


Modernizace pneumatického lisu

Jakub Janisch

Bakalářská práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub Janisch**
Osobní číslo: **A14685**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Modernizace pneumatického lisu**
Téma anglicky: **The Modernisation of a Pneumatic Press**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši týkající se možností řídicích systémů pro výrobní linky.
2. Popište stávající stav výrobní linky a navrhované úpravy. Vyberte vhodné komponenty pro úpravu pneumatického lisu.
3. Navrhněte úpravu schématu elektrického a pneumatického zapojení lisu podle zadaných požadavků. Popište pneumatický lis a jeho propojení s řídicím systémem.
4. Provedte naprogramování řídicího systému, včetně vizualizace daného procesu.
5. Ověřte navržené a realizované úpravy na výrobní lince.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **BOLTON, William.** Programmable logic controllers. 4th ed. Amsterdam: Newnes, 2006, 400 p. ISBN 9780750681124
2. **HRUŠKA, František.** Technické prostředky informatiky a automatizace: (úvod, popis funkce, konstrukce a aplikace). Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 193 s.. ISBN 978-807-3185-350
3. **MARTINÁSKOVÁ, Marie a Ladislav ŠMEJKAL.** Řízení programovatelnými automaty. Vyd. 2. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. 223 s. ISBN 80-010-2925-5
4. **HLAVENKA, Bohumil.** Projektování výrobních systémů: technologické projekty I. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 290 s. ISBN 9788021428713
5. **VLACH, Jaroslav.** Řízení a vizualizace technologických procesů. Praha: BEN – technická literatura, 1999, 160 s. ISBN 9788086056661

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Navrátil, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

21. prosince 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

15. května 2019

Ve Zlíně dne 21. prosince 2018



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

děkan

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

ředitel ústavu

Jméno, příjmení: Jakub Janisch

Název bakalářské/diplomové práce: Modernizace pneumatického lisu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 15.5.2019

JAKUB JANISCH, v.r.
.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o modernizaci pneumatického lisovacího stroje a v krátkosti řeší problematiku týkající se jeho uvedení do provozu, objasňuje možnosti řídicích systémů pro výrobní linky s důrazem pro programovatelné automaty. Součástí práce je také seznámení s produktem, zákony a normami, kterými se řídí proces uvedení strojního zařízení do provozu. Na tuto část navazuje analýza rizik psána formou technické zprávy. V práci byly definovány požadavky pro modernizaci a na základě identifikovaných rizik podle ČSN EN ISO13849-1 je navržen pneumatický a elektrický obvod. V práci jsou dále uvedeny použité prvky a jejich provázanost s řídicím systémem. V další části práce jsou popsána vývojová prostředí, ve kterých probíhala programová realizace lisu. Hlavním přínosem práce je zprovoznění nefunkčního lisu, zrychlení a zefektivnění výroby.

Klíčová slova: CE, PLC Siemens Simatic S7, ReeR Mosaic, automatizace, řídicí systémy, ČSN 13849-1, LSA-PLUS, Insertion tool

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with a modernization of a pneumatic press and marginally with its putting in service, it also informs about the possibilities of control systems for production lines with accented Programmable Logic Controllers (PLC). The thesis also contains information about a product, jurisdiction and norms according to which the process of putting the industrial machinery in service is controlled. This part of the thesis is followed by an analysis of risks in a form of a technical report. In the thesis, requests for modernization were defined and pneumatic and electric circuits are proposed based on the identified risks according to ČSN EN ISO 13849-1. The thesis also provides used components and their interconnection with a control system. The following part of the thesis describes integrated development environments in which a program realization of the press was implemented. The main contribution of the thesis is to bring a non-functional press into operation as well as an acceleration and higher effectivity of production.

Keywords: CE, PLC Siemens Simatic S7, Reer, Mosaic, automation, control systems, ISO 13849-1, LSA-PLUS, Insertion tool

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Pavlu Navrátilovi, Ph.D za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

OBSAH	6
ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ŘÍDICÍ SYSTÉMY	11
1.1 DISKRÉTNÍ REGULÁTORY	11
1.1.1 ROZDĚLENÍ REGULÁTORŮ PODLE KONSTRUKČNÍHO PROVEDENÍ.....	12
1.1.2 ROZDĚLENÍ REGULÁTORU DLE MOŽNOSTI PROGRAMOVĚ OVLIVNIT JEJICH CHOVÁNÍ	12
1.2 SCADA	13
1.2.1 MOŽNOSTI KOMUNIKACE	14
1.3 PLC	16
1.3.1 STRUKTURA PLC	17
1.3.2 PROVEDENÍ PLC	18
1.3.3 PRINCIP FUNKCE PLC.....	21
1.3.4 PROGRAMOVACÍ JAZYKY.....	22
1.4 PAC	26
1.5 IPC	27
1.6 HMI	28
1.7 MES A ERP	29
2 VÝROBNÍ LINKA LSA INSERTION TOOLS	31
2.1 POPIS VÝROBNÍ LINKY PRO LSA INSERTION TOOL	33
2.2 SOUČASNÝ STAV LISU	34
2.3 NAVRHOVANÉ ÚPRAVY LISU	35
2.3.1 POČÍTADLO VYROBENÝCH KUSŮ	35
2.3.2 ŠPATNÉ ZALISOVÁNÍ	35
2.3.3 SERVISNÍ MÓD	35
2.3.4 CHYBĚJÍCÍ KOMPONENTY	36
2.3.5 ŠPATNĚ VLOŽENÉ KOMPONENTY	36
2.3.6 KONTROLA FUNKCE STŘIHU	36
2.3.7 ZRYCHLENÍ VÝROBY	36
3 UVEDENÍ STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ DO PROVOZU	37
3.1 STRUČNÝ PŘEHLED ZÁKLADNÍCH PŘEDPISŮ A NOREM:	37
3.2 NORMY PRO STROJNÍ ZAŘÍZENÍ:	38
3.3 POŽADAVKY PRO POSOUZENÍ SHODY	38
3.4 FUNKČNÍ BEZPEČNOST	38
3.4.1 PROCES POSOUZENÍ RIZIK	39
3.5 ČSN EN 62061	39
3.6 ČSN EN ISO 12100	40
3.6.1 POSOUZENÍ RIZIKA	40
3.7 ČSN EN ISO 13849-1	41

II. PRAKTICKÁ ČÁST	43
4 ANALÝZA RIZIK	44
4.1 URČENÍ MEZNÍCH HODNOT STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ.....	44
4.2 PŘEHLED IDENTIFIKOVANÝCH NEBEZPEČÍ.....	45
4.2.1 MECHANICKÁ NEBEZPEČÍ SPOJENÁ SE STROJEM	45
4.2.2 ELEKTRICKÁ NEBEZPEČÍ SPOJENÁ SE STROJEM	45
4.2.3 NEBEZPEČÍ HLUKU	45
4.2.4 NEBEZPEČÍ VIBRACÍ	45
4.2.5 NEBEZPEČÍ ZÁŘENÍ.....	45
4.2.6 NEBEZPEČÍ MATERIÁLU/LÁTEK	46
4.2.7 ERGONOMICKÉ NEBEZPEČÍ	46
4.2.8 NEBEZPEČÍ SPOJENÁ S PROSTŘEDÍM, VE KTERÉM JE STROJ POUŽÍVÁN	46
4.2.9 PNEUMATICKÁ NEBEZPEČÍ.....	46
4.2.10 NEBEZPEČÍ PŘI INSTALACI A MONTÁŽI.....	46
4.3 INFORMACE O PŘIJATÝCH OPATŘENÍCH	46
5 VÝBĚR KOMPONENT PRO ÚPRAVU LISU.....	47
5.1 PLC	47
5.1.1 SIEMENS SIMATIC S7-1200	47
5.2 HMI.....	48
5.2.1 WEINTEK MT8051P.....	49
5.3 BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉM	50
5.3.1 REER MOSAIC	50
5.4 SENSORY	51
5.4.1 HLÍDÁNÍ PŘÍTOMNOSTI KRYTU – BEZPEČNOSTNÍ SNÍMAČ MAGNUS RFID	51
5.4.2 HLÍDÁNÍ POZICE PÍSTNICE LISOVACÍHO VÁLCE – IFRM 08P17A3/S35L.....	52
5.4.3 PŘÍTOMNOST KOVOVÉ OSIČKY – CONTRINEX DW-AD-503-065.....	53
5.4.4 HLÍDÁNÍ POZICE PÍSTNICE ZÁMKU PŘÍPRAVKU – FESTO SME-10M-DS	55
5.4.5 PŘÍTOMNOST LISOVACÍHO PŘÍPRAVKU – IFRM 08P17A3/S35L	55
5.4.6 SENSOR PRO ODEBRANÝ MATERIÁL – PANASONIC NA1-PK3-PN	55
5.5 PNEUMATIKA	56
5.5.1 VENTIL PRO BEZPEČNÉ ODVZDUŠNĚNÍ – SMC VP544.....	56
5.5.2 VENTIL PRO LISOVACÍ VÁLEC – SMC SY9000	58
5.5.3 VENTIL PRO UPNUTÍ PŘÍPRAVKU – SMC SY3201-5U1.....	59
5.5.4 ŠKRTÍCÍ A ZPĚTNÝ VENTIL SE ZÁMKEM – SMC ASP530	60
5.5.5 LISOVACÍ VÁLEC	61
5.6 ELEKTRICKÉ ZAPOJENÍ A REALIZACE	62
5.6.1 ZAPOJENÍ STANDARDNÍCH V/V	63
5.6.2 ZAPOJENÍ BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ	64
5.6.3 REALIZACE ZAPOJENÍ	65
5.7 PNEUMATICKÉ ZAPOJENÍ A REALIZACE.....	65

5.7.1	REALIZACE ZAPOJENÍ	67
5.8	MECHANICKÉ ZAPOJENÍ A REALIZACE.....	67
	KOVOVÁ KONSTRUKCE LISU	67
	REPASOVÁNÍ LISOVACÍHO VÁLCE.....	68
	SPODNÍ LISOVACÍ MATRICE	69
	HORNÍ LISOVACÍ MATRICE	69
6	PROGRAMOVÁ REALIZACE	70
6.1	TIA PORTAL V13	70
6.1.1	VYTVOŘENÍ PROJEKTU	70
6.1.2	TVORBA APLIKACE	72
6.2	EASYBUILDER PRO.....	73
6.2.1	NASTAVENÍ NOVÉHO PROJEKTU A HW KONFIGURACE	74
6.2.2	VIZUALIZAČNÍ PROGRAM	75
6.3	MOSAIC SAFETY DESIGNER.....	77
6.3.1	NASTAVENÍ NOVÉHO PROJEKTU A HW KONFIGURACE	77
6.3.2	PROGRAMOVÁNÍ BEZPEČNOSTNÍHO PROGRAMU	78
7	OVĚŘENÍ REALIZOVANÝCH ÚPRAV	81
	ZÁVĚR	84
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	85
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	89
	SEZNAM OBRÁZKŮ	92
	SEZNAM TABULEK.....	95
	SEZNAM PŘÍLOH.....	96

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je zprovoznit nefunkční pneumatický lis pro výrobu krimpovacího nástroje pro LSA-PLUS moduly (Insertion tool). Hlavním cílem je navrhnout lis tak, aby byl maximálně bezpečný a hlavně, aby splňoval požadavky dané legislativou. Dalším požadavkem je zrychlit výrobu a usnadnit práci obsluze stroje.

Tato práce se mimo jiné zčásti zabývá možnostmi řídicích systémů pro výrobní linky. Představuje nejrozšířenější možnosti řízení pro celou škálu průmyslových aplikací od nejjednodušších regulačních obvodů až po rozsáhlé výrobní informační systémy. První část této práce je věnována programovatelným automatům, jež patří bezesporu mezi hlavní pilíře celé automatizace a také i proto, že pro řízení pneumatického lisu je použit programovatelný automat od firmy Siemens.

V další kapitole je představena výrobní linka LSA Insertion tool, jejíž součástí je pneumatický lis. Produkt je vyráběn jako příslušenství pro LSA PLUS konektor a je též známý jako KRONE pásek. V textu je uvedena základní informace o LSA konektoru a o nástroji LSA Insertion tool tak, aby bylo možno získat představu o modernizaci lisu.

Uvedení strojního zařízení do provozu je nezbytnou legislativní procedurou, aby nový stroj mohl být uveden do výroby. Tato práce se snaží reflektovat dané zákony a normy a na základě těchto požadavků a návrhů pro zefektivnění výroby slouží jako podklad pro návrh elektrické a pneumatické části lisu. Jsou zde uvedeny i komponenty pro úpravu lisu.

V předposlední kapitole jsou představeny vývojové prostředky pro naprogramování průmyslového automatu (PLC), bezpečnostního řídicího systému (SPLC) a rozhraní pro komunikaci mezi člověkem a strojem (HMI). Je zde popsáno blokové schéma řízení.

V poslední části je ověření realizovaných úprav na lisu a jejich impakt na výrobu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŘÍDICÍ SYSTÉMY

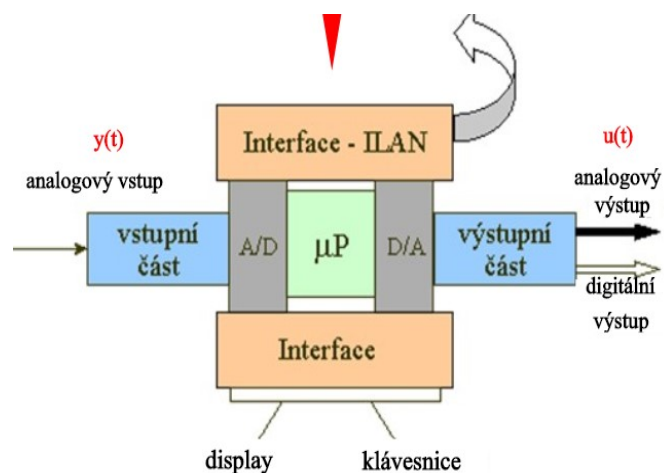
Řídicí systém (ŘS) je obecný pojem, který zahrnuje několik typů řídicích systémů a související přístrojové vybavení, které se používá pro řízení průmyslových procesů.

Takové systémy se mohou pohybovat od jedné modulární panelové řídicí jednotky až po rozsáhlé, propojené a interaktivní distribuované řídicí systémy. Všechny ŘS přijímají data ze vzdálených snímačů, porovnávají je s požadovanými hodnotami a odvozují požadované výstupní funkce k řízení procesů.

Rychle se vyvíjející průmysl má za hlavní cíl efektivitu. Veškeré dění se tedy točí kolem hlavních oblastí, jako jsou automatizace, řídicí systémy, robotika a internet. Tyto klíčové pojmy ukazují budoucnost celého průmyslu. Jejich synergií dochází k nové průmyslové revoluci označované jako Průmysl 4.0. [1]

1.1 Diskrétní regulátory

Základním stavebním prvkem diskrétního regulátoru je nejčastěji jednočipový počítač. Složení regulátoru demonstruje obrázek níže. Ve středu je mikropočítač a potřebné paměti. Jelikož se jedná o diskrétní regulátor, kde procesy, které řídí, mají spojitou charakteristiku, jsou nadále zapotřebí A/D a D/A převodníky. Neméně důležitou součástí jsou časovací a tzv. WatchDog obvody, které zabezpečují správné fungování celého regulátoru. U moderních regulátorů dochází k integrování mikroprocesoru, paměti a dalších funkčních bloků do jednoho jednočipového mikrokontroléru. [2]



Obrázek 1 Blokové schéma regulátoru [2]

1.1.1 Rozdělení regulátorů podle konstrukčního provedení

- **Kompaktní regulátor** – jde o celistvý přístroj, kde v jedné krabici je mikropočítač, vstupy, výstupy, komunikační rozhraní, podpůrné obvody a zobrazovací jednotka.
- **Modulární regulátor** – zde provedení vstupů a výstupů záleží na tom, jaké vstupní a výstupní moduly jsou použity, a jejich výměnou či doplněním lze konfiguraci v širším rozsahu měnit.

1.1.2 Rozdělení regulátoru dle možnosti programově ovlivnit jejich chování

Dalším významným kritériem, podle kterého lze regulátory dělit, je možnost programově ovlivnit jejich chování. Ve většině případů jsou tyto možnosti omezeny na nastavení konstant, volbu mezi několika typy regulačního algoritmu (PID, ON-OFF atd.), možnosti autoprogramování, případně volbu regulační struktury apod.

Rovněž se můžeme setkat i s volně programovatelnými regulátory, které umožňují výrazně větší flexibilitu. S jejich pomocí lze kombinací připravených funkčních bloků, časovými a logickými operacemi vytvářet poměrně složité regulační struktury, které rovněž přinášejí i možnost naprogramovat vlastní regulační algoritmy. Programování probíhá podobně jak u programovatelných automatů.

V dnešní době již programovatelné automaty (PLC) nabízejí funkce regulátorů a původní rozdíly mezi PLC a regulátory již nejsou tak zřejmé. [2]



Obrázek 2 PID regulátor Fuji PXF9 [3]

1.2 SCADA

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) by se dalo přeložit jako dispečerské řízení, sběr dat a jejich vizualizace. Jedná se o software používaný v průmyslové automatizaci, který je nadstavbou skutečného řídicího systému, který může být realizován například pomocí PLC. Používá se pro hromadný sběr a vyhodnocování technologických dat například z procesní výroby, z distribučních sítí, ale třeba i v technice budov. Pro sběr dat se používají různé zdroje, kterými mohou být například senzory, PLC nebo internet. Po získání dat jsou data odeslána k centrálnímu počítači. Výsledky pak mohou být zobrazeny v reálném čase třeba jako webové aplikace. Dalším benefitem je možnost dálkového řízení a nastavování parametrů. SCADA systémy přinášejí mnoho výhod, šetří čas lidem, do jisté míry odstraňují chybný lidský zásah, a tím se lze vyhnout mnoha komplikacím a finančním ztrátám. Se získanými daty dále mohou pracovat nadřazené systémy, jako jsou MES a ERP.

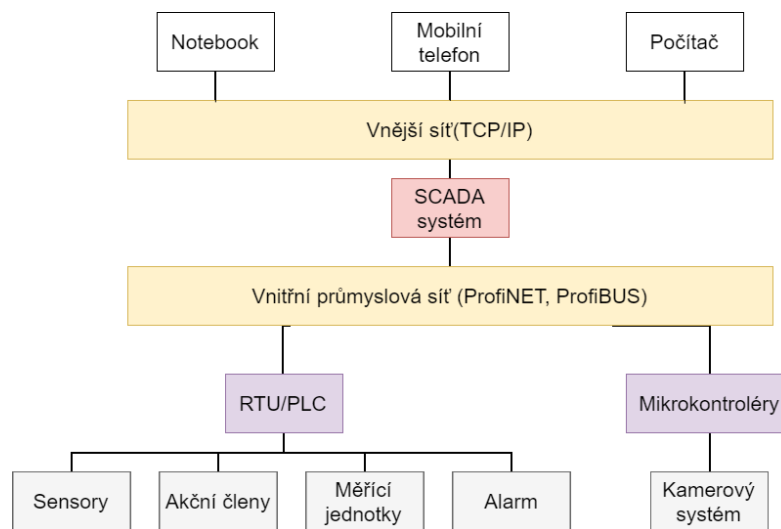


Obrázek 3 SCADA

SCADA systémy můžeme dělit na otevřené a uzavřené. Uzavřené systémy jsou z pravidla navrženy konkrétními výrobci PLC, kteří v minulosti vyvíjeli vlastní SCADA systémy pro své vlastní PLC (Siemens). Otevřené SCADA systémy naopak umožňují komunikaci se zařízeními jiných výrobců.

Například sestavením konfigurace (viz obrázek 4) a vytvořením vhodného programu lze vytvořit vizualizační systém, kde programové vybavení má za úkol obstarat tyto elementární funkce:

- Periodický přenos aktuálního obsahu datových registrů řídicího systému do paměti SCADA systému.
- Úprava parametrů datových registrů a jejich vizualizace nejlépe v grafické podobě.
- Konverze zvolených parametrů řízeného děje a jejich zpětný transfer do datových registrů řídicího systému.
- Logování parametrů a možnost je zpětně číst.



Obrázek 4 Hierarchy SCADA systému

1.2.1 Možnosti komunikace

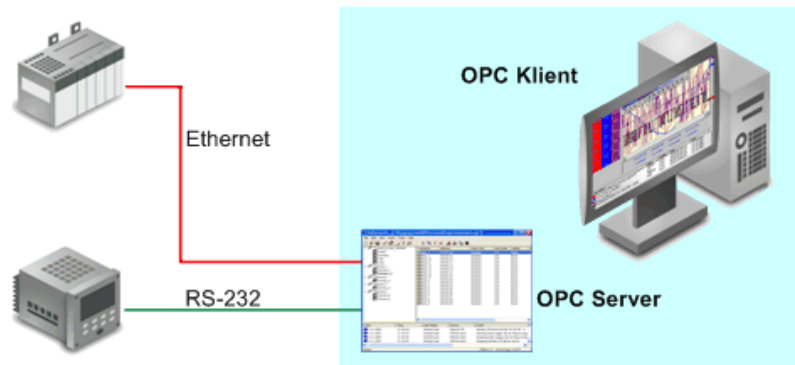
Nejrozšířenějším způsobem pro komunikaci je využívání Ethernetu či sériové linky, pomocí které PLC komunikuje (např. Modbus, S-BUS nebo Profibus) v případě, že při komunikaci nejsou využity průmyslové sběrnice. Je možné využít komunikaci pomocí OPC nebo DDE serveru či speciálních metod daného výrobce. Například pro zobrazení a změnu dat na webových stránkách lze použít jazyk XML, jenž je standardem pro výměnu informací. [4]

OPC server

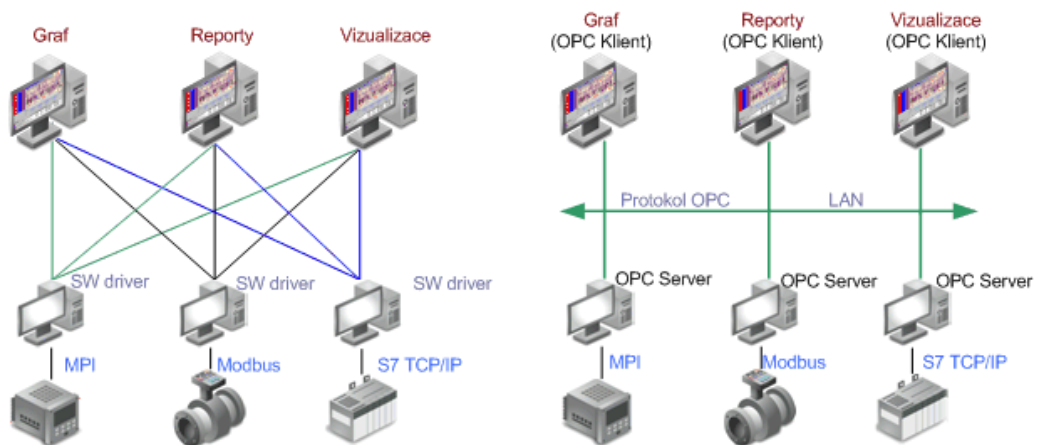
OPC (Ole For Process Control) je komunikační protokol, jehož cílem je vytvořit jednotné komunikační rozhraní mezi HW a SW produkty průmyslové automatizace.

OPC je vhodné použít tam, kde se nachází nejednotné HW a SW prostředí za předpokladu existence OPC rozhraní pro obě strany. V praxi to znamená, že je možné, aby zařízení např. PLC Siemens, PLC Mitsubishi, PLC Rockwell apod. přenášela data do vizualizačních programů, jako např. InTouch, Gemesis32, Reliance, případně data z těchto programů

zapisovala zpět do zmíněných zařízení. Všechny tyto části totiž spolu navzájem komunikují přes komunikační standard – protokol OPC.



Obrázek 5 Funkce OPC [4]



Obrázek 6 Přenos dat mezi rozdílnými systémy [4]

XML sdílení dat

Pravděpodobně nejjednodušší způsob sdílení dat v síti, který funguje na HTTP protokolu. Data lze využít v jiné aplikaci nebo zobrazit jako HTML stránku. Sdílení dat je v režimu klient-server.

1.3 PLC

Z anglického Programmable Logic Controller. V literatuře se můžeme setkat ještě s dalšími akronymy, PLA (Programovatelný Logický Automat), PA (Programovatelný Automat), SPS z německého Speicherprogrammierbare Steuerung, FPC (Free Programmable Controller) a zavádějící zkratky PC (Programmable Controller).

Definice programovatelného automatu dle ČSN EN 61131 – 1: PLC je číslicově pracující elektronický systém, konstruovaný pro použití v průmyslovém prostředí, využívající programovatelnou paměť pro interní ukládání uživatelsky orientovaných instrukcí pro provádění specifických funkcí (logických, sekvenčních, časovacích, čítacích, komunikačních, organizačních) za účelem řízení strojů či procesů, a to prostřednictvím digitálních nebo analogových vstupů a výstupů. Jak programovatelná řídicí jednotka, tak periferní zařízení jsou konstruovány pro snadné začlenění do systémů průmyslového řízení.

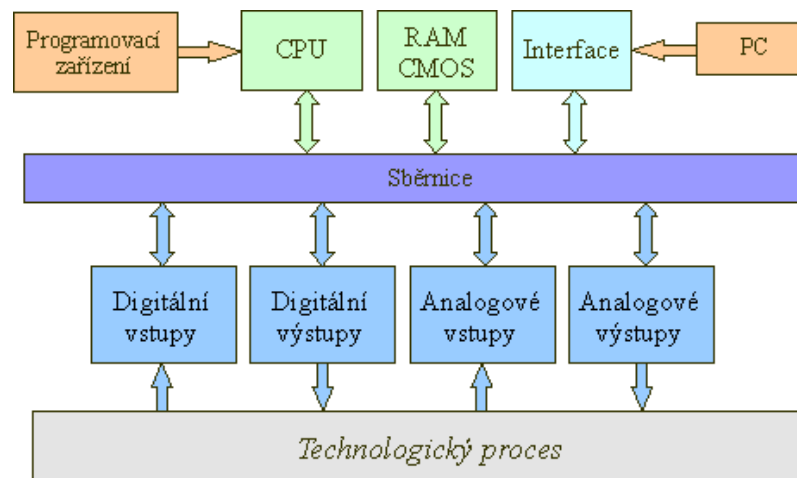
Většina průmyslových řídicích systémů je řešena právě pomocí PLC. Jejich historie sahá do 70. let 20. století, kdy se začaly nahrazovat reléové systémy, které měly několik zásadních neduhů jako nespolehlivost či nákladné uvedení do provozu. Změna programu znamenala „předrátovat“ rozvaděč.

Naproti tomu, dnešní PLC jsou užívané v náročných průmyslových aplikacích, proto jsou konstruovány s maximální spolehlivostí, robustností a odolností proti vnějším vlivům. Dalšími ctnostmi jsou rychlá diagnostika poruchy, možnost změny řídicího programu a rychlá realizace. [5] [6]



Obrázek 7 PLC Siemens S7-300

1.3.1 Struktura PLC



Obrázek 8 Struktura PLC [6]

- **CPU** – realizuje soubor instrukcí a systémových služeb, zajišťuje základní komunikační funkce s vlastními i vzdálenými moduly, s nadřazeným systémem a s programovacím přístrojem. Obsahuje mikroprocesor a řadič zaměřený na rychlé provádění instrukcí.
- **Paměť** – zde jsou uloženy časovače, čítače, uživatelské registry, komunikační, časové a jiné systémové proměnné. Taktéž slouží pro uložení uživatelského programu. Na rozdíl od PC si PLC při poruše ŘS musí uložit poslední stav, od něhož po obnovení funkce pokračuje dál v činnosti.
- **Speciální periferie** – mají speciální funkce a mohou být kombinací V/V periferií. Tyto periferie mohou obsahovat i vlastní logiku a určité funkce vykonávají samostatně bez vazby na CPU. Příkladem může být periferie, která zajišťuje přenos sériové linky např. pro snímač čárového kódu nebo periferie, která obsahuje autonomní obvod regulace.
- **Komunikace** – komunikační periferie zprostředkovávají sériovou komunikaci mezi PLC a jedním nebo více připojenými účastníky na různých fyzických vrstvách spojení a s různými protokoly přenosu.
- **Analogové V/V** – zpracovávají signály spojitého charakteru elektrických veličin napětí a proudu. Oproti digitálním periferiím se jedná o složitější řešení zpracování signálu. Výhodou je fakt, že poskytují informaci, která reprezentuje spojitý stav a informaci o hodnotě, kterou nelze binárním (dvoustavovým) signálem vyjádřit.

- **Digitální V/V** – jsou jednodušším typem periférií používaných v PLC. Zpracovávají signály dvoustavové úrovně charakteru zapnuto/vypnuto definovaných stavů napětí. Zpravidla se jedná o periférie vstupní a výstupní podle směru toku signálu. PLC tyto signály zpracovává v cyklu, vstupní signály vzorkováním.

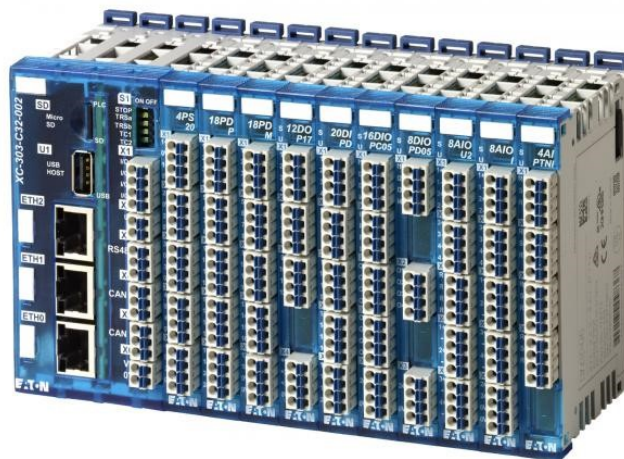
1.3.2 Provedení PLC

- **Kompaktní** – obsahuje v jednom modulu analogové a digitální V/V a základní rozhraní pro komunikaci s uživatelským PC. Kompaktní PLC se svými vlastnostmi zaplňují mezeru mezi programovatelnými relé a výkonnými PLC. Výhodou kompaktních PLC bývá nejen cena, ale i rychlost přístupu k perifériím, protože jsou přímo integrovány v PLC a signály nemusí procházet přes řadič sběrnice. Doba cyklu se tak může pohybovat v jednotkách milisekund.



Obrázek 9 PLC OMRON CP1L [7]

- **Modulární** – jsou podle konkrétních požadavků kladených na řízení procesů osazovány potřebným počtem periferních modulů, které jsou přes sběrnici propojeny k CPU. V rámci centrálního systému jsou moduly propojeny v jedné řadě, tedy těsně za sebou. V případě potřeby instalace více modulů, je možno sestavu PLC realizovat jako decentrální systém.



Obrázek 10 PLC Eaton XC300 [8]

- **Se zabudovaným OP (OPLC)** – jedná se o kompaktní provedení PLC, které v sobě integruje PLC a displej pro zobrazení a řízení technologie (HMI).



Obrázek 11 OPLC Unitronics Vision V430 [9]

- **Micro PLC (Programovatelné relé)** – nejmenší a nejlevnější kategorie PLC. Jedná se většinou o kompaktní provedení, které je možné rozšířit o V/V nebo o komunikační modul. Možnosti programování jsou omezené na základní funkce. K PLC je možné připojit i jednoduchý displej pro zobrazení hodnot, využití V/V a pro konfiguraci či naprogramování automatu.

Typickým příkladem využití je řízení jednoduchých strojů a mechanismů. Své uplatnění si rovněž najde i v technice budov.

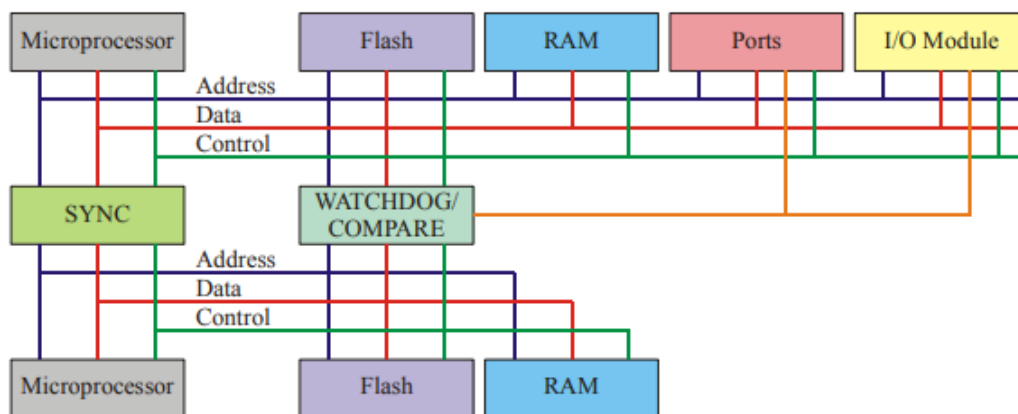


Obrázek 12 PLC Siemens LOGO! [10]

- **Bezpečnostní** – speciální druh PLC, který je určen pro bezpečnostní funkce ŘS. Pro bezpečnostní systémy nebo dílčí část systému platí i některá omezení pro tvorbu programu, kdy jsou povoleny jen jednodušší funkce, aby se zamezilo chybě při tvorbě programu. Pro odlišení a zvýraznění bezpečnostní funkce jsou ve žlutém (červeném) provedení. Můžeme se setkat s provedením jako samostatná jednotka či rozšiřující modul pro klasické PLC. Bezpečnostní (Safety) PLC bývají certifikované až do kategorie 4 dle ČSN EN 954-1. Architektura je založena na redundantních procesorech, pamětech a jejich chod je stále kontrolován dohlížecím obvodem (watchdog). Synchronizace chodu redundantních systémů je prováděna synchronizačním obvodem.



Obrázek 13 Safety PLC ABB AC500-S [11]



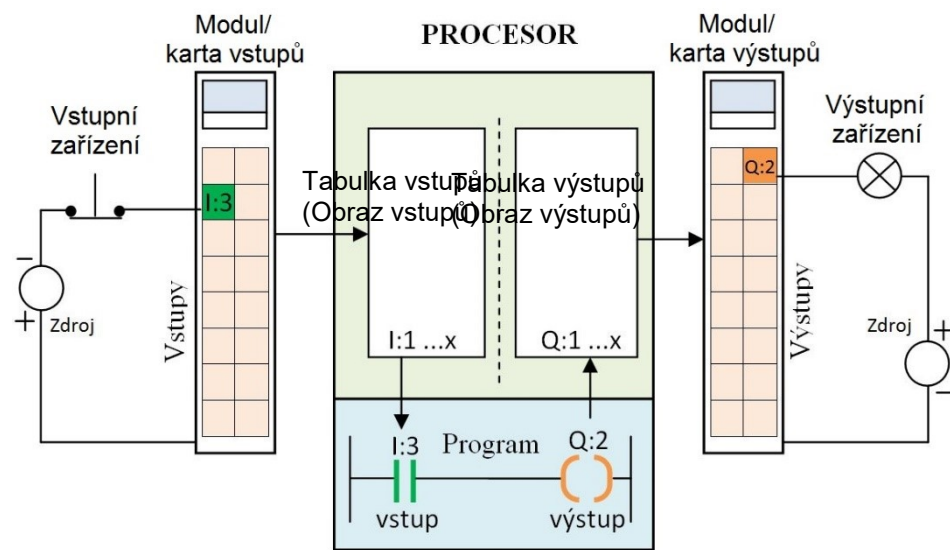
Obrázek 14 Schéma bezpečnostního PLC

1.3.3 Princip funkce PLC

PLC nepracuje s aktuálními hodnotami V/V, ale s jejich obrazy uloženými v paměti (registrech). Aktualizace jednotlivých hodnot probíhá v čase operačního cyklu, v rámci kterého si procesor PLC načte vstupy, zapíše hodnoty do registru (vytvoření obrazu vstupů) a potom na základě programu aktivuje výstupy, tedy z výstupního registru aktivuje konkrétní výstup. Tento proces je označován jako „program scan cycle“. Důležité je si uvědomit, že PLC vykonává daný cyklus ve smyčce.

1. Aktivace výstupů na výstupní kartě podle registrů.
2. Aktualizace systémových a časových proměnných.
3. Vytvoření obrazu vstupů ze vstupní karty.
4. Vykonání programu.

5. Skok do 1. kroku.



Obrázek 15 Princip funkce PLC

1.3.4 Programovací jazyky

První PLC automaty používaly své systémy s vlastními variantami jazyků a to přineslo značnou nepřehlednost. Tuto nepřehlednou situaci vyřešila až mezinárodní norma ČSN EN 61131-3 ed. 2., která definuje 5 základních programovacích jazyků pro PLC (IL, ST, LD, SFC a FBD). Existují i další jazyky, které nejsou v normě uvedeny, ale uživatelům mohou přinést mnohé výhody (např. S7-Graph, CFC). [12]

- **Jazyk seznamu instrukcí IL**

IL (Instruction List) řadíme do skupiny textových jazyků. Bývá označován také jako jazyk pokynů (povelů), seznam instrukcí může připomínat assembler. Programová organizační jednotka je složena ze sekvence instrukcí, z nichž každá začíná na novém řádku, může obsahovat také komentář.

```

      U(
      U(
      UN  "First_Scan"          M50.7
      SPNB _00c
      L   100
      T   "MaxEngINT".Umid     DB5.DBW4
      SET
      SAVE
      CLR
    _00c: U   BIE
      )
      SPNB _00d
      L   "MaxEngINT".Umid     DB5.DBW4
      ITD
      T   "MaxEngDINT".Umid    DB6.DBD8
      SET
      SAVE
      CLR
    _00d: U   BIE
      )
      SPNB _00e
      L   "MaxEngDINT".Umid    DB6.DBD8
      DTR
      T   "MaxEngREAL".Umid    DB7.DBD8
    _00e: NOP  0

```

Obrázek 16 Část programu v IL

- **Jazyk strukturovaného textu ST**

Textový jazyk ST (Structured Text) patří mezi vyšší programovací jazyky, který má základy v jazycích Pascal a C. Je definováno deset typů příkazů (přřazení, vyvolání funkce, návrat, výběr apod.). Příkazy jsou odděleny středníkem a může jich být více na jednom řádku. Jazyk ST je vhodným nástrojem pro definování komplexních funkčních bloků, které pak mohou být použity v jakémkoliv programovacím jazyku.

```

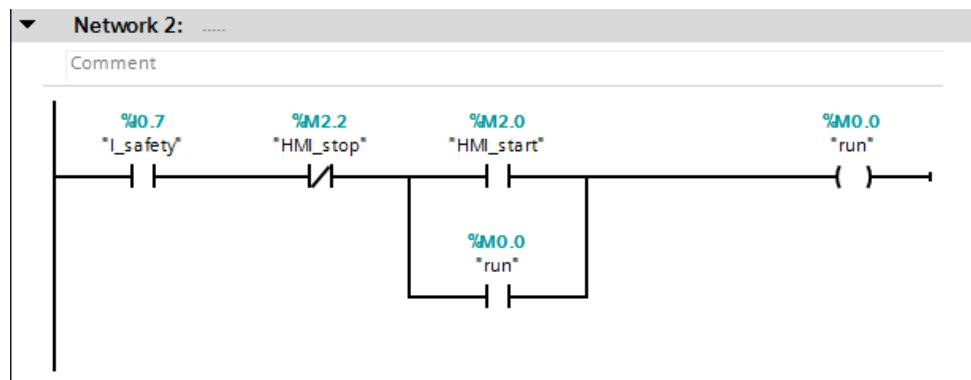
(* TEST CYCLE SETUP *)
cycle_In1 := tb_In1[testCycleNum];
cycle_In2 := tb_In2[testCycleNum];
cycle_In3 := tb_In3[testCycleNum];
cycle_Out := tb_Out[testCycleNum];
IF testCycleNum = 0 THEN
  (* INIT *)
  PID_Subsystem(i0_PID_Subsystem, 0, cycle_In1, cycle_In2, cycle_In3, out_Out);
END_IF;
(* STEP *)
PID_Subsystem(i0_PID_Subsystem, 1, cycle_In1, cycle_In2, cycle_In3, out_Out);
(* VERIFY *)
IF testVerify THEN
  IF cycle_Out = 0.0 THEN
    IF ABS(out_Out) > 9.9999997473787516E-5 THEN
      testVerify := 0;
    END_IF;
  ELSIF ABS(out_Out - cycle_Out) > (9.9999997473787516E-5 * ABS(cycle_Out)) THEN
    testVerify := 0;
  END_IF;
END_IF;
testCycleNum := testCycleNum + 1;
END_IF;
END_IF;

```

Obrázek 17 Část programu v ST

- **Jazyk příčkového diagramu LD**

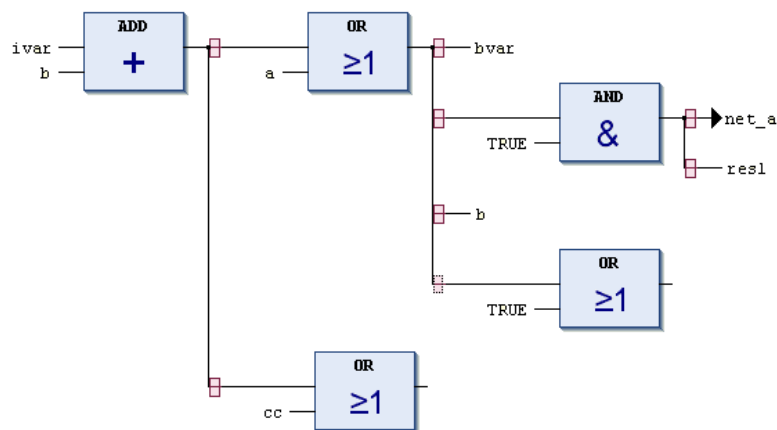
Grafický jazyk LD (Ladder Diagram) je někdy také nazýván jazykem kontaktních schémat a je založen na grafické reprezentaci reléové logiky. Program je zapsán sítí propojených grafických prvků. Sít' v jazyku LD je zleva i zprava ohraničena svislými čarami, které se nazývají levá a pravá napájecí sběrnice. Mezi nimi je tzv. příčka, která může být rozvětvena. Každý úsek příčky, vodorovný nebo svislý, může být ve stavu „zapnuto“ nebo „vypnuto“. Do příček mohou být včleněny kontakty (spínací, rozpínací apod.), cívky (cívka, negovaná cívka apod.) a dále funkce a funkční bloky.



Obrázek 18 Část programu v LD

- **Jazyk funkčního blokového schématu FBD**

Dalším grafickým jazykem je FBD (Function Block Diagram), který vyjadřuje chování funkcí, funkčních bloků a programů jako soubor vzájemně provázaných grafických bloků podobně jako v elektronických obvodových diagramech. Používají se zde standardní funkční bloky pro vyjádření logických funkcí a také čítače, časovače, komunikační bloky a podle potřeby i speciální bloky. Každý výrobce nabízí ve svém programovacím prostředí poněkud odlišný soubor bloků.

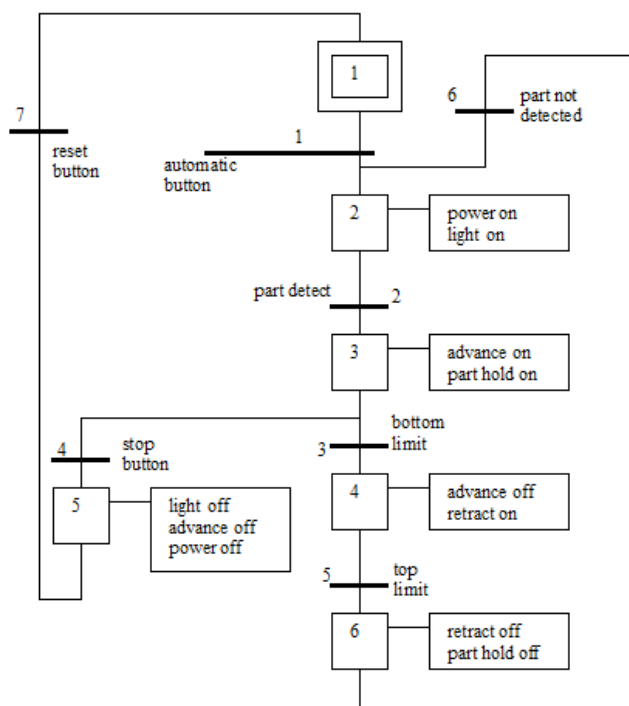


Obrázek 19 Část programu v FBD

- **Sekvenční funkční diagram SFC**

SFC (Sequential Function Chart) popisuje sekvenční chování řídicího programu. Je odvozen ze symboliky Petriho sítí. SFC umožňuje rozložit úlohu řízení na zvládnutelné části a zachovat přitom přehled o chování celku. Sekvenční funkční diagram se skládá z kroků a přechodů. Každý krok reprezentuje stav řízeného systému a má k sobě přiřazen blok akcí.

Přechod je spojen s podmínkami, které musí být splněny, aby mohl být deaktivován krok, který přechodu předchází, a naopak aktivován krok, který následuje. Každý prvek, tzn. přechod i blok akcí, může být naprogramován v libovolném jazyku definovaném v normě včetně vlastního SFC. Jazyk umožňuje i větvení programu se spojením alternativních větví a paralelní souběh více větví s jejich následnou synchronizací.



Obrázek 20 Část programu v SFC

1.4 PAC

PAC systémy jsou velmi podobné PLC systémům, vlastně mezi PLC a PAC není jasně definovaný rozdíl. Rozdíly lze, i když celkem nejednoznačně, určit v komplikovanosti a náročnosti řízení. PAC systémy jsou určeny pro rozsáhlé distribuované řízení, jako je třeba řízení celozávodních procesů. Příkazová sada je mnohem vyspělejší a vytvořená speciálně pro daný proces. Obvykle PAC systémy mají více než jedno CPU a nabízejí rozsáhlejší možnosti připojovacích rozhraní a poskytují i více komunikačních protokolů. Obvykle zvládnou velký počet regulačních smyček. V současné době i tyto rozdíly nemusí být pravdou a nejvyšší řady PLC poskytují úplně stejné funkce. [13]



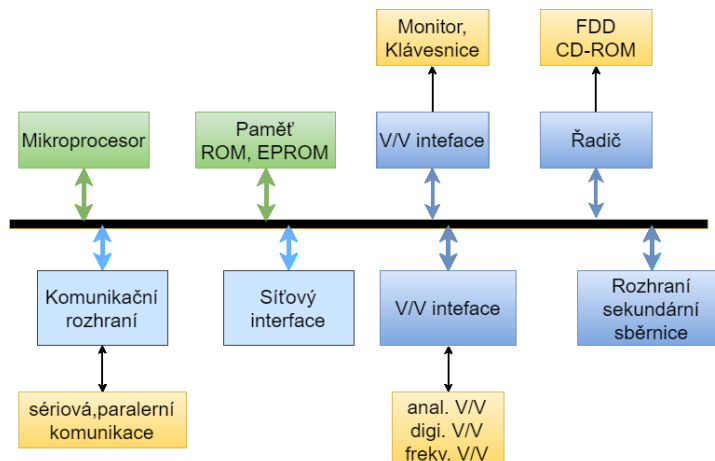
Obrázek 21 PACSystems RX3i Controller [13]

1.5 IPC

Jedná se o osobní počítače umožňující nasazení v průmyslových podmínkách. Tyhle počítače jsou rozšířené o V/V karty, které umožňují připojení průmyslové technologie. Vybavené rozhraním pro sériovou komunikaci a dalšími řídicími systémy, SCADA systémy atd. IPC mohou emulovat funkci PLC. Používají se hlavně tam, kde je potřeba řídit aplikaci, která běží pod konvenčním OS, nebo je potřeba velký výpočetní výkon. Příkladem může být technologie strojového vidění nebo v poslední době stále více populárnější neuronové sítě, které se dají využít pro rozhodování a automatizované sledování kvality výrobků. [14]



Obrázek 22 ADVANTECH IPC-7120 [14]



Obrázek 23 Struktura řídicího počítače (IPC)

1.6 HMI

HMI (Human Machine Interface) reprezentuje rozhraní mezi zařízením (strojem, systémem) a člověkem (obsluha, operátor). HMI představuje prostředky pro zobrazení a předání informace o stavu zařízení (stav, hodnoty) obsluze nebo operátorovi a zároveň poskytuje možnosti k ovládání stroje a zadávání hodnot. V dnešní době je možné pro pokrytí většiny ovládacích a signalizačních procesů stroje volit dotykové panely, které uživateli poskytují větší komfort z pohledu přehlednosti a úplnosti dat potřebných pro splnění daných provozních požadavků. Určité funkce však stále jsou a i nadále budou řešeny použitím běžných ovládacích prvků. Především z důvodu bezpečnosti (např. tlačítka nouzového zastavení) v souladu s normativními požadavky a místními předpisy, které definují druhy informací a stanovují způsob, jakým mají být předány operátorům strojů (barvy, symboly, popisy). [19]



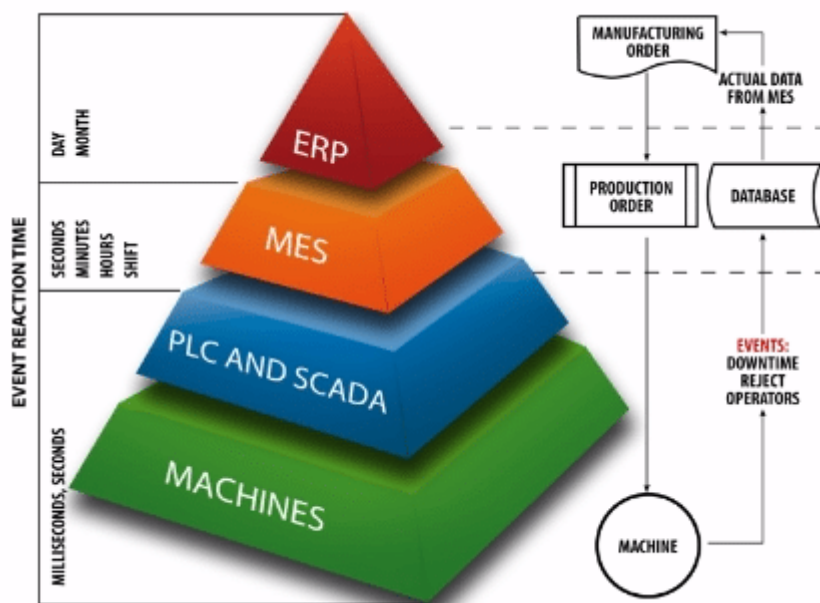
Obrázek 24 HMI Siemens touch

1.7 MES a ERP

- ERP (Enterprise Resource Planning) – je podnikový informační systém, který integruje a automatizuje velké množství procesů souvisejících s produkčními činnostmi podniku. Běžný ERP systém se stará o účetnictví, marketing, finance, logistiku, skladové hospodářství, správu majetku, distribuci a údržbu. Počet funkčních oblastí závisí na daném ERP systému a jeho konkrétním nastavení. Rozsah zpracování jednotlivých oblastí může být také odlišný.

ERP systémy jsou určeny také k tomu, aby v těchto klíčových procesech podniku zvýšily efektivitu. [20]

- MES (Manufacturing Execution System) – v překladu jako výrobní informační systém, jehož hlavním cílem je řízení výroby. Je mezičlánkem mezi podnikovými informačními systémy (ERP) a systémy pro automatizaci výroby (technologických procesů). Jejich úkolem je zajistit správu výrobních zdrojů (materiál, osoby, zařízení, nástroje), správu výrobních postupů (technologické postupy, kusovníky), detailní plánování výroby, dispečerské řízení, bezpapírovou dokumentaci, operativní řízení výroby (správa v reálném čase), údržbu zařízení, sběr dat ze strojů a terminálů, sledování výrobku či jeho rodokmen, výrobní logistiku a výkonnostní analýzy. MES je výchozím předpokladem pro zajištění certifikace kvality podle norem ISO 9000. [20]

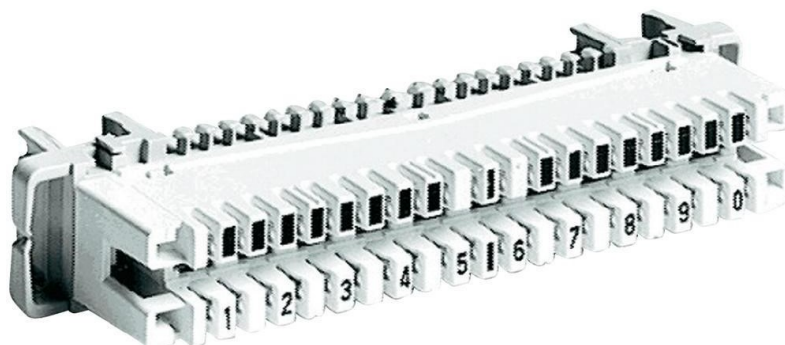


Obrázek 25 Hierarchie výrobního závodu

2 VÝROBNÍ LINKA LSA INSERTION TOOLS

LSA-PLUS konektory jsou nástupcem tzv. ranžirovacích ježků, jež byly zásadním milníkem v telekomunikacích. Do té doby bylo jako způsob zakončování vodičů používáno letování, šroubování anebo ranžírování (ovíjení). Dá se říct, že to byl proces velmi zdlouhavý a náročný, ale v roce 1970 se objevil nový typ zakončování, a to tzv. zářezování. Na téhle myšlence je postavená technologie LSA-PLUS, což je akronym pro:

- Lötfrei – bez pájení.
- Schraubfrei – bez šroubování.
- Abisolierfrei – bez odstraňování izolace.
- Preiswert – nízkonákladově.
- Leicht zu handhaben – snadné použití.
- Universell anwendbar – univerzální využití.
- Sicher und schnell – bezpečné a rychlé.



Obrázek 26 KRONE LSA konektor

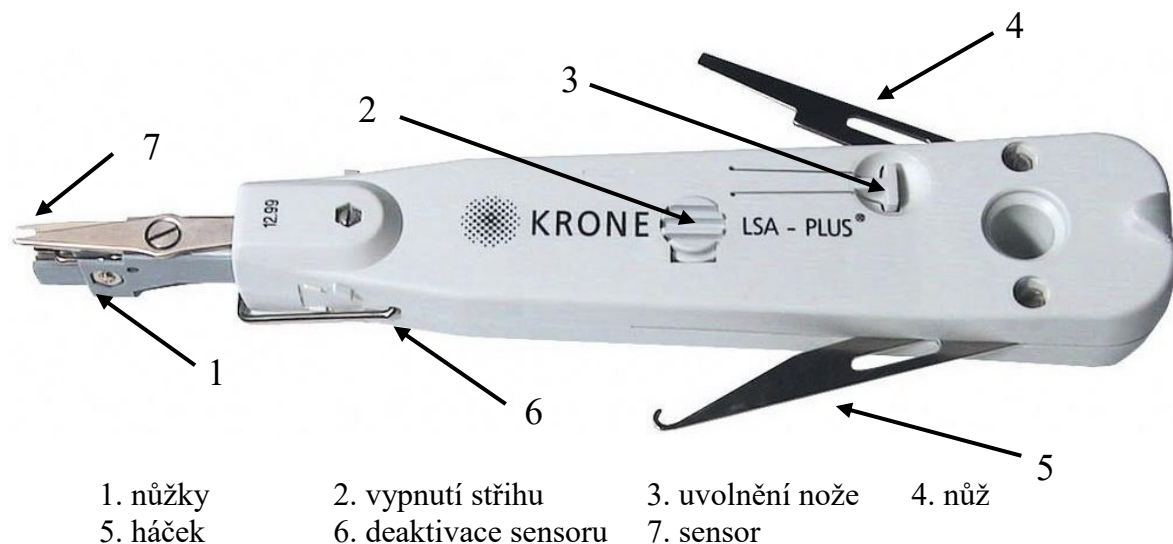
Jak část jména napovídá, LSA-PLUS mají univerzální použití v elektronice od audio systémů, přes automatizaci k telekomunikacím.

Německá firma KRONE, jež za tímhle produktem stojí, vznikla v 70. letech minulého století. Na začátku nového tisíciletí KRONE koupila korporace ADC Telecommunications. V roce 2010 došlo k další akvizici pod křídly Tyco Electronics a v roce 2016 se stala divize ADC/KRONE součástí rodiny Commscope.

Commscope je globálním lídrem v oblasti telekomunikací. Má přes 25 tisíc zaměstnanců a působí ve více jak 130 zemích světa.

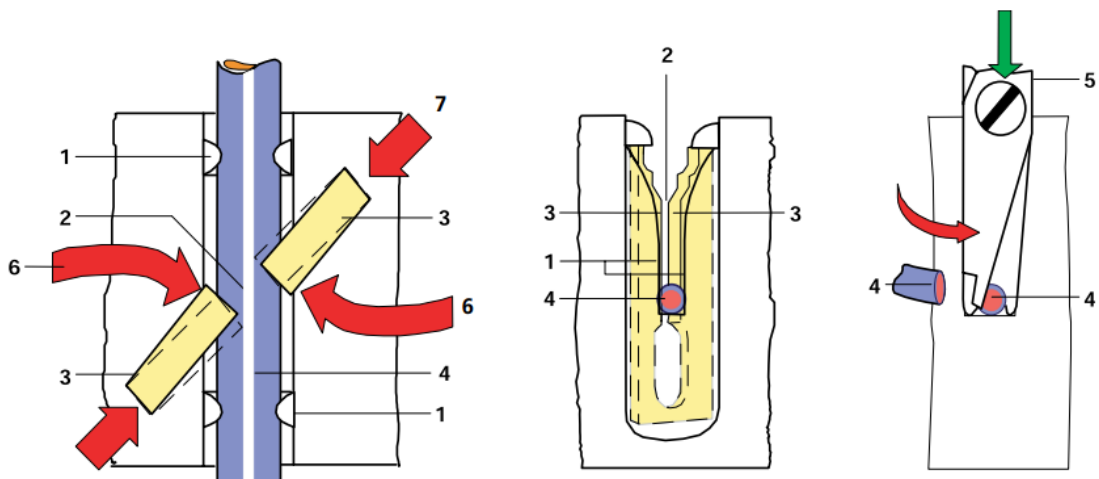
LSA Insertion tool je vkládací nástroj pro všechny datové, informační a sdělovací kabeláže. Použitelný pro veškeré konstrukční řady LSA-PLUS, rovněž pro konektory RJ-45

a HIGHBAND. Je vhodný pro ukončení vodičů s průřezem od 0,35 do 0,9 mm se šířkou izolace 0,65 až 2,6 mm.



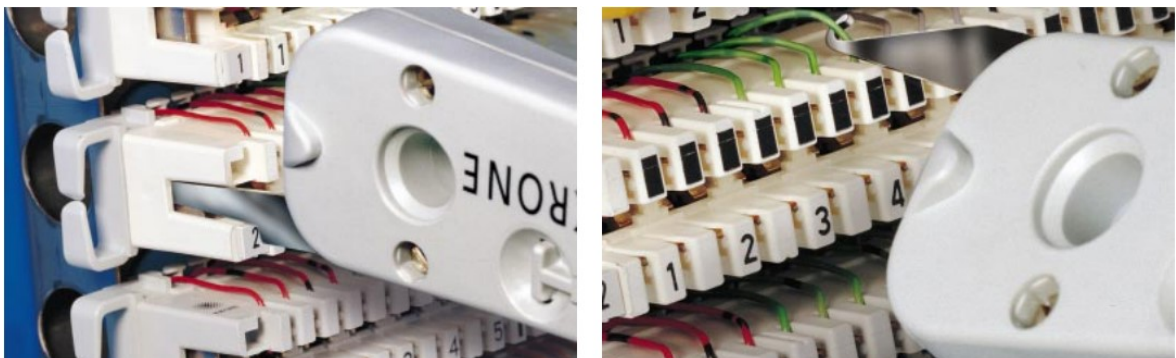
Obrázek 27 Popis LSA Insertion tool

Za pomoci LSA vkládacího nástroje je vodič (4) přitlačen do kontaktu (2) mezi kontaktními čelistmi (3), které jsou umístěny pod úhlem 45° k ose vodiče. Kontaktní čelisti jsou otevřené v axiálním směru a dochází i k jejich prohnutí. Zaříznutím skrz izolaci vodiče v protilehlých místech. Zkroucené kontakty se zpětnou silou (5,6) mají tendenci se vrátit do původní polohy, a tak dojde k vytvoření odolného kontaktu mezi čelistmi a vodičem. Plastová upínací žebra (1), která jsou tvarována do vodičích štěrbin, tak poskytnou dodatečnou ochranu kontaktních míst proti rázovým a tahovým silám. Vodič je tak pevně chycen a nedochází k žádnému pohybu. Při správném zalisování vodiče je slyšet cvaknutí vkládacího nástroje. Po správném zalisování kontaktu dojde i k zastřížení vodiče na správnou délku. Pokud musí být vodič odstraněn, využije se háček, který je ve vkládacím nástroji.



1. plastová upínací žebra 2. kontakt slot 3. čelisti kontaktu 4. vodič
 5. vkládací nástroj 6. torzní síly na kontaktu 7. vratné síly kontaktu

Obrázek 28 Popis funkce zařezání vodiče do kontaktu LSA

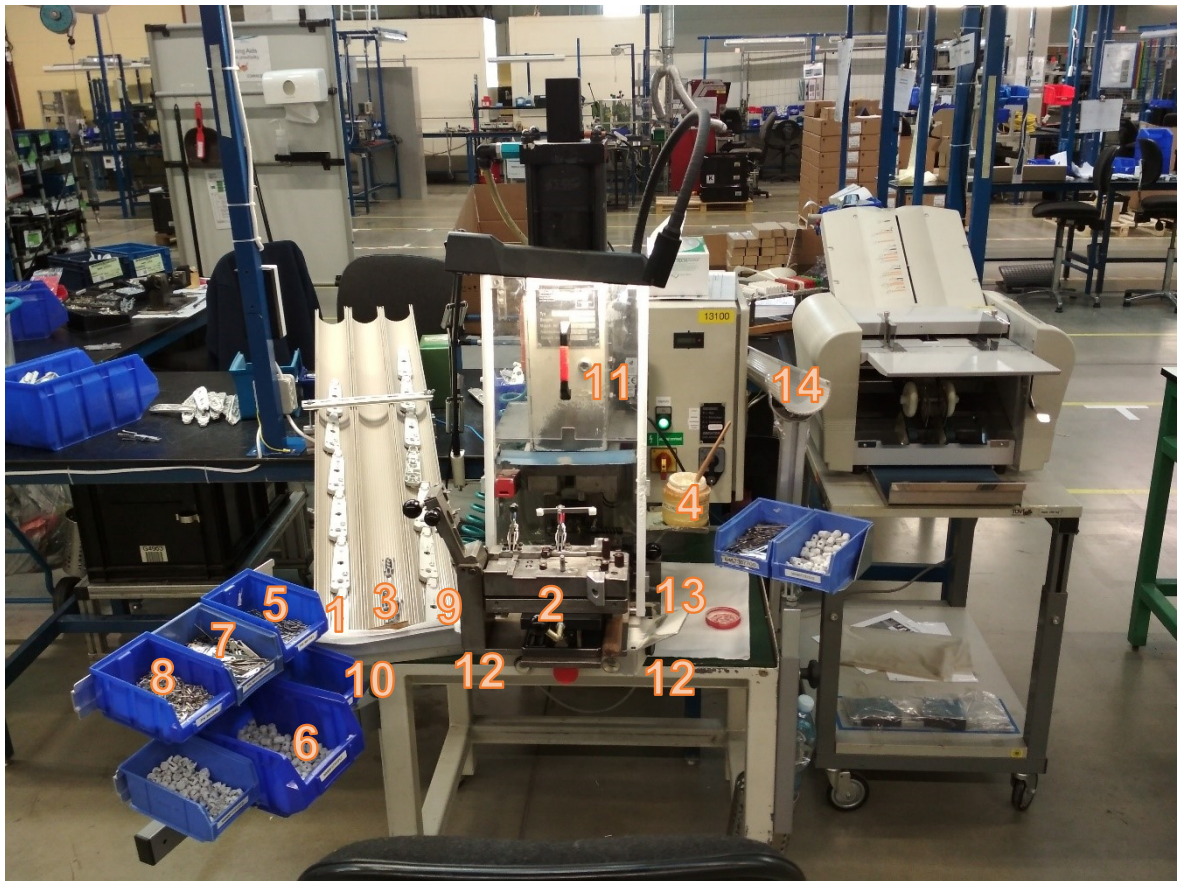


Obrázek 29 Ukázka použití háčku a nože

2.1 Popis výrobní linky pro LSA Insertion tool

Výrobní linka se skládá ze čtyř stanovišť. Na prvním stanovišti dochází k montáži lisovací/stříhací hlavy tzv. kobyvky. Jedná se o nejnáročnější část výroby vkládacího nástroje. Poté na dalším stanovišti dochází k přidání pružiny do kobyvky a zalisování kovové podkovy do krytu vkládacího nástroje. Kobyvka je spolu s horním a spodním dílem vkládacího nástroje předána na další stanoviště. Zde dochází ke zkompletování vkládacího nástroje a jeho snýtování za pomoci pneumatického lisu, který je předmětem téhle práce. Zkompletované nůžky se posílají na poslední stanoviště, kde je otestována jejich funkčnost, a jsou zabaleny zákazníkovi.

Detailnější popis stanoviště 3, kde dochází k zalisování vkládacího přípravku.



Obrázek 30 Výrobní linka LSA Insetion tool

Operátor vezme spodní část plastového krytu (1), umístí ho do spodní části lisovací matrice (2), která drží plast v poloze. Poté do plastu umístí kobyčku (3), kde dojde k natažení pružiny a následně k umístění kobyčky do spodního plastu vkládacího nástroje. Následuje nanesení mazacího tuku (4) na pružinu. Dalším krokem je umístění kovové osičky (5) do kobyčky. Nyní operátor zkompletuje dva plastové čudlíky (6) do sebe a vloží do plastového krytu. Do plastového krytu je potřeba ještě vložit kovový háček (7) spolu s nožem (8). Teď přichází na řadu speciální nástroj pro správné zapadnutí vrchního plastového krytu (9). Posledním krokem je vložení 4 nýtů (10) do vkládacího nástroje. Poté operátor zastrčí spodní část lisovací matrice pod lisovací beran, zavře ochranný kryt (11) a pomocí dvojručního spínače (12) provede zalisování nýtů. Po dokončení nýtování operátor zvedne ochranný kryt a odaretuje kolík (13), který drží spodní část lisovací matrice ve správné poloze. Nyní může zalisovaný výrobek odebrat a odeslat na další stanoviště (14).

2.2 Současný stav lisu

Ve výchozím stavu je lis nefunkční a některé části jsou opotřebované a jiné zase chybí. Řídicí systém je postaven na technologii od Festo. Jedná se o starý model, ke kterému chybí

veškerá dokumentace rovněž tak i programové vybavení. Je tedy nepoužitelný. Další součástí ŘS jsou bezpečnostní relé, bohužel už jsou staršího data výroby, proto je nezbytné vyměnit je. Pneumatická část se skládá z jednotky úpravy vzduchu (filtr, manometr s regulací tlaku, mazání a ventilu) a dvou 3/2 ventilů pro pohyb lisovacího válce. Lisovací válec se skládá ze dvou válců, které mají společnou pístnici, jedná se tedy o tzv. tandemový válec od neznámého výrobce. Barva na lisu odpadá a je vidět znatelné poničení rámu. Bezpečnostní kryt je poškozen a ochranné plexisklo špinavé a poškrábané.

Funkce lisu:

- Počítadlo výrobků.
- Dvouruční spouštění.

2.3 Navrhované úpravy lisu

Lis je natolik v dezolátním stavu, že je nezbytné zapojit nový rozvaděč s novým zapojením. Rovněž pneumatické zapojení je nepoužitelné. Mechanické části je třeba nechat znovu vyrobit, opravit chybějící části, vyčistit rám lisu, nanést novou vrstvu barvy, rozdělat a repasovat tandemový válec.

2.3.1 Počítadlo vyrobených kusů

K zobrazení počítadla využijeme HMI displej a čidlo pro přítomnost kovové osičky. Výhodou tohoto čidla je, že počítáme jen dobré výrobky oproti původnímu zapojení, kde se počítal pohyb pneumatického válce.

2.3.2 Špatné zalisování

Při vkládání nýtu do výrobku se může stát, že nýtek zapadne do spodní části lisovací matrice a nedojde tak k plnému zanýtování výrobku. Zde postačí pouhé zakrytí matrice.

2.3.3 Servisní mód

V případě opotřebování lisovací matrice je potřeba provést její výměnu a následně ji správně upevnit. Údržbě by usnadnilo práci, kdyby bylo možné pneumatický válec tzv. tipovat – krokovat.

2.3.4 Chybějící komponenty

V případě, že operátor zapomene na komponent, není možné spustit lisování. Odebrání komponentu je řešeno pomocí odběrových sensorů od výrobce Panasonic. Operátor je upozorněn, že komponent chybí a nedojde k lisování.

2.3.5 Špatně vložené komponenty

Nejčastější reklamací byla chybějící nebo špatně vložená kovová osička. O její správné poloze nás bude informovat indukční sensor umístěný v horní části lisovací matrice. Pro tenhle sensor je nutné upravit matici. Další chybou může být i prohození háčku s nožem či umístění ve špatném směru. Zde můžeme uplatnit nástroj kvality tzv. Poka yoke, který říká, že jediné možné řešení je to správné. Pro nás to znamená vyfrézovat obrys komponentu do spodní části lisovací matrice.

2.3.6 Kontrola funkce stříhu

Po úspěšném zalisování operátor vloží výrobek do testovacího přípravku a provede stlačení. Přípravek obsahuje světelnou závoru a v případě správné funkce dojde k přerušení paprsku.

2.3.7 Zrychlení výroby

K zrychlení výroby by mělo dojít se zavedením výše uvedených funkcí. Další možností, jak zrychlit výrobu, je vynechat dvouruční ovládání a proces lisování zahájit ihned po splnění bezpečnostních podmínek, tzn. hned po zavření bezpečnostního krytu. K dalšímu zrychlení dojde při automatickém odaretování spodní lisovací matrice po úspěšném lisování.

3 UVEDENÍ STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ DO PROVOZU

Aby bylo možné provozovat většinu zařízení ve výrobě, musí splňovat požadavky dané normami a zákony. K rozhodnutí, zdali je možné dané zařízení provozovat v souladu se zákony, je určeno tzv. prohlášení o shodě, což je dokument, kterým výrobce nebo zplnomocněný zástupce dokladuje, že správně posoudil shodu výrobku s požadavky příslušných nařízení vlády. Tento dokument je nutnou podmínkou pro uvedení výrobku do provozu.

Při uvádění strojního zařízení na trh je nutné postupovat podle nařízení vlády č. 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení, ve znění pozdějších předpisů (dále jen nařízení vlády č. 176/2008 Sb.).

Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. upravuje veškeré náležitosti související s uvedením strojního zařízení na trh a do provozu. Uvedené nařízení vlády a stejně tak i evropská směrnice 2006/42/ES, která je transponována tímto nařízením vlády, upravují postupy posuzování shody, vypracování technické dokumentace a prohlášení o shodě a podmínky připojení označení CE (tj. zkratka francouzského sousloví Conformité Européenne, které značí, že výrobek je ve shodě s normami Evropské unie, a je tedy bezpečný a šetrný k životnímu prostředí). V příloze č. 4 k nařízení vlády č. 176/2008 Sb. (směrnici 2006/42/ES), která stanoví kategorie strojních zařízení, u kterých je nutno aplikovat postup posouzení shody s účastí třetí nezávislé strany – notifikované osoby. U ostatních strojních zařízení, která spadají do působnosti nařízení vlády č. 176/2008 Sb. (směrnice 2006/42/ES), zajišťuje posouzení shody výrobce nebo zplnomocněný zástupce. [21]

3.1 Stručný přehled základních předpisů a norem:

- Nařízení vlády č. 176/2008 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení (odpovídá evropské směrnici 2006/42/ES).
- Nařízení vlády č. 616/2006 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility (odpovídá evropské směrnici 2004/108/EHS).
- Nařízení vlády č. 17/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí (odpovídá evropské směrnici 2006/95/EHS).

- Vyhláška č. 73/2010 Sb., o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti, s účinností 1. června 2010.

3.2 Normy pro strojní zařízení:

- ČSN EN 60204 – ed. 2 Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky.
- ČSN EN ISO 12100 – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika.
- ČSN EN ISO 13849-1 - Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci.
- ČSN EN 574-A1 Bezpečnost strojních zařízení – Dvouruční ovládací zařízení – Funkční hlediska – Zásady pro konstrukci.
- ČSN EN 62061 – Bezpečnost strojních zařízení- funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů související s bezpečností.
- ČSN EN 13736+A1 – Bezpečnost obrábějících a tvářecích strojů – Pneumatické lisy.

3.3 Požadavky pro posouzení shody

- Analýza rizik strojního zařízení ve smyslu ČSN EN 12100.
- Výkresová dokumentace (celkový výkres a nejdůležitější podsestavy).
- Schéma elektrického (hydraulického, pneumatického) zapojení.
- Doklady o provedených zkouškách – revize elektro, funkční a provozní zkoušky atd.
- Návod k použití v českém jazyce.

3.4 Funkční bezpečnost

Tvoří nedílnou součást bezpečnosti výrobku. Stroj musí správně reagovat na vstupy systému včetně pravděpodobných chyb obsluhy, selhání softwaru nebo hardwaru a změně prostředí. Tradiční posuzování bezpečnosti výrobku zde již nedostačuje – vzhledem ke stále sofistikovanější technologiím a s nimi spojeným rizikům je nutné postoupit o úroveň výš.

Obecná norma funkční bezpečnosti IEC 61808 se týká celého životního cyklu elektrických, elektronických nebo programovatelných (E/E/PE) systémů a výrobků. Další normy, jako např. EN ISO 13849-1, se věnují také mechanickým a pneumatickým zařízením.

Výrobci musí zajistit, že poruchy, jež se mohou vyskytnout u jejich výrobků nebo systémů, negenerují nepřijatelná rizika. [22]

3.4.1 Proces posouzení rizik

Úkolem procesu posouzení rizik je zjistit, zda je nezbytné zavádět opatření funkční bezpečnosti, a definovat, jaké akce výrobku jsou z toho hlediska důležité. Posouzením se definuje rozmezí kritických mezí bezpečného vykonávání daných činností výrobku. Výsledkem procesu je vytvoření seznamu bezpečnostních funkcí výrobku a odhad následků v případě poruchy, jenž je nezbytným základem posouzení funkční bezpečnosti. Cílem je zajistit, aby každá funkce, která byla určena jako relativní z hlediska bezpečnosti, byla vykonávána s danou mírou spolehlivosti, jež odpovídá jejímu významu v případě poruchy.

3.5 ČSN EN 62061

Norma je určena pro výrobce strojního zařízení, programátory řídicích systémů a pro další osoby, které se podílejí na návrhu, specifikaci a validaci SRECS (Safety-Related Electrical Control System) – elektrický řídicí systém související s bezpečností, jinými slovy se jedná o část ŘS bránící výskytu nebezpečných stavů. Stanovuje požadavky a postupy pro dosažení požadované funkce. Norma neřeší všechny požadavky bezpečnosti, které jsou součástí dalších norem (neelektrické blokování, atd.).

Tato norma poskytuje metodiku a požadavky pro:

- Stanovení požadované integrity bezpečnosti pro každou řídicí funkci související s bezpečností, která má být v rámci SRECS realizována.
- Návrh SRECS odpovídající stanoveným řídicím bezpečnostním funkcím.
- Začlenění podsestav vztahujících se k bezpečnosti dle ČSN EN ISO 13849.
- Validace SRECS.

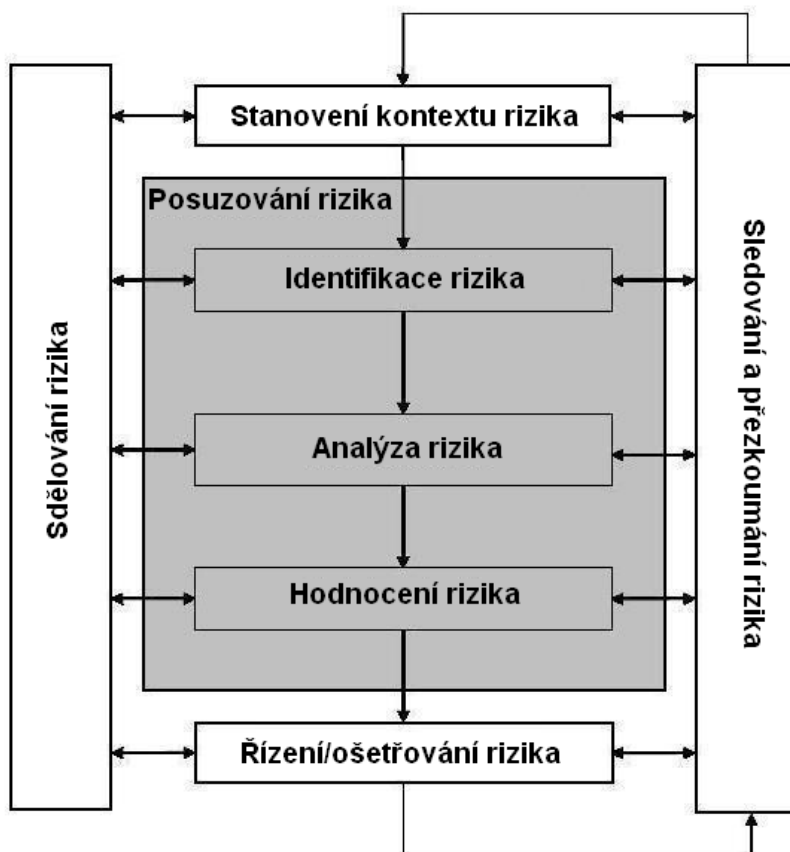
Tato norma je určena pro použití v rámci soustavného snižování rizika popsaného v ISO 12100-1 a v souvislosti s hodnocením rizika podle zásad popsaných v ISO 14121.

3.6 ČSN EN ISO 12100

Základním účelem této mezinárodní normy je vybavit konstruktéry souhrnným systémem a návody pro rozhodnutí při vývoji strojních zařízení, které umožní konstrukci strojů tak, aby byly bezpečné při jejich předpokládaném použití.

3.6.1 Posouzení rizika

- Analýza rizika:
 - Určení mezních hodnot strojního zařízení – předpokládané používání stroje.
 - Identifikace nebezpečí a také nebezpečné situace.
 - Odhad rizika pro každé nebezpečí a nebezpečnou situaci.
- Zhodnocení rizika:
 - Určit příslušné kroky pro snížení rizika.



Obrázek 31 Posouzení rizika

- Určení mezních hodnot strojních zařízení, identifikace nebezpečí.
Při určování mezních hodnot strojního zařízení je nutné se zaměřit na všechny části životního cyklu stroje (seřizování, údržba, výroba, nouzové zastavení atd.). Jakmile

určíme mezní hodnoty, následuje odhad nebezpečných situací. Zahrnuje to i předvídání možných užívání stroje za známých i neznámých (poruchy) okolností.

- Zhodnocení nebezpečí.

Jakmile došlo k dokončení odhadu rizika, je třeba tato rizika zhodnotit a určit, zdali je nutné riziko ještě snížit. Konstruktor si musí dávat pozor, aby při použití ochranných prvků nevznikala další nebezpečí nebo se rizika nezvyšovala. V případě, že se objeví další rizika, je nutné je uvést v seznamu identifikovaných nebezpečí a znovu zhodnotit a provést ochranná opatření.

3.7 ČSN EN ISO 13849-1

Norma uvádí bezpečnostní požadavky a pokyny o zásadách návrhu a integrace bezpečnostních částí ovládacího systému (SRP/CS), včetně návrhu SW. Pro tyto části SRP/CS specifikuje norma charakteristiky, které zahrnují úroveň vlastností požadovanou k vykonávání bezpečnostních funkcí. Norma platí bez ohledu na druh používané technologie a energie pro všechny druhy strojních zařízení.

Úrovně vlastností neboli PL (bezpečné funkce) jsou v této normě definovány jako pravděpodobnosti průměrné nebezpečné poruchy za hodinu a dělí se do pěti úrovní. Pro každou úroveň má svůj rozsah pravděpodobností, viz tabulka níže.

Tabulka 1 Úrovně vlastností

PL-Úroveň vlastností	Průměrná pravděpodobnost nebezpečné poruchy za hodinu [1/h]
A	≥ 10 až $< 10^{-4}$
B	$\geq 3 \times 10^{-6}$ až $< 10^{-5}$
C	$\geq 10^{-6}$ až $< 3 \times 10^{-6}$
D	$\geq 10^{-7}$ až $< 10^{-6}$
E	$\geq 10^{-8}$ až $< 10^{-7}$

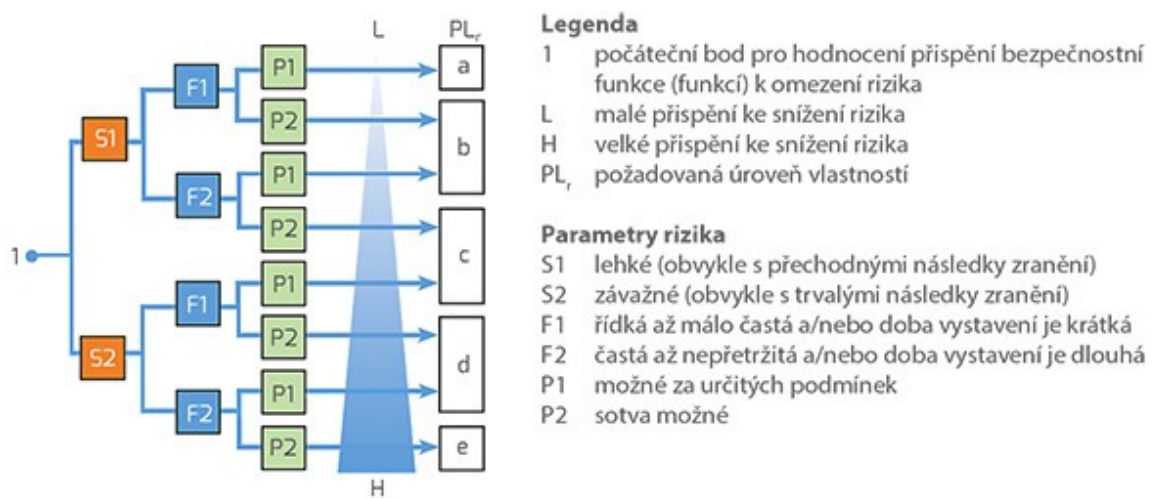
Úrovně vlastností (PL) a kategorie se mohou vztahovat na bezpečnostní části ovládacích systémů, jako jsou:

- Ochranná zařízení (dvouruční ovládání), elektrická snímací ochranná zařízení (optozávory), snímače dotyku atd.
- Ovládací jednotky (PLC, zpracování dat).
- Prvky silového ovládání (ventily, relé).

Pravděpodobnost nebezpečné poruchy bezpečnostní funkce je závislá na:

- Střední době nebezpečného selhání ($MTTF_d$).
- Procesu konstrukce, provozním zatížení, podmínkách prostředí a pracovních postupech.
- Diagnostickém pokrytí (DC).
- Selhání se společnou příčinou (CCF).

Požadované úrovně vlastností PLr představují úroveň, při které bylo dosaženo pro každou bezpečnostní funkci požadovaného snížení rizika. Pro každou zvolenou bezpečnostní funkci, která je vykonávána bezpečnostními částmi ovládacího řídicího systému, musí být tedy určena a zadokumentována hodnota PLr. Určení PLr je výsledkem posouzení rizika a týká se rozsahu snížení rizika, které má být dosaženo bezpečnostními částmi řídicího systému. Odhad rizikovosti strojních zařízení lze provést pomocí grafické tabulky s následným bodovým ohodnocením úrovně rizikovosti dle 4 kvalitativních parametrů (závažnost poranění S, doba pobytu F, možnost vyvarování a pravděpodobnost výskytu P). Je zřejmé, že čím větší je požadovaný rozsah snížení rizika bezpečnostními částmi ovládacího systému, tím vyšší musí být PLr. [23]



Obrázek 32 Evaluace rizik

I. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ANALÝZA RIZIK

Analýza rizik patří při konstruování bezpečného stroje k těm nejdůležitějším částem, a proto je i povinná a musí k ní dojít. Analýzu rizik by neměl provádět jen jeden člověk, ale tým, aby byl pohled na problematiku uchopen v širším spektru. Konstruovaný stroj musí být naprosto bezpečný, aby nedošlo ke zranění obsluhy nebo lidí, kteří se kolem stroje pohybují. Dalším důvodem je předcházení materiálním škodám na zařízení a také škodám v jeho okolí. Při analýze rizik je možné vycházet ze situací, které se v minulosti staly, anebo z analýzy rizik strojů podobných, či je možné vzít v potaz zkušenosti obsluhy, údržby a jiných lidí.

Posouzení rizika pneumatického lisu provádím dle evropské normy ČSN EN ISO 12100.

4.1 Určení mezních hodnot strojního zařízení

Pneumatický lis se skládá z:

- Kovového podstavce.
- Železné konstrukce lisu.
- Pohyblivé lisovací matrice.
- Ochranného krytu.
- Lisovacího pneumatického válce.
- Pneumatického válce pro zajištění pohybu lisovací matrice.

Konstrukce lisu postavena na kovovém podstavci, jehož rozměry jsou 700 x 570 x 640 mm. Podstavec je pevný, nepojízdný, stojí na čtyřech stavitelných nohách. Na železnou konstrukci lisu je připevněn lisovací pneumatický válec o rozměrech 200 x 200 x 200 mm. Ke konstrukci lisu je přišroubována deska s pohyblivou lisovací maticí o rozměrech 300 x 150 x 150. Tato deska přesahuje asi o 200 mm okraj nosné kovové konstrukce. K desce s pohyblivou lisovací maticí je přišroubován pneumatický válec pro aretaci pohybu a ochranný kryt z plexiskla ve tvaru kvádra o rozměrech 300 x 200 x 300 mm, který zakrývá pracovní prostor pod lisovacím válcem. Jedna strana krytu je pohyblivá, aby mohlo dojít k zasunutí lisovací matrice pod lisovací válec.

Předpokládané použití stroje

Pneumatický lis bude sloužit k nerozebíratelnému spojení (nýtování) dvou plastových částí vkládacího nástroje LSA Insertion tool. Součástí nýtovacího procesu bude i indikace chybějícího či špatně vloženého komponentu.

Pneumatický lis bude součástí výrobní linky LSA Insertion tool, kde se bude pracovat ve dvou osmihodinových směnách pět dní v týdnu. Při používání lisu se bude sedět na polohovatelné židli, aby byla poloha ergonomicky vhodná pro polohu těla při práci. Lis bude umístěn v bezpečném prostředí při pokojové teplotě s vlhkostí vzduchu do 25 % a tlaku ± 1013 hPa. V okolí stroje se budou pohybovat osoby v ochranných brýlích a v ochranné obuvi. Pro práci na stroji je požadované bezpečnostní proškolení.

Údržba stroje se bude provádět v intervalech stanovených příslušnou normou vždy při odpojení napájení a přívodu vzduchu.

Montáž bude prováděna bezpečně s ohledem na váhu stroje poučenými pracovníky.

4.2 Přehled identifikovaných nebezpečí

4.2.1 Mechanická nebezpečí spojená se strojem

- a.1 nebezpečí vymrštění materiálu působením lisovacího válce
- a.2 nebezpečí stlačení lisovacím válcem
- a.3 nebezpečí stříhu lisovacím válcem

4.2.2 Elektrická nebezpečí spojená se strojem

- b.1 nebezpečí zasažení el. proudem částmi, které se stanou živými při závadě

4.2.3 Nebezpečí hluku

- c.1 nepohodlí způsobené zvukem při lisování
- c.2 únava způsobená zvukem při lisování

4.2.4 Nebezpečí vibrací

Nebezpečí nebylo identifikováno.

4.2.5 Nebezpečí záření

Nebezpečí nebylo identifikováno.

4.2.6 Nebezpečí materiálu/látek

Nebezpečí nebylo identifikováno.

4.2.7 Ergonomické nebezpečí

d.1 nepohodlí způsobené polohou těla při lisování

d.2 únava spjatá s opakovanou činností

4.2.8 Nebezpečí spojená s prostředím, ve kterém je stroj používán

Stroj není nebezpečný svému prostředí a ani do prostředí neemituje látky zhoršující pracovní prostředí či narušující materiály v okolí stroje.

4.2.9 Pneumatická nebezpečí

e.1 nebezpečí vystříknutí média nebo náhlý pohyb hadice následkem poruch součástí nebo netěsností

4.2.10 Nebezpečí při instalaci a montáži

f.1 instalace stroje a jeho součástí

f.2 připojování k elektrickému zdroji energie

f.3 připojování k pneumatickému zdroji energie

f.4 montáž ochranného krytu

4.3 Informace o přijatých opatřeních

Tabulka 2 Vyhodnocení rizik

č. nebezpečí	Opatření	Je míra rizika pak přijatelná?
a.1 a.2 a.3	Pracovní prostor lisovacího válce je zajištěn krytem s bezpečnostním spínačem, který je připevněn nerozebíratelným spojem. Obvody bezpečnostního koncového spínače spolu s bezpečnostním ventilem musí splňovat podmínky funkční bezpečnosti PLr=e (ČSN ISO 13849-1).	ANO
b.1	Elektrické pospojování + proudový chránič, živé části v zamknutém rozvaděči.	ANO
c.1 c.2	Zpracování bezpečnostních předpisů pro práci se strojem.	ANO
d.1 d.2	Zpracování bezpečnostních předpisů pro práci se strojem, zajištění židle s nastavitelnou výškou sezení, stroj mohou obsluhovat jen osoby poučené a zdravotně způsobilí pracovníci.	ANO
e.1	Vyvázání pneumatických hadic.	ANO
f.1 f.2 f.3 f.4	Instalaci stroje smí provádět jen osoba znalá. Celá konstrukce stroje musí být pevně připevněna k zemi. Bude provedena vizuální kontrola pohyblivých i nepohyblivých částí, zda nejsou poškozeny nebo zda jsou korektně nainstalovány.	ANO

5 VÝBĚR KOMPONENT PRO ÚPRAVU LISU

Při výběru komponent vycházím z požadavků, které mi ukládají příslušná nařízení vlády, dané normy a z analýzy rizik.

5.1 PLC

Při výběru řídicího systému byly definovány následující požadavky:

- Srozumitelné možnosti programování a možnost simulace.
- Programové vybavení zadarmo nebo ve vlastnictví firmy.
- Široké množství materiálů (návody, ukázkové programy atd.).
- Cena.
- Široké množství periférií.
- Alespoň 14 digitálních vstupů a alespoň 4 digitální výstupy.
- PLC.

Jelikož byla možnost využít zařízení už v majetku firmy, tak byla vyloučena koupě nového zařízení.

V inventáři firmy se nacházely následující PLC:

- Siemens S7-200.
- Rockwell Compactlogix.
- Keyence KV-24.

Prošel jsem jednotlivé modely spolu s požadavky a ani jeden model se mi nezdál optimální. Shodou okolností došlo tou dobou k uvolnění Siemens S7-1200 a ta byla ideální pro modernizaci lisu.

5.1.1 SIEMENS SIMATIC S7-1200

Patří do skupiny malých modulárních kompaktních PLC s poměrně velkou výkonností. Výrobce tento produkt dodává ve 4 verzích CPU, které se dále dělí na 3 odlišné verze se vstupním napětím a spínáním výstupního napětí. Jednotlivé verze CPU se liší rozměry, pamětí, počtem vstupů a výstupů. Řídicí jednotky řady S7-1200 lze obohatit pomocí rozšiřujících modulů (V/V, komunikační moduly).

V této práci je použita verze CPU 1214C DC/DC/DC. [24] [25]



Obrázek 33 SIEMENS SIMATIC S7-1200

Tabulka 3 Specifikace S7-1200

Všeobecné informace	CPU 1214C	
Sériové číslo		
Napájecí napětí	ochrana proti přepólování	24 VDC
Přípustný rozsah	dolní limit	20,4 V
	horní limit	28,8 V
Rozměry	110 x 100 x 75 mm	
Paměť	pracovní	100 KB
	zaváděcí	4 MB
	remanentní	10 Kb
Adresový prostor	obrazy vstupů	1 Kb
	obrazy výstupů	1 Kb
	bitová paměť	8 Kb
V/V rozhraní		
	Vstupy (Digitální/Analogové)	14/2
	Výstupy (Digitální/Analogové)	10
	Vysokorychlostní čítače	6
	Pulzní výstup	4
Komunikační rozhraní		
	Typ	PROFINET
	Fyzické	Ethernet

5.2 HMI

Při výběru HMI jsem vycházel z ceny a možností programování. Dalším parametrem byla velikost displeje 5 palců. Rozhodoval jsem se mezi několika výrobci (Truck, Beijer, Siemens a Weintek). Mým požadavkům nejvíce vyhověl panel Weintek MT8051iP.

5.2.1 WEINTEK MT8051iP

Operátorský panel MT8051iP patří do nejnižší řady iP, jež nabízí firma Weintek. I přesto, že se jedná o základní řadu, jde o ideální volbu v případě, že nepotřebujeme vysoké rozlišení, databázi receptur, e-mail, VNC server a další domény vyšších řad. Tělo panelu je typizované a výrobce Weintek již řadu let udržuje tělo stejné. Není tedy problém fyzicky vyměnit panel za novější řadu. Stejně tak i dlouhodobě zůstává zpětná kontraktibilita programů. Programovací software je zdarma a je také velice intuitivní. [26]

Tabulka 4 Specifikace panelu

Displej	Displej	4.3" TFT LCD
	Rozlišení	480 x 272
	Jas (cd/m ²)	400
	Barvy	16.7 M
Dotykový panel	Typ	Resistivní
Paměť	Flash	128 MB
	RAM	128 MB
Procesor		Cortex-A8 600MHz
V/V porty	USB host	USB 2.0 x 1
	Ethernet	10/100 Base-T x 1
	COM Port	COM1-RS-232/RS-485 2W/4W COM3 RS-485 2W
RTC		CR2032 3V
Napájení	Vstupní	24±20% VDC
	Proudový odběr	400mA@24VDC
Specifikace	Rozměry	128 x 102 x 32 mm
	Váha	Cca 0,25 kg



Obrázek 34 WEINTEK MT8051iP

5.3 Bezpečnostní systém

5.3.1 Reer Mosaic

Je modulární bezpečnostní programovatelný systém pro hlídání a zajištění bezpečnosti funkce stroje, zařízení či linky dle „kategorie 4, SIL 3 - SILCL3 - PL e“, který je tvořený řídicí programovatelnou jednotkou.

Systém je možné rozšířit až na 14 jednotek, které dohromady poskytují až 128 vstupů a 16 OSSD párů bezpečnostních výstupů. Dále je možné využít komunikační moduly pro sběrnice PROFINET, DeviceNet, CANopen, PROFIBUS, Ethernet IP a EtherCAT, které slouží pro vzdálené monitorování stavu a funkce systému. Systém je možný decentralizovat až na vzdálenost 100 m pomocí modulu MCT po sériové sběrnici RS-485.

Základní modul M1 je programovatelný přes USB port. Je ve žlutém pouzdru o rozměru 22,5 x 99 x 114,5 mm s průhlednou vyklápací krytkou. Modul se dá upevnit na 35mm DIN lištu. Na přední straně modulu se nachází i indikační LED diody zobrazující stavy všech výstupů i vstupů. Napájení modulu je 24 VDC. [27]

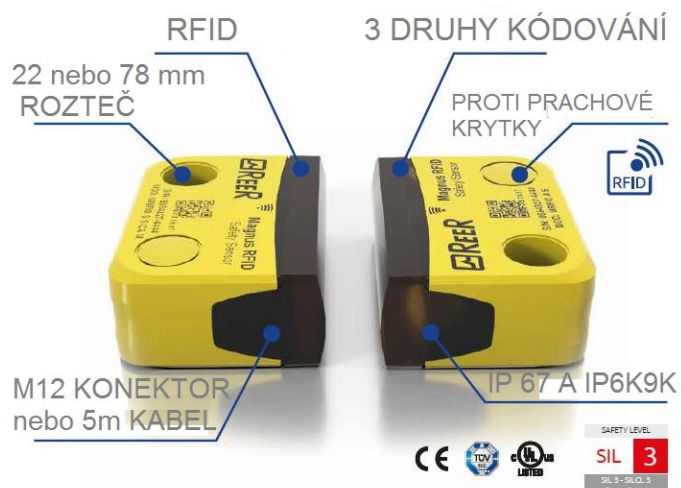


Obrázek 35 Reer Mosaic M1

5.4 Sensory

5.4.1 Hlídaní přítomnosti krytu – bezpečnostní snímač Magnus RFID

Bezpečnostní spínače Magnus RFID jsou kombinace spínače a RFID čipu pro konstrukce zabezpečení aplikace [stroje až do úrovně PL e - SIL 3 (PL e - Cat. 4 / SIL 3 - SILCL3)] v souladu s normami EN/IEC 61508 a EN/IEC 62061 (funkční bezpečnost elektrických/elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností) a EN/ISO 13849-1 (bezpečnostní části ovládacích systémů). A to navíc i při realizaci sériového zapojení více spínačů do smyčky. Aby snímací část spínače úspěšně identifikovala pohyblivou „tag“ kódovanou část, musí se přiblížit na vzdálenost max. 8 mm. Identifikován je však vždy jen příslušný, stejně „nakódovaný“ protikus, takže nelze systém obelstít jiným, zaměněným nebo špatně fungujícím kusem, který příslušný očekávaný kód nevysílá. [28]



Obrázek 36 Bezpečnostní snímač Magnus RFID

Hlídaní pozice pístnice lisovacího válce – IFRM 08P17A3/S35L

Sensor je stejný jak pro dolní, tak i pro vrchní úvrať. Jedná se o standardní indukční sensor.



Obrázek 37 IFRM 08P17A3/S35L

Tabulka 5 Parametry IFRM 08P17A3/S35L [29]

Výrobce	BAUMER
Typ čidla	Indukční
Konfigurace výstupu	PNP / NO
Dosah	0...2mm
Napájecí napětí	10...30V DC
Pouzdro čidla	M8
Připojení	konektor M8
Stupeň krytí	IP67
Počet pinů	3
Vnější rozměry	Ø8 x 36mm

5.4.3 Přítomnost kovové osičky – Contrinex DW-AD-503-065

Sensor, který bude uvnitř lisovacího přípravku, kde bude hlídat přítomnost a správnou pozici kovové osičky vně vkládacího nástroje. Zde jsem zvolil indukční sensor, protože detekce probíhá přes plastový kryt. Bylo zde potřeba najít sensor, který bude odpovídat přesným požadavkům pro integraci do lisovacího nástroje.

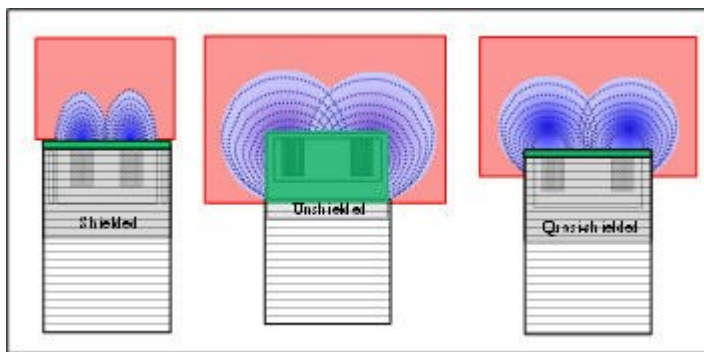
Tabulka 6 Požadavky pro snímač

Spínací vzdálenost S_n	≥ 3 mm
Průměr snímače	≤ 7 mm
Typ spínání	spínací PNP
Radiální citlivost	$\leq 10,5$ mm
Napájení	24V

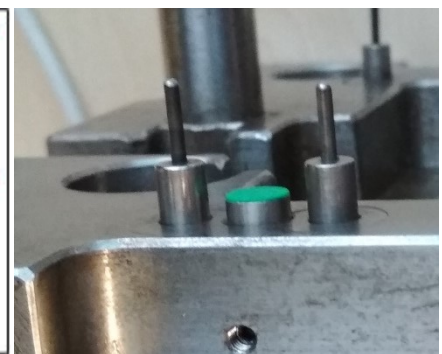
Kvůli vyšší spínací vzdálenosti a požadavku, aby sensor nedetekoval kovy v okolí, byl zvolen tzv. polozapuštěný indukční sensor. Podle specifických podmínek byl vyhledán jen sensor od firmy Contrinex.

Tabulka 7 Parametry Contrinex

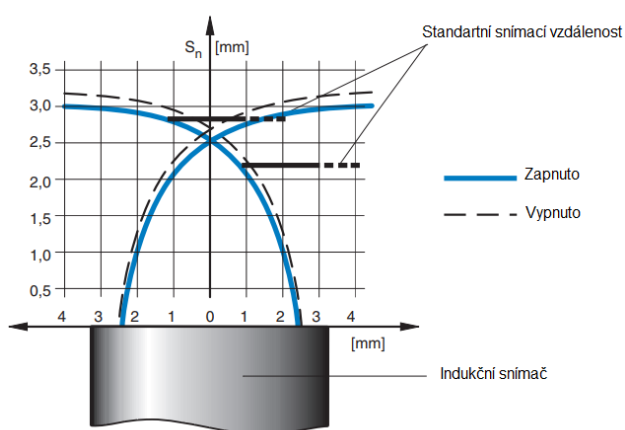
Spínací vzdálenost S_n	3 mm
Průměr snímače	Ø 6.5 mm
Instalace	Polozapuštěný
Typ spínání	spínací PNP
Připojení	PVC, 2 m, 3 wire
Napájení	10...30 VDC
Přepínací max. frekvence	1000 Hz
Krytí	IP 67



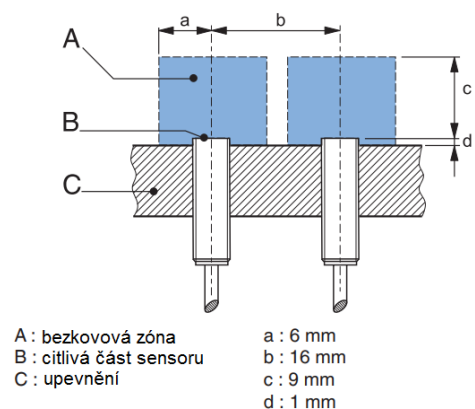
Obrázek 38 Typy indukčních snímačů



Obrázek 39 Umístění senzoru



Obrázek 40 Charakteristika senzoru



Obrázek 41 Instalační podmínky

5.4.4 Hlídání pozice pístnice zámku přípravku – Festo SME-10M-DS

Tabulka 8 Parametry Festo SME-10M-DS [31]

Vlastnost	Hodnota
Řada od výrobce	SME
Kompatibilní s	Drážka C
Typ	Jazýčkové
LED kontrolka	Ano
Stupeň krytí IP	IP65, IP68
Napájecí napětí	24V dc
Typ spínání	PNP - NO
Minimální provozní teplota	-40° C
Maximální pracovní teplota	+70° C

5.4.5 Přítomnost lisovacího přípravku – IFRM 08P17A3/S35L

Sensor je stejný jak pro dolní, tak i pro vrchní úvrať. Jedná se o standardní indukční sensor.

5.4.6 Sensor pro odebraný materiál – Panasonic NA1-PK3-PN

Sensor vhodný pro detekci odebraného materiálu. Funguje na principu několika IR přijímačů a protilehlých vysílačů, a pokud dojde k přerušení IR paprsku, je detekován objekt mezi vysílačem a přijímačem. V našem případě je sensor umístěn v krabici a detekuje ruku, která odebírá materiál. [32]



Obrázek 42 Panasonic NA1-PK3-PN

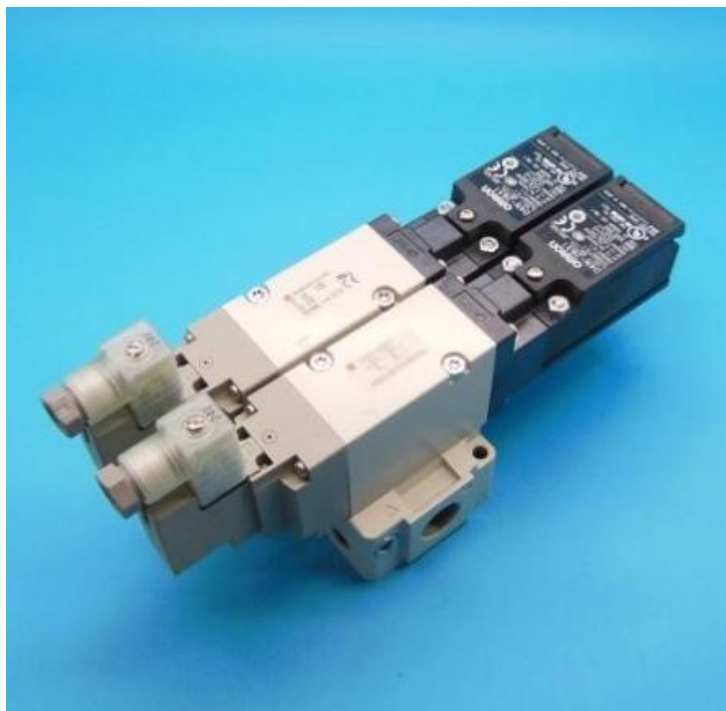
Tabulka 9 Specifikace Panasonic NA1-PK3-PN [32]

Typ sensoru	Odběrový	
Detekční dosah	30 až 300 mm	
Rozteč paprsku	24,6 mm	
Počet paprsků	3	
Detek. objekt	≤ Ø 29mm, neprůhledný	
Napájecí napětí	12 až 24 VDC ±10 %	
Proudový odběr	Vysílač: ≤ 30mA, Přijímač: ≤ 50mA	
Výstup	PNP spínací, max. 100 mA	
Odezva	≤ 10ms	
Krytí	IP62	
Vyzařovací prvek	Infračervená LED	
Rozměry (ŠxVxH)	24 mm x 70 mm x 8 mm	
Váha	Vysílač: cca 50 g	Přijímač: cca 50 g

5.5 Pneumatika

5.5.1 Ventil pro bezpečné odvětrání – SMC VP544

Ventily série VP umožňují bezpečné odvětrání stlačeného vzduchu do atmosféry a mohou být použity v bezpečnostních systémech kategorie 3 a 4, které odpovídají normě ISO13849-1. Ventil je vybaven dvěma stanicemi, které umožňují bezpečné odvětrání tlaku, pokud dojde k poruše. Ventily jsou vybaveny koncovým spínačem umožňujícím neustálé monitorování stavu ventilů (napájených nebo bez napětí). Pokud ventil selže, může být koncový spínač použit pro zabránění provozu, dokud nedojde k opravě. [33]



Obrázek 43 VP544

Tabulka 10 Specifikace VP544 [33]

Vlastnost	Hodnota
Řada od výrobce	VP500
Styl montáže	Potrubí
Funkce	3/2
Závit přípojného portu	
Typ aktivace	Elektromagnetický/pilotní
Materiál tělesa	Odlévaný hliník
Napětí solenoidu	24V dc
Spotřeba solenoidu	
Minimální provozní tlak	
Maximální pracovní teplota	+50° C
Velikost závitů	3/8
Maximální provozní tlak	

5.5.2 Ventil pro lisovací válec – SMC SY9000

Výhodou série SY je snížená spotřeba energie, která uživateli poskytuje nižší provozní náklady. Solenoidové ventily SY jsou extrémně kompaktní a nabízejí vysoké průtoky. Elektromagnetické ventily zajišťují vynikající spolehlivost a poskytují prodlouženou životnost a zkracují prostoje výroby. Tyto ventily lze používat samostatně nebo s rozdělovacím systémem. Nízká spotřeba energie umožňuje přímý provoz pomocí PLC. [34]

Tabulka 11 Specifikace SY900 [34]

Vlastnost	Hodnota
Řada od výrobce	SY9000
Styl montáže	Potrubí
Funkce	5/2
Závit přípojného portu	NPTF 3/8
Typ aktivace	Elektromagnetický/pilotní
Materiál tělesa	Odlévaný hliník
Napětí solenoidu	24V dc
Spotřeba solenoidu	0.55W
Minimální provozní tlak	0.1MPa
Maximální pracovní teplota	+50° C
Velikost závitů	3/8
Maximální provozní tlak	0,7 Mpa



Obrázek 44 SMC SY9000

5.5.3 Ventil pro upnutí přípravku – SMC SY3201-5U1



Obrázek 45 SMC SY3201-5U1

Tabulka 12 Specifikace SMC SY3201-5U1 [35]

Vlastnost	Hodnota
Řada od výrobce	SY3000
Styl montáže	Samostatný
Funkce	5/2
Závit přípojného portu	
Typ aktivace	Vedení/vedení
Materiál tělesa	Odlévaný hliník
Napětí solenoidu	24V dc
Spotřeba solenoidu	0.4W
Minimální provozní tlak	0.1MPa
Maximální pracovní teplota	+50° C
Velikost závitů	3/8
Maximální provozní tlak	0,7 Mpa

5.5.4 Škrťící a zpětný ventil se zámkem – SMC ASP530

Slouží k vedení vzduchu pouze jedním směrem. K pneumatickému pístu je veden vzduch přes tenhle omezovač, který umožňuje zastavení pístu v mezipoloze za pomoci ovládacího tlaku. Je možné tenhle omezovač i škrťit, a tak zpomalit pohyb válce.



Obrázek 46 SMC ASP530

5.5.5 Lisovací válec

Lisovací válec je v tzv. tandemovém provedení. Jedná se o dva dvojčinné válce, jejichž písty mají společnou pístnici, která je dutá. Je-li přiveden současně vzduch na stejnou stranu obou pístů, dosáhne se při vysouvání pístnice téměř dvojnásobné síly.

Teoretická síla válce při vysouvání:

$$F_{vys} = \left(D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot p \right) \cdot 2$$

F_{vys} – síla vysouvací pístnice (N)

$$F_{vys} = 0,12^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 600\,000 \cdot 2$$

$$F_{vys} = 0,12^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 600\,000 \cdot 2$$

$$F_{vys} = 6785 \cdot 2$$

$$F_{vys} \approx 13\,kN$$

D - průměr pístu (m)

Pro správnou volbu ventilu pro ovládání válce je třeba spočítat průměrnou a okamžitou maximální spotřebu vzduchu.

$$Q_{avr} = \frac{1,4 \cdot D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot H \cdot (p + 0,1) \cdot n}{10^5}$$

$$Q_{max} = \frac{1,4 \cdot D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot v \cdot (p + 0,1) \cdot 60}{10^5}$$

$$Q_{avr} = \frac{1,4 \cdot 120^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 60 \cdot (0,6 + 0,1) \cdot 120 \cdot 2}{10^5}$$

$$Q_{max} = \frac{1,4 \cdot 120^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 200 \cdot (p + 0,1) \cdot 60}{10^5}$$

$$Q_{avr} \approx 800 \, l_n/min$$

$$Q_{max} = \frac{1,4 \cdot 120^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 200 \cdot (p + 0,1) \cdot 60}{10^5}$$

$$Q_{max} \approx 1330 l_n/min$$

p – tlak vzduchu ve válci(MPa)

potřeba vzduchu (l_n/min)

0,1 – ke kompenzaci atmosférickým tlakem

1,4 - průměr konstanty, nutné ke kompenzaci
termodynamických ztrát

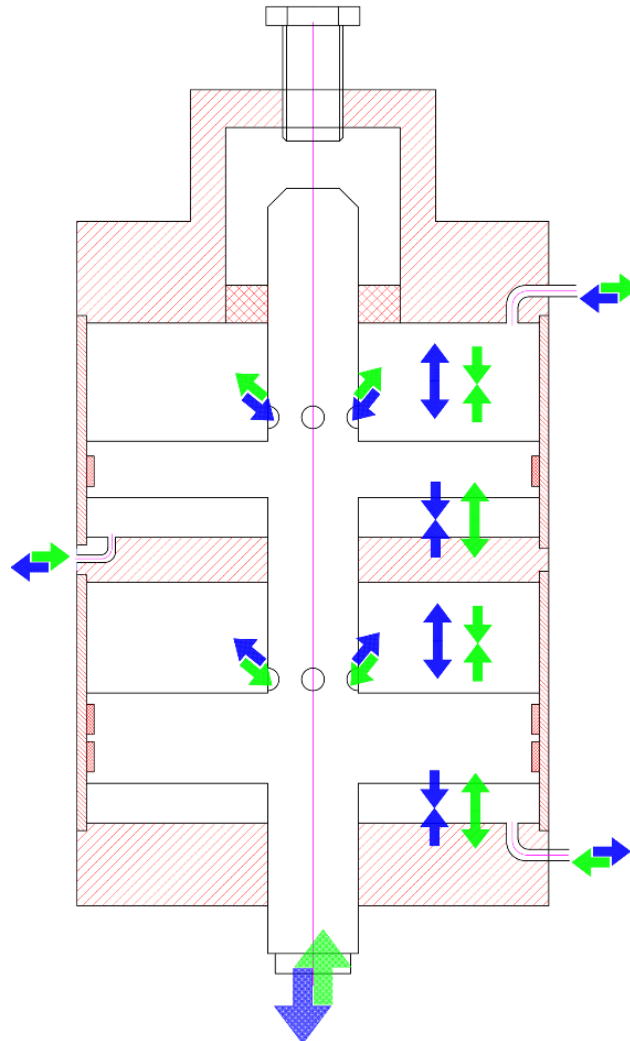
n – počet jednotlivých zdvihů za minutu(1/min)

D - průměr pístu (mm)

v – rychlost pístnice(mm/s)

H – zdvih pístu (mm)

60 – převod na minutu



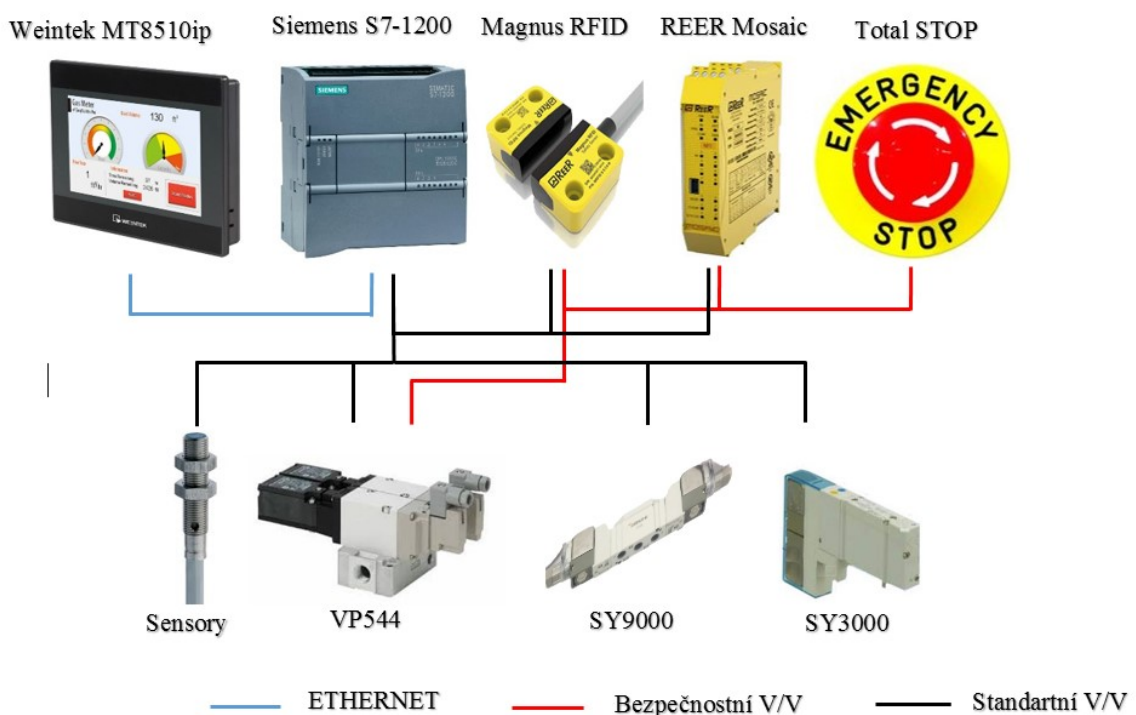
Obrázek 47 Funkce lisovacího válce

5.6 Elektrické zapojení a realizace

Tahle podkapitola se zabývá elektrickým zapojením modulů a následným připojením dalších prvků na dané moduly.

Propojení ovládání lisu spolu s vizualizací zajišťuje komunikace HMI MT8510 s PLC S7-1200 po protokolu ETHERNET. Bezpečnostní funkce jsou v režii bezpečnostního PLC Reer Mosaic, kterými jsou: nouzové zastavení, ochrana proti nečekanému zapnutí, ovládání bezpečnostního ventilu a detekce přítomnosti krytu. Bezpečnostní PLC odesílá bit o svém stavu PLC. Standardními V/V jsou v našem případě sensory, ventily a rovněž i aktivace bezpečnostního dveřního spínače.

V systému je použit jeden napájecí zdroj 230VAC – 24VDC 5A, který je chráněn 16A jističem a z napájecího zdroje vychází 5 proudově chráněných smyček.



Obrázek 48 Blokové schéma lisu

5.6.1 Zapojení standardních V/V

PLC jak už bylo zmíněno obsahuje 14 vstupů a 10 výstupů. Na vstupy jsou připojeny tyto prvky:

- Indukční sensor pro detekci dolní polohy lisovacího válce.
- Indukční sensor pro detekci horní polohy lisovacího válce.
- Indukční sensor pro detekci vysunutí zajišťovacího válce.
- Indukční sensor pro detekci lisovacího přípravku.
- Indukční sensor pro detekci kovové osičky.
- Světelná závora pro detekci odebraného materiálu.

- Optický sensor pro funkci stříhu.
- Zpětná vazba od bezpečnostního PLC.
- Zpětná vazba od detekce zakrytování (RFID Magnus).

Na výstupy jsou připojeny tyto prvky:

- Bezpečnostní ventil 1. kanál.
- Bezpečnostní ventil 2. kanál.
- Ventil pro ovládání pohybu dolů lisovacího válce.
- Ventil pro ovládání pohybu nahoru lisovacího válce.
- Bistabilní ventil uzamknutí přípravku v poloze.
- Bistabilní ventil odemknutí přípravku v poloze.
- Aktivace bezpečnostního dveřního spínače.

5.6.2 Zapojení bezpečnostních prvků

Bezpečnostní modul Reer Mosaic obsahuje 6 bezpečnostních vstupů a 2 dvoukanálové bezpečnostní výstupy (OSSD).

Bezpečnostní vstupy:

- Nouzové tlačítko E-STOP (2 vstupy NC a NC, 2 kontrolní signály).
- Snímání polohy 1. bezpečnostního ventilu (2 vstupy NC a NC, 2 kontrolní signály).
- Snímání polohy 2. bezpečnostního ventilu (2 vstupy NC a NC, 2 kontrolní signály).
- Bezpečnostní snímání přítomnosti krytu (2 OSSD, 2 kontrolní signály).

Bezpečnostní výstupy:

- Relé s nuceně vedenými kontakty pro ovládání bezpečnostního ventilu.
- Relé s nuceně vedenými kontakty pro ovládání bezpečnostního ventilu.

5.6.3 Realizace zapojení

Realizace zapojení byla provedena podle schématu, který je umístěn v příloze.



Obrázek 49 Realizace zapojení

5.7 Pneumatické zapojení a realizace

Při návrhu pneumatického obvodu je třeba vycházet z analýzy rizik a volit takové komponenty, aby splňovaly požadavky dle zákonů a norem.

Pneumatický obvod se skládá z těchto částí:

- Hlavní ventil (odvzdušnění obvodu, zamknutí).
- Úprava stlačeného vzduchu (filtr, manometr, regulační ventil).
- Bezpečnostní ventil 2x 2/3 VP-X538.
- Ventil pro ovládání pohybu lisovacího válce (5/3 se střední polohou odvzdušněnou).
- Škrťací ventil se zámkem ASP.
- Lisovací válec (tandemový, 13kN).

- Bistabilní ventil pro upnutí lisovacího přípravku.
- Upínací ventil.

Bezpečností funkce:

- Bezpečné odvzdušnění max. kat. 4, PLe.
- Ochrana před neočekávaným spuštěním max. kat. 4, PLe.
- Při bezpečném odvzdušnění pomocí ventilu VP-X538 dochází k držení lisovacího válce v poslední poloze pomocí ASP ventilu.

Popis funkce:

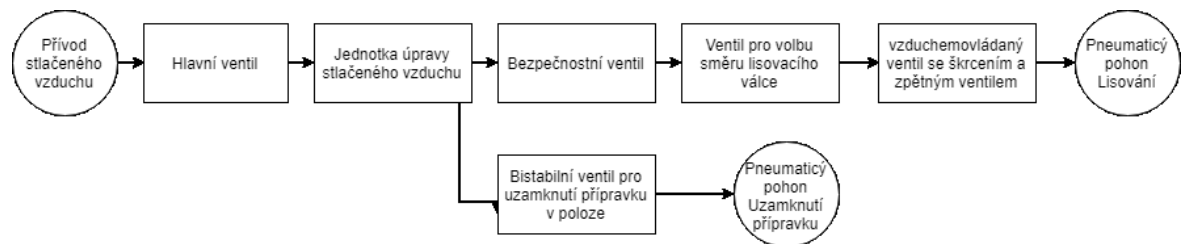
Na začátku pneumatického řetězce je hlavní ventil, který umožňuje v případě poruchy uzamknutí vypnutého stavu pomocí tzv. systému LOCKOUT – TAGOUT. Rovněž ventil odvzdušní zbytek systému.

Za hlavním ventilem se nachází úprava stlačeného vzduchu. Jedná se o filtr, odlučovač, regulační ventil a nanometr.

Z úpravy stlačeného vzduchu vedou dvě větve. První větev je pro napájení bistabilního pneumatického ventilu pro uzamknutí přípravku v pozici. Bistabilní ventil má dva stabilní stavy, tudíž ventil zůstává v poslední funkční poloze i po odpojení napájení vzduchu a napětí.

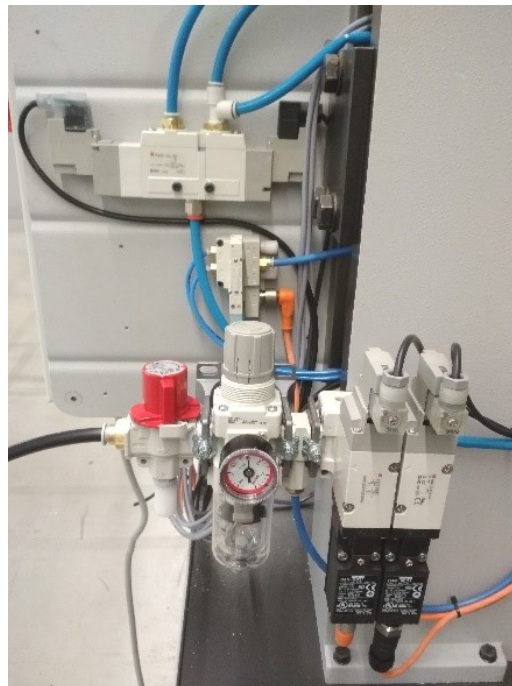
Druhá větev jde přes bezpečnostní ventil VP-X538, který se skládá ze dvou sériově zapojených 3/2 ventilů. Tudíž aby došlo k otevření celého bloku ventilu, musí být aktivní oba dílčí ventily. Jedná se o bezpečnostní dvoukanálové zapojení. Poloha každého dílčího ventilu je hlídána dvojicí NC kontaktů.

Z bezpečnostního ventilu vede vzduch do 5/3 ventilu se střední polohou odvzdušněnou. Tenhle ventil určuje směr pohybu lisovacího válce. Za 5/3 ventilem se v každém směru vzduchu nachází vzduchem ovládaný ventil se škrcením a zpětným ventilem, který umožňuje realizaci mezipoloh lisovacího válce a rovněž slouží jako bezpečnostní prvek.



Obrázek 50 Vývojový diagram pneumatika

5.7.1 Realizace zapojení



Obrázek 51 Realizace pneumatického obvodu

Realizace vychází z pneumatického schématu, který je v příloze.

5.8 Mechanické zapojení a realizace

Kovová konstrukce lisu

Proběhlo kompletní odstrojení lisu a rozebrání na jednotlivé díly. Konstrukce lisu spolu s podstavcem byly natřeny šedou barvou a podstavec dostal novou pracovní desku.



Obrázek 52 Rozdíl mezi původním a renovovaným lisem

Repasování lisovacího válce

Hlavní lisovací válec byl rozebrán, vyčištěn a namazán mazivem.



Obrázek 53 Rozebraný tandemový válec

Spodní lisovací matrice

Spodní lisovací matrice spolu s lineárním posunem byla rozebrána a vyčištěna.

Horní lisovací matrice

Do horní lisovací matrice byl vyfrézován otvor pro indukční sensor.



Obrázek 54 Upravená lisovací matrice

6 PROGRAMOVÁ REALIZACE

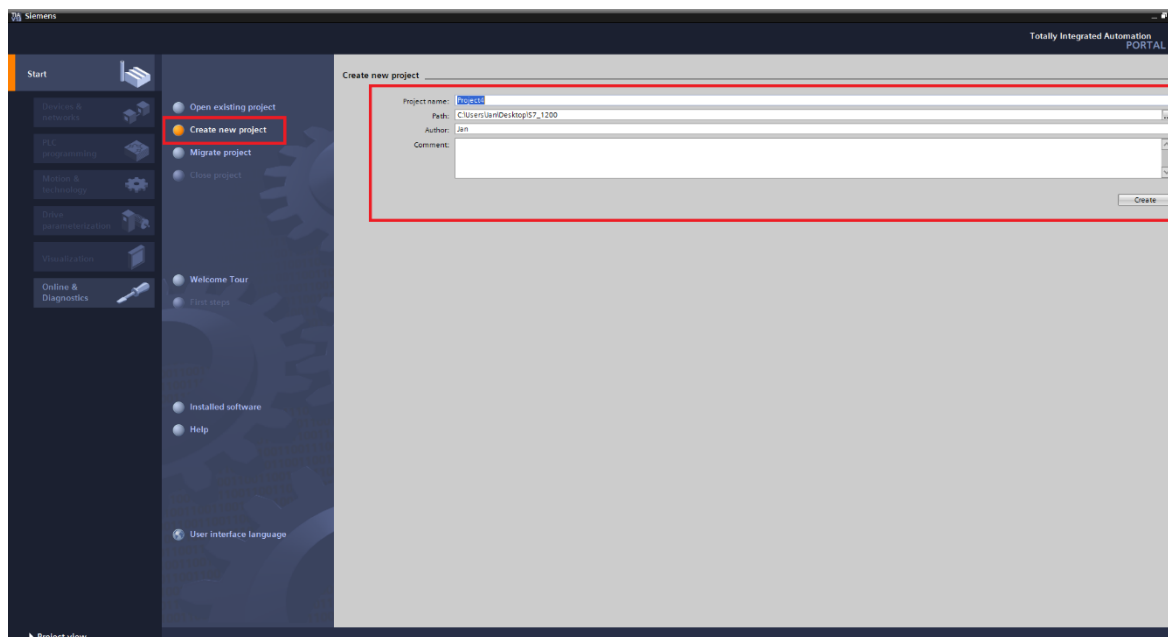
Programová realizace probíhala ve 3 vývojových prostředích. Pro naprogramování PLC byl použit TIA Portal, pro HMI EasyBuilder Pro a pro bezpečnostní obvod Mosaic Safety Designer.

6.1 TIA Portal v13

TIA Portal je univerzální programovací vývojové prostředí, pomocí kterého je možné programovat, konfigurovat a diagnostikovat celou rodinu řídicích systémů od firmy Siemens.

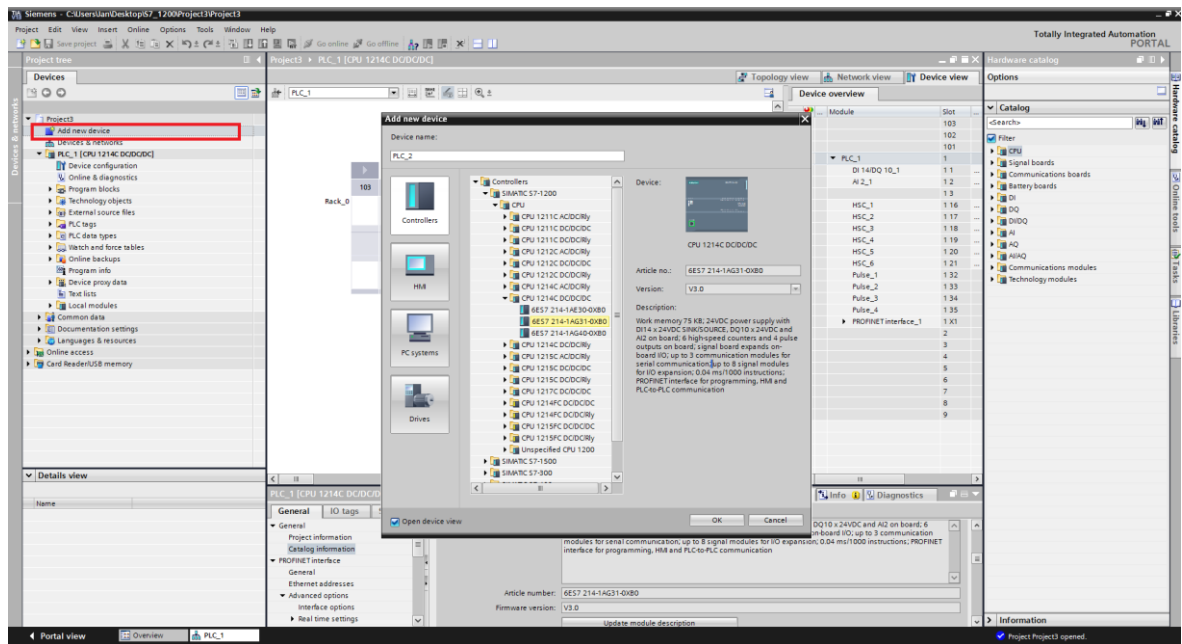
6.1.1 Vytvoření projektu

Po spuštění programu TIA se zobrazí hlavní nabídka, která nám nabídne „Create new project“. Poté se v pravé části okna objeví formulářové okno, kde se vyplní název projektu, cesta, kde má být projekt uložen, a případně jméno autora s komentářem.



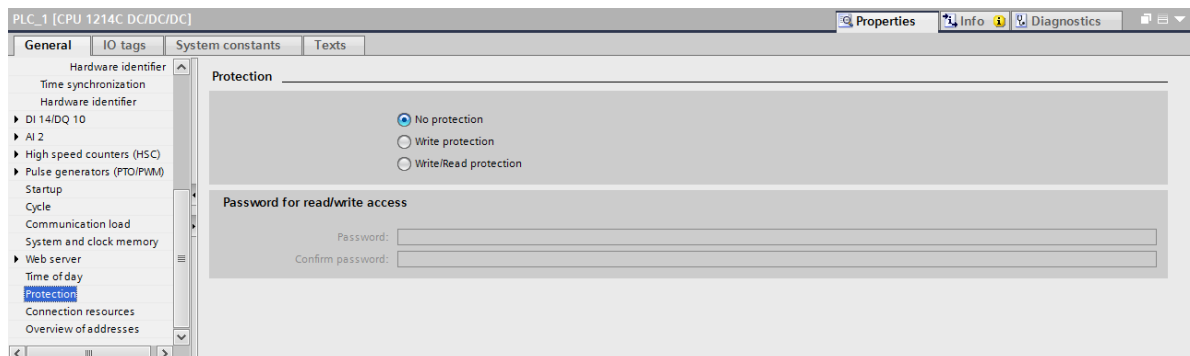
Obrázek 55 Vytvoření nového projektu v TIA 13

Po vyplnění těchto informací je nutné se přepnout do námi vytvořeného projektu pomocí „Open the project view“, kde jako první provedeme HW konfiguraci za pomoci nabídky „Add new device“ v okně „Project tree“. Pro náš případ zde vybereme „Controlles->Simatic S7-S1200->CPU 1214C DC/DC/DC“.



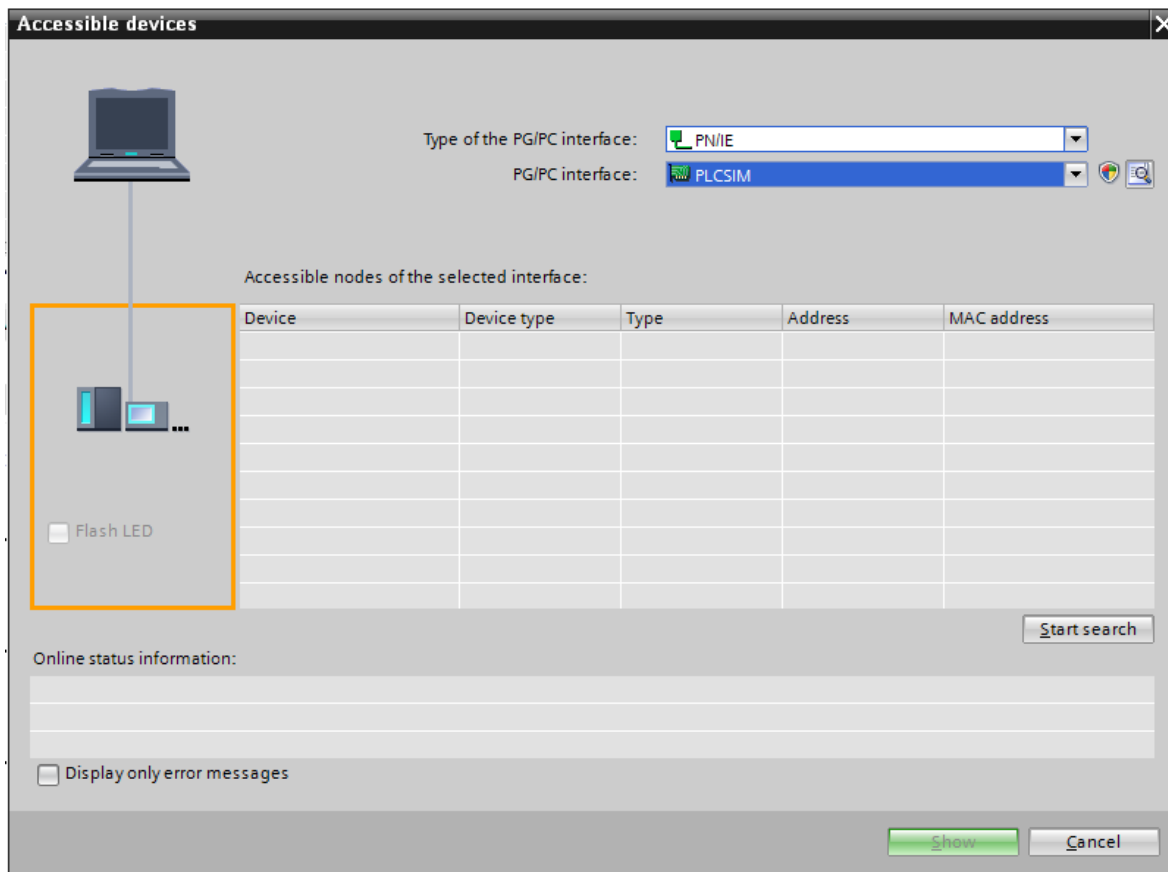
Obrázek 56 Výběr daného PLC

Dalším krokem je nastavení IP adresy pro komunikaci, kterou nastavíme pod položkou „PROFINET interface“. Dále je třeba vypnout zabezpečení komunikace, kterou nalezneme v menu pod názvem „Protection“ a vybereme možnost „No protection“. Tuhle volbu provádíme z důvodu komunikace s HMI panelem od jiného výrobce, než je Siemens.



Obrázek 57 Nastavení zabezpečení

Pro ověření komunikace mezi PLC a PC použijeme možnost „Accessible devices“ nacházející se v horním panelu nástrojů pod názvem „Online“. V novém okně definujeme typ rozhraní pro komunikaci. Pro náš případ je to PN/IE a dále volíme název síťového rozhraní. Po stisknutí tlačítka „Start search“ dojde ke skenování rozhraní, a pokud jsme vše nastavili správně, v nabídce se zobrazí připojené PLC.



Obrázek 58 Accessible devices

6.1.2 Tvorba aplikace

Po úspěšném vytvoření a nakonfigurování projektu můžeme pokračovat k tvorbě aplikace. V nově vytvořeném projektu si v pravém menu rozklikneme záložku „Programs blocks“, kde se nachází organizační blok OB1, který je automaticky vytvořený s výchozím nastavením pro programovací jazyk LAD. Tento blok je základním blokem a je cyklicky volán systémem.

Program se může skládat z organizačních bloků (OB), funkčních bloků (FB), funkcí (FC) a datových bloků (DB). K vytvoření nových bloků použijeme nabídku „Add new block“, která se nachází v pravém menu pro rozkliknutí nabídky „Programs blocks“. Pro názornost aplikace vytvoříme další OB bloky: Alarmy, Lisovani, Main, Odber_mat, Pocitadlo, Serizeni a Startup.

Prvním krokem při tvorbě nového programu je definovat tabulku symbolických proměnných, tzv. tagy. Tabulka slouží pro lepší přehlednost programu, protože pojmenovává symbolické operandy např. I0.0=tl_start.

	Name	Tag table	Data type	Address ▲	Retain	Visibl...	Acces...	Comment
1	L_Y1_dole	Default tag table	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	L_Y1_nahore	Default tag table	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	L_Y3_vysunut	Default tag table	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	L_pripripravek_pozice	Default tag table	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	L_kov.os	Default tag table	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	L_pritomnost_mat	Default tag table	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	L_strih	Default tag table	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	L_safety	Default tag table	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	L_kryt_zavren	Default tag table	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Tag_20	Default tag table	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Q_Y1_vzduch_a	Default tag table	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Q_Y1_vzduch_b	Default tag table	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Q_Y2_nahoru	Default tag table	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Q_Y2_dolu	Default tag table	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Q_SAFETY	Default tag table	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Q_blik_odb	Default tag table	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Q_Y3_vysunut	Default tag table	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Q_Y3_zasunut	Default tag table	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	run	Default tag table	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	HMI_aktivace_odb	Default tag table	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Y1_nahore	Default tag table	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Y1_dole	Default tag table	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	e_chybi_plast	Default tag table	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	e_pripripravek_pozice	Default tag table	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	e_pozice_Y3	Default tag table	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	L_porucha	Default tag table	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Tag_1	Default tag table	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Tag_2	Default tag table	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	osicka	Default tag table	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	HMI_reset_pocitadlo	Default tag table	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	edge_Y1_nahore	Default tag table	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	Tag_3	Default tag table	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	e_pozice_Y1	Default tag table	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	HMI_start	Default tag table	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	HMI_stop	Default tag table	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	lisuj	Default tag table	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	HMI_reset	Default tag table	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	Reset_pocitadlo	Default tag table	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

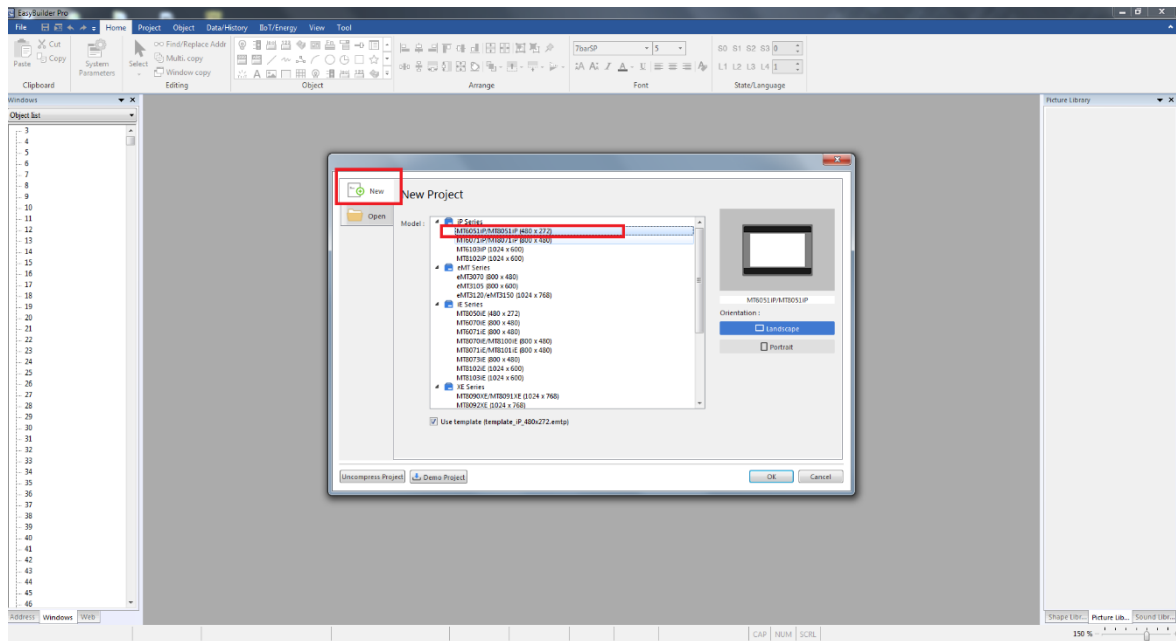
Obrázek 59 Tagy použité v programu

6.2 EasyBuilder Pro

Program umožňuje vytváření zobrazení jednotlivých obrazovek, kompletní nastavení funkcí panelu i programování podprogramů (tzv. Macro) v jazyku typu C. Obsahuje i plnohodnotnou online i offline simulaci na PC.

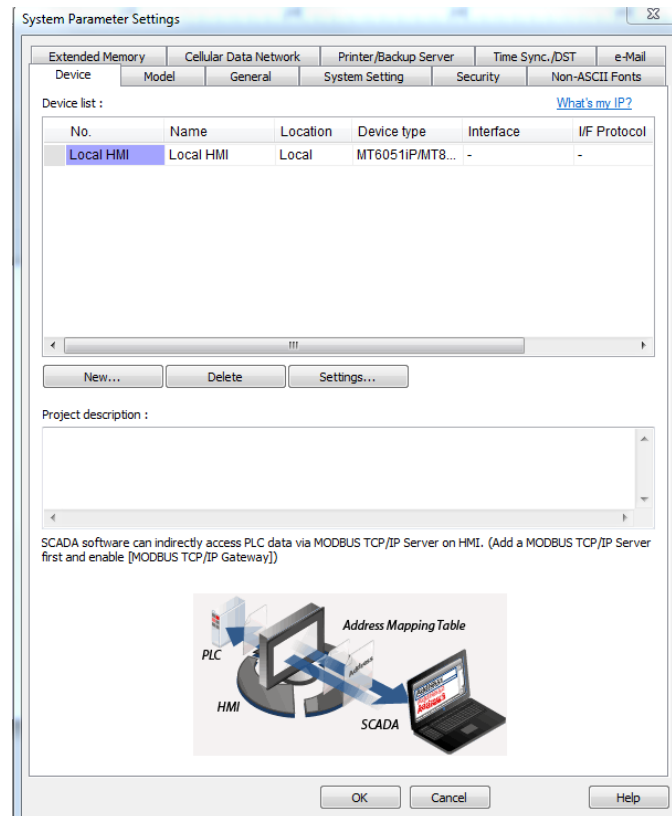
6.2.1 Nastavení nového projektu a HW konfigurace

Po spuštění programu se objeví úvodní okno, kde zvolíme „New“ a z dialogové nabídky vybereme náš panel, tj. MT6051iP, a potvrdíme „OK“ tlačítkem.



Obrázek 60 Vývojové prostředí EasyBuilder Pro

Následuje další nabídka, kde nastavíme komunikaci s PLC. Tlačítkem „new“ se dostaneme k nastavení, kde rozklikneme nabídku PLC type a vybereme Siemens S7-1200.



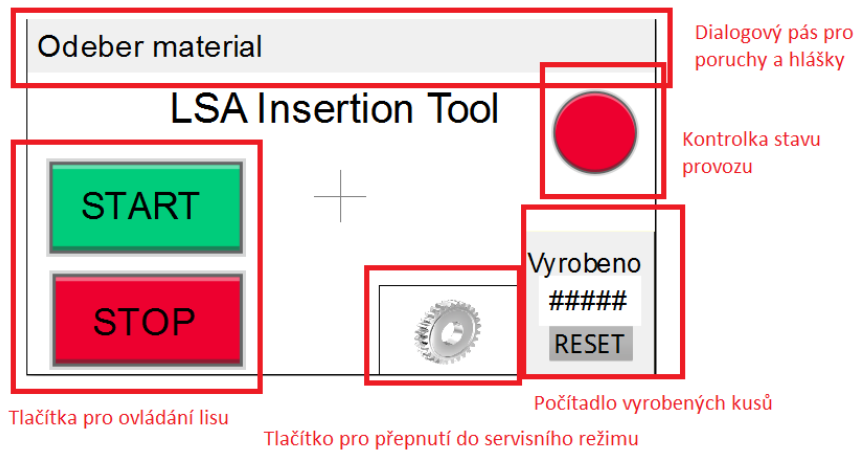
Obrázek 61 Konfigurace HMI

Po úspěšném přidání PLC do seznamu můžeme importovat seznam tagů z PLC do projektu. K tomu účelu slouží tlačítko „Import Tags“. V nově otevřené nabídce je potřeba vybrat „Import Files (*.ap13)“ a otevřeme náš projekt pro PLC. V dalším okně vybereme tagy, které chceme importovat a potvrdíme dvakrát tlačítkem „OK“.

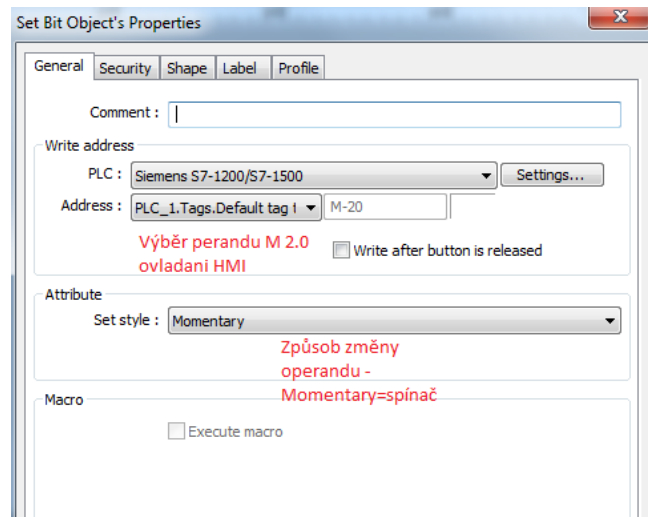
6.2.2 Vizualizační program

Po úspěšné konfiguraci panelu se nám objeví vývojové prostředí, které někomu může připomínat MS Office. V horní části okna se nachází pás karet, kde najdeme nástroje pro tvorbu aplikace. V pravém okraji okna je „Object list“, zde vidíme jednotlivá okna aplikace. Zvolíme okno číslo 10. Jedná se o tzv. „Homescreen“ – základní obrazovku. Z pásu karet z nabídky „Object“ zvolíme požadované prvky (tlačítka, kontrolky, atd). Těmhle prvkům je potřeba přidělit interakci s ŘS (vstupy, výstupy, způsob spínání, atd).

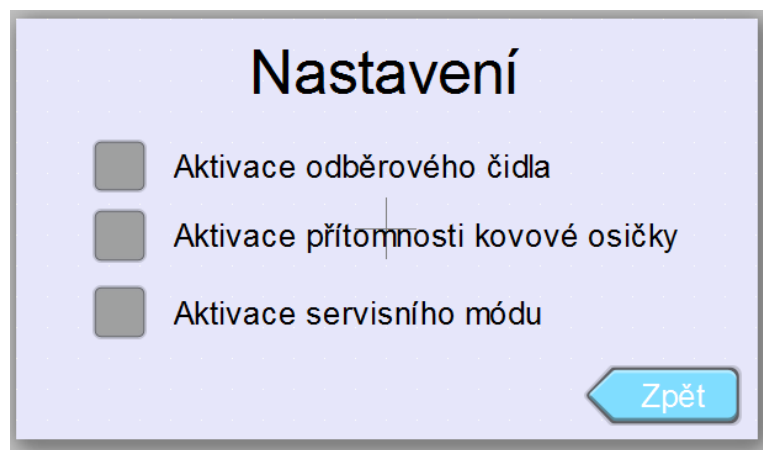
Vizualizační program pro HMI se skládá ze 3 oken Homescreen, Nastavení a Seřízení-



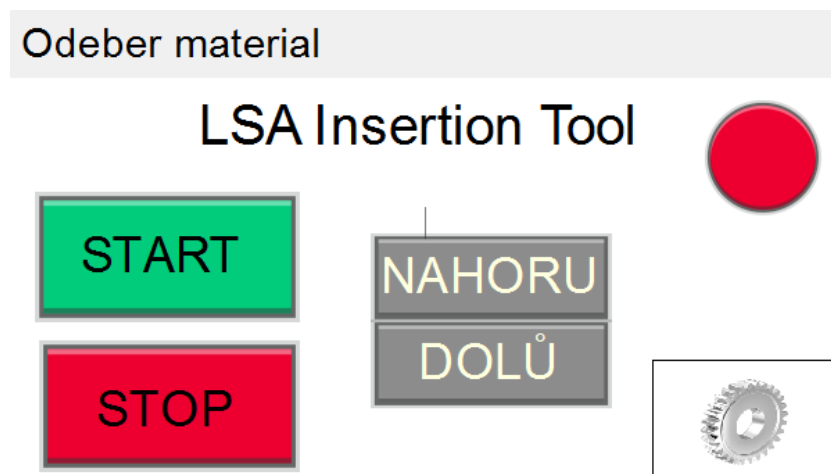
Obrázek 62 Homescreen



Obrázek 63 Spárování objektu s operandem PLC



Obrázek 64 Okno nastavení



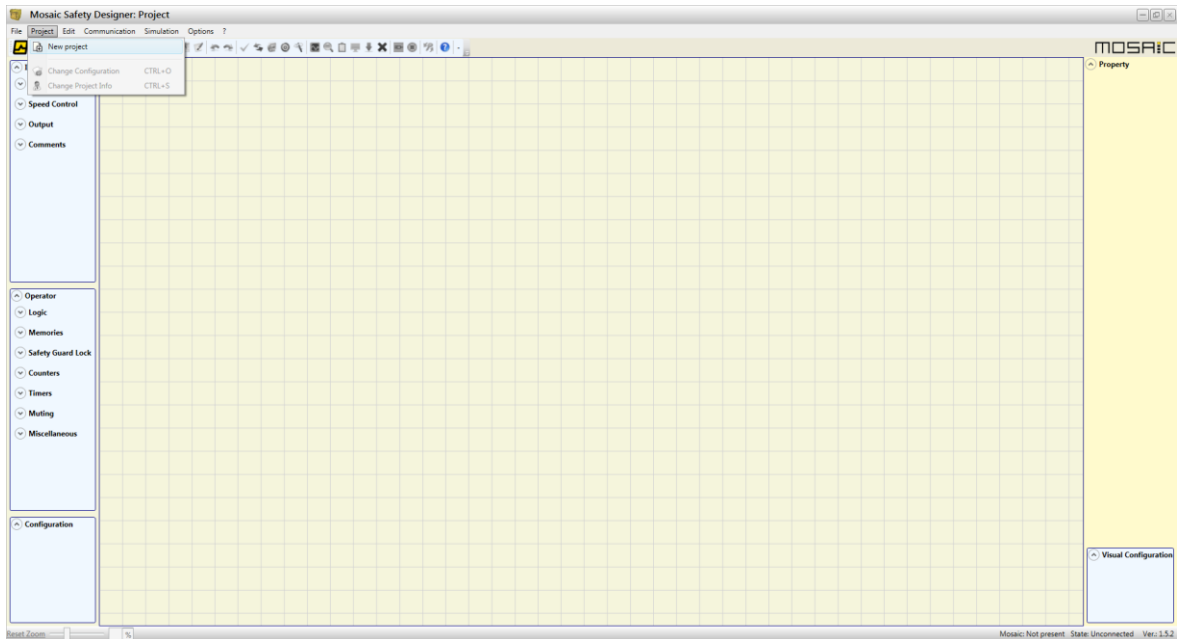
Obrázek 65 Okno servisního módu

6.3 Mosaic Safety Designer

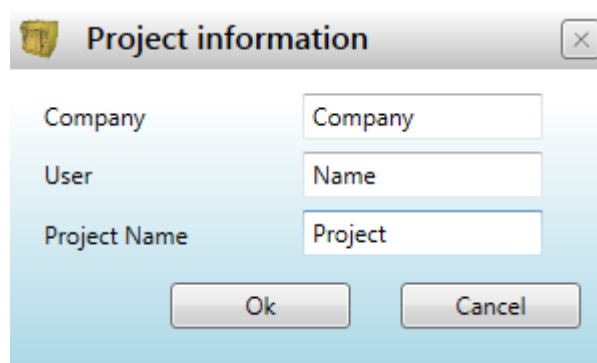
Základní konfigurační program pro bezpečnostní PLC Reer Mosaic. Bezpečnostní funkce se programuje pomocí funkčních bloků. Program umožňuje online i offline simulaci.

6.3.1 Nastavení nového projektu a HW konfigurace

Pro vytvoření nového projektu je třeba vybrat v hlavním panelu položku „Project“ a zvolit „New project“. Objeví se dialogové okno, kde můžeme vepsat jméno firmy, uživatele a projektu. Odklikneme tlačítkem „OK“. Následuje okno, kde se volí HW konfigurace, pro náš případ zvolíme jen základní modul a potvrdíme „OK“.



Obrázek 66 Prostředí Mosaic Safety Designer



Obrázek 67 Dialogové okno

6.3.2 Programování bezpečnostního programu

Po konfiguraci nastavení se objeví „programovací plocha“ a v levém okraji je výčet funkčních bloků a instrukcí. Programování totiž probíhá grafickým umístěním a propojováním funkčních bloků s bloky vstupů a výstupů. Mezi bloky najdeme jak všechny klasické logické obvody (NOT, OR, AND, NAND, NOR, XOR), tak i sekvenční funkce (RS, D a monostabilní klopný obvod). Je možné použít i funkce časovačů a čítačů.

Program pro SPLC se skládá z

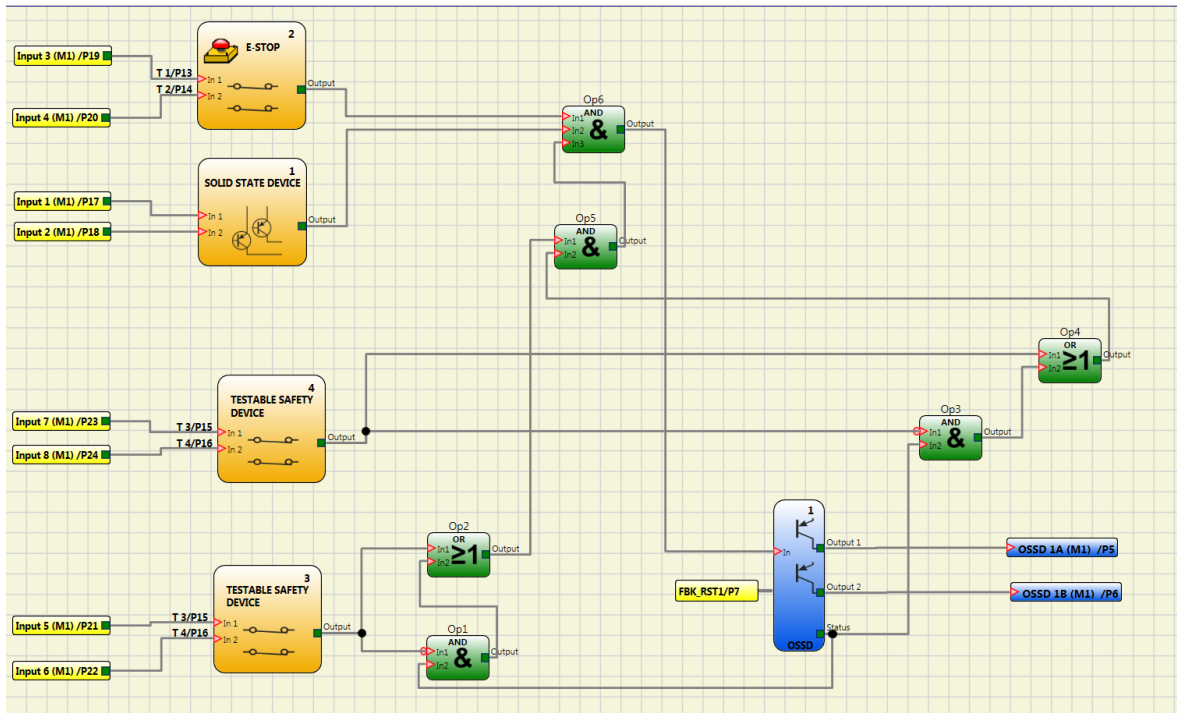
- Čtyř dvoukanálových vstupních bloků:
 - E-STOP (2x NC kontakt)
 - Bezpečnostní dveřní snímač Magnus (2x OSSD kontakt)

- Bezpečnostní ventil SMC (2x NC kontakt)
- Bezpečnostní ventil SMC (2x NC kontakt)
- Jednoho dvoukanálového výstupního bloku
 - Ovládání bezpečnostního relé (2x OSSD kontakt)
- Šesti logických funkcí
 - Tří vstupový logický součin
 - Dvou vstupový logický součin
 - Dvou vstupový logický součin s jedním vstupem negovaným (2x)
 - Dvou vstupový logický součet (2x)

U logických vstupů je nastaveno testování zkratu nebo nefunkčnosti připojených bezpečnostních kontaktů.

Pro aktivaci bezpečnostního výstupu OSSD, který aktivuje cívku bezpečnostního relé je nutné:

- Aby nebylo aktivováno nouzové zastavení (E-STOP)
- Aby byl aktivní dveřní spínač (bezpečnostní kryt zavřen)
- Aby před sepnutím bezpečnostního výstupu OSSD byly rozpojeny kontakty, které hlídají, že jsou bezpečnostní ventily zavřeny
- Aby před sepnutím bezpečnostního výstupu OSSD byly kontakty bezpečnostního relé rozepnuty



Obrázek 68 Schéma zapojení ReeR Mosaic M1

7 OVĚŘENÍ REALIZOVANÝCH ÚPRAV

Při psaní BP nedošlo k nezávislé verifikaci lisu dle požadavků pro uvedení strojního zařízení do provozu, kde by bylo posouzeno, že stroj opravdu splnil daná nařízení. A priori není známá žádná skutečnost, že by lis nesplnil dané požadavky. Pro ověření správné funkce lisu je postupováno dle požadavků pro bezpečnostní funkce.

Počítadlo vyrobených kusů

Počítadlo je nastaveno jako „Counter“, který počítá lisovací cykly jen za předpokladu přítomnosti kovové osičky. Datová oblast je ve formátu integer s šířkou 16 bitů. To znamená, že maximální rozsah vyrobených kusů je 32 767. Počítadlo slouží pro zobrazení stavu aktuální zakázky a ta nikdy nepřesáhne tuhle mez.

Špatné zalisování

Byl přidán kryt, který brání vniknutí spadených nýtů do matrice, čímž docházelo ke špatnému zalisování. Vliv této změny není možno kvalifikovat, protože lis nebyl uveden do provozu.

Servisní mód

Servisní mód je přidán do nabídky „Nastavení“. Po aktivaci za splnění bezpečnostních podmínek je možné krokovat pohyb lisovacího válce pomocí dvou tlačítek na displeji „Nahoru“ a „Dolů“. Pro přesnější krok je nutné, aby servisní technik použil škrcení odvodu vzduchu z válce. Při aktivaci módu v alarmech vyskočí hláška „SERVISNÍ MÓD“.

Chybějící komponenty

Z důvodu vyšší ceny odběrového čidla byl vybrán jen jeden nejkritičtější komponent (kovová osička). Aktivace odběrového čidla je možná z nabídky „Nastavení“. V případě, že není odebrán komponent, brána začne blikat a v alarmech se zobrazí hláška „Komponent neodebrán“ a není možné spustit proces lisování.

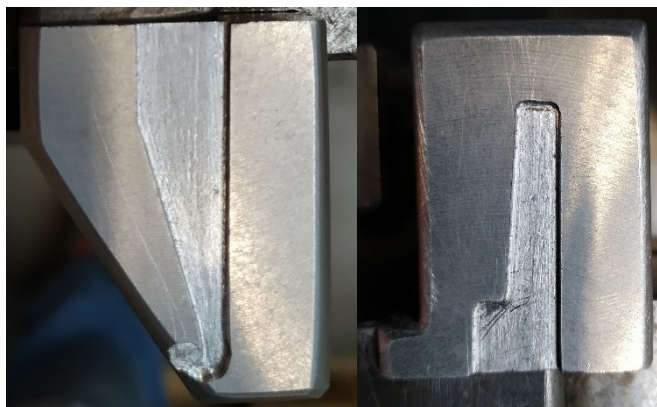
Špatně vložené komponenty

Pro detekci správně vložené kovové osičky bylo nutné upravit lisovací matici pro přidání indukčního sensoru. Úprava proběhla dle plánu a nevyplnila se obava, že sensor bude snímat i kov v okolí sensoru. Detekce se jeví jako spolehlivá. Funkce detekce je možné aktivovat z nabídky „Nastavení“. V případě, že sensor zahlásí chybějící nebo špatně vloženou komponentu, vyskočí alarm, který musí operátor potvrdit, aby mohl pokračovat ve výrobě.



Obrázek 69 Alarm pro chybějící komponentu

V lisovací matrici je šablona, která svým tvarem zaručí, že komponenty (nůž a háček) jsou vloženy správně.



Obrázek 70 Šablona pro komponenty

Kontrola funkce stříhu

Tato funkce nebyla realizována v této etapě z důvodu náročnosti návrhu a výroby přípravku, do kterého je nutné výrobek vložit pro otestování. Elektrická realizace s tímto senzorem počítá. V případě, že by došlo v další etapě k realizaci této funkce, bude stačit jen sensor zapojit do příslušné svorky a doprogramovat funkci, která bude velmi podobná funkci detekce kovové osičky.

Zrychlení výroby

Pro funkci lisování bylo odebráno dvouruční spuštění a tím se zkracuje doba nutná k zalisování výrobku. Dále došlo k zautomatizování uchycení přípravku a tím se zkrátila i doba nutná k jeho manuálnímu zafixování. Přítomnost čidla pro odebrání materiálu odhalí vadný výrobek ještě před jeho zalisováním a tím se rovněž zkrátí čas, kdy docházelo

k opravě špatně zalisovaného kusu. Je přidána detekce hazardních stavů (např. špatná pozice válce, přípravek ve špatné poloze).

Zvýšená kvalita

Lepší ergonomické řešení prospívá i kvalitě. Obsluha lisu je jednodušší a tím se i sníží počet kroků, kde by mohlo dojít k chybě. Přítomnost sensorů pro detekci materiálu je dalším nepopíratelným aspektem pro lepší kvalitu.

Detekce poruch

Lis disponuje základní diagnostikou pro případ selhání. Pohyb pneumatických akčních členů je monitorován, a pokud nedojde v určitém čase ke změně polohy pístnice, lis zahlásí poruchu a přepne se do STOP režimu.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zprovoznit nefunkční lis pro výrobu LSA Insertion tool a navrhnout úpravy pro zrychlení výroby a zlepšení kvality výrobku. Nezbytným základem pro tuto práci bylo seznámit se s platnými zákony a normami, podle kterých je možné uvést zařízení do provozu.

V první části práce je rešerše řídicích systémů pro výrobní linky, kde je kladen důraz na programovatelné automaty. Programovatelný automat je poté použit při modernizaci lisu.

V další části práce je provedeno seznámení se základními normami, které určují bezpečnost strojních zařízení, jako je umístění ochranných zařízení, nebo bezpečnost elektrických systémů. Nebyly ani opomenuty zásady pro posouzení a snižování rizika.

Po seznámení s těmito základy bylo možné provést analýzu rizik, která vychází z normy ČSN EN ISO 12100, kde jsou právě uvedeny informace o postupu analýzy rizik. Na základě informací plynoucích z této analýzy byly navrženy bezpečnostní prvky pro pneumatický lis. Dalším krokem byla evaluace rizik podle normy ČSN EN ISO 13849-1.

Následoval návrh pneumatického schématu, které bylo konzultováno s odborným týmem firmy SMC. Po návrhu pneumatického obvodu bylo navrženo elektrické schéma obvodu a mohlo dojít k fyzické a programové realizaci. Pro řídicí část byl zvolen PLC Siemens S7-1214, SPLC Reer Mosaic M1 a pro HMI Weintek MT6051iP.

Při testování pneumatického lisu nebyly shledány žádné nedostatky, které by bránily uvedení do provozu. Bylo dosaženo předpokladů pro zrychlení a zlepšení kvality výroby. Lis je možné posunout do další etapy, kdy dojde k uvedení strojního zařízení do provozu autorizovanou osobou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MEN HOUSE. Automatizace a řídicí systémy v průmyslu. In: *Menhouse.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.menhouse.cz/automatizace-a-ridici-systemy-v-prumyslu>
- [2] E-automatizace. Řídicí systémy. In: *E-automatizace.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.e-automatizace.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/R_Regulatory.html
- [3] FE Fuji Electric. PID regulátor Fuji PXF9. In: *Fujielectric.com* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.fujielectric.com/>
- [4] FOXON s.r.o. CO JE OPC. In: *Foxon.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.foxon.cz/cs/blogs/80-co-je-opc-opc-server-opc-klient-.html>
- [5] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace*. Praha: BEN - technická literatura, 1999. ISBN 8086056589.
- [6] E-automatizace. PLC. In: *E-automatizace.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.e-automatizace.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/R_PLC.html
- [7] OMRON. CP1L. In: *Omron.com* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.ia.omron.com/products/family/1916/>
- [8] Rekace HW.cz. Modulární PLC XC300 se připojí do více sítí. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/modularni-plc-xc300-se-pripoji-do-vice-siti.html>
- [9] VOJÁČEK, Antonín. TEST novinky - Kompaktní OPLC Unitronics Vision V430. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2015 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/plc-a-prumysl-ov-a-pc/test-novinky-kompaktni-oplc-unitronics-vision-v430.html>
- [10] Siemens. Mikrosystémy: LOGO!. In: *Siemens.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.siemens.cz/micro>
- [11] ABB. AC500. In: *Abb.com* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://new.abb.com/plc/programmable-logic-controllers-plcs/ac500-s>

- [12] KOCHANÍČEK, Ludvík. Programovací jazyky pro PLC. In: *Coptel.coptkm.cz* [online]. 2010 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/?action=2&doc=3905&docGroup=4923&cmd=0&instance=2>
- [13] P J Bonner and Company. P J Bonner and Company. PACSystems. In: *Pjboner.com* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.pjboner.com/products-page/controllers-automation-categories/pacsystems-rx3i-controller/>
- [14] E-automatizace. IPC. In: *E-automatizace.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.e-automatizace.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/R_IPC.html
- [15] POHANKA, Pavel. IOT. In: *I2ot.eu* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://i2ot.eu/>
- [16] SANTUCCI, Gérald a Sebastian LANGE. *Internet of Things in 2020: A ROADMAP FOR THE FUTURE* [online]. Brusel: EU Commission, 2008, 32 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.smart-systems-integration.org/public/documents/publications/Internet-of-Things_in_2020_EC-EPoSS_Workshop_Report_2008_v3.pdf
- [17] FOXON. Internet Of Things. In: *Foxon.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.foxon.cz/cs/module/lofblogs/articles?id=296&view=content>
- [18] TABERNER, Tim. M2M vs IOT. In: *Cad.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/6972-rozdil-mezim2m-a-iot.html>
- [19] HaPeSoft s.r.o. HMI. In: *Plc-automatizace.cz* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://plc-automatizace.cz/knihovna/hmi.htm>
- [20] MES Centrum. MES nebo výrobní modul v ERP? In: *Mescentrum.cz* [online]. 2014 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/vyber-mes-systemu/144-mes-nebo-vyrobni-modul-v-erp>
- [21] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Často kladené otázky - Zkušebnictví. In: *Unmz.cz* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/casto-kladene-otazky-zkusebnictvi>
- [22] HNILICA, Jan. Funkční bezpečnost. In: *Tuv-sud.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.tuv-sud.cz/cz-cz/odvetvi/automobilovy-prumysl/dodavatele-pro-automobilovy-prumysl/funkcni-bezpecnost>

- [23] VOJÁČEK, Antonín. Bezpečnost strojů - 2. díl - PL vs. SIL. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2015 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/bezpecnost-stroju/bezpecnost-stroju-2-dil-pl-vs-sil.html>
- [24] SIEMENS. S7-1200. In: *Siemens.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/?vw=0&ctxnh=5dc8474325>.
- [25] *Automa*. 2011, (6). ISSN 1210-9592.
- [26] TECON s.r.o. MT 8051ip. *Weintek.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.weintek.cz/MT_8051ip.php
- [27] REM-Technik s. r. o. Reer Mosaic. In: *Rem-technik.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.rem-technik.cz/bezpecnostni-systemy/bezpecnostni-system-mosaic/bezpecnostni-zakladni-modul/mosaic-m1-1050.html>
- [28] VOJÁČEK, Antonín. Magnus RFID. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/rfid-bezpecnostni-snimace-magnus-rfid.html>
- [29] RS COMPONENTS SP. Z O.O. IFRM 08P17A3/S35L. In: *Cz.rs-online.com* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://cz.rs-online.com/web/p/indukcni-bez-dotykove-snimace/4370757/>
- [30] CONTRINEX. Dw ad 503 065. In: *Contrinex.com* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.contrinex.com/product/dw-ad-503-065/>
- [31] Festo, s.r.o. SME-10M. In: *Festo.com* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.festo.com/net/cs_cz/SupportPortal/default.aspx?cat=4060
- [32] Panasonic. Panasonic NA1-PK3-PN. In: *Panasonic.biz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www3.panasonic.biz/ac/ae/search_num/index.jsp?c=detail&part_no=NA1-PK3-PN
- [33] RS COMPONENTS SP. Z O.O. SMC VP544. In: *Cz.rs-online.com* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://cz.rs-online.com/web/p/pneumaticke-solenoidove-ri-dici-regulacni-ventily/1244420/>
- [34] RS COMPONENTS SP. Z O.O. SMC SY9000. In: *Cz.rs-online.com* [online]. 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://cz.rs-online.com/web/p/pneumaticke-solenoidove-ri-dici-regulacni-ventily/7013157/>

[35] RS COMPONENTS SP. Z O.O. SMC SY3201-5U1. In: *Cz.rs-online.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://cz.rs-online.com/web/p/pneumaticke-solenoidove-ridici-regulacni-ventily/3670185/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A/D – analogově-digitální

ASP (Association of Shareware Professionals) – asociace sharewarových profesionálů

BP – bakalářská práce

CCF – selhání se společnou příčinou

CPU – centrální procesorová jednotka

CPU (Central Processing Unit) – centrální procesová jednotka

D/A – digitálně-analogové

DC – diagnostické pokrytí

DDE (Dynamic data Exchange) – dynamická výměna dat

E/E/PE – Elektrické/elektronické/programovatelně elektronické

ERP (Enterprise Resource Planning) – plánování podnikových zdrojů

ERP (Enterprise Resource Planning) – plánování podnikových zdrojů

FBD (Function Block Diagram) – jazyk blokových schémat

FPC (Free Programmable Controller) – volně programovatelný automat

HMI (Human Machine Interface) – rozhraní člověk, stroj

HTML (Hypertext Markup Language) – název značkovacího jazyka pro tvorbu webových stránek

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – internetový protokol

HW – hardware

IEC (International Electrotechnical Commission) – mezinárodní elektrotechnická komise

IIoT (Industrial Internet of Things) – průmyslový internet věcí

IL (Instruction List) – jazyk pokynů

IoT (Internet of Things) – internet věcí

IP (Internet Protocol) – internetový protokol

IPC (Integrated Processor Controller) – Integrovaný řadič procesu

IR – infračervený

LD (Ladder Diagram) – jazyk kontaktních schémat

LED (Light- Emitting Diode) – elektroluminiscenční dioda

logické automaty

M2M (Machine to Machine) – stroj ke stroji

MCT (Microsoft Certfield Trainer) – Microsoftem certifikovaný školitel

MES (Manufacturing Execution System) – výrobní informační systém

MES (Manufacturing Execution Systems) – výrobní informační systémy

MTTFd – střední doba nebezpečného selhání

NC – normálně otevřené

OPC (Ole For Process Control) – komunikační protokol

OPLC (Operator panel Programmable Logic Controller) – ovládací i programovatelné

OS – operační systém

OSSD (On Screen Display) – displej na obrazovce

PA – programovatelný automat

PAC (Preliminary Acceptance Certificate) – protokol o předběžném převzetí díla

PC (Personal Computer) – osobní počítač

PC (Programmable Controller) – programovatelný automat

PID (Potential Induced Degradation) – regulátor v teorii řízení

PL, PLr – požadovaná úroveň

PLA – programovatelný logický automat

PLC (Programe Logic Controller) – programovatelný logický automat

PNP – pozitivní, negativní, pozitivní

RFID (Radio Frequency Identification) – Identifikace pomocí rádiové frekvence

RTC (Real-Time clock) – hodiny reálného času

ŘS – řídicí systémy

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – dispečerské řízení a sběr dat

SFC (Sequential Function Chart) – sekvenční funkční diagram

SIL (Safety integrity level) – požadovaná úroveň bezpečnostní integrity

SPLC (Safety Programme Logic Controller) – bezpečnostní programovatelný automat

SPS – programovatelný logický kontroler

SRECS (Safety-Related Electrical Control System) – elektrický řídicí systém související s bezpečností

SRP/CS (Safety – Related Part of a Control System) – řídicí systém související s bezpečností

ST (Structured Text) – strukturovaný text

SW – software

USB (Universal Serial Bus) – rozhraní pro připojení přídatného softwaru

V/V – vstupní/výstupní

VNC (Virtual Network Computing) – virtuální síťové prohlížení

XML (Extensible Markup Language) – rozšiřitelný značkovací jazyk

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Blokové schéma regulátoru	11
Obrázek 2 PID regulátor Fuji PXF9	14
Obrázek 3 SCADA	15
Obrázek 4 Hierarchie SCADA systému	16
Obrázek 5 Funkce OPC	17
Obrázek 6 Přenos dat mezi rozdílnými systémy	17
Obrázek 7 PLC Siemens S7-300	16
Obrázek 8 Struktura PLC.....	19
Obrázek 9 PLC OMRON CP1L	20
Obrázek 10 PLC Eaton XC300.....	21
Obrázek 11 OPLC Unitronics Vision V430	19
Obrázek 12 PLC Siemens LOGO!	20
Obrázek 13 Safety PLC ABB AC500-S	21
Obrázek 14 Schéma bezpečnostního PLC	21
Obrázek 15 Princip funkce PLC	24
Obrázek 16 Část programu v IL	25
Obrázek 17 Část programu v ST.....	25
Obrázek 18 Část programu v LD	26
Obrázek 19 Část programu v FBD	27
Obrázek 20 Část programu v SFC	26
Obrázek 21 PACSystems RX3i Controller.....	27
Obrázek 22 ADVANTECH IPC-7120	27
Obrázek 23 Struktura řídicího počítače (IPC)	30
Obrázek 24 HMI Siemens touch.....	31
Obrázek 25 Hierarchie výrobního závodu	30
Obrázek 26 KRONE LSA konektor	33
Obrázek 27 Popis LSA Insertion tool	34
Obrázek 28 Popis funkce zařezání vodiče do kontaktu LSA.....	35
Obrázek 29 Ukázka použití háčku a nože.....	35
Obrázek 30 Výrobní linka LSA Insetion tool.....	36
Obrázek 31 Posouzení rizika	42
Obrázek 32 Evaluace rizik.....	42

Obrázek 33 SIEMENS SIMATIC S7-1200.....	48
Obrázek 34 WEINTEK MT8051iP	50
Obrázek 35 Reer Mosaic M1	51
Obrázek 36 Bezpečnostní snímač Magnus RFID	52
Obrázek 37 IFRM 08P17A3/S35L	54
Obrázek 38 Typy indukčních snímačů	56
Obrázek 39 Umístění sensoru	56
Obrázek 40 Charakteristika sensoru	56
Obrázek 41 Instalační podmínky	56
Obrázek 42 Panasonic NA1-PK3-PN	55
Obrázek 43 VP544.....	59
Obrázek 44 SMC SY9000	59
Obrázek 45 SMC SY3201-5U1	59
Obrázek 46 SMC ASP530	59
Obrázek 47 Funkce lisovacího válce.....	61
Obrázek 48 Blokové schéma lisu.....	65
Obrázek 49 Realizace zapojení.....	67
Obrázek 50 Vývojový diagram pneumatika	67
Obrázek 51 Realizace zapojení pneumatika	69
Obrázek 52 Rozdíl mezi původním a renovovaným lisem.....	70
Obrázek 53 Rozebraný tandemový válec	70
Obrázek 54 Upravená lisovací matrice.....	71
Obrázek 55 Vytvoření nového projektu v TIA 13	72
Obrázek 56 Výběr daného PLC	73
Obrázek 57 Nastavení zabezpečení	73
Obrázek 58 Accessible devices.....	74
Obrázek 59 Tagy použité v programu	75
Obrázek 60 Vývojové prostředí EasyBuilder Pro	76
Obrázek 61 Konfigurace HMI	77
Obrázek 62 Homescreen	78
Obrázek 63 Spárování objektu s operandem PLC	78
Obrázek 64 Okno nastavení	76
Obrázek 65 Okno servisního módu	78

Obrázek 66 Prostředí Mosaic Safety Designer	78
Obrázek 67 Dialogové okno	80
Obrázek 68 Schéma zapojení ReeR Mosaic M1	80
Obrázek 69 Alarm pro chybějící komponentu.....	80
Obrázek 70 Šablona pro komponenty.....	80

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Úrovně vlastností	43
Tabulka 2 Vyhodnocení rizik	48
Tabulka 3 Specifikace S7-1200	48
Tabulka 4 Specifikace panelu	51
Tabulka 5 Parametry IFRM 08P17A3/S35L	55
Tabulka 6 Požadavky pro snímač	55
Tabulka 7 Parametry Contrinex	54
Tabulka 8 Parametry Festo SME-10M-DS	57
Tabulka 9 Specifikace Panasonic NA1-PK3-PN	58
Tabulka 10 Specifikace VP544	57
Tabulka 11 Specifikace SY900	58
Tabulka 12 Specifikace SMC SY3201-5U1	58

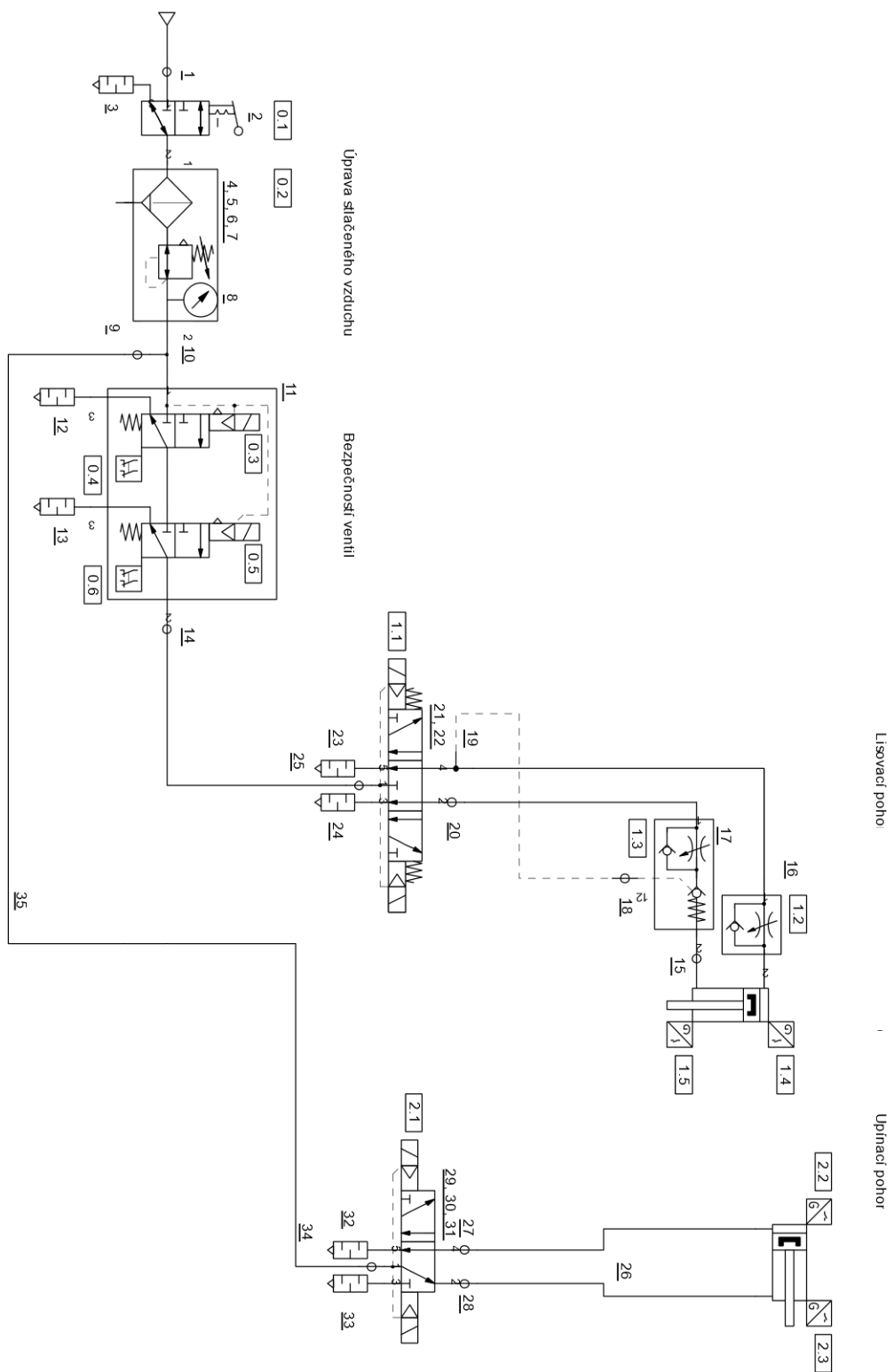
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI Pneumatické schéma

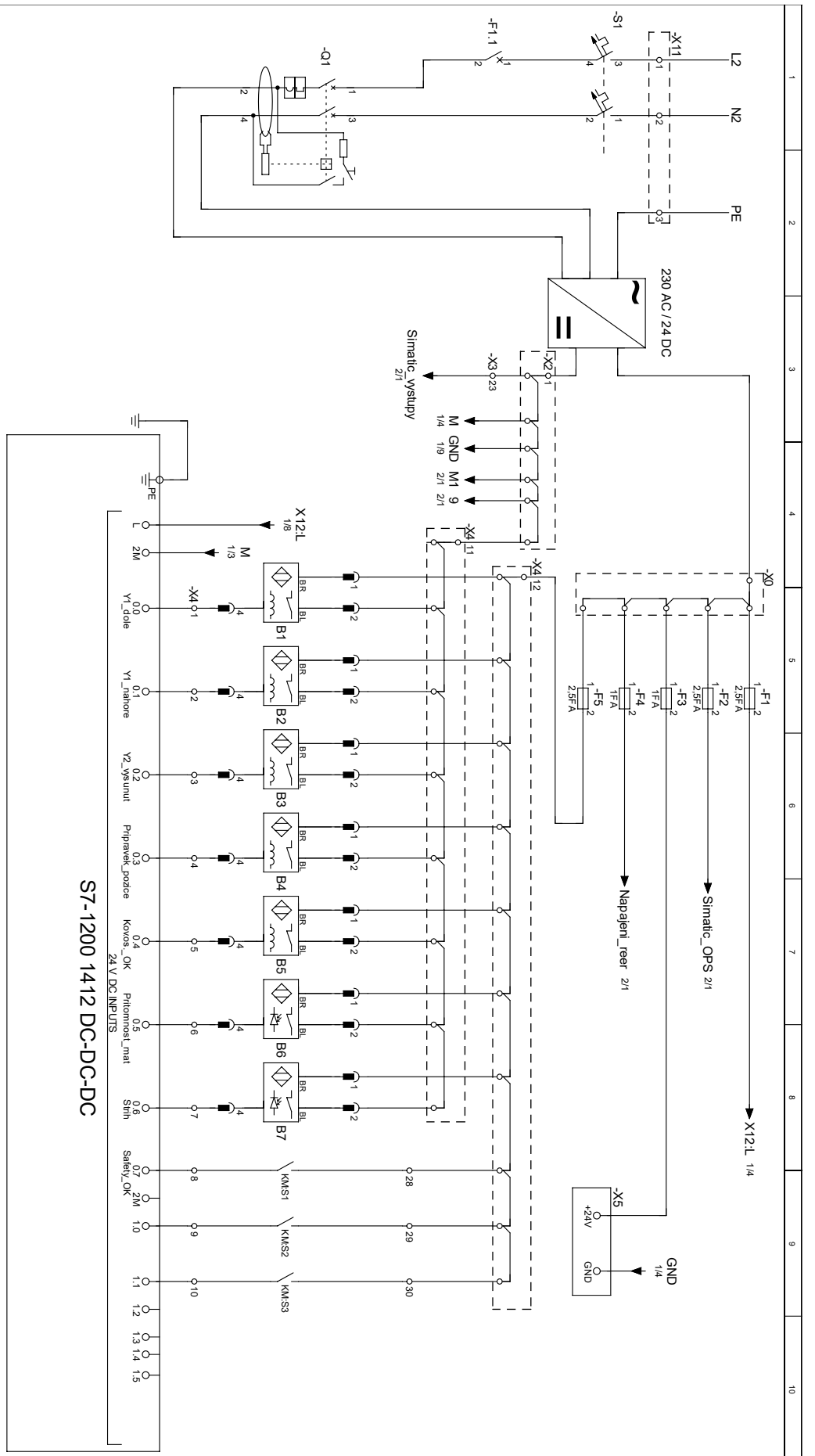
Příloha PII Elektrické schéma

Příloha PIII Elektrické schéma

PŘÍLOHA P I: PNEUMATICKÉ SCHÉMA



PŘÍLOHA P II: ELEKTRICKÉ SCHÉMA



Modification	Date	Name	Date	Ed.	Appr.	Original	Replacement of	Replaced by

