

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV PŘÍSTROJOVÉ A ŘÍDICÍ TECHNIKY

**INSTRUMENTACE V OKOLÍ DOPRAVNÍKU
A JEHO ŘÍZENÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Lukáš Žídek

ZDE VLOŽIT ZADÁNÍ BP

ZDE VLOŽIT ZADÁNÍ BP

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Praze dne 15. 6. 2016

.....
Jméno a Příjmení

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Marii Martináskové, Ph.D. za pomoc při vypracování této práce, především za poskytnutí cenných rad, připomínek a prostředků. Dále děkuji paní sekretářce Markétě Vyhlídalové z Ústavu přístrojové a řídicí techniky, která mi umožnila pracovat na bakalářské práci v učebně číslo 301. Nakonec chci poděkovat rodině a přítelkyni za podporu nejen při vypracování bakalářské práce, ale i podporu v předchozím studiu.

Anotační list

Jméno autora: Lukáš

Příjmení autora: Žídek

Název práce česky: Instrumentace v okolí dopravníku a jeho řízení

Název práce anglicky: Instrumentation and control at the conveyor belt

Rozsah práce: počet stran: 44

počet obrázků: 28

počet tabulek: 9

počet příloh: 0

Akademický rok: 2015/2016

Jazyk práce: čeština

Ústav: Ústav přístrojové a řídicí techniky

Studijní program: Strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Marie Martinásková, Ph.D.

Oponent: Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.

Konzultant práce:

Zadavatel: Ing. Marie Martinásková, Ph.D.

Anotace česky: Bakalářská práce se zabývá řízením a vyhodnocením špatných a dobrých výrobků. Přibližuje možnosti a výběr vhodných čidel pro různé druhy vyhodnocení, seznamuje s problematikou pneumotorů. Dále se zabývá řízením pomocí programovatelných automatů a jejich programováním v jazyce FBD a LD.

Anotace anglicky: Bachelor thesis deals with control and evaluation of bad and good products. Approaches possibility and selection of suitable sensors for different types of evaluation, introduces the problems of pneumatic actuators. It deals with control using programmable controllers and their programming in the FBD and LD.

Klíčová slova: Programovatelný automat, LOGO!, proximní snímače, pneumotor.

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Proximitní snímače.....	10
2.1 Optické snímače.....	10
2.2 Ultrazvukové snímače.....	10
2.3 Kapacitní snímače.....	11
2.4 Induktanční snímače.....	11
2.5 Výběr čidel pro první kontrolu.....	11
2.6 Snímače pro horní a dolní propust.....	14
3 Pneumatika.....	15
3.1 Pneumatický válec (pneumotor)	17
3.2 Jednočinný a dvojčinný motor	17
3.3 Volba pneumotorů a příslušenství.....	17
4 Model výrobní linky.....	18
4.1 Složení rámu.....	19
4.2 Dopravníkový pás.....	19
4.3 Pohon pásu.....	20
4.4 Motor.....	20
4.5 Napájení celého systému.....	21
5 Programovatelný automat.....	22
5.1 Složení PLC.....	22
5.2 Chování programovatelného automatu.....	23
5.3 Kompaktní a modulární programovatelný automat.....	23
5.4 Programovatelný automat LOGO!.....	24
6 Norma IEC EN 61131-3.....	25
7 Programovací jazyky.....	25
7.1 Rozdělení programovacích jazyků.....	25
7.2 Programování intuitivní a systematické.....	26

7.3 Stojící taktovací řetězec a mazající se taktovací řetězec.....	26
7.3.1 Metoda stojícího taktovacího řetězce.....	27
7.3.2 Metoda mazajícího se taktovacího řetězce.....	28
8 Software LOGO! Soft Comfort.....	29
8.1 Prostředí programu.....	29
9 Samotná realizace programu.....	31
9.1 Definice úlohy.....	31
9.2 Program pomocí Funkčních bloků.....	34
9.3 Program pomocí Ladder diagram.....	36
9.4 Simulace programu.....	39
9.5 Nahrání programu do LOGO!.....	40
10 Závěr.....	42
11 Zdroje.....	43

1 Úvod

V dnešní době se většina výroby plně automatizuje. Tento typ výroby je nutné řídit pomocí počítačů a programovatelných automatů, případně jsou plně pneumatické. Tento způsob výroby nám umožňuje zrychlit celou výrobu, ušetřit lidskou sílu a hlavně ušetřit náklady na výrobu.

V mé práci se budu zabývat instrumentací v okolí dopravníku. Je tedy nutné zjistit, jaké jsou možnosti různých druhů vyhodnocení a kontroly výrobku a jejich následné třídění, počítání a podobně.

V teoretické části se zmíním o normě, která je nezbytná pro programování v PLC. Dále se budu zabývat tím, co to programovatelný automat je, jakou má vnitřní strukturu a jakými parametry se vyznačuje. Poté se budu věnovat rozdělení programovacích jazyků, jejich rozdílnými vlastnostmi a různými způsoby programování. Posléze se zaměřím konkrétně na programování a vlastnosti programovatelného automatu LOGO!. Dále se v práci budu věnovat rozdělení a vysvětlení principu některých proximních senzorů.

V praktické části jsou již konkrétní senzory různých principů snímání, u kterých jsem zjišťoval a porovnával pro mou práci důležité parametry. Nejvýznamnějším bodem práce je samotný program a jeho důkladný popis jak ve formě Blokových schémat, tak i pomocí Ladder diagram, který je předepsán normou.

Nedílnou součástí mé práce musí být samotná realizace funkčního dopravníku a aktorika řízená právě programovatelným automatem LOGO!. V druhé polovině práce najdeme základní informace o elektropneumatickém řízení a pneumatorech. V poslední části se nachází návrh, dokumentace a informace o realizaci pásu včetně pásu a pohonu.

2 Proximitní snímače

Proximitní snímače jsou bezdotykové, reagují na přiblížení předmětů na danou vzdálenost. Existuje několik druhů senzorů, které pracují na různých fyzikálních principech. Jsou to například čidla optická, kapacitní, induktační a ultrazvuková. [9]

2.1 Optické snímače

Tyto snímače fungují na principu dvou kuželů světla. Jeden je vyzařován zdrojem světla, které dopadá na předmět, od něhož se odráží pod daným úhlem zpět na fotocitlivý prvek. Optika vysílače i přijímače musí zajistit protnutí světelných paprsků. Tuto oblast nazýváme citlivou zónou. Metoda však funguje na velmi malou vzdálenost, řádově jednotky až desítky milimetrů. Pokud předmět nemáme v této oblasti, nedojde k odrazení světla nebo odražený paprsek směřuje mimo fotocitlivý prvek a měření je neúspěšné. Jako zdroj světla může sloužit žárovka nebo lépe LED dioda. LED dioda má výhodu, že její světlo nemusí být usměrňováno. V dnešní době se začínají používat jako zdroj světla i polovodičové nebo plynové lasery. Jako přijímač světla může sloužit fotodioda, fototranzistor, PSD prvek nebo také CCD kamera. Při použití PSD prvku se dá realizovat velmi přesné měření polohy. Prvky mají vysokou rozlišovací schopnost, která může být menší než jeden mikrometr. Dosah těchto snímačů bývají centimetry až metry [9]

2.2 Ultrazvukové snímače

Pracuje na podobném principu jako snímač optický, ale přenosovým signálem není světlo, ale ultrazvukový signál o frekvenci do 50 kHz, který je vytvořen generátorem. Tento signál se vyšle směrem k měřenému předmětu, na kterém se odrazí a je přijat a zesílen přijímačem. Ve fázovém detektoru se porovná fáze přijatého signálu a vyslaného signálu. Napětí na výstupu je úměrné tomuto fázovému rozdílu signálů. Pokud použijeme několik přijímačů umístěných v prostoru, můžeme získat spolehlivou informaci o poloze objektu v prostoru. [9]

2.3 Kapacitní snímače

Snímače, které reagují na přiblížení předmětu z kovových i nekovových materiálů. Snímače obsahují bezkontaktní elektrody a oscilátor, který nepracuje nepřetržitě. Princip měření je takový, že při přiblížení předmětu ke snímači se změní kapacita mezi kostrou a činnou ploškou snímače. Pokud tato kapacita přesáhne určitou velikost, aktivuje se oscilátor a díky klopnému obvodu dojde k sepnutí spínacího tranzistoru. Tyto snímače se používají v celé řadě aplikací jako například při měření hladin sypkých materiálů a měření počtu předmětů. Velkou nevýhodou těchto snímačů je jejich reakce na okolní nečistoty, které se dostanou na snímací plochu, popřípadě reakce snímače na vlhkost vzduchu, která se nakondenzuje taktéž na činnou plochu snímače. [9]

2.4 Induktanční snímače

Tento typ snímače reaguje na přiblížení kovového předmětu. Snímač obsahuje oscilátor, který generuje vysokofrekvenční elektromagnetické pole, které představuje aktivní zónu snímače. Pokud se měřený nebo hlídaný předmět dostane do blízkosti této zóny, klesne energie oscilátoru a tím zaniknou kmity. Zánik je rozpoznán detektorem. Výstupní signál je pak změněn klopným obvodem, který ovládá spínací tranzistor v závislosti na konstrukci čidla. Touto technologií mohou být detekovány předměty pět až čtyřicet milimetrů vzdálené. [9]

2.5 Výběr čidel pro první kontrolu

Pro tuto úlohu bylo možné použít více druhů čidel, aby bylo vyzkoušeno, jak fungují, a jak se s nimi pracuje. S paní doktorkou Martináskovou bylo probíráno, jak by úloha mohla vypadat. Domluva byla taková, že bude prozkoumáno, jaká čidla jsou na ústavu k dispozici a bylo by možné je zapůjčit. Dva páry optických čidel které snímají horní a spodní mez výšky výrobku byly již na modelu nainstalovány. K zapůjčení bylo třeba pouze čidla, která jsou na pásu na začátku. Tyto čidla snímají, jestli výrobek nasunutý prvním pneumatorem jede správným směrem a je nasunut doprostřed. Bylo rozhodnuto, že pro tuto úlohu bude vhodné využít čidla kapacitní, induktivní či optická. Z laboratoře 109 bylo vybráno několik čidel. Jako první bylo zvoleno čidlo od firmy Festo, typ SIEN-M18B-NO-K-L. Toto čidlo je induktivní a jeho parametry jsou níže (viz Tabulka 1.).

Festo Sien M18B NO K L	
Snímací vzdálenost	5 mm
Frekvence snímání	800 Hz
Rozsah teplot	-25 až +85 °C
Ochrana	IP 67
Max. Kroutící moment	25 Nm
Napájení	15-34 V (DC)
Max. proud	200 mA

Tabulka 1. Parametry senzoru Sien

Další možné čidlo bylo zvoleno od firmy Sick s označením IM12-04NPS-KUB. U tohoto snímače není známo mnoho informací pouze to, co bylo vytištěno přímo na něm. Je pouze známo, jakým způsobem má být napájeno. Napájení napětí v rozmezí 10 až 30 V a proudem 300 mA. Z důvodu nedostatku parametrů o tomto čidle bylo rozhodnuto, že nebude použito.

Dále bylo vybráno optické čidlo od firmy Sick s označením WTM160T-N292 viz Obrázek.1 [7]

Toto čidlo pracuje na principu odrazu světla a následného přijetí světla zpět. Vysílač i přijímač můžeme vidět na Obrázku 1. Pracuje ve viditelném spektru, konkrétně zelené barvy. Na tomto senzoru se dá pomocí otočného přepínače nastavit, na jak světlé či tmavé předměty má čidlo reagovat. Jeho parametry jsou uvedeny níže viz Tabulka 2. K senzoru vedou čtyři vodiče a to hnědý který je označen L+, modrý M (0V), černý Q a nakonec šedý, kterým je dle mého názoru možné také nastavovat citlivost na tmavý/světlý předmět. [7]

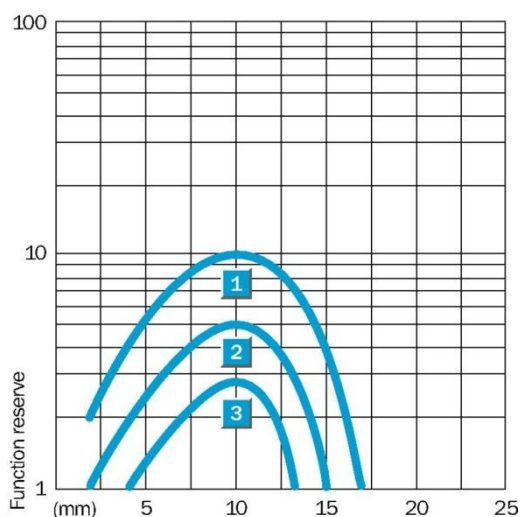


Obrázek 1. Optické čidlo Sick [7]

Sick WTM160T-N292	
Napájecí napětí	10-30 V DC
Proud	Menší jak 40 mA
Ochrana	IP 69
Rozsah teplot	-25 až +55°C
Snímací vzdálenost	8-12 mm
Zdroj signálu	LED
Kabel	Čtyř žilový

Tabulka 2. Parametry optického snímače Sick [7]

Vzdálenost snímání je charakterizována viz Obrázek 2. Jednotlivé čáry ukazují, jak se mění snímací vzdálenost s tmavnutím snímaného předmětu 1 - 3. Tato vzdálenost je deklarována při 90 % odrazivosti světla na snímaném předmětu. Jelikož není tato podmínka splněna, nebylo toto čidlo použito. Čidlo bylo vyzkoušeno a na některé materiály a barvy reagovalo velmi dobře. Avšak na většinu materiálů reagovalo velmi nepřesně a u nerovných povrchů reagovalo špatně nebo přeskakoval signál. Tyto chyby vychází z jeho funkčnosti, tudíž by bylo zapotřebí použít předměty s rovnou a velmi dobře odraznou plochou. [7]



Obrázek 2. Charakteristika vnímatelnosti [7]

Jako další vybraná čidla jsou indukční a kapacitní od firmy Festo. Indukční snímač je označen Festo 178574 a je zobrazen na Obrázku 3. Kapacitní snímač vyobrazený na Obrázku 4. má označení Festo 152903. Obě čidla jsou laboratorní, která se také používají na výuku vytváření elektropneumatických obvodů. Čidla jsou konstruována tak,

aby se dala jednoduše připnout na výukové stoly pomocí kruhového upínače viz Obrázek 3. A Obrázek 4. Parametry těchto čidel viz. Tabulka 3. [1,2]



Obrázek 3. Induktivní senzor [1]



Obrázek 4. Kapacitní senzor [2]

Označení	Festo 178574	Festo 178575
Typ	Induktivní	Kapacitní
Napájení	10-30 V DC	10-30 V DC
Spínací vzdálenost	4 mm	4 mm
Snímací frekvence	800 Hz	100 Hz
Max. proud	400 mA	200 mA
Stupeň ochrany	IP 65	IP 65

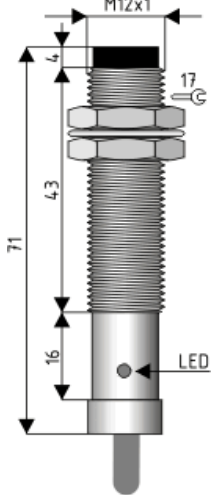
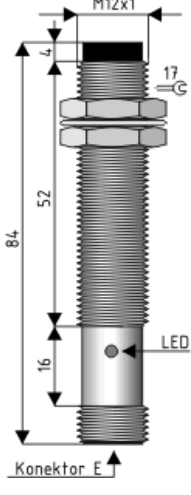
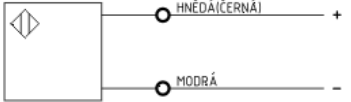
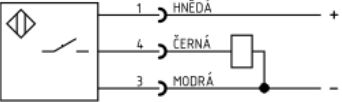
Tabulka 3. Parametry čidel Festo 178574 a Festo 152903 [1, 2]

2.6 Snímače pro horní a dolní propust

Horní a dolní propust na dopravníku je vybavena dvěma optickými jednocestnými závory. Jedná se o způsob snímání pomocí jednocestné závory. Aby byl tento způsob snímání možný, je zapotřebí mít dva vysílače signálu a dva přijímače signálu. V mém případě jsem vybral vysílač od firmy Kotlín typ KS96 IRV012. Přijímač byl zvolen KS96 IRP012-PNP-POZ-E. Parametry těchto snímačů viz Tabulka 4. Velikou výhodou těchto snímačů je, že mají poměrně vysoký úhel tolerance zaměření (až 10 °). Není tedy problém snímače nastavit tak, aby byla zajištěna správná funkce. Další výhodou je, že mohou pracovat na téměř nulové vzdálenosti. Všechna čtyři čidla jsou vybavena signalizačními diodami. Vysílače svítí červeně vždy, když vysílají signál. Přijímače se rozsvítí oranžově,

když signál přijmou. Díky těmto diodám se dá snadno kontrolovat funkčnost snímačů.

[5, 6]

Parametr	Vysílač	Přijímač
Napájení	DC 3-vodič (15-40V)	DC 2-vodič (15-40V)
Proud naprázdno	<20 mA	<2 mA
Pracovní rozsah	0-1,5 m	0-1,5 m
Celková délka snímače	71 mm	84 mm
Funkce	Vysílač	Přijímač, PNP spínání
Modulace	5000 Hz	5000 Hz
Tolerance zaměření	10 °	10 °
Stupeň ochrany	IP 67	IP 67
Provozní teplota okolí	0 až 80 °C	0 až 80 °C
Jmenovitý pracovní proud	-	50 mA
Zpoždění do aktivního / pasivního stavu	-	50 ms
Výkres		
Schéma zapojení		

Tabulka 4. Parametry optických čidel [5, 6]

3 Pneumatika

Pneumatika je obor, který se zabývá projevem a pohybem vzdušiny, respektive procesy, které ve vzdušnině probíhají. V dnešní době se v automatizačním řízení nejčastěji setkáme s elektropneumatikou, což je kombinace pneumatiky a elektroniky. Aktorika je provedena především pneumatickou částí a řízení elektronikou, která je v dnešní době velmi spolehlivá a rychlá. Samotné pneumatické řízení bez použití elektroniky má však velký význam ve výrobě, kde hrozí při použití elektroniky katastrofa ve formě výbuchu nebo hoření díky jiskře vzniklé například na elektrickém kontaktu. [10]

Vzduch používaný ve stlačeném stavu je jedna z nejstarších forem energie. Tato energie je dobře skladovatelná, člověk ji využívá a využíval ke zvýšení efektivity práce. V dnešní době se využívá pneumatika v moderních průmyslových provozech, ve kterých je nedílnou součástí. Využívá se především v oblasti aktoriky, tedy akčních členů, jako jsou pneumatické motory pro konání práce na stroji či strojírenském zařízení. [10]

Základní druhy pneumotorů jsou přímočarý, někdy nazývaný také lineární, kyvný, který se pohybuje po kruhové dráze, kde úhel rotace je omezený, a otočný, u něhož je možná trvalá rotace. Další možnosti jsou pak různé kombinace pneumotorů. [10]

Aplikace pneumatiky se rozděluje na několik druhů. Příkladem je upínání, posouvání, polohování, otáčení, oddělování, třídění, ukládání výrobků, dále také rozvětvení toku materiálu. [10]

Procesní technika výrobní části obsahuje tvarování, plnění, dávkování a blokování výrobků. Procesní technika balicí obsahuje podávání obalů nebo samotných výrobků, uzavírání do obalů, ukládání do přepravek, balení. [10]

Funkce, které se dají realizovat pneumatickými komponenty, jsou například rozpoznávání stavu, rozpoznávání informace zpracovávajícími prvky do algoritmů, logické funkce (logické členy, cestné ventily, čítače, časovače, paměťové bloky, quickstepy), nastavování pracovních komponent přes nastavovací prvky, jako například cestný ventil, a vykonávání práce pracovními prvky, kterými jsou pneumotory. [10]

K řízení strojů a zařízení je většinou nutná struktura komplexního logického řetězení stavů a spínacích podmínek. K tomu dochází spolupůsobením senzorů, procesorů, nastavovacích prvků a akčních členů v pneumatických nebo částečně pneumatických systémech. Technologický pokrok u materiálových, konstrukčních a výrobních postupů zvýšil kvalitu

a rozmanitost pneumatických součástí a takto přispěl k rozšířenému použití v automatizační technice. [10]

3.1 Pneumatický válec (pneumotor)

Pneumotor je mechanické zařízení, které převádí sílu stlačeného vzduchu na mechanický pohyb. Je to jeden ze základních akčních členů ve výrobní i procesní technice, protože pracuje na jednoduchém a tedy i spolehlivém principu. Jeho konstrukce je poměrně robustní. Je dostupný v různých velikostech, lze ho snadno nainstalovat. Pneumotor je relativně levný a existuje velká variabilita typů a speciálních provedení. Základní parametry se pohybují v těchto rozmezích: průměr válce 2,5 až 320 mm, délka zdvihu 1 až 2000 mm, síla, kterou dokáže vyvinout, 2 až 45 000 N při tlaku 6 barů stlačeného vzduchu, rychlost pístu 0,1 až 1,5 m/s. [11]

3.2 Jednočinný a dvojčinný motor

Funkce jednočinného motoru je taková, že stlačený vzduch je přiveden na jednu stranu pístu. Pneumotor pak vykonává práci jen v jednom směru (pracovní zdvih). Pístnice se vrací zpět pomocí vestavěné pružiny nebo vnější silou (zpětný zdvih). Ovládá se rozvaděčem 3/2. Základní typy rozvaděčů jsou pístový, membránový a s odvalovací membránou. Funkce dvojčinného oproti jednočinnému motoru je rozdílná v tom, že stlačený vzduch je možné přivést na píst z obou stran. Pneumotor je pak schopen vykonávat pracovní zdvih v obou směrech. Dvojčinný píst se ovládá rozvaděčem 5/2 a nebo 5/3. Typy dvojčinného pístu jsou pístový, s průchozí pístnicí, tandemový a vícepolohový. [11]

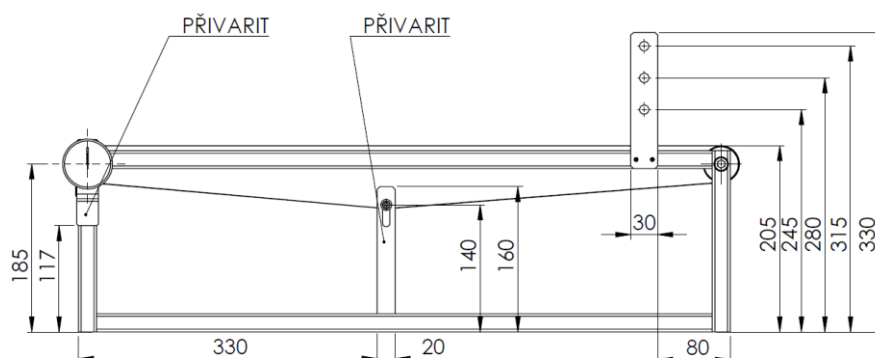
3.3 Volba pneumotorů a příslušenství

Pro tuto práci byla vybrána trojice jednočinných pneumotorů od Firmy Festo s označením ESN-25-50 p. Tento pneumotor má zdvih 500 mm a průměr 250 mm. Maximální zatížení tohoto pneumotoru je 27,5 kg a maximální vstupní tlak je 10 bar. Tyto pneumotory byly řízeny rozvaděči 3/2, které byly řízeny programovatelným automatem LOGO!

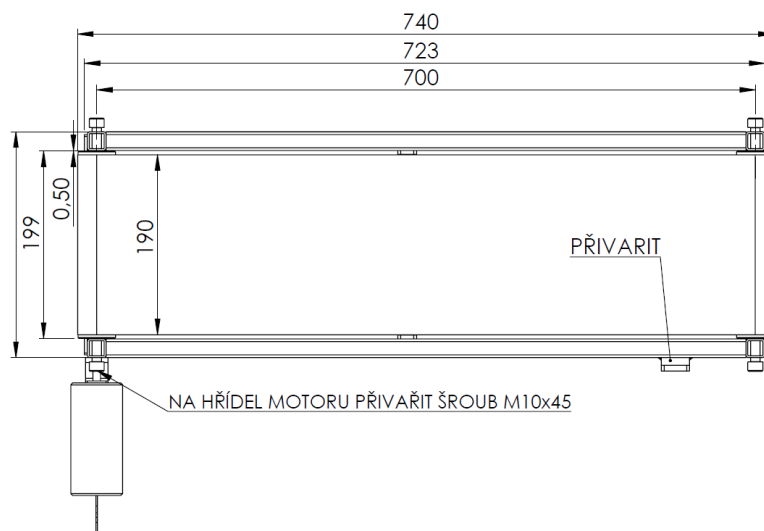
Jako zdroj stlačeného vzduchu byl použit kompresor u laboratoře 109. Tento stlačený vzduch je nastavován regulátorem Festo typ LFR-1/8-S, který je umístěn v laboratoři.

4 Model výrobní linky

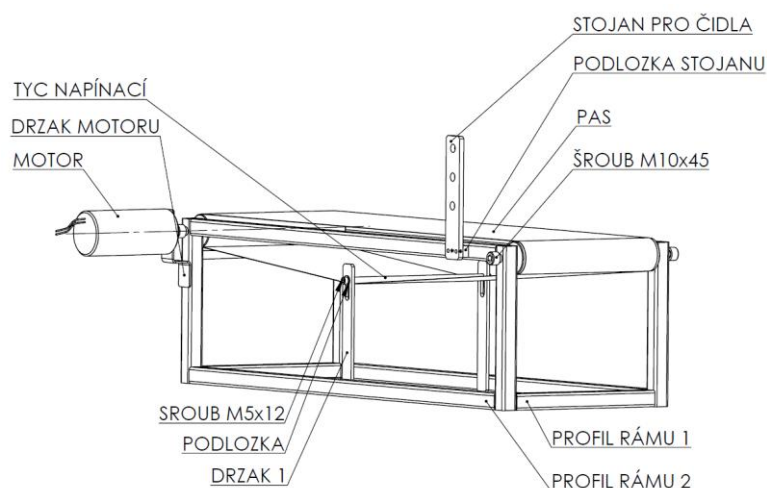
Celý vyhodnocovací systém (viz odstavec 2 Proximitní snímače) je osazen na modelu výrobní linky. Model simuluje reálnou výrobu, kde by se tento systém dal využít. Model je navrhnut tak, aby jeho rozměry byly dostatečné pro zkoušení funkčnosti měřícího systému. Model i s jeho rozměry je zobrazen na Obrázku 5., 6. a 7.



Obrázek 5. Model pásu - bokorys



Obrázek 6. Model pásu - půdorys



Obrázek 7. Model pásu – sestava

4.1 Složení rámu

Rám je složen z deseti různě dlouhých profilů čtvercového průřezu, které jsou tenkostěnné. Tyto profily jsou k sobě svařeny tak, aby byla zaručena pevnost celého rámu. Na obou horních stranách jsou pomocí šroubů M10x45 přišroubovány dva válce (viz Obrázek 7). Jeden z válců slouží jako pohon pásu a druhý slouží k vedení pásu zpět k pohonu. Druhý válec je ke konstrukci připevněn volně, aby se mohl točit kolem své osy. Tím je sníženo tření pásu, které by způsobilo ničení pásu, a nárok na výkon motoru. Třetí velmi podstatnou částí je pomocný váleček, který je umístěn mezi dvěma hlavními válci v nižší rovině, a slouží k napínání pásu. Je usazen ve dvou profilech, ve kterých se s ním dá manipulovat. Za pomoci podložky a matky jej lze upevnit v požadované poloze tak, aby bylo zajištěno ideální napnutí pásu. Tato část zastává velmi důležitou funkci. Jeho nastavením se reguluje prověšení pásu mezi válci a velikost tření na válcích, které jsou potřeba k pohonu pásu, viz kapitola 4.3.

4.2 Dopravníkový pás

Navržení pásu začínalo rozmyšlením z jakého materiálu je vlastně možné pás udělat. Jako první možnost byla pogumovaná látka, kterou není snadné v daném rozměru sehnat. Další možností bylo použít tenkou gumu nebo linoleum. To má výhodu v tom, že se dá velmi jednoduše sehnat, je levné a je možno snadno upravovat jeho velikost. Problém je však se spojením dvou konců pásu tak, aby byl spoj pevný a pružný při obtáčení kolem pohonných

válců a aby se neměnila jeho tloušťka ani tvar. Vzniklo tedy několik možností, jak pás spojit. Jedním z nich je pás slepit. Problémem této metody je, že by se pás musel překrývat z důvodu pevnosti lepeného spoje, a tím by se snížila pružnost. S rozdílnou tloušťkou pásu by se měnilo zatížení motoru a tedy i rychlost otáčení. Další možností spojení konců pásu bylo sešití kovovými sponkami. Tento způsob je levný, jednoduchý a velmi rychlý. Tato metoda sešití byla vyzkoušena. Zjistilo se, že hranaté drátky se při otáčení na válci zařezávají do pásu a pomalu ho natrhávají. Tímto způsobem by pás dlouho nevydržel a tak bylo od tohoto nápadu odstoupeno. Jako poslední varianta byla sešití konců pevnou nití a nebo tenkým provázkem. Je to metoda velmi zdlouhavá a není snadné ji realizovat. Metoda byla provedena a i přes složitost její realizace se osvědčila nejvíce.

4.3 Pohon pásu

Pohon pásu je navržen tak, aby motor přes výstupní hřídel přenesl výkon na první válec a ten pomocí tření rozpochoval pás. Motor by měl mít minimální točivý moment okolo 0,6 Nm, aby bylo zajištěno, že pás rozpochoje. Je totiž nutné pás napnout natolik, aby se pomocí tření převedl moment z válce na pás.

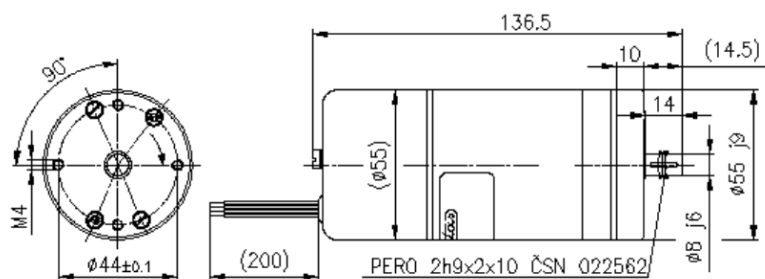
4.4 Motor

Motor by měl být krokový či stejnosměrný pomalochodý, protože nepotřebujeme vysoké rychlosti otáčení, ale naopak spíše nízké, jelikož není točivý moment z motoru na válec zpřevodován a je přímo hnaný hřídelí na poháněcí válec. V tomto případě není krokový motor nutný, protože není nutné otáčet pásem o jednotlivé kroky, takže postačí motor stejnosměrný. Problém u takových motorů je ten, že mají většinou vcelku malý točivý moment. Dají se sehnat i stejnosměrné motory, které mají u motoru velkou převodovku z důvodu vyššího točivého momentu. Tyto motory mají i vyšší točivé momenty než 1 Nm, ale jsou velmi drahé a hlavně rozměrné. Naštěstí po úpravě pásu tak, aby nebyl nikde pás zdvojen, postačí točivý moment 0,6 Nm. Z tohoto důvodu na pohon pásu postačí stejnosměrný motor typu K7A3 od Firmy Atas. Motor K7A3 je stejnosměrný komutátorový a převodový. Tento motor byl již používán a byl tedy velmi levný a pro tuto potřebu dostačující. Jelikož byl tento motor využíván řadu let v tramvaji typu KT8D5 jako převíječ čísel tramvaje, není jisté, zda má stále parametry, které jsou na štítku

motoru (viz Tabulka 5.). Nicméně jeho stávající vlastnosti jsou dostačující pro pohon dopravníku. Rozměry motoru jsou zobrazeny na Obrázku 8.

Typ motoru	K7A2
Moment (Nm)	0,64
Napájecí napětí (V)	24 SS
Otáčky (1/mm)	45
Smysl otáčení	oba
Převodový poměr	1:98
Hmotnost (kg)	0,6
Proud (A)	0,5

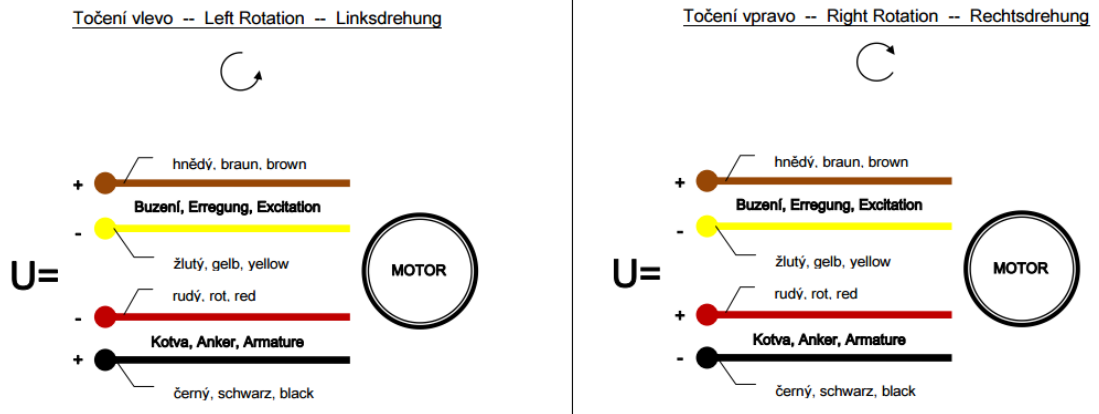
Tabulka 5. Parametry motoru [3]



Obrázek 8. Stejnosměrný motor [3]

4.5 Napájení celého systému

Vybraný motor typu K7A3 musí být stejnosměrně napájen 24 V. Programovatelný automat LOGO! musí být napájen 12 nebo 24 V. Všechny vybrané senzory pro vyhodnocení se také mohou napájet 24 V. K tomuto účelu mi poslouží jeden ze školních laboratorních zdrojů v učebně 109. Schéma zapojení jednotlivých vodiče motoru je vyobrazeno na Obrázku 9.



Obrázek 9. Schéma zapojení motoru [4]

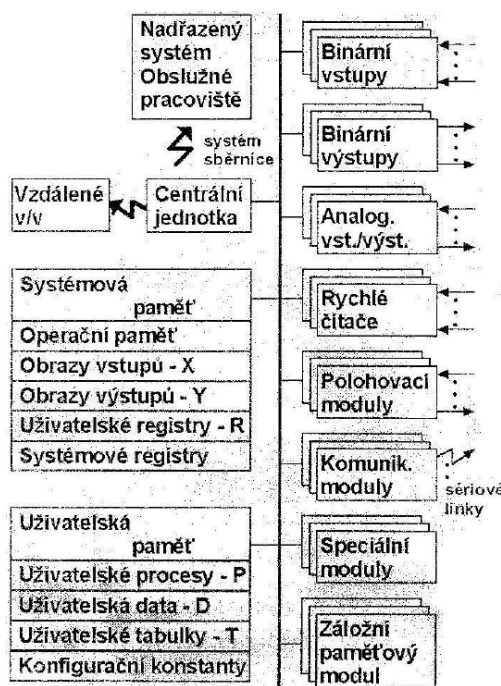
5 Programovatelný automat

Označovaný také jako PLC (Programmable Logic Controller) je uživatelsky programovatelný řídicí systém přizpůsobený pro řízení průmyslových a technologických procesů nebo strojů specializovaných na úlohy převážně logického typu. Programovatelný automat je brán jako přímá náhrada pevné reléové logiky. V dnešní době se však místo logiky přesouvá využití programovatelných automatů také na pole regulační techniky, monitorovaného řízeného procesu a i úloh analogových měření. [12]

5.1 Složení PLC

Srdcem programovatelného automatu je centrální procesorová jednotka, systémová paměť, uživatelská paměť, soubor vstupních a výstupních jednotek pro komunikaci s řízeným systémem a soubor komunikačních jednotek pro komunikaci s nadřazenými řídicími systémy. Všechny tyto části PLC jsou navzájem propojeny systémovou sběrnici, viz schéma typického programovatelného automatu na Obrázku 10. [12]

BLOKOVÉ SCHEMA TYPICKÉHO PA



Obrázek 10. Blokové schéma programovatelného automatu [12]

5.2 Chování programovatelného automatu

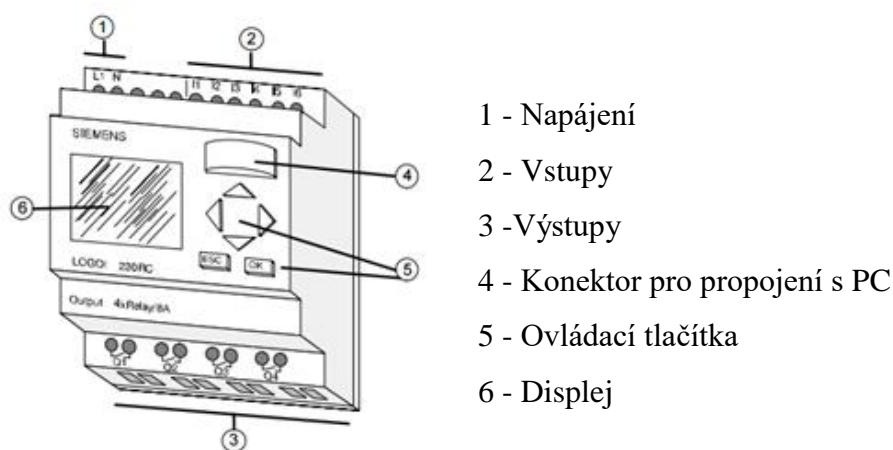
Chování programovatelného automatu je dáno programem, který uživatel nahraje do paměti automatu. Tento program může být zapsán v různých programovacích jazycích a po jeho přeložení a nahrání do automatu je schopen procesor cyklicky vykonat posloupnost instrukcí, kterou program obsahuje. Výhoda chování programovatelného automatu oproti například reléové technice je ta, že je možné program jednoduše upravovat a měnit změnou programu jen za pomoci počítače, zatímco v reléové technice bylo chování celého systému určeno strukturou zapojení jednotlivých komponent a změna programu byla téměř nemožná z důvodu složitosti zapojení. [12]

5.3 Kompaktní a modulární programovatelný automat

Programovatelné automaty se rozdělují do dvou druhů. Menší systémy bývají řešeny jako kompaktní a větší systémy jako modulární. Princip činnosti a většinou i způsob programování je u obou programovatelných automatů stejný, avšak konstrukcí a uživatelskou koncepcí se velmi liší. [12]

5.4 Programovatelný automat LOGO!

LOGO! se řadí mezi kompaktní programovatelné automaty. To znamená že, všechny jeho části jako je například procesor, vstupy, výstupy jsou obsaženy přímo v kompaktním plastovém obalu. LOGO! disponuje osmi binárními vstupy, z toho vstup I7 a I8 je možné použít jako vstupy analogové. Na Obrázku 11 je vyobrazeno LOGO!, na kterém můžeme díky popisu vidět jeho jednotlivé součásti. LOGO! obsahuje čtyři výstupy, které jsou realizované pomocí čtyř spínacích relé s maximálním proudem 10 A. Dále obsahuje display, který je čtyřřádkový a můžeme na něm zobrazovat celou řadu parametrů. Na automatu můžeme najít také šest tlačítek, kterými se dá upravovat program a nastavovat LOGO! do příslušných stavů, jako například nahrávání programu z počítače. Další parametry LOGO! jsou vypsány v Tabulce 6. [8]



Obrázek 11. Programovatelný automat LOGO! [8]

Vstupní napětí	24 V DC
Spotřeba	62 mA
Přesnost hodin	Max. ± 5 s/den
Spínací frekvence	10 Hz
Počet digitálních vstupů	8
Hladina napětí pro Log 0	< 5.0 V DC
Velikost proudu	3 mA
Odezva na skokovou změnu	50 ms
Počet digitálních výstupů	4
Typ výstupu	Reléový
Maximální proud I_{th}	Max. 8 A

Tabulka 6. Základní Parametry LOGO! [8]

6 Norma IEC EN 61131-3

Tato norma představuje první vážný pokus o standardizaci programovacích jazyků pro průmyslovou automatizaci. Je nezávislá na konkrétní organizaci či firmě a má širokou mezinárodní podporu. Na normu lze pohlížet z různých hledisek, například tak, že je to výsledek náročné práce sedmi mezinárodních společností, které do vypracování normy vložily svoji desetiletou zkušenost na poli průmyslové automatizace, nebo také tak, že ve svém souhrnu obsahuje přibližně 200 stran textu a 60 tabulek. Jinými slovy se norma snaží sjednotit syntaxi i sémantiku různých programovacích jazyků, kterými jde programovat v PLC. Jazyky, které jsou v této normě, určitým způsobem spojují, nebo také nahrazují veliké množství dosavadních jazyků. [13]

7 Programovací jazyky

7.1 Rozdělení programovacích jazyků

Rozdělit programovací jazyky lze do základních dvou skupin, a to do programovacích jazyků Grafických a Textových.

Do Grafických jazyků dle normy 61131-3 patří:

LD – Ladder Diagram

Jazyk příčkového diagramu. Má původ v USA. Je založen na grafické reprezentaci reléové techniky.

FBD – Function Block Diagram

Jazyk funkčního blokového schématu. Je velmi blízký procesnímu průmyslu. Vyjadřuje chování funkcí, funkčních bloků a programů jako soubor vzájemně provázaných grafických bloků, podobně jako v elektronických obvodových diagramech. Je to určitý systém prvků, které zpracovávají signály.

Do Textových patří:

IL - Instruction List

Jazyk seznamu instrukcí. Evropský protějšek Ladder Diagramu. Jako textový jazyk připomíná Assembler.

ST- Structure text

Jazyk strukturovaného textu. Je velmi výkonný vyšší programovací jazyk, který má kořeny ve známých jazycích jako Pascal nebo C. Obsahuje všechny podstatné prvky moderního programovacího jazyka včetně větvení a iterační smyčky. Tyto prvky mohou být vnořovány. Tento jazyk je vynikajícím nástrojem pro definování komplexních funkčních bloků, které pak mohou být využity v jakémkoli jiném programovacím jazyku. [13]

7.2 Programování intuitivní a systematické

Jedná se o dvojí základní rozdělení přístupu k programování. Programování intuitivní je založeno na tom, že programátor začne intuitivně programovat zjednodušenou část požadovaného programu. Když je zjednodušený program či jeho část hotova, programátor přidělá do programu další části. Postupným zesložitováním programu dojde k výslednému a konečnému řešení. Pokud je potřeba k programu přidělat časem něco navíc, není to většinou veliký problém a programátor jednoduše přidá další bloky.

Programování systematické je založeno na tom, že programátor si musí od samého začátku velmi dobře uvědomovat to, co je jeho cílem. Musí si předem přesně promyslet, jakým způsobem bude celý program vytvářet a jak bude vypadat. Až poté může začít program formovat a postupně vytvořit řešení celé problematiky. Při programování v Ladder diagramu postupuje programátor většinou odshora, řídicí částí programu. Když je řídicí část hotová, může se přejít na část výkonovou. Zde se propojí většinou výstupy z řídicí části s reálnými výstupy programovatelného automatu.

V této práci bylo zvoleno programování pomocí funkčních bloků a pomocí Ladder diagram. Bylo to tak učiněno schválně, protože každý z nich je zástupcem právě jednoho z přístupů programování. Programování pomocí funkčních bloků je spíše intuitivní viz kapitola 8.2.1. Zatímco programování pomocí Ladder diagramu je spíše systematické, viz kapitola 8.2.2. [13]

7.3 Stojící taktovací řetězec a mazající se taktovací řetězec

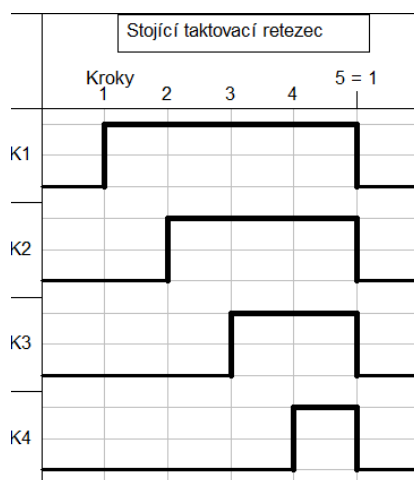
Obě tyto metody používají pomocné vnitřní proměnné, nazývané paměti kroků, označované jako K_i . Index i nabývá hodnot od jedné do n , kde n je celkový počet kroků, které jsou potřeba pro vykonání dané úlohy. Tyto dvě metody se liší způsobem kódování

jednotlivých kroků pomocí výše zmíněných vnitřních proměnných a dále počátečními podmínkami. Z těchto způsobů pak vyplývá i způsob zapojení, který je systematický u obou úloh.

Celý program může být rozdělen do dvou částí, část řídicí a část výkonovou. Řídicí část je zpravidla první a tedy nahoře. V této části jsou definovány vztahy mezi aktuálním krokem, vstupními podmínkami a krokem následujícím. Řídicí část tedy obsahuje pouze vstupní proměnné a paměti kroků, včetně jejich aktuální hodnoty. Výkonová část obsahuje pouze paměti kroků a výstupy.

7.3.1 Metoda stojícího taktovacího řetězce

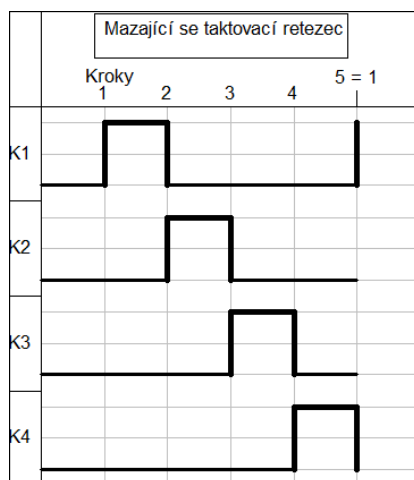
U této metody musí být vždy na počátku všechny proměnné paměti vynulovány. Způsob kódování kroků pomocí paměti kroků je takový, že v prvním kroku se nastaví první paměť kroků na jedničku, ostatní paměti kroků zůstávají stále na nule. V následujícím kroku zůstává první paměť kroků stále nastavena v logické jedničce a sepne se k ní ještě druhá paměť kroků. V následujícím kroku se ke dvěma stávajícím pamětem kroků přidá další a tedy třetí paměť kroků. V kroku tři jsou tedy sepnuty první tři příčky programu. Tímto způsobem pokračuje program dál až do té doby, než dojde k poslední příčce. Díky samostatnému zapojení první příčky, kde je zapojen rozepínající kontakt poslední příčky, dojde při sepnutí poslední příčky k lavinovému jevu. Tento jev nastane, protože sepnutí vždy následující příčky závisí na sepnutí příčky předchozí. Pokud se tedy rozepne příčka první, postupně se rozepne příčka druhá, třetí atd. Poslední příčka také není vybavena samodržným zařízením, kterým jsou však vybaveny všechny předchozí příčky. Toto zapojení je připojeno paralelně k podmínkám vstupů a zapříčiní to, že daná příčka zůstane aktivní, i když nejsou již splněny vstupní podmínky.



Obrázek 12. Stojící taktovací řetězec

7.3.2 Metoda mazajícího se taktovacího řetězce

U této metody musí být také vynulovány všechny proměnné paměti kroků, ale až na poslední, která musí být nastavena na jedničku. Způsob kódování pomocí paměti kroků je tu takový, že paměť prvního kroku se nastaví na jedničku, ostatní paměti kroků zůstávají nulové. Ve druhém kroku se nastaví druhá paměť kroků na jedničku a hned v zápětí se vynuluje předchozí příčka. Po sepnutí třetí příčky se vynuluje druhá příčka. Tento postup je dodržován v každém dalším kroku, takže je trvale nastavena vždy jen jedna z paměti kroků a to vždy ta, která svým indexem odpovídá požadovanému číslu kroku. Každá příčka obsahuje paralelní zapojení podmínek vstupů a samodržné zapojení paměti kroků. K tomuto zapojení je sériově připojen rozpínací kontakt paměti následujícího kroku, který zajišťuje vynulování předchozí paměti kroku.



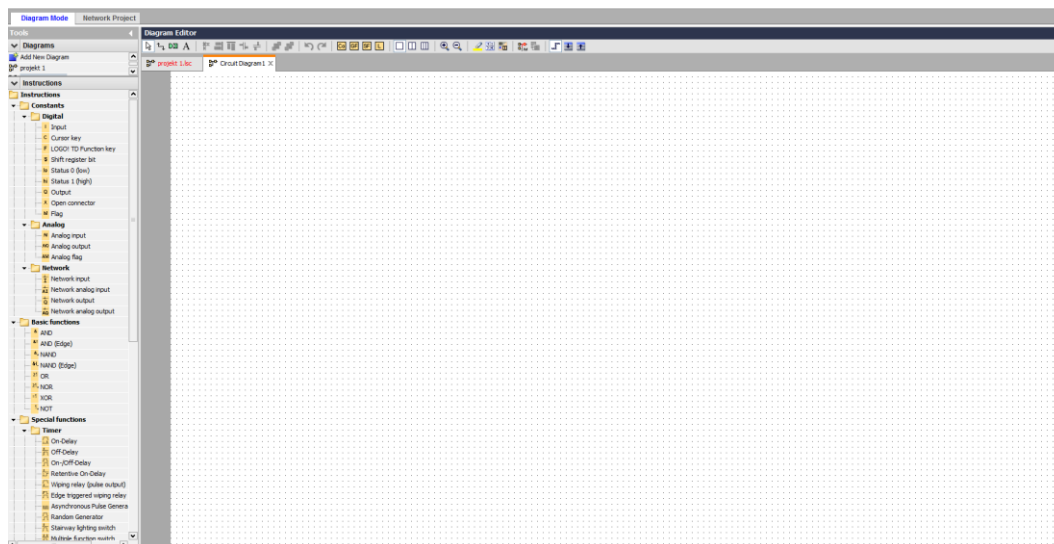
Obrázek 13. Mazající se taktovací řetězec

8 Software LOGO! Soft Comfort

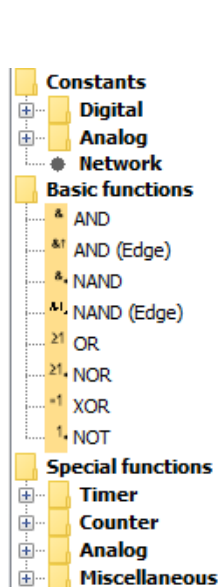
Programátor LOGO! používá svůj vlastní software, který se nazývá LOGO! Soft Comfort. Tento program je volně stažitelný v omezené DEMO verzi, přes kterou nelze nahrát program do zařízení. Plnohodnotný software je příslušenstvím každého LOGO!. LOGO! Soft Comfort má velmi přívětivé prostředí, kvůli kterému bylo pro tento způsob řízení linky vybráno. Samotné programování probíhá v grafickém prostředí Funkčních blokových schémat (dále jazyk FBD) nebo v Ladder diagram (dále jazyk LD). V programování pomocí jazyku FBD je velmi rychle jasné, jakým způsobem se v tomto programu pracuje. V této práci je použita verze v6.0, která umožňuje programovat především v jazyce FBD, ale je možné programovat i v jazyce LD, který má ale velmi omezený programovací prostor. Z tohoto důvodu bylo pro programování v jazyce LD použita novější verze LOGO! Soft Comfort v7. Tato verze má již mnohem větší prostor na programování pomocí jazyka LD, které je v dnešní době velmi využívané.

8.1 Prostředí programu

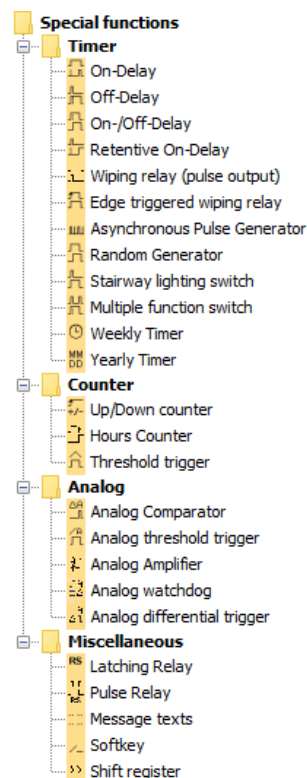
Prostředí programu je velmi přehledné a intuitivní viz Obrázek 12. V levé části programu se nachází všechny využitelné bloky, které jsou rozděleny do tří základních skupin (viz Obrázek 13). Každá ze záložek je rozdělena do dalších větví, které obsahují dané funkční bloky. Skupina Constants je rozdělena do podskupiny Digital a Analog. V práci je využito jen pár bloků, konkrétně digitální vstup Input a výstup Output. Záložka Basic functions, jak můžeme vidět, obsahuje základní sadu logických obvodů, kterými se tvoří libovolné logické úlohy a operace. V poslední záložce Special functions vidíme čtyři podsložky Timer, Counter, Analog a Miscellaneous. V první složce Timer, jak už název napovídá, najdeme časovače, kterých software nabízí velké množství (viz Obrázek 14). Další složkou jsou Counter, tedy čítače, které jsou k dispozici 3 druhy. V záložce Analog je pět různých bloků, které plní různé funkce, jako je třeba porovnání Watchdog a podobně. V poslední složce Miscellaneous je opět pět bloků, v kterých je pro použití v tomto řízení zásadní blok s názvem Message Text, který umožňuje výpis textu přímo na display programátoru. Potřebný blok z levé části se jednoduše přetáhne do hlavního pole nebo se kliknutím na blok a poté opětovným klikáním přidává blok do pracovního pole. Zde se za pomoci funkce Connect propojí vodičem a tímto způsobem se skládají z bloků libovolné obvody. Dvojklikem na daný blok je možné nastavovat další parametry daného bloku. Například u čítačů a časovačů je zcela nezbytné nastavit jejich parametry.



Obrázek 14. Prostředí programu LOGO! Soft Comfort



Obrázek 15. Základní skupiny bloků



Obrázek 16. Jednotlivé bloky

Při prvním zapnutí je nutné se seznámit s prostředím, které je velmi intuitivní. Jedinou nevýhodou je anglický jazyk a to především z důvodu, že některé výrazy nejsou v českém jazyce běžně používány a je někdy problém se zjištěním funkce jednotlivých bloků. Jelikož se jedná o programování s funkčními bloky, dají se funkce jednotlivých bloků vyzkoušet a zjistit, k čemu přesně slouží. Po krátkém seznámení s prostředím (viz Obrázek 12.) byl realizován jednoduchý obvod, aby byly důkladněji zjištěny funkce programu

a jednotlivých bloků. Po dokončení zkušebního programu byl založen nový projekt a začala realizace potřebného programu intuitivní metodou, pomocí funkčních bloků.

9 Samotná realizace programu

9.1 Definice úlohy

Po stanovení celé instrumentace dopravníku bylo dohodnuto zadání. Kontrolovaným objektem bude kovový výrobek, aby byla zajištěna možnost snímání kapacitním a indukčním čidlem. Tento výrobek musí být po stisku tlačítka nasunut na pás za pomoci Pneumotoru A. Správný směr nasunutí výrobku bude kontrolován z jedné strany indukčním čidlem a z druhé strany čidlem kapacitním z důvodu využití více druhů čidel. Pokud bude jedním z těchto senzorů výrobek zaznamenán, znamená to že výrobek je nasunut špatně a musí být odstraněn z pásu ještě před následující kontrolou, Pneumotorem B.

Pokud je však výrobek nasunut správně, pokračuje k vyhodnocení druhému. To má za úkol vyhodnotit, zda má výrobek předepsanou výšku. Pokud je výrobek správně vysoký, projíždí po pásu dále. Pokud má výrobek větší výšku než je předepsáno, zaznamená ho horní čidlo a tento výrobek musí být také odstraněn pryč z pásu. K tomuto úkonu slouží Pneumotor C

Celý tento systém řídí programovatelný automat LOGO!. Na jeho displeji se v jednom řádku zobrazují hodnoty špatně nasunutých výrobků a v dalším řádku je zobrazen počet moc vysokých výrobků. Jeden cyklus se zapíná tlačítkem pro nasunutí výrobku a čítače se resetují pomocí tlačítka Reset.

Vstup LOGO!	Značka	Hodnota	Akce
I1 – Horní propust	HP	Log.1	Horní propust zachytí výrobek
		Log.0	Horní propust nezachytí výrobek
I2 – Dolní propust	DP	Log.1	Dolní propust zachytí výrobek
		Log.0	Dolní propust nezachytí výrobek
I3 – Reset Čítačů	RT	Log.1	Tlačítko RESET zmáčknuto
		Log.0	Tlačítko RESET nezmáčknuto
I4 – Levé čidlo	LP	Log.1	Levá propust zachytí výrobek
		Log.0	Levá propust nezachytí výrobek
I5 – Pravé čidlo	PP	Log.1	Pravá propust zachytí výrobek
		Log.0	Pravá propust nezachytí výrobek
I6 – Start	ST	Log.1	Tlačítko START zmáčknuto
		Log.0	Tlačítko START nezmáčknuto

Tabulka 7. Definice vstupů [1, 2, 5, 6]

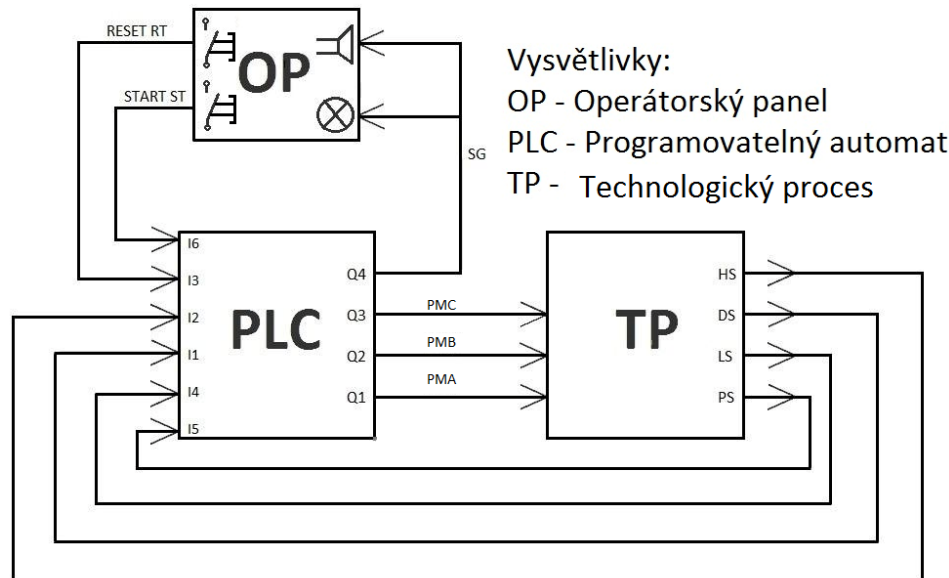
Výstup LOGO!	Značk	Hodnot	Akce
Q1	PMA	Log.1	Signál přesune rozvaděč a ten vysune Pneumotor A
		Log.0	Signál přerušen, rozvaděč i pneumotor A se vrátí zpět
Q2	PMB	Log.1	Signál sepne rozvaděč a ten vysune Pneumotor B
		Log.0	Signál přerušen, rozvaděč i pneumotor B se vrátí zpět
Q3	PMC	Log.1	Signál sepne rozvaděč a ten vysune Pneumotor C
		Log.0	Signál přerušen, rozvaděč i pneumotor C se vrátí zpět
Q4	SG	Log.1	Signalizace zapnuta
		Log.0	Signalizace vypnuta

Tabulka 8. Definice Výstupů [1, 2, 5, 6]

Vstup LOGO!	Připojeno k
I1 – Horní propust	Senzor KS96
I2 – Dolní propust	Senzor KS96
I3 – Reset Čítačů	Tlačítko
I4 – Levé čidlo	Senzor Festo 178574
I5 – Pravé čidlo	Senzor Festo 178575
I6 – Start	Tlačítko
Q1	Rozvaděč 3/2 – Pneumotor A Festo ESN-25-50 p
Q2	Rozvaděč 3/2 – Pneumotor B Festo ESN-25-50 p
Q3	Rozvaděč 3/2 – Pneumotor C Festo ESN-25-50 p
Q4	Světelná a zvuková signalizace

Tabulka 9. Přehled připojených zařízení [1, 2, 5, 6]

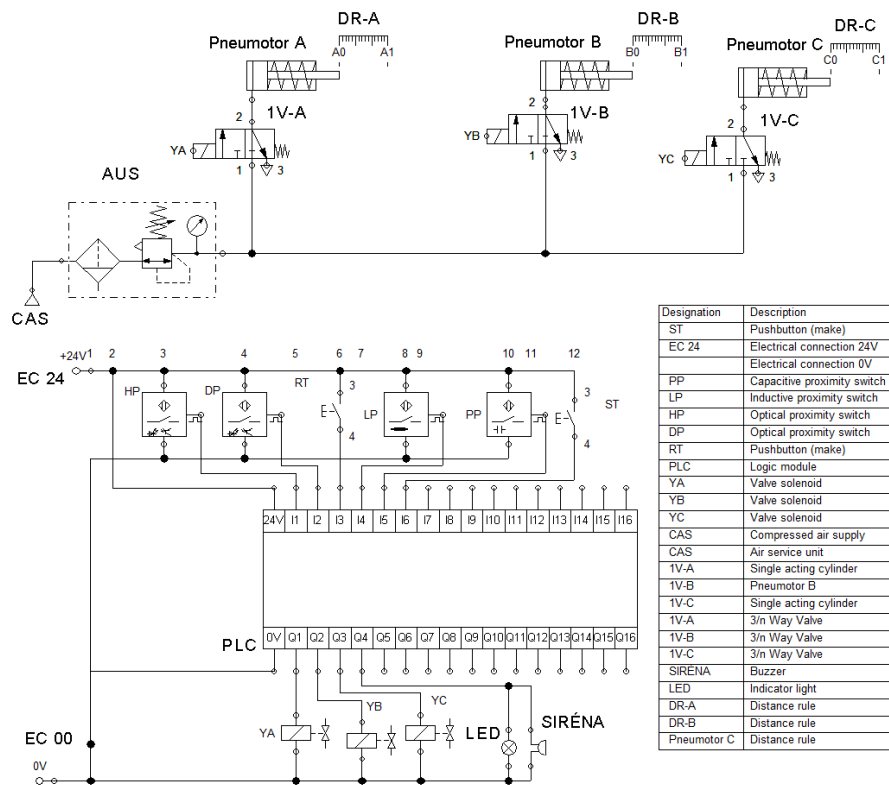
Na Obrázku 17. je vyobrazeno blokové schéma zapojení. Na tomto obrázku je vidět, jak budou jednotlivé části zařízení propojeny. OP – operátorský panel obsahuje dvě tlačítka - zvukovou a světelnou signalizaci. Blok s názvem PLC představuje programovatelný automat LOGO!. TP je technologický proces a ten obsahuje všechny senzory a aktorku.



Vysvětlivky:
 OP - Operátorský panel
 PLC - Programovatelný automat
 TP - Technologický proces

Obrázek 17. Blokové schéma zapojení

Na Obrázku 18. je vyobrazeno elektropneumatické zapojení celého systému.



Obrázek 18. Elektropneumatické schéma zapojení

9.2 Program pomocí funkčních bloků

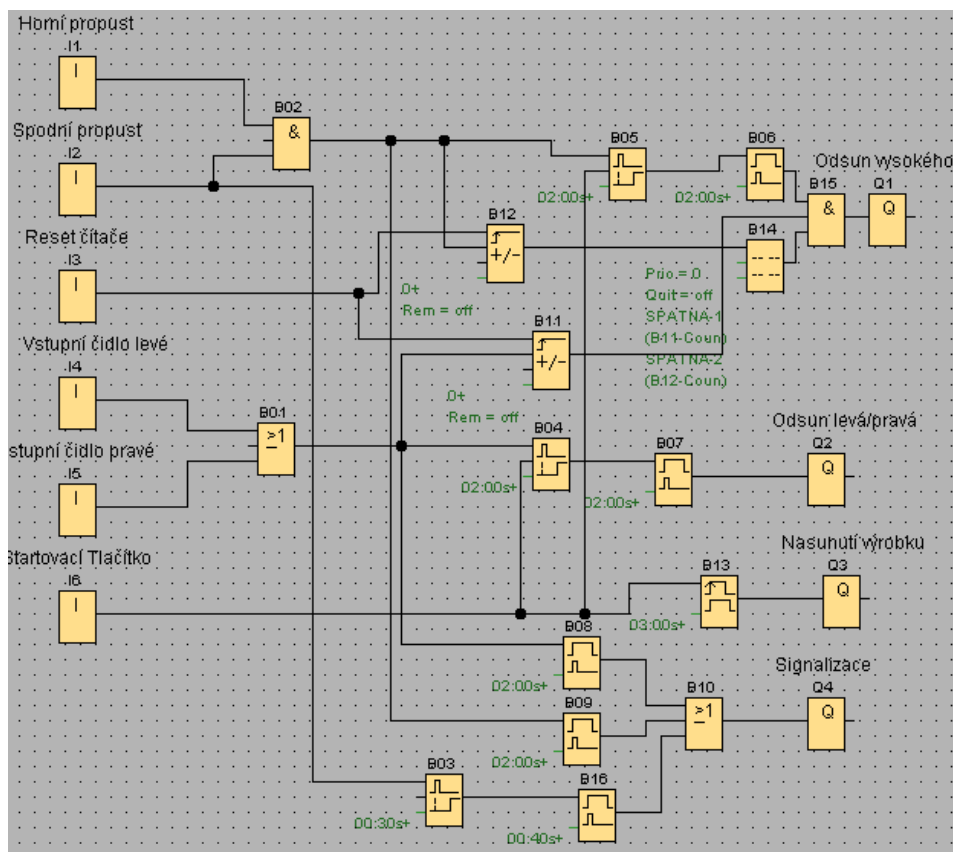
Jako první bylo vyzkoušeno vytvořit program pomocí funkčních bloků. Tento způsob programování byl již řešen v mé maturitní práci pomocí programovatelného automatu Milenium, takže jsem s tímto způsobem programování měl již zkušenosti. Během mého studia mi bylo řečeno, že tento způsob programování již není normovaný a reálně se tedy moc nepoužívá.

S jeho použitím totiž dochází k mnoha problémům. Přestože je možné si v programu vyzkoušet funkci daného zapojení, ne všechny možnosti chyb je možné odhalit a vyzkoušet, jak bude daný program pracovat po delší dobu.

Nejdříve byl program zhotoven pro horní a dolní propust a počítání špatných výrobků. Po dokončení tohoto programu byly přidány dva snímače na začátek pásu jako kontrola správnosti nasunutí. Po dokončení kompletního programu, byl nahrán do LOGO! viz kapitola 8.4.

Program vytvořený touto metodou byl důkladně vyzkoušen i v konečném a tedy nejsložitějším řešení. Program pracoval správně a dělal to, co má. Jediný problém nastal při lehkém prověšení pásu. Při průjezdu výrobku se horní a dolní propust spustily v odlišném čase a proto program nevyhodnotil výrobek správně. Problém nenastal při počítání špatného kusu, ale především při zvukové signalizaci. Tento problém se vyřešil napnutím pásu, aby se eliminoval průhyb pásu.

Tento program je na Obrázku 19. V levé části programu jsou vidět jednotlivé vstupní veličiny jako jsou například čidla či různá tlačítka pro start nebo reset signálů. Jednotlivá čidla jsou popsána v programu a v Tabulce 9, takže není potřeba je dále popisovat.



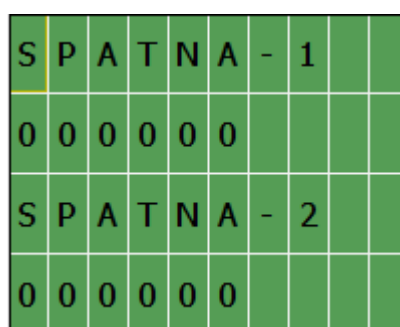
Obrázek 19. Program v LOGO! Soft Comfort

Tlačítko start slouží k nasunutí výrobku na pás. Jeho sepnutí vyšle signál na výstup Q1, který sepne rozvaděč. Tento rozvaděč vysune pneumotor a nasune výrobek. Po nasunutí výrobku míjí předmět dvě podélná čidla, která kontrolují, zda je výrobek umístěn správně na střed pásu. Jedno z čidel je umístěno po levé straně a druhé po pravé straně pásu. Pokud jedno z těchto čidel zaznamená předmět v jeho blízkosti, vyšle signál do PLC a na vstup I1 nebo I4 v závislosti na straně. Pokud se tak stane, aktivuje se s určitým zpožděním výstup Q2 a po dobu sepnutého signálu čidlem bude sepnuta světelná a zvuková signalizace. Výstupem Q2 se sepne rozvaděč a špatně umístěný výrobek se odstraní z pásu pomocí pneumotoru. Výstup Q2 je aktivován po dobu tří vteřin. Poté je možnost opět nasunout další výrobek tlačítkem Start.

Pokud je však výrobek nasunut správně, výrobek se dostane až k vyhodnocení jeho výšky pomocí horní a dolní propusti. Zde mohou nastat opět dvě varianty. Pokud má výrobek správnou výšku a zaznamená ho tedy pouze spodní čidlo, pošle se signál pouze na vstup I2, který zapříčiní pouze krátkou signalizaci po dobu 0,3 vteřiny. Podle toho obsluha pozná, že projel dobrý výrobek, a může tlačítkem Start nasunout další. Pokud nastane druhá varianta a dostane se sem výrobek vysoký, sepne nám pomocí obou čidel vstup I2 a zároveň I3. Pokud se tak stane, blok který představuje logický AND, nám vyšle signál

ke zpoždovači. Ten se zpožděním sepne rozvaděč, který opět jako v prvním případě vysune pneumotor a odstraní výrobek pryč z pásu. Zároveň se signálem spustí světelná a zvuková signalizace, která trvá po dobu sepnutí horního a dolního čidla zároveň.

Tlačítko Start má však ještě jednu funkci. Slouží k resetování časovačů, které jsou v obvodu použity proto, aby pomohly prodloužit krátký signál z čidel. Tlačítko reset slouží k resetování čítače, který pomocí displeje zobrazuje počet špatných výrobků, které bylo potřeba odstranit. Na obrázku 20. je vidět, že je displej rozdělen do dvou částí, a to do horní části zobrazující „SPATNA-1“, která zobrazuje počet špatně nasunutých kusů, a na dolní část, zobrazující „SPATNA-2“, která zobrazuje výrobky, které neprošly kontrolou výšky.



S	P	A	T	N	A	-	1		
0	0	0	0	0	0				
S	P	A	T	N	A	-	2		
0	0	0	0	0	0				

Obrázek 20. Rozložení textu na displeji

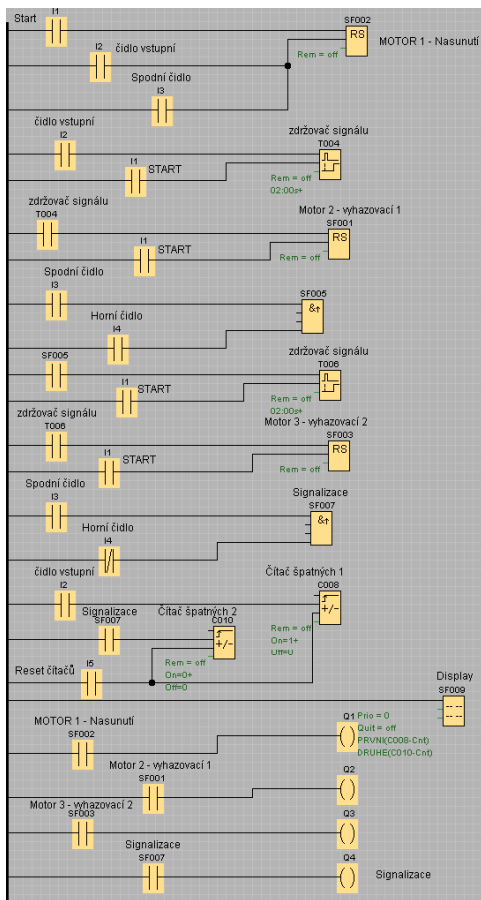
9.3 Program pomocí Ladder diagram

Programováním v jazyce LD se dostáváme k programování specifickým způsobem kódování vnitřních proměnných, takzvaných pamětí kroků. Tyto metody se nazývají „stojící taktovací řetězec“ viz kapitola 7.3.1 a „pohybující se taktovací řetězec“ viz kapitola 7.3.2. Tyto dvě metody jsou velmi využívány právě v jazyce LD, protože jsou zde velmi snadno implementovatelné.

Druhá možnost programování v LOGO! Soft Comfort je pomocí jazyku LD. Tento způsob programu je normovaný a je velmi rozšířený. Princip programování je založen na reléové technice a dají se použít jak rovnou výstupy, tak RS klopné obvody jako v tomto případě. Tento způsob programování je výrazně spolehlivější a přehlednější než programování v jazyce FBD.

S programováním pomocí jazyka LD se bylo možné setkat v předmětu Řízení programovatelnými automaty, takže bylo jasné, jak postupovat. Jak bylo řečeno v kapitole 7.2, je nutné pracovat systematicky.

Před začátkem programování byly sestaveny tabulky vstupů (Tabulka 7.) a výstupů (viz Tabulka 8.), aby bylo zřejmé, co jaký vstup a výstup představuje. Jak již bylo výše zmíněno, LOGO! umožňuje ještě další výstup a to pomocí textového pole na displej. Této možnosti bylo také využito, takže je v pracovním poli ještě výstup pomocí textového pole.



Obrázek 21. Program v jazyce Ladder diagram

Na levé straně programu, viz obrázek 21, je zobrazeno tlustou čarou plus (24 V) a na pravé straně výstupy, které představují RS klopné obvody.

Na obrázku 21 je vidět, že v prvním řádku je vstup I6, který představuje tlačítko Start a vede na Set klopného obvodu, který přes výstup Q1 a rozvaděč vysune pneumotor a nasune předmět na pás. Zasunutí pneumotoru, tedy reset klopného obvodu, umožní sepnutí jednoho z čidel, kterými musí výrobek projet. Jsou to čidla I4, I5, popřípadě čidlo I2. Toto propojení, dává i kontrolu o tom, že je spodní čidlo I2 funkční. Pokud by projel dobrý výrobek celým systémem a spodní propust by nebyla funkční, výrobek by sice pokračoval dále, ale nezajel by pneumotor pro nasunutí výrobku a obsluha by byla informována, že je čidlo I2 nefunkční. Jako další blok obsažený v programu je prodlužovač signálu T004. Prodlužovač slouží k prodloužení signálu, aby bylo možné dále pracovat se signálem z čidla I4 nebo I5. Tento blok, nám vytvoří prodlevu od projetí výrobku kolem jednoho z čidel.

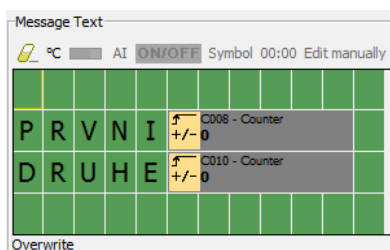
Reset tohoto prodlužovače se provádí tlačítkem I6. Dále můžeme vidět právě použitý zdržovač signálu jako zdroj impulsu pro SET klopného obvodu SF001, který přísluší vyjetí pro pneumotor na daném místě (výstup Q2). Tento klopný obvod se resetuje tlačítkem I6 na začátku cyklu. V další větvi vede signál z čidel I1 a I2 do bloku představující logickou

funkci AND. Ta je použita jako SET u druhého zdržovači signálu T006, který jako v předchozím případě zpozdí signál. Jeho signál je tedy použit jako Set na klopný obvod SF003, který je připojen na výstup Q3 ve výkonové části.

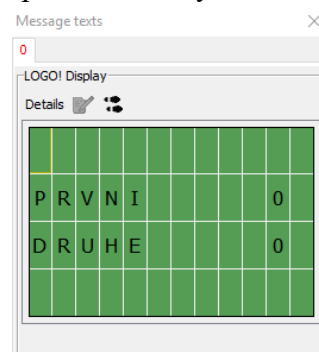
V dalším řádku je zapojení čítače C008 a C010. Čítač C008 počítá špatně umístěné výrobky na pásu a čítač C010 moc vysoké výrobky. Na čítači C008 se zvýší hodnota o jedničku, pokud se sepne vstup I4 nebo I5, představující čidla LP a PP. Čítač C010 zvýší svou hodnotu o jedničku, pokud se sepne AND s označením SF005. Reset obou čítačů se provádí signálem, který se přes tlačítko RT přivede na vstup I5.

Další dva řádky slouží k určování délky signalizace pro různé situace. První část spouští Timer reagující na vzestupnou hranu. V tomto časovači se dá, za jak dlouhou dobu se po náběžné hraně signálu časovač sepne a po jak dlouhé době zase rozezne. Těmito časovači jsou nastaveny různě dlouhé signalizace a ve výkonové části jsou zapojeny paralelně k výstupu Q4. Konkrétně časovač T007 je spínán čidlem I4, I5 a I1. Při náběžné hraně okamžitě začne vysílat signál po dobu dvou vteřin. Časovač T011 spíná pouze samotné čidlo spodní propustí. Při příchodu signálu čeká jednu desetinu sekundy, jestli nepříjde signál na horní čidlo a poté vyše signál dlouhý půl sekundy.

V dalším řádku je připojen displej, na kterém jsem nastavil zobrazování dvou hodnot z čítačů C008 a C010 (viz Obrázek 22). Při spuštění simulace se zobrazí imaginární displej LOGO! tak, jak bude vypadat reálně displej při počítání vadných kusů (viz Obrázek 23).



Obrázek 22. Nastavení displeje



Obrázek 23. Zobrazení displeje

Nastavením displeje je ukončena řídicí část programu a nyní následuje část výkonová.

V prvních třech větvích, jsou přímo připojené RS klopné obvody SF002, SF001 a SF003 na výstup Q1, Q2 a Q3. Poslední dvě větve jsou vyhrazené pro optickou a zvukovou signalizaci za pomoci časovačů T007 a T011.

Realizace programu pomocí jazyka LD byla možná pouze ve verzi programu LOGO! Soft Comfort v7. Ve verzi 6, která je kompatibilní se zapůjčeným LOGO!, bohužel není dostatečný prostor pro zhotovení takto komplikovaného a dlouhého programu. Z tohoto důvodu nebyl tento program nikdy otestován v praxi.

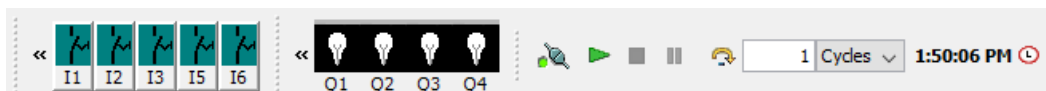
9.4 Simulace programu

LOGO! Soft Comfort umožňuje uživateli si vyzkoušet, jestli jeho program funguje podle jeho představ za pomoci tlačítka Simulace (viz obrázek 24), která do prostředí přidá lištu která je vidět na Obrázku 25. Na liště se dá nastavovat průběh simulace a především počáteční podmínky vstupů a výstupů. Po tomto nastavení lze simulaci spustit pomocí tlačítka Play, které je vyobrazeno jako zelený trojúhelníček na Obrázku 25. Po stisknutí tlačítka se v prostředí změni černé vodiče na modré a červené. Modré představují vodič, na kterém je logická nula, a vodiče červené představují vodiče s logickou jedničkou. U bloků představující časovače se zobrazí hodiny, u čítačů se vyobrazí čítecí hodnota. Pokud je v daném obvodu použit displej, (viz kapitoly 9.2 a 9.3).

Hlavním důvodem, proč je simulace pouštěna, je ten, že je potřeba vyzkoušet funkčnost programu. Tato možnost je díky tomu, že při kliknutí na jakýkoli vstup, tedy například tlačítko nebo i čidlo, je vyvoláno v simulaci to, že vstup se chová jako sepnutý. Při sepnutí například časovače je přesně vidět, v jaké sekundě se časovač nachází. Obdobně je to u čítače, u kterého je přesně vidět, v jaké hodnotě čítání se nachází. Displej se v simulaci chová tak, jak ho naprogramujeme. Může nám buď přímo ukazovat hodnotu nějakého čítače nebo časovače anebo nám může například napsat chybovou hlášku při špatné kombinaci vstupů. To samé platí u výstupů, které se v simulaci rozsvítí červeně, pokud se stanou nějakým signálem aktivní.



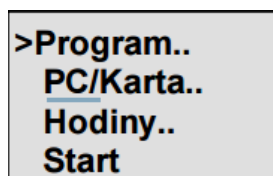
Obrázek 24. Tlačítko simulace



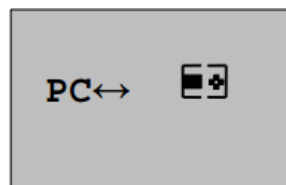
Obrázek 25. Nastavení simulace

9.5 Nahrání programu do LOGO!

Vytvořený program byl tedy odsimulován a byla zjištěna jeho funkčnost. Aby však mohl být použit k řízení dopravníku, je zapotřebí tento program nahrát do programovatelného automatu. Jelikož nahrání programu do LOGO! je možné pouze v plné verzi softwaru a při napájení LOGO!, musel být tento úkon prováděn ve škole, kde jsou nainstalovány plné verze programu. K připojení počítače a LOGO! slouží různé způsoby propojení s počítačem. V tomto případě byl využit kabel, který mi byl zapůjčen ve škole. Tento kabel se propojí s LOGO! pomocí speciálního konektoru vpravo od displeje (viz Obrázek 11) a druhý konec se připojí k počítači pomocí USB 2.0. Nejdříve mi byl zapůjčen kabel, který se k PC připojí přes sériový port. Ten se ale bohužel nepodařilo zprovoznit. Nakonec tedy bylo nezbytné využít možnost připojení přes USB. Po připojení k počítači se musí LOGO! zapnout a k tomu je ho potřeba připojit k napájení +24 V. Aby bylo možné do LOGO! nahrát nějaký program, je za potřebí LOGO! nastavit tak, aby bylo připraveno program uložit do své paměti. Do nastavení LOGO! se dá dostat pomocí tlačítek přímo na hlavním panelu a to za pomoci zmáčknutí kombinace tlačítek doleva, doprava a OK najednou. Na displeji LOGO! se ukáže menu (viz obrázek 26), ve kterém se vybere možnost PC/Karta. Stisknutím tlačítka OK se otevře další menu, kde se dá vybrat, jakým způsobem bude komunikace s okolím probíhat. Jelikož je za potřebí vést program cestou z PC do LOGO!, nastavíme na LOGO! možnost (viz obrázek 27) a stiskneme OK. Pokud máme na LOGO! toto nastavené, můžeme se vrátit do programu LOGO! Soft Comfort. V něm jsou pro práci s LOGO! vyhrazená tři tlačítka (viz obrázek 28). První tlačítko nazvané Switch mode slouží k nastavení modulu pro propojení s počítačem nebo dalšími moduly LOGO! a není v této práci použit. Prostřední tlačítko s červenou šipkou nazvané PC -> LOGO!, nám umožňuje námi požadovanou operaci a tedy nahrání programu z PC do programovatelného automatu. Třetí tlačítko s modrou šipkou nazvané LOGO! -> PC nám umožňuje opak, tedy nahrání programu z LOGO! do počítače. Pro nahrání programu z počítače do LOGO! je nutné stisknout prostřední tlačítko. Po jeho aktivaci se ukáže okénko, ve kterém je vidět, co se zrovna nahrává a kolik procent programu je již nahaných. Po dokončení přenosu dat, se okénko zavře a program napíše, že se nahrání zdařilo. Poté se na LOGO! zobrazí další menu, odkud se stiskem tlačítka ESC dostaneme z Menu. Tímto krokem se LOGO! stává plně funkční s novým nahaným programem.



Obrázek 26. Menu LOGO! [8]



Obrázek 27. Menu komunikace s PC [8]



Obrázek 28. Lišta pro komunikaci v LOGO! Soft Comfort [8]

10 Závěr

Bod 1: Provedte analýzu možné instrumentace v okolí dopravníku jako součásti automatizované linky

Bod 2: Navrhněte doplnění instrumentace

V kapitole 2 až 4 se zabývám analýzou a návrhem vhodné instrumentace pro tuto bakalářskou práci. Nejdříve jsem se věnoval rozdělení snímačů podle jejich funkce a parametrů. Poté jsem vybral vhodné snímače pro doplnění instrumentace. Dále jsem se zabýval pneumatickou aktorikou, která se stala nejvhodnější pro moje použití. Ve čtvrté kapitole se zabývám modelem výrobní linky, jeho konstrukcí a pohonem.

Bod 3: Navrhněte vhodný řídicí systém a napište pro něj program

Kapitoly 5 až 9. V této části se zabývám programovatelnými automaty, jejich základní strukturou a chováním. V práci jsou obsaženy informace ohledně programovatelného automatu LOGO!, které bylo použito pro řízení celého modelu. Dále jsem se seznámil s normou IEC 61131-3 a následně jazyky, které tato norma obsahuje. Tyto jazyky jsem rozdělil podle různých hledisek a vybral jazyk FBD a LD jako nejvhodnější pro mou práci. V kapitole 8 jsou probrány základní informace ohledně Softwaru LOGO! Soft Comfort a v kapitole 9 je ukázána samotná realizace jak v jazyku FBD, tak v jazyku LD.

Bod 4: Otestujte navržené řešení

Navržené řešení bylo odzkoušeno a prošlo několikanásobným testováním. Celý systém funguje přesně dle zadaných požadavků a nevykazuje žádné chyby. Na systému byly vyzkoušeny všechny situace, které ze zadání vyplývají. Ve všech situacích se zachoval tak, jak má.

11 Zdroje

- [1] Festo. Proximity switch, inductive 178574. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/data-sheets/proximity-switch/proximity-switch,inductive-178574.htm
- [2] Festo. Proximity sensor, capacitive 178575. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: <http://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/data-sheets/proximity-switch/proximity-sensor,capacitive-178575.htm>
- [3] Atas. Stejnoseměrný komutátorový převodový motor K7A. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: www.loziska-vokoun.cz/rubriky/katalogy/K7A.PDF
- [4] Atas. Schéma zapojení K7A. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: www.atas.cz/files/Schema_K7A.pdf
- [5] Kotlín. Optický snímač KS96 IRV012. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: www.kotlin.cz/opticke-snimace/ks96-irv012/
- [6] Kotlín. Optický snímač KS96 IRP0-NPN-POZ-E. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: www.kotlin.cz/opticke-snimace/ks96-irp0-npn-poz-e/
- [7] Sick. WTM160T-P292. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: www.sick.com/de/en/wtm160t-p292/p/p7332
- [8] Siemens. LOGO! 0BA6. Příručka. [online]. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: ww1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosystemy/logo/zakladni_pristroje/_manualy/manual_logo-0ba6_11-2008_cz.pdf
- [9] JENČÍK, Josef; VOLF, Jaromír a kolektiv. Technická měření. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 2000. 212 s. ISBN 80-01-02138-6.
- [10] MARTINÁSKOVÁ, Marie. Pneumatika – přednáška pro předmět Prostředky automatického řízení [online]. Praha: Ústav přístrojové a řídicí techniky, Fakulta strojní, ČVUT v Praze, 2015. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: <https://moodle.fs.cvut.cz/mod/resource/view.php?id=5140>
- [11] MARTINÁSKOVÁ, Marie. Pneumatické motory – přednáška pro předmět Prostředky automatického řízení [online]. Praha: Ústav přístrojové a řídicí techniky, Fakulta strojní, ČVUT v Praze, 2015. [vid. 9. 6. 2016]. Dostupné z: <https://moodle.fs.cvut.cz/mod/resource/view.php?id=1519>

[12] MARTINÁSKOVÁ, Marie, ŠMEJKAL, Ladislav. Řízení programovatelnými automaty. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 1997. 160 s. ISBN 8001017664.

[13] MARTINÁSKOVÁ, Marie, ŠMEJKAL, Ladislav. Řízení programovatelnými automaty III. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 2003. 159 s. ISBN 80-01-02804-6.