



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

SF Safety function: Üzem mód választás

Description of the use case:

Siehe Betriebsanleitung für eine vollständige Liste der Sicherheitsfunktionen.

Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend zu befolgen.

Documentation Subsystem

Documentation:

Dieses SISTEMA Bibliothekselement ist anwendbar für KUKA Steuerungen

- KR C4 compact (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen)
- KR C4 smallsize (optional mit bis zu zwei Antriebsboxen 230 V für Zusatzachsen)
- KR C4 smallsize 2 (optional mit Aufsatzschrank für Zusatzachsen)

mit

- KUKA Systemsoftware 8.x
- KUKA.RoboTeam (optional)
- KUKA.SafeOperation 3.x (optional)
- KUKA.SafeRangeMonitoring 3.x (optional)
- KUKA.SafeSingleBrake 1.x (optional)

und einer der folgenden Schnittstellen zur Anbindung an übergeordnete Anlagensteuerungen

- Feldbusanschlaltung über eine sichere Busschnittstelle (ProfiSAFE, CIP Safety oder FSoE)
- diskrete sichere Schnittstelle (z.B. X11, XD211)

Die sicherheitstechnischen Kenngrößen gelten für alle Sicherheitsfunktionen des Robotersystems.

HINWEIS:

Für die Aufrechterhaltung der Sicherheitsintegrität sind die Anweisungen in der Betriebsanleitung entsprechend einzuhalten.

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

Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.

Reached PL: d

PFHD [1/h]: 1E-7

Documentation:

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:

3

Category requirements:

fulfilled

Requirements of the Category:

Since the category is given by the manufacturer he is responsible to

Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

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 Haftung des Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) ist damit auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit (§ 521 BGB) bzw. bei Sach- und Rechtsmängel auf arglistig verschwiegene Fehler beschränkt (523, 524 BGB).

The Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance 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.

NOTE

This document is not a complete technical documentation according to EN ISO 13849-1:2015, clause 10.

CONTACT

Institute for Occupational Health and Safety of German Social Accident Insurance (IFA)
Division 5: Accident Prevention: Digitalisation - Technologies
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



Project name: SR 10 Robot cella

File date: 28.10.2024 15:53:55 Report date: 2024. 10. 28. Checksum: 50459deb11adc03f9642add3701248e4

Safety function: Üzem mód választás

Requirements of the Category: satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

11.2. Pneumatikus kapcsolási rajz

