



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

Présberendezést kiszolgáló ipari robotrendszer
biztonságtechnikai vizsgálata

Belső konzulens:	Mayerné Dr. Sárközi Eszter egyetemi adjunktus
Külső konzulens:	Bolner Miklós műszaki vezető
Készítette:	Vass Gergő RGD9JU levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet, Mechatronika Tanszék

Képzési hely
2024

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Vass Gergő (RGD9JU)

részére

A szakdolgozat címe:

Présberendezést kiszolgáló ipari robotrendszer biztonságtechnikai vizsgálata

Feladatkiírás:

Bevezetés Szakirodalom feldolgozás Présberendezést kiszolgáló ipari robotrendszer biztonságtechnikai vizsgálata (kockázateértékelés, meglévő biztonsági funkciók vizsgálata, javaslattevés) Gazdasági számítás Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: Bolner Miklós, műszaki vezető, EUCHNER Magyarország Kft.

Belső konzulens: Mayerné Dr. Sárközi Eszter, egyetemi adjunktus, 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. 11.07



(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés	4
1.1. Téma jelentősége	4
1.2. Célkitűzés	5
2. Szakirodalom feldolgozása	6
2.1. Ipari Robotok ismertetése	6
2.2. Robotszabvány	12
2.3. Robot rendszerek szabvány	18
3. Présberendezést kiszolgáló robotrendszer biztonságtechnikai vizsgálata	23
3.1. A teljes gép ismertetése:.....	23
3.2. Szabvány és követelményrendszer kutatás	28
3.3. Vizsgálat	30
3.4. Nemmegfelelőségek	33
3.4.1. Védőburkolatok szerkezeti kialakítása	33
3.4.2. Kezelő elemek	38
3.4.3. Megvilágítás	39
3.4.4. Kombinációs veszélyek.....	39
3.4.5. Pneumatikus rendszer vizsgálat.....	39
3.4.6. Robot munkatér, biztonsági és védőtávolságok	41
3.4.7. Utánfutásmérés, védőtávolságok	44
3.4.8. Meglévő biztonsági funkciók vizsgálata	47
3.5. Kockázatfelmérés, kockázat elemzés.....	59
3.5.1. A gép határainak rögzítése.....	60
3.5.2. Veszélyek azonosítása	61
3.5.3. Kockázatbecslés	63
4. Gazdasági számítás vizsgálata	65
5. Összefoglalás	66
6. Summary	67
7. Nyilatkozatok	68
8. Forrásjegyzék	71
9. Mellékletek	73

1. Bevezetés

A bevezető részben igyekszek magyarázatot adni arra, hogy miért ezt a témát választottam a szakdolgozatom témájának. Megvilágítom a téma általános jelentőségét és megadom az elérni kívánt célt. A szakdolgozatom egy nagyméretű és meglehetősen komplex gép egy részének egy jellemző robotrendszerére koncentrálok, amely jól reprezentálja a teljes gép gépbiztonság növelését célzó kihívásokat.

1.1. Téma jelentősége

A nagyméretű és teljesítményű mechanikus ipari préseket kiszolgáló robotok jelentős szerepet játszanak a modern gyártási folyamatokban. Automatizálásuk révén növelik a termelékenységet, csökkentik a költségeket és javítják a munkakörülményeket, ezáltal hozzájárulva a versenyképességhez és a fenntarthatósághoz a különböző iparágakban. Ezeket a nagy beruházást igénylő és robosztus felépítésű gépeket sokszor 20 évnél is hosszabb üzemidőre tervezik. Ugyanakkor az ipari gépbiztonság területe az 1990-es évek óta jelentős fejlődésen ment keresztül. A technológiai újítások, a jogszabályi keretek módosulása, valamint a munkavállalói biztonság iránti fokozódó figyelem hozzájárult a munkakörnyezetek biztonságának javításához.

A fentiek is alátámasztják a tapasztalatot miszerint a hazai iparban nagyszámban van igény az évtizedekkel korábban üzembe helyezett robosztus gépek gépbiztonsági felülvizsgálatára. Amennyiben a gépek alap technológiája és gépészeti konstrukciója olyan állapotban van, hogy még hosszú ideig gazdaságosan üzemeltethető célszerű döntés a gépbiztonsági felülvizsgálat alapján meghatározni a biztonságot növelő intézkedéseket.

A vizsgálandó gép egy lemez alkatrészeket gyártó üzemben található. A gépet több mint 20 évvel ezelőtt helyezték üzembe. A gép tulajdonképpen egy prés sor (a szakmában prés utcának is hívják) ami két darab 500 tonna terhelhetőségű és 3 db 400 tonna terhelhetőségű Aida gyártmányú mechanikus présberendezésből, és a préselt alkatrészek továbbítását végző összesen hét darab Yaskawa Motoman gyártmányú MH 50 robotból épül fel. Minden prés és robot egy-egy Mitsubishi standard PLC vezérlővel rendelkezik amelyek között kommunikációs és huzalozott jelsere kapcsolat van.

1.2. Célkitűzés

A szakdolgozatomban egy présberendezést kiszolgáló robotrendszer gépbiztonsági vizsgálatának elvégzését tűztem ki célul.

Először szakirodalom (forrás) feldolgozást végzek amiben szeretném az ipari robotokat általánoságban ismertetni. Az ipari robotok ismertetését követően a robotokra vonatkozó MSZ EN ISO 10218-1 szabványt fogom áttekinteni és megadni egy rövid összefoglalót a leglényegesebb előírásokra vonatkozóan. Végül a robotrendszerekre vonatkozó MSZ EN ISO 10218-2 szabványt fogom feldolgozni azzal a céllal hogy a szakdolgozatomban gyakorlati részében a leghatékonyabban tudjam alkalmazni az azokban foglaltakat.

A vizsgálandó gép egy nagyméretű, több présből és több robotrendszerből álló préssor része. A szakdolgozatomban a préseket kiszolgáló egyik (4-es számú) robotrendszerének vizsgálatára terjed ki. A kiválasztott robotrendszer jól reprezentálja a teljes géphez tartozó mindegyik robotrendszert felépítés, használat és gépbiztonsági szempontokból is.

Mivel az üzemeltetőnél felmerült az igény, hogy a nagy beruházási értéket képviselő préssort már 1998 óta használják és szeretnék tudni, hogy a hosszú üzemeltetési idő alatt elvégzett karbantartások és a használat, milyen hatással volt a gépre gépbiztonsági szempontból. Ezért célom hogy a gép eredeti, beüzemelési időpontjában meglévő és a használatból eredő gépbiztonsági hiányosságokat is feltárjam. A gépbiztonsági vizsgálat alapvető célja hogy megadjam a harmonizált szabványoktól való eltéréseket.

A szakdolgozat készítése során elvégzem az alábbi mérnöki feladatokat:

Ismertetem teljes préssort és annak felépítését olyan mértékben hogy a vizsgálandó robotrendszert megfelelően kontextusba tudjam helyezni.

Elvégzem a vizsgálat során a robotrendszerre alkalmazandó szabvány és követelményrendszer kutatását.

Ismertetem a vizsgálat módszereit és szempontjait. Itt megjegyzem, hogy a vizsgálatnak nem tárgya a robotrendszer villamos rendszerének részletes vizsgálata.

Meghatározom a gépen a harmonizált szabványoktól való különböző eltéréseket a következő főbb területeken: védőburkolatok kialakítása, a robotrendszer funkciói, pneumatikus rendszer, megvilágítás, kezelő elemek, robot munkatér.

Elvégzem a robotrendszer meglévő biztonsági funkcióinak vizsgálatát és értékelését. Az elektromos rendszert csak a biztonsági funkciók megvalósítása szempontjából fogom vizsgálni. Szükség esetén javaslatot teszek biztonsági funkció megvalósításra.

Kockázatelemzést végzek, ezen belül meghatározom a gép határait, beazonosítom a jellemző veszélyeket és kockázatbecslést készítek.

Végül gazdasági számítást végzek és megbecsülöm az elvégzett munka, mint piaci szolgáltatás értékét.

2. Szakirodalom feldolgozása

2.1. Ipari Robotok ismertetése

Az első robotok, amelyeket ipari feladatok megoldására kezdtek el alkalmazni az 1970-es években kezdtek megjelenni. Azóta folyamatosan emelkedik az alkalmazott ipari robotok száma. A Stanford egyetem adatai szerint napjainkban körülbelül 3.4 millió ipari robotot alkalmaznak amik közül 7.5 % kollaboratív robot [10]. A robotok fejlődése szintén folyamatos és ezen belül a fejlődés fő területe az irányító rendszer. A jelenkorban a robotrendszerek kiállítása és felhasználási területe szerteágazó, a szakdolgozatomban csak a gyártás területén használt ipari robotokkal foglalkozom.

Az ipari robot olyan mozgó vagy rögzített ipari berendezésben alkalmazott manipulátor aminek három vagy több tengelye programozható. A vezérlése automatikus és rugalmasan változtatható.

Az ipari robot részei:

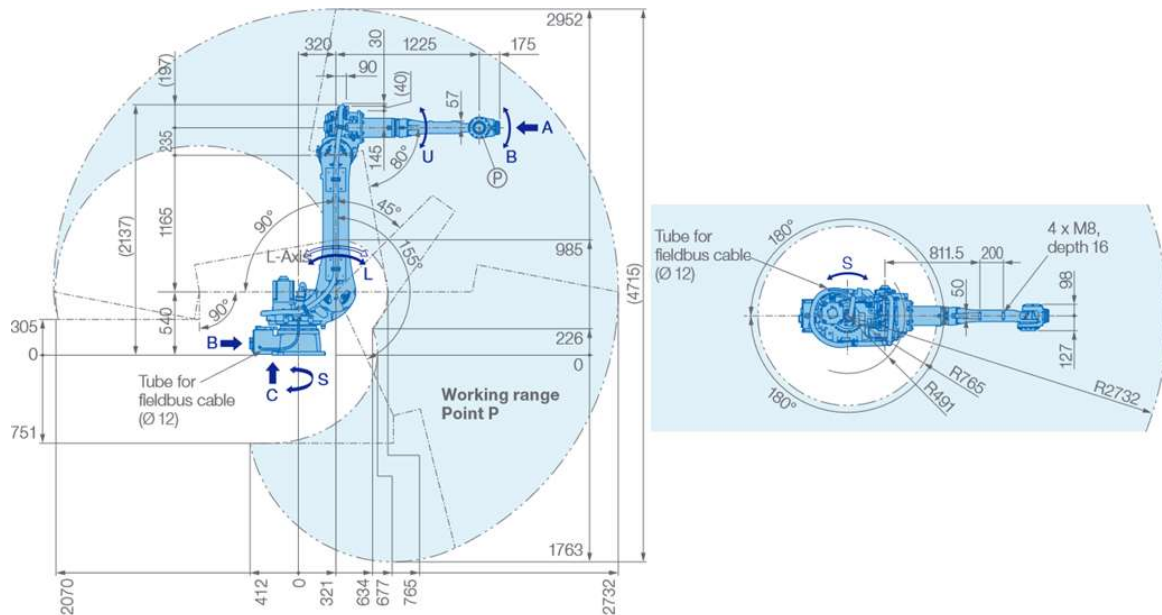
- robotkar (aktorok és szenzorok)
- robotvezérlő
- programozható vezérlő
- interfész rendszer

Az alábbiakban röviden ismertetem az ipari robotokat alapvető szempontok és tulajdonságaik alapján.

A robotok paraméterei:

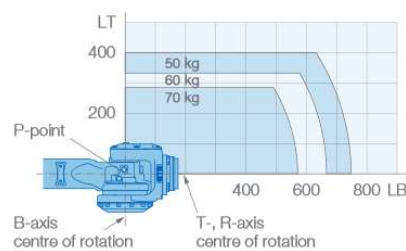
A **munkatér** az a térbeli terület amit a robotkar elérni képes miközben a tengelyeit a maximális és a minimális kitérése között mozgatja.

A **karkinyúlás** az a számszerűen (milliméterben) megadott távolság ami a robot a saját rögzítési pontja és a munkatér legtávolabbi pontja között elérni képes. Az alábbi ábrán példa látható arra, hogy egy gyártó hogyan adja meg munkateret és karkinyúlást.



1. ábra Robotok munkaterének megadása (Motoman, 2024)

A **terhelhetőséget** kilogrammban adják meg és a robot rögzítési pontjára vonatkoztatva a robot által maximálisan mozgatni képes össztömeget adják meg. Ez az értéket úgy kell értelmezni, hogy a robot ezt a tömeget a maximális sebességgel és maximális kinyúlással üzemszerűen mozgatni képes. A szerszámrögzítési ponttól távolabbra helyezett terhelés esetén változik a terhelhetőség. Erre a példa az alábbi ábra. A gépbiztonság szempontjából lényeges, hogy a robot ennél jóval nagyobb tömeg mozgatására is képes. Az alábbi ábrán látható egy hogy egy konkrét robottípusnál hogyan változik a terhelhetőség a szerszám elhelyezés függvényében.



2. ábra Robotok terhelhetősége (Motoman, 2011)

Kinematikai kialakítások

A robotkarok tengelycsuklói alapvetően kétféle mozgást végeznek:

- Egyenes vonalú
- Forgó mozgás

A robot kialakításokat ezenkívül a robot kialakításokat a tengelyek száma jellemzi még.

Elméletben sokféle kinematikai kialakítás létezik ezeket (Kulcsár, 2012) r. Kulcsár Béla Robottechnika I. című 2012-ban megjelent könyvében részletesen is tárgyalja.

A legelterjedtebb, a gyakorlatban a legjelentősebb kialakítási típusok az alábbiak:

SCARA robotok:

Ezeket vízszintes síkú robotoknak is hívják. 3 (J1-J2-J4) tengely csak vízszintes elmozdulásra képesek. A J3 tengely pedig csak erre síkra 90 fokot bezáró függőleges (Z) mozgásra képes. Alapvetően kis terhelhetőségű gyors mozgású precíz jellemzően pick and place feladatokra megalkotott típusok.



3. ábra (<http> 1, 2024)

Csuklókaros robot:

Az ipari csuklókaros robotok általában 4-6 tengellyel rendelkeznek.

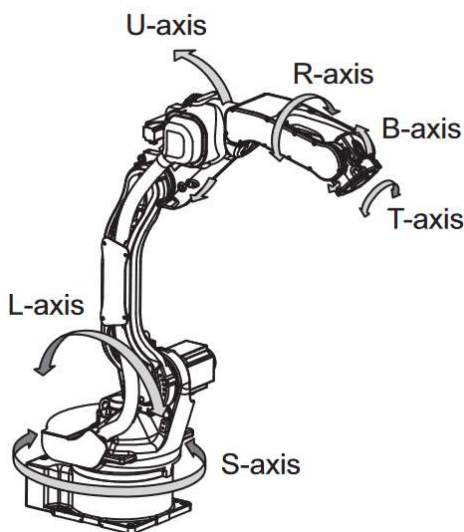
3 tengely: Alapvető mozgás, amely lehetővé teszi a pozicionálást (X, Y, Z irányban).

6 tengely: Komplexebb feladatokhoz, ahol a robot képes forgatni és pozicionálni az eszközt különböző irányokba. [10]

Főbb Alkalmazási területek: Hegesztés, összeszerelés, anyagmozgatás, festés

A 6 tengelyes csuklókaros robot felépítése:

Alap tengelyek	S tengely	jobbra balra forgatja a robotkart vízszintesen
	L tengely	alsó kar, előre-hátra mozgatás
	U tengely	felső kar emelés és leengedés
Csuklótengelyek	R tengely	a csukló jobbra-balra forgat
	B tengely	a csukló fel-le mozgat
	T tengely	a csukló jobbra-balra forgatja a szerszám rögzítőt



4. ábra 6 tengelyes robotok felépítése (Motoman, 2024) [9]

Delta robotok

Párhuzamos robot amely egy álló lapra szerelt 3 párhuzamos robotkarból áll. Párhuzamos kinematikájának köszönhetően a motorok közvetlenül nem a vég-effektort mozgatják, hanem a három felső kar mozgásának kombinációja adja meg a vég-effektor pontos helyzetét. Ez a kialakítás további stabilitást ad a delta robot karjainak, de csak az X és Y tengelyen teszi lehetővé, hogy rugalmasak legyenek. A motorokat az alapegységbe szerelik, nem a karokra, a karok könnyűek, így a delta robotok nagyon gyorsak. Gyors és precíz mozgásokat tesz lehetővé különböző ipari feladatokhoz, például összeszereléshez, csomagoláshoz vagy anyagmozgatáshoz. [10]



5. ábra Delta robot (http 2, 2024)

A robotok hajtástechnikája:

A robotokban alkalmazott villamos hajtások szinte kizárólag szervó hajtások. Váltakozó áramú motorok amik a pozíciót visszacsatoló enkóderrel és a rögzítést szolgáló fékkel vannak felszerelve. A szinkron motorok meghajtását szervó hajtások biztosítják.

A hajtásvezérlő számítógép végzi a tengelyek vezérléséhez szükséges paraméterek nagyságosságú számításait a program szerinti mozgások végrehajtásához.

Robotszerszám

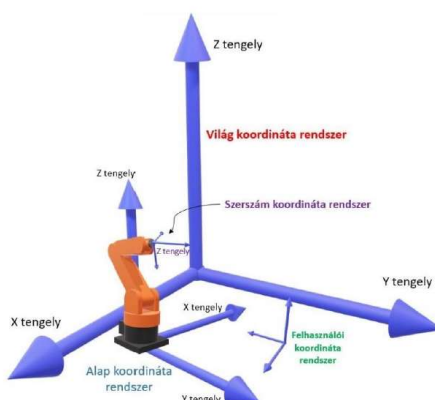
A robotnak a munkavégzéshez szükséges valamilyen szerszám mit például megfogó, hegesztő, ragasztó, stb. A szerszám fontos tulajdonsága a tömege és a szerszám középpontja (Tool Center Point, TCP), ami egy célszerűen kiválasztott pont a szerszámon.

Robotpozíció és orientáció

A térben egy pontot a koordináta-rendszerben X, Y, Z paraméterekkel adhatunk meg. Egy pontot a robot gömbfelület mentén végtelen irányból képes megközelíteni. Az orientáció azt határozza meg, hogy a robot milyen irányba "néz", azaz milyen szögben van elforgatva a különböző tengelyekhez képest. Az orientáció általában *Euler-szögekkel* vagy *kvaterniókkal* van leírva. Euler-szögek három szög mentén írják le az orientációt amik a különböző tengelyek XYZ körüli forgásokat jelentenek.

Robot koordináta rendszerek

A robot koordináta-rendszerek különböző perspektívákból írják le a robot helyzetét és mozgását, például a világra, a robot saját testére vagy a kezelendő tárgyra vonatkoztatva.



6. ábra Robot koordináta rendszerek (Szilágyi, 2018)

Szingularitás

A robot szingularitás egy olyan helyzet, amikor a robot karjainak vagy ízületeinek elrendezése miatt a mozgás vagy irányíthatóság korlátozottá válik. Szingularitás például akkor léphet fel, amikor a robot karja teljesen kinyújtott állapotban van, vagy amikor a forgási tengelyek egy vonalba esnek. A szingularitás következményei: végtelen sebesség, irányíthatóság elvesztése, instabil mozgás. Ennek elkerülésére speciális mozgástervezést alkalmaznak. [10]

Robotmozgás

Manuális: A robotok mozgathatók manuálisan a kezelő panelek segítségével. Lehet a tengelyeket függetlenül egyenként pozitív és negatív irányba mozgatni. Lehetőség van valamelyik koordináta rendszer szerinti mozgatásra, ekkor a kiválasztott koordináta rendszer szerint egyenes vonalú mozgást végez a robot TCP pontja.

Programozott mozgások amik lehetnek Joint vagyis tengely szöghelyzet szerint, Lineáris vagyis koordináta rendszer szerinti egyenes vonali mozgatás és Circular vagyis köríven történő mozgások.

A robot programozása

A robot programozása során olyan utasításokat adunk a robotnak, amelyek meghatározzák mozgását, feladatait és viselkedését. A programozás általában speciális gyártói robotprogramozási környezetekben és nyelveken történik. A programozás célja, hogy a robot érzékelje környezetét, reagáljon a bemenetekre, és automatikusan végrehajtsa előre meghatározott feladatokat, például tárgyak mozgatását vagy útvonal követését.

Az ipari robotok speciális alkalmazási iránya a kollaboratív robotok:

Napjainkban a fejlődés egyik meghatározó iránya a kollaboratív robotüzem, ami olyan ipari környezetet jelöl, ahol kollaboratív robotok (vagy kobotok) és emberek közösen dolgoznak együtt, gyakran szoros fizikai közelségben. Ezek a robotok úgy vannak tervezve, hogy biztonságosan tudjanak együttműködni az emberekkel anélkül, hogy védőkerítésekre vagy korlátokra lenne szükség, mint a hagyományos ipari robotok esetében. [10]

Fő jellemzői egy kollaboratív robotüzemnek:

Ember-robot együttműködés: A kobotok képesek a munkafolyamatok megosztására emberekkel, például közös munkadarabok megmunkálásán.

Biztonság: A kobotok olyan fejlett érzékelőkkel és vezérlőkkel vannak felszerelve, amelyek lehetővé teszik számukra, hogy biztonságosan megálljanak, ha valamilyen akadályt (például egy embert) érzékelnek, így minimálisra csökkentik a balesetek kockázatát.

Rugalmasság: Kollaboratív robotok könnyen újraprogramozhatók különféle feladatokra, így rugalmasabbak a hagyományos ipari robotoknál, amelyek gyakran egyetlen feladat végzésére specializálódnak.

Egyszerű programozás: Sok kobotot úgy terveznek, hogy egyszerű, intuitív programozási módszereket kínáljon, akár operátorok is gyorsan betaníthatják őket.

Hatékonyaság növelése: A kobotok segítik az emberi dolgozókat a monoton, nehéz vagy veszélyes feladatok elvégzésében.

A robotok, robotrendszerek szabványai:

Dr. Földi László József és Berencsi Bence az Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében című szakkönyve szerint:

A gépekre vonatkozó harmonizált szabványok három típusba sorolhatók.

„A” típusú szabványok:

ezek a biztonsági alapszabványok, amelyek azokat az alapfogalmakat, kialakítási elveket és általános szempontokat tartalmazzák, amelyeket minden gépre alkalmazni kell [3]

„B” típusú szabványok:

ezek az általános biztonsági szabványok, amelyek egy biztonsági szempontot vagy egy olyan típusú biztonsági berendezést tárgyalnak, amelyek a gépek egy nagyobb csoportjához felhasználhatók [3]

„C” típusú szabványok:

ezek a gépek biztonsági szabványai, amelyek részletes követelményeket tartalmaznak egy meghatározott gépre vagy a gépek egy meghatározott csoportjára vonatkozóan [3]

Az MSZ EN ISO 10218-x szabvány sorozat részei „C” típusú szabványok amely a robotokkal és robotrendszerekkel foglalkoznak.

2.2 Robotszabvány

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

Ipari robot: Automatikusan vezérelt, újraprogramozható többcélú manipulátor, amelynek három vagy több tengelye programozható, helyhez kötött vagy mozgó ipari automatizálási alkalmazásokhoz használható. [16]

A szabvány által tárgyalt témákat az alábbiakban dolgozom fel.

A szabvány az ipari robotok tervezési szempontjaira koncentrál, és azok biztonsági követelményeit határozza meg.

Veszélyazonosítás és kockázatfelmérés

A „C” típusú szabvány részletesen listázza a robotok alkalmazása esetén lehetségesen fellépő veszélyeket amelyek az alábbi

- Mechanikai veszélyek
- Villamos veszélyek
- Hőhatás veszély
- Zajhatás veszély
- Rezgésből eredő veszély
- Sugárzásveszély
- Anyagveszélyek
- Ergonómiai veszélyek
- Gép használati környezet veszélye
- Különböző veszély kombinációk

Az alábbi tipikusan előforduló veszélyekre különös figyelmet érdemes fordítani:

- A robot rendeltetésszerű működés
- a nem akaratlagos indítás
- emberek és a robot elválasztása
- a robot lehetséges nem rendeltetésszerű működtetése
- a vezérlés meghibásodása
- a robot alkalmazásához kapcsolódó veszély (például mozgatott tömeg kirepülése)

A tervezés követelményei és védőintézkedések

Alapkövetelmény természetesen az eggyel magasabb szintű ISO 12100 szabvány elveinek betartása.

Erőátvitel

Az erőátvitel védelemmel nem ellátott elemeinek veszélyes részeinél védőburkolatokat kell alkalmazni. A védőburkolatok a karbantartást és üzemeltetést figyelembe véve rögzített vagy nyitható kialakításúak. A nyitható védőburkolatokat olyan módon kell megvalósítani, hogy reteszelt legyen és a veszélyes mozgások már megszűnjenek, mielőtt a burkolatok nyithatóvá válnak. [16]

Energiaellátás

Bármely energia (villamos, pneumatikus vagy hidraulikus) megváltozása vagy kimaradása, nem okozhat veszélyt. Biztosítani kell a veszélyes energiaforrások leválaszthatóságát.

Az alkatrészek meghibásodásából, törésükből eredő veszélyeket minimalizálni kell.

A tárolt veszélyes energiáknak azonosíthatónak és megszüntethetőnek kell lennie.

Az elektromágneses kompatibilitást olyan módon kell megtervezni, hogy bármilyen zavar esetén ne idézhessen elő veszélyes mozgásokat.

A villamos szerkezetekre alkalmazni kell a villamos biztonságra vonatkozó MSZ EN 60204-1 szabványt.

Működtető eszközök

Működtető eszközök véletlen működést nem idézhetnek elő, az állapotjelzéseknek egyértelműeknek kell lennie, egyértelmű jelöléseket kell használni. A kézi vezérlőeszköz használata esetén bármely más helyről történő vezérlés reteszelve kell, hogy legyen. [16]

A vezérlő rendszer biztonsági teljesítménye:

A jelen szabvány szerinti követelmények az ISO 13849-1:2006 szabvány szerint 3. kategória PL=d teljesítményszint. Az IEC 62061:2005 szabvány szerint pedig SIL2 és 1-es hardver hibatűrés határ. A két szabvány azonos biztonsági szintet biztosít, de különböző módszerekkel.

- minden előre látható meghibásodást fel kell ismerni
- lehetőség szerint az egyedi hibát rögtön vagy az adott biztonsági funkció soron következő működése előtt fel kell ismerni
- amikor egyedi hiba következik be, akkor a biztonsági funkciónak működnie kell és a biztonságos állapotot fent kell tudni tartani
- a biztonsági funkció nem veszt el bármelyik komponens meghibásodása esetén

Fontos hogy alapvetően minden biztonsági szintű robothoz kapcsolódó funkciónak ezt a meghatározott teljesítményszintet kell elérni. (Kivéve egy-egy speciális esetet.) [16]

Robot megállítási funkciók

Paraméter	Vészleállítás	Védelmi leállítás
működtetés helye	Az operátornak gyors akadálymentes hozzáférés biztosított	a védőberendezések elhelyezése az ISO 13855-ben meghatározott legkisebb biztonsági távolság szerint
működtetés	kézi	kézi, automata vagy biztonsági funkció által kezdeményezett
SRCP/CS biztonsági teljesítménye	meg kell felelnie a fent megadott teljesítményszintnek	meg kell felelnie a fent megadott teljesítményszintnek
nyugtázás	csak kézzel	kézi vagy automata
használati gyakoriság	eseti	esetintől a gyakorig
szándék	vészhelyzet	védelem vagy kockázat minimalizálás
hatás	az energiaellátás megszüntetése minden veszély irányába	biztonságosan kontrolálja a veszélyeket

Vészleállítás:

A vészleállítás funkcionál kategória 0. vagy 1. leállítás az előírt az MSZ EN 60204-1 szerint. A leállítási kategória meghatározásához a kockázatfelmérést kell alapul venni.

Védelmi leállítás:

A robotnak legalább egy biztonsági megállítási funkcióval kell rendelkeznie, ami külső védelmi berendezés fogadására alkalmas. Az elvárt biztonsági teljesítmény szint a korábban

tárgyalt pont szerintivel megegyező. A védelmi leállítás lehet kézi vagy vezérlő logika által aktivált és meg kell szüntetnie minden mozgást, lekapcsolni vagy vezérelni a hajtások energiáját.

A robot rendelkezhet további 2. kategóriájú védelmi leállítás funkcióval is.

Sebesség kontrol:

A robot sebességének állíthatónak kell lennie előre meghatározott sebességekre. A sebesség a robot szerszám fogadó felületére vagy a szerszámközeppontra (TCP) vonatkoztatott.

- Csökkentett sebesség kiválasztásakor a TCP maximum 250 mm/s legyen.
- Biztonsági szintű csökkentett sebesség felügyelet.
- Biztonsági szintű sebesség felügyelet.

Ezen biztonsági funkcióknak szintén teljesítenie kell a korábban tárgyalt teljesítmény szintet.

Üzem módok:

Az üzemmódváltást minden helyzetben zárható, például kulcsos kapcsolóval kell megvalósítani.

Automata: ez automatikus program végrehajtás aktív védőintézkedések mellett.

Kézi csökkentett sebesség: tipikusan betanítási feladat megvalósítása vagy karbantartás. Ebben az esetben a kezelő a veszélyes térben tartózkodik egy engedélyező eszközzel és folyamatos tartású vezérlőeszközzel engedélyezi a mozgást.

Kézi nagy sebesség: program verifikálási feladatoknál. Ekkor a csökkentett sebességnél nagyobb sebesség is lehetséges. A mozgás szintén engedélyező eszközzel és folyamatos tartású vezérlőeszközzel engedélyezett. A kezelő lehetőleg tartózkodjon a veszélyes téren kívül. [16]

Kézi vezérlőeszközök:

Mozgásvezérlés:

Kézi vagy tanító eszközről kezdeményezett vezérlés csökkentett sebességfelügyelettel, vagy kézi nagysebességgel.

Engedélyező eszköz:

A kézi vezérlőnek rendelkeznie kell egy háromállású MSZ EN 60204-1 szerinti engedélyező eszközzel. Az engedélyezett állapot az, amikor legalább egy kapcsoló a középső állásába van kapcsolva.

Kezelői vészleállítás

A kézi vezérlőnek rendelkeznie kell vészleállító funkcióval.

Automatikus működtetés indítás

Szükséges egy, a védett téren kívüli különálló megerősítő művelet és csak a kézi vezérlővel nem lehetséges.

Kollaboratív működési körülmények

Biztonsági leállításfelügyelet : A robotnak le kell állni, amikor ember lép a munkatérbe és visszatérnie az automatikus működéshez, ha elhagyja azt. Lehet olyan kialakítás, hogy a robot csak lelassít.

Kézi vezérlés: hasonló előírások mint a nem kollaboratív esetben.

Sebesség és elkülönítés ellenőrzés: a robotnak meghatározott sebességgel adott elkülönülési távolságot kell tartania az embertől. Amennyiben ez sérül, akkor biztonsági leállítás szükséges. A robot csak egy eleme a kollaboratív robotrendszernek, egy ilyen összetett rendszer kialakítása a kockázatfelmérés alapján történhet. [16]

Szingularitásvédelem:

A vezérlésben használt védelmi megoldás, amelynek célja a robotok szingularitási helyzetekből adódó problémák elkerülése. A szingularitás olyan pont vagy állapot, amikor egy robotnak végtelen számú megoldása van egy adott feladatra, vagy éppenséggel a kívánt mozgást nem tudja megfelelően végrehajtani. [16]

Szingularitásvédelem megoldásai:

Mozgáskorlátozás: a mozgási pályák figyelése, és ha szingularitáshoz közeledik, akkor korlátozza a robot mozgását

Pályatervezés optimalizálása: A robot soha ne közelítsen olyan pozíciókhoz, ahol szingularitás történhet.

Sebességszabályozás: A vezérlőrendszer lelassítja a robot mozgását a szingularitás közelében.

A szabvány szerint:

a, A robotvezérlőnek le kell állítania a mozgást és figyelmeztetést adnia mielőtt a robot áthaladna egy szingularitás ponton.

b, Figyelmeztető jel mellett csökkentenie kell minden csukló sebességet maximum 250 mm/s-ra

c, Amennyiben a szingularitás kezelhető veszélyes mozgás előidézése nélkül akkor nincs szükség védelemre

Tengelyhatárolás

A tengelyhatárolás alkalmazásának célja, hogy csökkenteni lehessen a védett tér nagyságát.

Mechanikus és nem mechanikus tengelyhatárolás

A robot legnagyobb elmozdulást végző elsődleges (egyres) tengelye kitüntetett, és ezt a tengelyt állítható mechanikus ütközőkkel lehet ellátni a tengelyhatárolás céljából.

A kettes és hármastengelyeket el lehet látni mechanikus és nem mechanikus tengelyhatároló elemekkel.

A mechanikus ütközőnek meg kell tudnia állítani a robotmozgást a legrosszabb előforduló esetben úgy; mint a névleges terhelés, maximális sebesség és legnagyobb és legkisebb kinyúlás.

A mozgástartomány határolás további módszereinek mindenben meg kell felelniük az általánosan megkövetelt teljesítményszintnek (PLd).

A használati útmutatónak tartalmaznia kell a határoló eszközök legnagyobb sebességre vonatkozó megállási idővel összefüggő paramétereit. A leállási idő és távolság mérési előírásait a szabvány részletesen megadja. [16]

Biztonsági szintű szoftveres tengely vagy terület határolás

A szoftveres határok a robot mozgásának szoftveres értékei. A terület határolás egy definiált térbeli területen belülről korlátozza vagy a definiált területről kizárja a robot mozgását. A terület szoftveres határolásnak is mindenben meg kell felelnie az általánosan megkövetelt biztonsági teljesítményszintnek (PLd). A szoftveres határolás paramétereit csak felhatalmazott személyek férhessenek hozzá és a paramétereket egyedi azonosítóval ellátva kell dokumentálni az azonosíthatóság érdekében. A szoftveres határolásnak mindig aktívnek kell lennie és automatikus programvégrehajtás közben ne lehessen változtatni.

Dinamikus határolóeszközök:

A dinamikus határolás a robot korlátozott mozgástérnek automatikus vezérlése. A vezérlő eszköz lehet például fényfüggöny, ami a programvégrehajtás során a védett téren belül tovább korlátozza a mozgástérét. A rendszernek meg kell tudnia állítani a mozgást a névleges terhelési és sebesség viszonyok esetén. Az így kialakított rendszernek meg kell felelnie az általánosan megkövetelt biztonsági teljesítményszintnek (PLd). [16]

A szabvány előírásokat tartalmaz a *biztonsági követelmények és védőintézkedések verifikálása és validálása, valamint a használati útmutatóra vonatkozóan is.*

2.3 Robot rendszerek szabvány

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

Ipari robotrendszer: A rendszer magában foglalja: ipari robotot, végberendezéseket, egyéb gépet, berendezést eszközöket, külső kiegészítő tengelyeket vagy érzékelőket, amelyek támogatják a robotot feladatainak végrehajtásában. [16]

A szabvány által tárgyalt témákat az alábbiakban dolgozom fel.

Ez szabvány a robotok és robotrendszerek biztonsági követelményeiről szól, és az ipari robotok alkalmazásának biztonságos integrációjára koncentrálna. A szabvány elsősorban a rendszerintegrátorok, robotgyártók és felhasználók számára nyújt útmutatást az ipari robotok biztonságos alkalmazásához, hogy minimalizálják a baleseteket és növeljék a rendszerek hatékonyságát.

Veszélyazonosítás és kockázatfelmérés

Ebben a szakaszban a szabvány meghatározza a robotrendszerek integrációjához és használatához kapcsolódó biztonsági követelményeket. A cél a munkavállalók és a berendezések biztonságának maximalizálása, a potenciális veszélyek azonosításával és azok hatékony kezelési módjainak meghatározásával.

Elrendezési terv: A robotrendszer elrendezésének meghatározása alapvető fontosságú a kockázatsökkentés szempontjából.

Főbb szempontok:

- fizikai határok
- a területek, munkaterület, korlátozott terek, biztonságos terek, elérési és megközelítési útvonalak.
- szükséges kézi beavatkozások biztosítása
- ergonómia, ember gép kapcsolat
- környezeti körülmények
- munkadarab áramlás, szerszámcsere
- védőkerítések
- vészleállítás esetleges cellafelosztás
- engedélyezőeszközök feltételei

Kockázatfelmérés:

Fontos, hogy a teljes életciklust fel kell dolgozni a módszeres kockázatfelmérés során. Figyelembe kell venni különleges helyzeteket, mint például a védőberendezések eltávolítása.

A kockázatelemzés a robotrendszer határainak meghatározása, veszélyazonosítás kockázatbecslés és a kockázatelemzés lépéseiből áll.

A robotrendszer korlátánál a használati, térbeli időbeli és egyéb korlátokat kell határozni.

Veszélyazonosítás

A robotrendszerekre vonatkozó jelentős veszélyek az ISO 12100 szabvány szerinti veszélyazonosítás alapján adódnak. Ezeken kívül a speciális alkalmazásokra külön is kell kockázatelemzést végezni. A veszélyes helyzetek meghatározásához szükség van a kezelőszemélyzet feladatainak meghatározására úgy, mint például munkadarab be-kiadás, szerszámcseré, karbantartás, stb. [17]

Veszélykiküszöbölés és kockázatsökkentés

A kockázatsökkentés alapelvei:

- veszélyek tervezéssel való kiküszöbölése
- a kezelőszemélyzet és a veszélyek védőburkolatokkal való elválasztása
- és a kiegészítő védőintézkedések alkalmazása

Biztonsági követelmények és védőintézkedések

A robotrendszert alapvetően az MSZ EN ISO 12100:2011 elvei szerint kell megtervezni, mert a jelen szabvány nem tér ki minden lehetséges veszélyre.

Biztonsággal összefüggő vezérlőrendszer-teljesítmény

A jelen szabvány szerinti követelmények az ISO 13849-1:2006 szabvány szerint 3. kategória PL=d teljesítményszint. Az IEC 62061:2005 szabvány szerint pedig SIL 2 és 1-es hardver hibatűrés határ, ahol az ellenőrző vizsgálat intervalluma legalább 20 év. A két szabvány azonos biztonsági szintet biztosít, de különböző módszerekkel.

- minden előre látható meghibásodást fel kell ismerni
- lehetőség szerint az egyedi hibát rögtön vagy az adott biztonsági funkció során következő működése előtt fel kell ismerni
- amikor egyedi hiba következik be a biztonsági funkciónak működnie kell és a biztonságos állapotot fent kell tudni tartani
- a biztonsági funkció nem veszhet el bármelyik komponens meghibásodása esetén

A fenti egy konkrét előírás a teljesítményszintre vonatkozóan. Előfordulhat azonban, hogy a kockázatelemzés alapján a fentiektől eltérő teljesítményszintre van szükség. [17]

Tervezés és telepítés

Az alábbiakban tárgyalt minden részterületre, funkcióra az arra vonatkozó szabványok előírásait kell betartani.

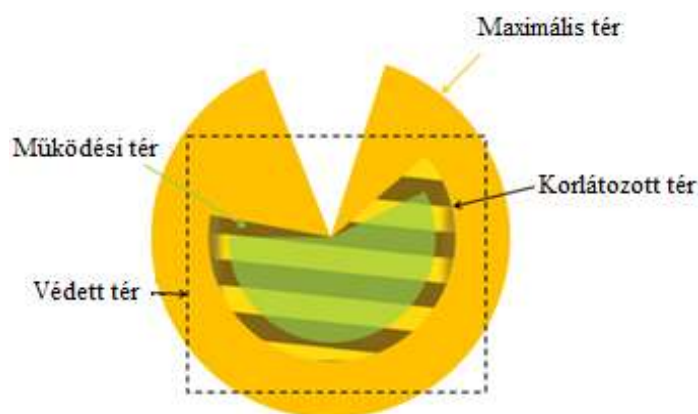
A tervezés és telepítés megvalósítása során figyelembe kell venni a robot és a hozzá kapcsolódó berendezések szempontjából is a környezeti feltételeket, működtető eszközök célszerű elhelyezését. Az energiaforrások követelményeit beleértve a földelés, energiaforrások leválasztása, tárolt energia kezelése.

A szükséges leállítófunkciók egyrészt a kézzel működtethető vészleállítás funkció, amelynek minden veszélyes mozgást és kapcsolódó funkciót le kell állítania géprészekre vonatkozóan amelyek egy munkaterületnek tekinthetők. A másik a biztonsági leállítás ami külső védőberendezésekhez csatlakozik és kézzel vagy valamilyen logika által kezdeményezetten valósítja meg a veszélyes mozgások és egyéb funkciók leállítását.

A kapcsolódó berendezések leállításánál figyelemmel kell lenni arra, hogy ezen részegységeknek a leállítása ne okozzon veszélyt.

A szabvány általános követelményeket is fogalmaz meg a végberendezésekre, a vészhelyzeti visszaállításra, figyelmeztető jelzésekre, világításra az alkalmazással kapcsolatos veszélyekre és az engedélyező eszközökre vonatkozóan. [17]

A robot mozgásának korlátozása



7. ábra Robot mozgásterei (ABB Limiting devices for industrial robot cells, 2019)

A robotrendszerrel védőkerítést alkalmazva hozhatunk létre védett teret, így csökkenthetjük a személyeket fenyegető lehetséges veszélyeket. Legtöbbször szükséges a robot maximális munkaterének korlátozása, hogy csökkenteni tudjuk a védett teret, ezáltal csökkentve a gép méreteit.

Mechanikus határoló eszközök fizikailag határolnak. A nem mechanikus határoló eszközök leállást kezdeményeznek a robotvezérlőn, így ott figyelembe kell venni a leállási időt.

A dinamikus határolás, ami tulajdonképpen egy vezérelt tér korlátozás. Erre alkalmazási példa, amikor egy szerszámban az operátor állítja össze az alkatrészeket és azután azokon egy robot végez műveleteket. [17]

Az elrendezés

A védőkerítést, védőburkolatokat, védőérzékelőket szintén összetett szempontrendszer alapján kell meghatározni figyelembe véve biztonsági távolságokat, igénybevételeket, a kezelt anyagok tulajdonságait és a vonatkozó szabványokat.

A szabvány előírásokat tartalmaz a beavatkozási pontokhoz való hozzáféréssel, az anyagmozgatással kapcsolatos kockázatok kezelésével és a folyamatmegfigyeléssel kapcsolatosan. [17]

A robotrendszer üzemmódjainak alkalmazása

Ebben a szakaszban a szabvány az üzemmód választásokat, az automata és a kézi üzemmód előírásait tárgyalja. Az üzemmódok milyen feltételekkel választhatók ki és aktiválhatóak.

Automata üzemmód: ebben az üzemmódban a védett térbe történő bejutás minden berendezés biztonsági leállítását kell, hogy eredményezze. A szabvány kiter a kiválasztás, automatikus működés kezdeményezése, a kézi visszaállítás, indítás, újraindítás, váratlan indítás vonatkozó előírásaira.

A kézi üzemmód: megkülönböztetünk csökkentett és nagy sebességű módokat.

A kézi beavatkozás távoli hozzáféréseken keresztüli feltételeinek a szabvány szerinti kialakítása szintén szükséges a robotrendszer működtetéséből eredő veszélyek kiküszöböléséhez.

Kézi vezérlőeszközök

A kézi vezérlőeszközök alapvetően az ISO 10218-1 követelményeinek kell, hogy megfeleljenek. Az eszközök tárolását úgy kell kialakítani, hogy ne károsodhassanak és az inaktív vészleállító eszközök egyértelműen azonosíthatók legyenek.

A szabvány felkészült a vezeték nélküli vagy leválasztható berendezések kommunikációira vonatkozó követelményekre.

Az egyidejű mozgásvezérlés az ISO 10218-1 szabvány előírásait kell, hogy kövesse, ahogy a kézi irányítású robotrendszerek vezérlőeszközei is.

A szabvány meghatározza a karbantartás és javítás előírásait is. [17]

Integrált gyártórendszer határfelülete

A robotrendszer lehet része egy integrált gyártórendszernek, amelyekkel az ISO 11161 szabvány foglalkozik. Ebben az esetben a teljes rendszerre vonatkozóan kell kockázatértékelést készíteni. A robotrendszer biztonsággal összefüggő funkcióit össze kell hangolni a gép egészével, további vonatkozó „C” típusú szabványok alkalmazásával.

Műszaki védelem

Első lépésben a tervezéssel kezelhetők a veszélyek. Amennyiben ez nem elégséges, akkor műszaki védelemmel kell tovább csökkenteni a fennálló veszélyeket. Az alábbi műszaki intézkedésekre vonatkozó előírásokat tárgyalja a szabvány.

- Biztonsági védőelkerítés
- Legkisebb biztonsági távolságok
- Védőburkolatokra vonatkozó követelmények
- Érzékelő védőberendezés
- Kézi rakodás, kirakodás vagy mozgatóállomások védelme
- Anyagmozgatáshoz tartozó nyílások védelme
- Több egymással határos robotcella védelme
- Szerszámcserélő rendszerek védelme
- Némítás
- Biztonsági berendezések felfüggesztése

A műszaki védelem egyes elemeinél a szabvány, ahol releváns ott a vonatkozó „C” típusú szabványokra hivatkozik. [17]

Kollaboratív robotüzem

A kollaboratív robotüzem, olyan speciális ipari munkateret jelöl, ahol kollaboratív robotok és emberek közösen dolgoznak együtt, gyakran szoros fizikai közelségben. A kollaboratív munkaterületen való működés funkciói speciálisak és még sokrétűbbek lehetnek, mint a hagyományos ipari robotok esetében.

A szabvány megadja az általános követelményeket a szükséges védő intézkedésekkel kapcsolatban, amelyek a személyek biztonságát garantálják. Követelmények meghatározása a kockázat felméréssel kezdődik, és kitér a robotokra vonatkozó követelményekre, jelenlétérzékelésre, kiegészítő védő berendezésekre, műszaki védelemre, a védett térre belépő személyek érzékelésére, a robot rendszerhez kapcsolódó gépek követelményeire.

A kollaboratív munka terület követelményeinek egy lényegi része a becsípődés veszély elkerülésére vonatkozik, amihez a szabvány 500 mm-es védő távolságot ír elő a robot munkaterülete és a teljes testtel hozzáférhető berendezések között.

Az autonóm és a kollaboratív működés közötti átváltás kritikus funkció ezért a kialakítása a biztonság fenntartása szempontjából különös figyelmet igényel.

Amennyiben a kollaboratív módon biztonsági funkcióiban hiba lép fel, akkor biztonsági leállításnak kell történnie. Egy ilyen leállítást követően a robot autonóm üzemmódja csak a munkaterületen kívüli újraindítás után folytatható.

A teljesítmény és erőhatárolás területén a konkrét alkalmazásokon végzett kockázatfelmérést ír elő a szabvány. [17]

Robotrendszerek üzembe helyezése

A robotrendszerek sajátossága, hogy a beüzemelés során is jelenthetnek veszélyt az ott dolgozó személyekre. Ezért a szabvány a robotrendszerek életciklusának erre a szakaszára is tartalmaz előírásokat. Itt elsősorban az ideiglenes védőintézkedéseket és az első indítás folyamatát tárgyalja.

A biztonsági követelmények és védőintézkedések verifikálása és validálása

Ezen szakasz előírásai alapvetően azzal foglalkoznak, hogy a megtervezett védőintézkedéseket és azok megfelelő kivitelezését hogyan kell verifikálni és validálni.

Ezt a folyamatot a rendszerintegrátornak kell elvégeznie, amihez a szabvány megadja követelményeket és módszereket.

Használati útmutató

A dokumentációnak le kell fednie a robotrendszer életciklusának szakaszait a szállítástól kezdődően az összeszerelést a telepítést, felállítást üzemeltetői használatot. Az üzemeltetői használat jelenti a beindítás, leállítás, beállítás, programozás, folyamat váltást, üzemelést, tisztítást, hibakeresést és karbantartást.

Tartalmaznia kell információt a vészhelyzetekre vonatkozóan és meg kell adniuk minden egyéb speciális információt. [17]

3. Présberendezést kiszolgáló robotrendszer biztonságtechnikai vizsgálata

Ebben a fejezetben a présberendezést kiszolgáló robotrendszer vizsgálatát fogom ismertetni. Először ismertetem a gép felépítését olyan mélységben ami a vizsgálat értelmezéséhez szükséges. Meghatározom azon előírásoknak és szabványoknak a körét ami az gépre vonatkoznak. Ismertetem a nem megfelelőségeket. Bemutatom és szintén megvizsgálom a meglévő biztonsági funkciókat. A gép villamos rendszerének vizsgálata nem tárgya a szakdolgozatnak azt csak a meglévő biztonsági funkciók vizsgálatához szükséges mértékben dolgozom fel. Megoldási javالاتokat adok a nem megfelelőségek megszüntetésére.

3.1. A teljes gép ismertetése:

A vizsgálat tárgyát képező robotrendszer présberendezés kiszolgálását végzi. A vizsgálatot egy robotrendszerre (4-es számú) végzem. Minden robot rendszer hasonló felépítésű és kialakítású.

A gép egy AIDA gyártmányú préssor, amely 5 darab présből áll, amelyeknek a kiszolgálását hét darab Yaskawa Motoman MH50 típusú ipari robot végzi. Az 1, 2-es prések 500 tonna, a 3-5 prések 400 tonna névleges terhelhetőségűek. A prések többféle présszerszámot fogadnak, amelyekkel különböző lemezalkatrészek préselését végzik. A robotok a prések között fentről felfüggesztve helyezkednek el. A gyártáshoz alapanyagként szolgáló megfelelő lemezeket kötegben a személyzet daruzza a lemezkötegek továbbítását végző lemezkocsikra. A lemezkocsik beviszik a köteget a megfelelő robot munkarébe és a gyártás vagy az 1-es robottól vagy a 3-as robottól indul a típustól függően. Az első prés a nagy alakítást, mélyhúzást végzi

és az azt követő prések további alakítást végeznek a munkadarabon. A prés előtti robot berakja a présszerszámba a munkadarabot, majd a préselés után a prés utáni robot kiveszi onnan és behelyezi a következő présszerszámba. A munkadarabot végül az utolsó présből az utolsó megmunkálási fázis után a 7-es robot egy szállító szalagra helyezi.

A teljes présgép felépítése a 8-as számú áttekintő ábrán látható.

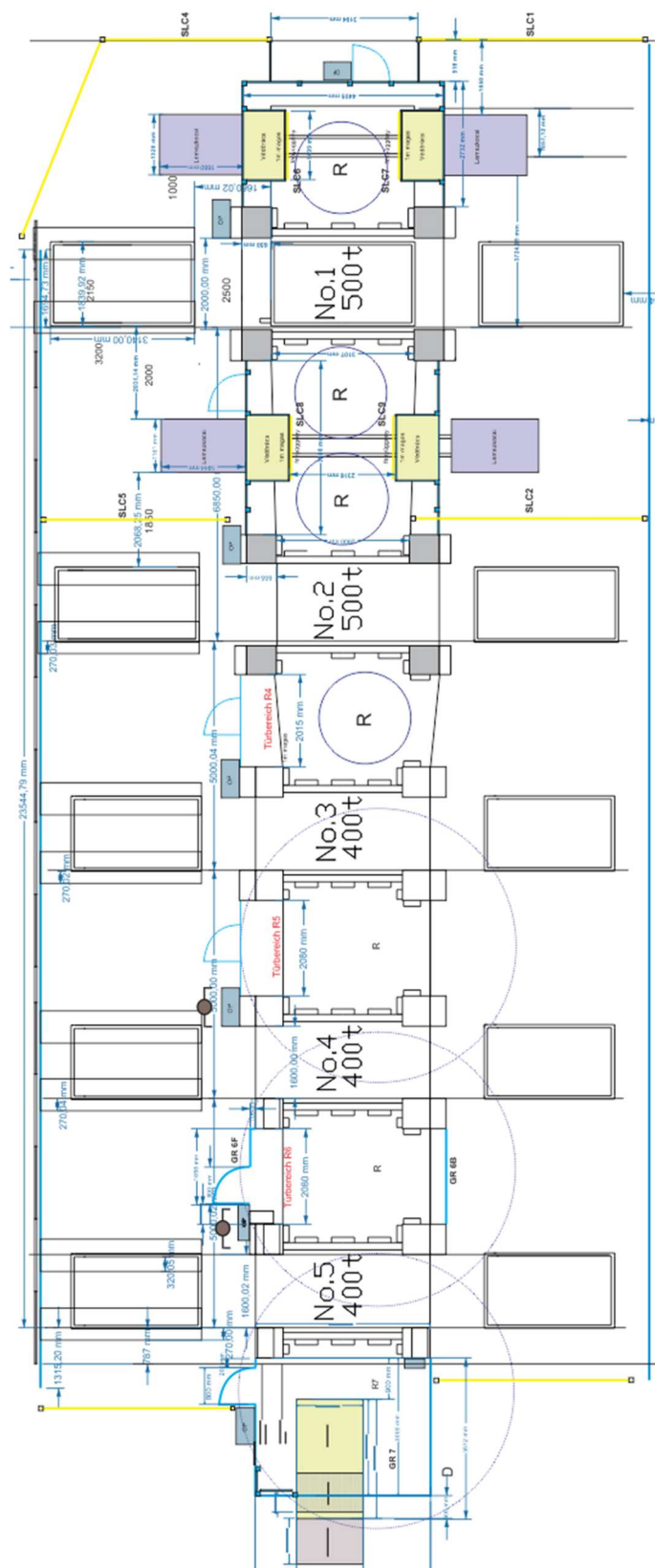
Aida Prés specifikáció:

- mechanikus működésű présberendezés
- névleges terhelhetőség 500 tonna
- Löket: 800 mm.
- Medve (Bolster) M2: 2750 x 1700mm.
- Szerszám magasság: 1200mm.
- Maximális sebesség SPM: 25. leütés / perc
- Meghajtás villamos DC motor

Motoman MH50 robot általános specifikáció:

- Szabályozott tengelyek száma: 6 tengely
- Maximális terhelhetőség (max. payload): 50 kg
- Maximális munkatartomány: R (Csukló tengely 1): 2061 mm
- Ismételhetség: $\pm 0,07$ mm
- Súly: 550 kg
- Hőmérséklet tartomány: 0 és +45 °C között
- Páratartalom tartomány: 20 – 80%
- Átlagos áramellátás (teljesítmény): 4,0 kVA

A Yaskawa Motoman MH50 robot gyártói specifikációi a 2. mellékletben találhatók



8. ábra Présberendezés áttekintő

Robotrendszer:

Az alábbi képen látható a vizsgálandó robotrendszer, amely két prés között helyezkedik el. Konstruktív okokból a robot függesztett elhelyezésű. Ez egy jellemző megoldás a korlátozott helyű cellákban. Fentről dolgozva lehetővé teszi a rendelkezésre álló hely maximalizálását és a nagy munkadarabok felütközésének elkerülését.



9. ábra Robotrendszer

A robotszerszám:

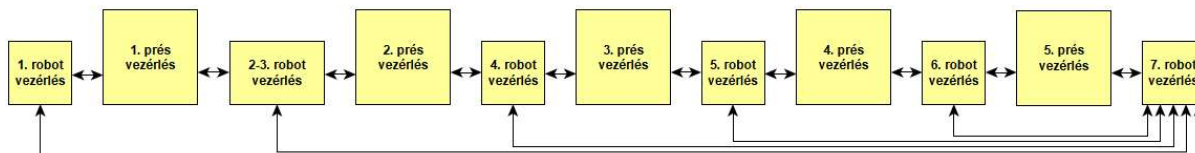
A robotoknak az effektor fogadására szolgáló felületére egy cserélhető szerszám fogadó elem csatlakozik. Ezen szerszám fogadó elem biztosítja a gyártmányonként különböző szerszámok befogadását és fix rögzítését. A megfogó szerszámok megfelelő pozícióját egy-egy induktív érzékelő érzékeli. A megfogó szerszámokon vákuum tappancsok vannak elhelyezve és ezek biztosítják a munkadarabok befogását. A szerszámmegfogó mellett pneumatikus gyorscsatlakozó helyezkedik el, ami a vákuumnak a szerszámra vezetését biztosítja. A vákuumot egy a robotkarra rögzített pneumatikus működtetésű vákuum egység állítja elő. A megfelelő mértékű vákuum kialakulását egy elektronikus határértékkapcsoló érzékeli.

A robot szerszámok méretei és a gyártmányok méretei változóak, de általánosan igaz, hogy robot rögzítési pontjától mérve a munkadarabok tömegközéppontja 1000mm-re helyezkedik el.

A robotszerszámok cserélését a típusok közötti átállás során a kezelő személyzet manuálisan végzi. A szerszám csere elején a robot automatikusan szerszámcsere pozícióba áll.

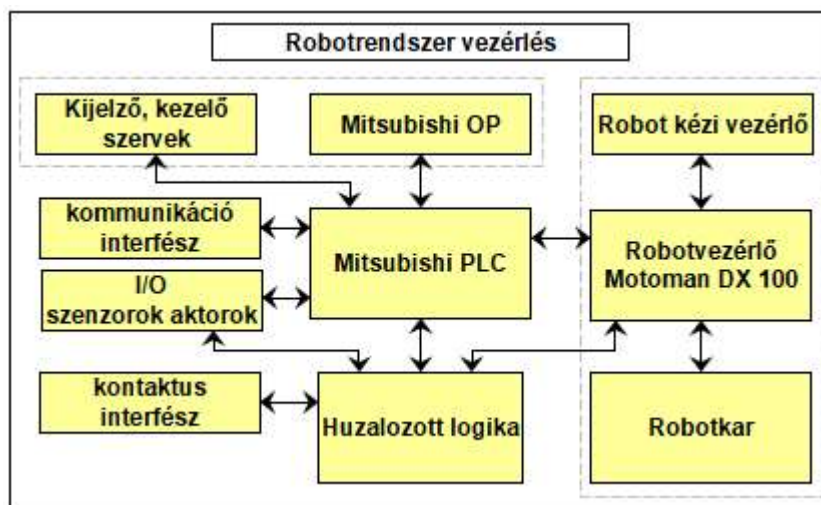
A vezérlő rendszer struktúra:

Minden présberendezésnek és mindegyik robotnak (kivéve 2-3) saját vezérlő rendszere van. Az egyedi vezérlőrendszerek standard Mitsubishi gyártmányú Q sorozatú PLC-ket, Mitsubishi gyártmányú GOT operátori paneleket és huzalozott logikát tartalmaznak. Az egyes vezérlések kommunikációs interfészen keresztül kommunikálnak egymással. A biztonsági funkció releváns jelek cseréje az egyes vezérlések között az alábbi ábrán blokkvázlatosan látható.



10. ábra Biztonság releváns jelcsere

A blokkvázlat az egyes géprészek egymáshoz viszonyított fizikai helyét is szemlélteti. Az egyes vezérlések kontaktus jeleket küldenek és fogadnak a „szomszédos” vezérlésekkel, valamint minden robot vezérlő közvetlen jelcserét végez a 7-es számú robotvezérlővel mint központi szerepet betöltő vezérlővel is.



11. ábra A 4-es robotrendszer vezérlés blokkvázlata

A fenti ábra a robotvezérlés struktúráját szemlélteti. Az operátorok az operátori vezérlő panelen végzik a gép kezelését ami nyomógombokat, kapcsolókat, lámpákat és egy érintőképernyőt foglal magába. A vezérlést Mitsubishi Q PLC és a huzalozott logika végzi. Az operátori kezelői panel jelei a PLC-be kerülnek. A PLC dolgozza a föld a szenzorok és aktorok jeleit és felügyeli a huzalozott logikát. A gép további vezérlő egységei felé kommunikációs és kontaktus interfész biztosítja a kapcsolatot.

3.2 Szabvány és követelményrendszer kutatás

Az adott gépre vonatkozóan szükséges elvégezni azoknak a vonatkozó rendeleteknek és szabványoknak a meghatározását amelyek az adott gépre vonatkoznak. Mint tudjuk, amikor van vonatkozó „C” típusú szabvány akkor elsősorban annak az adott területre vonatkozó specifikus előírásait kell alkalmaznunk. Illetve a „C” típusú szabványban meghivatkozott szabványokat. Ugyanakkor szem előtt kell tartani az A vagy B típusú szabványok általánosan vonatkozó előírásait, amikhez bármikor szükség lehet visszanyúlni.

A vizsgálat során alkalmazott rendeletek:

- 2006/42/EK - (16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet)
- 2014/35/EU - (23/2016. (VII. 7.) NGM rendelet)

A vizsgálat során alkalmazott szabványok:

A legfontosabb az EN ISO 12100, az ipari gépek és rendszerek biztonságos tervezésére vonatkozó szabvány, amely a kockázatelemzést és a biztonsági követelményeket foglalja össze.

Az alábbi táblázat tartalmazza a legfontosabb szabványokat, amelyek az ipari robotok és robotrendszerek biztonságára vonatkoznak, a különböző rendszerek és eszközök biztonságos működtetése érdekében.

Szabvány	Megnevezés	Leírás
1. EN ISO 10218-1	Ipari robotok	Az ipari robotokra vonatkozó biztonsági előírások, amelyek a robotok tervezésére, telepítésére és üzemeltetésére vonatkoznak.
2. EN ISO 10218-2	Ipari robotrendszerek	Az ipari robotrendszerek biztonságára vonatkozó szabványok, amelyek a robotok integrációjára és a rendszer működésére vonatkoznak.
3. EN ISO 12100, EN ISO 11161:2007+A1: 2010	Általános biztonság és figyelmeztető rendszerek	Az ipari gépek és robotrendszerek biztonságos tervezésére és a figyelmeztető rendszerek integrációjára vonatkozó szabványok.
4. EN 60204-1	Villamos rendszer	Az ipari gépek és robotok villamos rendszereinek biztonságos tervezésére vonatkozó előírások.
5. EN ISO 4413	Hidraulikus rendszer	A hidraulikus rendszerek biztonsági követelményei, amelyek biztosítják a megfelelő működést és védelmet.
6. EN ISO 4414	Pneumatikus rendszer	A pneumatikus rendszerek biztonságos tervezésére és üzemeltetésére vonatkozó szabványok.

7. EN ISO 13849-1:2016	Vezérlőrendszer biztonsággal összefüggő részei (SRP/CS)	A vezérlőrendszerek biztonságos tervezésére vonatkozó előírások, amelyek az SRP/CS rendszerek biztonságát biztosítják.
8. EN ISO 13850	Vészleállítás	A vészleállító rendszerek biztonságos kialakítását és működését biztosítja, hogy szükség esetén gyorsan leállíthassák a rendszert.
9. EN ISO 13851	Kétkezes vezérlő berendezések	A kétkezes vezérlő berendezések biztonságos működtetésére vonatkozó szabványok, amelyek segítik a munkavállalók biztonságos irányítását.
10. EN ISO 13854	Zúzódási terek	Az ipari gépek és robotok zúzódási terei biztonságos tervezésére vonatkozó előírások.
11. EN ISO 13857	Biztonsági távolságok, védőburkolatok elhelyezése	A biztonsági távolságok és védőburkolatok elhelyezésére vonatkozó szabványok, amelyek biztosítják a munkavállalók védelmét.
12. EN ISO 14120	Védőburkolatok	A védőburkolatok biztonságos kialakítását és alkalmazását írja elő, hogy megvédje a munkavállalókat a gépek veszélyes részeitől.
13. EN ISO 14119	Reteszelő berendezések	A védőberendezések reteszelésére vonatkozó szabványok, amelyek biztosítják a védőburkolatok megfelelő rögzítését.
14. EN ISO 14122-x	Hozzáférési helyek, feljárók, pódiumok	A gépekhez való biztonságos hozzáférés biztosítására vonatkozó szabványok, amelyek a feljárók és pódiumok tervezésére vonatkoznak.
15. EN ISO 16092-1:2017	Szerszámgépek biztonsága. Sajtók. 1. rész	ipari prések általános biztonsági követelményei.
16. EN ISO 16092-2	Szerszámgépek biztonsága. Sajtók. 2. rész	Mechanikus meghajtású prések részletes biztonsági előírásai.
17. EN ISO 14122-2:2016, EN ISO 14122-3:2016,	Csúszás-, botlás-, és leesésveszély	Csúszás-, botlás-, és leesésveszély
18. MSZ EN ISO 11688-1:2009	Akusztika.	A kis zajú gépek és berendezések tervezésének irányelvei. 1. rész: Tervezés

1. táblázat Vonatkozó fontosabb szabványok

3.3 Vizsgálat

A vizsgálatot nem az 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet szerint végeztem, de a vizsgálat kerete a rendeletéhez hasonló, ugyanakkor egy helyenként részletesebb vizsgálatot végeztem a robotrendszer harmonizált szabványoktól való eltéréseinek feltárására.

A vizsgálat célja:

A vizsgát gép több mint 20 évvel ezelőtt, 1998-ban került az üzembe. Ez idő alatt több modernebb gépet is munkába állítottak az üzemben. A gép jelen állapotát nem csak az eredeti műszaki megoldásai, hanem a hosszú üzemeltetési idő alatti karbantartási tevékenysége során végzett javítások is befolyásolják. Az üzemeltető részéről felmerült az igény, hogy meg kell vizsgálni azt, hogy a gép jelen állapota eltér-e és ha igen akkor miben tér el a vonatkozó európai előírásoktól, érvényben lévő harmonizált szabványoktól.

A gép vizsgálata során a korábban meghatározott, a gépre vonatkozó előírások és szabványok alapján végzem a vizsgálatot.

A gép teljeskörű vizsgálata meghaladja a szakdolgozat terjedelmi korlátait. A vizsgálat a 4-es számú robotrendszerre korlátozódik. A gép villamos rendszere nem tárgya a vizsgálatnak, a villamos részek csak olyan mértékben kerültek megvizsgálásra, ami a biztonsági funkciók teljesítményszintjének vizsgálatához szükséges.

A vizsgálati módszerek:

Szemrevételezés:

Ez a módszer az első és legkézenfekvőbb ugyanakkor meglehetősen hatékony és célravezető

- sérülésveszélyes géprészek meghatározása (pl.: éles, érdes élek, felületek)
- feliratok megléte, láthatóság és olvashatóság
- figyelmeztetések és figyelmeztető jelek megfelelő elhelyezése, láthatóság és olvashatóság
- biztonsági berendezések megléte (védőburkolatok és védőberendezések)
- biztonsági berendezések megkerülhetőségének lehetősége
- gépelemek megfelelő rögzítettsége, sérült, hibás szerkezeti elemek kiszűrése
- a munkatér beláthatóságának vizsgálata
- jelző és kezelő elemek megfelelősége

Működési Próbák:

A működési próbákkal a megfelelő működéssel kapcsolatos alapkövetelmények ellenőrzése tehető meg, úgy mint:

- a gép váratlan indíthatósága,
- a vészleállító funkció megfelelő működése,
- üzemmódválasztó kapcsoló megfelelő működése,
- biztonságos csökkentett sebesség ellenőrzése,

- robot munkatér és védőtávolságok,
- munkatérhatárolás működése,
- zúzódásveszélyes és ütközésveszélyes részek felderítése,
- védőberendezések megfelelő működése.

Mérések:

A mérések több szempontú geometriai, villamos, és egyéb paraméterek műszeres méréseit jelentik felsorolás szerint:

- biztonsági távolságok, résméretek,
- hozzáférési és kezelőhelyek geometriája és antropometriai méretei,
- védővezető folytonosság,
- különböző villamos paraméterek mérése,
- teljes leállási idő, utánfutás,
- zaj (hangnyomás szint),
- megvilágítás,
- erő, nyomaték,
- kezelőelemek ergonómiai paraméterei.

Működés közben megfigyelés:

Erre a vizsgálatra robotok esetében fokozott figyelmet kell fordítani. Mivel a robotok szabadon programozhatók és a mozgásokat a vezérlő rendszer jelei alapján dinamikusan változtathatják, az összes lehetséges pálya és azok kombináció meglehetősen sokrétűek lehetnek. Működés közben vizsgálendő:

- indítás, különböző leállítások (normál, vész eseti),
- munkafolyamat megszakítása és újraindítása,
- a robotrendszer működése különböző típusú munkadarabok gyártása esetén,
- dinamikusan változó robotpálya,
- különleges pozíciók működési állapotok stb.

Villamos kapcsolási, műszaki rajzok, leírások vizsgálata:

A villamos kapcsolási és műszaki rajzok, valamint leírások vizsgálata során az alábbi szempontokat érdemes figyelembe venni:

- Kapcsolási rajzok: Ellenőrizni kell, hogy a rajzok megfelelnek-e a szabványoknak, és pontosan ábrázolják a villamos áramkörök kapcsolatait, a megfelelő jelölésekkel.
- Műszaki rajzok: Vizsgálni kell a gép vagy berendezés összes elektromos alkatrészét, azok pontos elhelyezését, méreteit és kapcsolódásukat.
- Leírások: A kapcsolási rajzokhoz tartozó műszaki leírásokban részletes információt kell találni az alkatrészek működéséről, funkcióiról és a beépítési feltételekről.

- Biztonsági előírások: Biztosítani kell, hogy a rajzok és leírások tartalmazzák az összes biztonsági intézkedést és előírást, például a túláramvédelem, földelés, zárlatvédelem, stb.
- Harmonizált szabványok: Ellenőrizni kell, hogy a kapcsolási rajzok megfelelnek-e a vonatkozó harmonizált szabványoknak, és támogatják a biztonságos üzemeltetést.

Biztonsággal összefüggő szoftver dokumentáció vizsgálata:

A biztonsággal összefüggő szoftver dokumentációjának vizsgálata kulcsfontosságú a rendszer megbízhatóságának és biztonságának szempontjából. Az alábbi szempontokat érdemes figyelembe venni:

- Funkcionális leírás: Ellenőrizni kell, hogy a szoftver leírása tartalmazza-e a biztonsági funkciók részletes ismertetését, beleértve a biztonsági követelményeket és a funkcionális célokat.
- Kockázatelemzés: Vizsgálni kell, hogy a dokumentációban megtalálható-e a potenciális kockázatok és veszélyek azonosítása, valamint azok kezelése a szoftverben.
- Biztonsági követelmények: A dokumentációban szerepelnie kell a biztonsági funkciók teljesítményszintjének (PL) és a vonatkozó szabványoknak való megfelelés részleteinek, pl. ISO 13849 vagy IEC 61508 szerint. [14]
- Tesztelés és validáció: Fontos, hogy a szoftver dokumentációja tartalmazza a biztonsági funkciók tesztelésének és validálásának eredményeit, bizonyítva, hogy a szoftver megfelelően kezeli a biztonsági eseményeket.
- Változáskezelés: A szoftverfrissítések és verziókezelés szabályozott legyen, hogy biztosítva legyen a biztonsági funkciók folytonossága minden verzióban.
- Hibakezelés: A dokumentációban szerepelniük kell a lehetséges hibák kezelésére vonatkozó stratégiáknak, valamint a hibajelenségek esetén alkalmazott biztonsági lépéseknek.

Használati információk, specifikációk vizsgálata:

A gép használati útmutatójának tartalma részletes iránymutatásokat kell, hogy nyújtson a gép biztonságos és hatékony használatához, annak teljes életciklusára vonatkozóan. A következő fő témaköröket kell tartalmaznia:

- Bevezetés: A gép rendeltetésszerű használatának rövid leírása, alapvető jellemzők.
- Műszaki adatok: A gép fontos technikai paraméterei, mint például méretek, teljesítmény, energiafelhasználás stb.
- Telepítési útmutató: Lépésről lépésre bemutatva a gép biztonságos szállítását, helyszínre telepítését és üzembe helyezését.
- Üzemeltetés: Részletes utasítások a gép helyes működtetéséhez, ideértve a beállításokat, vezérlési lehetőségeket és a gép használatának folyamatait.

- Biztonsági előírások: A gép használatával kapcsolatos lehetséges veszélyek, valamint a kockázatok minimalizálására szolgáló intézkedések és figyelmeztetések.
- Karbantartás és hibaelhárítás: A gép rendszeres karbantartására vonatkozó útmutatások, valamint hibaelhárítási tippek a leggyakoribb problémákra.
- Leszerelés és üzemén kívül helyezés: Útmutatások a gép biztonságos leszerelésére, tárolására vagy végleges üzemén kívül helyezésére.
- Veszélyforrások és óvintézkedések: Részletezve az esetleges kockázatokat és az ezek megelőzésére szolgáló védelmi intézkedéseket.
- Jogszabályi és szabványi megfelelés: Információk a gép vonatkozó szabványoknak és direktíváknak való megfeleléséről.

A dokumentáció és a gép összehasonlítása:

Fontos, hogy a megfelelő dokumentáció megléte nem elegendő. Szükséges azt is vizsgálni, hogy a gép fizikai kiépítése ténylegesen megfelel-e a dokumentációnak.

Alkalmazott mérőműszerek és mérőkészülékek:

Az alábbi táblázatban vannak összefoglalva az alkalmazott mérőműszerek és jellemzőik.

Megnevezés	Típus	Jellemzők
mérőszalag	Tajama	5m
páratartalom- és hőmérő	CONRAD IB90130	
utánfutás mérő készülék	hhb ELECTRONIC Safetyman DT2 5022/05	
hangszintmérő	TECPEL DSL-332 100219417	35-130 dB, 31,5 Hz – 8 kHz, IEC 651
digitális fénymérő	Voltcraft LX-10	0-199900 lx

2. táblázat Alkalmazott mérőeszközök

3.4. Nemmegfelelőségek

Az alábbiakban feltárt nemmegfelelőségek a robotrendszer jelenlegi állapotának a harmonizált gépbiztonsági szabványoktól való eltéréseit adja meg.

3.4.1 Védőburkolatok szerkezeti kialakítása

A védőburkolat több szempont alapján sem megfelelő kialakítású. (EN ISO 13857) [26]

A berendezés védőburkolatának kialakítása nem megfelelő, lehetséges az átnyúlás, így veszélyes géprészek elérhetők. A gép egyes védőburkolaton belüli elemei környezetében olyan nyílások kerültek kialakításra amik lehetővé teszik ezen elemek kezelőszerveinek a védőburkolaton kívülről való elérhetőségét.



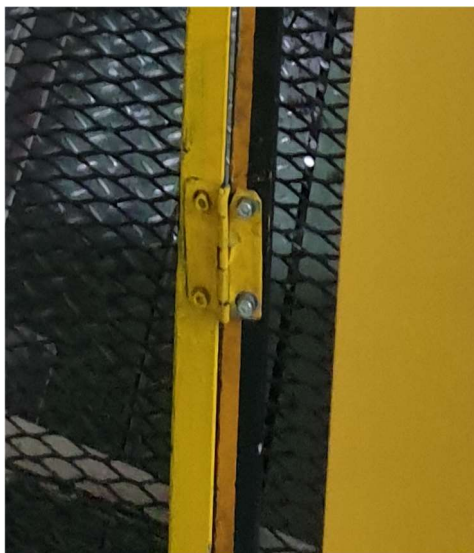
12. ábra Védőburkolat hiányosság

A védőburkolat és a géprészek közötti nyílások résmérete nem megfelelő, veszélyes géprészek elérhetők. A védőburkolatoknak a géptesthez való rögzítési síkjaiban a védőburkolat és a géptest közötti résméretek lehetővé teszik a benyúlást.



13. ábra Védőburkolat hiányosság

A védőburkolat rögzítő elemei nem megfelelőek, egyszerű szerszámokkal leszerelhetők. A védőburkolatok rögzítőelemei nem csak speciális szerszámmal, hanem egyszerű szerszámokkal is megbonthatók. Fennáll a veszélye, hogy a védőburkolatot könnyen manipulálják, eltávolíthatják.



14. ábra Védőburkolat hiányosság

A védőburkolat kialakítása nem megfelelő, vágásveszélyes éles élek. A védőburkolat mechanikai kialakítása nem megfelelő. Az éles élek vágásveszélyt jelentenek.



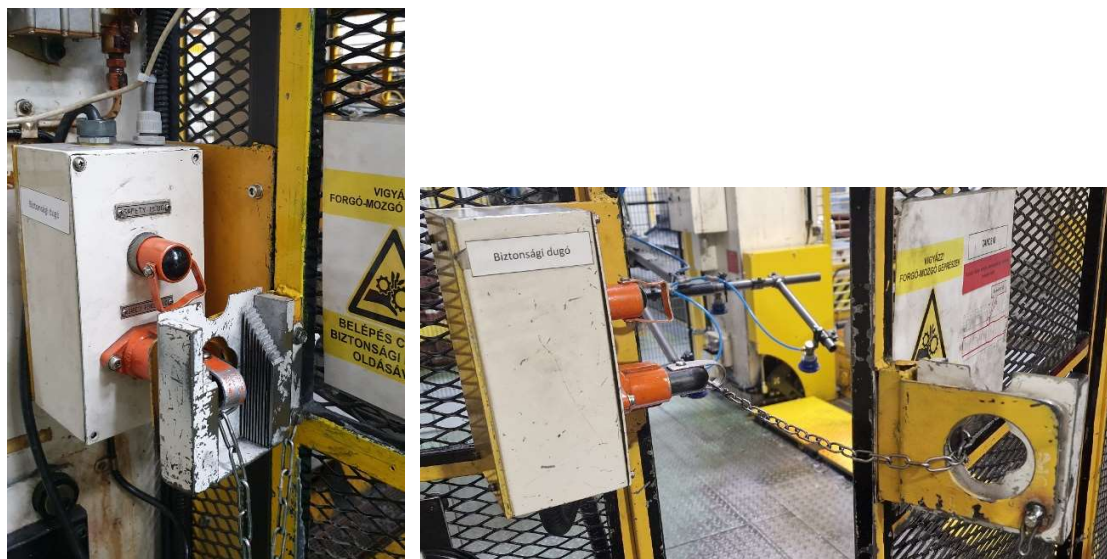
15. ábra Védőburkolat, éles élek

A védőburkolat rögzítése nem megfelelő. A védőburkolatot rögzítő elemek nincsenek biztosítva kilazulás ellen, több ponton lazák és hiányosak. (EN ISO 13857) [26]



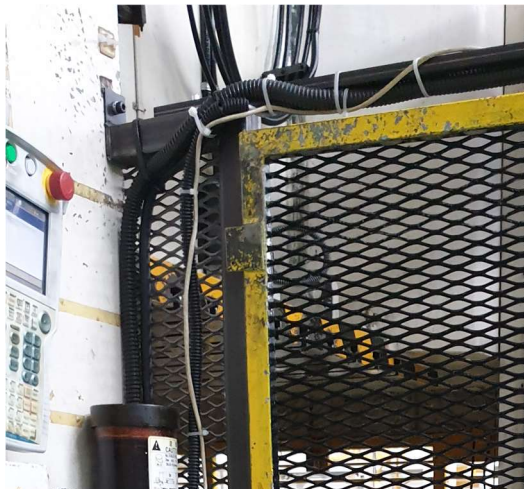
16. ábra Védőburkolat hiányos rögzítő elemek

A védőburkolat retesz kialakítása nem megfelelő, a retesz manipulálható, nyitott védőburkolat esetén is záródik a retesz. A védőburkolat reteszének ellendarabja nem csak a zárt burkolat nyílásán keresztül csatlakoztatható. A retesz ellendarabjának a flexibilis rögzítési pontja hibásan van kialakítva, így a retesz ellendarabjának áramköre úgy is zárható, hogy nyitott burkolatot megkerülve kerül csatlakoztatásra.



17. ábra Védőburkolat retesz

A kábelek elvezetése nem megfelelő, rögzítés hiánya, védőcső hiánya. Mechanikai védelem nélküli kábelek futnak. Kábelek a védőburkolatra vannak rögzítve. Rögzítés hiányos.



18. ábra Kábel elvezetés

A kábelek elvezetése nem megfelelő, kábelek átvezetve a védőburkolaton, az átvezetések mechanikai védelem nélkül. A védőburkolaton átvezetett kábelek problémát okoznak amikor a védőburkolatot el kell távolítani. A nem megfelelően kialakított kábel átvezetések a kábelek mechanikai sérülését okozhatják. Áramütésveszélyt is okozhatnak.



19. ábra Kábel átvezetés, sérült védőcső

3.4.2. Kezelő elemek

A kezelőelemek funkcionális azonosítása idegen nyelvű. A funkciók, az utasítások és jelzések nincsenek magyar nyelven feltüntetve.



20. ábra Kezelőpanel

A kezelőelemek szinkódolása elégíti ki a vonatkozó szabvány előírásait.

Az programozható operátori panelek kezelő felülete idegen nyelvű.

3.4.3. Megvilágítás

Nem megfelelő a megvilágítás mértéke.

MSZ EN ISO 10218-2 szabvány [21] 5.3.13. pontja szerint az olyan területeken ahol beállítást és ellenőrzést gyakran végeznek ott legalább 500 lx megvilágítás szükséges. A mért megvilágítás átlagosan 380 lx, ami nem megfelelő.

3.4.4. Kombinációs veszélyek

Olajszennyeződés, csúszásveszély.

A robotcella fém padlóján jelentős olajszennyeződés található, ami a préselési technológiából ered. A kezelők típusváltás miatt körülbelül óránkénti rendszerességgel belépnek a robotcellába a robotszerszám csere miatt, ami az olajszennyeződés miatt csúszásveszélyes.

3.4.5. Pneumatikus rendszer vizsgálat

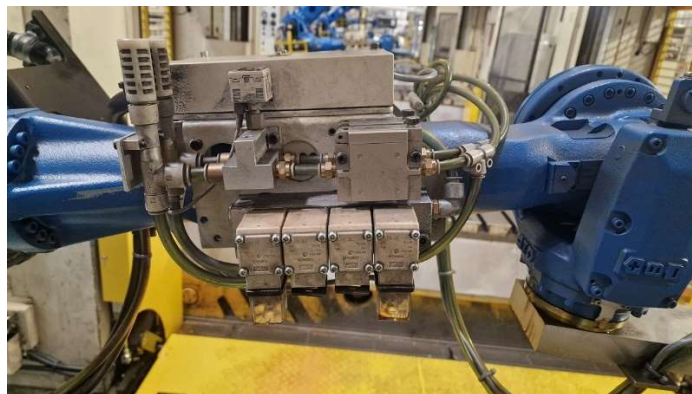
A levegő előkészítő egység nem megfelelő. Csak az energia leválasztása lehetséges, a levezetése nem lehetséges.

A levegő előkészítő egység nem megfelelő. Az energia leválasztott helyzetben lezárása nem lehetséges.



21. ábra Pneumatikus előkészítő egység

A pneumatikus rendszerben lévő szerkezeti elemek és tömlőszerelvények azonosítása hiányos.
A pneumatikus rendszerben lévő szerkezeti elemek és tömlőszerelvények nem rendelkeznek önálló azonosító kóddal.



22. ábra Pneumatikus elemek

A pneumatikus rendszerben lévő szerkezeti tömlők ostorozási veszélyt képeznek. A pneumatikus rendszer csöveinek rögzítése nem megfelelő és hiányos.



23. ábra Megfogó

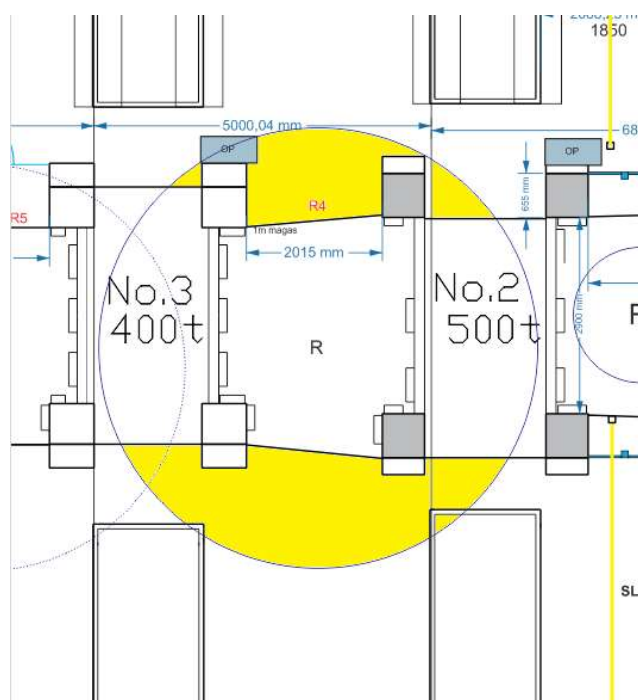
A pneumatikus rendszerben maradó tárolt energia.

Vészleállítás esetén a megfogó rendszerben a vákuum nincs lekapcsolva, ezáltal a munkadarab helyzeti energiát tárol. A robotcellába belépő kezelőket a vákuum elvesztésekor vagy egyéb hiba következtében a megfogóból kieső éles élekkel rendelkező munkadarab megvághatja.

3.4.6. Robot munkatér, biztonsági és védőtávolságok

A robot munkatér kialakítása nem megfelelő.

A robot munkatér kialakításra vonatkozó előírások a 2.3 pontban tárgyalt MSZ EN ISO 10218-2 szabvány [21] előírásainak megfelelően kell kialakítani.



24. ábra Robot munkatér

Maximális munkatér:

A fenti ábrán látható a robot maximális munkatere. A robotspecifikáció szerint a robot maximális kinyúlása 2050 mm, plusz a rászertelt megfogó és a munkadarab összesen 3 400 mm sugarú kört eredményez. Az ábrán látható, hogy a védőburkolat ezen belül került elhelyezésre.

Védett tér:

A robotrendszerek szabvány 5.4. pontja szerint: A robot berendezéseit a személyzetet érő veszélyek csökkentésével kell megtervezni és beépíteni. Ez itt nem teljesül, mivel a védett téren kívülre esik a robot maximális munkaterülete.

Tengelyhatárolás:

A szabvány azt is kimondja, hogy a védett tér csökkentése érdekében a maximális teret korlátozni lehet. Esetünkben a robot nem rendelkezik tengelyhatárolással.

A kerítés mint határoló eszköz:

A szabvány [21] 5.4.3 megjegyzésként szerepel, hogy a védőkerítés határolóeszközként csak akkor használható, ha a robotok nem okoznak veszélyes deformációt a védőburkolaton. Esetünkben a korábban feltárt védőburkolati hiányosságok egyértelművé teszik, hogy a vizsgált robotrendszerrel alkalmazott védőkerítés nem alkalmas határolóeszközként. Továbbá semmilyen a védőkerítés, mint határolóeszköz alkalmazására vonatkozó dokumentáció nem áll rendelkezésre.

Biztonsági szintű szoftveres tengely vagy terület határolás

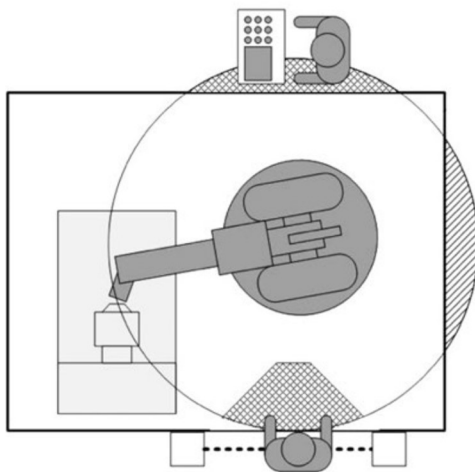
A korábban a 2.3 pontban tárgyaltak szerint biztonsági szintű szoftveres tengely vagy terület határolás a robot mozgásának szoftveres értékei. A terület határolás egy definiált térbeli területen belülre korlátozza vagy a definiált területről kizárja a robot mozgását. A vizsgált robotcellában alkalmazott Yaskawa Motoman MH-50 típusú robot nem rendelkezik biztonsági szoftveres tengely vagy terület határolással sem.

A 24-es ábrán a sárgával megjelölt terület az a rész ahol a robot maximális tere minden korlátozás nélkül a védett területen kívülre esik. A kezelőkre ebben a tér részben a robot mozgása veszélyt jelenthet.

Elismert szervezet állásfoglalása szerint:

A Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), magyarul a Német Törvényes Balesetbiztosítási Szövetség, egy németországi országos szervezet, amely a munkavállalók munkahelyi baleset- és egészségvédelmét biztosítja és felügyeli. A DGUV a német törvényes balesetbiztosítási rendszer központi intézménye, és a munkahelyi balesetek, foglalkozási megbetegedések, valamint a munkavégzéssel összefüggő egészségkárosodások elleni védelmet biztosítja.

Ez a szervezet kiadott egy információs dokumentumot 2015-ben az ipari robotok biztonságával kapcsolatban [23]. Ebben a dokumentumban többek között a foglalkozik a korlátozott tér kialakításával.



25. ábra Robot védett területek (DGUV Information 209-074: 2015)

Lényegében különbséget tesznek a védett terek esetén alkalmazandó védőintézkedések között attól függően hogy az adott területen milyen a kitettség ideje.



Személyek magas kitettsége: Ebben az esetben további védelmi intézkedésekkel kell biztosítani a személyek védelmét.



Személyek alacsony kitettsége: Ebben az esetben elegendő a felhasználói program által nyújtott védelem.

Példákat is megadnak a magas és alacsony kitettségére:

Személyek magas kitettsége:

- állandó munkahelyek
- alkatrészek be- és kirakodási területei
- pihenő- és találkozóhelyek
- üdítőautomaták
- látogatói csoportok fogadási pontjai

Személyek alacsony kitettsége:

- közlekedési útvonalak
- tárolóterületek
- raklapcserélési helyek
- munkadarab-pufferek

A fenti további kockázatértékelési megfontolások, ajánlások figyelembe vétele megfontolásra érdemes. Ugyanakkor a robotrendszer szabvány, ahogy a korábbiakban láttuk, ennél szigorúbban határozza meg a megfelelő robot munkatér kialakítás biztonsági követelményeit.

Megjegyzés:

A mai műszaki gyakorlatban a robotok egyre komplexebb feladatokat végeznek és dinamikus sokszor egyéb berendezések érzékelései, mérései alapján (például kamera, stb.) változtatják a pályájukat. Illetve egyre komplexebb programozást igényelnek. Ezekből következően egyre nagyobb a valószínűsége, hogy a robotok elhagyhatják működési területet, amit a tapasztalatok is alátámasztanak.

Javaslat:

Felmerülhet, hogy a védett terület a robot maximális terén kívülre kell helyezni, de ebben az esetben ez a helyszűke miatt nem járható.

Megoldásként a robotot 1-es és 2-es tengelyét célszerű biztonsági szenzorokkal ellátni és biztonsági PLC-vel kialakított dinamikus tengelyhatárolás biztonsági funkciót célszerű kialakítani. Ezzel megoldható, hogy a robot korlátozott tere jelenlegi védett téren kívül maradjon.

3.4.7. Utánfutásmérés, védőtávolságok

Az *utánfutásmérés* kifejezés tulajdonképpen egyfajta általánosan használt és elfogadott szakmai szleng. Hivatalosan a *teljes rendszermegállási teljesítmény* kifejezés használatos.

Általánosságban elmondható, hogy különböző biztonsági berendezésekkel lehet a személyeket távol tartani a veszélyektől.

A biztonsági berendezések lehetnek:

- rögzített védőburkolatok
- ESPE (Electro-Sensitive Protective Equipment) , azaz elektronikus érzékelésű védőberendezés. Például: terület szkennerek, fényfüggönyök, biztonsági kamerák, optikai érzékelők.
- helyhez kötő védőberendezés, például: kétkezes indítók,
- PSPE (Pressure-Sensitive Protective Equipment) azaz nyomásérzékeny védőberendezés. Például: nyomásérzékeny szőnyegek.
- mozgatható reteszelt védőburkolatok: a nyitáskor a veszélyes mozgások megállításával tudják a személyeket elválasztani a veszélyektől.

Esetünkben egy nyitható reteszelt védőburkolat került kialakításra, ami nem zárható kialakítású. Meg kell vizsgálnunk, hogy a védőburkolat elhelyezése megfelelő-e a szükséges minimális védőtávolság szempontjából.

Utánfutásmérő műszer:

Az utánfutás méréséhez a **safetyman® DT2** egy biztonsági mérőeszközt használtam, amelyet a német **hnb Electronic GmbH** gyárt. A készüléket kifejezetten a gépek és berendezések biztonsági ellenőrzésére tervezték, különös tekintettel a védőberendezések, például védőkerítések, biztonsági ajtók és szenzorok helyes működésének vizsgálatára.

A safetyman® DT2 főbb jellemzői: pontos mérési lehetőségek, felhasználóbarát kialakítás, kompatibilitás és hordozhatóság.



26. ábra DT2 mérőműszer és a kiegészítők

A mérőműszer kiegészítői:

Szenzorok: Feladatuk a mozgások nagy pontosságú érzékelése, mérése és jelátalakítás a mérőkészülék számára.

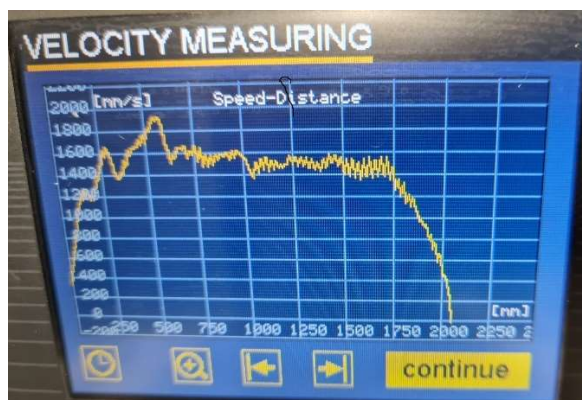
- húzó zsinóros lineáris mozgás jeladó
- forgó jeladó
- optikai érzékelő

Aktuátorok: Feladatuk a mérőkészülék által kezdeményezett beavatkozások, működtetések

- Auto-Hand: elektromos csatlakozás nélkül beavatkozás, fényfüggönyök, területszkennerek aktiválása, kezelőszervek működtetése.
- Relé egység : a vezérlőrendszerbe való közvetlen bekötéshez

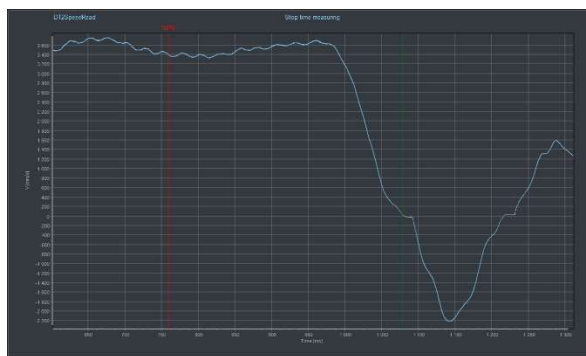
Utánfutásmérés

Az utánfutás mérési összeállításban a beavatkozó az auto-hand eszköz volt ami a vész-stop nyomógombot működtette. Az érzékelő, a húzó zsinóros lineáris egység a robotkarra került rögzítésre.



27. ábra Sebességmérési görbe

A 27-es ábrán sebesség távolság görbe leátható. A görbe alapján meghatározható hogy az utánfutásmérésnél hol van az optimális pont, ahol a megállítást célszerű beállítani.



28. ábra Leállási idő mérési görbe

A 28-as ábrán a leállási idő mérés sebesség-idő görbe leátható. A piros vonal a leállítási piros jelöli, a zöld vonal azt a pontot ahol a sebesség nulla.

Egyetlen mérés nem hatékony a minimális védőtávolság meghatározásához. Legalább 10 egymást követő mérést kell figyelembe venni. Statisztikai úton az elemek 99,7% egy normál eloszlású populációban úgy határozható meg, hogy az átlagértékhez hozzáadjuk ± 3 normál eloszlást. A legmagasabb értéket vagy az átlagérték plusz háromszoros normál eloszlás értékét kell figyelembe venni a minimális védőtávolság számításánál.

Mérés száma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mért érték [mm]	325	328	322	321	323	322	322	326	324	327

3. táblázat Mérési eredmények

A mérés eredménye: 328 ms

A veszélyes tér és a biztonsági berendezés közötti legkisebb távolságot az utánfutás időmérés alapján tudjuk kiszámítani.

Teljes rendszermegállási teljesítmény mért értéke két részből tevődik össze.

$$T = t_1 + t_2$$

T: teljes rendszermegállási teljesítmény

t₁: a biztonsági berendezés működésbe és a kiadott parancs között eltelt idő

t₂: a kiadott parancs és a veszélyes mozgás teljes megállása között eltelt idő

A számításhoz a képlet:

$$S = (K \times T) + C$$

S legkisebb távolság [mm]

K közelítéssebesség-paraméter [mm/s]

T teljes rendszer leállítási teljesítőképessége [s]

C valamint a behatolási távolság [mm]

Az MSZ EN ISO 13855 szabvány [24] 9.pontja szerint:

Bizonyos esetekben T csökkenthető nyitási idővel t₃-mal.

Ha a nyitási idő (t₃) a reteszelt védőburkolattól függ akkor azt kell használni, és számítással vagy vizsgálattal kell meghatározni.

A C értéke jelen esetben 0. A K értéke a szabvány alapján 1600 mm.

Számítás:

$$S = (1600 \text{ mm/s} \times 0.328 \text{ s}) + 0 = 524.8 \text{ mm}$$

A védőtávolság értékelése:

Mivel a meghatározott legkisebb távolság 524.8 mm nagyobb mint a rendelkezésre álló 415 mm-es mért védőtávolság így a védőtávolság **nem megfelelő**.

Javasolt megoldás:

A reteszelt védőburkolatot el kell látni zárral. Egy megfelelően kialakított biztonsági funkció a zárat a leállítási parancs után csak meghatározott időkésleltetéssel oldja. Így biztosítható, hogy a védőburkolat csak a veszélyes mozgás megállása után nyitható.

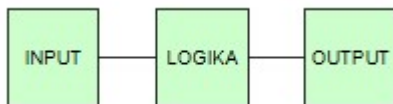
3.4.8. Meglévő biztonsági funkciók vizsgálata

A biztonsági funkciókról:

A biztonsági funkció: ISO 12100 szerint: A gép olyan funkciója, amelynek meghibásodása a kockázat(ok) közvetlen növekedését eredményezheti. [13]

A biztonsági funkciók kialakítása az adott rendszer vagy gép kockázatelemzésére épül. A tervezés során a szabványok (EN ISO 13849-1 vagy IEC 62061) alapján meghatározzák a biztonsági funkciók szükséges megbízhatósági szintjét, mint például a PL (Performance Level) vagy SIL (Safety Integrity Level) szinteket. Az így tervezett funkcióknak el kell érniük a kívánt biztonsági szintet, és a gyártóknak rendszeresen ellenőrizniük és karbantartaniuk kell őket.

Az alábbi ábrán látható a biztonsági funkció alap felépítése.



29. ábra Biztonsági funkció alap felépítése

A biztonsági funkciók felépítése általában három alapvető elemre osztható: input, logika és output. Ezek az elemek együttműködnek a biztonsági funkció megfelelő működésének biztosítására. Az input eszközök érzékelik a potenciális veszélyeket, a logikai egység feldolgozza az adatokat, és az output eszközök végrehajtják a szükséges védelmi intézkedéseket.

Input (Bemenet)

Az input rész a biztonsági funkció kiindulópontja, ahol a rendszer érzékeli a környezetet vagy a gép állapotát. Az input elemek észlelik a potenciális veszélyeket vagy a megadott feltételek bekövetkezését.

- **Érzékelők:** Ide tartoznak a különféle érzékelők (pl. biztonsági fényfüggönyök, nyomásérzékelők, pozícióérzékelők), amelyek figyelik a gép állapotát, a dolgozók elhelyezkedését vagy az adott munkaterületet.

- Biztonsági kapcsolók: Olyan kapcsolók, amelyeket vészhelyzetben vagy bizonyos állapotok esetén aktiválnak, például vészleállító gombok vagy biztonsági ajtók kapcsolói.
- Fényfüggönyök és lézerskennerek: Ezek olyan optikai eszközök, amelyek érzékelik, ha egy személy vagy tárgy belép a veszélyes zónába.

Logika (Feldolgozás)

A logika részben történik az input jelek feldolgozása és kiértékelése. Ez az egység felelős a beérkező jelek elemzéséért, és döntést hoz arról, hogy aktiválni kell-e a biztonsági funkciót.

- Biztonsági PLC (Programozható Logikai Vezérlő): Olyan speciális vezérlő, amely biztonságkritikus alkalmazásokban használatos, és képes megbízhatóan feldolgozni a biztonsági jeleket. A biztonsági PLC meghatározza, hogy az inputok alapján milyen tevékenységet kell végrehajtani az output oldalon.
- Relék: Biztonsági relék biztosítják, hogy az input jel megfelelően továbbítódjon a szükséges kimeneti eszközökhöz. A relék elvégzik a jelek ellenőrzését és szükség esetén megszakítják az áramkört.
- Logikai feldolgozó egységek: Ezek az egységek döntenek az input jelek alapján. Például, ha egy érzékelő észleli, hogy valaki belépett a védett területre, a logikai egység utasítja az output eszközt (pl. motorleállítót), hogy állítsa le a gépet.

Output (Kimenet)

Az output rész a biztonsági funkció végrehajtó része, amely reagál a logikai egység által adott utasításokra, és ténylegesen aktiválja a szükséges védelmi intézkedést.

- Kontaktorok: A motorok, hajtások leállítására szolgáló eszközök, amelyek biztosítják, hogy a gép vagy berendezés azonnal leálljon, ha vészhelyzet áll fenn.
- Biztonsági szelep: Hidraulikus vagy pneumatikus rendszerekben a biztonsági szelepek megszakítják az áramlást vagy nyomást, hogy a mozgó elemeket megállítsák vagy lelassítsák.
- Figyelmeztető fények és hangjelzések: Ezek az eszközök figyelmeztetik a környezetben tartózkodó személyeket a kialakult vészhelyzetre vagy az alkalmazott biztonsági funkció aktiválására.
- Fékrendszerek: Bizonyos rendszerekben a fékek aktiválódnak, hogy azonnal megállítsák a mozgó gépelemeket, például a robotkarokat.

A funkcionális biztonság megvalósításához meg kell határozni a biztonsági funkciókat és a szükséges biztonsági szintet, majd azokat a megfelelő komponensek kiválasztásával kell megvalósítani és ellenőrizni.

Teljesítményszintek

A teljesítményszint egy ötfokú skálán határozható meg. A teljesítményszint a vezérlési rendszer struktúrájától, a felhasznált alkatrészek megbízhatóságától, a hibafelismerési képességtől, valamint többcsatornás vezérlések esetében a közös ok miatt kialakuló hibákkal szembeni ellenálló képességtől függ. Az ISO 13849 e részében a teljesítményszintek az óránkénti veszélyes meghibásodások valószínűségének szempontjából vannak meghatározva. Öt teljesítményszintet állapítottak meg, a legkisebb a PL a-tól a legnagyobb PL e-ig, az óránkénti veszélyes meghibásodások valószínűségének meghatározott tartományaival. A PFHd (PFHd Propability of dangerous failure per hour) a veszélyes meghibásodás órára vonatkoztatott valószínűsége, megmutatja, hogy a vezérlőrendszer biztonsággal összefüggő része mennyire megbízható, azaz mekkora a biztonsággal valószínűsíti meg a biztonsági funkciót. [19]

Az alrendszerek által elért teljesítményszint a következő paraméterekből áll össze:

A biztonsági funkció struktúrája és viselkedése hiba esetén (Kategória)

Ez meghatározza a rendszer felépítését és azt, hogy hiba bekövetkezésekor milyen módon reagál a funkció. A kategória megmutatja, milyen szintű védelmet nyújt a rendszer a különböző hibákkal szemben, és milyen redundanciát tartalmaz.

Az egyes alkatrészek MTTFd értéke (Mean Time To Dangerous Failure)

Az alkatrészek várható élettartamát mutatja meg, különös tekintettel a veszélyes meghibásodások gyakoriságára. Minél magasabb az MTTFd, annál megbízhatóbbnak tekinthető az alkatrész a biztonsági funkciók szempontjából.

Diagnosztikai lefedési ráta (DC - Diagnostic Coverage)

A diagnosztikai lefedettség jelzi, hogy a rendszer mennyire képes felismerni a veszélyes meghibásodásokat. Magasabb diagnosztikai lefedettségi szint mellett a rendszer nagyobb eséllyel ismeri fel a hibákat, így a kockázat csökkenthető.

Közös ok miatti hiba (CCF - Common Cause Failure)

A közös ok miatti hibák olyan meghibásodások, amelyek egyidejűleg több alkatrészt vagy rendszert is érinthetnek azonos okból, például környezeti hatások vagy tervezési hibák miatt. Az ilyen hibák felismerése és megelőzése alapvető fontosságú a magas teljesítményszint eléréséhez.

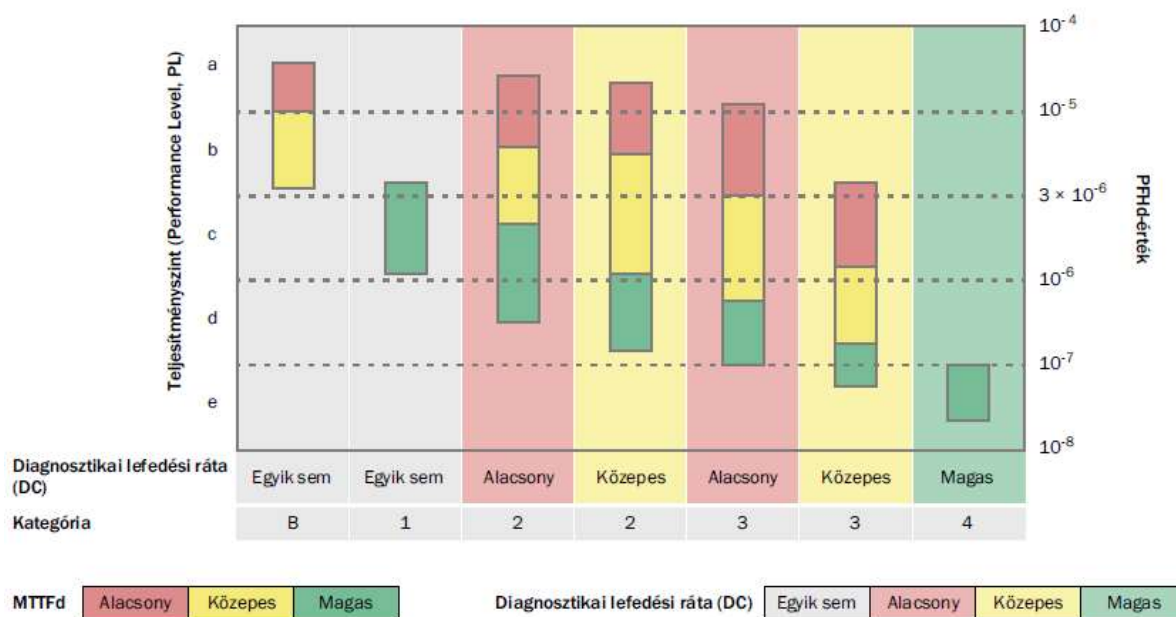
Biztonsági szempontból fontos szoftveraspektusok

A szoftveres vonatkozások szintén hozzájárulnak a teljesítményszinthez, hiszen a szoftver által irányított rendszerekben a szoftver meghibásodásai is veszélyes helyzeteket idézhet elő.

Rendszerszintű meghibásodások

Ezek a teljes rendszer szintjén bekövetkező meghibásodások, amelyek befolyásolják az egész biztonsági funkció működését. A rendszerszintű hibák minimalizálása hozzájárul a megbízhatóság és a teljesítményszint növeléséhez.

A felsorolt paraméterek összehangoltan határozzák meg az elérhető biztonsági teljesítményszintet, amely a rendszer megbízhatóságát és biztonsági szintjét biztosítja a működés során.



30. ábra MTTFd érték), a DC, valamint a kategória közötti összefüggés (Sick)

Egy alrendszer PL értékének meghatározásához a fenti 28-as ábra nyújt segítséget ami az MTTFd érték (csatornánként), a DC, valamint a kategória közötti összefüggést szemlélteti.[19]

A Sistema szoftverről:

A német Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Intézet (IFA) által fejlesztett ingyenes SISTEMA szoftver támogatást nyújt a biztonsággal kapcsolatos gépvezérlések fejlesztői és tesztelői számára az EN ISO 13849-1, EN ISO 13849-2 szabvány szerinti biztonság értékelésében. Az ismertetője [23] alapján a használatával lehetőség van a biztonsági vezérlőelemek struktúrájának modellezésére a megadott architektúrák alapján és automatikusan kiszámítja a megbízhatósági értékeket, beleértve a teljesítményszintet (PL) különböző részletességi szinteken.

A szükséges paraméterek, mint például a kockázati paraméterek a szükséges teljesítményszint (PLr) meghatározásához, az SRP/CS kategóriája, a többcsatornás rendszereknél az együttes meghibásodások elleni intézkedések (CCF), az alkatrészek átlagos megbízhatósága (MTTFd),

valamint az átlagos tesztelési hatékonyság (DCavg) lépésről lépésre megadhatók a beviteli felületeken. Minden paraméterváltozás azonnal láthatóvá válik a felhasználói felületen, és hatással van az egész rendszerre. A végső eredmények összefoglaló dokumentumként kinyomtathatók.

A fentiekben összefoglaltak miatt a legcélszerűbb számomra is a Sistema szoftver használata a biztonsági funkciók vizsgálatánál.

A következő biztonsági funkciókat lehetett beazonosítani a robotrendszeren:

- SF1** Vész leállítás, és a váratlan indítás elkerülése
- SF2** Biztonságos működési leállítás a védőburkolat nyitásakor
- SF3** Üzem módválasztás (robotvezérlő, MODE)
- SF4** Kézi engedélyező eszköz (robotvezérlő, ENABLE)
- SF5** Biztonságos csökkentett sebesség (robotvezérlő, SLS)

A szükséges teljesítményszint meghatározásnál a „C” típusú MSZ EN ISO 10218-1 szabvány szerint követelmény biztonsági szintű robothoz kapcsolódó funkciónál az ISO 13849-1:2006 szabvány szerint 3. kategória PL = d teljesítményszint. Az IEC 62061:2005 szabvány szerint pedig SIL2 és 1-es hardver hibatűrés határ.

- minden előre látható meghibásodást fel kell ismerni
- lehetőség szerint az egyedi hibát rögtön vagy az adott biztonsági funkció soron következő működése előtt fel kell ismerni
- amikor egyedi hiba következik be a biztonsági funkciónak működnie kell és a biztonságos állapotot fent kell tudni tartani
- a biztonsági funkció nem veszhet el bármelyik komponens meghibásodása esetén

Olyan egyéb körülmény, sajátosság a robotrendszeren nem merült fel ami indokolná az EN ISO 12100 szerinti kockázateértékelést a tekintetben hogy a robotszabványban minimálisan meghatározott teljesítmény szinttől eltérő teljesítmény szintet kellene teljesíteni a biztonsági funkcióknak.

SF1 Vész leállítás (STO) PLr = d

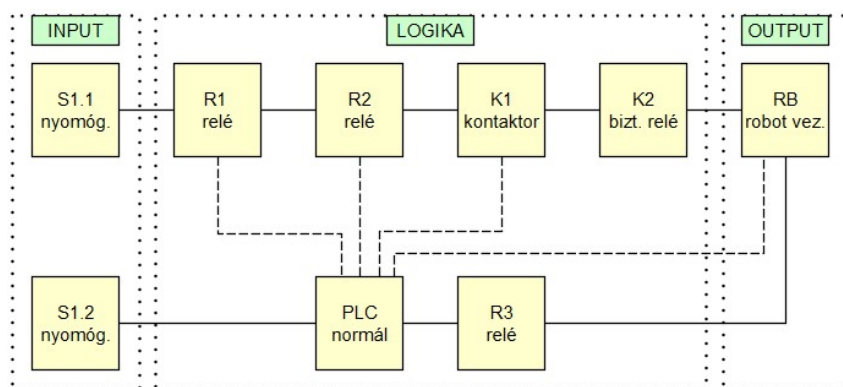
A biztonsági funkciót a robotrendszer vezérlése valósítja meg.

A biztonsági funkció vizsgálata funkció próbával:

A robot automata üzemében a robotkar mozgása közben a vész stop nyomógombot működtetve a robotkar mozgása megáll, hibaüzenet jelenik meg. A vész-stop gombot kioldva a robot nem indítható újra. A robot a vész stop hiba nyugtázása után mozgatható, kézzel alapállapotba mozgatás után automata üzemből indítható. A biztonsági funkció az elvártan megfelelően működik.

Az elért teljesítményszint vizsgálata:

Az 1. számú mellékletben található a robotvezérlő rendszer villamos áramútterve. Az áramútterv elemzése alapján került meghatározásra a biztonsági funkció modellje és az elemeinek a vizsgálata.



31. ábra SF1 blokkdiagram

A biztonsági funkcióhoz tartozó áramköri elemek:

Jel	Tervjel	Megnevezés	Jellemző
S1	PBQ41	Két áramkörös vészleállító nyomógomb (NC)	
R1	CRQ42	Vezérlő relé	
R2	CRQ48	Vezérlő relé	
R3	CRQ47	Vezérlő relé	
K1	CRQ4A1	Kontaktor	
K2	nincs tervjel	Biztonsági relé PILZ PNOZ X4	Kategória 4 Max PLe
RB	XIO01	Yaskawa Motoman DX-100 robotvezérlő	Kategória 3 PLd
PLC	OFCQ64	Mitsubishi Q PLC	standard vezérlő

4. táblázat SF1 áramköri elemei

A Biztonsági funkció kategóriája: Kategória 2 / A kategória NEM FELEL MEG

A vezérlőszekrényt szemrevételezve megállapítható, hogy az aktuális áramköri kialakítás és a dokumentáció nem egyezik. A dokumentációban szereplő Yaskawa XRC robotvezérlőt kicserélték egy helyettesítő típusra ami a Yaskawa DX-100-as. Az eredeti robotvezérlő vészstop jelet fogadó rendszere egy áramkörös kialakítású volt. Az új robotvezérlőn ez két áramkörös kialakítású. A robotvezérlő oldali kétsatornás kapcsolás érdekében beépítésre került egy PILZ gyártmányú (PNOZ X4) biztonsági relé.

Sistema elemzés:

A biztonsági funkcióra elvégeztem a Sistema szoftverrel az elemzést ami a 3. mellékletben látható. Terjedelmi okokból a teljes jelentés itt nem szerepel, csak egy rövid összefoglaló.

Bemeneti alrendszer / Input						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [pont]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
E-Stop (S1)	d	$2.4 \cdot 10^{-7}$	65	90	98	2
Kiértékelő alrendszer /Logika						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [pont]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
LOG [R1,R2,R3,K1,PLC]	d	$2.3 \cdot 10^{-7}$	65	90	99	2
Kimeneti alrendszer / Output						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [pont]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
PNOZ X4 [K2]	e	$2.3 \cdot 10^{-9}$	-	-	-	4
Robot [ROB]	d	$3.2 \cdot 10^{-7}$	-	-	-	3

5. táblázat SF1 Sistema

A biztonsági funkció értékelése:

A biztonsági funkció egyvezetékes áramköri kialakítású. A felhasznált elemek, eszközök 20 évnél idősebbek, a biztonsággal összefüggő paramétereket tartalmazó gyártói dokumentáció nem érhető el. A használat során nem voltak tesztelve, validálva.

A vészstop nyomógomb nem felel meg az MSZ EN ISO 13850:2016 szabvány 4.3.6 pontja értelmében. És a nyomógomb életkora is magasabb mint 20 év.

A kapcsoló elem, a mágneskapcsoló régi gyártmány, biztonsági releváns dokumentáció nem található róla. Az életkora magasabb mint 20 év.

A logika szerepét betöltő elemek a relék amelyek szintén régi gyártmányok, biztonsági releváns dokumentáció nem található róla. Az életkora magasabb mint 20 év.

A PILZ PNOZ X4 biztonsági relé önmagában alkalmas arra, hogy az elvárt teljesítményszintet elérni képes biztonsági kör eleme lehessen.

A diagnosztikai funkciót a standard PLC logikai vezérlő látja el. A szoftver megfelelőségét nem vizsgáltam.

A robotvezérlő önmagában alkalmas a megfelelő biztonsági teljesítményszint elérésére.

A Sistema elemzés tulajdonképpen egy rész vizsgálatnak felel meg. Vagyis azt tudjuk meg belőle, hogy ideális esetben egyáltalán az adott felépítés és elemek összessége milyen teljesítményszintet eredményezhet.

A Sistema elemzés eredménye: az SF1 biztonsági funkció PL teljesítményszintje nem elégíti ki a megkövetelt PLr szintet.

Ugyanakkor mivel az alkalmazott elemek dokumentációja és gyártói paraméterei nem érhetőek el, így nem tudjuk, hogy kielégítik e a követelményeket, mint például a relék azt hogy kényszer működtetésűek-e. A biztonsági funkció kényes pontja a PLC által megvalósított diagnosztika is. A szoftverfunkciók további vizsgálatot igényelnek.

Kijelenthető, hogy az SF1 biztonsági funkció nem éri el a kívánt teljesítményszintet.

A fentieket összegezve: az SF1 biztonsági funkció **NEM FELEL MEG**

SF2 Biztonságos működési leállítás a védőburkolat nyitásakor

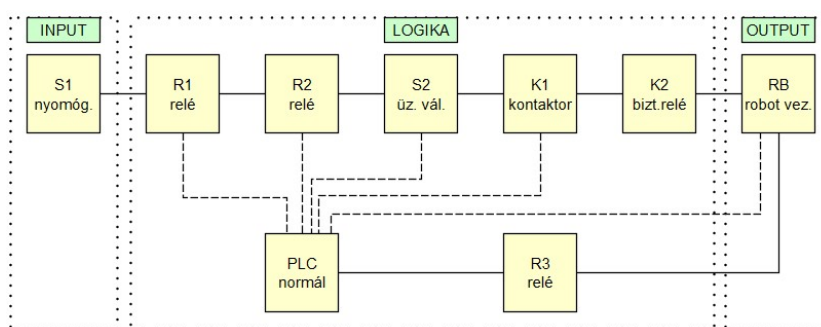
A biztonsági funkciót a robotrendszer vezérlése valósítja meg.

A biztonsági funkció vizsgálata funkció próbával:

A robot automata üzemében a robotkar mozgása közben az ajtó érzékelő biztonsági dugót kihúzva a robotkar mozgása megáll, hibaüzenet jelenik meg. A biztonsági dugót visszadugva a robot nem indítható újra. A robot az ajtónyitás nyugtázása után mozgatható, kézzel alapállapotba mozgatható után automata üzemből indítható. A biztonsági funkció az elvártan megfelelően működik.

Az elért teljesítményszint vizsgálata:

Az 1-es számú mellékletben található a robotvezérlő rendszer villamos áramúterve. Az áramúterv elemzése alapján került meghatározásra a biztonsági funkció modellje és az elemeinek a vizsgálata.



32. ábra SF2 blokkdiagram

A biztonsági funkció áramköri elemei.

Jel	Tervjel	Megnevezés	Jellemző
S1	PBQ41	Egy áramkörös vészleállító biztonsági dugó (NO)	
S2	PBQ41	Két áramkörös vészleállító nyomógomb második áramköre (NC)	
R1	CRQ42	Vezérlő relé	
R2	CRQ48	Vezérlő relé	
R3	CRQ47	Vezérlő relé	
K1	CRQ4A1	Kontaktor	
K2	nincs tervjel	Biztonsági relé PILZ PNOZ X4	Kategória 3 Max PLe
RB	XIO01	Yaskawa Motoman DX-100 robotvezérlő	Kategória 3 PLd
PLC	OFCQ64	Mitsubishi Q PLC	standard vezérlő

6. táblázat SF2 áramköri elemei

A Biztonsági funkció kategóriája: Kategória 1 / A kategória NEM FELEL MEG

Tulajdonképpen abból adódóan, hogy a biztonsági funkció 1-es kategóriájú kialakítású már tudható, hogy a megkívánt $PL_r = d$ teljesítményszint nem érhető el. Mert magas MTTFd paraméterű elemekből felépítve is maximum PL_c szintet tudunk elérni.

Az SF1 biztonsági funkcionál tárgyalat különbözőség a villamos terv és a valós áramkör között itt is releváns. Miszerint a robotvezérlő oldali kétsatornás kapcsolás érdekében beépítésre került egy PILZ biztonsági relé.

Sistema elemzés:

A biztonsági funkcióra elvégeztem a Sistema szoftverrel az elemzést, ami a 3. mellékletben látható. Terjedelmi okokból a teljes jelentés itt nem szerepel, csak egy rövid összefoglaló.

Bemeneti alrendszer / Input						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [p]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
Nyitás érzékelő (S1)	c	$2.4 \cdot 10^{-7}$	65	90	98	2
Kiértékelő alrendszer / Logika						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [p]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
LOG [R1,R2,R3,K1,PLC]	d	$2.3 \cdot 10^{-7}$	65	90	99	2
Kimeneti alrendszer / Output						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [p]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
PNOZ X4 [K2]	e	$2.3 \cdot 10^{-9}$	-	-	-	4
Robot [ROB]	d	$3.2 \cdot 10^{-7}$	-	-	-	3

7. táblázat SF2 Sistema

A biztonsági funkció értékelése:

A biztonsági funkció egyvezetékes áramköri kialakítású. A felhasznált elemek, eszközök 20 évnél idősebbek, a biztonsággal összefüggő paramétereket tartalmazó gyártói dokumentáció nem érhető el. A használat során nem voltak tesztelve, validálva.

A burkolat reteszelés érzékelő biztonsági dugó csak egy áramkörös kialakítású. És a nyomógomb életkora is magasabb mint 20 év. Ez egy nem javasolt kialakítás azon kívül, hogy a korábbiakban bemutatásra került, hogy a felszerelése a funkció manipulálására lehetőséget ad, maga a biztonsági dugó tulajdonképpen egy rövidzár, ami szintén lehetőséget ad a manipulálásra. Se redundancia, se diagnosztika nem valósítható meg. Tulajdonképpen az az elem a biztonsági funkció leggyengébb láncszeme.

A kapcsoló elem, a mágneskapcsoló régi gyártmány, biztonsági releváns dokumentáció nem található róla. Az életkora magasabb mint 20 év.

A logika szerepét betöltő elemek a relék, amelyek szintén régi gyártmányok, biztonsági releváns dokumentáció nem található róla. Az életkora magasabb mint 20 év.

A PILZ PNOZ X4 biztonsági relé önmagában alkalmas arra hogy az elvárt teljesítményszintet elérni képes biztonsági kör eleme lehessen.

A diagnosztikai funkciót a standard PLC logikai vezérlő látja el. A szoftver megfelelőségét nem vizsgáltam.

A robotvezérlő önmagában alkalmas a megfelelő biztonsági teljesítményszint elérésére.

Kijelenthető, hogy az SF2 biztonsági funkció nem éri el a kívánt teljesítményszintet.

A fentieket összegezve: az **SF2** biztonsági funkció **NEM FELEL MEG**

SF3 Üzemmódválasztás (robotvezérlő)

A biztonsági funkció ismertetése:

A biztonsági funkciót a Yaskawa Motoman DX100 robotvezérlő önmagában valósítja meg. Az üzemmódválasztás kulcsos kapcsoló elforgatásával lehetséges.

Elérhető üzemmódok:

Teach / betanítás mód: ebben az üzemmódban lehetséges a robotprogramok módosítása a paraméterek és fájlok módosítása

Play / futtatás mód: ebben az üzemmódban lehet a programok futtatása tesztelési céllal. Különböző feltételfájlok beállítása, módosítása vagy törlése. A indítás külső eszköztől tiltva van.

Remote / távoli mód: távoli módban külső bemeneti jelekkel vezérelhetők a szervó bekapcsolás, indítás, ciklusváltás és mester feladat behívása. Külső jelekkel irányítható a rendszer működése. A kézi vezérlő [START] gombja tiltva van, a kézi vezérlő gombjával nem lehet elindítani a műveleteket.

A biztonsági funkció vizsgálata funkció próbával:

A funkciópróba során az üzemmód váltás és a fent részletezett üzemmódok szerinti működés került tesztelésre. A biztonsági funkció robot a megadottaknak megfelelően működött.

Az elért teljesítményszint:

Mivel a biztonsági funkciót a Yaskawa Motoman DX100 robotvezérlő valósítja meg. Egyrészt nincs lehetőség a robotvezérlő áramköri felépítését vizsgálni a megvalósított biztonsági teljesítményszint szempontjából. Másrészt nincs rá szükség, mert robotvezérlő rendelkezik CE jelöléssel és a gyártó garantálja hogy a vezérlő megfelel a vonatkozó EN ISO 10218-1 szabvány előírásainak.

Az SF3 biztonsági funkció: **MEGEFELŐ**

SF4 Kézi engedélyező eszköz (robotvezérlő, ENABLE)

A biztonsági funkció ismertetése:

A biztonsági funkciót a Yaskawa Motoman DX100 robotvezérlő önmagában valósítja meg.

Az engedélyező kapcsoló DMS (Dead Man Switch) a kézi kezelő hátulján van elhelyezve. A kapcsoló engedélyező állása a középső, megfelelő erővel működtetett állapot. Betanítás és futtatás üzemmódokban csak az engedélyező kapcsolót folyamatosan megfelelően működtetve lehetséges a robot mozgatása.

Betanítás üzemmód:	az engedélyező kapcsoló hatásos
Futtatás mód:	az engedélyező kapcsoló hatásos
Távoli mód:	az engedélyező kapcsoló nem hatásos

A biztonsági funkció vizsgálata funkció próbával:

A funkciópróba során a fent részletezett üzemmódok esetén az engedélyező kapcsoló hatásossága került tesztelésre. A robot a megadottaknak megfelelően működött.

Az elért teljesítményszint:

Hasonlóan az SF3 biztonsági funkcióhoz az elért teljesítményszint nem került vizsgálatra. A gyártó garantálja hogy a vezérlő megfelel a vonatkozó EN ISO 10218-1 szabvány előírásainak.

Az SF4 biztonsági funkció: **MEGEFELŐ**

SF5 Biztonságos csökkentett sebesség (robotvezérlő, SLS)

A biztonsági funkció ismertetése:

A biztonsági funkciót a Yaskawa Motoman DX100 robotvezérlő önmagában valósítja meg.

A robot a betanítás és futtatás üzemmódokban csak az engedélyező kapcsolót folyamatosan megfelelően működtetve mozog. Ekkor a robot sebessége egy biztonságos csökkentett sebesség ami maximum 250 mm/s.

A biztonsági funkció vizsgálata funkció próbával:

A funkciópróba során az üzemmód váltás és a fent részletezett üzemmódok szerinti működés került tesztelésre. A robot sebességét a kezelő szervekkel nem lehet 250 mm/s fölé beállítani. A robot a megadottaknak megfelelően működött.

Az elért teljesítményszint:

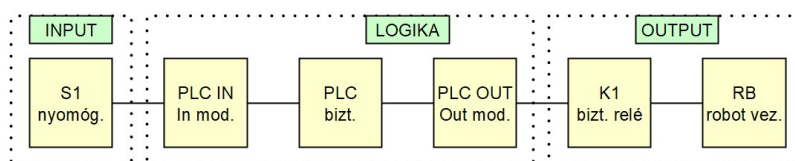
Hasonlóan az SF3 biztonsági funkcióhoz az elért teljesítményszint nem került vizsgálatra. A gyártó garantálja hogy a vezérlő megfelel a vonatkozó EN ISO 10218-1 szabvány előírásainak. Az SF5 biztonsági funkció: **MEGEFELO**

Javasolt biztonsági funkció megvalósítás:

SF001 Vész leállítás / javaslat (STO) PLr = d

A javasolt megoldás az üzemben preferált Mitsubishi gyártmányú biztonsági vezérlő PLC elemekből épül fel.

Blokkdiagram:



33. ábra SF001 blokkdiagram

A biztonsági funkció áramköri elemei:

Jel	Megnevezés	Jellemző / típus
S1	vészleállító nyomógomb	két áramkörös (NC)
PLC In	CCLink Field IE Input modul	Safety remote I/O NZ2GFSS2-32D
PLC	Safety CPU	MELSEC iQ-R - R08SF CPU
PLC Out	CCLink Field IE Output modul	Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE
K1	biztonsági relé	Euchner ESM BA701
RB	robotvezérlő	Yaskawa Motoman DX 100

8. táblázat SF001 áramköri elemei

A Biztonsági funkció kategóriája: Kategória 3 / A kategória MEGFELEL

A javasolt megoldás:

- A vészstop nyomógomb két áramkör (NC) kontaktusát egy biztonsági bemeneti modul fogadja.
- A bemeneti modul csatorna konfiguráció: kettős bemenet, tesztimpulzus, diszkrepancia figyelés (20ms).

- A biztonsági PLC végzi az IO modulokkal való kommunikációt (CClink Field IE), a vezérlő logika megvalósítást, a diagnosztikai funkciókat.
- A kimeneti modul csatorna konfiguráció: kettős kimenet, teszimpulzus.
- A kimeneti modul egy biztonsági relét működtet kétcsatornás kapcsolásban.
- A biztonsági relé kapcsolja a robotvezérlő vész-stop bemeneti jelét kétcsatornás kialakításban.

Sistema elemzés:

A biztonsági funkcióra elvégeztem a Sistema szoftverrel az elemzést ami a 3. mellékletben látható. Terjedelmi okokból a teljes jelentés itt nem szerepel, csak egy rövid összefoglaló.

Bemeneti alrendszer / Input						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [pont]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
E-Stop (S1)	e	$2.5 \cdot 10^{-8}$	70	99	100	3
Kiértékelő alrendszer / Logika						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [pont]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
Input m.(PLC In)	e	$4.8 \cdot 10^{-9}$	-	-	-	4
Melsec iQR (PLC)	e	$5.5 \cdot 10^{-9}$	-	-	-	4
Output m.(PLC Out)	e	$4.8 \cdot 10^{-9}$	-	-	-	4
Kimeneti alrendszer / Output						
Megnevezés	PL	PFHD [1/h]	CCF [pont]	DC [%]	MTTFD [a]	Kateg.
ESM-BA701 [K1]	e	$2.5 \cdot 10^{-8}$	-	-	-	4
Robotvezérlő [ROB]	d	$3.2 \cdot 10^{-7}$	-	-	-	3

9. táblázat SF1 Sistema

A biztonsági funkció értékelése:

A Sistema elemzés eredménye: az SF1 biztonsági funkció PL teljesítményszintje nem elégíti ki a megkövetelt PLr szintet.

A fentieket összegezve: az **SF001** biztonsági funkció **MEGFELEL**

3.5. Kockázatfelmérés, kockázat elemzés

Megjegyzés:

A feltárt hiányosságokra nem adok egyenként megoldási javaslatokat, mert az egy-egy hiányosságra önmagában adott rövid javaslatok véleményem szerint nem tekinthetők szakmailag minden szempontból megfelelőnek. A megoldások maguk is vihetnek be kockázatokat a rendszerbe. Kockázatértékelést kell végezni és a feltárt hiányosságokat is figyelembe véve kell megoldásokat keresni és meghatározni a megfelelő műszaki védőintézkedéseket, majd kockázatértékelést kell végezni Ez azonban nem témája a jelen szakdolgozatnak és terjedelmileg is messze túlmutatna a lehetőségeken.

A kockázatelemzés, ahogy általában a szakdolgozat nem terjed ki az egész présberendezésre, csak a kiszolgáló robotrendszer tárgyalja. Mivel a tárgyalt vizsgálat nem tervezési fázisban történik hanem egy megépített használatban lévő gép vizsgálata, ezért a kockázatelemzés a feltárt nemmegfelelőségeken alapul.

A kockázatelemzés komplex folyamata átfogóan magában foglalja mind a kockázatelemzést, mind a kockázatértékelést.

Kockázatelemzés: Ez a teljes folyamat, amely két fő részből, a kockázatelemzésből és a kockázatértékelésből áll. Célja, hogy biztosítsa a munkakörnyezet, eszközök vagy gépek biztonságosságát és minimalizálja a veszélyeket.

Kockázatelemzés: A kockázatelemzés első lépése, amely magában foglalja:

- **A gép határainak megállapítását** – A gép működésének pontos paramétereinek meghatározása, beleértve, hogy hogyan, hol és kik használhatják azt.
- **A veszélyek beazonosítását** – Azonosítják az összes lehetséges veszélyforrást, amelyek felmerülhetnek a gép használata során.
- **Kockázatbecslés** – A lehetséges veszélyek súlyosságának és előfordulási valószínűségének meghatározása, vagyis a kockázatok kvantifikálása.

Kockázatértékelés: A kockázatelemzést követő lépés, amely annak vizsgálatára szolgál, hogy a bevezetett biztonsági intézkedések megfelelő mértékben csökkentették-e a kockázatok. Azaz, azt vizsgálja, hogy az intézkedésekkel elérték-e a szükséges biztonsági szintet, és a kockázat immár elfogadható-e.

A folyamat lépéseinek átgondolt végrehajtása biztosítja, hogy a potenciális kockázatok átfogóan felmérjünk és hatékonyan kezeljük, csökkentve a munkavégzésből vagy géphasználatból adódó veszélyeket.

3.5.1. A gép határainak rögzítése

Használati határok:

A gép rendeltetése: Az egyik Aida mechanikus préstől különböző típusú lemez munkadarab továbbítása a következő préshez.

Folyamat röviden: A robot a 2-es Aida mechanikus prés hatásvonalára előtt várakozik és a présvezérléstől fogadott jelre elindul felvenni a présszerszámból a munkadarabot. Pozícióba érve a vákuummegfogókkal a lemez alkatrészt felemeli és 180 fokot elfordulva a következő 3-as számú prés hatásvonalára előtt várakozik. A présvezérléstől fogadott jel hatására behelyezi a munkadarabot a présbe és visszamozog a 2-es prés előtti várakozó pozícióba. Típusváltás esetén a robot beáll egy középső pozícióba az ajtó előtt. A kezelő kinyitja az ajtót, lecsatlakoztatja a megfogó szerszámot és felcsatlakoztatja a következő típusú megfogó szerszámát. Az ajtót becsukja és nyugtázza.

Használati határok	
Üzem módok	• automata
	• fél-automata
	• kézi szerszám csere
	• beállítás
Használati terület	• autóiipari présüzem
Érintett személyek	• szakképzett kezelők
	• szakképzett karbantartók
	• mérnökök
	• a gép közelében tartózkodók

A gépet használók:

18-65 év közötti 150-200 cm magas európai, munkát befolyásoló jelentős testi szellemi korlátozás nélküli személyek.

Egyéni védőeszközök: Védőcipő, végősisik, védőkesztyű, csuklóvédő.

Térbeli határok:

A robot munkaterülete a két prés közötti terület, 3m x 3,5m x 2m

Időbeli határok:

A gép több mint 20 éve használatban van.

A tervezett élettartamról nincs információ.

A karbantartási periódusokról a használati útmutató rendelkezik.

Egyéb határok:

A csarnok munkaidőben hűtött és fűtött, munkaidőn kívül temperált.

Jellemző hőmérséklet és páratartalom: 15-40 °C, 30-80 %

Várható működési hibák:

A robot meghibásodás vagy hibás programozás miatt elhagyja a programozott munkatartományt.

3.5.2. Veszélyek azonosítása

A vizsgált robotcellára alapvetően a Gépek biztonságáról szóló MSZ EN ISO 12100 szabvány előírásait alkalmaztam. Ezen túl az ipari robotrendszerekre létezik „C” típusú szabvány. Az MSZ EN ISO 10218-2 szabvány tárgyalja a robotrendszerek gépbiztonsági előírásait és az „A” mellékletében megadja a jelentős veszélyek listáját.

Az alábbi táblázatban összefoglaltam a lehetséges veszélyeket azok forrását és a következményeket.

A lehetséges veszélyek listája MSZ EN ISO 10218-2:2011 alapján.

Sz.	Veszély típus	Forrás	Következmény
1.1	Mechanikai	automata üzemmódban csapdába esett személynek a kijutása	- vágás vagy elvágás - ütés vagy ütközés
1.2		a robotkar és effektor ütközése védőkerítéssel	- ütés vagy ütközés
1.3		éles élek : a robotkarban lemez alkatrész van miközben a kezelő a munkaterületre lép	- ütés ütközés - vágás
1.4		szerszámrögzítő megszorulása: (megfogó szerszám kézzel történő cseréje)	- zúzódás
1.5		védőburkolat (ajtó) nyitásakor robotkarban lévő munkadarab mozgása nem áll meg	- ütés, ütközés - vágás
1.6		átnyúlás védőburkolat felett	- ütés, ütközés - vágás
1.7		védőkerítés nem megfelelő mechanikai szilárdsága	- ütés, ütközés
1.8		kenőolaj a padlón	- elcsúszás
2	Villamos	1000V alatti hajtások és erősáramú rendszer.	- áramütés
3	Hőhatás	hajtómű túlmelegedés	- égési sérülés
4	Zajveszély	integrált gyártórendszer / mech. prés	- halláskárosodás
5	Rezgés	integrált gyártórendszer / mech. prés	- fáradtság, koncentráció vesztés
6	Sugárzás	n.a.	
7	Agyag/ készítmény	olaj	- belélegzés, mérgezés
8	Ergonómiai	n.a.	
9	A gép használati környezetével kapcsolatos	n.a.	
10.1	Veszély kombinációk	Hibás, nem a típusnak megfelelő megfogó robot karra helyezése esetén a kar ütközhet a géptesttel, védőkerítéssel	- ütés ütközés - vágás
10.2		Hibás robotprogramozás esetén a robotkar kiléphet a munkateréből és ütközhet a védőkerítéssel	- ütés ütközés - vágás
		Robot meghibásodás esetén a robotkar kiléphet a munkateréből és ütközhet a védőkerítéssel	- ütés ütközés - vágás

10. táblázat Lehetséges veszélyek

3.5.3. Kockázatbecslés

A kockázatfelmérés ahogy általában a szakdolgozat nem terjed ki az egész présberendezésre, csak a kiszolgáló robotrendszert tárgyalja. Mivel a tárgyalt vizsgálat nem tervezési fázisban történik hanem egy megépített használatban lévő gép vizsgálata ezért a kockázatfelmérés a feltárt nemmegfelelőségeken alulul.

Kockázatbecslést a HRN (Hazard rating number) eljárással végeztem.

A kockázatbecslés az előfordulási valószínűségének, a veszély gyakoriságának, a lehetséges károsodás mértékének, és a veszélyeztetett személyek számának a szorzata.

Előfordulási valószínűség:

0	lehetetlen
0,1	Szinte elképzelhetetlen
0,5	Nagyon valószínűtlen
1	Nem valószínű
2	lehetséges
5	egyenlő esély (megtörténhet)
8	Valószínű
10	Nagyon valószínű
15	Bizonyos

A veszély gyakorisága:

0,1	ritkán
0,2	évente
0,5	havonta
1,5	hetente
2,5	Naponta
4	Óránként
5	állandóan

A lehetséges károsodás mértéke

0,1	karcolás / zúzódás
0,5	Csípődés / enyhe egészségkárosító hatás
1	törés (kisebb csont)
2	törés (főcsont)
4	1 végtag / szem elvesztése vagy súlyos betegség (átmeneti)
8	2 végtag / szem elvesztése vagy súlyos betegség (állandó)
15	Halál

Veszélyeztetett személyek száma

1	= 1-2 fő
2	= 3-7 fő
4	= 8-15 fő
8	= 16-50 fő
12	= Több mint 50 fő

Veszély száma	Veszély típusa	Veszély eredete	Lehetséges következmények	Agép életciklusának fázisa	A veszélyes események példái	Megjegyzés	Előfordulási valószínűség (LO)	A veszély gyakorisága (FE)	A lehetséges károsodás mértéke (DPH)	Veszélyeztetett személyek száma (NP)	Eredmény HRN = LO*FE*DPH*NP
1	1 Mechanikai veszélyek	1.13	1.h	4	6.9	véletlen ráindítás	0 = lehetetlen 0,1 Szinte elképzelhetetlen 0,5 Nagyon valószínűtlen 1 = Nem valószínű 2 = Lehetséges 5 = egyenlő esély (megtörténhet) 8 = Valószínű 10 = Nagyon valószínű 15 = Bizonyos	0,1 = ritkán 0,2 = évente 1 = havonta 1,5 = hetente 2,5 = Naponta 4 = Óránként 5 = állandóan	0,1 = karcolás / zúzódás 0,5 = Csapódás / enyhe egészségkárosító hatás 1 = törés (kisebb csont) 2 = törés (főcsont) 4 = 1 végtag / szem elvesztése vagy súlyos betegség (átmeneti)	1 = 1-2 fő 2 = 3-7 fő 4 = 8-15 fő 8 = 16-50 fő 12 = Több mint 50 fő	60
2	1 Mechanikai veszélyek	1.11	1.h	4	2.7	robot munkaterület elhagyás	0.5	5	16	1	40
3	1 Mechanikai veszélyek	1.16	1.d	3	3.7	kezelő belép hibakeresés miatt / robot munkadarabbal	5	1	4	1	20
4	1 Mechanikai veszélyek	1.3	1.c	3	3.6	megfogó behelyezése	2	4	1	1	8
5	1 Mechanikai veszélyek	1.13	1.h	6	5.11	ajtó nyitáskor robot utánfutás	1	5	8	1	40
6	1 Mechanikai veszélyek	1.13	1.d	4	4.8	átnyúlás hibás védőburkolat nyílásán	1	2.5	4	1	10
7	1 Mechanikai veszélyek	1.13	1.h	4	4.2	védőkerítés nem megfelelő szilárdsága	2	5	15	1	150
8	1 Mechanikai veszélyek	1.15	1.k	4	3.6	kenőolaj kód a padlón összegyűlik	5	5	0.5	1	12.5
											0

11. táblázat Kockázat értékelés

4. Gazdasági számítás vizsgálata

A gazdasági számítás a szakdolgozat témájában alapvetően az elvégzett vizsgálat költségeit tudja figyelembe venni. A költségbecslést a Magyar Mérnöki Kamara 2024. január 1-től érvényes mérnöki díjszabása alapján készítettem, az „Önálló Mérnök” mérnöknap díját figyelembe véve kalkuláltam a projektre becsült munkaórák költségét.

Mérnöknap díja forintban (a táblázatban szereplő értékek nettó díjak, az áfát nem tartalmazzák)					
Kiemelt Mérnök	Irányító Mérnök	Önálló Mérnök	Beosztott Mérnök	Kezdő Mérnök	Segéd tervező, szerkesztő
405.000 Ft	296.000 Ft	235.000 Ft	178.000 Ft	119.000 Ft	89.000 Ft

12. táblázat Mérnöki díjszabás (25)

Feladat	Becsült mérnöknapok száma (nap)	Napidíj (Ft+áfa)	Teljes költség (Ft+áfa)
Dokumentáció vizsgálata	2	235 000 Ft+áfa/nap	470 000 Ft+áfa
Helyszíni vizsgálat	2	235 000 Ft+áfa /nap	470 000 Ft
Információ feldolgozás	3	235 000 Ft+áfa/nap	705 000 Ft
Dokumentálás	5	235 000 Ft+áfa/nap	1 175 000 Ft
Összesen	12		2 820 000 Ft

13. táblázat költségbecslés

5. Összefoglalás

A szakdolgozatomban egy présberendezést kiszolgáló robotrendszer gépbiztonsági vizsgálatát végeztem el.

Először szakirodalom (forrás) feldolgozást végeztem amiben az ipari robotokat általánoságban ismerttettem. Az ipari robotok ismertetését követően a robotokra vonatkozó MSZ EN ISO 10218-1 szabványt tekintetem át és röviden összefoglaltam a leglényegesebb előírásokat. Végül a robotrendszerekre vonatkozó MSZ EN ISO 10218-2 szabványt dolgoztam fel azzal a céllal, hogy a szakdolgozatomban gyakorlati részében a leghatékonyabban tudjam alkalmazni az azokban foglaltakat.

A vizsgálandó gép egy nagyméretű, több présből és több robotrendszerből álló préssor része. A szakdolgozatomban a préseket kiszolgáló egyik (4-es számú) robotrendszerének vizsgálatára terjedt ki. A kiválasztott robotrendszer jól reprezentálja a teljes géphez tartozó mindegyik robotrendszer felépítés, használat és gépbiztonsági szempontokból is.

Mivel az üzemeltetőnél felmerült az igény, hogy a nagy beruházási értéket képviselő préssort már 1998 óta használják és szeretnék látni, hogy a hosszú üzemeltetési idő alatt elvégzett karbantartások és a használat milyen hatással voltak a gépre a gépbiztonsági szempontból. Ezért célom volt, hogy a gép eredeti, beüzemelési időpontjában meglévő és a használatból eredő gépbiztonsági hiányosságokat is feltárjam. A gépbiztonsági vizsgálat alapvető célja volt, hogy megadjam a harmonizált szabványoktól való eltéréseket.

A szakdolgozat készítése során elvégeztem az alábbi mérnöki feladatokat:

Ismerttettem teljes préssort és annak felépítését olyan mértékben, hogy a vizsgálandó robotrendszert megfelelően kontextusba tudjam helyezni.

Elvégeztem a vizsgálat során a robotrendszerre alkalmazandó szabvány és követelményrendszer kutatását.

Ismerttettem a vizsgálat módszereit és szempontjait. Itt megjegyzem, hogy a vizsgálatnak nem volt tárgya a robotrendszer villamos részeinek részletes vizsgálata.

Meghatároztam a gépen a harmonizált szabványoktól való különböző eltéréseket a következő főbb területeken: védőburkolatok kialakítása, a robotrendszer funkciói, pneumatikus rendszer, megvilágítás, kezelő elemek, robot munkatér, biztonsági távolságok.

Elvégeztem a robotrendszer meglévő biztonsági funkcióinak vizsgálatát és értékelését. Az elektromos rendszert csak a biztonsági funkciók megvalósítása szempontjából elemeztem. Javaslatot tettem biztonsági funkció megfelelő megvalósítására.

Kockázatelemzést végeztem, ezen belül meghatároztam a gép határait, beazonosítottam a jellemző veszélyeket és kockázatbecslést készítettem.

Végül gazdasági számítást végeztem és megbecsültem az elvégzett munka, mint piaci szolgáltatás értékét.

6. Summary

In my thesis, I conducted a machine safety inspection of a robotic system serving a press machine. First, I performed a literature review, where I introduced industrial robots in general. Following this, I reviewed the MSZ EN ISO 10218-1 standard, which applies to robots, and briefly summarized the most essential requirements. Finally, I examined the MSZ EN ISO 10218-2 standard, which is relevant to robotic systems, with the aim of applying its content as effectively as possible in the practical part of my thesis.

The machine under investigation is part of a large press line, consisting of multiple presses and robotic systems. My thesis focused on inspecting one particular robotic system (number 4) serving the presses. The selected robotic system well represents all robotic systems associated with the entire machine in terms of structure, usage, and safety considerations.

The operator expressed interest in examining the safety of the press line, which has been in use since 1998 and represents a significant investment. They wanted to understand the impact of long-term usage and maintenance on the machine from a safety perspective. Therefore, my goal was to identify both the original machine safety deficiencies at the time of commissioning and any deficiencies arising from usage. The primary objective of the safety inspection was to outline deviations from harmonized standards.

During the preparation of the thesis, I carried out the following engineering tasks:

I introduced the complete press line and its structure to place the robotic system under investigation into an appropriate context.

I conducted research on the applicable standards and requirements for the robotic system during the inspection.

I described the methods and criteria of the inspection. It should be noted that the electrical components of the robotic system were not part of the detailed inspection.

I identified various deviations from harmonized standards in the following key areas: design of protective covers, functionality of the robotic system, pneumatic system, lighting, control elements, robot workspace, and safety distances.

I examined and evaluated the existing safety functions of the robotic system. The electrical system was analyzed only from the perspective of implementing safety functions. I made recommendations for the appropriate implementation of safety functions.

I performed a risk assessment, where I defined the boundaries of the machine, identified typical hazards, and conducted a risk evaluation.

Finally, I conducted an economic analysis to estimate the market value of the work performed as a service.

7. Nyilatkozatok

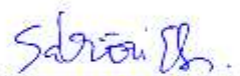
NYILATKOZAT

Vass Gergő (hallgató Neptun azonosítója: RGD9JU) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

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

Gödöllő, 2024. október 31.


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

Alulírott Vass Gergő, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, MUSZK477L - Ipari Gépek Biztonsága szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: 2024 év október hó 09 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 védelemre javaslok / nem javaslok*.

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

Kelt: 2024 év október hó 10 nap

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Vass Gergő
A Hallgató Neptun kódja: RGD9JU
A dolgozat címe: Présberendezést kiszolgáló robotrendszer gépbiztonsági vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Mechatronikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2024 év október hó 09 nap

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

8. Forrásjegyzék

- [1] http 1: <https://en.wikipedia.org/wiki/SCARA> , letöltve 2024.08.02.
- [2] http 2: https://www.robotics247.com/article/abb_irb_390_flexpacker_delta_robot_fast_picking_wins_red_dot_award, letöltve 2024.08.02.
- [3] Dr. Földi László József, Berencsi Bence, 2022: Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében Magyar Mérnöki Kamara
- [4] Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK Irányelve a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról (átdolgozás). (2006. május 17.)
- [5] Útmutató a gépekről szóló 2006/42/EK irányelv alkalmazásához. Európai Bizottság Vállalkozási és Ipari Főigazgatóság. Második kiadás. 2010.
- [6] Az Európai Parlament és a Tanács 2014/35/EU Irányelve a meghatározott feszültséghatáron belüli használatra tervezett elektromos berendezések forgalmazására vonatkozó tagállami jogszabályok harmonizációjáról (átdolgozás). (2014. február 26.)
- [7] Az Európai Parlament és a Tanács 2014/30/EU Irányelve az elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó tagállami jogszabályok harmonizálásáról (átdolgozás). (2014. február 26.)
- [8] 8/2016. (XII. 6.) NMHH rendelet az elektromágneses összeférhetőségről
- [9] Yaskawa Motoman (2022), DX100 OPERATOR'S MANUAL
- [10] Szilágyi Zoltán, 2018: IPARI ROBOTIKA KÉZIKÖNYV Tatabánya
letöltve 2024.07.02.
https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/02/48/20/dd/1/Ipari_robotika_kezikonyv.pdf
- [11] Kulcsár B.(2012) ROBOTTECHNIKA I., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem TYPOTEX kiadó, Budapest
- [12] Kulcsár B.(2012) ROBOTTECHNIKA II., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem TYPOTEX kiadó, Budapest
- [13] MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatsökkentés
- [14] MSZ EN ISO 13849-1:2016 Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei 1. rész: A tervezés általános alapelvei
- [15] MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek
- [16] MSZ EN ISO 10218-1 – Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 1. rész: Robotok (ISO 10218-1:2011)

-
- [17] MSZ EN ISO 10218-2 – Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk (ISO 10218-2:2011)
- [18] ABB 2019: Whitepaper Limiting devices for industrial robot cells
- [19] SICK GmbH. 2024 Guide for Safe Machinery, SIX STEPS TO A SAFE MACHINE, letöltve 2024.07.02.
https://cdn.sick.com/media/docs/8/78/678/special_information_guide_for_safe_machinery_en_im0014678.pdf
- [20] DGUV (German Social Accident Insurance) Information 209-074 Industrial robots January 2015 Berlin
- [21] Josef Börcsök (2015): Funktionale Sicherheit Berlin: VDE Verlag GmbH
- [22] IFA Report 2/2017e Functional safety of machine controls – Application of EN ISO 13849 – letöltve: 2024.07.17
<https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2017/ifa-report-2-2017/index-2.jsp>
- [23] IFA, Software-Assistent SISTEMA: Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications
<https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/practical-solutions-machine-safety/software-sistema/index.jsp> hozzáférés: 2024.09.17
- [24] MSZ EN ISO 13855:2010 Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a(z emberi) restrészek közelítési sebességének figyelembevételével
- [25] <https://mernokvagyok.hu/mernoki-dijszabas/>, letöltve: 2024.08.17
- [26] MSZ EN ISO 13857:2020 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére

9. Mellékletek

- 1. számú melléklet: a robotvezérlő rendszer villamos áramúterve
- 2. számú melléklet: Yaskawa Motoman MH50 robot gyártói specifikációi
- 3. számú melléklet: Sistema riportok

**1. 3 ELECTRIC SCHEMATIC
DIAGRAM
(NO. 4 ROBOTSYSYSTEM)**

ABBREVIATION SYMBOL

ABBREVIATION	SYMBOL	NAME	ABBREVIATION	SYMBOL	NAME
		WIRE	FL		FLUORESCENT LAMP
		NO JOINT WIRE	E		EARTH
		JOINT WIRE	E1		ELECTRONIC EARTH
		TERMINAL			EQUIPMENT
CR		ELECTROMAGNETIC RELAY	DIS		DISCONNECTING SWITCH
MS		MAGNETIC CONTACTOR	CB		CIRCUIT BREAKER
OL		OVERCURRENT RELAY	CB		EARTH LEAKAGE BREAKER
T		TRANSFORMER			
T		SHIELD TRANSFORMER	SS		SELECTOR SWITCH
ACR		REACTOR	PB		PUSH BUTTON
DI		DIODE	TR		ON DELAY TIMER CONTACTS
M		MOTOR	TR		OFF DELAY TIMER CONTACTS
TG		GENERATOR	CR		RELAY CONTACTS
VR		VARIABLE RESISTOR	OL		THERMAL VALVE
F		FUSE	SV		SOLENOID VALVE
RECEP		RECEPTACLE	LS		LIMIT SWITCH
PLUG		PLUG	PLS		PROXIMITY SWITCH
AM		AMMETER	FS		FLOAT SWITCH
SM		SPEED METER	PS		PRESSURE SWITCH
PL		PILOT LAMP	TS		TEMPERATURE SWITCH

WIRE NUMBER	DIVISION	DESCRIPTION	EXAMPLE
	THREE-PHASE AC POWER	PUT R, S, T U, V, W	R11, S11, T11, U3, V3, W3
	DC POWER	PUT P, N	P1, N1
	AC CONTROL	NO PUT	0123, 0124
	DC CONTROL	PUT P, N, D	P12A03, N12A04, D1234

SYMBOL NUMBER

ex.: CP12A1 CRY123 PBX234
 ABREVIATION CODE NUMBERING ABREVIATION PC ADDRESS
 LS123 SV3001 PS456
 ABREVIATION NUMBER ABREVIATION NUMBER

△	x
△	x
△	x
△	x
△	x

三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation



承認
CHECKED

作図
DRAWN
(S) (K)

品番
PART NO.
E703

製作番号
MANUF. NO.
25222

台数
QTY.
1

製品名称
TITLE
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

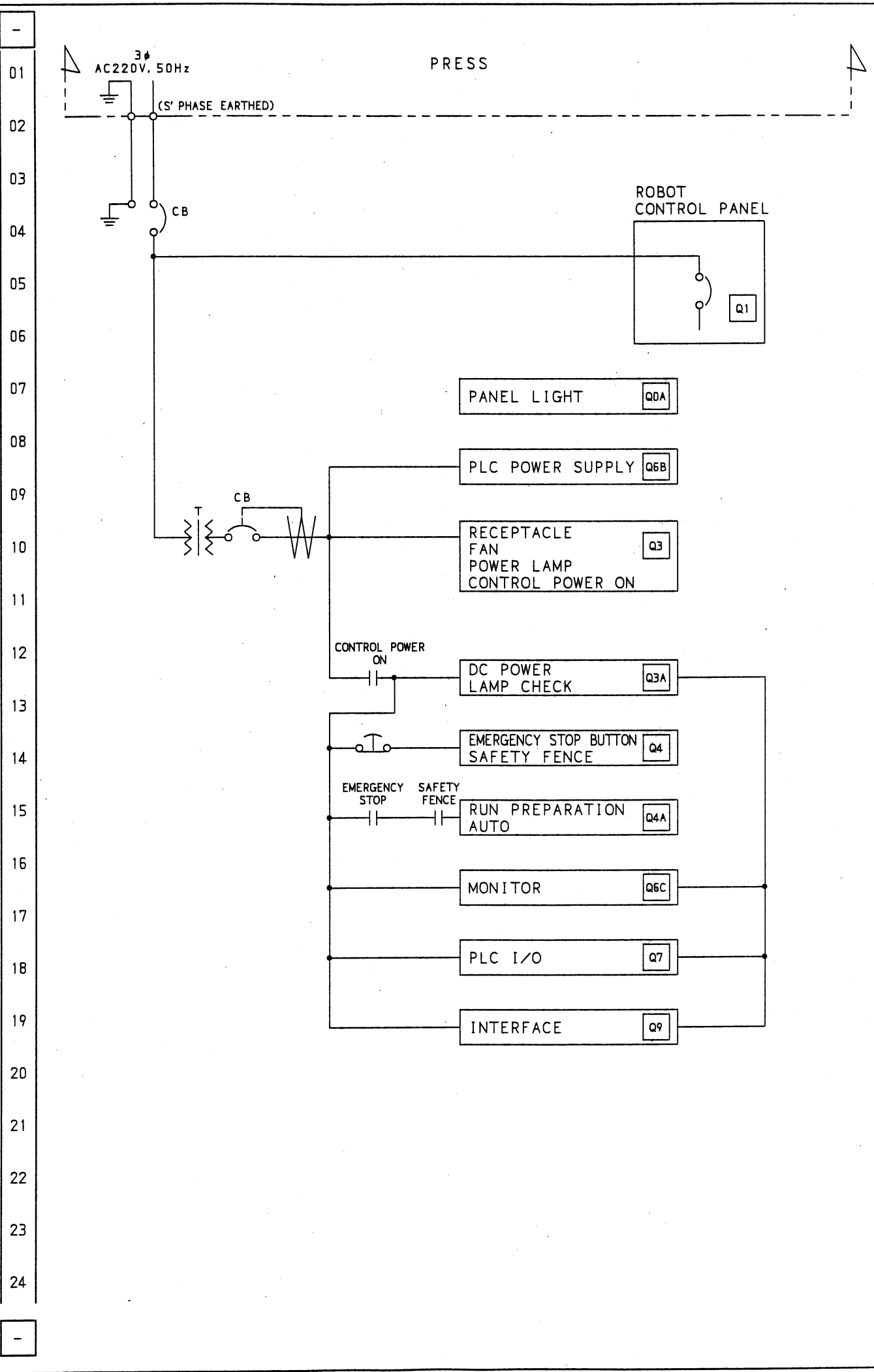
電気回路図
SYSTEM CONSTITUTION

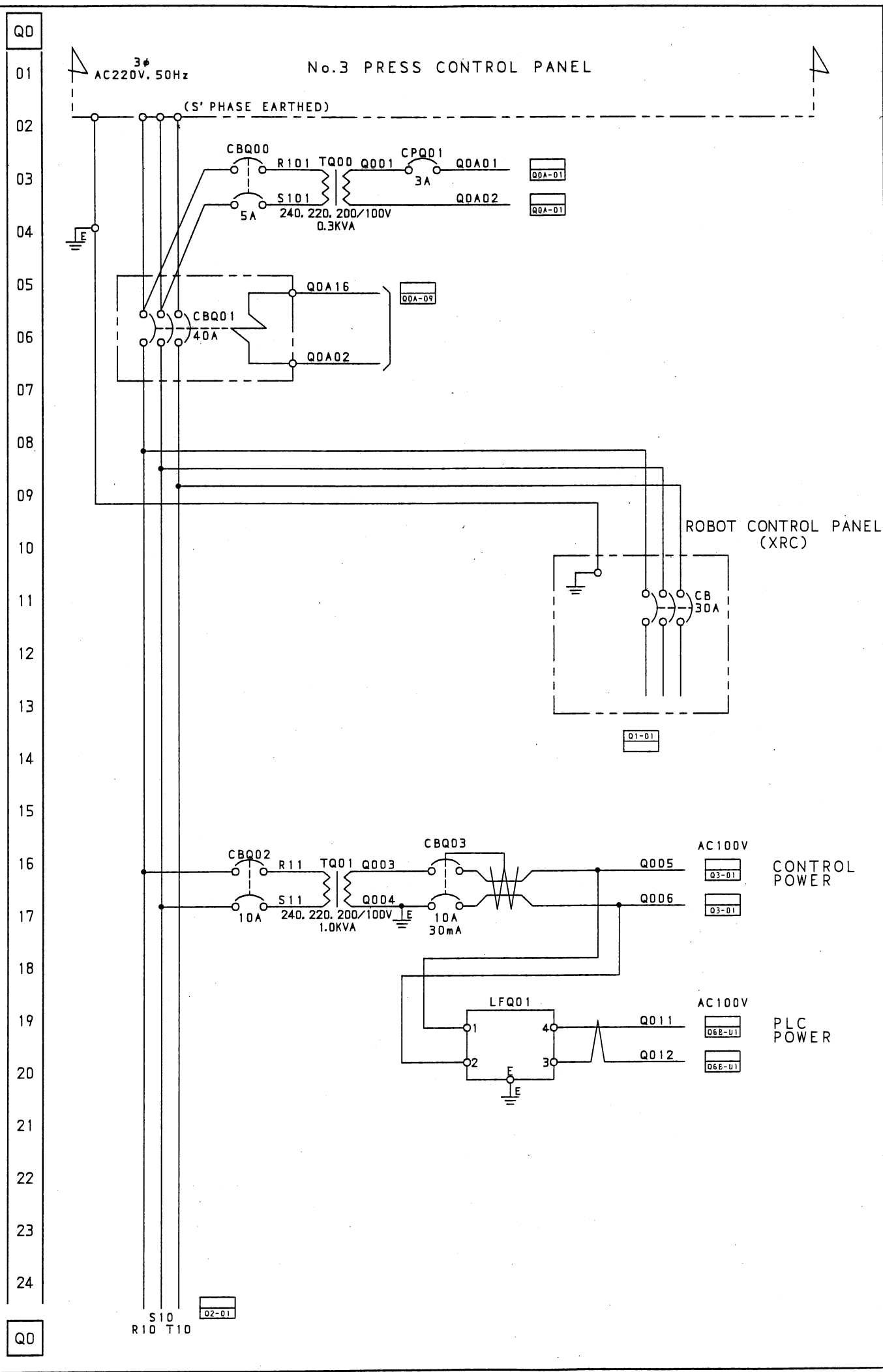
(4/53)

尺度
SCALE
1/100

図面番号
Dwg. No.
E3-235846

作成日
DATE
1999/12/16



[illegible]

$\triangle$ x	
$\triangle$ x	
$\triangle$ x	
$\triangle$ x	
$\triangle$ x 同前法 推、证、作	

東京イチャイロ
Mitsuki Tsuchi Kuroi Japan



承認
APPROVED

照 章
CHECKED

作 用
DRAIN

S. Um
(KKS)

品番 PART NO.	製作番 MANUF. NO.	数量 QTY.
E703	25222	1

部品名称 TITL

圖 8-1-10 晶 回 氣 體

ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

PANEL LIGHT

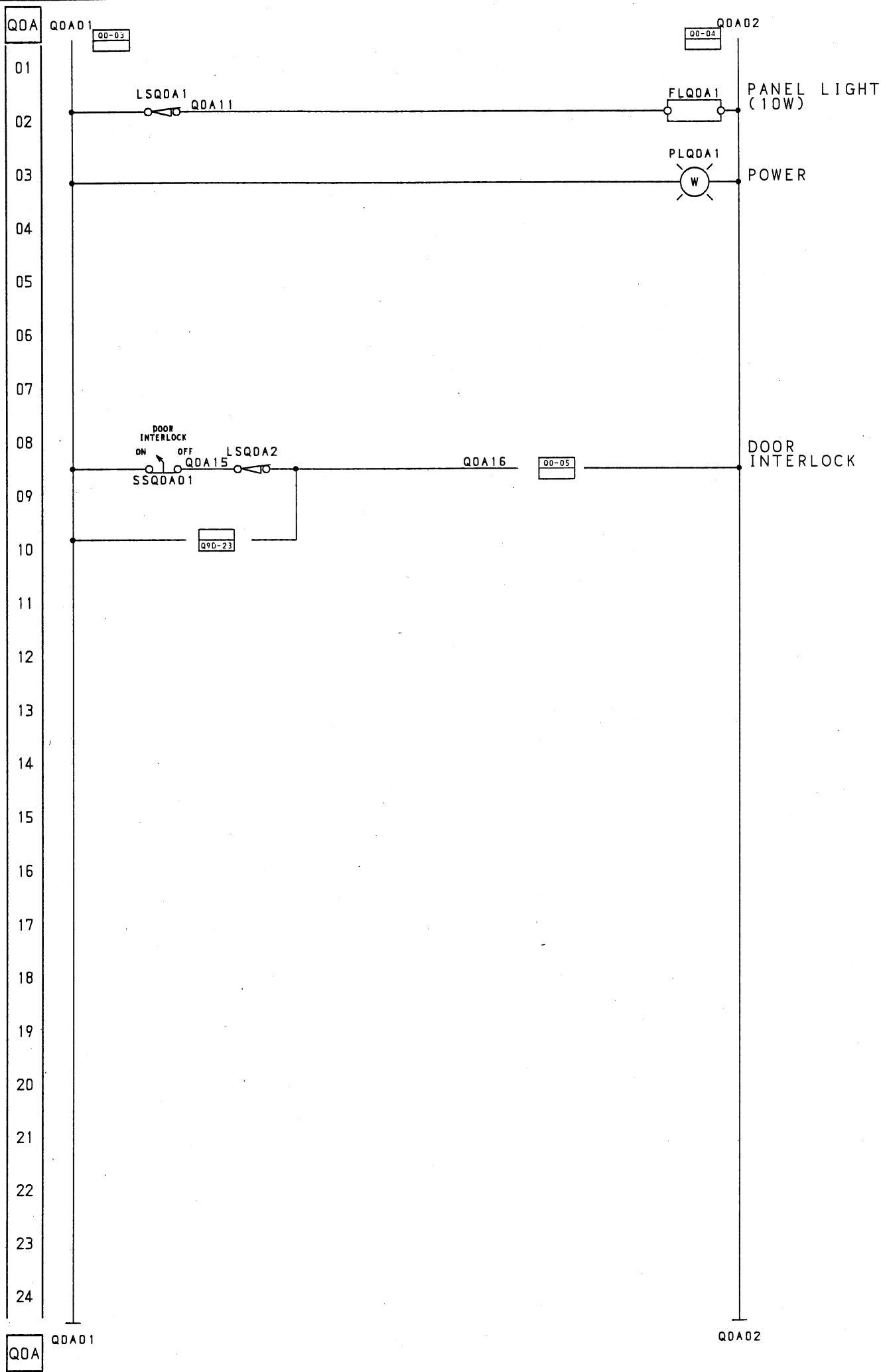
(6 / 53)

作成日	1999/12/16
DATE	

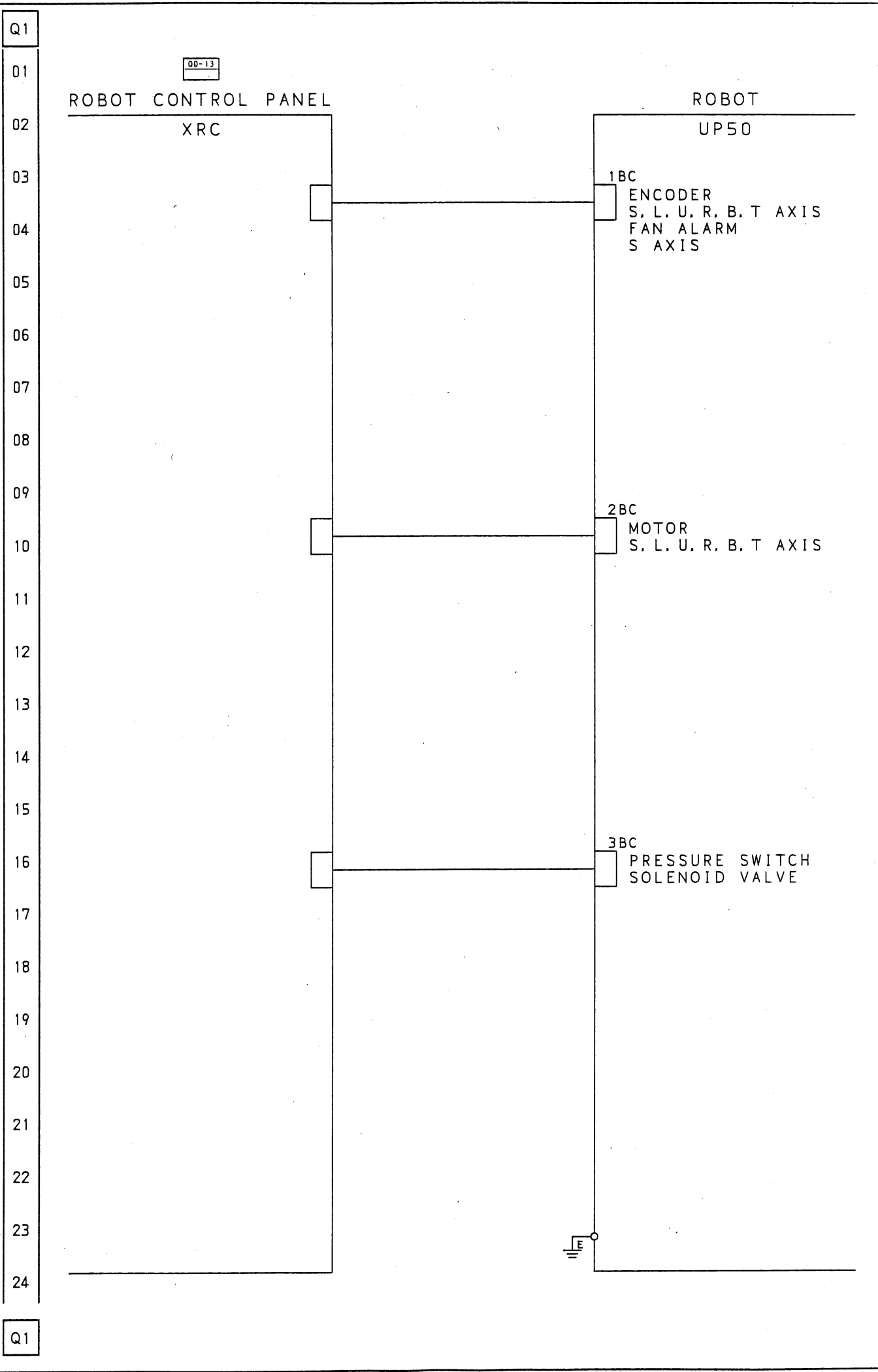
面番号 DMC.NO.

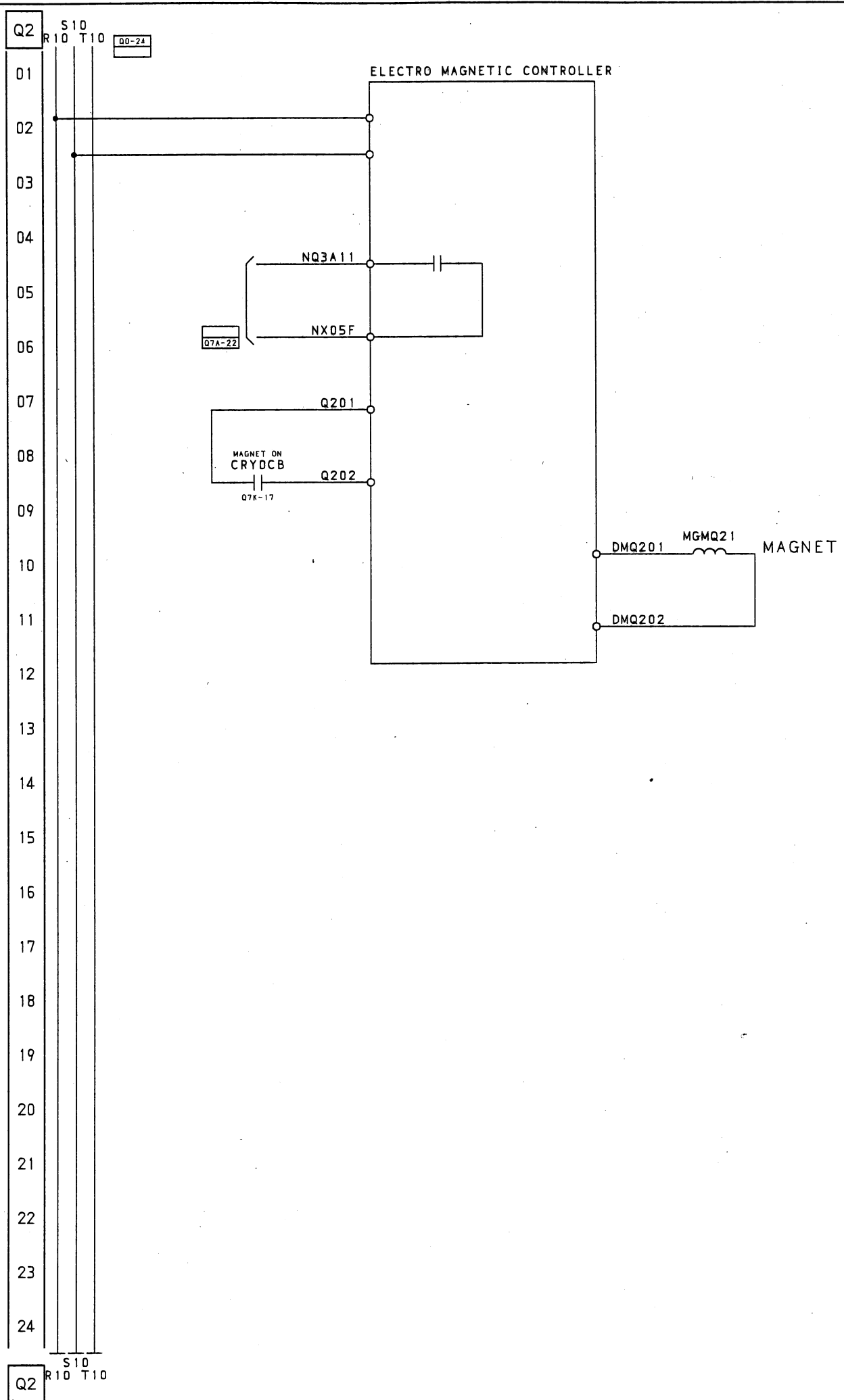
E3-235846 

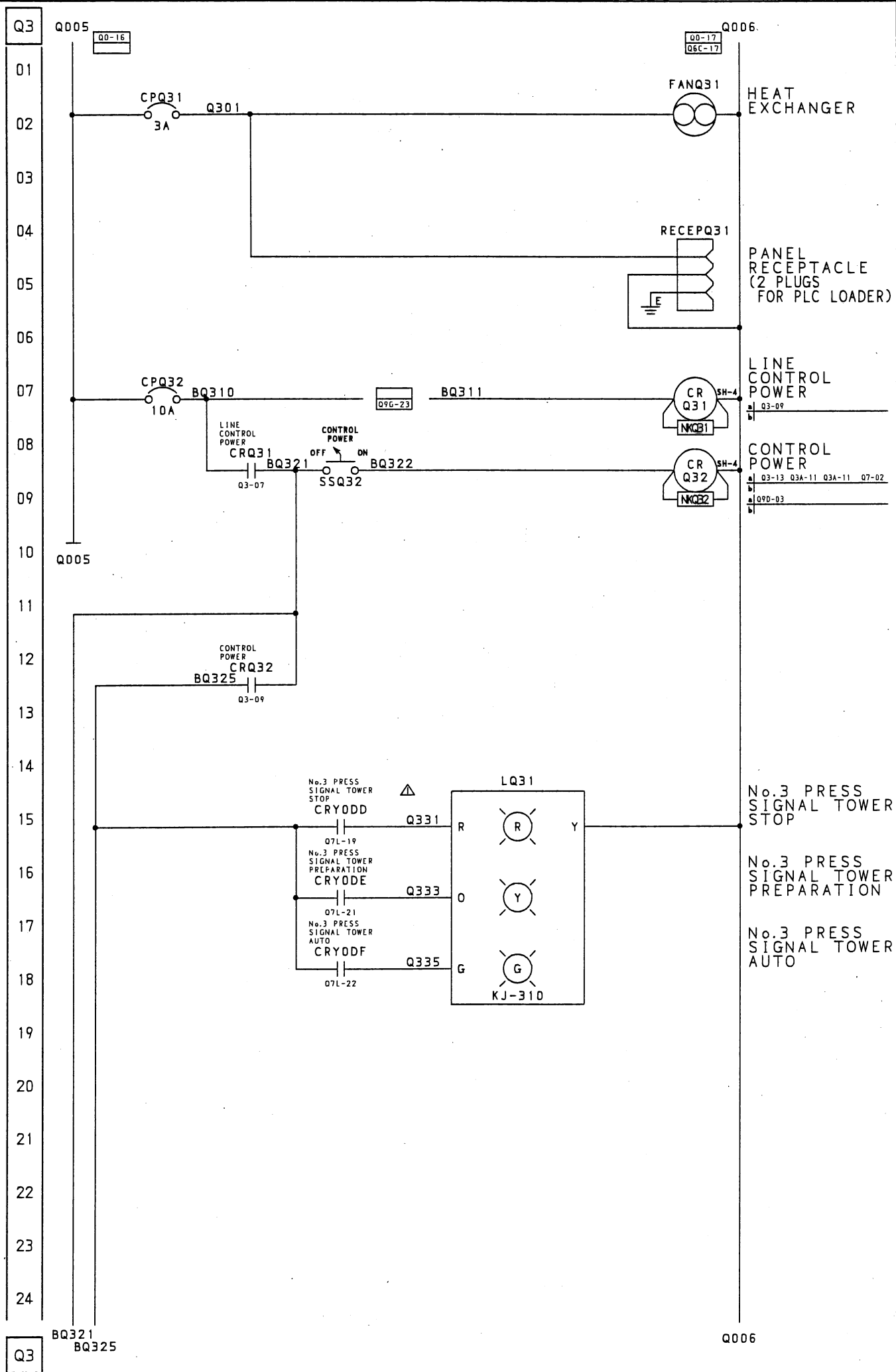
更新日: 1999/12/16

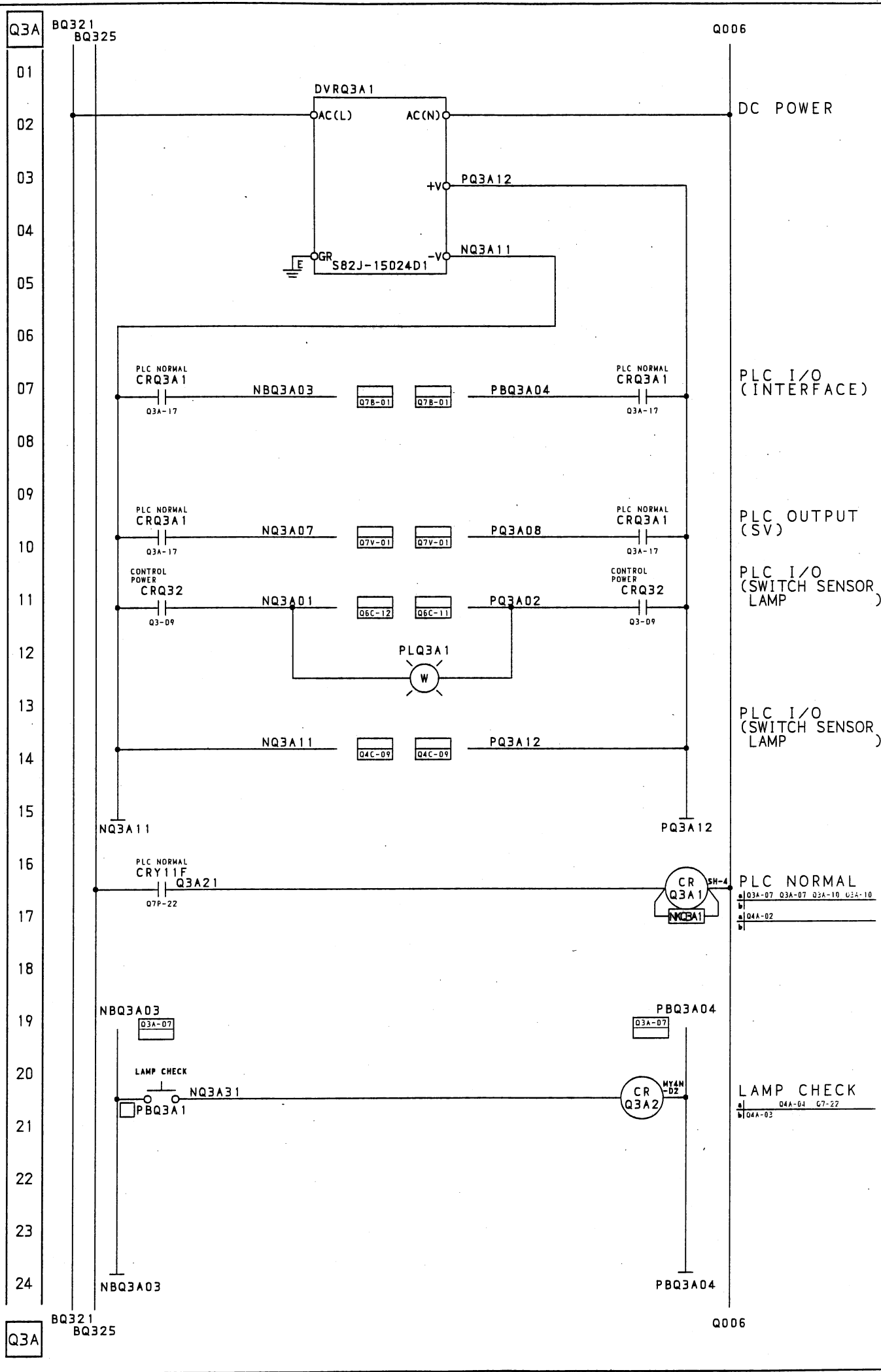


△×		三菱電機株式会社 Mitsubishi Electric Corporation		承認 APPROVED 2/17	製 CHECKED	作成 DRAWN S. Uno (KKS)	品番 PART NO.	製作番号 MANUF. NO.	台数 QTY.	部品名称 TITLE ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM ROBOT CONTROL PANEL (7/53)	尺 図 SCALE 面番 Dwg. No.	作 成 日 DATE 1999/12/16	
△×							E703	25222	1				
△×													
△×													
△×												図面番号 Dwg. No.	更新日 1999/12/16



[illegible]



[illegible]

**株式会社イー・アイ・エフ
Ishida Taisen Futui Company**



承認
APPROVED

照査
CHECKED

作成
DRAWN

S. Uno
(KKS)

品番	品番
PART NO.	PART NO.
E703	E703

製作番号
MANUF. NO.
25222

Qty.	1
------	---

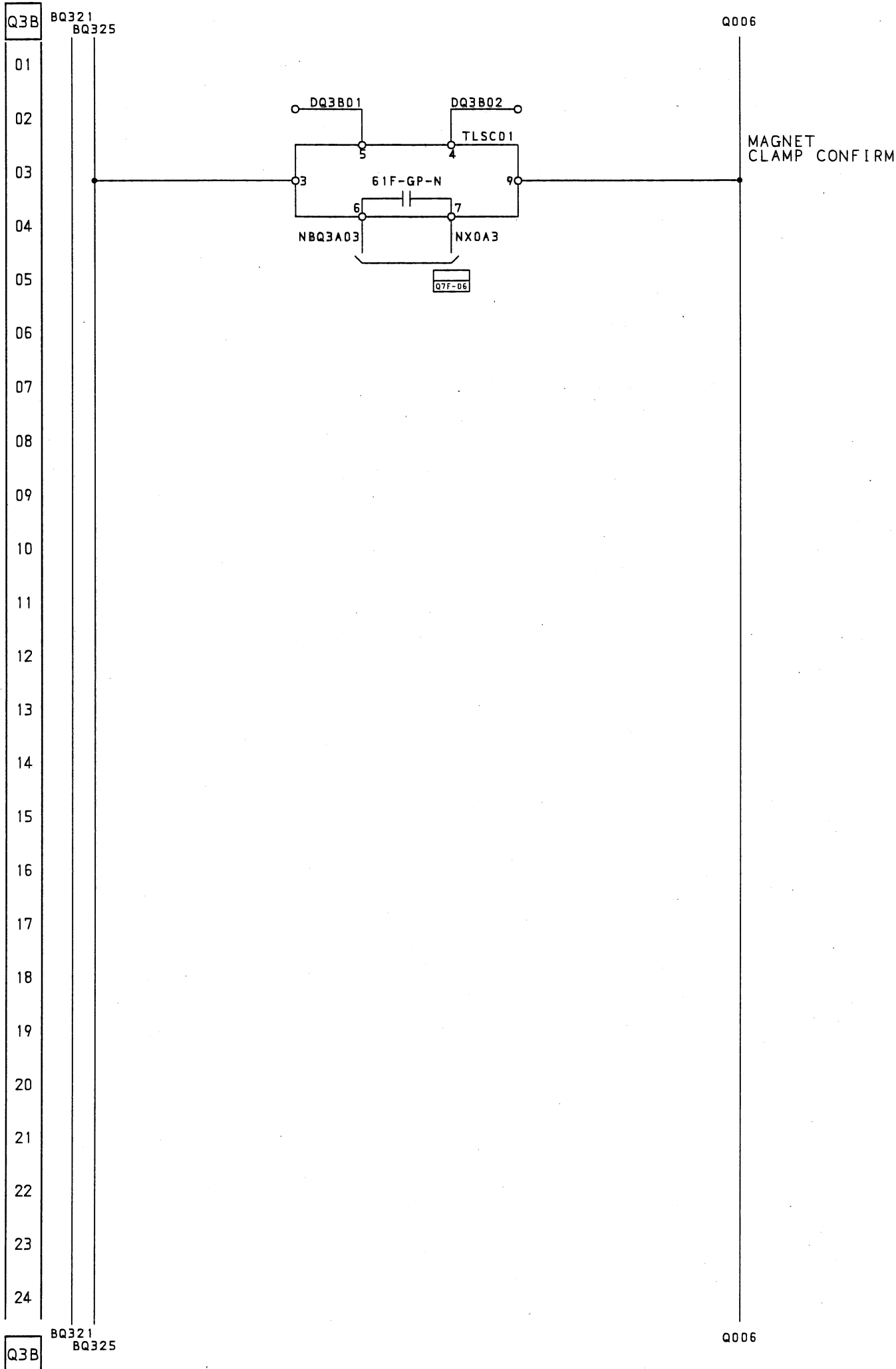
品名 回路電機

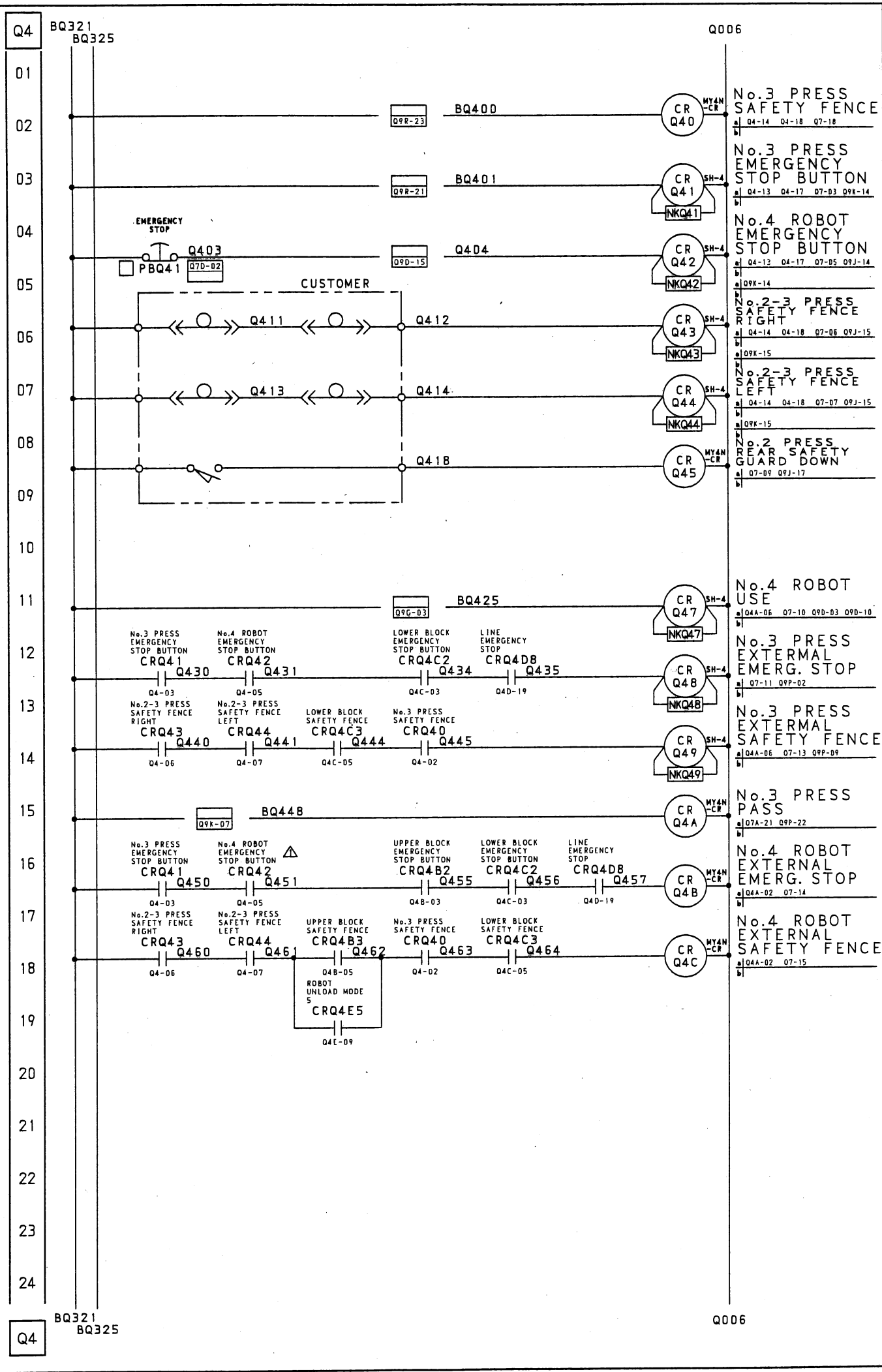
MAGNET CLAMP DETECT

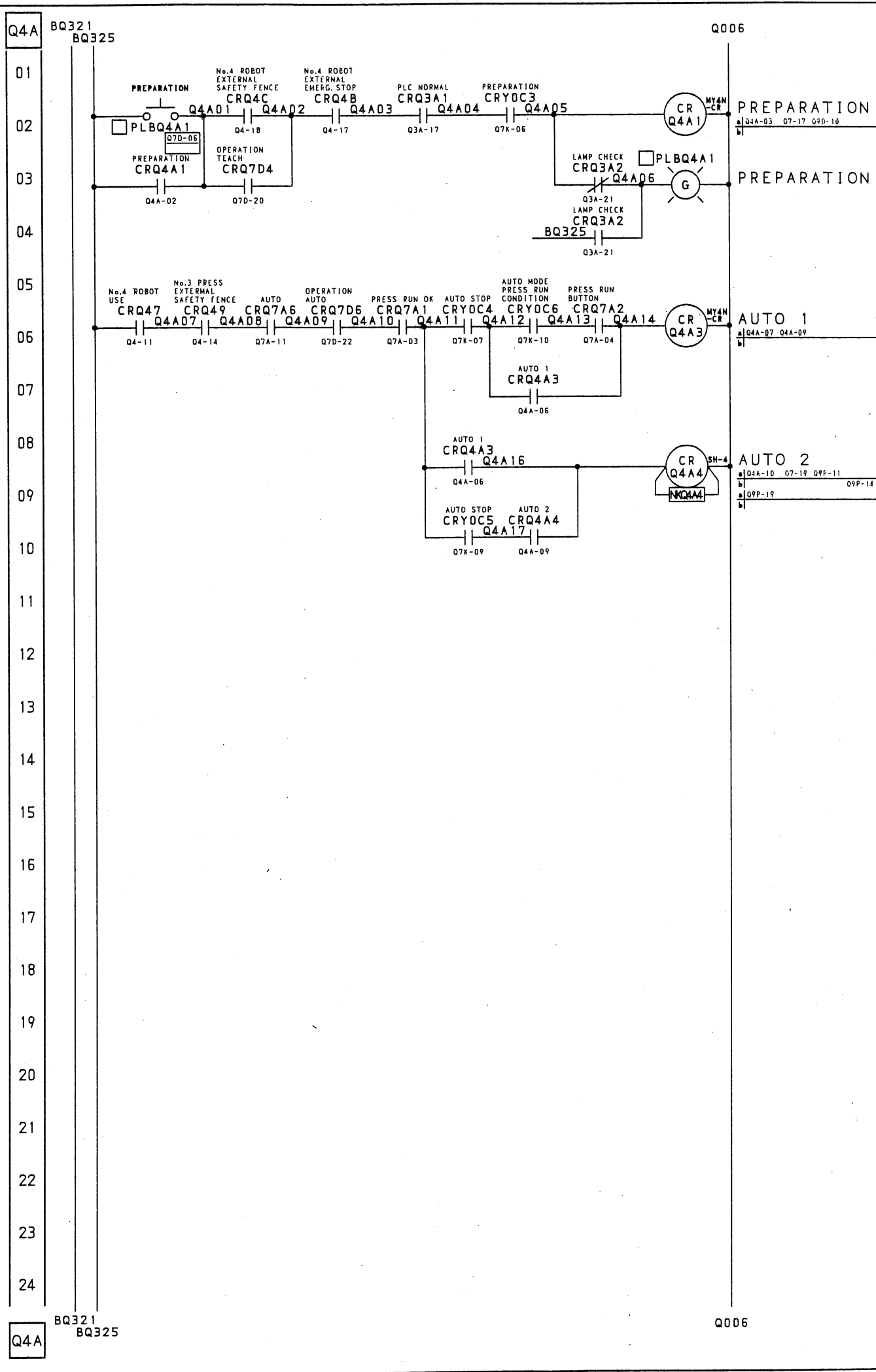
(11/53)

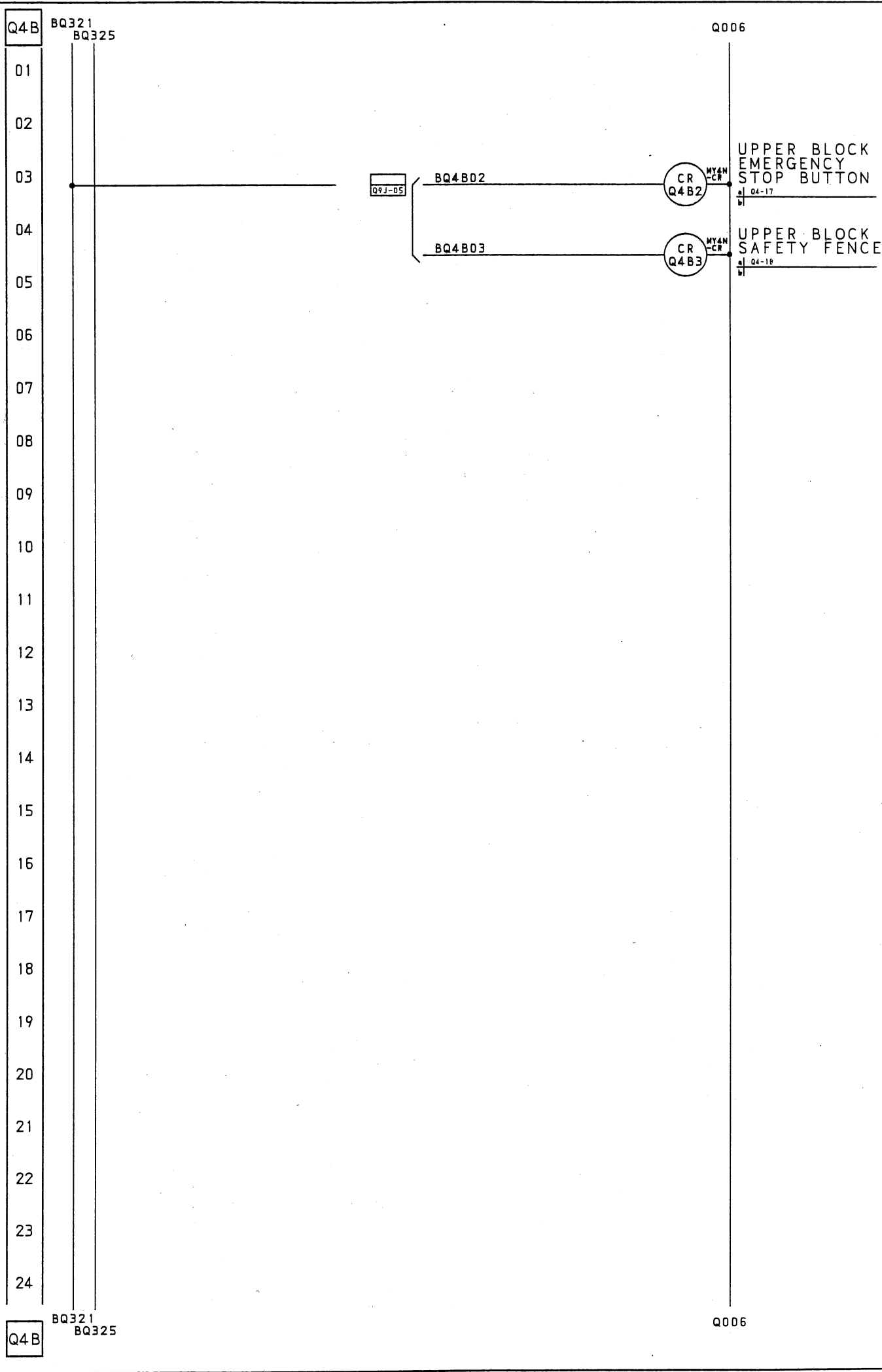
DATE 1999/12/16

更新日: 1999/12/15







[illegible]

703222

△x		承認 APPROVED 2.28	作成 DRAWN (KKS)	品番 PART NO. E703	製作番号 MANUF. NO. 25222	台数 QTY. 1	部品名称 ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM INTERFACE WITH LOWER EQUIPMENTS (15/53)	尺 SCALE E3-235846	作図日 DATE 1999/12/16
△x									
△x2	変更 99.12.29 KKS								

Q4C	01
	02
	03
	04
	05
	06
	07
	08
	09
	10
	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
	19
	20
	21
	22
	23
	24

BQ321
BQ325

BQ321
BQ325

09K-05

BQ4C02

BQ4C03

CR
Q4C2

CR
Q4C3

Q006

Q006

LOWER BLOCK
EMERGENCY
STOP BUTTON

LOWER BLOCK
SAFETY FENCE

更新日: 1999/12/29

Q006

BQ321
BQ325

Q4D

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q4D

BQ321
BQ325

Q006

LINE
EMERGENCY
STOP

Q4-13 Q3-17 07G-22

BQ4D08

CR
Q4D8

MY4N
-CR

Q9G-10

△x		三菱電機株式会社 Mitsubishi Electric Corporation				品番	製作番号	台数	ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM 電気回路図 LINE EMERGENCY STOP (16/53)	尺 寸 SCALE	作図日 DATE
△x						FAB. NO.	MANUF. NO.	QTY.			
△x						E703	25222	1			
△x											

703222

更新日: 1999/12/16

Q006

ROBOT
UNLOAD MODE

5
04-15

Q006

BQ4E05

Q9G-11

CR
Q4E5

MY4N
CR

Q4E

BQ321
BQ325

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

BQ321
Q6C-16

Q4E

BQ325

△x	承認		承認 APPROVED	検査 CHECKED	作成 DRAWN S. Uno (KKS)	品番 PART NO.	製作番号 MANUF. NO.	台数 QTY.	部品名称 TITLE ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM ROBOT MODE (17/53)	尺 SCALE E3-235846	作成日 DATE 1999/12/16
△x											
△x											
△x											

703222

更新日: 1999/12/16

△	x
△	x
△	x
△	x
△	x

株式会社 日立製作所
Hitachi Zosen Pulp Corporation



承認
CHECKED

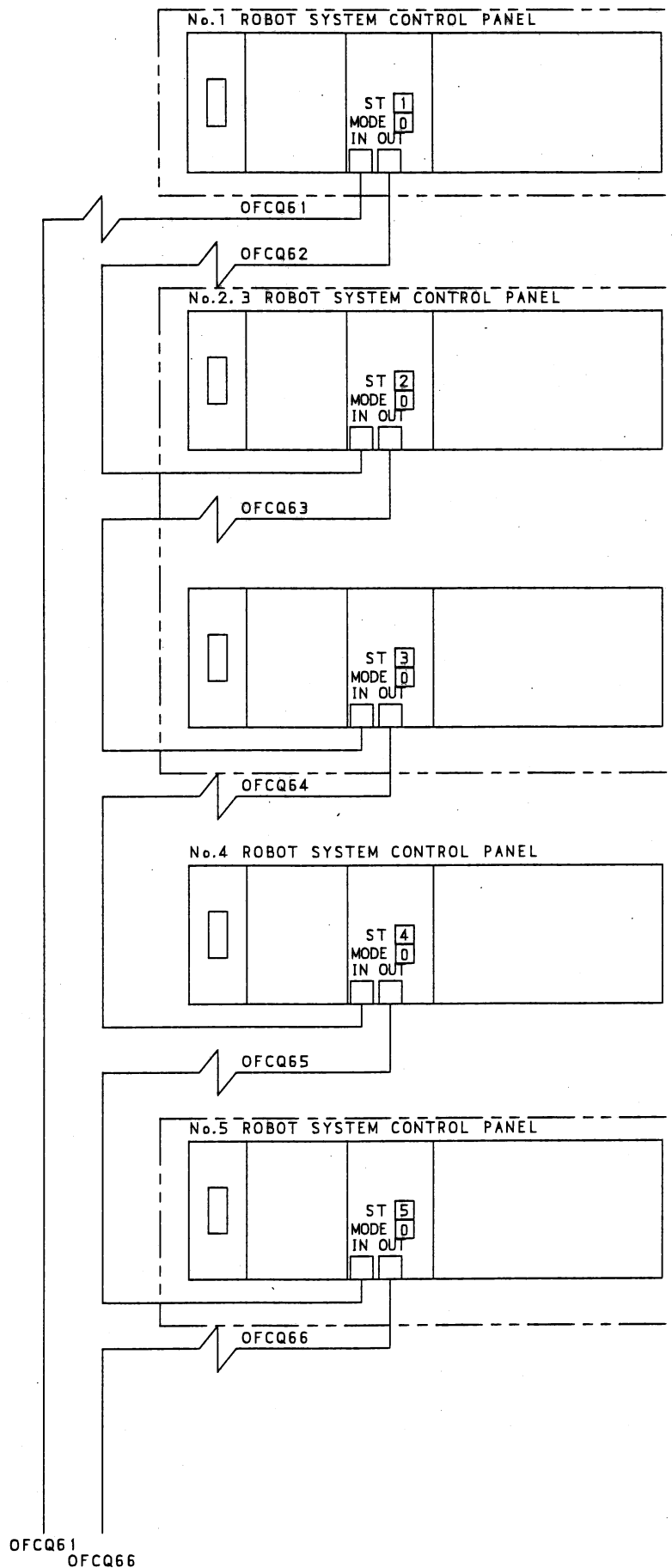
作成
DRAWN
(S) (K)

品番 PART NO.	703
製作番号 MANUF. NO.	25222
台数 QTY.	1

製品名称 TITLE
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM
NETWORK SYSTEM
(18/53)

尺 度
SCALE
図面番号 Dwg. No.
E3-235846
作成日 DATE
1999/12/16
更新日: 1999/12/16

Q6
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
Q6



703222

△x		承認 APPROVED 2017 6/26	検査 CHECKED	作成 DRAWN S. Uno (MS)	部品名 PART NO. E703	製作番号 MANUF. NO. 25222	台数 QTY. 1	部品名称 TITLE 電気回路図 ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM ネットワークシステム NETWORK SYSTEM (19/53)	尺 SCALE 1/100	作成日 DATE 1999/12/16
△x										
△x										
△x										
△x		三菱電機株式会社 Mitsubishi Electric Corporation								
△x		703222								

Q6A

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

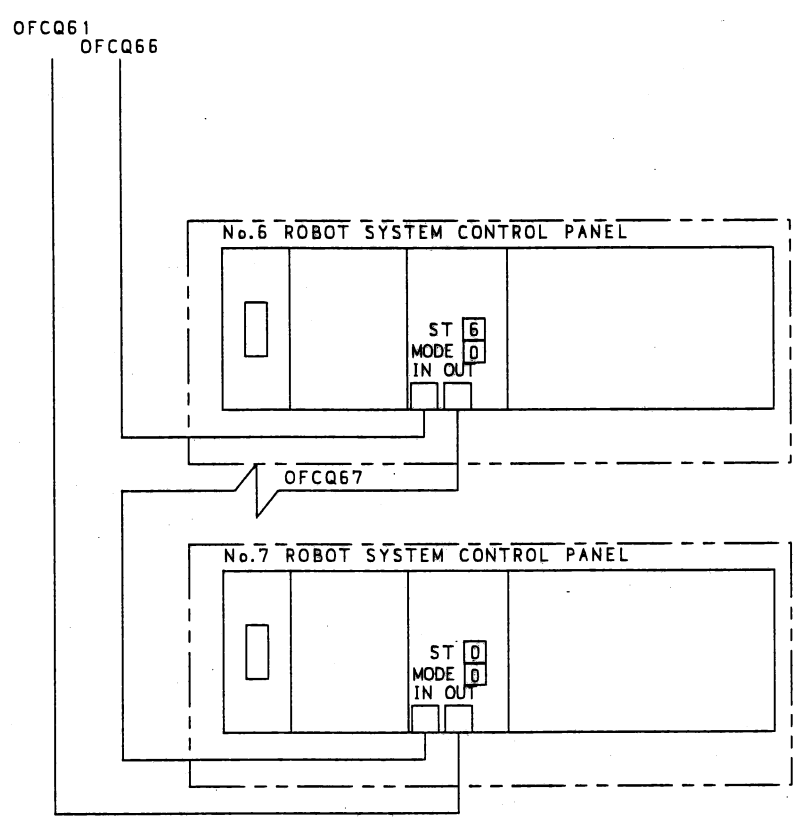
21

22

23

24

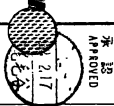
Q6A



更新日: 1999/12/16

△ x
△ x
△ x
△ x

三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation



承認
CHECKED

作成
DRAWN
S. Uno (KS)

品番
PART NO.
E703

製作番号
MANUF. NO.
25222

台数
QTY.
1

製品名称 TITLE
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

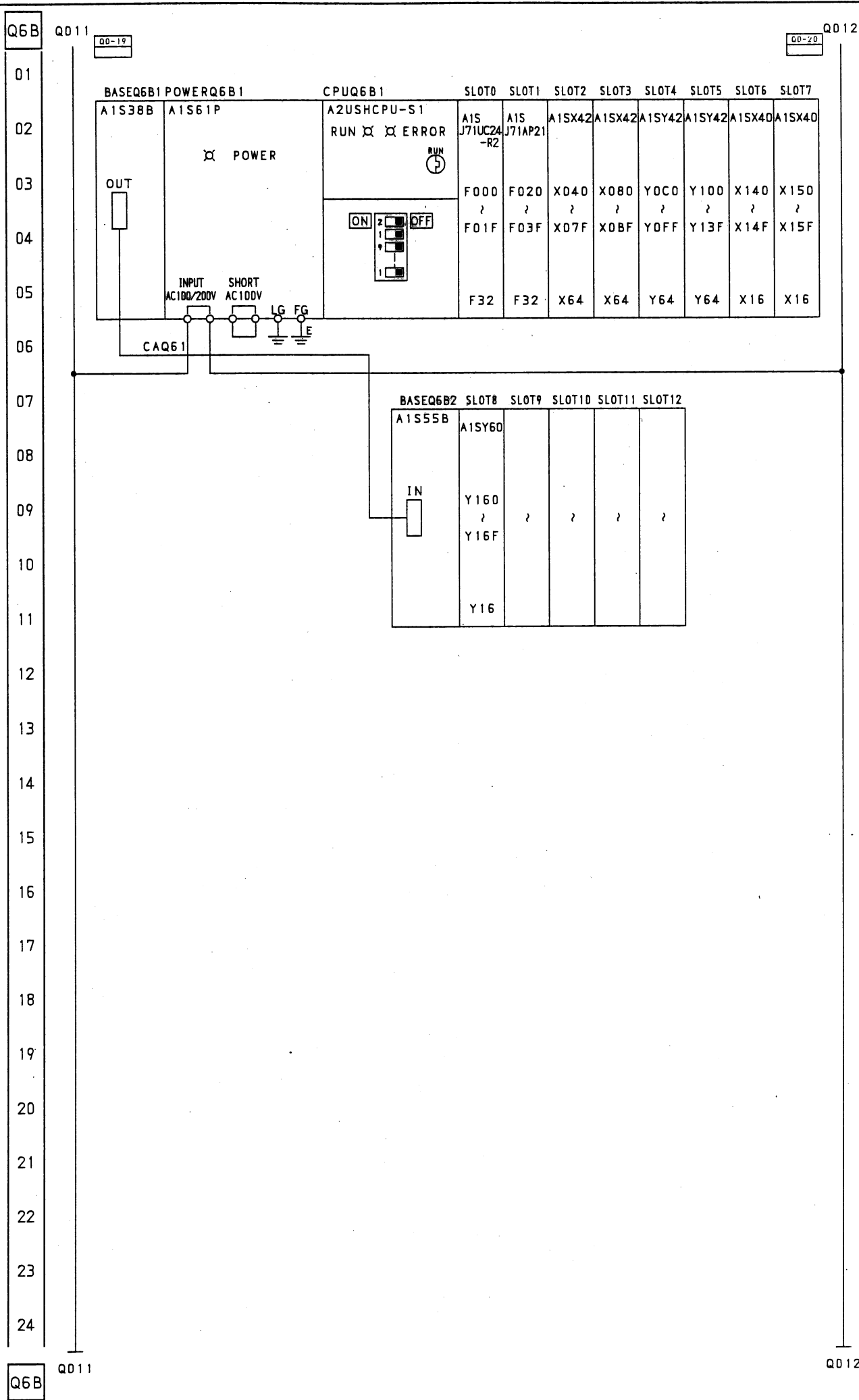
PLC SYSTEM

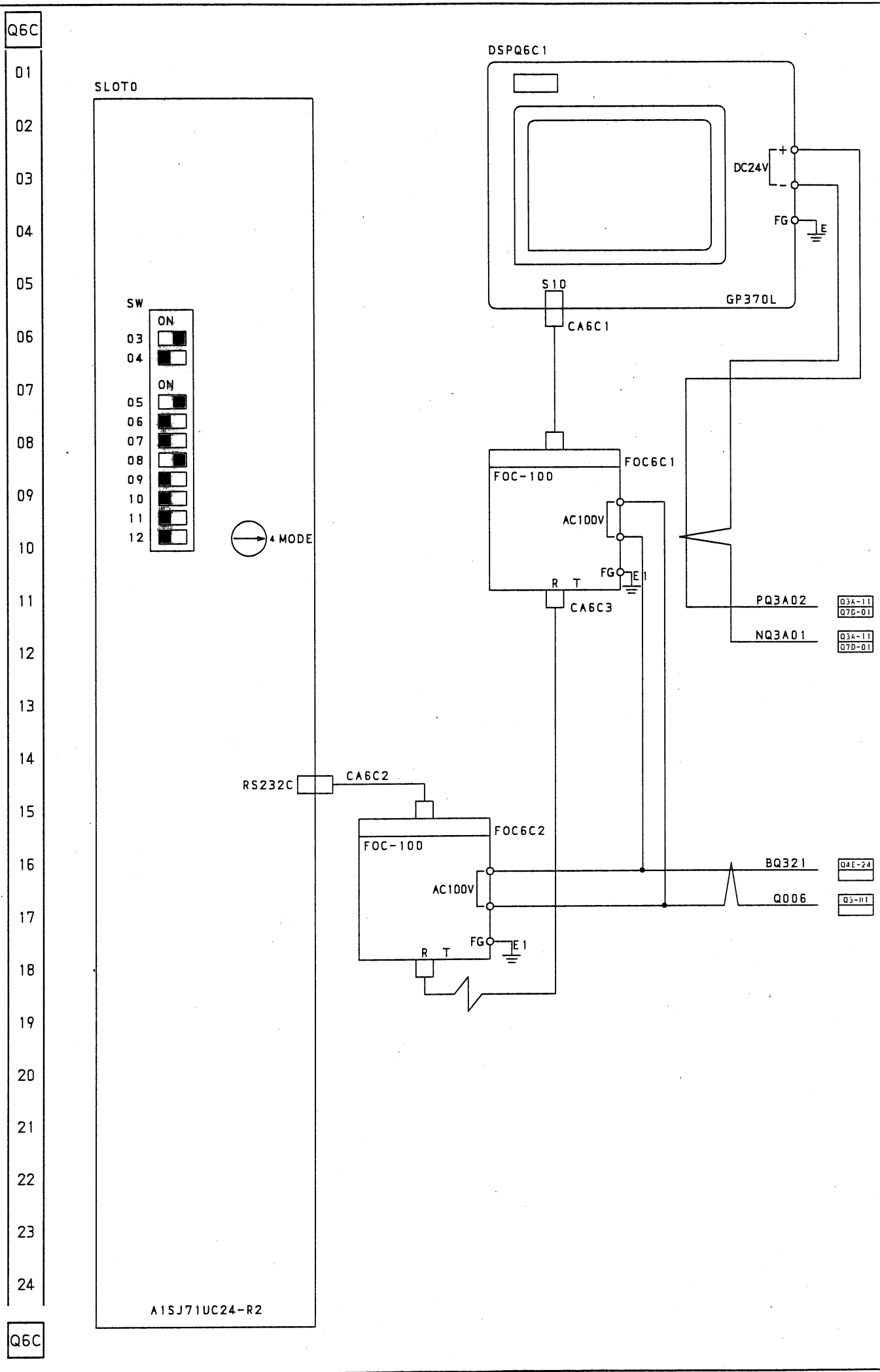
(20 / 53)

尺度
SCALE
1/100

作成日
DATE
1999/12/16

E3-235846



[illegible]

△x	承認	99.12.29	KKS
△x	承認		
△x2	承認		

三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation

承認
2.28

検査
2.28

作成
E703

品番
E703

製作番号
25222

台数
1

製品名称
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

電気回路図
PLC INPUT

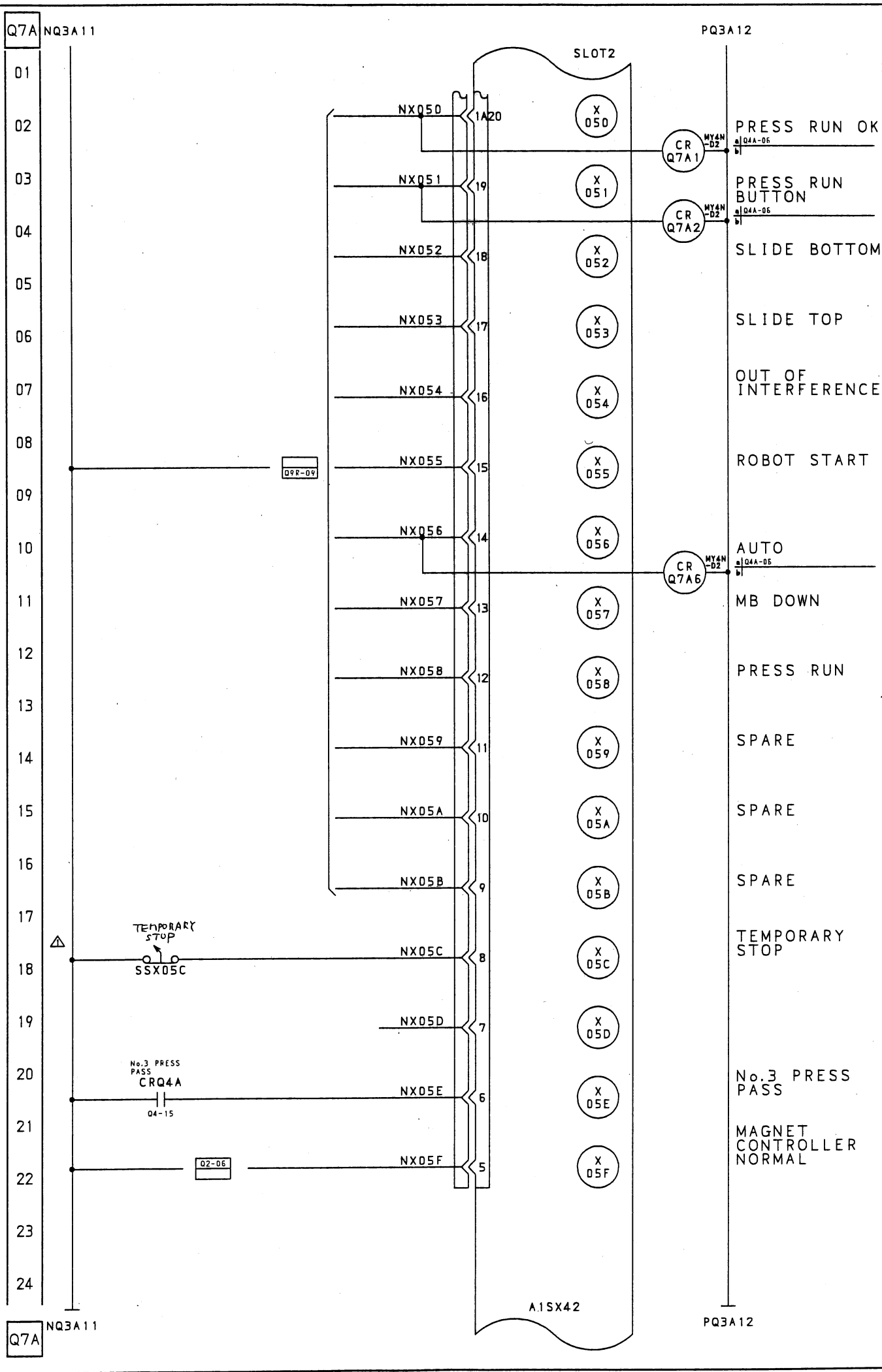
図面番号
E3-235846

尺度
SCALE

作図日
1999/12/16

DATE

更新日: 1999/12/29



△ x	
△ x	
△ x	
△ x	

建設イデアエフ
Mitsubishi Trustee Corporation

承 認
APPROVED

照 查
CHECKED

作 成
DRAWN
S. Uno
(KKS)

品番	PART NO.
E703	

252222

台數	1
QTY.	

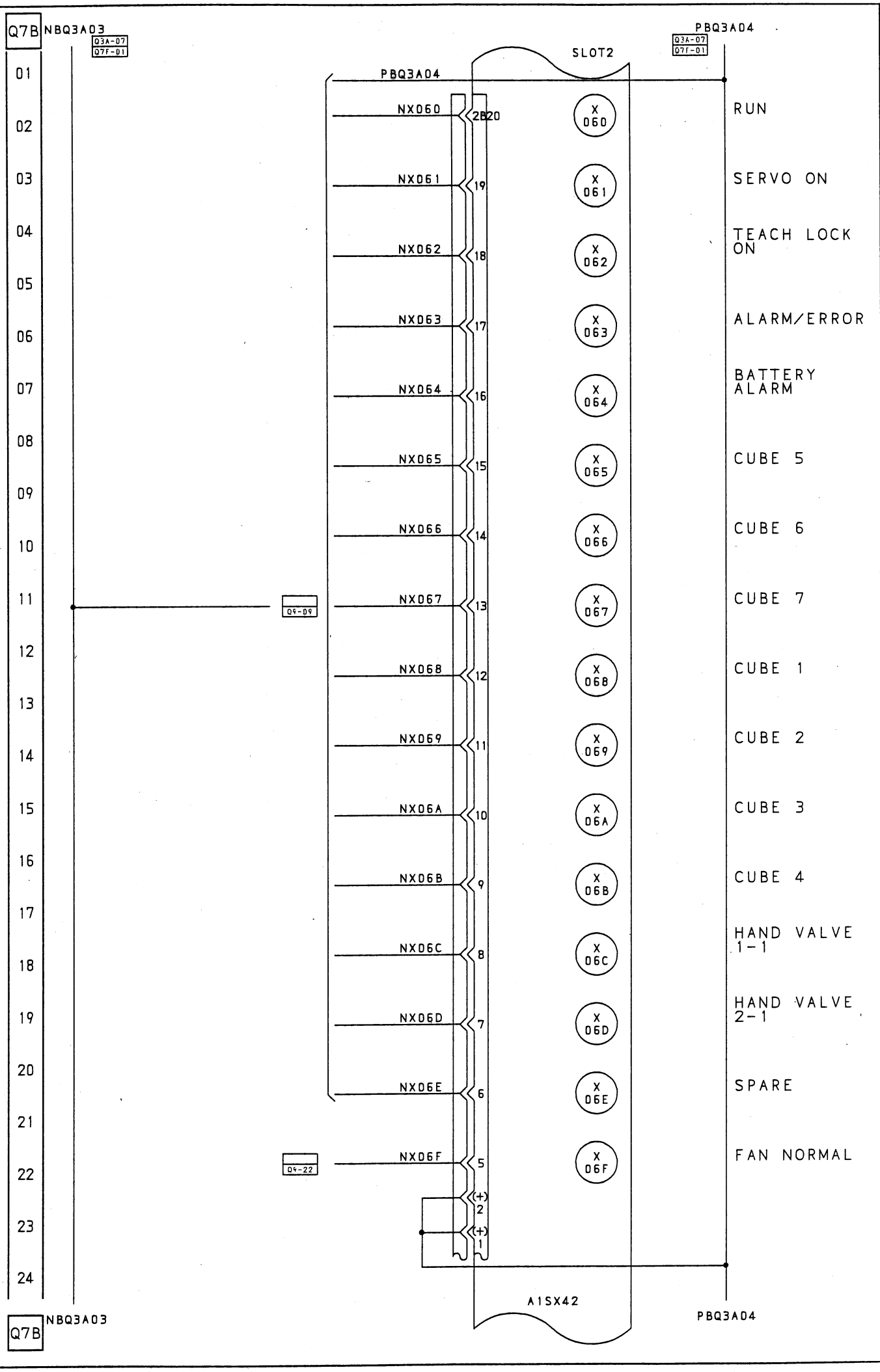
部品名称
TITLE

電氣回路
C SCHEMATIC
PLC INPUT

DIAGRAM

尺 度
SCALE
圖面番号 DWG. NO.
F3-2

作成日 1999/12/16
DATE
35846 V



Q7C|NBQ3A03

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q7C NBQ3A03

PBQ3A04

POINT SIGNAL
1
(OUT 1)

POINT SIGNAL
2
(OUT 2)

POINT SIGNAL
3
(OUT 3)

POINT SIGNAL
4
(OUT 4)

POINT SIGNAL
5
(OUT 5)

SPARE
(OUT 6)

POINT SIGNAL
7
(OUT 7)

POINT SIGNAL
8
(OUT 8)

POINT SIGNAL
9
(OUT 9)

POINT SIGNAL
10
(OUT 10)

POINT SIGNAL
11
(OUT 11)

SPARE
(OUT 12)

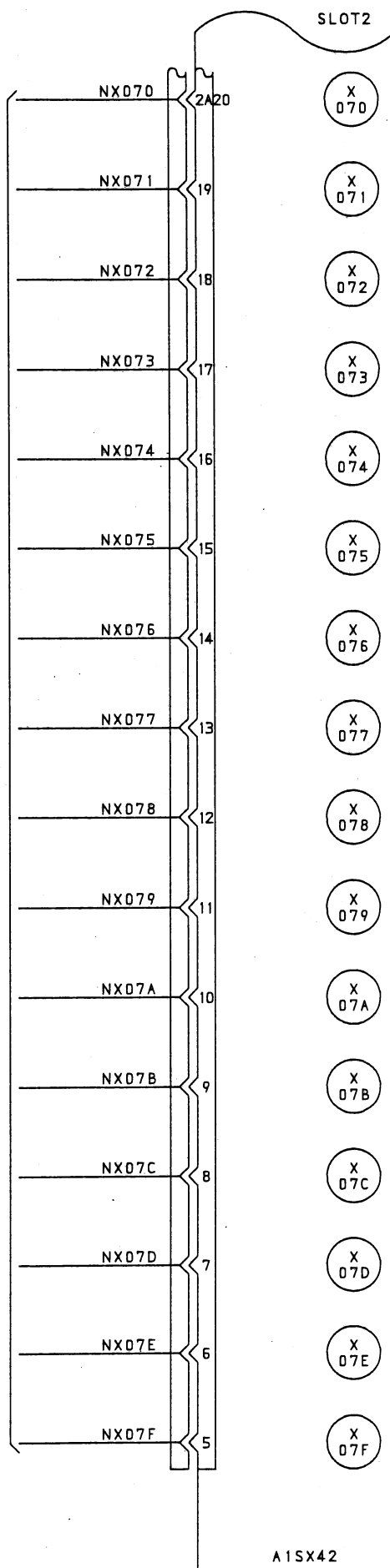
POINT SIGNAL
13
(OUT 13)

POINT SIGNAL
14
(OUT 14)

POINT SIGNAL
15
(OUT 15)

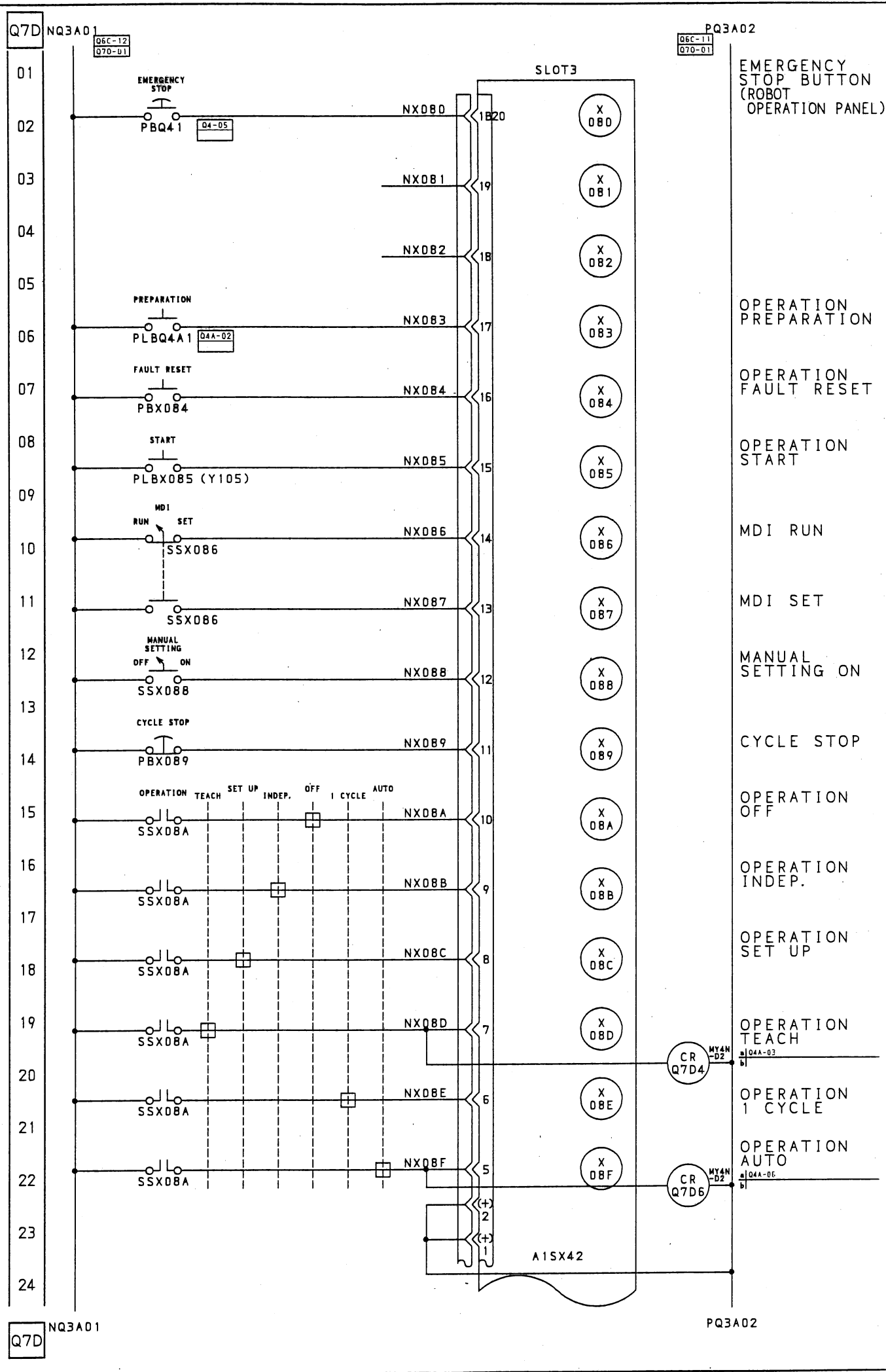
POINT SIGNAL
16
(OUT 16)

PBQ3A04



A 1 S X 4 2

尺 度	作 日
SCALE	DATE
1	1999/12/16
図面番号 DWG. NO.	
E3-235846	



PQ3A02



HAND
CLAMP

WORK MEMO.
UPPER

WORK MEMO.
LOWER

TOOL OFF

TOOL ON

SLOT3

A 1 S X 4 2

PQ3A02

△×		承認 CHECKED	作成 DRAWN	品番 PART NO.	製作番号 MANUF. NO.	台数 QTY.	製品名称 TITLE
△×				E703	25222	1	 ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM 電気回路図 PLC INPUT (27 / 53)
△×2	変更 99.12.29 KKS						
△×2	改訂 承認 発行						



Mitsubishi Electric Corporation

尺 度 

SCALE 

図面番号 Dwg. NO. **E3-235846**

発行日 1999/12/16

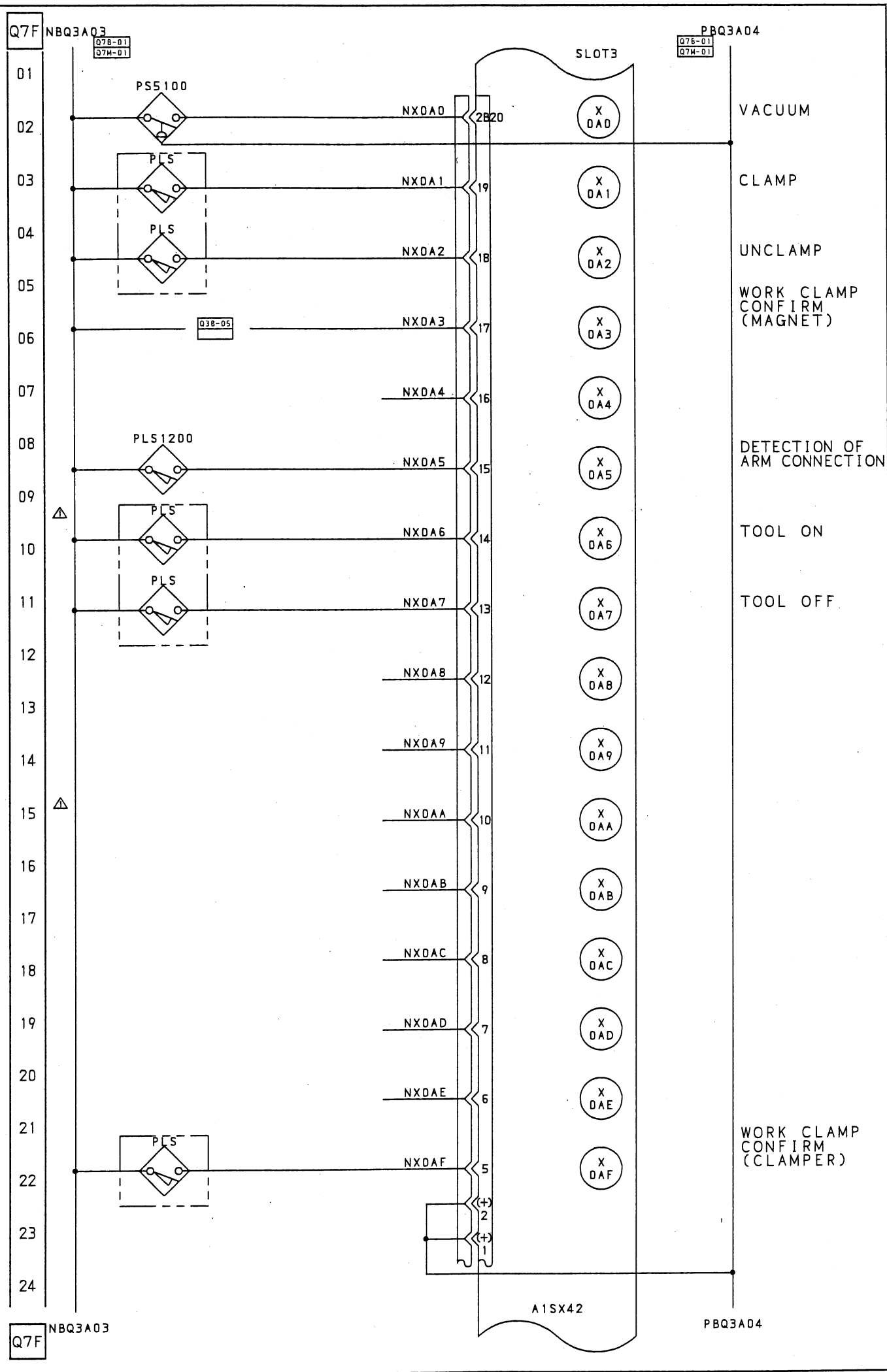
DATE



頁数 1/1

1/200 413 230

$\Delta \times$	承認 CHECKED	作図 DRAWN	品名 PART NO.	製作番号 MANUF. NO.	台数 QTY.	製品名称 TITLE	電氣回路図	尺度 SCALE	作図日 DATE
$\Delta \times$			E703	25222	1	ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM	PLC INPUT	／	1999/12/18
$\Delta \times 3$	変更 99.12.29 KKS							図面番号 Dwg. NO.	
規格記号 SPEC. CODE								E3-235846	



703222

△×	△×	△×	△×
三菱電機株式会社 Mitsubishi Electric Corporation			
承認 APPROVED 217			
検査 CHECKED			
作成 DRAWN S. Uno (KKS)			
品番 PART NO.	製造番号 MANUF. NO.	台数 QTY.	部品名称 TITLE
E703	25222	1	ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM
PLC INPUT (29/53)			
尺図 SCALE	作成日 DATE	図面番号 DRG. NO.	
1/1	1999/12/16	E3-235846	
更新日: 1999/12/16			

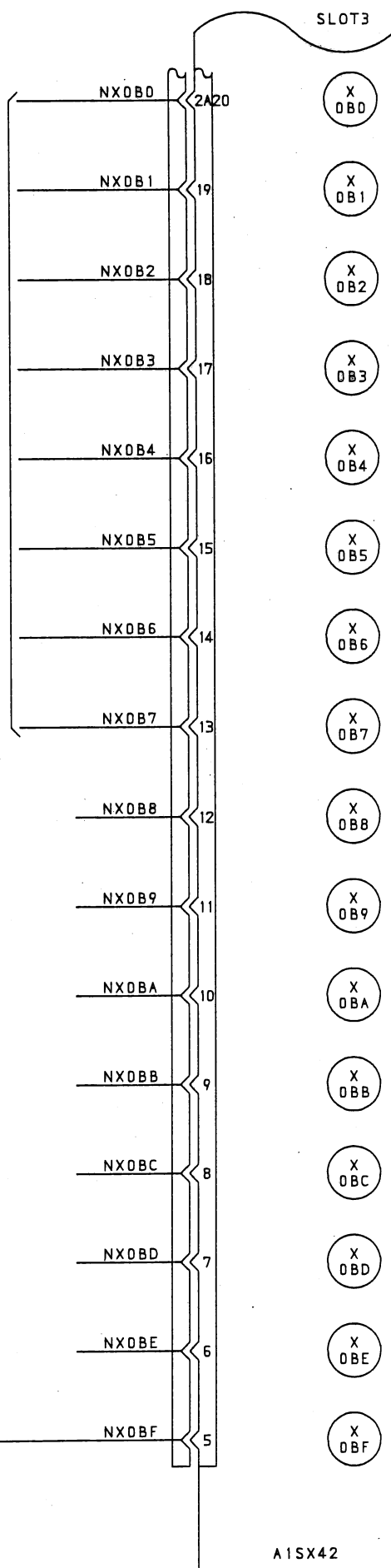
Q7G NBQ3A03

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q7G NBQ3A03

09A-20

LINE
EMERGENCY
STOP
CRQ4DB
04D-19



A1SX42

PBQ3A04

SPARE (OUT 17)

SPARE (OUT 18)

SPARE (OUT 19)

SPARE (OUT 20)

SPARE (OUT 21)

ARM CHANGE POS. /
H. P.1 START (OUT 22)NO USE POS. /
H. P.2 START (OUT 23)

CUBE (OUT 24)

LINE
EMERGENCY
STOP

PBQ3A04

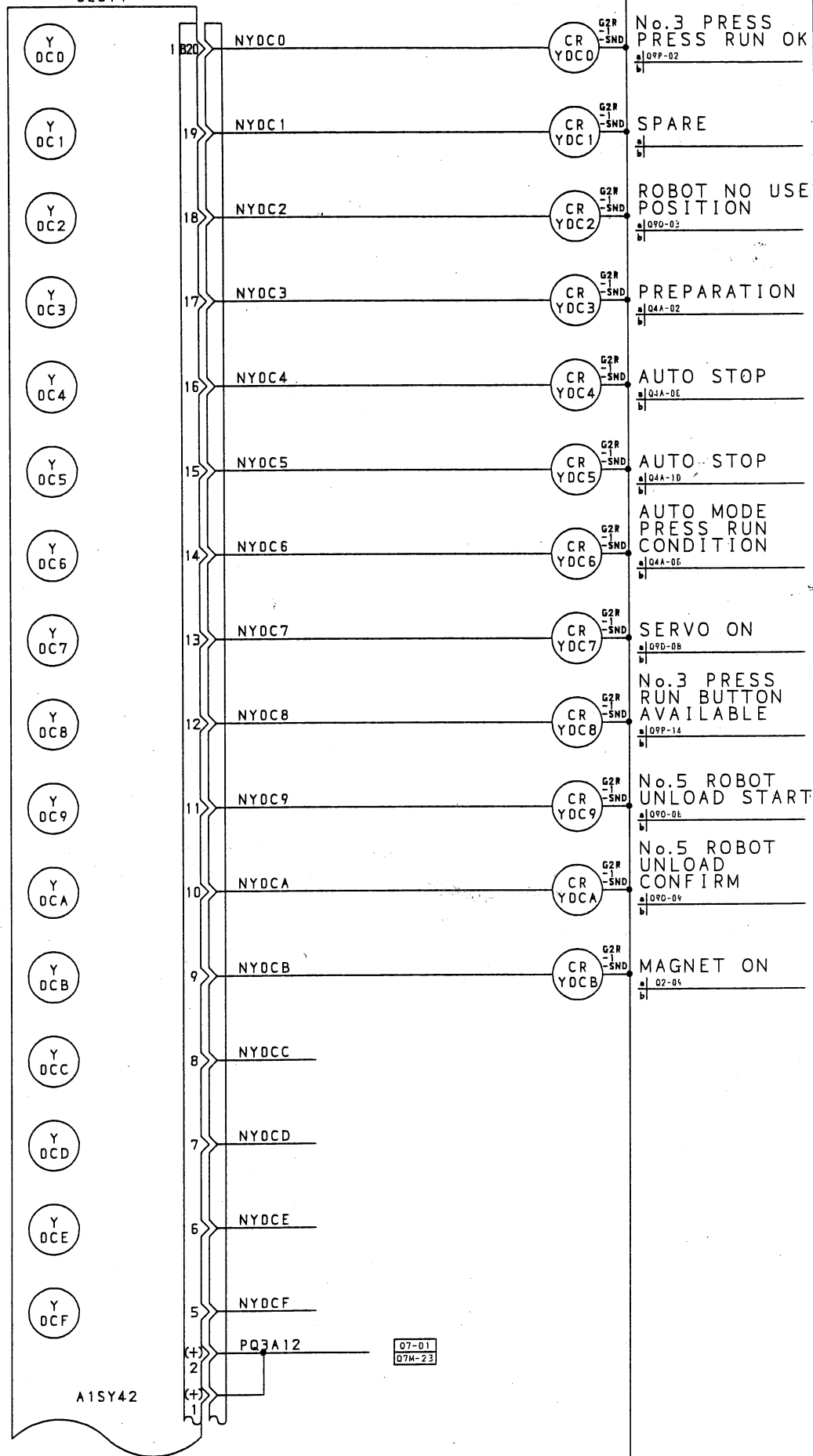
△ x	△ x	△ x
△ x	△ x	△ x
△ x	△ x	△ x
三菱電機株式会社 Mitsubishi Electric Corporation		
承認 APPROVED 1999/12/16		
図面 DRAWING 作成 DRAWN 品番 PART NO. E703		
製作番号 MANUF. NO. 25222		
台数 QTY. 1		
製品名 TITLE ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM		
電気回路図 PLC OUTPUT		
尺図 SCALE 1/2		
作成日 DATE 1999/12/16		
図面番号 DRG. NO. E3-235846		
更新日 1999/12/16		

Q7K

NQ3A11

Q7-01
Q7M-2301
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

SLOT4



PQ3A12

Q7-01
Q7M-23No.3 PRESS
PRESS RUN OK
Q9P-02

SPARE

ROBOT NO USE
POSITION
Q9D-02PREPARATION
Q4A-02AUTO STOP
Q4A-0EAUTO STOP
Q4A-1DAUTO MODE
PRESS RUN
CONDITION
Q4A-0ESERVO ON
Q9D-0ENo.3 PRESS
RUN BUTTON
AVAILABLE
Q9P-14No.5 ROBOT
UNLOAD START
Q9D-0ENo.5 ROBOT
UNLOAD
CONFIRM
Q9D-0VMAGNET ON
Q2-04Q7-01
Q7M-23

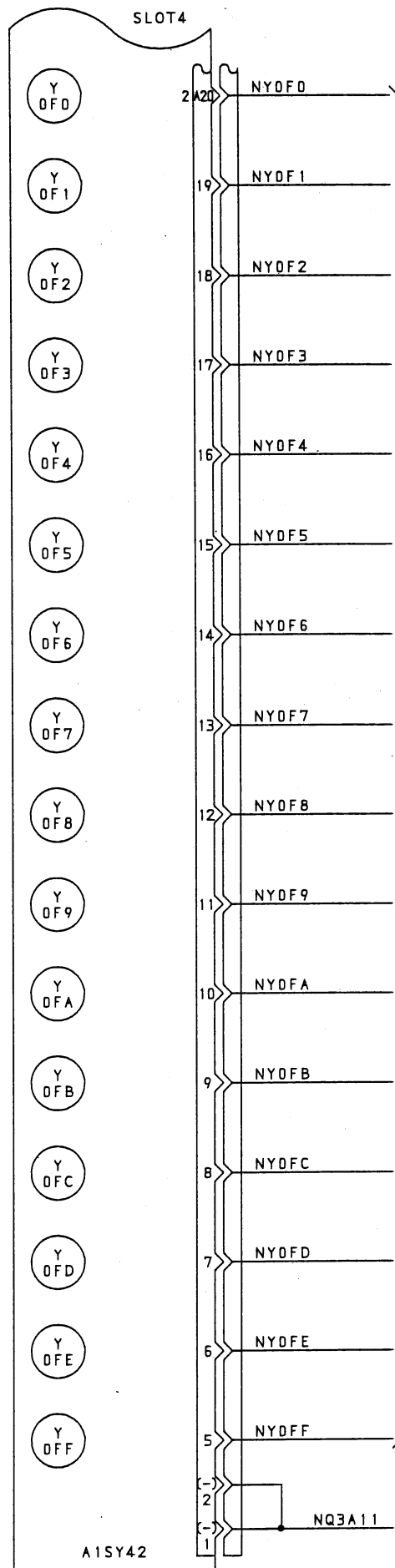
Q7K

NQ3A11

PQ3A12

△ x	△ x	△ x
△ x	△ x	△ x
△ x	△ x	△ x
Hitachi I-15 JPLC Hitachi I-15 JPLC Hitachi I-15 JPLC		
承認 APPROVED 217		
検査 CHECKED		
作成 DRAWN S. Uno (MS)		
品番 PART NO.	製作番号 MANUF. NO.	台数 QTY.
E703	25222	1
部品名称 TITLE ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM		
電気回路図 PLC OUTPUT		
尺度 SCALE E3-235846		
作成日 DATE 1999/12/16		

Q7N NBQ3A03

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24


A15Y42

NQ3A11

Q7L-23
Q7P-23

PBQ3A04

AUTO ON
(IN 1)

JOB SELECT
(IN 2)

UNLOAD START
(IN 3)

FEED START
(IN 4)

SPARE
(IN 5)

HOME POS1.2
(IN 6)

LOW SPEED
(IN 7)

EXTERNAL HOLD
(IN 8)

JOB No.1
(IN 9)

JOB No.2
(IN 10)

JOB No.4
(IN 11)

JOB No.8
(IN 12)

JOB No.16
(IN 13)

JOB No.32
(IN 14)

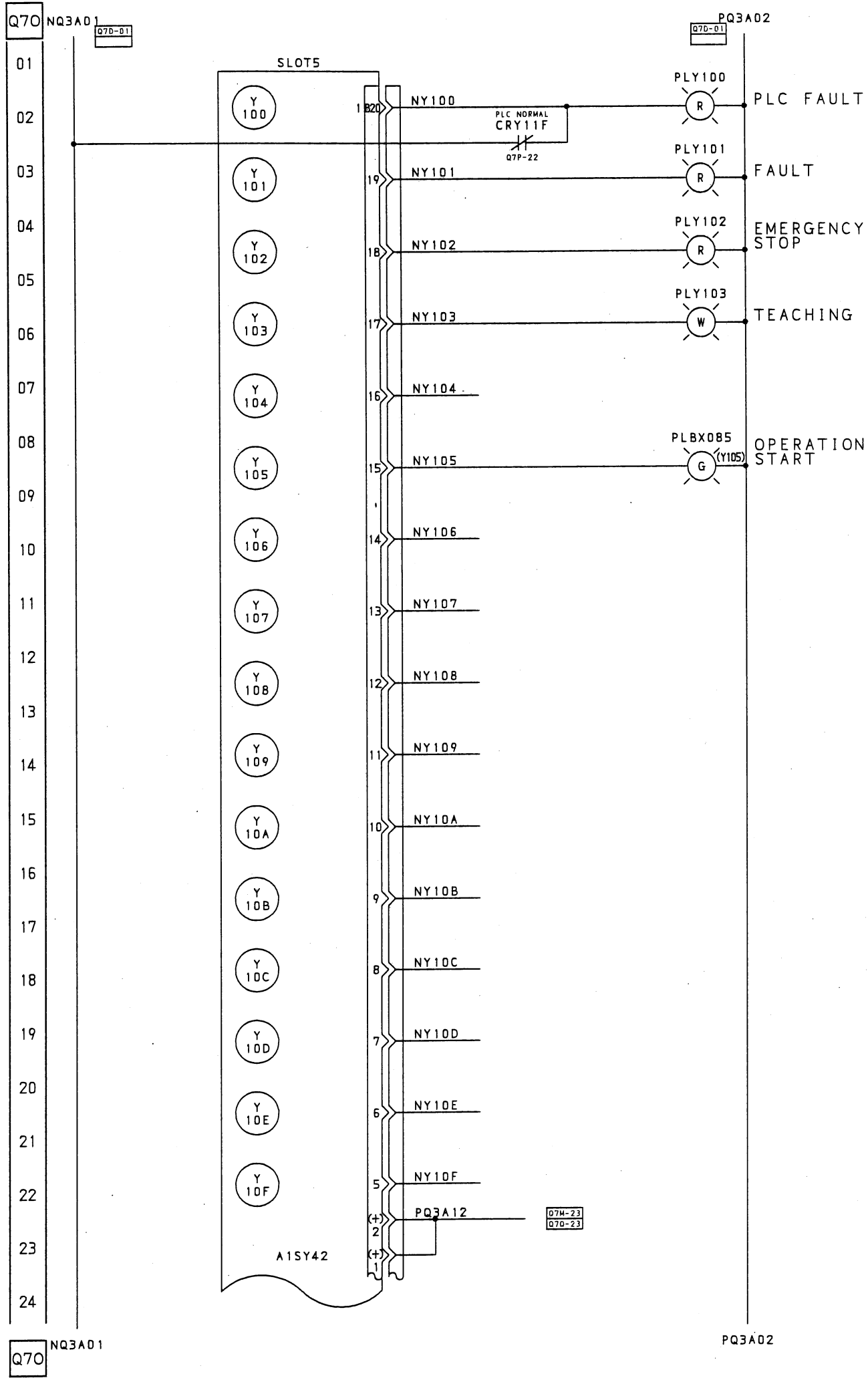
JOB No.64
(IN 15)

JOB No.128
(IN 16)

Q7N

NBQ3A03

PBQ3A04



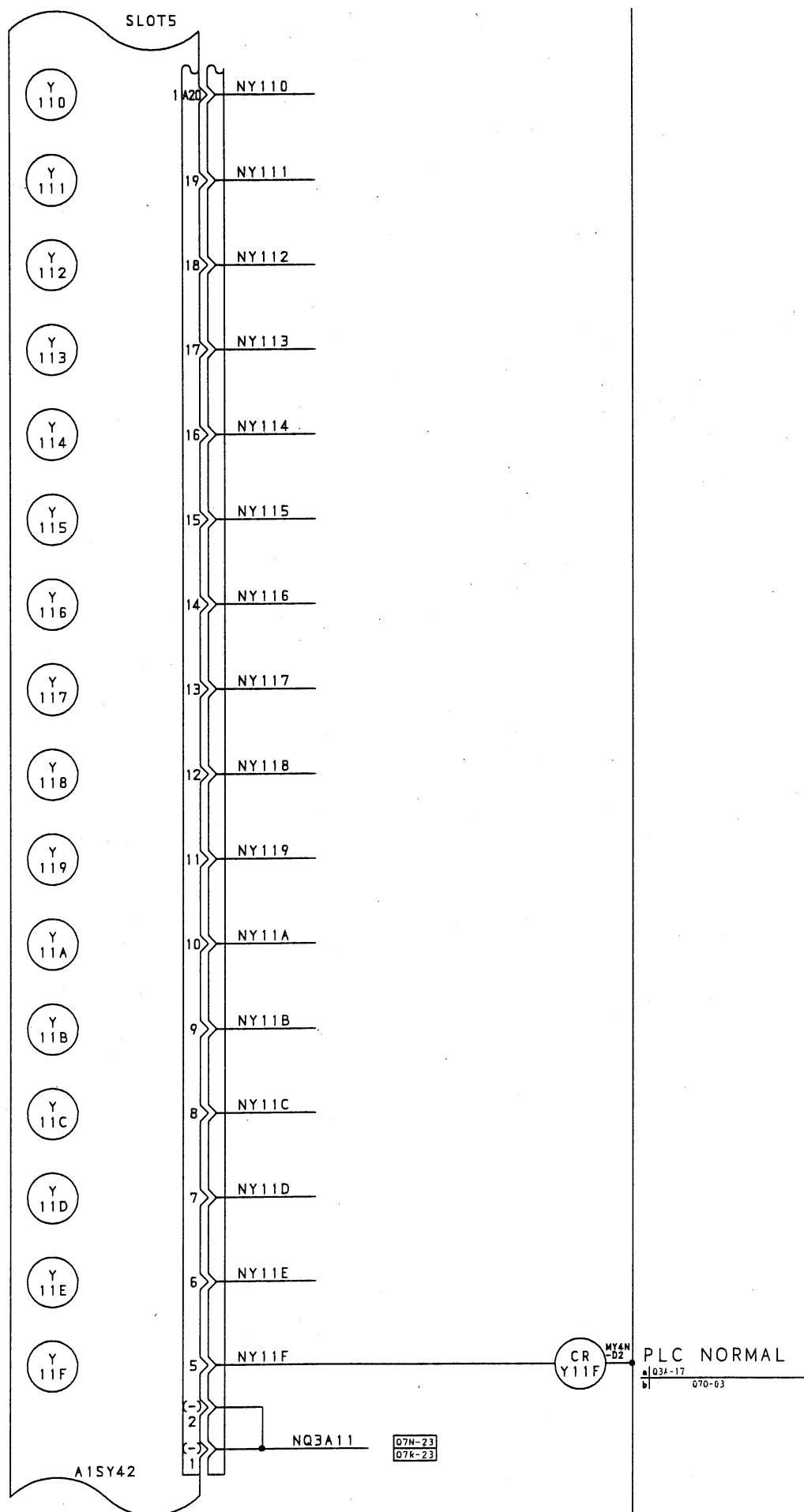
[illegible]

Q7P NQ3A01

PQ3A02

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q7P NQ3AD1



PQ3A02

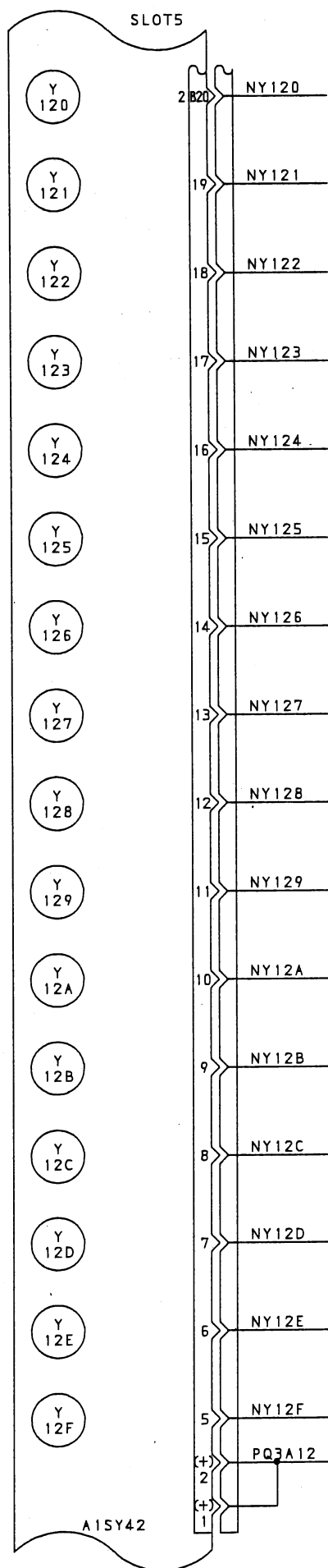
△ x	承認	承認者	承認日
△ x	作成	作成者	作成日
△ x	検出	検出者	検出日
△ x	検査	検査者	検査日
 Hitech Zosen Futaba Corporation			
 SEAL		 SEAL	
 SEAL		 SEAL	
 SEAL		 SEAL	

Q7Q NBQ3A03

Q7M-01
Q9D-1801
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q7Q

NBQ3A03

Q70-23
Q7V-23

PBQ3A04

Q7M-01
Q9D-18

PBQ3A04

703222

△	x
△	x
△	x

三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation



承認
CHECKED

作成
DRAWN
S. Ueno
(KKS)

品番 PART NO.	E703
製作番号 MANUF. NO.	25222
台数 QTY.	1

部品名
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM
PLC INPUT
(38/53)

尺度
SCALE
図面番号
E3-235846
作図日
DATE
1999/12/16

Q7T NBQ3A03

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q7T NBQ3A03

PBQ3A04

No.2,3 ROBOT SYSTEM

SPARE

No.2 BLOCK AUTO

No.2 PRESS OUT OF INTERFERENCE (CAM)

No.3 ROBOT OUT OF INTERFERENCE (LARGE CUBE)

ROBOT ADVANCE OK

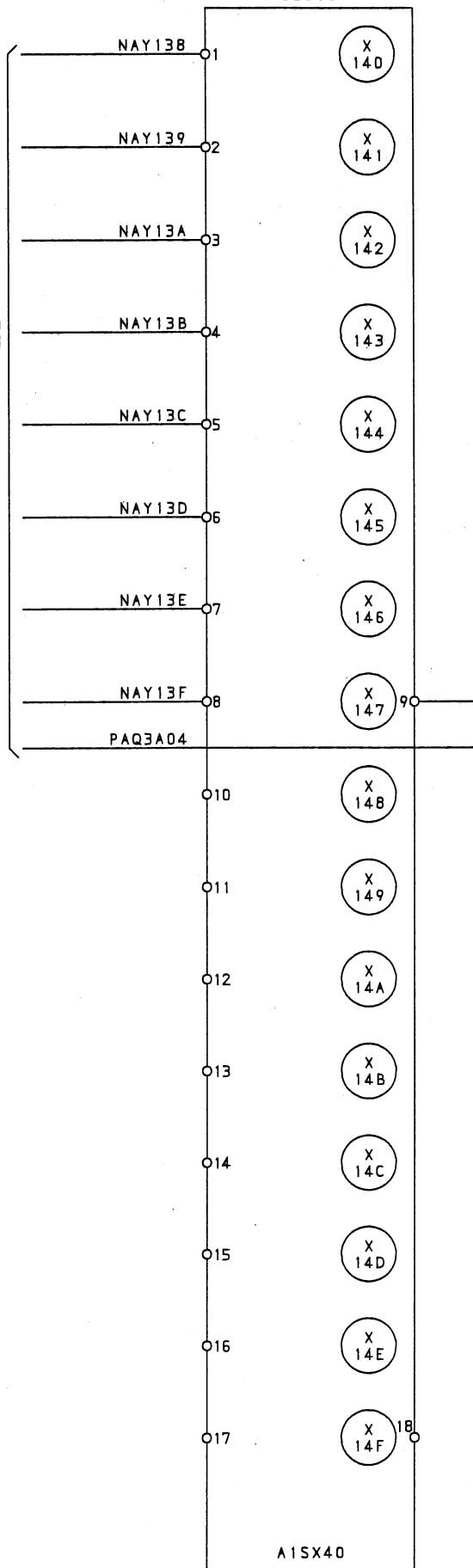
No.3 ROBOT OUT OF INTERFERENCE (SMALL CUBE)

No.2 PRESS MB DOWN

No.2 PRESS ACCEND

PBQ3A04

SLOT6



A1SX40

更新日: 1999/12/16

$\triangle x$	
$\triangle x$	
$\triangle x$	
国新222	
浙大11111	

株式会社イテクト
Itect Tessen Futu! Design

承認
APPROVED

照 査
CHECKED

作 成
DRAWN

S. Uno
(KKS)

品番	E703
PART NO.	

MANUF. NO. 25222

[illegible]

製品名称 TITLE
電気回路図
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

PLC INPUT

(39 / 53)

DATE / DATE 作成日 1999/12/16

更新日: 1999/12/16

Q7U|NBQ3A03

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
00

SECRET NBQ3A03

PBQ3A04

No.5 ROBOT SYSTEM

AUTO OK

AUTO MODE

ROBOT WORK
UNLOADING

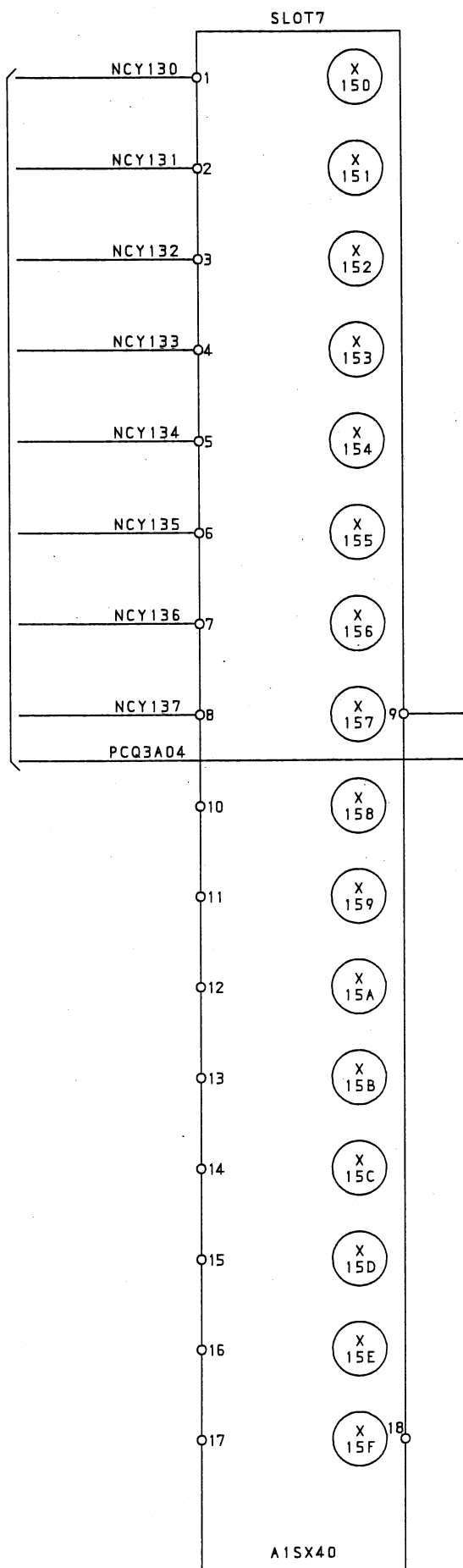
ROBOT OUT OF INTERFERENCE

No.3 PRESS
STAMPING
MEMORY RESET

ROBOT OUT OF INTERFERENCE

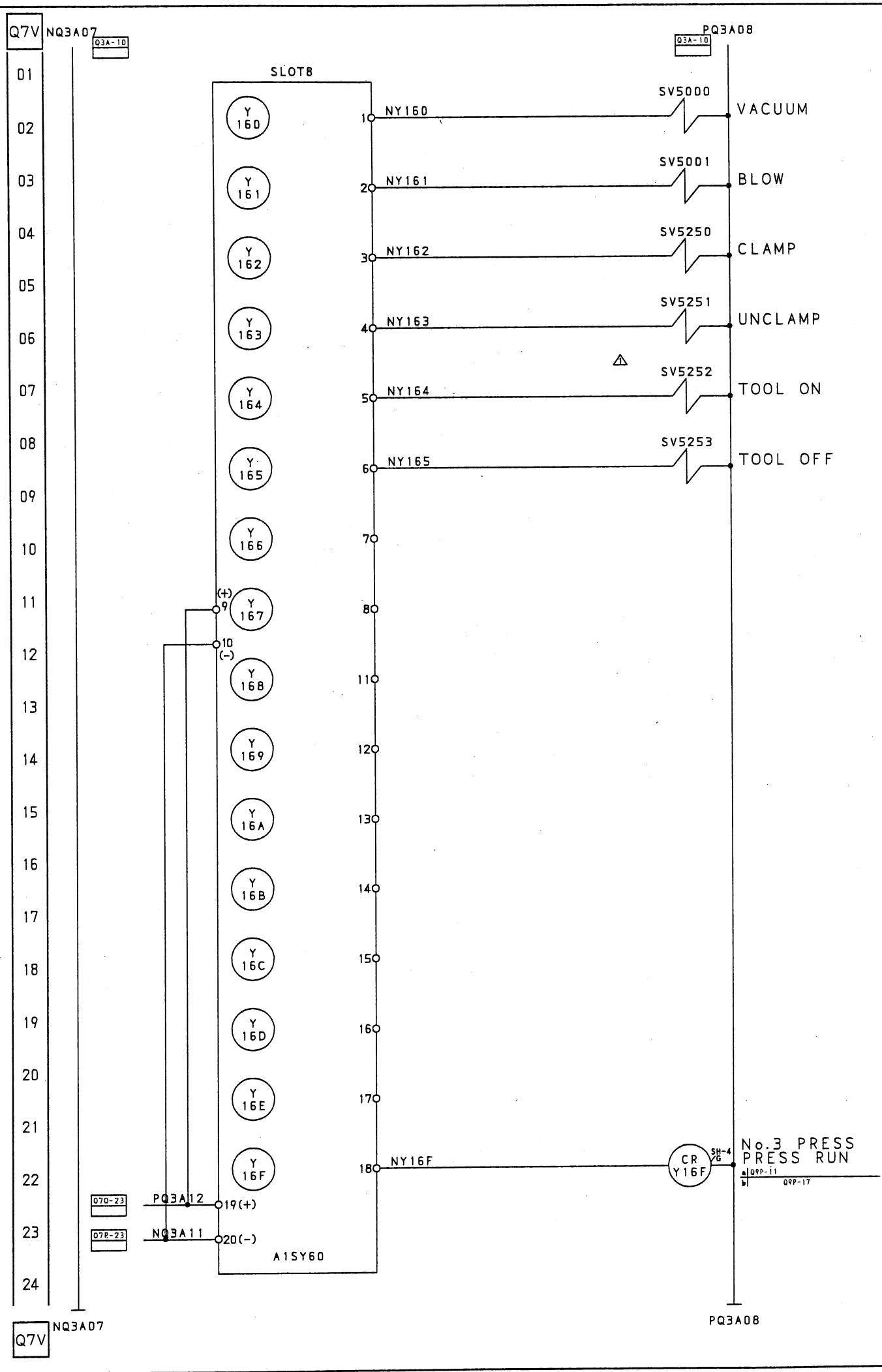
PRESS-ROBOT
OUT OF
INTERFERENCE

SPARE

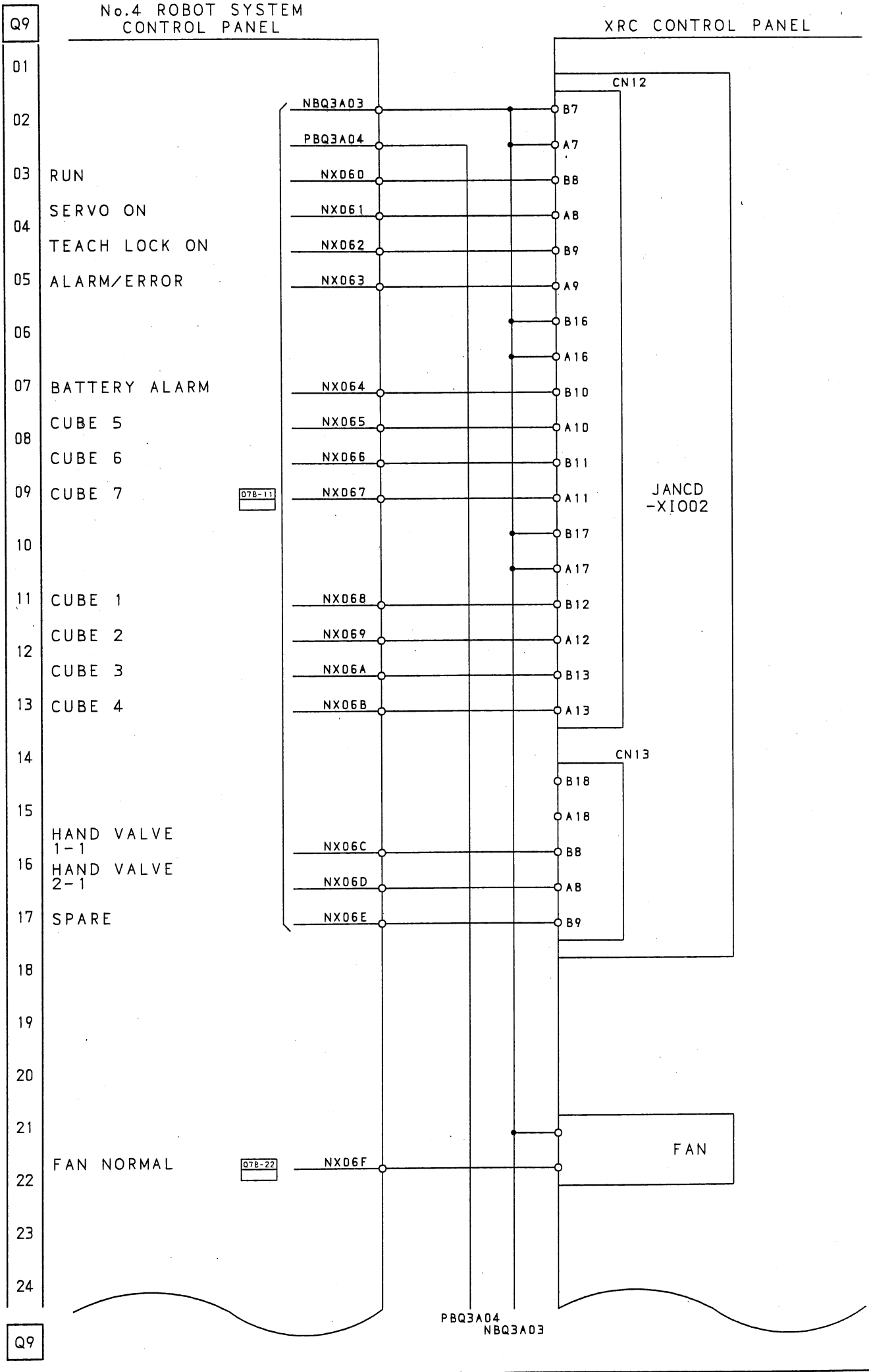


PBQ3A04

$\Delta \times$	承認 APPROVED	承認者 CHECKED	作図 DRAWN	品番 PART NO.	製作番号 MANUF. NO.	台数 QTY.	製品名 TITLE
$\Delta \times$				E703	25222	1	ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM
$\Delta \times 2$	変更 99.12.29 KKS						PLC OUTPUT (40 / 53)
図面確認 確認(日付)							図面番号 E3-235846
	Mitsubishi I/F プログラム Mitsubishi I/O System Futaba Corporation						社印 Dwg. No. E3-235846
							作成日 DATE 1999/12/16
							印刷日 1999/12/29



XRC CONTROL PANEL



株式会社 イチ アール エフ
Mitsubishi Itochu Fubai Corporation

22.17

S. Uno
(KKS)

E703

25222

[illegible]

FLEC

IN

CHEM

TERP

ACC E

AGRA

SCALF	面
-------	---

DMG. NO. 3-2

DATE 358

46

>	3
---	---

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANELPBQ3A04
NBQ3A03

XRC CONTROL PANEL

Q9A

01

02

POINT SIGNAL 1
(OUT 1)

03

POINT SIGNAL 2
(OUT 2)

04

POINT SIGNAL 3
(OUT 3)

05

POINT SIGNAL 4
(OUT 4)

06

POINT SIGNAL 5
(OUT 5)

07

POINT SIGNAL 6
(OUT 6)

08

POINT SIGNAL 7
(OUT 7)

09

POINT SIGNAL 8
(OUT 8)

10

POINT SIGNAL 9
(OUT 9)

11

POINT SIGNAL 10
(OUT 10)

12

POINT SIGNAL 11
(OUT 11)

13

POINT SIGNAL 12
(OUT 12)

14

POINT SIGNAL 13
(OUT 13)

15

POINT SIGNAL 14
(OUT 14)

16

POINT SIGNAL 15
(OUT 15)

17

POINT SIGNAL 16
(OUT 16)

18

POINT SIGNAL 17
(OUT 17)

19

POINT SIGNAL 18
(OUT 18)

20

POINT SIGNAL 19
(OUT 19)

21

POINT SIGNAL 20
(OUT 20)

22

POINT SIGNAL 21
(OUT 21)

23

POINT SIGNAL 22
(OUT 22)

24

POINT SIGNAL 23
(OUT 23)

25

POINT SIGNAL 24
(OUT 24)

26

POINT SIGNAL 25
(OUT 25)

27

POINT SIGNAL 26
(OUT 26)

28

POINT SIGNAL 27
(OUT 27)

29

POINT SIGNAL 28
(OUT 28)

30

POINT SIGNAL 29
(OUT 29)

31

POINT SIGNAL 30
(OUT 30)

32

POINT SIGNAL 31
(OUT 31)

33

POINT SIGNAL 32
(OUT 32)

34

POINT SIGNAL 33
(OUT 33)

35

POINT SIGNAL 34
(OUT 34)

36

POINT SIGNAL 35
(OUT 35)

37

POINT SIGNAL 36
(OUT 36)

38

POINT SIGNAL 37
(OUT 37)

39

POINT SIGNAL 38
(OUT 38)

40

POINT SIGNAL 39
(OUT 39)

41

POINT SIGNAL 40
(OUT 40)

42

POINT SIGNAL 41
(OUT 41)

43

POINT SIGNAL 42
(OUT 42)

44

POINT SIGNAL 43
(OUT 43)

45

POINT SIGNAL 44
(OUT 44)

46

POINT SIGNAL 45
(OUT 45)

47

POINT SIGNAL 46
(OUT 46)

48

POINT SIGNAL 47
(OUT 47)

49

POINT SIGNAL 48
(OUT 48)

50

POINT SIGNAL 49
(OUT 49)

51

POINT SIGNAL 50
(OUT 50)

52

POINT SIGNAL 51
(OUT 51)

53

POINT SIGNAL 52
(OUT 52)

54

POINT SIGNAL 53
(OUT 53)

55

POINT SIGNAL 54
(OUT 54)

56

POINT SIGNAL 55
(OUT 55)

57

POINT SIGNAL 56
(OUT 56)

58

POINT SIGNAL 57
(OUT 57)

59

POINT SIGNAL 58
(OUT 58)

60

POINT SIGNAL 59
(OUT 59)

61

POINT SIGNAL 60
(OUT 60)

62

POINT SIGNAL 61
(OUT 61)

63

POINT SIGNAL 62
(OUT 62)

64

POINT SIGNAL 63
(OUT 63)

65

POINT SIGNAL 64
(OUT 64)

66

POINT SIGNAL 65
(OUT 65)

67

POINT SIGNAL 66
(OUT 66)

68

POINT SIGNAL 67
(OUT 67)

69

POINT SIGNAL 68
(OUT 68)

70

POINT SIGNAL 69
(OUT 69)

71

POINT SIGNAL 70
(OUT 70)

72

POINT SIGNAL 71
(OUT 71)

73

POINT SIGNAL 72
(OUT 72)

74

POINT SIGNAL 73
(OUT 73)

75

POINT SIGNAL 74
(OUT 74)

76

POINT SIGNAL 75
(OUT 75)

77

POINT SIGNAL 76
(OUT 76)

78

POINT SIGNAL 77
(OUT 77)

79

POINT SIGNAL 78
(OUT 78)

80

POINT SIGNAL 79
(OUT 79)

81

POINT SIGNAL 80
(OUT 80)

82

POINT SIGNAL 81
(OUT 81)

83

POINT SIGNAL 82
(OUT 82)

84

POINT SIGNAL 83
(OUT 83)

85

POINT SIGNAL 84
(OUT 84)

86

POINT SIGNAL 85
(OUT 85)

87

POINT SIGNAL 86
(OUT 86)

88

POINT SIGNAL 87
(OUT 87)

89

POINT SIGNAL 88
(OUT 88)

90

POINT SIGNAL 89
(OUT 89)

91

POINT SIGNAL 90
(OUT 90)

92

POINT SIGNAL 91
(OUT 91)

93

POINT SIGNAL 92
(OUT 92)

94

POINT SIGNAL 93
(OUT 93)

95

POINT SIGNAL 94
(OUT 94)

96

POINT SIGNAL 95
(OUT 95)

97

POINT SIGNAL 96
(OUT 96)

98

POINT SIGNAL 97
(OUT 97)

99

POINT SIGNAL 98
(OUT 98)

100

POINT SIGNAL 99
(OUT 99)

101

POINT SIGNAL 100
(OUT 100)

102

POINT SIGNAL 101
(OUT 101)

103

POINT SIGNAL 102
(OUT 102)

104

POINT SIGNAL 103
(OUT 103)

105

POINT SIGNAL 104
(OUT 104)

106

POINT SIGNAL 105
(OUT 105)

107

POINT SIGNAL 106
(OUT 106)

108

POINT SIGNAL 107
(OUT 107)

109

POINT SIGNAL 108
(OUT 108)

110

POINT SIGNAL 109
(OUT 109)

111

POINT SIGNAL 110
(OUT 110)

112

POINT SIGNAL 111
(OUT 111)

113

POINT SIGNAL 112
(OUT 112)

114

POINT SIGNAL 113
(OUT 113)

115

POINT SIGNAL 114
(OUT 114)

116

POINT SIGNAL 115
(OUT 115)

117

POINT SIGNAL 116
(OUT 116)

118

POINT SIGNAL 117
(OUT 117)

119

POINT SIGNAL 118
(OUT 118)

120

POINT SIGNAL 119
(OUT 119)

121

POINT SIGNAL 120
(OUT 120)

122

POINT SIGNAL 121
(OUT 121)

123

POINT SIGNAL 122
(OUT 122)

124

POINT SIGNAL 123
(OUT 123)

125

POINT SIGNAL 124
(OUT 124)

126

POINT SIGNAL 125
(OUT 125)

127

POINT SIGNAL 126
(OUT 126)

128

POINT SIGNAL 127
(OUT 127)

129

POINT SIGNAL 128
(OUT 128)

130

POINT SIGNAL 129
(OUT 129)

131

POINT SIGNAL 130
(OUT 130)

132

POINT SIGNAL 131
(OUT 131)

133

POINT SIGNAL 132
(OUT 132)

134

POINT SIGNAL 133
(OUT 133)

135

POINT SIGNAL 134
(OUT 134)

136

POINT SIGNAL 135
(OUT 135)

137

POINT SIGNAL 136
(OUT 136)

138

POINT SIGNAL 137
(OUT 137)

139

POINT SIGNAL 138
(OUT 138)

140

POINT SIGNAL 139
(OUT 139)

141

POINT SIGNAL 140
(OUT 140)

142

POINT SIGNAL 141
(OUT 141)

143

POINT SIGNAL 142
(OUT 142)

144

POINT SIGNAL 143
(OUT 143)

145

POINT SIGNAL 144
(OUT 144)

146

POINT SIGNAL 145
(OUT 145)

147

POINT SIGNAL 146
(OUT 146)

148

POINT SIGNAL 147
(OUT 147)

149

POINT SIGNAL 148
(OUT 148)

150

POINT SIGNAL 149
(OUT 149)

151

POINT SIGNAL 150
(OUT 150)

152

POINT SIGNAL 151
(OUT 151)

153

POINT SIGNAL 152
(OUT 152)

154

POINT SIGNAL 153
(OUT 153)

155

POINT SIGNAL 154
(OUT 154)

156

POINT SIGNAL 155
(OUT 155)

157

POINT SIGNAL 156
(OUT 156)</

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANELPBQ3A04
NBQ3A03

XRC CONTROL PANEL

Q9B

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

EXTERNAL
START

MASTER JOB
CALL

ALARM/ERROR
RESET

REMOTE MODE
SELECT

PLAY MODE
SELECT

TEACH MODE
SELECT

FORBID ADVANCE
TO AREA 1

FORBID ADVANCE
TO AREA 2

Q7M-11

SENSOR INPUT 1

SHOCK SENSOR

AIR PRESSURE
LOW

NY0E0

NY0E1

NY0E2

NY0E3

NY0E4

NY0E5

NY0E6

NY0E7

NY0E8

NY0E9

NY0EA

B1

B2

A2

B3

A3

B4

B5

A5

B18

A18

A1

B2

A2

CN12

JANCD
-X1002

CN13

NBQ3A03

Q9B

株式会社
Mitsubishi Robot CorporationAPPROVED
CHECKED作反
DRAWN
(S) (K)品番
PART NO.
E703製作番号
MANUF. NO.
25222台数
QTY.
1製品名称 TITLE
電気回路図
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM
INTERFACE (43/53)尺度
SCALE
図面番号 Dwg. NO.
E3-235846作成日
DATE
1999/12/16
更新日: 1999/12/16

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANEL

NBQ3A03

XRC CONTROL PANEL

Q9C

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q9C

AUTO ON
(IN 1)
JOB SELECT
(IN 2)
UNLOAD START
(IN 3)
FEED START
(IN 4)
SPARE
(IN 5)
H. P.2 SIGNAL
(IN 6)
LOW SPEED
(IN 7)
EXTERNAL HOLD
(IN 8)

JOB No.1
(IN 9)
JOB No.2
(IN 10)
JOB No.4
(IN 11)
JOB No.8
(IN 12)
JOB No.16
(IN 13)
JOB No.32
(IN 14)
JOB No.64
(IN 15)
JOB No.128
(IN 16)
SPARE
(IN 17)
SPARE
(IN 18)
SPARE
(IN 19)
SPARE
(IN 20)

NY0F0

NY0F1

NY0F2

NY0F3

NY0F4

NY0F5

NY0F6

NY0F7

NY0F8

NY0F9

NY0FA

NY0FB

NY0FC

NY0FD

NY0FE

NY0FF

NY0EB

NY0EC

NY0ED

NY0EE

B3

A3

B4

A4

B5

A5

B6

A6

B7

A7

B1

A1

B2

A2

B3

A3

B4

A4

B5

A5

B6

A6

B7

A7

CN13

JANCD
-XIO02

CN12

JARCR
-XOIO1

Q7N-14

Q7M-19

三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation



承認
CHECKED

作成
DRAWN

品番
PART NO.

製作番号
MANUF. NO.

台数
QTY.

部品名
PART NAME

電気回路図
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

INTERFACE

(44/53)

図面番号
DRAWING NO.

DATE

1999/12/16

E3-235846

更新日: 1999/12/16

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANEL

XRC CONTROL PANEL

Q9D

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q9D

CONTROL
POWERCONTROL
POWER
CRQ32
Q3-09No.4 ROBOT
USE
CRQ47
Q4-11

NQ9D01

NQ9D02

NQ9D03

CN4

1

2

CPS-150F

CN05

3

4

5

6

9

10

X1001

SERVO ON

SERVO ON
CRYOC7
Q7K-11

NQ9D04

NQ9D05

EXTERNAL
EMERGENCY
STOPPREPARATION
CRQ4A1
Q4A-02No.4 ROBOT
USE
CRQ47
Q4-11

NQ9D06

NQ9D07

NQ9D08

1

2

EMERGENCY
STOP

Q403

Q404

Q4-05

2XT

PP
ESP1PP
ESP2PROGRAMING PENDANT
EMERGENCY STOPEXTERNAL
POWER
DC24V

Q70-01

PBQ3A04

Q70-01

NBQ3A03

CN26

9

7

8

10

JZNC-XIU01

DOOR
INTERLOCK

Q0A01

Q0A16

Q0A-10

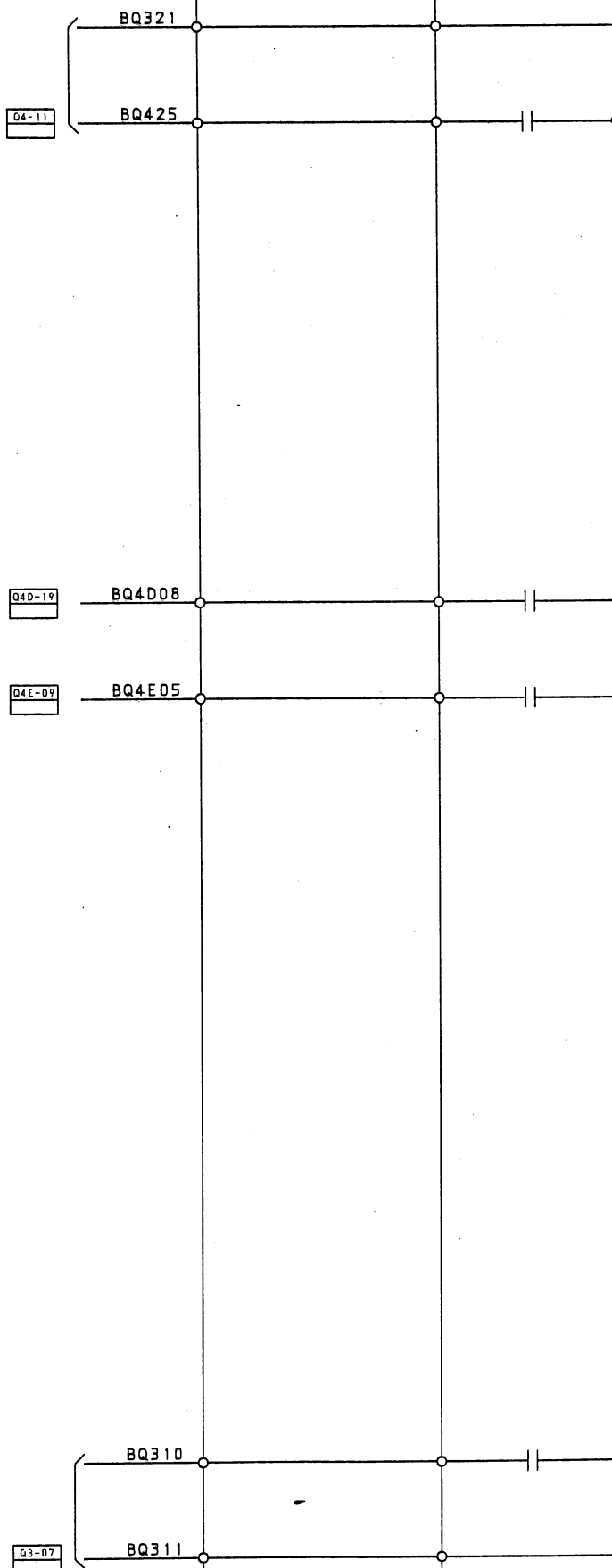
DOOR
INTERLOCK
ON OFF
SSQ9D01 LSQ9D01
Q0A17三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation承認
217検査
217作成
S. Uno
(KKS)品番
E703製作番号
25222台数
1製品名称
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM電気回路図
INTERFACE
(45/53)尺度
E3-235846作成日
1999/12/16更新日
1999/12/16

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANELNo.7 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANEL

Q9G

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

ROBOT USE

LINE
EMERGENCY
STOPROBOT
UNLOAD MODE
5LINE POWER
ON

Q9G

△ x	承認	 承認 2017 2017	検査	作成 品番 E703 製作番号 25222 台数 1	製品名称 電気回路図 ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM INTERFACE (46 / 53)	尺 寸 図 面 番 号 E3-235846 作 日 1999/12/16
△ x	検査		検査			
△ x	検査		検査			
△ x	検査		検査			

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANELNo.2.3 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANEL

Q9H

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

SPARE

No.2 BLOCK
AUTONo.2 PRESS
OUT OF
INTERFERENCE
(CAM)No.3 ROBOT
OUT OF
INTERFERENCE
(LARGE CUBE)ROBOT
ADVANCE OKNo.3 ROBOT
OUT OF
INTERFERENCE
(SMALL CUBE)No.2 PRESS
MB DOWNNo.2 PRESS
ACCEND

AUTO OK

AUTO MODE

ROBOT WORK
UNLOADINGROBOT OUT OF
INTERFERENCE
(LARGE CUBE)No.2 PRESS
STAMPING
MEMORY RESETROBOT OUT OF
INTERFERENCE
(SMALL CUBE)PRESS-ROBOT
OUT OF
INTERFERENCE

SPARE

NAY138

NAY139

NAY13A

NAY13B

NAY13C

NAY13D

NAY13E

NAY13F

PAQ3A04

NBY130

NBY131

NBY132

NBY133

NBY134

NBY135

NBY136

NBY137

PBQ3A04

Q7T-06

Q7R-06

Q9H

Mitsubishi Electric Corporation

APPROVED
CHECKEDS. Uno
(K.S.)PART NO.
E703MANUF. NO.
25222QTY.
1

ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

INTERFACE

(47/53)

SCALE

E3-235846

DATE

1999/12/16

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANELNo.5 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANEL

Q9I

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

AUTO OK

AUTO MODE

ROBOT WORK
UNLOADINGROBOT OUT OF
INTERFERENCENo.3 PRESS
STAMPING
MEMORY RESETROBOT OUT OF
INTERFERENCEPRESS-ROBOT
OUT OF
INTERFERENCE

SPARE

SPARE

No.3 BLOCK
AUTONo.3 PRESS
OUT OF
INTERFERENCE
(CAM)No.4 ROBOT
OUT OF
INTERFERENCE
(LARGE CUBE)ROBOT
ADVANCE OKNo.4 ROBOT
OUT OF
INTERFERENCE
(SMALL CUBE)No.3 PRESS
MB DOWNNo.3 PRESS
ACCEND

NCY130

NCY131

NCY132

NCY133

NCY134

NCY135

NCY136

NCY137

PCQ3A04

NBY138

NBY139

NBY13A

NBY13B

NBY13C

NBY13D

NBY13E

NBY13F

PBQ3A04

Q7U-06

Q7E-17

Q9I

△	x
△	x
△	x
△	x

Mitsubishi Electric Corporation

承認
2017

CHECKED

作成
S. Ueno
(KKS)品番
E703製作番号
25222台数
1部品名称
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM電気回路図
INTERFACE
(48/53)尺度
SCALE
図面番号
Dwg. No.作図日
DATE

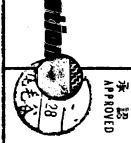
1999/12/16

E3-235846

703222

△x	
△x	
△x2	変更 99.12.29 KKS

株式会社
KKS



承認
CHECKED

作成
DRAWN
S. Uno (KKS)

品番 PART NO.	E703
製作番号 MANUF. NO.	25222
台数 QTY.	1

部品名称
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM
INTERFACE (49/53)

尺度 SCALE	1
図面番号 Dwg. No.	E3-235846
作成日 DATE	1999/12/16

No.4 ROBOT SYSTEM CONTROL PANEL

No.2,3 ROBOT SYSTEM CONTROL PANEL

Q9J

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q9J

UPPER BLOCK
EMERGENCY
STOP BUTTON

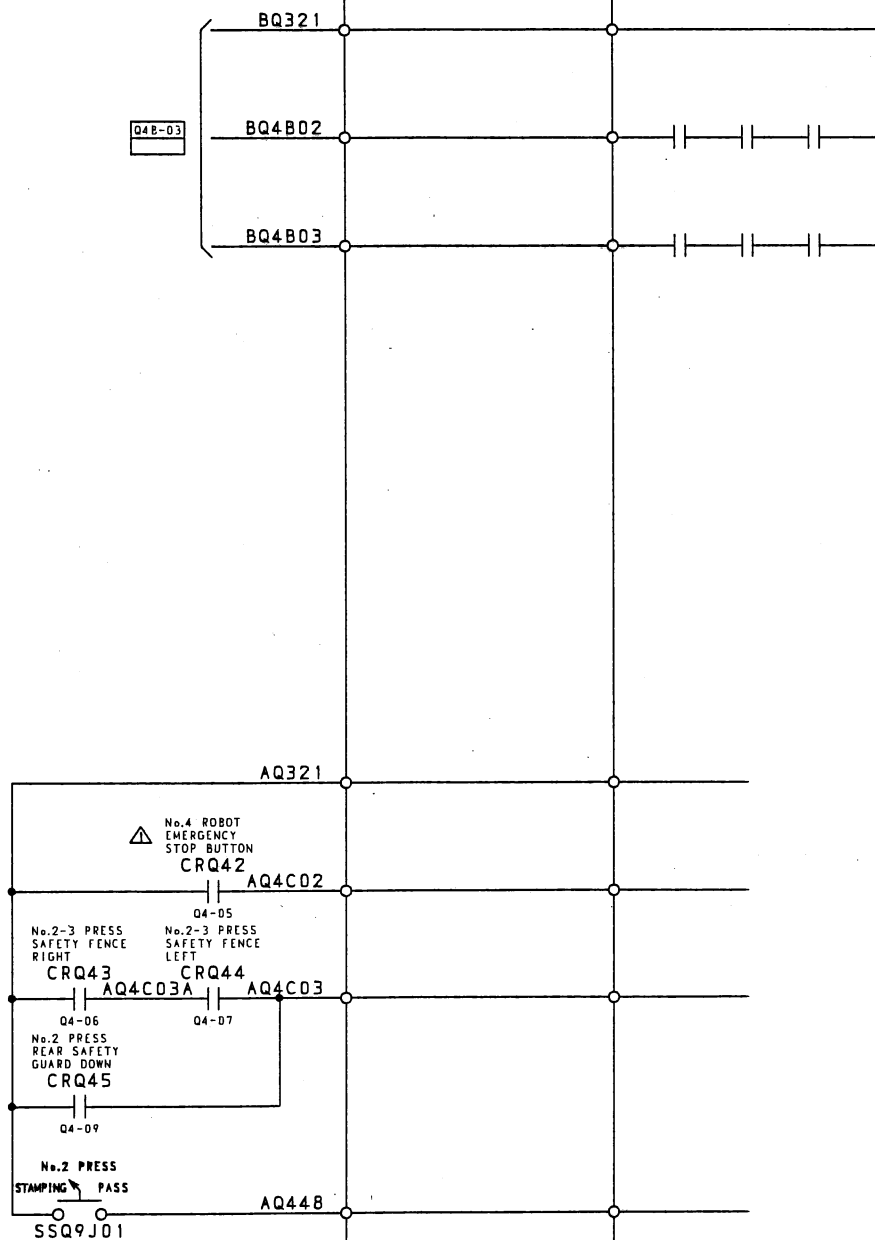
UPPER BLOCK
SAFETY FENCE

EMERGENCY
STOP BUTTON

SAFETY FENCE

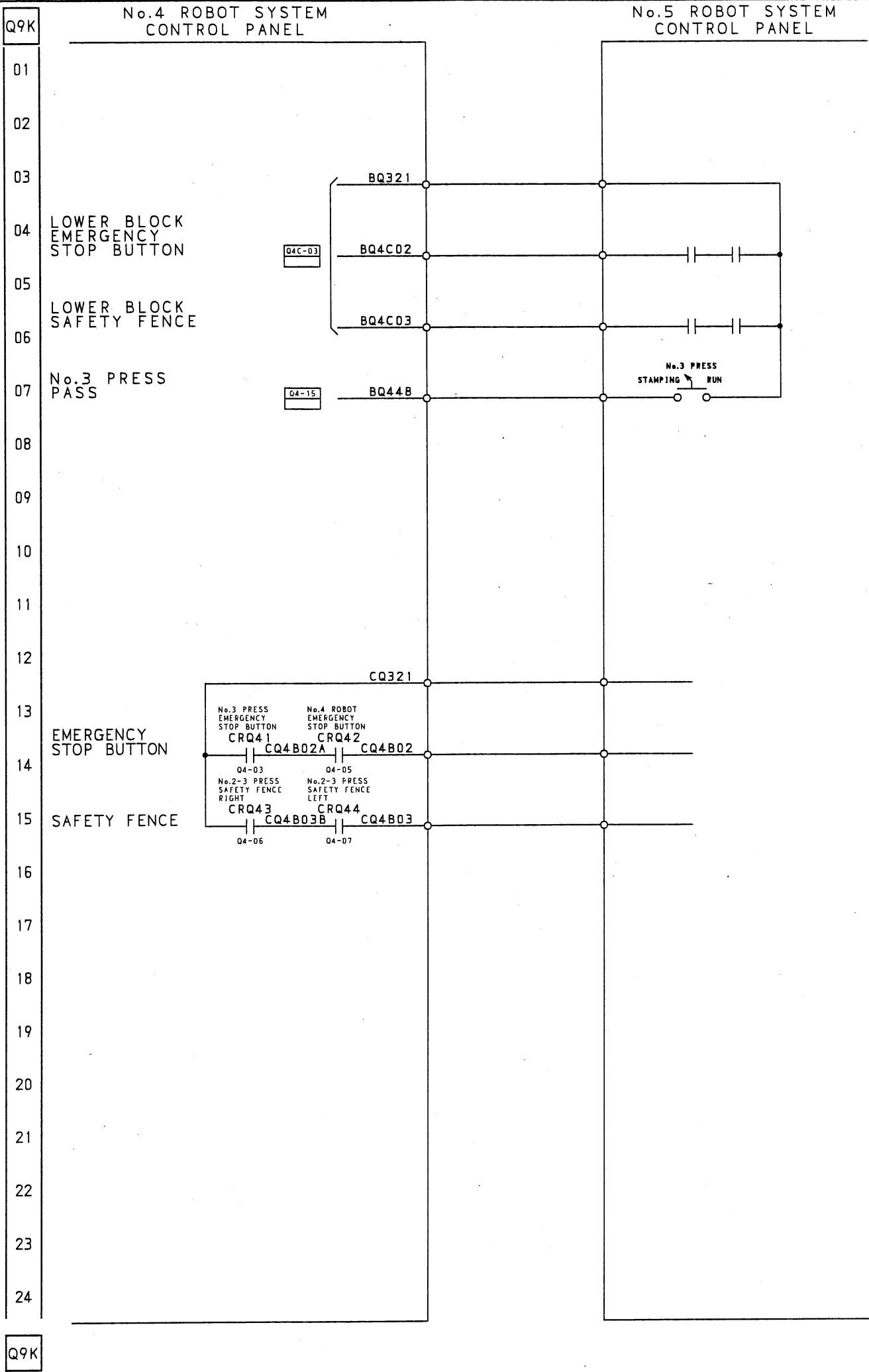
No.2 PRESS
PASS

Q4B-03



更新日: 1999/12/29

△x		三菱電機株式会社 Mitsubishi Electric Corporation	承認 APPROVED 217 検査 CHECKED 作成 DRAWN S. Uno (KS)	品名 PART NO.	製作番号 MANUF. NO.	台数 QTY.	製品名称 TITLE 電気回路図 ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM INTERFACE (50 / 53)	尺 SCALE	作日 DATE
△x				E703	25222	1		1999/12/16	
△x									
△x									
更新日: 1999/12/16									



No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANEL

No.3 PRESS CONTROL PANEL

Q9P
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
Q9P

PRESS I/L

No.3 PRESS
EXTERNAL
EMERG. STOP
CRQ48
Q4-13

No.3 PRESS
PRESS RUN OK
CRY0C0
Q7K-02

Q9P02

Q9P01

Q9P03

PHOTO SENSOR
INVARID

No.3 PRESS
EXTERNAL
SAFETY FENCE
CRQ49
Q4-14

Q9P13

Q9P14

PRESS RUN

AUTO 2
CRQ4A4
Q4A-09

No.3 PRESS
PRESS RUN
CRY16F
Q7V-22

Q9P15A

Q9P15

Q9P16

RUN BUTTON
AVAILABLE

AUTO 2
CRQ4A4
Q4A-09

No.3 PRESS
RUN BUTTON
AVAILABLE
CRY0C8
Q7K-13

Q9P17A

Q9P17

Q9P18

PRESS RUN

No.3 PRESS
PRESS RUN
CRY16F
Q7V-22

Q9P19

Q9P20

AUTO

AUTO 2
CRQ4A4
Q4A-09

Q9P21

Q9P22

PRESS PASS

No.3 PRESS
PASS
CRQ4A
Q4-15

Q9P23

Q9P24

三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation



承認
CHECKED

作成
DRAWN
(KKS)

品番
E703

製作番号
25222

台数
1

部品名称
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM

電気回路図

INTERFACE WITH PRESS
(51/53)

尺度
SCALE

図面番号
E3-235846

作図日
DATE
1999/12/16

No.4 ROBOT SYSTEM
CONTROL PANEL

No.3 PRESS CONTROL PANEL

Q9Q

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Q9Q

MB RUN OK

ROBOT NO USE
POSITION
CRYOC2

Q7K-05

Q9P25

Q9P26

No.5 ROBOT
UNLOAD STARTNo.5 ROBOT
UNLOAD START
CRYOC9

Q7K-14

Q9P27

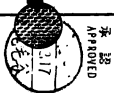
Q9P28

No.5 ROBOT
UNLOAD
CONFIRMNo.5 ROBOT
UNLOAD
CONFIRM
CRYOCA

Q7K-15

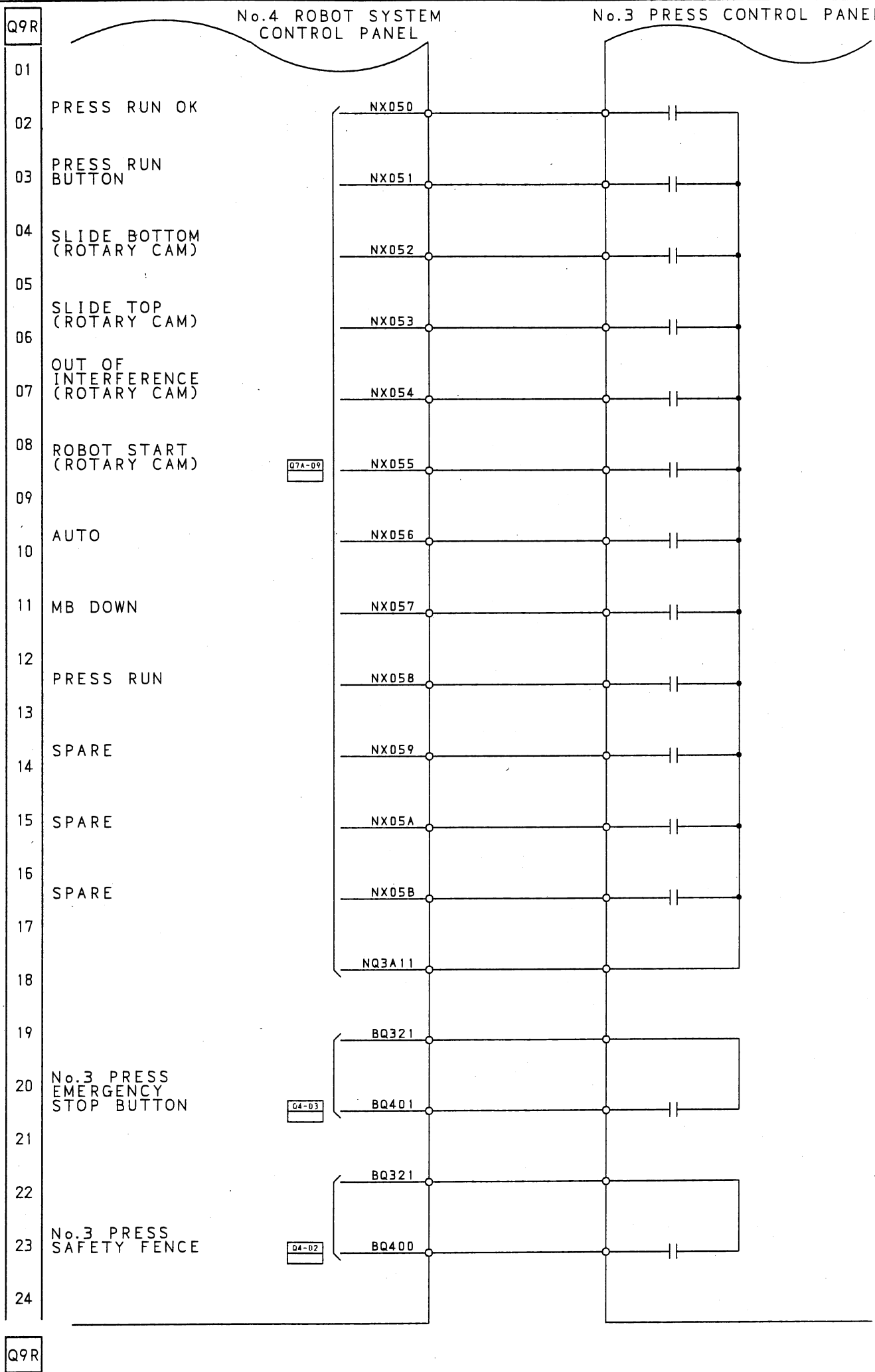
Q9P29

Q9P30

株式会社 日立製作所
Hitachi Inverter Corporation承認
APPROVED
CHECKED作成
DRAWN
(S. Upo)品番
PART NO.
E703製作番号
MANUF. NO.
25222台数
QTY.
1部品名称 TITLE
電気回路図
ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM
INTERFACE WITH PRESS
(52/53)尺度
SCALE
図面番号 Dwg. NO.
E3-235846作成日
DATE
1999/12/16

△×			承認 照査 承認 照査 承認 照査	作成 図面 承認 照査 承認 照査	部品名称 TITLE ELECTRIC SCHEMATIC DIAGRAM INTERFACE WITH PRESS (53/53)	尺 度 SCALE 面 番 号 DRG. NO. E3-235846	作 成 日 DATE 1999/12/16
△×							
△×							
△×							
△×							

No.3 PRESS CONTROL PANEL



MOTOMAN MH50 II

Handling & General Applications
with the MH-series

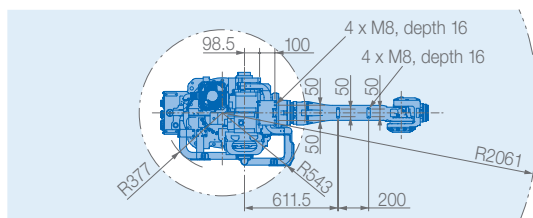
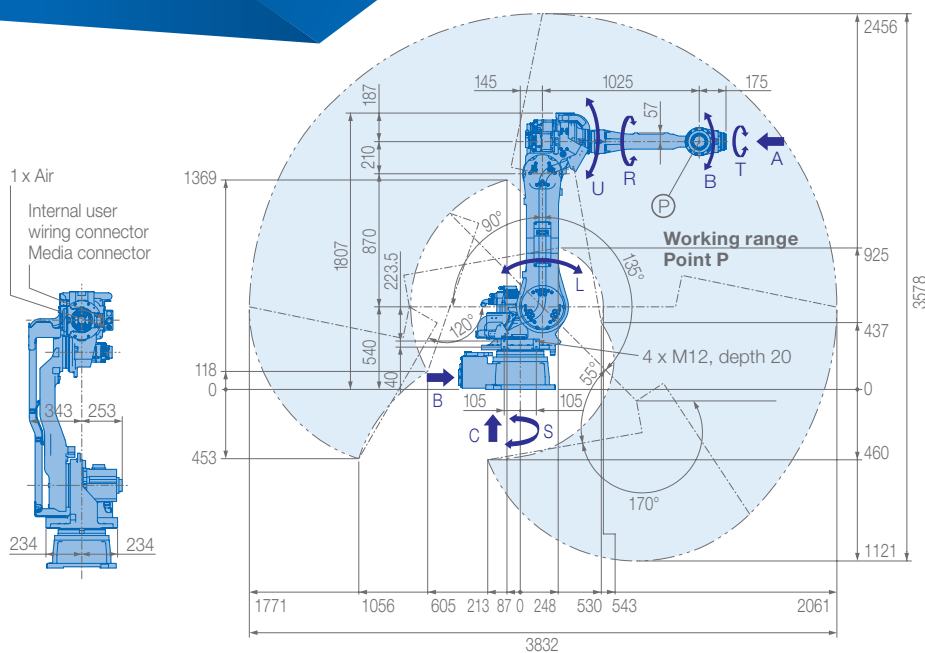


The MOTOMAN MH50 II is a versatile, high speed 6-axis robot offering superior performance in material handling, machine tending, processing and dispensing applications.

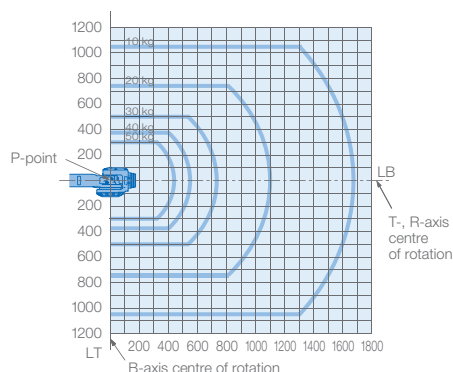
Featuring a streamlined body, the MH50 II can be placed close to machines for loading and unloading of parts.

KEY BENEFITS

- Fast, flexible and reliable
- Ideal for a variety of applications, multi-purpose robot
- Robot with sleek design that requires minimal installation space
- 50 kg payload



Allowable wrist load

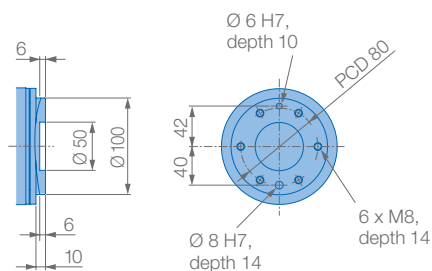


Please note
wall mounting option:
±30° S-axis limit

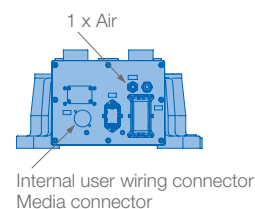
Please note
ceiling mounting option:
Please notice working range of B-axis

Please note
tilted robot:
0°–90° limitation of S-axis, details on request

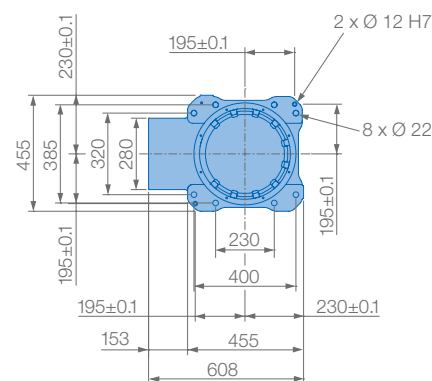
View A



View B



View C



Mounting options: Floor, ceiling, wall

Protection class: IP54/67

Please notice: Just valid for body/wrist, connector base not protected

Specifications MH50 II

Axes	Maximum motion range [°]	Maximum speed [°/sec.]	Allowable moment [Nm]	Allowable moment of inertia [kg · m²]	Controlled axes	
					Max. payload [kg]	
S	±180	180	–	–		6
L	+135/–90	178	–	–		50
U	+251/–170	178	–	–		±0.07
R	±360	250	216	28		2061
B	±125	250	216	28		0 to +45
T	±360	360	147	11		20 – 80
						±0.07
						2061
						0 to +45
						20 – 80
						550
						4.0

YASKAWA Europe GmbH

Robotics Division
Yaskawastraße 1
85391 Allershausen
Germany

Tel. +49 (0) 8166 90-0
robotics@yaskawa.eu.com
www.yaskawa.eu.com

YR-MH00050II-J00
A-07-2018, A-No. 167071



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

PR Project name: Szakdolgozat

Project file name:	C:\WORK__MATE\02 Targyak\10 Szakdolgozat 1\SZD\Szakdolgozat.ssm
Creation date:	16.10.2024 09:55:28
Project status:	
Project number:	IGB 000
Project version:	R0
Authors:	Vass Gergo
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:	ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206
Options:	☒ Use DC intermediate levels for calculation of PFHD (more precise) ☐ MTTFD capping for category 4 lower from 2500 to 100 years.
Status:	✗ red
Note:	There are messages with red status listed for this project (or it's subordinate basic elements). These point out either some unaccomplished conditions or inconsistencies.
Message [Status of Message]:	- For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 5 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time. [green] - For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 10 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time. [green] - For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 5 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time. [green] - The channels MTTFD has been cut from originally 2,777.8 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 2,777.8 to 100 a. For a channel 100 a is the maximum acceptable mean time to a dangerous failure. [green] - The output of the test equipment (OTE) shall initiate a safe state that is maintained until the fault is cleared. [green] - Please check whether for the required PL a component with a DC of 0% is in accordance with the requirements of the category 2 in terms of failure detection. [yellow] - For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This block has a T10D of 15.2 years (see tab MTTFD), which falls below this value. Please assure to change this block in time. [green]



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

PR Project name: Szakdolgozat

- The channels MTTFD has been cut from originally 60.6 to 20 a. The MTTFD of a tested channel must be lower than or equal to double of the test channels MTTFD (here 10 a). [green]
- The required DC-level is only achieved by considering an acceptable tolerance of 5 percent (as result of the assumed accuracy of the range borders). [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**SF Name: Vészleállítás [SF1]**

Required: PLr d	Reached: PL c	PFHD [1/h]: 2.6E-6	Status: red
-----------------	---------------	--------------------	-------------

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

- No devices known -

SF Name: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor [SF2]

Required: PLr d	Reached: PL b	PFHD [1/h]: 4.7E-6	Status: red
-----------------	---------------	--------------------	-------------

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

BL [Ref. des.] Name:	[S2] Üzem mód kapcsoló
Location:	Safety function: [SF2] Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor Subsystem: LOG Channel: Channel 1
T10D [a]:	15.2
Message:	For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This block has a T10D of 15.2 years (see tab MTTFD), which falls below this value. Please assure to change this block in time.

SF Name: Vészleállítás / Javasolt megoldás [SF001]

Required: PLr d	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 3.8E-7	Status: green
-----------------	---------------	--------------------	---------------

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

SB [Ref. des.] Name:	[PLC OUT] Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D
Location:	Safety function: [SF001] Vészleállítás / Javasolt megoldás
Mission time [a]:	5
Message:	For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 5 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time.

SB [Ref. des.] Name:	[PLC] MELSEC iQ-R - Safety CPU R08SFCPU + R6SFM ("03" or earlier and "04" or earlier)
Location:	Safety function: [SF001] Vészleállítás / Javasolt megoldás



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

PR Project name: Szakdolgozat

Mission time [a]:	10
Message:	For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 10 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time.

SB [Ref. des.] Name:	[PLC IN] Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D
Location:	Safety function: [SF001] Vészleállítás / Javasolt megoldás
Mission time [a]:	5
Message:	For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 5 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time.



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Identifier of the Safety function:	SF1
Safety function type:	Safe torque off (STO)
Triggering event:	Nyomógomb működtetés
Reaction and Behaviour on power failure:	Robot (STO Safe Torque Off) 1. kat hajtóelemek energia leválasztása
Safe state:	A robot hajtás energiamentes és nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Mind
Demand rate:	Td = 28800 sec
Running-on time:	500 msec
Priority:	NA
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by direct input):	d
Documentation:	MSZ EN ISO 10218-1 szabvány alapján
Document:	
Source (e.g. standard):	
File:	

Performance Level Safety function

Reached PL: c	PFHD [1/h]: 2.6E-6
---------------	--------------------

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

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

Status / Messages Safety function

Status:	red
Message [Status of Message]:	- The required performance level (PLr = d) is not reached by this safety function. Hint: See tab 'Subsystems' column 'PL' [red]

Subsystems (1 / 4)

SB Name: E-Stop	
Reference designator: S1	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	
Device group:	



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF 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:	n.a.		
PL requirements:	fulfilled		
The PL shall be determined by the estimation of the following aspects:	- Behaviour of the safety function under fault conditions (see clause 6) [fulfilled] - safety-related software according to clause 4.6 or no software included [fulfilled] - systematic failure (see Annex G) [fulfilled] - Ability to perform a safety function under expected environmental conditions [fulfilled]		
Reached PL: d	PFHD [1/h]: 2.4E-7		
Documentation:			
<i>Category Subsystem</i>			
Cat.:	2		
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] - The requirements for the test frequency are satisfied. [fulfilled] - MTTFD is at least Low or Medium or High. [fulfilled] - DCavg is at least Low or Medium; [fulfilled] - The MTTFD of the test channel is greater than or equals half of the tested systems MTTFD. [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]:	98 (High)		



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]: 90 (Medium)

Common cause failure Subsystem

CCF Points: 65 (fulfilled)

CCF Measures:

- Design / application / experience (15 Points)
Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc.
- Environmental (25 Points)
For electrical/electronic systems, prevention of contamination and electromagnetic disturbances (EMC) to protect against common cause failures in accordance with appropriate standards (e.g. IEC 61326–3-1).
Fluidic systems: filtration of the pressure medium, prevention of dirt intake, drainage of compressed air, e.g. in compliance with the component manufacturers' requirements concerning purity of the pressure medium.
NOTE For combined fluidic and electric systems, both aspects should be considered.
- Environmental (10 Points)
Other influences
Consideration of the requirements for immunity to all relevant environmental influences such as, temperature, shock, vibration, humidity (e.g. as specified in relevant standards).
- Separation / Segregation (15 Points)
Physical separation between signal paths, for example:
 - separation in wiring/piping;
 - detection of short circuits and open circuits in cables by dynamic test;
 - separate shielding for the signal path of each channel;
 - sufficient clearances and creepage distances on printed-circuit boards.

Documentation:

Document:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 2)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 98



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás**Blocks (1 / 1)****BL** Name: Vészstop nyomógomb

Reference designator: S1.1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group: nyomógomb

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Logic☐ Output☒ unknown

Technology:

electromechanic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 825

Nop parameter: Days: 300

Hours: 22

Seconds: 28800

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 90 (Medium)

Measure:

Fault detection by the process
(Input devices)
(0 % - 99 % depending on the application)
(not sufficient for PLs: pIE)

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Channels / Test channels (3 / 2)**TE** Name: Test channel

MTTFD [a]: 49



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás**Blocks (1 / 3)****BL** Name: PLC normál

Reference designator: PLC

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Mitsubishi Q

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☒ Logic☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 50 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Rate of dangerous failure [FIT]: 2283.1

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Blocks (2 / 3)**BL** Name: Vészstop nyomógomb

Reference designator: S1.2

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

nyomógomb

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☐ Logic☒ unknown



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Technology: electromechanic

Category: -

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 825

Nop parameter: Days: 300

Hours: 22

Seconds: 28800

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (3 / 3)**BL Name: Relé**

Reference designator: R3

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Mitsubishi Q

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☒ Logic☐ Output☐ unknown

Technology: electronic

Category: -

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás*MTTFD and Mission time Block*

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 825

Nop parameter:

Days: 300

Hours: 22

Seconds: 28800

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Subsystems (2 / 4)**SB Name: LOG**

Reference designator:

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☐ Logic☒ unknown

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Subsystem*

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Qualitative aspects suitable up to PL:

n.a.

PL requirements:

fulfilled

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

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

Reached PL: c

PFHD [1/h]: 2.1E-6

Documentation:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Category Subsystem

Cat.:	2
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] - The requirements for the test frequency are satisfied. [fulfilled] - MTTFD is at least Low or Medium or High. [fulfilled] - DCavg is at least Low or Medium; [fulfilled] - The MTTFD of the test channel is greater than or equals half of the tested systems MTTFD. [fulfilled] - The achieved score of the CCF-rating is at least 65. [fulfilled]
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]:	20 (Medium)
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]:	90 (Medium)
------------	-------------

Common cause failure Subsystem

CCF Points:	65 (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 (15 Points) Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc. - 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.



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

CCF Measures:

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

- Environmental (10 Points)

Other influences

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

Documentation:

Document:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 2)**CH** Name: Channel 1

MTTFD [a]: 20

Blocks (1 / 3)**BL** Name: Relé

Reference designator: R1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Mitsubishi Q

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☒ Logic☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 825



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Nop parameter:	Days: 300	Hours: 22	Seconds: 28800
----------------	-----------	-----------	----------------

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 90 (Medium)

Measure:	Fault detection by the process (Output device) (0 % - 99 % depending on the application) (not sufficient for PLs: pIE)
----------	---

Documentation:

Status / Messages Block

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

Blocks (2 / 3)**BL Name: Relé**

Reference designator: R2	Inventory number:
--------------------------	-------------------

Device details Block

Device Manufacturer:	Mitsubishi Q
----------------------	--------------

Device Identifier:

Device group:

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

Function:	☐ Input	☒ Logic
	☐ Output	☐ unknown

Technology:	electronic
-------------	------------

Category:	-
-----------	---

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

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

B10D [cycles]: 400000	nop [cycles/a]: 825
-----------------------	---------------------

Nop parameter:	Days: 300	Hours: 22	Seconds: 28800
----------------	-----------	-----------	----------------

Documentation:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 90 (Medium)

Measure: Fault detection by the process
(Output device)
(0 % - 99 % depending on the application)
(not sufficient for PLs: pIE)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (3 / 3)

BL Name: Kontaktor

Reference designator: K1 Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Mitsubishi Q

Device Identifier:

Device group:

Part number: Revision:

Function: ☐ Input ☒ Logic
☐ Output ☐ unknown

Technology: electronic

Category: -

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

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

B10D [cycles]: 400000 nop [cycles/a]: 825

Nop parameter: Days: 300 Hours: 22 Seconds: 28800

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 90 (Medium)



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Measure: Fault detection by the process
(Output device)
(0 % - 99 % depending on the application)
(not sufficient for PLs: pIE)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Channels / Test channels (3 / 2)**TE** Name: Test channel

MTTFD [a]: 10

Blocks (1 / 2)**BL** Name: PLC normál

Reference designator: PLC

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Mitsubishi Q

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☒ Logic☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 10 (Medium)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Rate of dangerous failure [FIT]: 11415.5

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás**Blocks (2 / 2)****BL Name: Relé**

Reference designator: R3

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Mitsubishi Q

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☒ Logic☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 825

Nop parameter:

Days: 300

Hours: 22

Seconds: 28800

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Subsystems (3 / 4)**SB Name: PNOZ X4**

Reference designator: K2

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Pilz

Device Identifier:

774730 V4.0

Device group:

Überwachung von Not-Halt, Schutztüren, Lichtschranken

Part number: 774730

Revision: 4.0



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Function:	☐ Input	☒ Logic
	☐ Output	☐ unknown

Use case: Logikfunktion | - | - | Allgemeine Verwendung | -

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Sicherheitsschaltgerät der Familie PNOZ X

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:

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (4 / 4)**SB Name: Robot**

Reference designator: RB

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Yaskwa Motoman

Device Identifier: DX-100

Device group: Robot

Part number: YR-14H00050-B00

Revision:

Function:	☐ Input	☐ Logic
	☐ Output	☒ unknown

Use case:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

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]: 3.2E-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: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

Identifier of the Safety function:	SF2
Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Védoburkolat nyitása, burkolat nyitás érzékelő S2
Reaction and Behaviour on power failure:	Robot STO Safe Torque Off 1. kat. hajtóelemek energia leválasztása
Safe state:	A robot hajtás energiamentes és nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Mind
Demand rate:	Td = 3600 sec
Running-on time:	500 msec
Priority:	NA
Documentation:	Tandemet elvileg fél napra hétközben is lehetne
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by direct input):	d
Documentation:	MSZ EN ISO 10218-1 szabvány alapján
Document:	
Source (e.g. standard):	
File:	

Performance Level Safety function

Reached PL: b	PFHD [1/h]: 4.7E-6
---------------	--------------------

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

Device list:	- [S2] Üzem mód kapcsoló @ (Safety function: [SF2] Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor Subsystem: LOG Channel: Channel 1) { (T10d=15.2) }
--------------	---

Status / Messages Safety function

Status:	red
Message [Status of Message]:	- The required performance level (PLr = d) is not reached by this safety function. Hint: See tab 'Subsystems' column 'PL' [red]

Subsystems (1 / 4)**SB Name: Nyitás érzékelő**

Reference designator: S1	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input

☐ Output

☐ Logic

☒ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Qualitative aspects suitable up to PL:

n.a.

PL requirements:

fulfilled

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

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

Reached PL: c

PFHD [1/h]: 1.1E-6

Documentation:

Category Subsystem

Cat.:

1

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 components are being used. [fulfilled]
- Well-tried safety principles are being used. [fulfilled]
- MTTFD is at least High. [fulfilled]

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]:

100 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)

BL Name: Ajtónyitás érzékelo

Reference designator: S1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Biztonsági dugó

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input

☐ Logic

☐ Output

☒ unknown

Technology:

electromechanic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4848.5 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 825

Nop parameter:

Days: 300

Hours: 22

Seconds: 28800

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (2 / 4)

SB Name: LOG

Reference designator:

Inventory number:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input

☐ Output

☐ Logic

☒ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Qualitative aspects suitable up to PL:

n.a.

PL requirements:

fulfilled

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

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

Reached PL: b

PFHD [1/h]: 3.3E-6

Documentation:

Category Subsystem

Cat.:

2

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-tries safety principles are being used. [fulfilled]
- The requirements for the test frequency are satisfied. [fulfilled]
- MTTFD is at least Low or Medium or High. [fulfilled]
- DCavg is at least Low or Medium; [not fulfilled]
- The MTTFD of the test channel is greater than or equals half of the tested systems MTTFD. [fulfilled]
- The achieved score of the CCF-rating is at least 65. [fulfilled]

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 20 (Medium)

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

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]: 59.4 (None)

Common cause failure Subsystem

CCF Points: 65 (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 (15 Points)
Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc.
- 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: yellow

Message [Status of Message]: - The required DC-level is only achieved by considering an acceptable tolerance of 5 percent (as result of the assumed accuracy of the



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

range borders). [green]

Channels / Test channels (1 / 2)**CH** Name: Channel 1

MTTFD [a]: 20

Blocks (1 / 4)**BL** Name: Relé

Reference designator: R1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☒ Logic☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 303 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 13200

Nop parameter:

Days: 300

Hours: 22

Seconds: 1800

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)

Measure:

Fault detection by the process
(Output device)
(0 % - 99 % depending on the application)
(not sufficient for PLs: pIE)

Documentation:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor*Status / Messages Block*

Status: green

Blocks (2 / 4)**BL** Name: Relé

Reference designator: R2

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input
☐ Output☒ Logic
☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 303 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 13200

Nop parameter:

Days: 300

Hours: 22

Seconds: 1800

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)

Measure:

Fault detection by the process
(Output device)
(0 % - 99 % depending on the application)
(not sufficient for PLs: pIE)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor**Blocks (3 / 4)****BL Name: Relé**

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:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 303 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 400000

nop [cycles/a]: 13200

Nop parameter:

Days: 300

Hours: 22

Seconds: 1800

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)

Measure:

Fault detection by the process
(Output device)
(0 % - 99 % depending on the application)
(not sufficient for PLs: pIE)

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Blocks (4 / 4)**BL Name: Üzem mód kapcsoló**

Reference designator: S2

Inventory number:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor*Device details Block*

Device Manufacturer:		
Device Identifier:		
Device group:		
Part number:		Revision:
Function:	☐ Input ☐ Output	☒ Logic ☐ unknown
Technology:	electronic	
Category:	-	
Use case:		
Description of the use case:		

Documentation Block

Documentation:
Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 151.5 (High)			
Mission time [a]: 20		Shortest mission time [a]: 20	
B10D [cycles]: 400000		nop [cycles/a]: 26400	
Nop parameter:	Days: 300	Hours: 22	Seconds: 900
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 0 (None)	
Measure:	Fault detection by the process (Output device) (0 % - 99 % depending on the application) (not sufficient for PLs: pIE)
Documentation:	

Status / Messages Block

Status:	yellow
Message [Status of Message]:	- Please check whether for the required PL a component with a DC of 0% is in accordance with the requirements of the category 2 in terms of failure detection. [yellow] - For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This block has a T10D of 15.2 years (see tab MTTFD), which falls below this value. Please assure to change this block in time. [green]



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor**Channels / Test channels (3 / 2)****TE** Name: Test channel

MTTFD [a]: 10

Blocks (1 / 1)**BL** Name: PLC normál

Reference designator: PLC

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Mitsubishi Q

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input☐ Output☒ Logic☐ unknown

Technology:

electronic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 10 (Medium)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Rate of dangerous failure [FIT]: 11415.5

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Subsystems (3 / 4)**SB** Name: PNOZ X4

Reference designator: K2

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Pilz

Device Identifier:

774730 V4.0

Device group:

Überwachung von Not-Halt, Schutztüren, Lichtschranken



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

Part number: 774730

Revision: 4.0

Function:

☐ Input☐ Output☒ Logic☐ unknown

Use case:

Logikfunktion | - | - | Allgemeine Verwendung | -

Description of the
use case:*Documentation Subsystem*

Documentation:

Sicherheitsschaltgerät der Familie PNOZ X

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:

File:

..\PZE_TUEV-Sued_BM_M6A-020132-0264-R02_R1_5_valid_2028-Dez-14_1002816-BM-12.pdf

Status / Messages Subsystem

Status:

green

Subsystems (4 / 4)**SB Name: Robot**

Reference designator: RB

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Yaskwa Motoman

Device Identifier:

DX-100

Device group:

Robot

Part number: YR-14H00050-B00

Revision:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Biztonságos működési leállítás a védoburkolat kioldásakor

Function: ☐ Input ☐ Logic ☐ Output ☒ unknown

Use case:

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

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]: 3.2E-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: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

Identifier of the Safety function:	SF001
Safety function type:	Safe torque off (STO)
Triggering event:	Nyomógomb működtetése
Reaction and Behaviour on power failure:	Robot (STO Safe Torque Off) 1. kat hajtóelemek energia leválasztása
Safe state:	A robot hajtás energiamentes és nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Mind
Demand rate:	$T_d = 28800 \text{ sec}$
Running-on time:	500 msec
Priority:	NA
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by direct input):	d
Documentation:	MSZ EN ISO 10218-1
Document:	
Source (e.g. standard):	
File:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: $3.8E-7$
---------------	----------------------

List of devices with a permissible operation time (T_{10D}) of less than 20 years:

Device list:	- [PLC OUT] Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D @ (Safety function: [SF001] Vészleállítás / Javasolt megoldás) { (Mission time [a]=5) } - [PLC] MELSEC iQ-R - Safety CPU R08SFCPU + R6SFM ("03" or earlier and "04" or earlier) @ (Safety function: [SF001] Vészleállítás / Javasolt megoldás) { (Mission time [a]=10) } - [PLC IN] Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D @ (Safety function: [SF001] Vészleállítás / Javasolt megoldás) { (Mission time [a]=5) }
--------------	--

Status / Messages Safety function

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

Subsystems (1 / 6)

SB Name: Vész-stop nyomógomb

Reference designator: S1

Inventory number:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input

☐ Output

☐ Logic

☒ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Qualitative aspects suitable up to PL:

n.a.

PL requirements:

fulfilled

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

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

Reached PL: e

PFHD [1/h]: 2.5E-8

Documentation:

Category Subsystem

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-tries 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:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 100 (High)

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

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]: 99 (High)

Common cause failure Subsystem

CCF Points: 70 (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 (15 Points)
Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc.
- Design / application / experience (5 Points)
Components used are well-tried.
- Environmental (25 Points)
For electrical/electronic systems, prevention of contamination and electromagnetic disturbances (EMC) to protect against common cause failures in accordance with appropriate standards (e.g. IEC 61326–3-1).
Fluidic systems: filtration of the pressure medium, prevention of dirt intake, drainage of compressed air, e.g. in compliance with the component manufacturers' requirements concerning purity of the pressure medium.
NOTE For combined fluidic and electric systems, both aspects should be considered.
- Environmental (10 Points)
Other influences
Consideration of the requirements for immunity to all relevant environmental influences such as, temperature, shock, vibration, humidity (e.g. as specified in relevant standards).

Documentation:

Document:

Status / Messages Subsystem

Status: green



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

Channels / Test channels (1 / 2)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)

BL Name: ES21 (Stand 2010-01)

Reference designator: ES1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

SICK AG

Device Identifier:

ES21-ATx/-CGx/-SAx V1.0.0

Device group:

Not-Halt-Taster

Part number: ES21-Ax11x0

Revision: 1.0.0

Function:

☒ Input

☐ Logic

☐ Output

☐ unknown

Technology:

unknown

Category:

-

Use case:

Standard Use Case

Description of the use case:

Documentation Block

Documentation:

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

Die hier gemachten Daten gelten nur mit den angenommenen Werten für die Anzahl der Schaltzyklen pro Jahr. Ggfs. kann hier eine Anpassung nötig sein.

Die Daten gelten für die folgenden Produktfamilie:

ES21 (Einbau- und Aufbauversionen)

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 2777.8 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 250000

nop [cycles/a]: 900

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)

Measure:

Cross monitoring of input signals and intermediate results



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

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

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

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

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)**BL** Name: ES21 (Stand 2010-01)

Reference designator: ES2

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: SICK AG

Device Identifier: ES21-ATx/-CGx/-SAx V1.0.0

Device group: Not-Halt-Taster

Part number: ES21-Ax11x0

Revision: 1.0.0

Function:

☒ Input☐ Logic☐ Output☐ unknown

Technology:

unknown

Category:

-

Use case:

Standard Use Case

Description of the
use case:*Documentation Block*

Documentation:

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

Die hier gemachten Daten gelten nur mit den angenommenen
Werten für die Anzahl der Schaltzyklen pro Jahr. Ggfs. kann
hier eine Anpassung nötig sein.

Die Daten gelten für die folgenden Produktfamilie:

ES21 (Einbau- und Aufbauversionen)

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 2777.8 (High)



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20
B10D [cycles]: 250000	nop [cycles/a]: 900
Documentation:	
<i>Diagnostic coverage Block</i>	
DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)
Documentation:	
<i>Status / Messages Block</i>	
Status:	green

Subsystems (2 / 6)**SB Name: Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D**

Reference designator: PLC IN	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	Mitsubishi Electric Cooperation
Device Identifier:	Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D
Device group:	Programmable Controller MELSEC
Part number: NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D	Revision: 32D:"8" or bigger 8TE:"6" or bigger
Function:	☒ Input ☐ Logic ☒ Output ☐ unknown
Use case:	Revision 32D:"7" or earlier, 8TE:"5" or earlier - - -
Description of the use case:	
<i>Documentation Subsystem</i>	
Documentation:	Extension module for NZ2GFSS2-32D Applicable for NZ2GFSS2-32D I/O with the serial number (16 digits) that satisfies the sixth digit is "8" or bigger. Applicable for NZ2EXSS2-8TE I/O with the serial number (16 digits) that satisfies the sixth digit is "6" or bigger. Subject to errors and technical modifications. Only the data in the related product manual are binding.
Document:	
<i>Performance Level Subsystem</i>	
PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

PL determination:	requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 4.8E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 5	Shortest mission time [a]: 5

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green
Message [Status of Message]:	- For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 5 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time. [green]

Subsystems (3 / 6)

SB Name: MELSEC iQ-R - Safety CPU R08SF CPU + R6SFM ("03" or earlier and "04" or earlier)

Reference designator: PLC	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	Mitsubishi Electric Cooperation
Device Identifier:	MELSEC iQ-R - Safety CPU R08SF CPU + R6SFM ("03" or earlier and "04" or earlier)
Device group:	Programmable Controller MELSEC
Part number: R08SF CPU + R6SFM ("03" or earlier and "04" or earlier)	Revision: "03" or earlier and "04" or earlier
Function:	☐ Input ☒ Logic ☐ Output ☐ unknown
Use case:	Standard Use Case
Description of the use case:	

Documentation Subsystem

Documentation:	Applicable for safety CPUs where the third and fourth digits of the 16-digit product information are "03" or smaller. Applicable for safety function modules where the third and fourth digits of the 16-digit product information are "04" or smaller.
----------------	--



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

Documentation: Subject to errors and technical modifications. Only the data in the related product manual are binding.
TUV Rheinland Issued certificate No.01/205/5448.02/21

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]: 5.5E-9

Documentation:

Mission time [a]: 10 Shortest mission time [a]: 10

Category Subsystem

Cat.: 4

Category requirements: fulfilled

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

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Message [Status of Message]: - For the designated architectures a typical mission time of 20 years is assumed. This subsystem has a mission time of 10 years (see tab MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change this subsystem in time. [green]

Subsystems (4 / 6)**SB Name: Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D**

Reference designator: PLC OUT

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Mitsubishi Electric Cooperation

Device Identifier: Safety remote I/O NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D

Device group: Programmable Controller MELSEC

Part number: NZ2EXSS2-8TE + NZ2GFSS2-32D Revision: 32D:"8" or bigger
8TE:"6" or bigger

Function: ☒ Input ☐ Logic
☒ Output ☐ unknown

Use case: Revision 32D:"7" or earlier, 8TE:"5" or earlier | - | - | -



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldásDescription of the
use case:*Documentation Subsystem*

Documentation:

Extension module for NZ2GFSS2-32D
Applicable for NZ2GFSS2-32D I/O with the serial number (16 digits)
that satisfies the sixth digit is "8" or bigger.
Applicable for NZ2EXSS2-8TE I/O with the serial number (16 digits)
that satisfies the sixth digit is "6" or bigger.

Subject to errors and technical modifications. Only the data in the
related product manual are binding.

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]: 4.8E-9

Documentation:

Mission time [a]: 5

Shortest mission time [a]: 5

Category Subsystem

Cat.:

4

Category requirements:

fulfilled

Requirements of the Category:

Since the category is given by the manufacturer he is responsible to
satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status:

green

Message [Status of Message]:

- For the designated architectures a typical mission time of 20 years is
assumed. This subsystem has a mission time of 5 years (see tab
MTTFD), which falls below this value. It is recommended to change
this subsystem in time. [green]

Subsystems (5 / 6)**SB Name:** ESM-BA7..., <= 1 A, <= 350.000 Zyklen pro Jahr, Sicherheitsrelais Basisgerät

Reference designator: K1

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

EUCHNER GmbH + Co. KG

Device Identifier:



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

Device group:	Sicherheitsrelais ESM	
Part number:	Revision:	
Function:	☒ Input ☐ Output	☐ Logic ☐ unknown

Use case:

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation:	Alle Varianten der Baureihen ESM-BA7... ACHTUNG: maximale Anzahl der Schaltzyklen 350.000 pro Jahr, Schaltstrom <= 1 A bei 24 V DC
Document:	http://www2.euchner.de/de-de/Produkte/Sicherheitsrelais/Sicherheitsrelais-ESM

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]: 2.5E-8
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

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

Subsystems (6 / 6)

SB Name: Robot

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

Device details Subsystem

Device Manufacturer:	Yaskwa Motoman
Device Identifier:	DX-100



Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

SF Safety function: Vészleállítás / Javasolt megoldás

Device group:	Robot		
Part number: YR-14H00050-B00	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 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]: 3.2E-7		
Documentation:			
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		
<i>Category Subsystem</i>			
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:			
<i>Status / Messages Subsystem</i>			
Status:	green		

Project name: Szakdolgozat

File date: 06.11.2024 00:59:28 Report date: 2024.11.11 Checksum: ee5b1ae36d8d3c9dd485682f5f2d0206

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