

Konstrukce programovatelného manipulátoru s mechanickým uchopovačem

Bc. Michal Žižka

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michal Žížka**
Osobní číslo: **T12455**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konstrukce programovatelného manipulátoru
s mechanickým uchopovačem**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na dané téma
2. Navrhněte výukové laboratorní pracoviště pro manipulaci s duralovými součástkami
3. Pro pohon os manipulátoru využijte pneumatických pohonů
4. Vytvořte řídicí program v programovacím prostředí LOGO! Soft Control
5. Zhodnoťte výhody a nevýhody realizovaného řešení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle pokynů vedoucího diplomové práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. David Sámek, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

10. února 2014

Termín odevzdání diplomové práce:

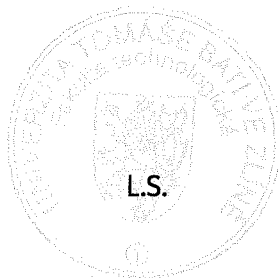
12. května 2014

Ve Zlíně dne 10. února 2014



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.

ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- 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.

Ve Zlíně 23.4.14



.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá konstrukcí manipulátoru, který je vybaven mechanickým chapadlem. Zařízení pracuje jako manipulátor typu Pick-and-Place. K ovládní se využívá programovatelný logický automat (PLC), konkrétně Siemens LOGO!. Dále je zpracován pracovní postup pro vytvoření řídicího programu.

Úvodní část práce se zabývá rešerší na téma upínacích a uchopovacích systémů. V teoretické části se také píše o programovacích jazycích, zejména pak o jazyku funkčních blokových schémat (FBD).

Praktická část práce se věnuje návrhu samotného manipulátoru, montáži a zapojen. Dále se práce zabývá programovací softwarem. V závěru práce je uveden vytvořený řídicí program.

Klíčová slova: uchopovač, PLC, FBD, Pick-and-Place

ABSTRACT

This thesis deals with design of manipulator, which is equipped with mechanical gripper. Device works as pick-and-place. There is used programmable logical controller (PLC) for control, namely Siemens LOGO!. Furthermore, in thesis is described processing protocol for creating of control program.

The theoretical part of this thesis is aimed at clamping and gripping systems. There is also part dealing with programming languages, especially language named Functional Block Diagram (FBD).

The practical part deals with design, assembly and running of manipulator itself. Also with programming software. In the end, there is also created the control program.

Keywords: gripper, PLC, FBD, Pick-and-Place

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Davidu Sámkovi Ph.D. Za cenné připomínky a rady k vypracování diplomové práce. Taktéž chci poděkovat Ing. Jiřímu Šálkovi za výrobu potřebných komponentů.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 UCHOPOVACÍ A UPÍNACÍ SYSTÉMY	12
1.1 UPÍNÁNÍ	13
1.2 PŘESNOST.....	16
1.3 UCHOPOVACÍ SYSTÉMY	16
1.3.1 Úchopné hlavice PRaM.....	17
1.3.1.1 Pasivní úchopné prvky mechanické.....	18
1.3.1.2 Pasivní úchopné prvky magnetické	19
1.3.1.3 Pasivní úchopné prvky podtlakové	19
1.3.1.4 Aktivní úchopné prvky mechanické	19
1.3.1.5 Aktivní úchopné prvky magnetické.....	20
1.3.1.6 Aktivní úchopné prvky podtlakové.....	20
1.3.1.7 Speciální úchopné prvky.....	21
1.4 UPÍNACÍ SYSTÉMY	21
1.4.1 Upínání nerotačních obrobků.....	22
1.4.2 Upínání rotačních obrobků.....	24
1.4.3 Magnetické upínání	25
1.4.4 Vakuové upínání	26
1.4.5 Inteligentní upínací systémy	27
2 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY - PLC	29
2.1 VÝHODY PLC	31
2.2 VOLBA KONFIGURACE	32
2.3 PROVEDENÍ PLC	33
2.4 STAVBA PLC A BĚH PROGRAMU.....	33
2.4.1 Centrální jednotka	33
2.4.2 Soubor instrukcí PLC	34
2.4.3 Specializované instrukce	34
2.4.4 Výkonnost programovatelného automatu	34
2.4.5 Uživatelský program, cyklická aktivace	35
2.4.6 Obrazy vstupů a výstupů	35
2.4.7 Multiprogramování, více smyčkový režim	35
2.5 NORMA IEC 61 131	36
2.5.1 Norma IEC 61 131-3	37
2.5.1.1 Společné prvky	37
2.5.1.2 Programovací jazyky	38
2.6 JAZYK FUNKČNÍHO BLOKOVÉHO SCHÉMATU – FBD	40
2.6.1 Grafické prvky v jazyce FBD	40
2.6.1.1 Spojnice	42
2.6.1.2 Řízení provádění programu	42
2.6.1.3 Volání funkcí a funkčních bloků	43
II PRAKTICKÁ ČÁST	46
3 ZADÁNÍ A PODMÍNKY PRÁCE	47

4	KONSTRUKCE MANIPULÁTORU	49
4.1	KONTROLA ORIENTACE	51
4.2	ZPŮSOB OTÁČENÍ.....	52
4.3	POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT	53
4.4	ZAPOJENÍ MANIPULÁTORU	56
5	PROGRAMOVÁNÍ PLC.....	64
5.1	LOGO! SOFT COMFORT	64
5.2	PROGRAM PRO PLC JEDNOTKU	72
6	SPUŠTĚNÍ MANIPULÁTORU	76
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	79
	SEZNAM OBRÁZKŮ	80
	SEZNAM TABULEK.....	83
	SEZNAM PŘÍLOH.....	84

ÚVOD

Důležitost průmyslových robotů a manipulátorů je stále větší. Průmyslové roboty a manipulátory se nasazují v mnoha odvětvích průmyslu, kde svou činností ovlivňují výrobní program. V dnešní době je ve světě nasazeno nespočet průmyslových robotů a manipulátorů, které mohou provádět jednoduché úkony nebo poměrně složité pohyby a úkony jako je třeba montáž kompletních strojních celků.

Použitím průmyslových robotů a manipulátorů se výrobní závod může zbavit následujících problémů:

- Nedostatek zaměstnanců
- Snížení nákladů na zaměstnance
- Zlepšení pracovních podmínek
- Zlepšení produktivity práce
- Odstranění činností pro člověka nebezpečných

Nasazení průmyslových robotů a manipulátorů má obrovský význam ve velkosériové a hromadné výrobě při provádění stereotypních úkonů. Někdy se ovšem tyto stroje uplatní i v malosériových či kusových výrobach.

Rozvoj v oblasti průmyslových robotů a manipulátorů sebou přinesl také rozvoj řídicích systémů a snímačů, které zefektivňují celý systém.

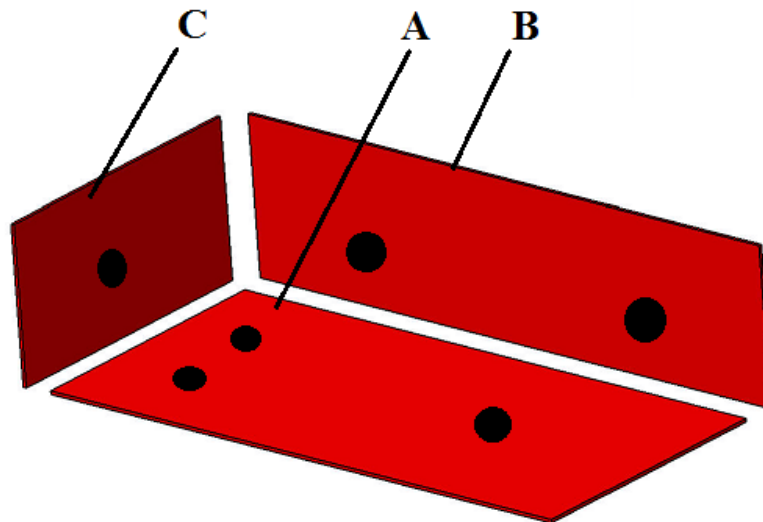
Starší průmyslové roboty a manipulátory ovládaly reléové automaty, ty však postupem času nahradily PLC jednotky. Tam, kde starší automatizované systémy používaly stovky nebo tisíce relé, jsou nahrazeny jednou PLC jednotkou. Funkce PLC se v průběhu let rozšiřovaly a jejich schopnosti přesahují schopnosti klasického reléového automatu.

.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 UCHOPOVACÍ A UPÍNACÍ SYSTÉMY

Cílem ustavení, je zajistit uložení tělesa na pevných opěrných prvcích do souřadnicového systému upínacího zařízení tak, aby styková plocha mezi tělesem a opěrnými prvky byla dostatečná. Pod pojmem ustavení tělesa rozumíme odebrání tolika stupňů volnosti, kolik jich je potřeba na získání požadované polohy tělesa z hlediska vzájemné polohy styčných ploch s plochami vytvářející styk s upínacím zařízením. Ostatní plochy, které netvoří stykový kontakt, budou teoreticky souosé, vystředěné, rovnoběžné nebo kolmé vzhledem na ustavení základního tělesa, anebo budou mít od těchto základních určitou předepsanou vzdálenost. Ustavením na plochou A odebereme tři stupně volnosti, lištou B odebereme dva stupně volnosti a opěrným bodem C jeden stupeň volnosti. [1]



Obr. 1. Ustavení nerotačního obrobku: A – na rovinu, B – na lištu, C – na opěrný bod [1]

Prvky na ustavení obrobku

Jednoznačné ustavení obrobku v přípravku zabezpečují opěrné prvky. Podle použití se rozdělují na: [1]

- Pevné
- Přestavitelné
- Samonastavitelné
- Samostředící

Poloha a orientace součástky je v prostoru charakterizována šesti souřadnicemi. Každou součástku je třeba analyzovat z hlediska polohy a orientace, přitom je potřeba určit a defi-

novat jednotlivé podpěrné plochy. Na základě odebrání počtu bodů a odebrání stupňů volnosti je nutné určit následující plochy pro každou součástku: [1]

- Základní plocha
- Vodící plocha
- Opěrná plocha

1.1 Upínání

Upnutí zabezpečuje stabilní polohu ustaveného, upnutého obrobku a zachytávání sil a krouticích momentů vyvozených strojem na obrobek. [1]

Upnutí je potřebné k vytvoření silové reakce, která zabrání nežádoucí změně pohybu tělesa (odebrání stupňů volnosti). Stupně volnosti můžeme prostorovému tělesu odebrat jen působením vnějších sil. Vnější síly mohou být vyvozeny třemi způsoby: [1]

- Reakce v pevných opěrách
- Normálové síly
- Třecí síly

Upínání se používá vždy, když: [1]

- Oporami nemohou tělesu odebrat jeho šest stupňů volnosti
- Nemůžeme dosáhnout stav, kdy při daném vnějším zatížení jsou všechny reakce v opěrných bodech kladné (tlaková reakce), tehdy vhodnými upínacími silami změním vnější zatížení, tak aby všechny reakce byly kladné, tedy aby nastal dotyk tělesa opěrných bodů [1]
- Chceme dodržet přesně předepsaný rozměr od určité rozměrové základny, ke které těleso upínáme přitlačnými silami [1]

Při upnutí se snažíme odebrat co nejvíc stupňů volnosti pomocí pevných podpěr. Ideální upínač je takový, ve kterém jsou všechny stupně volnosti odebrané bez použití upínacích sil. Toto, ale v praxi není možné, a tak se snažíme, aby použití upínacích sil bylo co nejmenší. Pro spolehlivé upnutí je potřeba zabezpečit, aby výsledné reakce v každém opěrném bodě byly vždy kladné. To znamená, že těleso je přivláčeno na opěrné plochy po celou dobu manipulační nebo obráběcí operace. [1]

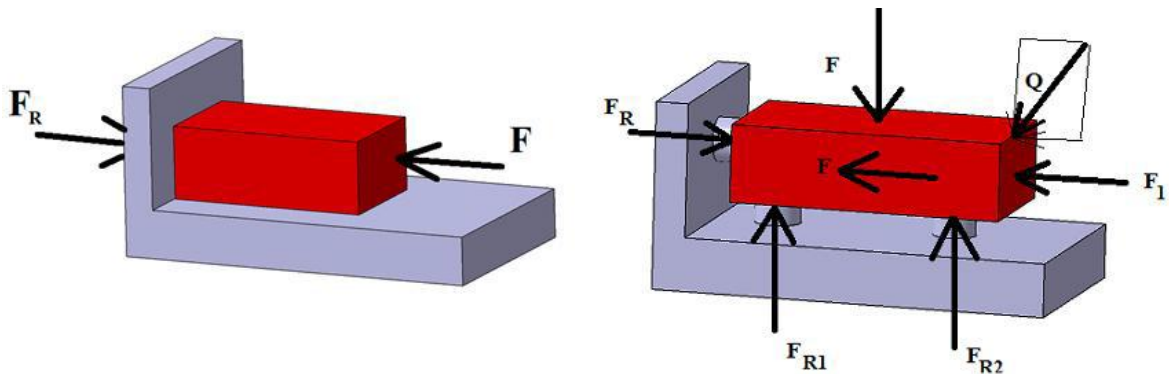
Všeobecné principy upínání: [1]

- a) Technologická síla F působí ve směru proti pevným opěrám.

Při jejím vzniku začne přitlačet součástku k opěrám, po jejím ustálení se ustálí stykové deformace a reakce v opěrách $F_R=F$. Po zániku technologické síly se součástka uvolní.

F_1 - volí se jako pomocná upínací síla, protože technologické síly mají dynamický charakter.

F_2 - vytváří stykové deformace na dalších opěrách, zabraňuje vzniku točivých momentů.

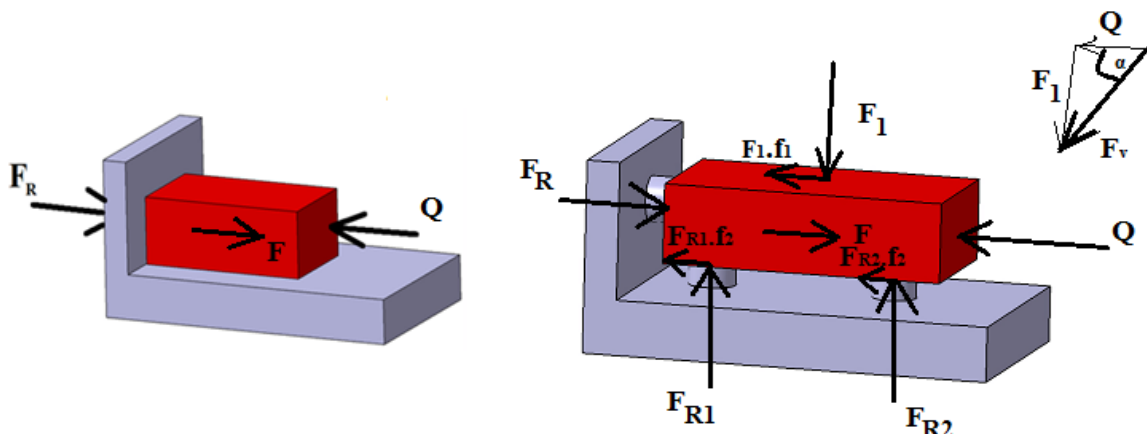


Obr. 2. Všeobecné schéma upínání [1]

Technologická síla F působí ve směru proti pevným opěrám.

b) Technologická síla F působí ve směru od pevných opěr.

Silovou protiváhu vytváří upínací síla Q , působící proti technologické síle. Vzhledem k bezpečnosti upnutí, síla Q převyšuje technologickou sílu o násobek součinitele bezpečnosti ($K>1$).



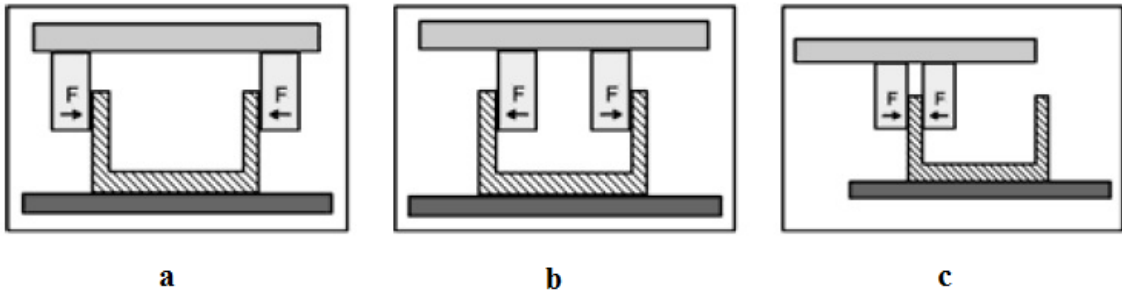
Obr. 3. Všeobecné schéma upínání [1]

Technologická síla F působí ve směru od pevných opěr.

F_1 - volí se jako pomocná upínací síla, protože technologické síly mají dynamický charakter.

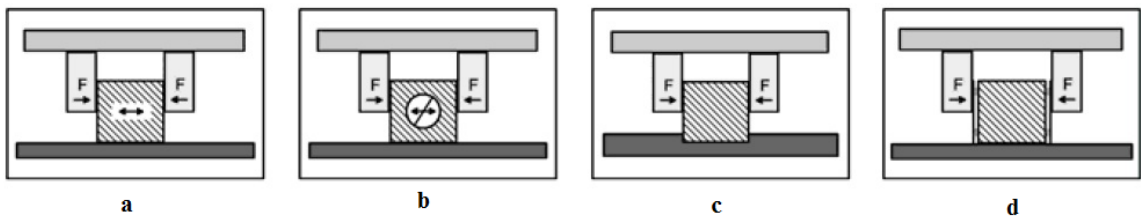
Objekty můžeme upnout více způsoby, a to podle: [1]

- Uchopení za plochu obrobku



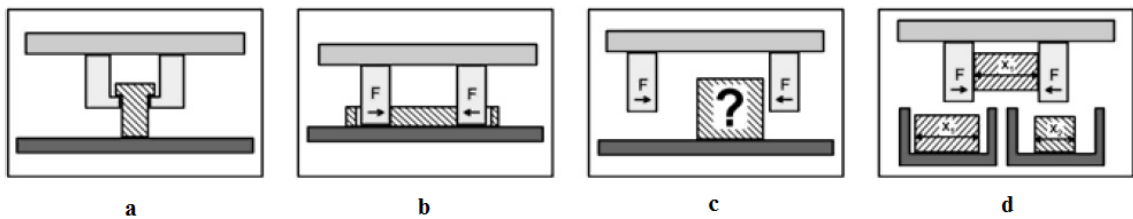
Obr. 4. Typy upínání obrobků: a – vnější upnutí, b – upnutí za vnitřní plochy obrobku, c – upnutí za stěnu obrobku [1]

- Upínání obrobku s možností změny polohy při upínání



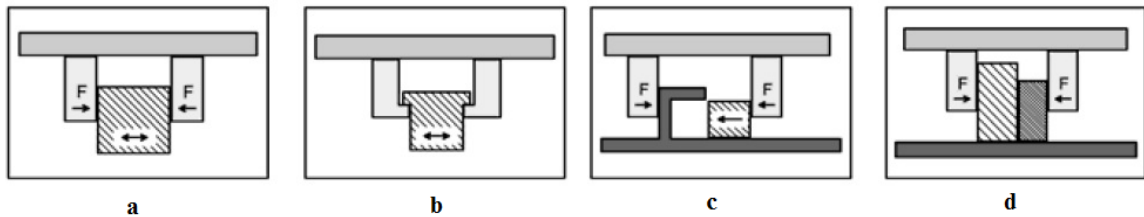
Obr. 5. Typy upínání obrobků: a – posunutí obrobku povolené, b- posunutí obrobku zakázané, c – upínání pevně ustaveného obrobku, d – upínání flexibilního obrobku [1]

- Geometrie a tvaru obrobku



Obr. 6. Typy geometrie a tvaru obrobku: a – pozitivní upínání, b – upínání s limitovanou možností pohybu v dírách, c – uchopování hmatem, d - třídění [1]

- Přesnosti polohování a montáže



Obr. 7. Typu přesnosti polohování a montáže: a – pohyb upínání pro upínání nezabezpečené polohy obrobku, b – pohyb obrobku při pozitivním upínání, c – mechanická montáž, d - lepení [1]

1.2 Přesnost

Je ovlivněna způsobem uložení obrobku a upnutím funkční přesností přípravku a jeho uložením na stroji, přesnosti nástroje a dalšími vlivy (tuhost, teplota...). [1]

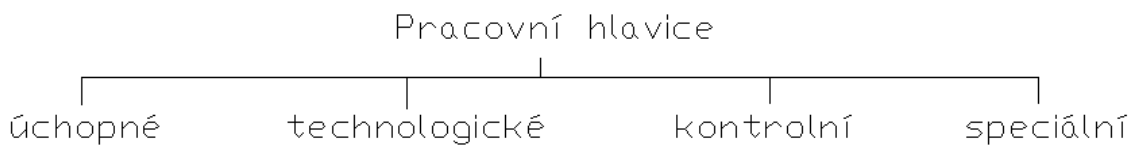
1.3 Uchopovací systémy

Pro uchopování předmětů se používají pracovní hlavice. Je to ta část robotu nebo manipulátoru, která se přímo dotýká manipulovaného objektu. Tvoří tedy výstup celého zařízení. [6]

Průmyslové roboty a manipulátory (dále jen PRaM) jsou navrhovány pro nejrůznější typy úkolů. Proto se jejich pracovní hlavice navzájem liší. Obvykle jsou roboty a manipulátory určeny pro takovéto funkce: [6]

- Vkládání předmětů do pracovního prostoru stroje, jejich vyjímání a skládání na paletu nebo k dalšímu zpracování. Přenášet se mohou například polotovary, hotové výrobky, nástroje. Polotovar nebo nástroje se většinou sbírají ze zásobníku nebo předřazaného manipulátoru.
- Přemísťování předmětů mezi pracovišti při provádění technologického postupu. Patří sem také přemísťování nástrojů.
- Provádění technologických operací. Například montáže, svařování, povrchové úpravy apod. Takovéto operace vyžadují vyšší tuhost celé soustavy.

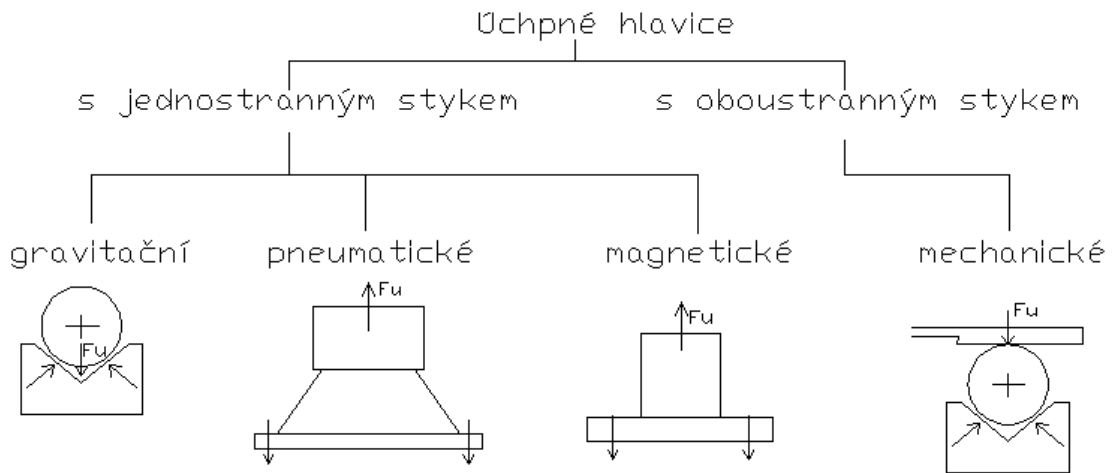
Pracovní hlavice se dělí na čtyři skupiny, podle uplatnění PRaM.



Obr. 8. Rozdělení pracovních hlavic [6]

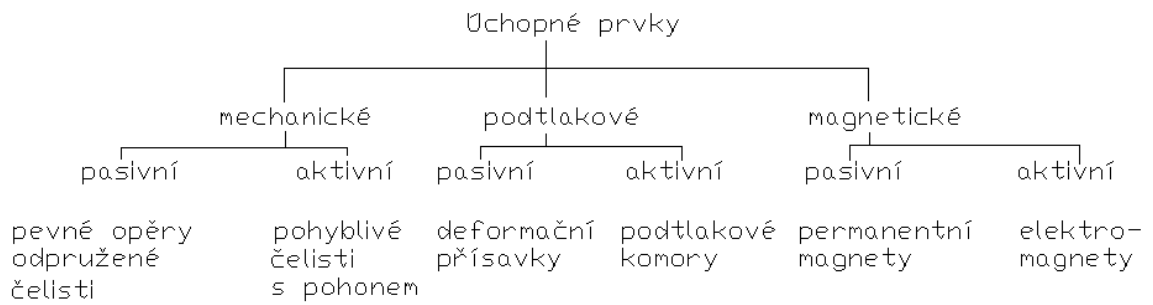
1.3.1 Úchopné hlavice PRaM

Úchopné hlavice provádějí uchopení a následné uvolnění manipulovaných předmětů. Uchopení je prováděno mechanickým stykem úchopných prvků s povrchem předmětu. Úchopné síly jsou vyvozovány mechanickými prostředky a působí proti sobě v protilehlých stranách nebo se k uchopení tělesa využívá působení gravitačních, magnetických nebo podtlakových sil. Úchopné hlavice jsou více či méně složité mechanismy, které mají vhodným způsobem rozmístěné úchopné prvky zajišťující snadné uchopení i uvolnění tělesa. Podle povahy styku úchopné hlavice s objektem je lze rozdělit na dvě skupiny.[6]



Obr. 9. Rozdělení úchopných hlavic [6]

Úchopné prvky lze rozdělit podle působení na objekt a podle způsobu vyvození úchopné síly. Hlavice složené z pasivních úchopných prvků jsou označovány jako pasivní. Obsahují-li alespoň jeden aktivní prvek, označují se jako aktivní úchopné hlavice. [6]

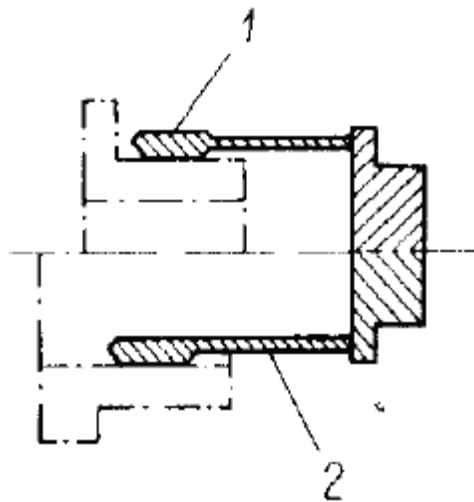


Obr. 10. Rozdělení úchopných prvků [6]

1.3.1.1 Pasivní úchopné prvky mechanické

Na obrázku je znázorněno kleštinové provedení. Uchopení je provedeno najetím pružné části na předmět. 1 – uchopení za vnější rozměr. 2 – uchopení za vnitřní rozměr. K uchopení se využívá pohybu PRaM. Uvolnění probíhá tak, že se předmět upne např. do sklíčidla, hlavice se vrátí a tím předmět uvolní. Některé typy používají vyhazovače ovládané malým pneumatickým válcem. [7]

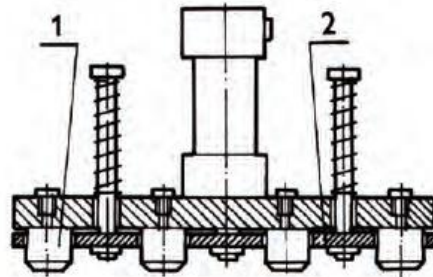
Kleštinové provedení je vhodné pro malé a lehké předměty, které mají relativně přesné rozměry a jsou hladké. [7]



Obr. 11. Úchopná hlavice s pružnými čelistmi [7]

1.3.1.2 Pasivní úchopné prvky magnetické

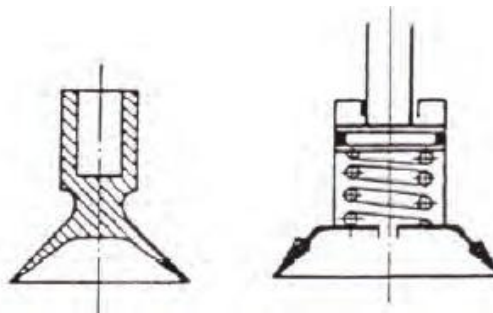
Jde o úchopné prvky s permanentními magnety. Používá se pro manipulaci menších a lehkých magnetických předmětů. Výhodou je jednoduchá konstrukce. Nevýhodou jsou zvýšené požadavky na oddělení předmětu. Na obrázku je znázorněno magnetické chapadlo s vyhazovací deskou. 1 – permanentní magnet, 2 – vyhazovací deska ovládaná pneumatickým válcem. [7]



Obr. 12. Magnetické chapadlo [7]

1.3.1.3 Pasivní úchopné prvky podtlakové

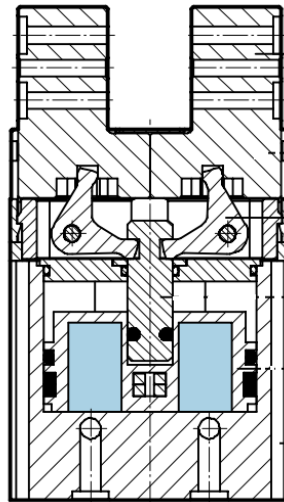
Do této skupiny patří převážně pružné deformační přísavky. K uchopení předmětu dochází dotlačením přísavky k předmětu. Po uvolnění se zvětší vnitřní objem přísavky a tím vznikne podtlak, který drží předmět. Důležitým požadavkem na předmět je jeho hladkost a rovnost. Uvolnění předmětu probíhá např. působením tangenciální síly. [7]



Obr. 13. Deformační přísavka [7]

1.3.1.4 Aktivní úchopné prvky mechanické

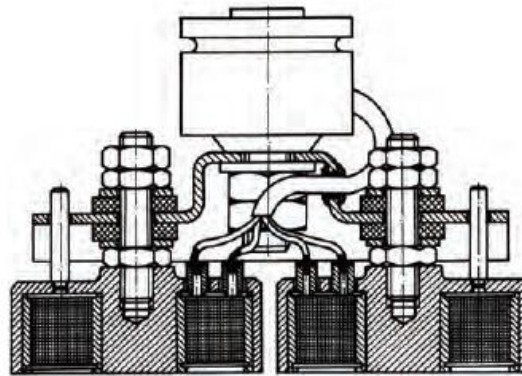
Aktivní úchopné prvky mechanické jsou spíše označovány jako chapadla. Jsou vybaveny pohyblivými čelistmi, jejichž pohyb může vyvozovat různé druhy a typy motorů. Optimální počet čelistí jsou tři. V praxi se ale setkáváme s provedením, které má jen dvě čelisti. Takové provedení pro jednoduchou manipulaci stačí. Pohyb čelistí je prováděn například pomocí pneumatického válce přes transformační blok. [7]



Obr. 14. Chypadlo [3]

1.3.1.5 Aktivní úchopné prvky magnetické

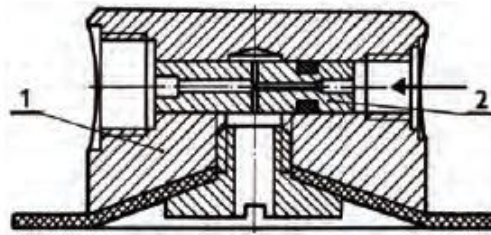
Princip aktivních magnetických prvků je podobný jak u pasivních. Místo permanentního magnetu ale využívají elektromagnetů napájených stejnosměrným proudem. Tudíž by k uvolnění předmětu mělo stačit vypnutí proudu. Působením stejnosměrného napětí se některé předměty zmagnetizují. Proto se většinou po přerušení přívodu proudu provádí odmagnetizování krátkodobým obrácením směru proudu. Tak se zruší remanentní magnetismus a předmět se uvolní z hlavice. [7]



Obr. 15. Elektromagnetické chypadlo [7]

1.3.1.6 Aktivní úchopné prvky podtlakové

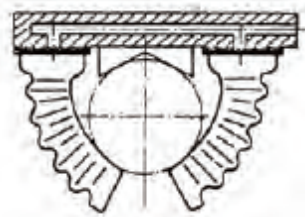
Pracují podobně jako pasivní, ale k vytvoření podtlaku zde slouží ejektor. Ejektor může být součástí každé přísavky, tak jak je na obrázku. 1 – přísavková hlavice, 2 – ejektor. Nebo může být v systému jeden ejektor, který ovládá více přísavek. [7]



Obr. 16. Podtlaková přísavka s ejektorem [7]

1.3.1.7 Speciální úchopné prvky

Za speciální úchopné prvky lze považovat například využívající princip deformace tvarových dutých těles. Tělesa jsou vyhotovena z elastického materiálu s nesouměrným průřezovým profilem. [7]



Obr. 17. Speciální úchopný prvek [7]

1.4 Upínací systémy

Jsou to zařízení, která se používají jako příslušenství obráběcích, montážních a dalších strojů, všude tam, kde jsou potřebné. Jejich úlohou je zabezpečit upnutí obrobku do požadované polohy a požadovanou upínací silou, tak aby během pracovního cyklu nedošlo vlivem nástroje ke změně polohy, zároveň musí být upnutý, tak aby nedošlo k překročení upínací síly, což by mohlo vést k nežádoucí změně tvaru obrobku. [1]

Upínací systémy jsou důležitou částí automatických linek s pružnou i nepružnou výrobou.

Upínací systémy můžeme rozdělit podle více hledisek: [1]

Podle tvaru upínacího prvku obrobku

- Rotační prvky
- Nerotační prvky

Podle pohonu upínacích prvků

- Mechanickým pohonem
- Hydraulickým pohonem
- Pneumatickým pohonem
- Elektromagnetickým upínáním
- Jejich kombinací

Podle oblasti použití

- Obrábění
- Tváření
- Lakování, pokovování
- Sváření

Podle náročnosti konstrukce

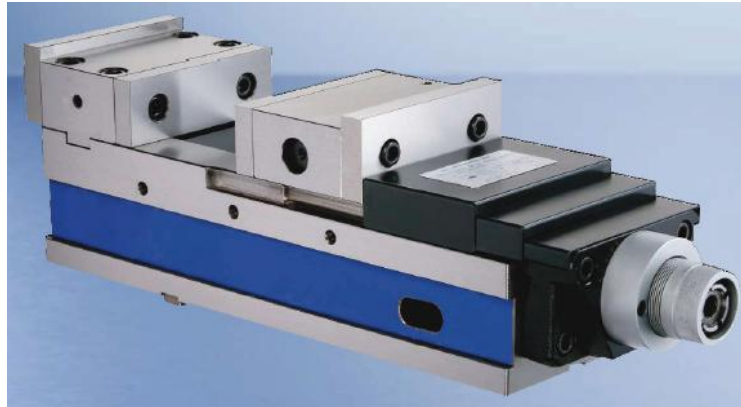
- Jednoduchá konstrukce – jednoduché mechanické upínací přípravky s jedním aktivním a jedním pasivním upínacím prvkem
- Složitá konstrukce - jednoúčelové stavebnicové upínací systémy
-upínací systémy pro vícestranné upínání

Nejčastější požadavky na upínací systémy: [1]

- Vysoká přesnost polohování a ustavování obrobku
- Jednoduchá konstrukce
- Kontrola upínacích sil a tlaků použitím vhodného snímače
- Pokud je to možné, upínání na jedno upnutí

1.4.1 Upínání nerotačních obrobků

Mezi nejuniverzálnější upínací systémy pro nerotační obrobky patří strojní svěráky. [1]



Obr. 18. Čelistový svěrák [1]

Mohou být vyhotoveny v různých konstrukčních variantách: [1]

- s jednou pohyblivou a jednou pevnou upínací čelistí
- s dvěma pohyblivými upínacími čelistmi
- svěrák s vícenásobným upínáním

Podle pohonu upínacích čelistí mohou být: [1]

- pneumatické svěráky
- svěráky s elektrickým pohonem
- hydraulické svěráky
- mechanické svěráky

Podle tvaru upínaného obrobku: [1]

- rotační
- nerotační

Svěráky se nejčastěji používají pro upínání nerotačních obrobků. Pro upínání rotačních obrobků se nejčastěji používá univerzální sklíčidlo. [1]

V častých případech technologických a montážních operací je i dnes jedinou volbou upínání prostřednictvím svěráku. [1]

V současnosti se vyrábějí univerzální upínací modulární systémy s mechanickým vícenásobným upínáním obrobku. Velkou výhodou je upínání více rozměrů i různých typů obrobků. I když jsou modely dodávány v různých velikostech, mohou být obráběny bez problému ze tří stran. [1]



Obr. 19. Vícenásobné mechanické upínání [1]

1.4.2 Upínání rotačních obrobků

Univerzální sklíčidlo je velmi rozšířené upínání nejen na soustruzích. Ovládají se ručně nebo strojně. Dodávají se nejčastěji se třemi nebo čtyřmi čelistmi. [1]

Mechanický pohyb čelistí ve svěráku a sklíčidlech zabezpečují pohyblivé šrouby s rovno-ramenným lichoběžníkovým závitem. [1]

Pro upínání rotačních obrobků jsou v současnosti velmi rozšířené stacionární upínací systémy. Na obrázku je vyobrazen stacionární systém se čtyřmi upínacími prvky. [1]



Obr. 20. Univerzální stacionární upínací systémy [1]

1.4.3 Magnetické upínání

Upínání je vhodné nejen pro sériovou výrobu, kde odpadá náročná a drahá výroba upínacích přípravků, ale i pro kusovou výrobu, kde zjednodušuje časovou náročnost ustavení přípravku. [1]

Upínání nerotačních obrobků se stále víc podřizuje trendu rychlého upnutí na paletu s možností obrábět z pěti stran, s rovnoměrně rozloženou upínací silou na celou plochu obrobku, bez případných deformací. Toho je možné docílit pomocí elektro – permanentní magnetické desky. Upnout je možné obrobek s rovnou dosedací plochou. Důležitou vlastností pro nasazení elektro - permanentních magnetických desek pro automatickou výměnu obrobků s paletou je, že nepotřebují zdroj elektrické energie během obrábění a při manipulaci s paletou. [1]

Patří sem upínací desky pro pětiosé obrábění. Používají se nejen pro broušení dlouhých výrobků. [1]



Obr. 21. Elektromagnetická deska pro brusky [1]

Výhody magnetického upínání: [1]

- Flexibilita: možnost vyrábět více obrobků současně, volný přístup nástroje k obrobku ze všech stran a tím zjednodušené programování stroje
- Efektivita: rychlé upínání, prakticky žádná údržba upínače, možnost nasazení nástrojů na různých technologických pracovištích zákazníka

- Produktivita: rychlá návratnost investice z důvodu výrazného zkrácení upínacích časů, rychlé a přesné upínání obrobků
- Bezpečné použití: konstantní upínací síly, bez spotřeby elektrické energie během obrábění

1.4.4 Vakuové upínání

Při mechanické upínání mohou velké upínací síly způsobit deformaci nebo otláčení na obrobku. Především u velkých obrobků se zvyšuje riziko, že obrobek začne vibrovat. Speciálně u velkoplošných dílů při použití systému vakuového upínání, je obrobek zafixovaný šetrně a současně po celé své dosedací ploše. Současně se eliminuje riziko vibrace. V pracovním prostoru nepřekáží žádné výstupky v podobě upínacích modulů. [1]

Při vakuovém upínání se vytváří podtlak pod upnutým obrobkem, to znamená, že vzniká tlakový rozdíl mezi obrobkem a upínací deskou. Tím je obrobek přitlačen na vakuový stůl.

Vakuový upínací systém se používá hlavně pro obrábění dřeva, plastů a kovového materiálu na CNC strojích. Využívá se předností vakuového systému s manipulační jednoduchostí, např. upnutí desky z hliníku je možné obrábění z pěti stran. Tím se zvyšuje produktivita a hospodárnost a navíc nevzniká žádné poškození při upínání výrobku. [1]

Předpokladem úspěšného nasazení je obrobek s rovnou a přesně obrobenou spodní plochou. S tímto systémem můžeme lehce upínat a přesně obrábět obrobky nevhodné k mechanickému, pneumatickému, magnetickému nebo hydraulickému upínání. [1]



Obr. 22. Vakuová upínací deska [1]

1.4.5 Inteligentní upínací systémy

Inteligentní upínací systémy jsou v současnosti využívány nejen v robotizované výrobě, při montáži, která se jeví jako nejsložitější operace. Inteligentní upínací systémy tvoří řídicí systém a senzorické vybavení. Řídicí systém vyhodnocuje jednotlivé vstupy na senzorech. Nástroje, upínače a měřicí zařízení pracují převážně automaticky. To znamená, že mají vlastní pohon, řídicí a kontrolní jednotku. Během pracovního procesu je lidská kontrola nahrazena použitím snímačů. [1]

Inteligentní upínače kromě základních funkcí poskytují i další funkce: [1]

- Kontrola sil kroutících momentů působících na obrobek
- Sledování upínacích operací a upínacích elementů použitím vhodných snímačů
- Jiné účelově orientované funkce

Cílem kontroly sil a momentů působících na obrobek je zvýšení spolehlivosti upínacích operací, snížení deformací a možnosti poškození tenkostěnných částí obrobků a přesných povrchů. Velikost upínacích sil je úměrná tlaku pneumatických nebo hydraulických systémů. Na měření aktuální hodnoty tlaků se používají tlakové snímače, většinou založené na principu tenzometru. Snímač je zabudovaný v upínači nebo v čelistech upínače. [1]

Monitorování upínacích operací a upínacích elementů nám umožňuje předběžnou diagnostiku technického stavu upínače. Na základě této diagnostiky je možné předpovědět případné budoucí poruchy v upínacím systému a následně je odstranit v rámci preventivní údržby bez toho, aby došlo k výpadku ve výrobě. Tyto upínací zařízení najdou uplatnění v různých oblastech výroby např.: [1]

- Pro CNC stroje, pružné výrobní systémy
- Pro robotizované pracoviště
- Pro kontrolní nebo měřicí stanice
- Pro speciálně automatizované operace

Inteligentní upínací zařízení se stává nevyhnutelnou součástí výrobního procesu v inteligentních výrobních systémech. Výrobní proces v těchto systémech je plně automatizovaný a samostatné inteligentní upínače plní následující základní funkce: [1]

- Polohování obrobků, které se vyrábějí nebo montují

- Upínání obrobků proti působení sil a momentů během obrábění pomocí automatických upínacích elementů, které mohou být poháněny mechanicky, pneumaticky, elektricky
- Monitorování upínacích operací a upínacích elementů

2 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY - PLC

Programovatelný automat je uživatelsky programovatelný řídicí systém uzpůsobený pro ovládání průmyslových a technologických procesů, obvykle uzpůsoben na úkony převážně logického typu. Nejrozšířenější označení je zkratka PLC (Programmable Logic Controller), v německé literatuře se označuje zkratkou SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung). [2]

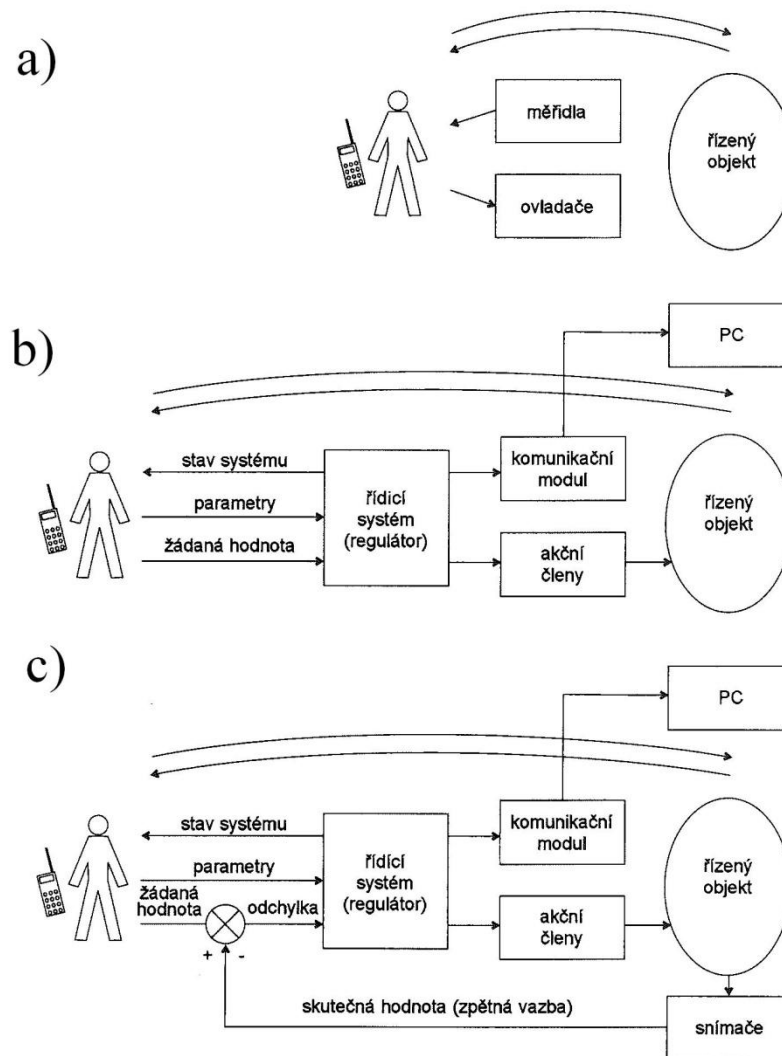


Obr. 23. Ukázka PLC jednotky od firmy FESTO [3]

PLC jednotky se rozlišují na menší, které bývají skládány jako kompaktní nebo větší, modulární. [2]

Začlenění programovatelného automatu do systému řízení je schematicky znázorněno na obrázku. Při ručním řízení ovládá všechny operace člověk. Při přímém řízení ovládá řídicí systém ovládaný objekt jednosměrně, nemá zpětnou vazbu. To znamená, nevyhodnocuje dosažený stav. Mezi systémem a řízeným objektem jsou zařazeny pouze akční členy. Při zpětnovazebním řízení dostává řídicí systém zpětnou vazbu o stavu řízeného objektu. Porovnává požadovaný stav se skutečným a podle vyhodnocené odchylky koriguje své akční zásahy tak, aby dosáhl požadovaného stavu. Zpětnovazební řízení je obvyklé pro regulační úlohy. Při použití PLC to znamená, že zadání požadované hodnoty je vykonáno v digitální

formě. S číselnou informací systém pracuje, při zpracování reálné hodnoty a odchylky, ale i při výpočtech pomocných veličin nutných k realizaci regulačního algoritmu. Řízený objekt je proto potřeba doplnit o nutné snímače pro měření aktuálního stavu veličin. [2]



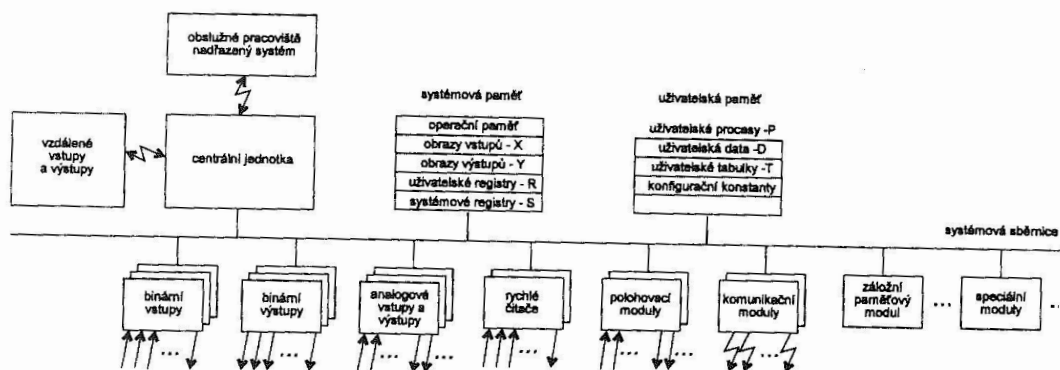
Obr. 24. Principiální schéma způsobu řízení: a – ruční, b – přímé, c – zpětnovazební [2]

Za zpětnovazební řízení můžeme považovat i logické řízení, při kterém na objekt působíme pouze binárními povely a zpracováváme i informace zpětné vazby binárního charakteru., ve významu hlášení o provedení povelu nebo překročení povolených hodnot. Pro oba případy je navíc naznačena komunikační vazba řídicího systému k nadřízenému počítačovému systému. Ponechána je i účast člověka na řízení procesu, protože i v automatizovaných procesech je obvykle jeho přítomnost nutná. [2]

Situace na obrázku 3.2 je zjednodušená, v praxi se obvykle všechny tři způsoby řízení kombinují. Mnohdy se uplatňuje řídicí systém i při ručním řízení, nejčastěji PLC. Typicky

je nezbytný už jen k obsluze, ke komunikaci s ovládacím panelem, ke zpracování povelů operátora, vyhodnocení stavu stroje a k jejich zobrazení apod. Obvykle je nutné zajistit složité posloupnosti dílčích akcí při řízení stroje, zajistit jejich koordinaci povelů pro pohony s jinými akčními zásahy apod. [2]

Vnitřní struktura PLC je znázorněna na obrázku 3.3. Reálné provedení se může odlišovat. U modulárního PLC jsou počty a kombinace vstupních, výstupních a speciálních modulů volitelné v širokém rozsahu, podle potřeby aplikace. U nejjednodušších systémů kategorie „mikro PLC“ bývá kombinace vstupů a výstupů neměnná nebo variabilní ve velmi omezeném rozsahu. [2]



Obr. 25. Blokové schéma vnitřní struktury programovatelného automatu [2]

2.1 Výhody PLC

Rychlá realizace

Hlavní výhodou PLC je možnost rychlé realizace systémů. Uživatel nemusí vyvíjet technické vybavení. Stačí navrhnout vhodnou sestavu modulů programovatelného automatu pro konkrétní aplikaci, vytvořit projekt, napsat a odladit uživatelský program. [2]

Spolehlivost, odolnost, diagnostika

Technické vybavení programovatelných automatů je extrémně spolehlivé i v drsných průmyslových podmínkách. Je navrženo tak, že je odolné proti rušení i poruchám, vyznačuje se robustností a spolehlivostí. PLC je obvykle vybaveno vnitřními diagnostickými funkcemi, které průběžně kontrolují činnost systému a včas zjistí případnou závadu. [2]

Snadná změna programu

Obvykle se nestává, že první varianta řešení zůstane již finální, požadavky zadavatele a koncového uživatele, ale i projektanta a programátora se postupně mění, průběžně se vyvíjí a rozšiřují. Při zavádění je třeba důkladně prověřit všechny funkce a odstranit chyby a slabá místa. [2]

Mnohé nedostatky zadání zvoleného způsobu řešení se projeví až ve finální fázi zakázky. V této fázi přichází poprvé do styku s řešením i noví lidé, kteří dříve neměli k zadání a k projektu přístup, nebo nebyli schopni domyslet detaily a souvislosti. Dodatečné požadavky a zadání nových funkcí vznikají i po mnohých měsících a letech rutinního provozu. [2]

U řídicího systému s pevnou logikou, například relé, je každá změna zdrojem problémů, při použití programovatelného automatu stačí častokrát jen upravit nebo rozšířit uživatelský program. Pokud požadavky požadují použití nových vstupů a výstupů, můžeme někdy vystačit s použitím již existujících rezerv v konfiguraci. V opačném případě stačí doplnit potřebné moduly. [2]

2.2 Volba konfigurace

Blokové schéma struktury typického programovatelného automatu, tak jak je uvedeno na obrázku 3:3 je třeba chápat jen jako možnou konfiguraci pro náročnou aplikaci. Reálnou sestavu si uživatel volí tak, aby se co nejlépe přizpůsobil požadavkům řešené úlohy. V konkrétním případě mohou některé typy modulů chybět, jiné se mohou opakovat. PLC může být vystavěno jako čistě binární systém nebo jako analogový. Mohou být odůvodněné i sestavy čistě vstupní, kdy je PLC jednotka degradována na systém pro měření a zpracování dat. PLC může například vyhodnocovat soubor analogových a binárních snímačů z monitorované technologie, analyzovat je nebo předávat nadřazenému PC. [2]

Obdobně může být PLC v roli čistě výstupního systému, například může pracovat jako ovladač souboru pohonů. [2]

Existují aplikace PLC bez fyzických vstupů a výstupů, kdy PLC pracuje pouze jako inteligentní a programovatelný komunikační adaptér. [2]

2.3 Provedení PLC

Mikro PLC

Nejmenší a nejlevnější kompaktní PLC systémy nabízejí pevnou sestavu vstupů a výstupů, obvykle jen binárních. Uživatel se v tomto případě může rozhodnout pro jeden typ systémů, který již nelze posléze rozšiřovat. Svým kompaktním provedením, malými rozměry a nízkou cenou se mikro PLC řadí do kategorie „spotřebního materiálu“. Jejich funkční a programátorský komfort je obvykle zredukován na nezbytné minimum, komunikační možnosti mnohdy chybějí. [2]

Typickým použitím programovatelných automatů nejnižší kategorie je realizace logické výbavy jednoduchých strojů, která se dříve řešila pevnou reléovou logikou. Vezmeme-li v úvahu ceny ovládacích prvků, je zjevné, že použití mikro PLC je účelné již u nejjednodušších aplikací. [2]

Kompaktní PLC

Kompaktní PLC nabízejí určitou možnost provedení, i když omezenou. K základnímu modulu může uživatel připojit jeden nebo více přídavných modulů z omezené nabídky s pevnou kombinací vstupů a výstupů. Některé kompaktní systémy se ještě vyznačují vnitřní modulárností, to znamená, konfiguraci základního modulu lze uskupit osazením základní desky zásuvnými moduly vhodného typu. [2]

Modulární PLC

Poskytují větší volnost konfigurace. Uživatel si může přesně zvolit počet vstupů a výstupů. [2]

2.4 Stavba PLC a běh programu

2.4.1 Centrální jednotka

Programovatelnému automatu poskytuje inteligenci. Provádí realizaci instrukcí a systémových služeb, provádí také základní komunikační funkce se svými vzdálenými moduly, s nadřazeným systémem a programovacím přístrojem. Zajišťuje uživateli paměťový prostor, jenž je rozdělen na části. Do první části se ukládá uživatelský program (PLC programu), datové bloky a tabulky. Zadává se v editačním režimu a obvykle se nemění během vykonávání programu. Druhá část je operační. Obsahuje lokalizované uživatelské registry,

čítače a časovače, obrazy vstupů a výstupů. Obsah této části se vlivem uživatelského a systémového programu dynamicky mění. [4]

Centrální jednotka současného programovatelného automatu obsahuje mikroprocesor, mikrořadič nebo jiný specializovaný řadič. Má za úkol realizovat všechny funkce, které jsou k dispozici. Pouze ve výjimečných případech může uživatel programovat na úrovni instrukcí mikroprocesoru. [4]

2.4.2 Soubor instrukcí PLC

I když byly programovatelné automaty původně stavěny k náhradě pevné logiky, tak i přes to v žádném PLC nechybí základní logické funkce. [4]

Nynější PLC mají podstatně bohatší instrukční soubor. V obsahu instrukcí PLC nechybí např. instrukce pro aritmetiku a operace s čísly. [4]

2.4.3 Specializované instrukce

PLC mohou poskytovat velmi výkonné instrukce pro komplexní operace, např. pro realizaci regulátorů a jejich automatické seřizování, pro fuzzy logiku a fuzzy regulaci atd. Takovéto specializované instrukce ulehčují programování, zvyšují také i výpočetní výkon PLC. [4]

2.4.4 Výkonnost programovatelného automatu

Výkonnosti programovatelných automatů se obvykle určují podle času k vykonání instrukcí. Pro výkonné systémy jsou obvyklé hodnoty v řádu jednotek mikrosekund na instrukci, někdy i méně. U malých systémů jsou časy řádově jednotky až desítky mikrosekund na instrukci. Je potřeba uvést, že takovéto hodnocení je často zavádějící. Takovéto časové hodnoty odpovídají pouze základním funkcím, náročnější funkce jsou mnohonásobně delší. [4]

Instrukce, které realizují komplexní funkční bloky, zvyšují výpočetní výkon PLC. Systémové služby představují významnou pomoc. Možnost přerušování a multiprogramování zkracují odezvu systému na kritické události. [4]

Výkonnost stejných systémů závisí na typu častých úloh, zkušenostech programátora a konkrétních instrukcích, které jsou použity. [4]

Proto je potřeba hodnotit PLC jednotky podle konkrétní situace, a ne podle katalogových údajů. [4]

2.4.5 Uživatelský program, cyklická aktivace

Program pro jednotky PLC má svou posloupnost instrukcí. Obvykle po jeho aktivaci pracuje v programové smyčce. Programy PLC se nestarají o vrácení zpět na začátek, zajišťuje to systémový program. Naopak dlouhodobé setrvání PLC programu v programové smyčce je chybou, taková chyba je hlášena jako překročení doby cyklu. [4]



Obr. 26. Schéma vykonávání programu [4]

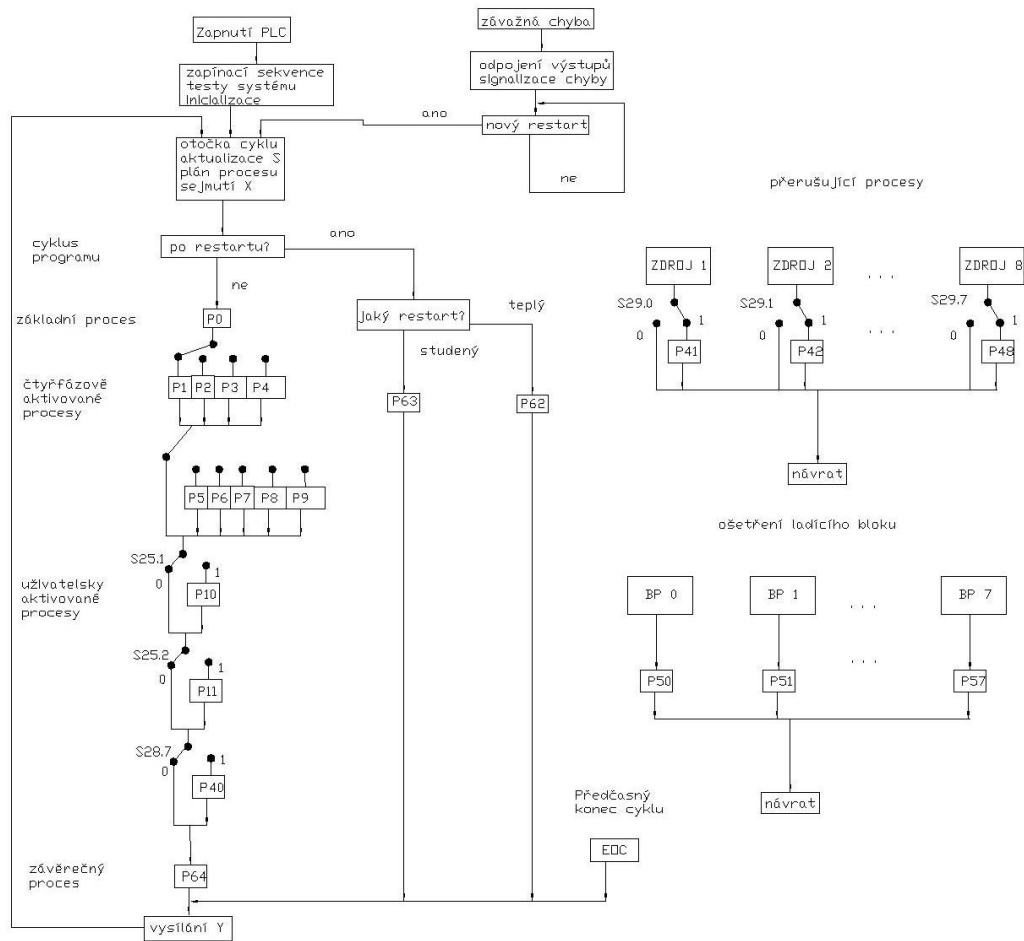
Na obrázku je znázorněno cyklické vykonávání programu. Po skončení programu je řízení předáno systémovému programu, který resetuje cyklus. Ten aktualizuje parametry vstupů a výstupů. Poté aktualizuje časovače a systémové registry, ošetří komunikaci a provede režijní program. Po resetu je řízení předáno zpět uživatelskému programu. [4]

2.4.6 Obrazy vstupů a výstupů

Pro PLC programy je typické, že nepracují s aktuálními hodnotami vstupů a výstupů, ale s jejich „paměťovými konzervami“ to znamená, že pracuje s obrazy vstupů a výstupů, které jsou uloženy v zápisníkové paměti. Hodnoty se aktualizují pouze při resetu programu. Tak je zajištěna spolupráce vstupních a výstupních dat s během programu, omezuje se tak chyba způsobená nevhodným souběhem měnících se hodnot. [4]

2.4.7 Multiprogramování, více smyčkový režim

Některé systémy mohou dovolovat práci v určitém režimu multiprogramování nebo více smyčkové aktivace, případně práci v přerušovaném režimu. Na obrázku je uveden příklad multiprogramové struktury PLC programu pro systém TECOMAT. [4]



Obr. 27. Schéma multiprogramové aktivace procesů [4]

System nabízí určitou šablonu, soubor procesů P0 až P64, pro která jsou daná pevná pravidla aktivace. [4]

Je ponecháno na vůli programátora, jak dalece tuto strukturu aktivace procesů využije. Procesy, které nejsou vytvořeny, nebudou ani aktivovány. Pokud tedy všechny instrukce svého uživatelského zapíšeme do procesu P0 mezi instrukce P0 a E0, bude celý program aktivován v jediné nestrukturované programové smyčce. Nejsou-li vážné důvody pro složitější struktury, doporučuje se zůstat u tohoto nejjednoduššího způsobu aktivace. [4]

2.5 Norma IEC 61 131

Norma IEC 61 131 je mezinárodně uznávaný standard pro programování PLC jednotek. Není závislá na žádné organizaci a firmě. Určuje technické i programové vybavení systému. [5]

V ČR byla norma přijata pod následujícími čísly a názvy:

ČSN EN 61 131-1 Programovatelné řídicí jednotky - Část 1: Všeobecné informace

ČSN EN 61 131-2 Programovatelné řídicí jednotky - Část 2: Požadavky na zařízení a zkoušky

ČSN EN 61 131-3 Programovatelné řídicí jednotky - Část 3: Programovací jazyky

ČSN EN 61 131-4 Programovatelné řídicí jednotky - Část 4: Podpora uživatelů

ČSN EN 61 131-5 Programovatelné řídicí jednotky - Část 5: Komunikace

ČSN EN 61 131-7 Programovatelné řídicí jednotky - Část 7: Programování fuzzy řízení

Jazyky pro programování určuje norma IEC 61 131-3.

Normu vyvíjel tým patřící do skupiny SC65B WG7 mezinárodní standardizační komise IEC (International Electrotechnical Commission). Výsledkem je specifická syntaxe a sémantika unifikovaného souboru programovacích jazyků, včetně obecného softwarového modelu a strukturujícího jazyka. Normu bere většina firem jako závaznou vnitřní směrnici pro vývoj PLC jednotek. [5][4]

2.5.1 Norma IEC 61 131-3

Dělí se na dvě základní části:

- Společné prvky
- Programovací jazyky

2.5.1.1 Společné prvky

Typy dat

Definovány jsou základní typy dat. Vyvarujeme se tím chybám na začátku projektu. Nej-používanější datové typy jsou BOOL, BYTE, WORD, INT, REAL, DATE, TIME, STRING, atd. Od těchto se pak odvozují další tzv. odvozené datové typy. [5]

Konfigurace, zdroje a úlohy

Konfigurace je řízení určitého problému na nejvyšší softwarové úrovni. Liší se podle značky a hardwarového vybavení a řešení. [5]

Funkce

Standardní funkce určuje norma IEC 61 131-3. Např. ADD pro sčítání, ABS pro absolutní hodnotu, SQRT pro odmocninu. Pokud se definují nové uživatelské funkce tak se mohou užívat opakovaně. [5]

2.5.1.2 Programovací jazyky

Standardem jsou čtyři programovací jazyky. Jsou přesně definovány normou. [5]

Dělí se na dvě základní skupiny: [5]

Textové jazyky

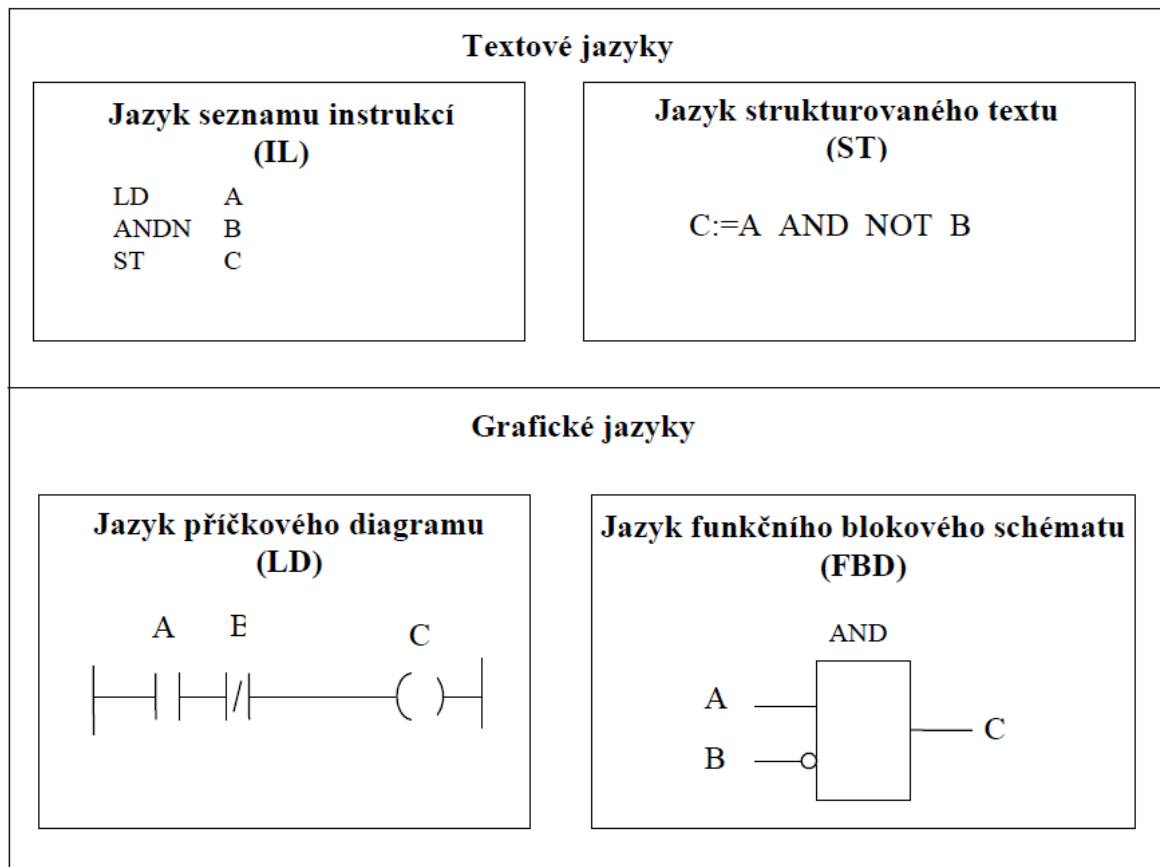
IL - Instruction List - jazyk seznamu instrukcí

ST -Structured Text - jazyk strukturovaného textu

Grafické jazyky:

LD - Ladder Diagram - jazyk příčkového diagramu (jazyk kontaktních schémat)

FBD - Function Block Diagram - jazyk funkčního blokového schématu



Obr. 28. Příklad funkce ANDN ve čtyřech jazycích [5]

Programovací jazyk si volí programátor dle svého uvážení. Záleží na jeho praxi v konkrétním jazyce a účelu programu.

Všechny čtyři jazyky jsou navzájem provázány.

LD - Ladder Diagram - jazyk příčkového diagramu

- Původ v USA
- Nazývá také jazykem kontaktních schémat, Program je zapsán sítí propojených grafických prvků.

IL - Instruction List - jazyk seznamu instrukcí

- Evropský protějšek LD
- Připomíná assembler, programová organizační jednotka je složena ze sekvence instrukcí

FBD - Function Block Diagram - jazyk funkčního blokového schématu

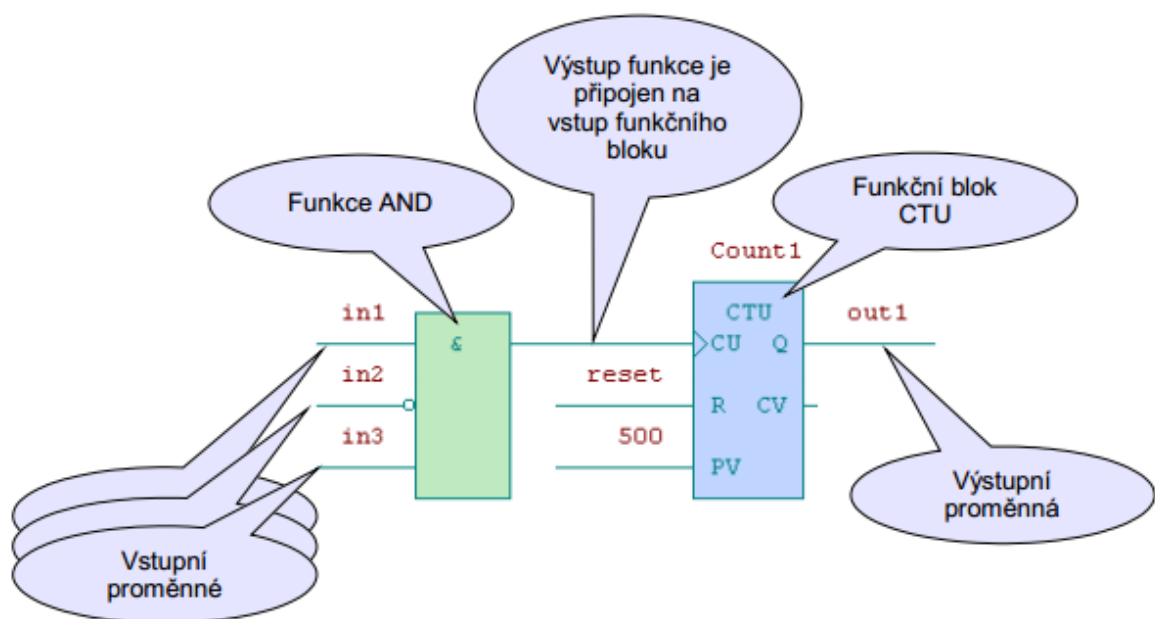
- Vyjadřuje program jako vzájemně provázaný grafický blok
- Každý výrobce nabízí odlišný soubor bloků

ST - Structured Text - jazyk strukturovaného textu

- Vychází z jazyků Ada, Pascal a C
- Nejvýkonnější jazyk, obsahuje prvky moderního programovacího jazyka včetně větvení a iterační smyčky

2.6 Jazyk funkčního blokového schématu – FBD

Jazyk funkčního blokového schématu (Function Block Diagram) je založen na propojování funkčních bloků a funkcí. Stejně jako v jazyce LD jsou i v jazyce FBD funkce a funkční bloky reprezentovány obdélníkem. Rozdíl je v tom, že v jazyce LD lze spojnicemi mezi prvky přenášet pouze hodnoty typu BOOL zatímco v jazyce FBD mohou spojnice mezi grafickými prvky přenášet hodnoty libovolného typu. [5]



Obr. 29. Grafika obvodu v jazyce FBD [5]

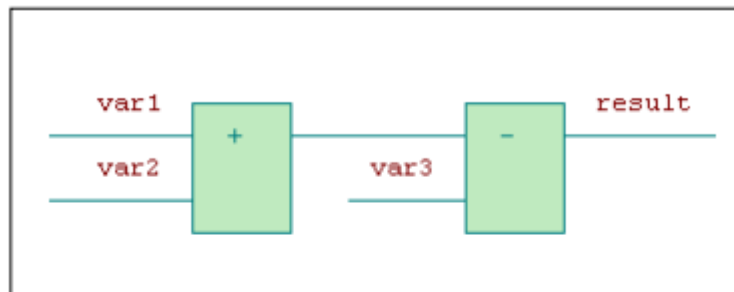
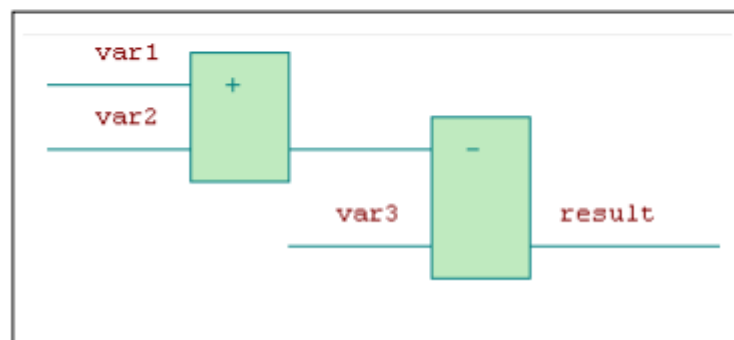
2.6.1 Grafické prvky v jazyce FBD

Obvod v jazyce FBD může obsahovat následující grafické prvky: [5]

- spojnice

- grafické prvky pro řízení provádění programu (skoky)
- grafické prvky pro volání funkcí nebo funkčních bloků

Jazyk FBD neobsahuje žádné další grafické prvky, jako jsou kontakty nebo cívky v jazyce LD. Prvky jazyka FBD se propojují spojnicemi toku signálu. Výstupy funkčních bloků se spolu nepropojují. Obzvláště konstrukce “wired OR” jazyka LD není v jazyce FBD dovolena. Místo toho se používá blok boolovského OR. Obvod v jazyce FBD může být vykreslen dvěma způsoby. Způsob zobrazení lze kdykoliv přepnout. Obvod realizuje výraz $\text{result} := (\text{var1} + \text{var2}) - \text{var3}$. [5]

A**B**

Obr. 30. Způsob zobrazení obvodu v jazyce FBD [5]

Vyhodnocování toku signálu v obvodech

Tok signálu v obvodech je vyhodnocován zleva doprava. Při výpočtu programu jsou pak jednotlivé obvody v POU vyhodnocovány v pořadí shora dolů. V obvodu budou tedy nejprve sečteny proměnné var1 a var2 a poté bude odečtena proměnná var3 . Výsledek bude uložen do proměnné result . [5]




2.6.1.1 Spojnice

Prvky spojnic mohou být vodorovné nebo svislé. Stav spojnice představuje hodnotu připojené proměnné. Pojem stav spojnice je synonymem k pojmu tok signálu.

Vodorovná spojnice je indikována vodorovnou čarou. Vodorovná spojnice předává stav prvku, který je bezprostředně vlevo, k prvku, který je bezprostředně vpravo od něho.

Svislá spojnice se skládá ze svislé čáry připojující jednu nebo více vodorovných spojnic na pravé straně. Stav svislé spojnice se kopíruje do všech připojených vodorovných spojnic napravo od ní. Stav svislých spojnic se nekopíruje do žádné připojené vodorovné spojnice vlevo od ní. [5]

Tab. 1. Spojnice [5]

Grafický objekt	Jméno	Funkce
	Vodorovná spojnice	Vodorovná spojnice kopíruje stav prvku připojeného na levé straně do prvku připojeného na pravé straně
	Svislá spojnice s vodorovnými připojeními	Stav vodorovné spojnice vlevo je kopírován do všech vodorovných spojnic vpravo
	Nedovolená konstrukce	Tato konstrukce (označovaná jako wired OR) není v jazyce FBD dovolena. Místo ní lze použít standardní funkci boolovského OR.

2.6.1.2 Řízení provádění programu





Pro řízení provádění programu máme stejně jako v jazyce LD dvě možnosti a to skok na určitý obvod v aktuálním POU a ukončení POU. Grafické symboly pro jazyk FBD jsou uvedeny v tabulce. [5]

Skoky se znázorňují vodorovnou čarou ukončenou dvojitou šipkou. Předání řízení programu na určené návěští obvodu proběhne, pokud je boolovská hodnota spojovací čáry 1 (TRUE). Spojovací čára pro podmínku skoku může začínat u boolovské proměnné nebo u boolovského výstupu funkce nebo funkčního bloku. Pokud podmínka není uvedena, jedná

se o nepodmíněný skok. Cílem skoku je návštěva sítě v rámci té programové organizační jednotky, v níž se skok objeví. Nelze tedy skákat jinak než v rámci jedné POU. [5]

Podmíněné návraty z funkcí a funkčních bloků se implementují použitím konstrukce RETURN. Provádění programu se předá zpět do vyvolávající POU, pokud je boolovský vstup 1 (TRUE). Provádění programu bude pokračovat v normálním běhu, pokud má boolovský vstup hodnotu 0. Nepodmíněné návraty vzniknou na fyzickém konci funkce nebo funkčního bloku nebo pomocí nepodmíněného prvku RETURN. [5]

Tab. 2. Předání řízení programu [5]

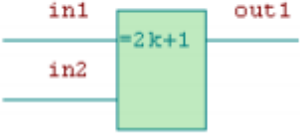
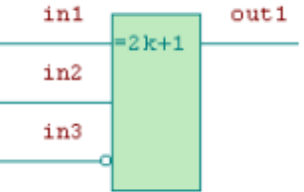
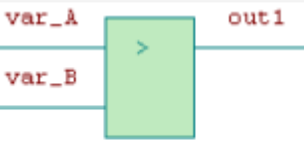

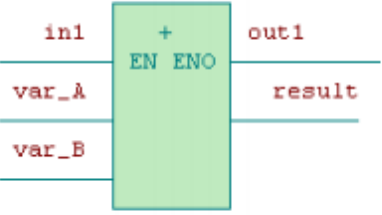
Grafický objekt	Jméno	Funkce
	Nepodmíněný skok (jump)	Skok na obvod s návěštím Label
	Podmíněný skok (Conditional jump)	Skok na obvod s návěštím Label jestliže proměnná VarName má hodnotu TRUE , jinak program pokračuje v řešení následujícího obvodu
	Nepodmíněný návrat z POU (Return)	Ukončí POU a vrátí řízení do volající POU. POU je rovněž ukončena, pokud se vyřeší všechny její obvody
	Podmíněný návrat z POU (Conditional return)	Ukončí POU a vrátí řízení do volající POU jestliže proměnná VarName má hodnotu TRUE , jinak program pokračuje v řešení následujícího obvodu

2.6.1.3 Volání funkcí a funkčních bloků


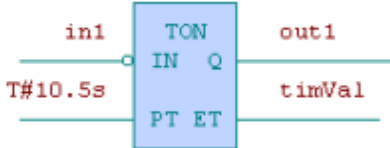
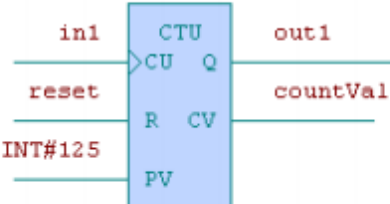

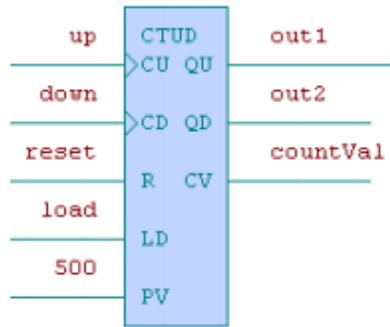
Grafická reprezentace funkcí a funkčních bloků je velmi podobná. Tyto POU jsou ve schématu reprezentovány obdélníkem stejně, jako je tomu v jazyce LD. Vstupní proměnné jsou reprezentovány spojnicemi zleva, výstupní proměnné spojnicemi zprava. Jména vstupních a výstupních formálních parametrů jsou uvedena uvnitř obdélníku naproti spojnicím, přes které se připojují aktuální hodnoty parametrů (proměnné nebo konstanty). U rozšiřitelných funkcí (např. ADD, XOR, atd.) se jména vstupních parametrů neuvádějí. Jméno funkce nebo typ funkčního bloku je pak uvedeno v horní části obdélníku. Jméno instance funkčního bloku je uvedeno nad obdélníkem. Obdélníky funkcí jsou kresleny zeleně, funkční bloky jsou modré. [5]

V jazyce FBD nemusí mít funkce nebo funkční blok žádný vstup typu BOOL proto, aby mohl být zapojen do obvodu. Použití implicitního vstupu EN není tedy v principu nutné, není však zakázáno. Obdobně to platí, také pro implicitní výstup ENO. Pokud jsou EN a ENO použity, jejich význam a chování jsou stejné jako v jazyce LD. [5]

Tab. 3. Příklad volání funkcí [5]

Obvod	Popis
	<p>Volání standardní funkce XOR</p> <p>Obvod realizuje výraz <code>out1 := IN1 XOR in2</code></p>
	<p>Volání standardní funkce XOR s rozšířeným počtem vstupů</p> <p>Obvod realizuje výraz <code>out1 := in1 XOR in2 XOR NOT in3</code></p>
	<p>Volání funkce GT bez použití EN a ENO</p> <p>Obvod realizuje výraz <code>out1 := var_A > var_B</code></p>
	<p>Volání funkce GT s použitím implicitního vstupu EN. Implicitní výstup ENO není použit.</p> <p>Jestliže má vstup EN hodnotu TRUE obvod realizuje výraz <code>out1 := var_A > var_B</code> Jinak se hodnota proměnné out1 nepočítá.</p>
	<p>Volání funkce ADD s použitím implicitního vstupu EN a implicitního výstupu ENO.</p> <p>Jestliže má vstup EN hodnotu TRUE obvod realizuje výraz <code>result := var_A + var_B</code> Jinak se hodnota proměnné result nepočítá. Výstup ENO kopíruje stav vstupu EN.</p>

Tab. 4. Příklad volání funkčních bloků [5]

Obvod	Popis
<p style="text-align: center;">Edge1</p> 	<p>Volání standardního funkčního bloku R_TRIG</p> <p>Výstup out1 je nastaven pouze v případě přechodu proměnné in1 z hodnoty 0 na hodnotu 1 (náběžná hrana)</p>
<p style="text-align: center;">Tim1</p> 	<p>Volání standardního funkčního bloku TON</p> <p>Vstupní proměnná in1 je negovaná.</p> <p>Vstupní proměnná PT (předvolba časovače) je typu TIME a do této proměnné zapisuje konstanta T#10.5s (10,5 sekundy)</p>
<p style="text-align: center;">Count1</p> 	<p>Volání standardního funkčního bloku CTU</p> <p>Vstup CU je ve funkčním bloku CTU definován následovně:</p> <pre>VAR_INPUT CÜ : BOOL R_EDGE; END_VAR</pre> <p>Z toho důvodu je vstupní spojnice tohoto signálu ukončena značkou vyhodnocení náběžné hrany</p> 
<p style="text-align: center;">Count2</p> 	<p>Volání standardního funkčního bloku CTUD</p> <p>Vstupy CU a CD jsou typu BOOL s detekcí náběžných hran.</p> <p>Do vstupu PV (Preset Value) se zapisuje konstanta 500.</p> <p>Výstup CV (Counter Value) je zapisován do proměnné countVal.</p>

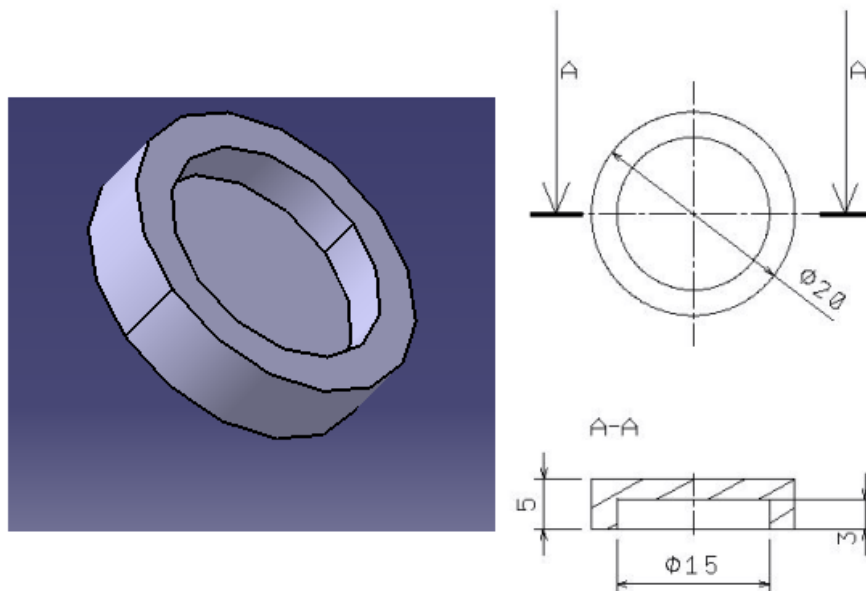
II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ZADÁNÍ A PODMÍNKY PRÁCE

Diplomová práce má za cíl sestavit pneumatický manipulátor, který bude vhodně orientovat předem daný výrobek. To je v tomto případě duralový kotouč s vnitřním vybráním. Manipulátor bude dále sloužit jako učební pomůcka na ústavu výrobního inženýrství.

Pro konstrukci manipulátoru je potřeba splnit podmínky: pro ovládání se musí využít PLC jednotka firmy Siemens LOGO! Tato jednotka umožňuje automatizování jednoduchých průmyslových operací. Další podmínkou je co nejefektivněji využít pneumatické vybavení na ÚVI a také zohlednit cenu do konečného návrhu.

Úkolem této práce je také vytvořit návod pro programování v programu LOGO! Soft Comfort.



Obr. 31. Duralový kotouč

Jako základ pro sestavu byl použit ukázkový manipulátor, který se nacházel v laboratoři UVI a sloužil pouze jako vizuální pomůcka. Skládal se ze dvou pneumatických válců, jednoho kyvného pohonu, chapadla HGP, vyhodnocovací jednotka pro zmíněné chapadlo, ventilového hnízda a několika snímači koncových poloh.



Obr. 32. Ukázkový manipulátor

4 KONSTRUKCE MANIPULÁTORU

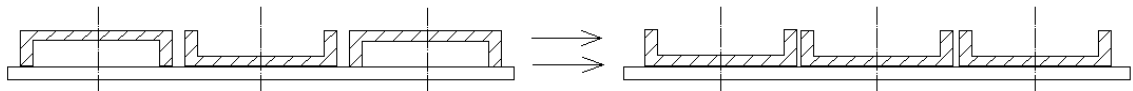
Po kontrole manipulátoru byly pomocí kódového označení zjištěny tyto parametry manipulátoru:

Tab. 5. Hodnoty manipulátoru

posuv ve vodorovném směru	30 mm
posuv ve svislém směru	32 mm
mezera mezi otevřenými čelistmi	10 mm
mezera mezi zavřenými čelistmi	6 mm
otočení kyvného pohonu o	180 °
síla stlačení čelistí	10 N

Pomocí zjištěných parametrů bylo stanoveno, že daný manipulátor vyhovuje zadané aplikaci. Odpadla i nutnost numerické kontroly, protože manipulátor je v tomto případě předimenzovaný.

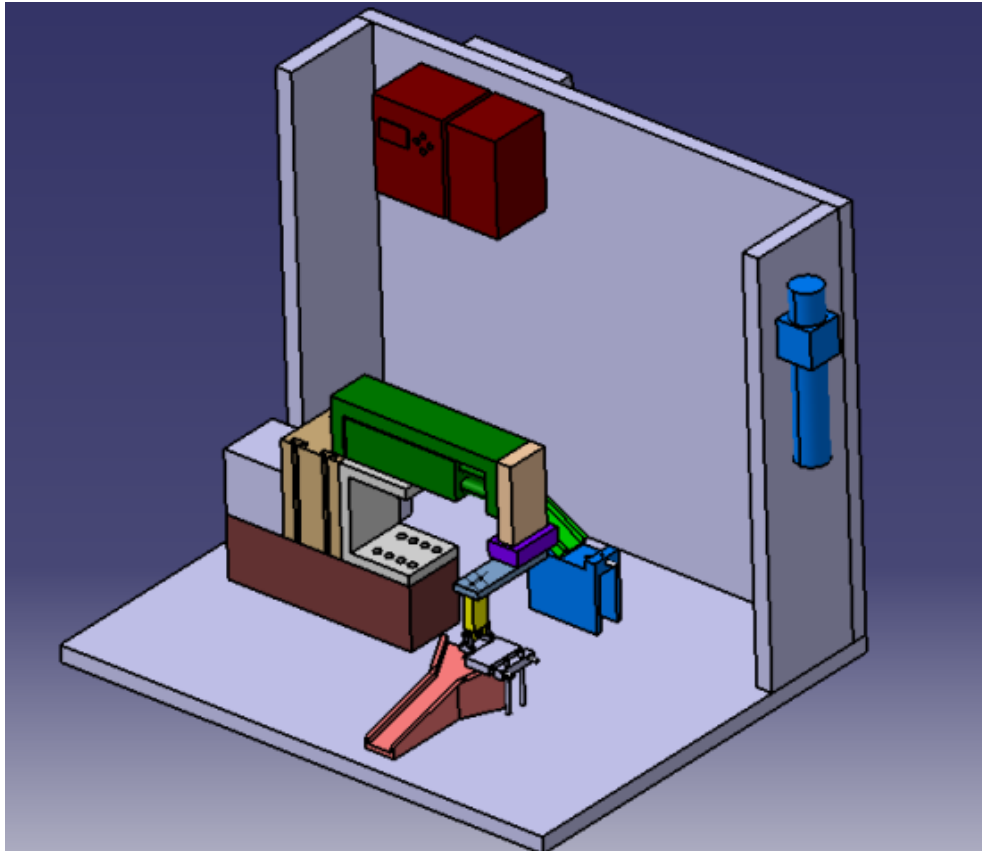
Stanice manipulátoru je navržena tak, že obsahuje dva zásobníky, vstupní a výstupní. Do vstupního zásobníku vstupuje duralový kotouč náhodně orientován, tzn. vybráním směřuje nahoru nebo dolů. Manipulátor bude tyto kotouče odebírat a správně naorientované je vkládat do výstupního zásobníku.



Obr. 33. Způsob orientace

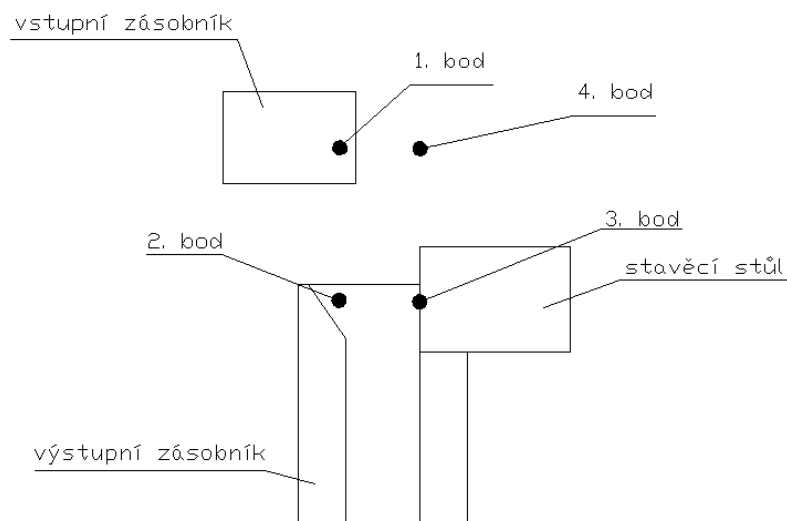
Rozmístění komponent

Rozmístění jednotlivých komponent je dle následujícího obrázku takové: na levou stranu pracovní desky bude uchycen manipulátor, tak že jeho hlavní posuv bude chapadlem posouvat doleva a doprava.



Obr. 34. Model rozmístění

Manipulátor bude mít čtyři body, ve kterých může uchopit nebo položit kotouč. Tudiž do prvního bodu se umístí vstupní zásobník, do druhého výstupní zásobník a třetího stavěcí stůl, pomocí kterého se budou kotouče obracet. PLC jednotka bude umístěna na stěně pracovního stolu. Na stěně bude rovněž redukční ventil a elektrický zdroj.



Obr. 35. Čtyři body úchopu a položení

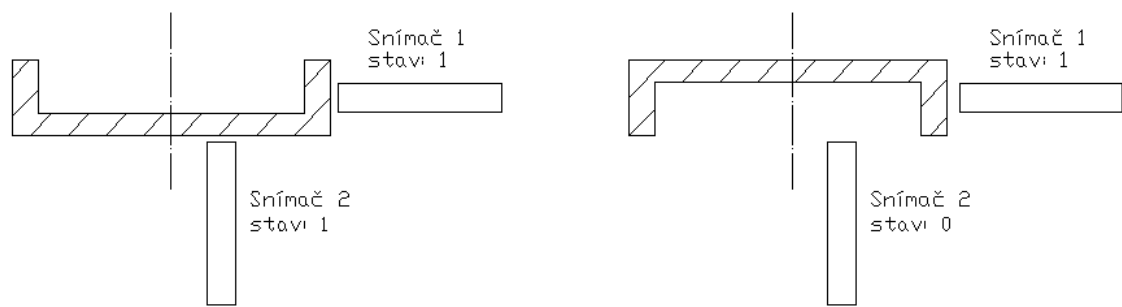
4.1 Kontrola orientace

Kontrolu orientace lze provádět několika způsoby. Nejjednodušší metodou by bylo použít kamerového systému. Kamerový systém pro kontrolu orientace se skládá z kamery a vyhodnocovací jednotky. Do vyhodnocovací jednotky se nahrají kamerou vyfocené fotky různých situací. Při provozu linky kamera zachycuje aktuální stav, foto předává vyhodnocovací jednotce a tyto fotky porovnává s předem připravenými situacemi. Tento způsob snímání je sice přesný, ale finančně náročný. Proto je pro zadaný úkol nevhodný.



Obr. 36. Kontrola orientace pomocí kamery [3]

Zamýšlený manipulátor si bude muset vystačit s levnější metodou kontroly. Do zásobníku budou umístěny dva indukční snímače od firmy Festo. Snímače budou indikovat tři stavy: kotouč orientován dobře, kotouč orientován špatně a prázdný zásobník. Princip je znázorněn na obrázku.

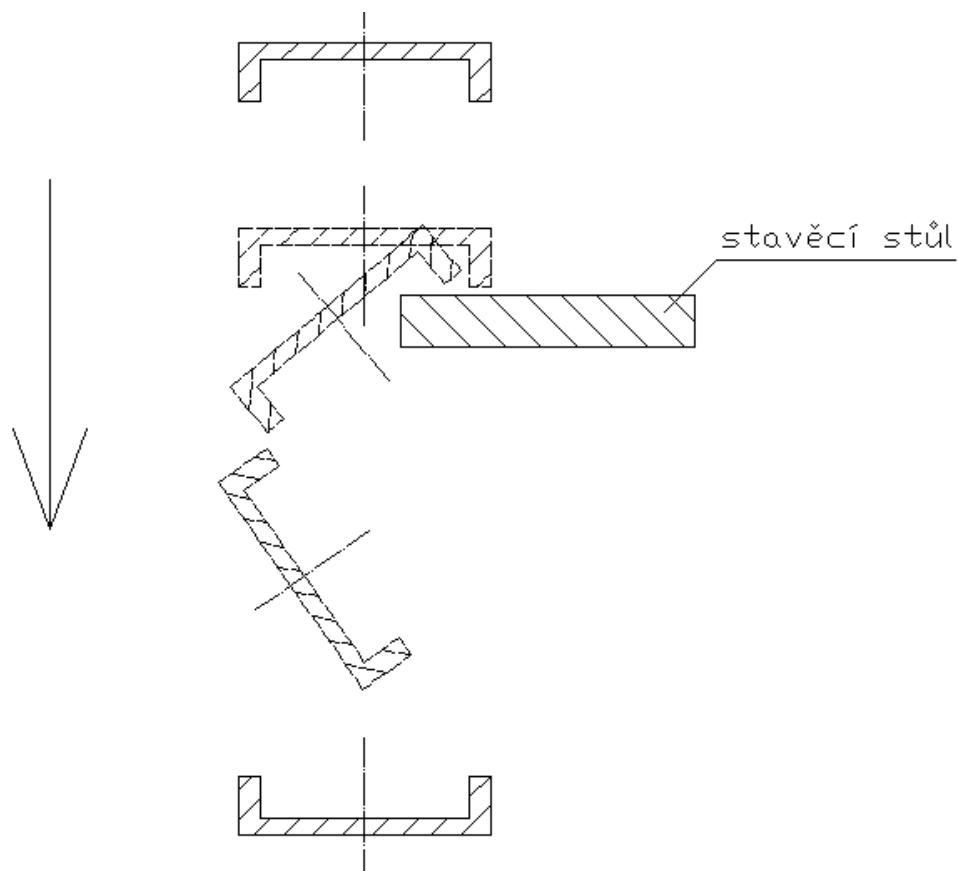


Obr. 37. Kontrola orientace

Pokud je na obou snímačích hodnota 1, znamená to dobře orientovaný výrobek. Jestliže snímač 1 má hodnotu 1 avšak snímač 2 hodnotu 0, znamená to špatně orientovaný výrobek. Pokud je na snímači 1 i 2 stav 0, znamená to, že je zásobník prázdný.

4.2 Způsob otáčení

Otáčení výrobků bude probíhat pomocí nastavovacího stolu. Manipulátor s kotoučem najejde nad tento stůl, kotouč pustí a během pádu dojde k otočení kotouče.



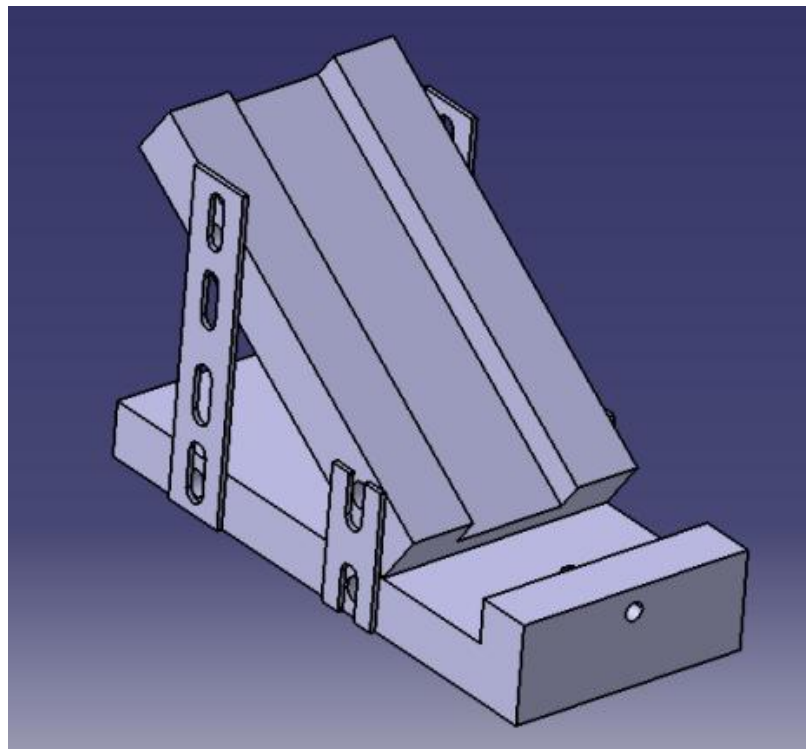
Obr. 38. Otáčení výrobku

4.3 Popis jednotlivých komponent

Pro navrhování a ustálení všech komponent manipulátoru je pro vizualizaci použit počítačový program CATIA V5.

Vstupní zásobník

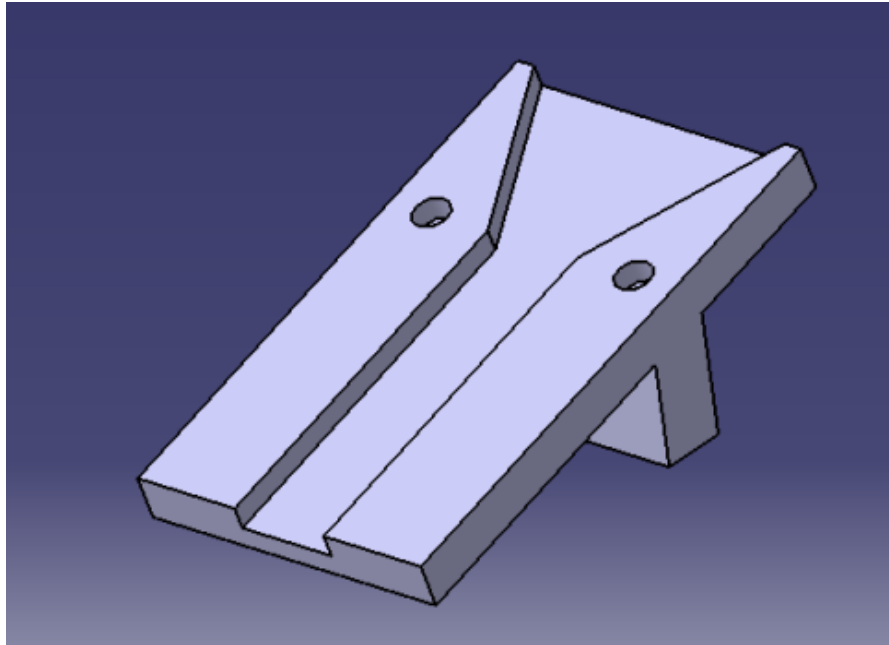
Zásobník, o kapacitě 5 kotoučů, se bude skládat z kluzné části, ze které kotouče sklouznou na snímací část. Do snímací části, budou navedeny dva indukční snímače FESTO SIEH-3B-PS-K-L, Jak již bylo zmíněno, tyto snímače zjistí orientaci výrobku. Kluzná část půjde dle potřeby nastavit na požadovaný úhel. Spojení obou částí budou zajišťovat montážní plechy. Celý vstupní zásobník se ustaví na dřevěnou podložku tak, aby se vyrovnaly výškové rozdíly mezi jednotlivými komponenty.



Obr. 39. Model vstupního zásobníku

Výstupní zásobník

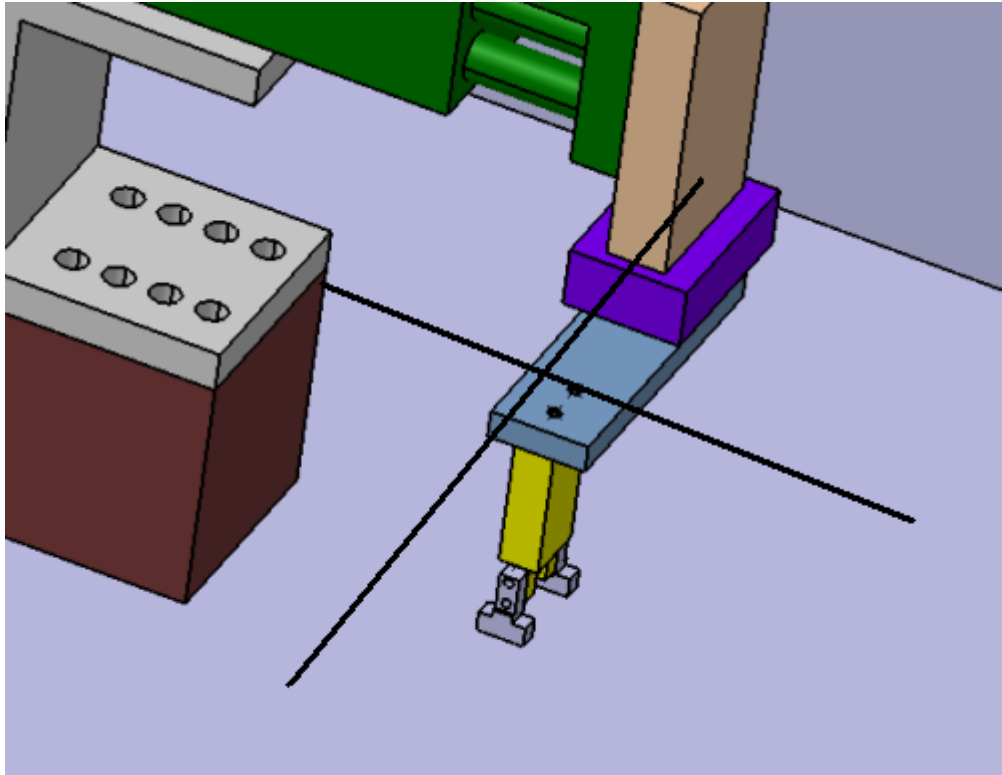
Na výstupní zásobník budou padat již naorientované kotouče, aby se zajistil plynulý odvod výrobků, tak je řešen jako gravitační zásobník.



Obr. 40. Model výstupního zásobníku

Prodloužení chapadla

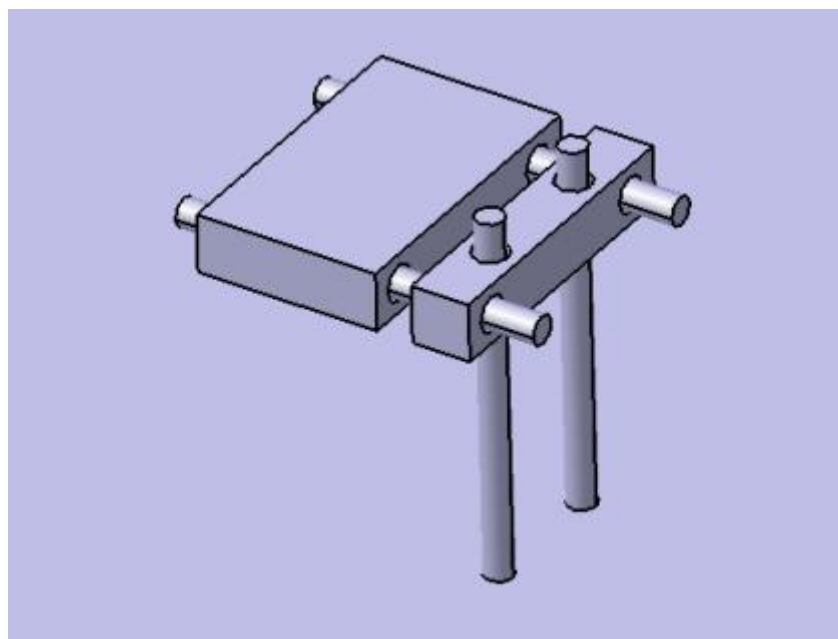
Chapadlo manipulátoru je umístěno na kyvném pohonu, který je umístěn na pneumatickém válci. Tato konstrukce zajišťuje pouze dva montážní body. Pro zamýšlenou aplikaci je to málo. Proto je zde snaha o vytvoření dalších montážních bodů. Po přidání prodloužení mezi kyvný pohon a chapadlo vzniknou jednoduše další dva montážní body. Celkem se jejich počet rozroste na 4.



Obr. 41. Model prodložení

Nastavovací stůl

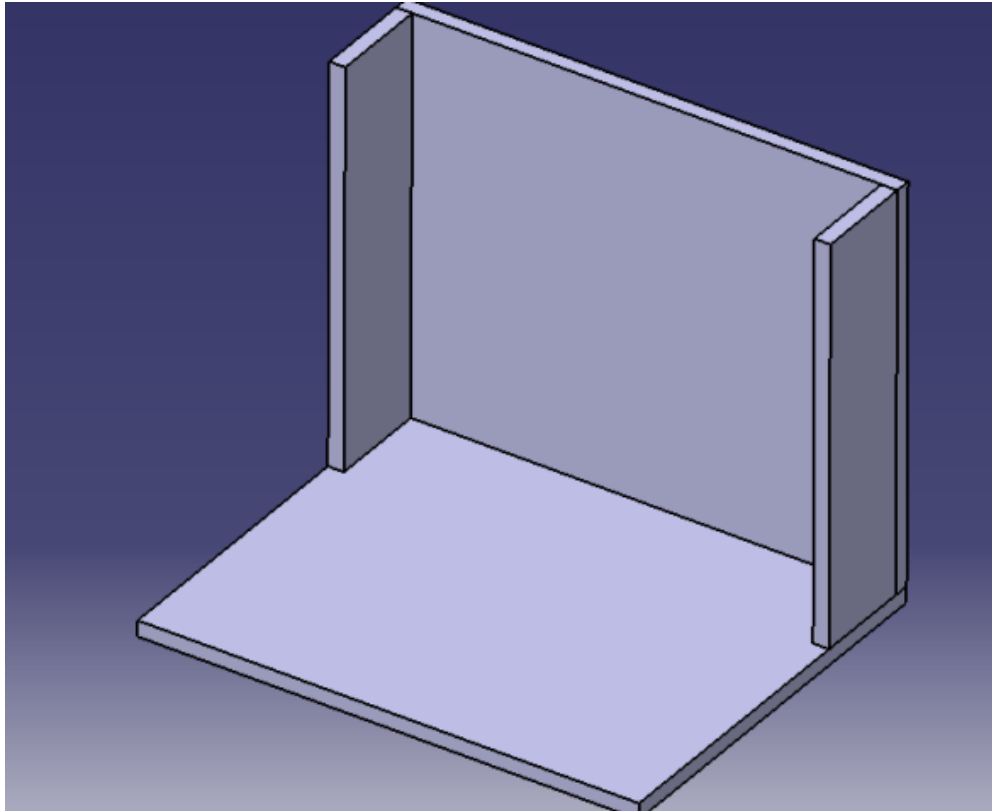
Tato sestava se skládá z pracovní desky a výškového stavění. Vše je uchyceno závitovou tyčí M4 a maticemi. Díky tomuto řešení se může provádět korekce ve směru svislém a podélném.



Obr. 42. Model nastavovacího stolu

Pracovní stůl

Pracovní stůl bude sestaven z dřevotřískových desek, které budou vhodně upraveny. Sestava bude mít, kvůli manipulaci, zesponovanou konstrukci ze spodní strany.



Obr. 43. Model pracovního stolu

4.4 Zapojení manipulátoru

PLC jednotka

Tato jednotka je nejdůležitější komponenta je nejdůležitější část manipulátoru. Bylo zvoleno PLC Siemens LOGO verze 0BA6 s osmi digitálními vstupy, čtyřmi reléovými výstupy a textovým displejem. PLC může být rozšířeno rozšiřovacími moduly. V tomto případě pouze jedním s osmi digitálními vstupy a osmi digitálními výstupy.

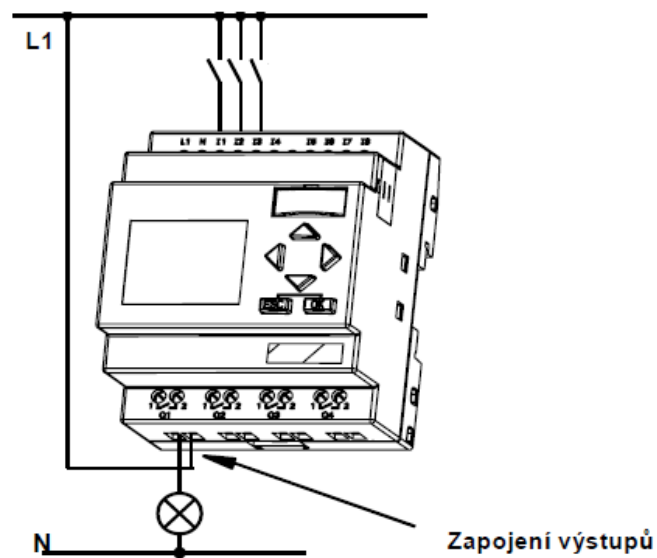
PLC i rozšiřovací jednotka jsou připojeny na zdroj L1 a M. Po přivedení energie se moduly sami zapínají a začínají pracovat. Rozšiřovací jednotka je k PLC připojena speciální svorkovnicí, pokud je aktivní svítí zeleně. Je potřeba zapnout rozšiřovací jednotku dříve nebo ve stejnou dobu jako PLC. Jinak by jednotka PLC tento modul nenačetla.



Obr. 44. PLC jednotka

Zapojení výstupů

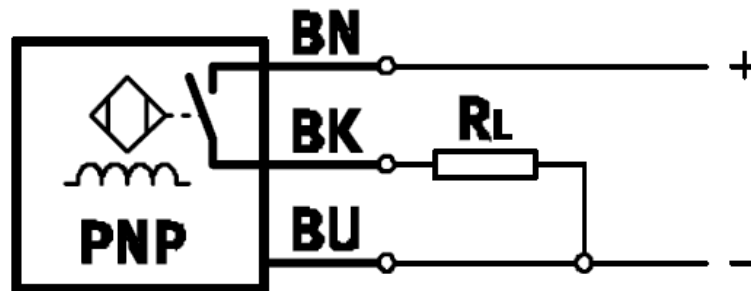
Kontakty relé jsou potencionálně odděleny od napájecího napětí a od vstupů. Na výstupy se tak můžou připojit různé zátěže. Schéma zapojení je na obrázku.



Obr. 45. Zapojení výstupů

Zapojení vstupů

Všechny použité snímače od firmy Festo jsou třížilové PNP. Zapojení je tedy následující: BN vodič (hnědý) je připojen na +24V zdroj. BK vodič (černý) je připojen na vstup do PLC jednotky. BU vodič (modrý) je připojen na 0V zdroj.



Obr. 46. Zapojení PNP snímačů

Zapojení ventilového terminálu

Ventilový terminál se skládá ze čtyř elektromagnetických ventilů. Z toho tři jsou bistabilní jednoho monostabilního. Monostabilní ventil ovládá kyvný pohon. Ventilový terminál se může ovládat ručně. Na jeho boku jsou posuvné šoupátka, pomocí kterých se přestavují ventily z první pozice do druhé a naopak. To poskytuje výhodu dokončení operace při výpadku elektrické energie. Popřípadě nastavit manipulátor do základní polohy.

Terminál je k PLC připojen devíti pinovým sériovým kabelem.



Obr. 47. Ventilový terminál

Zapojení redukčního ventilu a tlakového vzduchu

Redukční ventil je umístěn na boku pracovního stolu. Nad ním je uchycen uzávěr stlačeného vzduchu. Hadice se stlačeným vzduchem je umístěna pod pracovním stolem, tak aby tlakové ztráty byly co nejmenší.



Obr. 48. Redukční ventil

Vyhodnocovací jednotka SMH-AE1

Tato jednotka je příslušenstvím použitého chapadla HGP. Je součástí ukázkového manipulatoru. Jednotka slouží k vyhodnocení stavu chapadla. Chapadlo může nabývat tří stavů: bude otevřené, zavřené nebo může svírat předmět. A právě tyto tři stavy signalizuje vyhodnocovací jednotka PLC jednotce. Navíc se jednotlivé signály mohou odstupňovat tak, že PLC jednotka bude provádět měření.



Obr. 49. Vyhodnocovací jednotka SMH-AE1[3]

Elektrické zapojení

Indukční a magnetické snímače byly zapojeny do PLC jednotky dle následující tabulky:

Tab. 6. Hodnoty vstupů

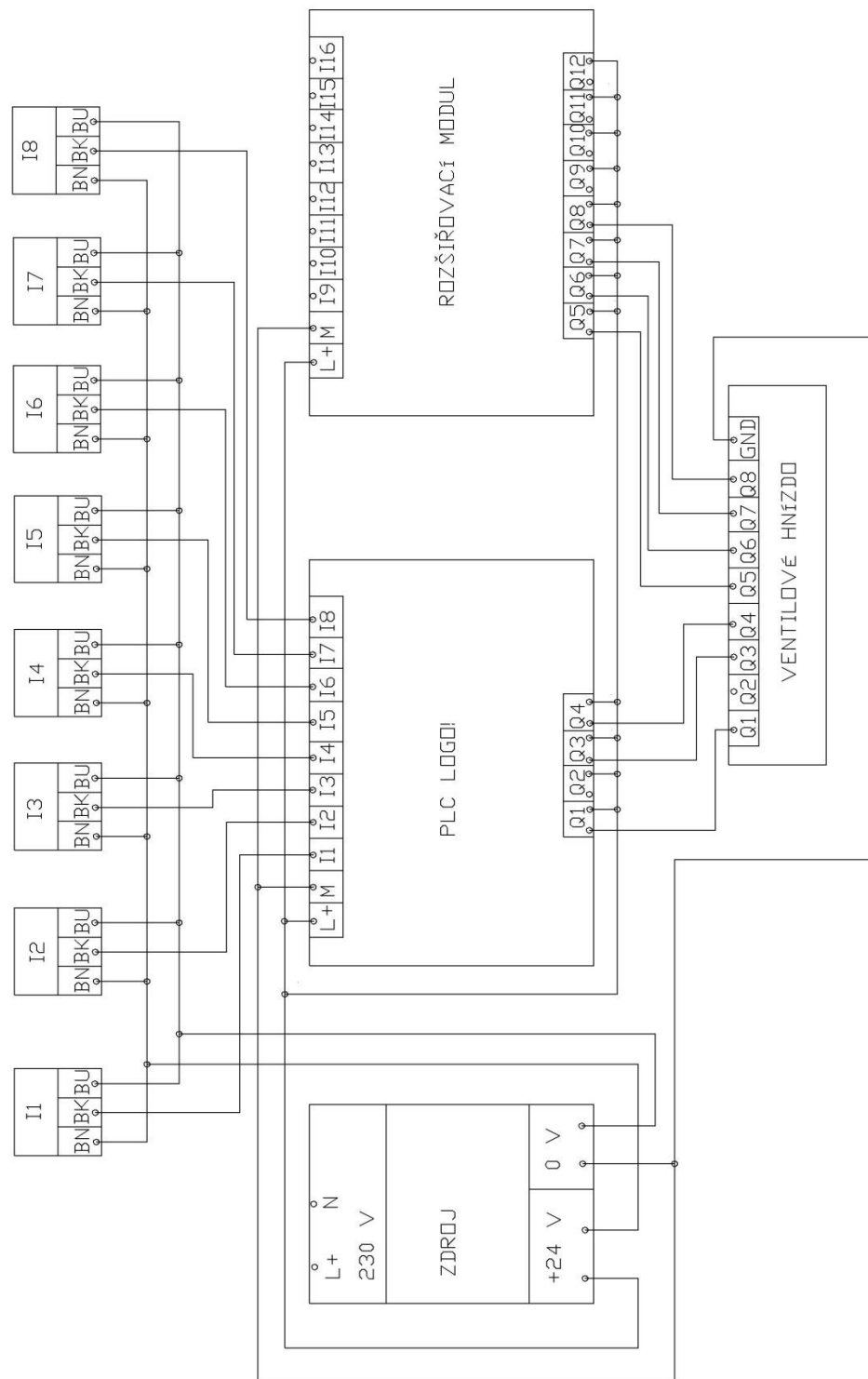
I1	kyvný pohon vstupní zásobník
I2	kyvný pohon výstupní zásobník
I3	vodorovný posuv vlevo
I4	vodorovný posuv vpravo
I5	svislý posuv nahoře
I6	svislý posuv dole
I7	vstupní zás. Boční snímač
I8	vstupní zás. Spodní snímač

Ventilové hnízdo je na PLC napojeno takto:

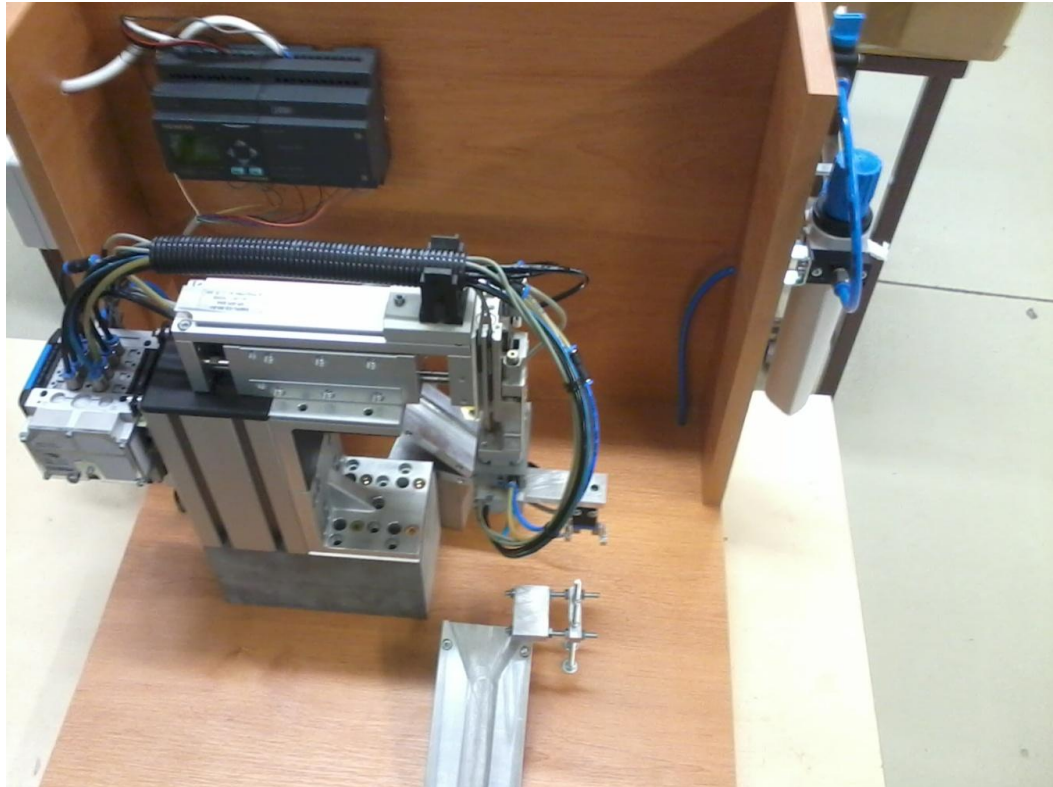
Tab. 7. Označení výstupů

Q1	vypnutý	kyvný pohon k vstupnímu zásobníku
	zapnutý	kyvný pohon k výstupnímu zásobníku
Q2		neobsazeno
Q3		zavřít čelist
Q4		otevřít čelist
Q5		svislý posuv dolů
Q6		svislý posuv nahoru
Q7		vodorovný posuv doleva
Q8		vodorovný posuv doprava

Celé zapojení obvodu, je provedeno podle pokynů výrobce



Obr. 50. Schéma elektrického zapojení



Obr. 51. Sestavený manipulátor

Tab. 8. Kusovník

číslo	název	ks	cena za 1ks	číslo výkresu
1	pneumatický válec	2	na UVI	
2	kyvný pohon	1	na UVI	
3	chapidlo HGP		na UVI	
4	vyhodnocovací jednotka		na UVI	
5	magnetické snímače	6	na UVI	
6	PLC, roz. Modul, zdroj, kabel software	1	5 700 Kč	
7	skříň pro zdroj	1	100 Kč	
8	desky	4	350 Kč	
9	vypínač	1	100 Kč	
10	el.kabel	1	80 Kč	
11	indukční snímač	2	1 800 Kč	
12	resdukční ventil a uzávěr	1	1 600 Kč	
13	tlumič koncové polohy	1	1 600 Kč	
14	prodloužení	1		1
15	výškové stavění	1		2/1
16	odrazová část	1		2/2
17	kluzná část	1		3/1
18	základna	1		3/2
19	nástavec HGP	2		4
20	výstupní zásobník	1		5/1
21	kotouč	4		6

5 PROGRAMOVÁNÍ PLC

Jelikož PLC jednotka Siemens LOGO! je na ústavu výrobního inženýrství použita vůbec poprvé, je zde uveden postup pro vytvoření programu a nahrání do PLC.

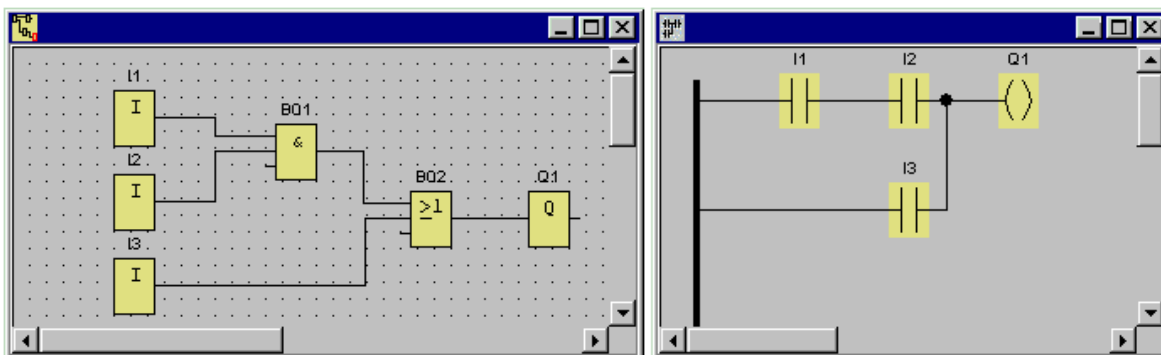
Použité LOGO 0BA6 lze programovat dvěma způsoby. První způsob: přímo na PLC je umístěn display a vedle něj několik ovládacích tlačítek. Tímto lze nastavit celý program. Rozlišení display je bohužel malé, takže lze zobrazit pouze jeden blok. Tudíž programování větších úkolů by bylo značně nepřehledné.

Druhá možnost je programování přes specializovaný počítačový software od společnosti Siemens LOGO! Soft Comfort.

5.1 LOGO! Soft Comfort

V tomto softwaru lze přehledně naprogramovat celý program. Následně lze spustit i simulaci, to je jeho výhoda oproti programování na jednotce PLC. Program se do jednotky PLC posílá pomocí kabelu, pomocí kterého lze upravený program dostat zpět do počítače.

Programovat lze dvěma typy jazyků: FBD a LAD



Obr. 52. Ukázka programu FBD (vlevo) a LAD (vpravo)

PLC bude naprogramováno jazykem funkčních bloků, proto je zde uvedeno programování v tomto jazyce.

PŘEHLED UŽIVATELSKÉHO PROSTŘEDÍ

Po prvním zapnutí LOGO! Soft Comfort zobrazeno neaktivní pole. V menu jsou pouze čtyři možnosti: nový program, otevřít stávající program, download programu z PLC a nápověda.



Obr. 53. Menu

Po kliknutí na ikonu nového programu se otevře okno vlastností nového programu. V záložce general se může nastavit jméno autora, jméno programu, určit verzi programu. Další důležitou záložkou je parameter, zde se k programu může přiřadit heslo, popřípadě určit, co se má zobrazit na obrazovce PLC při chodu programu.

The image shows a dialog box titled "Properties from Circuit Diagram1". It has several tabs: "General", "Comment", "Statistics", "Page Layout", and "Parameter". The "General" tab is selected. The fields are as follows:

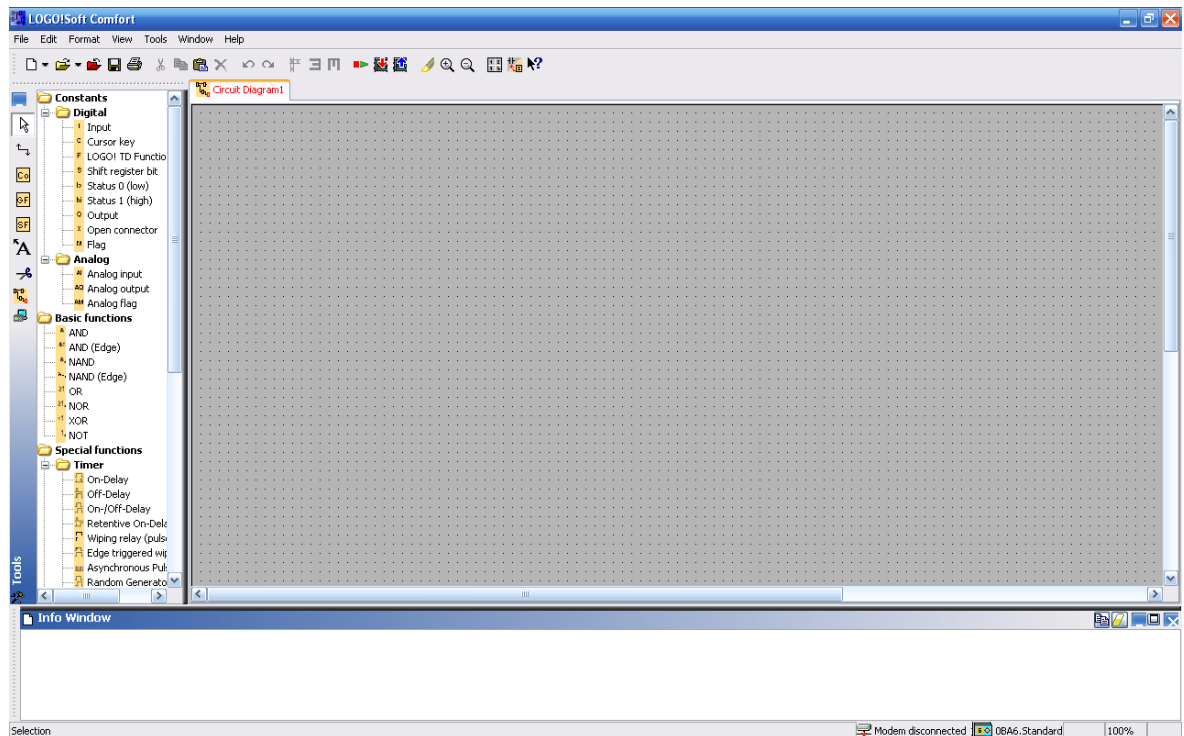
- Creator: [text input]
- Project name: [text input]
- Installation name: [text input]
- Customer: [text input]
- Diagram no.: [text input]
- Checked: [text input]
- Company: [text input] with a folder icon button to the right.
- Version: [1] [0] [0] (three separate input boxes)

At the bottom of the dialog, there is a checkbox labeled "Show at new file" which is checked. Below the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Obr. 54. Vlastnosti nového programu

Po Nastavení potřebných údajů a odsouhlasení se zobrazí nová pracovní plocha.

Na levé straně se zobrazí sloupec Tool, kde se nachází všechny potřebné bloky. Přes větší obrazovky je zobrazena pracovní plocha, ve které se tvoří program.

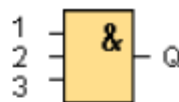


Obr. 55. Přehled uživatelského prostředí

ZÁKLADNÍ FUNKCE

And

Výstup Q bude sepnut pouze tehdy, pokud vstupy 1,2 a 3 budou mít hodnotu 1. Pokud kterýkoliv vstup má hodnotu 0, výstup Q se nesezne.

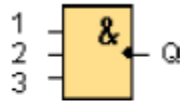


Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3	Výstup
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Obr. 56. And

Not And

Funkce Not And je opak funkce And. Výstup Q je sepnut, pouze pokud všechny vstupy mají hodnotu 0.

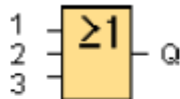


Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3	Výstup
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Obr. 57. Not And

Or

Výstup Q je sepnutý, pokud jeden nebo více vstupů má hodnotu 1. Všechny další mohou mít 0.

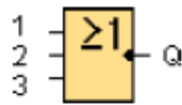


Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3	Výstup
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Obr. 58. Or

Not Or

Tato funkce je negací funkce Or. Pokud mají všechny vstupy hodnotu 0, výstup je sepnutý. Po změně jednoho nebo více vstupů se výstup rozpíná.

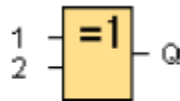


Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3	Výstup
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Obr. 59. Not Or

XOr

Výstup je sepnut pouze tehdy, pokud vstupy mají rozdílné hodnoty. Pokud není vstup zapojen, má automaticky hodnotu 0.

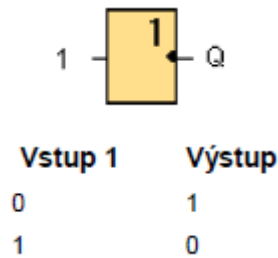


Vstup 1	Vstup 2	Výstup
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Obr. 60. XOr

Not

Tato funkce invertuje hodnotu na vstupu. Pokud je na vstupu hodnota 1, tak na výstupu bude hodnota 0 a naopak.



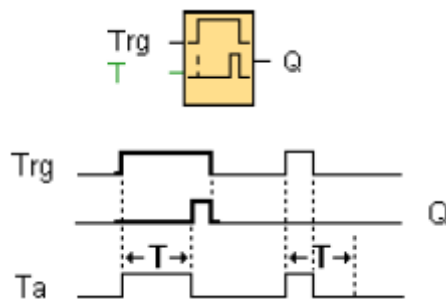
Obr. 61. Not

ZVLÁŠTNÍ FUNKCE

Těchto funkcí se v programu LOGO! Soft Comfort nachází více jak dvacet. Zde jsou uvedeny jen ty nejpotřebnější.

Zpožděné zapnutí

Pokud se změní stav na vstupu Trg z 0 na 1, spustí se časovač Ta. Čas Ta si uživatel nastaví podle potřeby. Jestliže signál 1 na vstupu vydrží dostatečně dlouho, po dobu časovače Ta, sepne se výstup Q. Pokud signál 1 na vstupu zmizí během časování, tak se časovač Ta resetuje.



Obr. 62. Zpožděné zapnutí

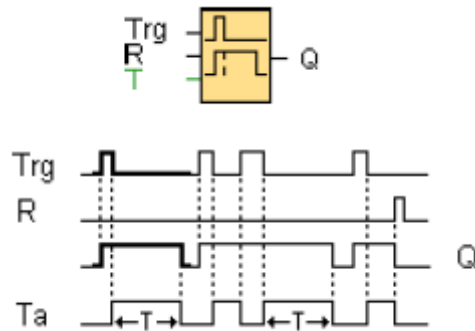
Vstup Trg – na tento konektor se přivádí spouštěcí impuls a začíná běžet časovač Ta

Parametr T – je to čas, po jehož uplynutí se sepne výstup Q

Výstup Q – výstup Q se sepne po uplynutí doby T, pokud je parametr Trg 1.

Zpožděné vypnutí

Pokud je na vstupu Trg hodnota 1, tak je okamžitě sepnut výstup Q. Po vynulování vstupu se spustí časovač Ta s parametrem T. Po nastavenou dobu T, zůstane výstup sepnutý. Pokud je přiveden impuls na vstup R, je časovač vynulován a výstup Q má hodnotu 0.



Obr. 63. Zpožděné vypnutí

Vstup Trg – na tento konektor se přivádí spouštěcí impuls a začíná běže časovač Ta

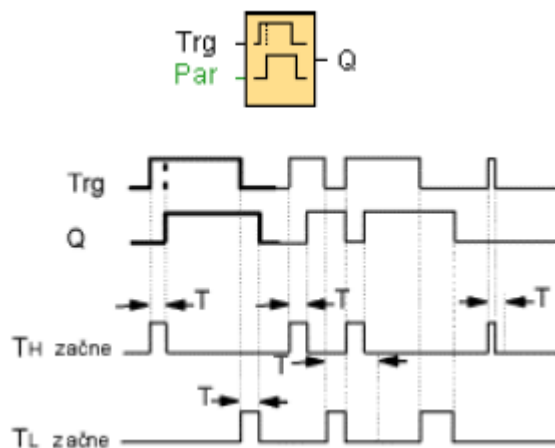
Vstup R – po přivedení impulsu se nuluje časovač Ta

Parametr T – je to čas, po jehož dobu je sepnutý výstup Q

Výstup Q – výstup Q se sepnutý od doby změny stavu Trg z 0 na 1, po změnu z 1 na 0 plus doba T.

Zpožděné zapnutí a vypnutí

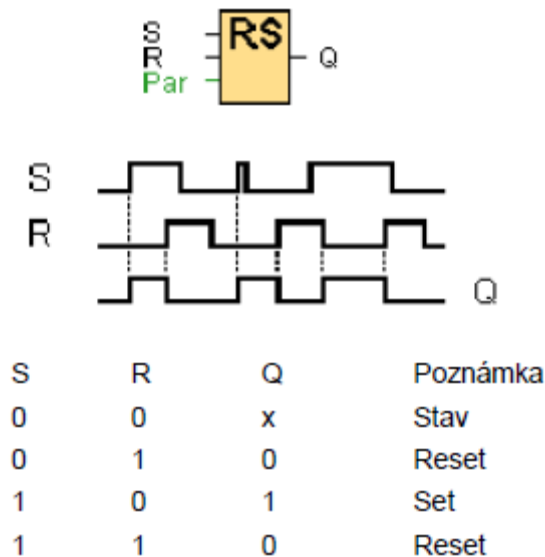
Tato funkce je kombinací dvou předchozích. Chybí zde pouze vstup R pro vynulování doby zpožděného vypnutí. Jinak je popis stejný.



Obr. 64. Zpožděné zapnutí a vypnutí

Samodržné relé

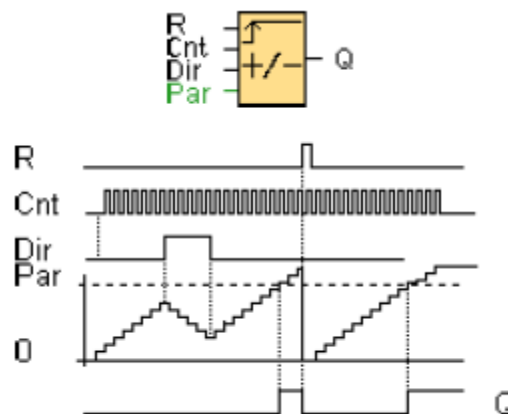
Samodržné relé má dva vstupy S a R. Výstup Q je sepnutý, pokud byl přiveden impuls na vstup S. Výstup je sepnutý i po odpojení vstupu S až do doby, kdy je na vstup R přiveden resetující impuls. Pak je výstup Q vynulován. Samodržné relé má prioritní reset. Tzn. pokud mají oba vstupy S a R hodnotu 1, výstup Q má hodnotu 0.



Obr. 65. Samodržné relé

Dopředný a zpětný čítač

Při každém pozitivním impulsu na vstupu Cnt je interní čítač zvýšen o jedničku. Pokud je současně s tím přiveden impuls na vstup Dir, čítač se snižuje o jedničku. Je-li interní čítač Par v požadované toleranci, tak je výstup Q sepnutý. Po impulsu na vstupu R, je čítač Par vynulován.

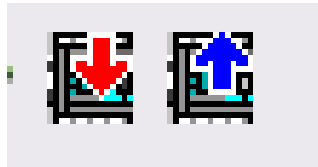


Obr. 66. Dopředný a zpětný čítač

NAHRÁNÍ PROGRAMU DO A Z PLC

Pro přenos programu je nutný speciální kabel, který se na straně PC připojuje do zdířky USB. Pro správnou funkci je nutná instalace ovladače.

Nahrání i stáhnutí lze provádět pouze, pokud je PLC jednotka ve STOP módu. STOP mód znamená, že není spuštěn program.



Obr. 67. Ikona pro nahrání do PLC (vlevo), z PLC (vpravo)

Pro nahrání programu do PLC jednotky stačí pouze kliknout na ikonu označenou PC -> LOGO!. Software zkontroluje program v aktivním okně, a pokud neobsahuje otevřené prvky tak program nahraje do PLC. Následně se zeptá, jestli se má program ihned spustit, tzn. přepne PLC do RUN módu.

Stáhnutí se provede po kliknutí na ikonu LOGO! -> PC. Software stáhne program z PLC do aktivního okna. Pokud žádné okno není otevřené, software jej vytvoří.

5.2 Program pro PLC jednotku

Řídicí program pro PLC jednotku je naprogramovaný tak, že uvažuje pouze se třemi možnými scénáři:

1 – Prázdný zásobník

V tomto případě manipulátor neprovádí žádnou akci. Manipulátor čeká do doby, než bude mít signál ze snímače I7 popřípadě I7 a I8.

2 – Špatně orientovaný výrobek

V tomto případě manipulátor dostává signál pouze ze snímače I7. Manipulátor tak bude postupovat následovně:

- a) Otevře se čelist, chapadlo se posune doleva
- b) Chapadlo se spustí dolů, zavře se čelist

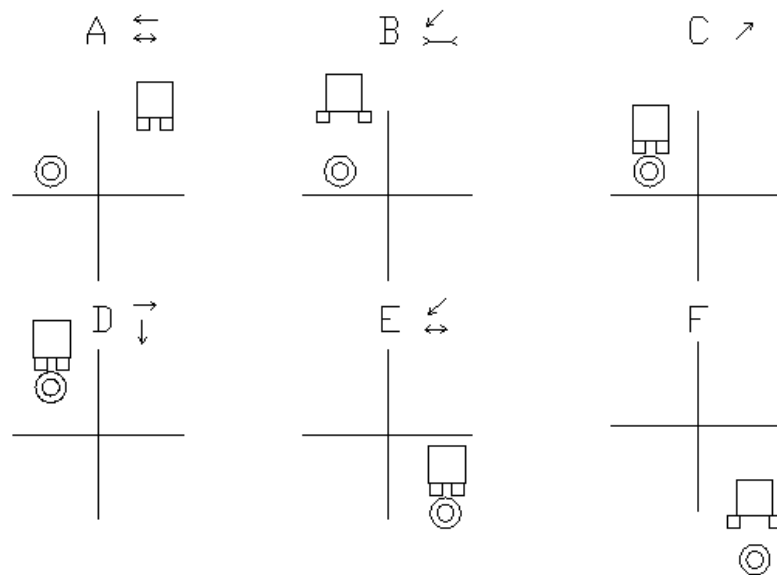
- c) Chapadlo se vrátí nahoru
- d) Chapadlo se posune doprava a otočí se
- e) Chapadlo se spustí dolů, otevře se čelist
- f) Chapadlo se vrátí do původní polohy

3 – Dobře orientovaný výrobek

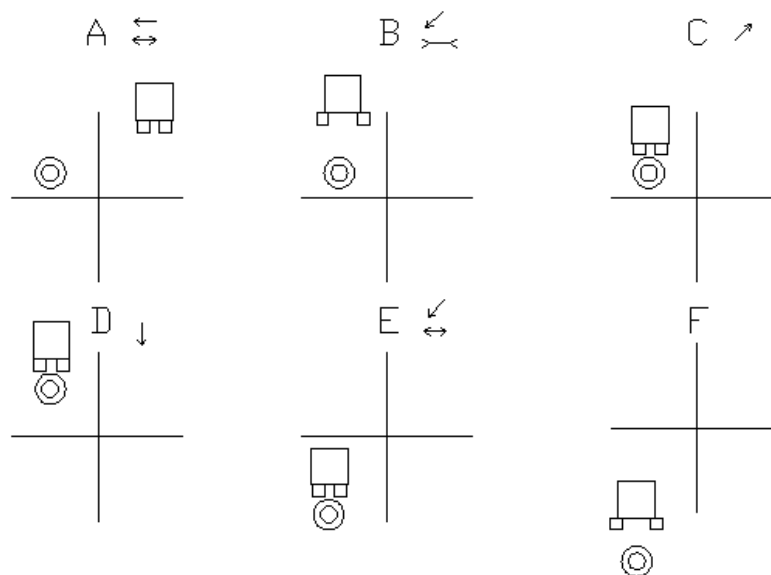
Nyní je aktivní snímač I7 i I8. Manipulátor bude postupovat následovně:

- a) Otevře se čelist, chapadlo se posune doleva
- b) Chapadlo se spustí dolů, zavře se čelist
- c) Chapadlo se vrátí nahoru
- d) Chapadlo se otočí
- e) Chapadlo se spustí dolů, otevře se čelist
- f) Chapadlo se vrátí do původní polohy

Špatně orientovaný výrobek



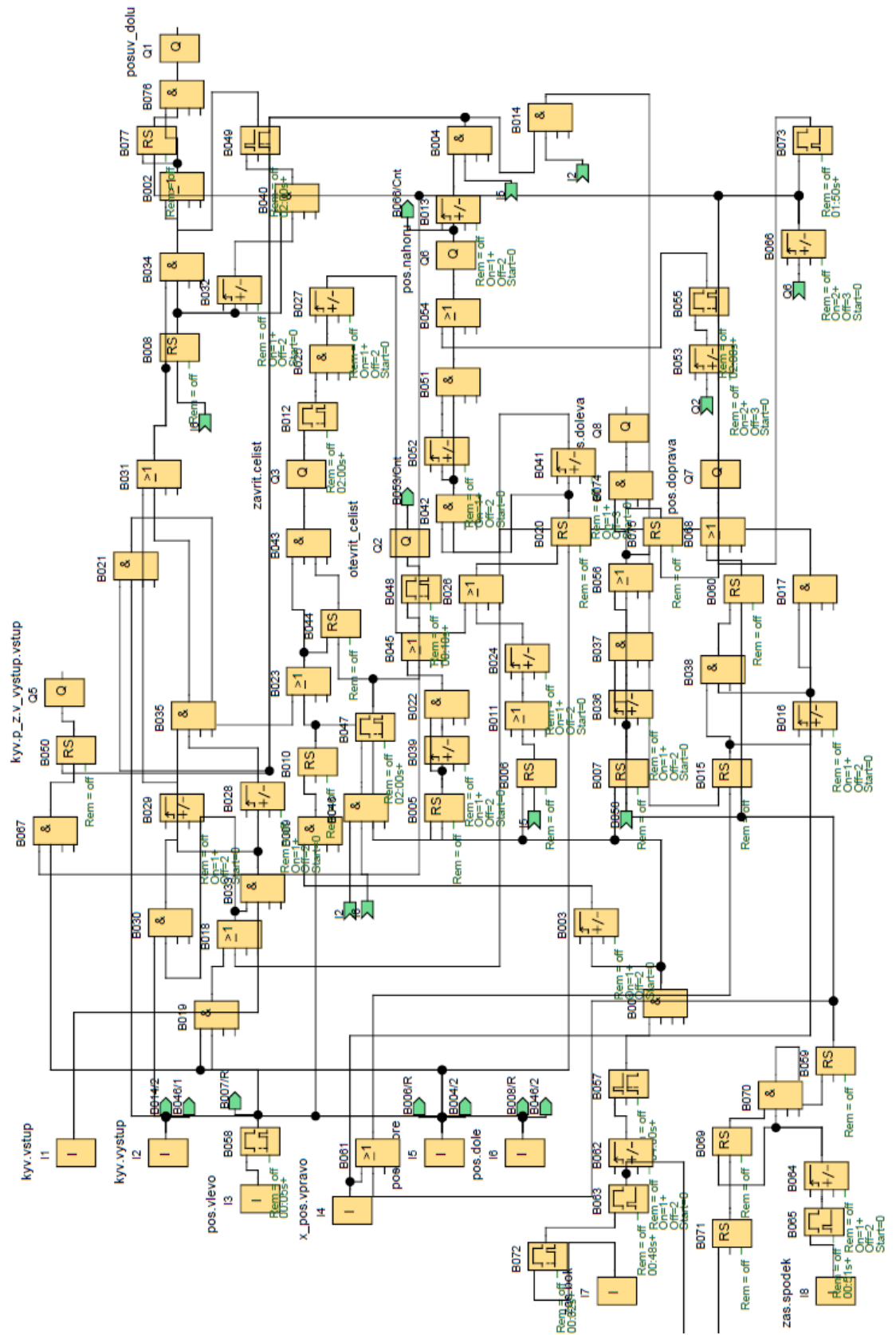
Dobře orientovaný výrobek



Legenda znaků

- ↙ posuv dolů
- ↗ posuv nahoru
- ← posuv doleva
- posuv doprava
- ↔ otevřít čelist
- ↘ zavřít čelist
- ↑ posuv ke vstup. zás.
- ↓ posuv k výstup. zás.

Obr. 68. Princip programu



Obr. 69. Program

6 SPUŠTĚNÍ MANIPULÁTORU

Manipulátor se uvádí do chodu následujícím způsobem:

- a) Zapnutí elektrického vypínače. Display PLC se musí rozsvítit a kontrolka rozšiřovacího modulu musí zůstat svítit zeleně.
- b) Otevřít přívod vzduchu. Manipulátor se nastaví do základní polohy (to je: chapadlo nahoře, na straně vstupního zásobníku, vodorovný posun vpravo). Pokud ne, nastavit ručně pomocí přepínačů na ventilovém terminálu (přepínače musí po zásahu zůstat dole).
- c) Zapnout program. Na PLC zvolit START a potvrdit.

Vypnutí manipulátoru se provede následovně:

- a) Pokud možno, nechat doběhnout cyklus
- b) Na PLC zvolit STOP a potvrdit. Jestliže se program zastavil v průběhu cyklu, nastavit manipulátor do základní polohy.
- c) Uzavřít přívod vzduchu.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout pneumatický manipulátor typu Pick-and-Place, který bude vhodně orientovat výrobky v podobě duralových kotoučů, ty mají na jedné straně vybrání. Jako základ celé sestavy byl použit částečně funkční manipulátor, který sloužil jako vizuální pomůcka. K řízení manipulátoru měla být použita PLC jednotka firmy Siemens LOGO! Tato jednotka se v laboratoři UVI nenacházela a musela být dokoupena. Dalším úkolem bylo vytvořit návod pro programování v softwaru LOGO! Soft Comfort.

Po analýze možností byl pro otáčení kotoučů použit gravitační způsob. Pro tento způsob stačilo vyrobit vstupní zásobník, ze kterého se kotouče odebírají. Výstupní zásobník, do kterého se kotouče uskladňují. Nastavovací stůl, pomocí kterého se kotouče budou orientovat. Byl nakreslen plán uspořádání jednotlivých komponent, podle něhož manipulátor pracuje co nejefektivněji. Tento plán se podařilo splnit.

Dalším úkolem bylo vytvořit řídicí program. K vytvoření programu byl použit software společnosti Siemens LOGO! Soft Comfort. Tento specializovaný software je zaměřen na tvorbu programů pro PLC. Vytvořený program se do PLC posílá přes kabel. PLC jednotka si program nahraje do paměti a je okamžitě schopná se podle něj řídit.

Dále byl vytvořen popis softwaru. Návod na založení nového programu, seznámení se základními funkcemi, zvláštními funkcemi a popsán postup pro download a upload programu do a z PLC jednotky.

V práci je popsána vyhodnocovací jednotka chapadla HGP. Tato jednotka však není využita. Je to z důvodu nutné investice do propojení mezi ní a PLC jednotkou. Na funkci manipulátoru to ale nemá vliv a tak po dohodě s vedoucím práce bylo stanoveno nepoužít ji.

Pokud se shrne finanční plán tak se všechny nákupy vešly do 12 000 Kč. Nejdražší položkou byl set od firmy Siemens – PLC jednotka, zdroj, rozšiřovací modul, kabel a programovací software, vyšlo na 5 700 Kč. Dále: dva indukční snímače po 1 800 Kč, tlumič koncové polohy, který v manipulátoru chyběl, stál 1 600 Kč. Dalšími položkami byly: redukční ventil, skříň pro zdroj, vypínač, spojovací a elektro materiál.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KERAK, Peter. *Inteligentné upínacie systémy*. Trnava 2012. 110 s. Dizertačná práca. Slovenská technická univerzita v Bratislave.
- [2] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999, 223 s. ISBN 80-86056-58-9.
- [3] Festo AG & Co. KG. FESTO : *Průmyslová a procesní automatizace* [online]. 2013 [cit. 2013-12-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.festo.cz>>.
- [4] KOVÁŘ, Josef. Zuzana, PROKOPOVÁ a Ladislav ŠMEJKAL. *Programování PLC*
- [5] Kolektiv autorů. *Programování PLC podle normy IEC 61131-3 v prostředí Mosaic*. [online] 2007 [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW: <http://www.edumat.cz/texty/Programovani_IEC61131-3.pdf>.
- [6] MAŇAS, Miroslav. *Základy robotiky*. 1. vyd. Brno: VUT, 1991, 99 s. ISBN 8021402792.
- [7] BLECHA, Petr. Zdeněk KOLÍBAL. Radek KNOFLÍČEK. Aleš POCHYLÝ. Tomáš KUBELA. Radim BLECHA a Tomáš BŘEZINA. *Mechatronika:Modul 10: Robotika*. vyd. Brno: VUT

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC	Computer Numeric Control
FBD	Function Block Diagram
IL	Instruction List
LD	Ladder Diagram
PLC	Programmable Logic Controller
ST	Structured Text
UVI	Ústav výrobního inženýrství

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Ustavení nerotačního obrobku: A – na rovinu, B – na lištu, C – na opěrný bod [1]</i>	12
<i>Obr. 2. Všeobecné schéma upínání [1]</i>	14
<i>Obr. 3. Všeobecné schéma upínání [1]</i>	14
<i>Obr. 4. Typy upínání obrobků: a – vnější upnutí, b – upnutí za vnitřní plochy obrobku, c – upnutí za stěnu obrobku [1].....</i>	15
<i>Obr. 5. Typy upínání obrobků: a – posunutí obrobku povolené, b- posunutí obrobku zakázané, c – upínání pevně ustaveného obrobku, d – upínání flexibilního obrobku [1].....</i>	15
<i>Obr. 6. Typy geometrie a tvaru obrobku: a – pozitivní upínání, b – upínání s limitovanou možností pohybu v dírách, c – uchopování hmatem, d - třídění [1]</i>	15
<i>Obr. 7. Typu přesnosti polohování a montáže: a – pohyb upínání pro upínání nezabezpečené polohy obrobku, b – pohyb obrobku při pozitivním upínání, c – mechanická montáž, d - lepení [1].....</i>	16
<i>Obr. 8. Rozdělení pracovních hlavic [6].....</i>	17
<i>Obr. 9. Rozdělení úchopných hlavic [6]</i>	17
<i>Obr. 10. Rozdělení úchopných prvků [6]</i>	18
<i>Obr. 11. Úchopná hlavice s pružnými čelistmi [7]</i>	18
<i>Obr. 12. Magnetické chapadlo [7].....</i>	19
<i>Obr. 13. Deformační přísavka [7]</i>	19
<i>Obr. 14. Chapadlo [3].....</i>	20
<i>Obr. 15. Elektromagnetické chapadlo [7]</i>	20
<i>Obr. 16. Podtlaková přísavka s ejektorem [7]</i>	21
<i>Obr. 17. Speciální úchopný prvek [7]</i>	21
<i>Obr. 18. Čelistový svěrák [1].....</i>	23
<i>Obr. 19. Vícenásobné mechanické upínání [1].....</i>	24
<i>Obr. 20. Univerzální stacionární upínací systémy [1].....</i>	24
<i>Obr. 21. Elektromagnetická deska pro brusky [1].....</i>	25
<i>Obr. 22. Vakuová upínací deska [1]</i>	26
<i>Obr. 23. Ukázka PLC jednotky od firmy FESTO [3].....</i>	29

<i>Obr. 24. Principiální schéma způsobu řízení: a – ruční, b – přímé, c – zpětnovazební</i>	
[2]	30
<i>Obr. 25. Blokové schéma vnitřní struktury programovatelného automatu [2]</i>	31
<i>Obr. 26. Schéma vykonávání programu [4]</i>	35
<i>Obr. 27. Schéma multiprogramové aktivace procesů [4]</i>	36
<i>Obr. 28. Příklad funkce ANDN ve čtyřech jazycích [5]</i>	39
<i>Obr. 29. Grafika obvodu v jazyce FBD [5]</i>	40
<i>Obr. 30. Způsob zobrazení obvodu v jazyce FBD [5]</i>	41
<i>Obr. 31. Duralový kotouč</i>	47
<i>Obr. 32. Ukázkový manipulátor</i>	48
<i>Obr. 33. Způsob orientace</i>	49
<i>Obr. 34. Model rozmístění</i>	50
<i>Obr. 35. Čtyři body úchopu a položení</i>	50
<i>Obr. 36. Kontrola orientace pomocí kamery [3]</i>	51
<i>Obr. 37. Kontrola orientace</i>	52
<i>Obr. 38. Otáčení výrobku</i>	52
<i>Obr. 39. Model vstupního zásobníku</i>	53
<i>Obr. 40. Model výstupního zásobníku</i>	54
<i>Obr. 41. Model prodložení</i>	55
<i>Obr. 42. Model nastavovacího stolu</i>	55
<i>Obr. 43. Model pracovního stolu</i>	56
<i>Obr. 44. PLC jednotka</i>	57
<i>Obr. 45. Zapojení výstupů</i>	57
<i>Obr. 46. Zapojení PNP snímačů</i>	58
<i>Obr. 47. Ventilový terminál</i>	59
<i>Obr. 48. Redukční ventil</i>	60
<i>Obr. 49. Vyhodnocovací jednotka SMH-AEI[3]</i>	61
<i>Obr. 50. Schéma elektrického zapojení</i>	62
<i>Obr. 51. Sestavený manipulátor</i>	63
<i>Obr. 52. Ukázka programu FBD (vlevo) a LAD (vpravo)</i>	64
<i>Obr. 53. Menu</i>	65
<i>Obr. 54. Vlastnosti nového programu</i>	65
<i>Obr. 55. Přehled uživatelského prostředí</i>	66

<i>Obr. 56. And</i>	66
<i>Obr. 57. Not And</i>	67
<i>Obr. 58. Or</i>	67
<i>Obr. 59. Not Or</i>	68
<i>Obr. 60. XOr</i>	68
<i>Obr. 61. Not</i>	69
<i>Obr. 62. Zpožděné zapnutí</i>	69
<i>Obr. 63. Zpožděné vypnutí</i>	70
<i>Obr. 64. Zpožděné zapnutí a vypnutí</i>	70
<i>Obr. 65. Samodržné relé</i>	71
<i>Obr. 66. Dopředný a zpětný čítač</i>	71
<i>Obr. 67. Ikona pro nahrání do PLC (vlevo), z PLC (vpravo)</i>	72
<i>Obr. 68. Princip programu</i>	74
<i>Obr. 69. Program</i>	75

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Spojnice [5].....</i>	42
<i>Tab. 2. Předání řízení programu [5].....</i>	43
<i>Tab. 3. Příklad volání funkcí [5].....</i>	44
<i>Tab. 4. Příklad volání funkčních bloků [5]</i>	44
<i>Tab. 5. Hodnoty manipulátoru.....</i>	49
<i>Tab. 6. Hodnoty vstupů</i>	61
<i>Tab. 7. Označení výstupů</i>	61
<i>Tab. 8. Kusovník</i>	63

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Výkres 1

Příloha P II: Výkres 2/1

Příloha P III: Výkres 2/2

Příloha P IV: Výkres 3/1

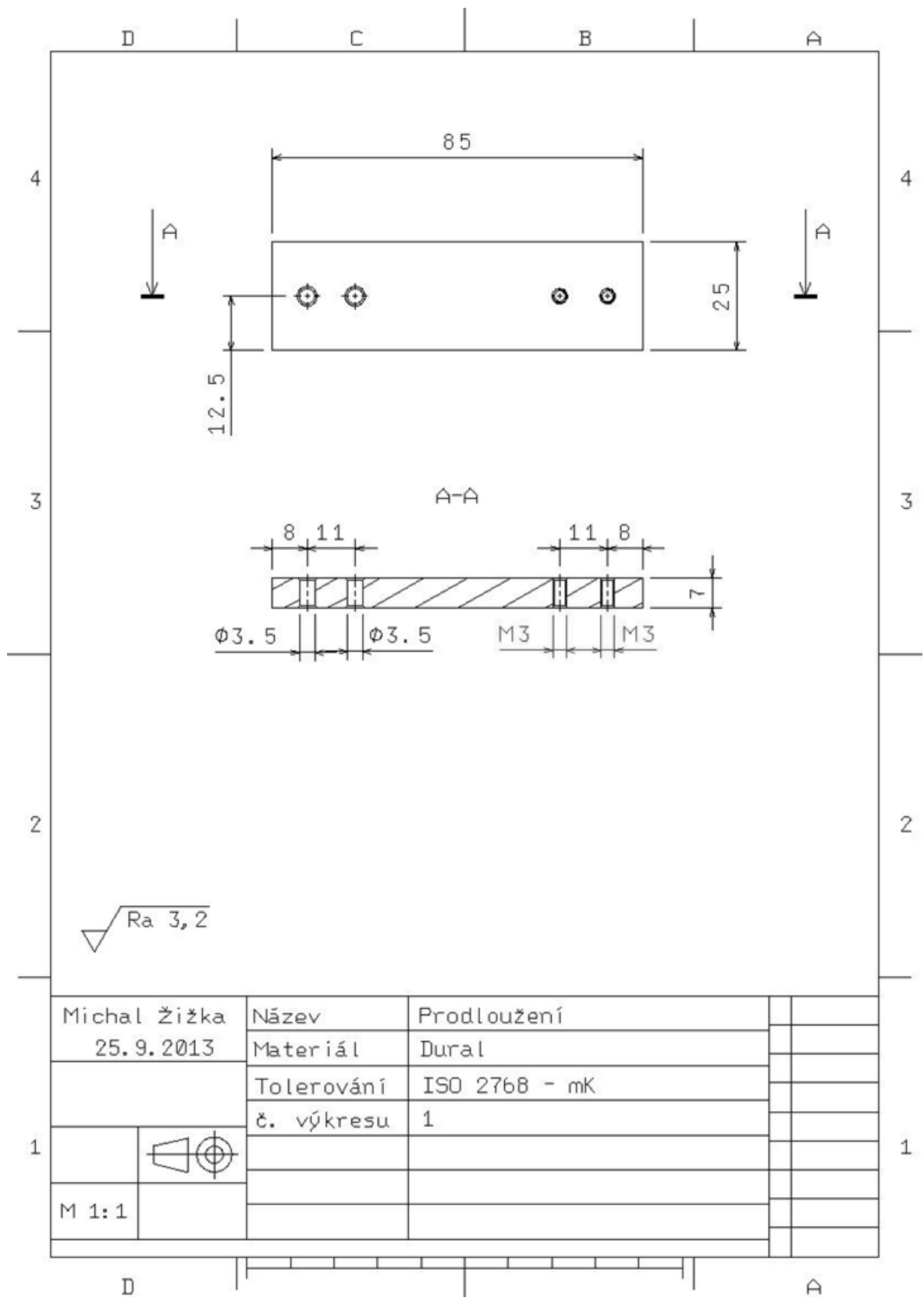
Příloha P V: Výkres 3/2

Příloha P VI: Výkres 4

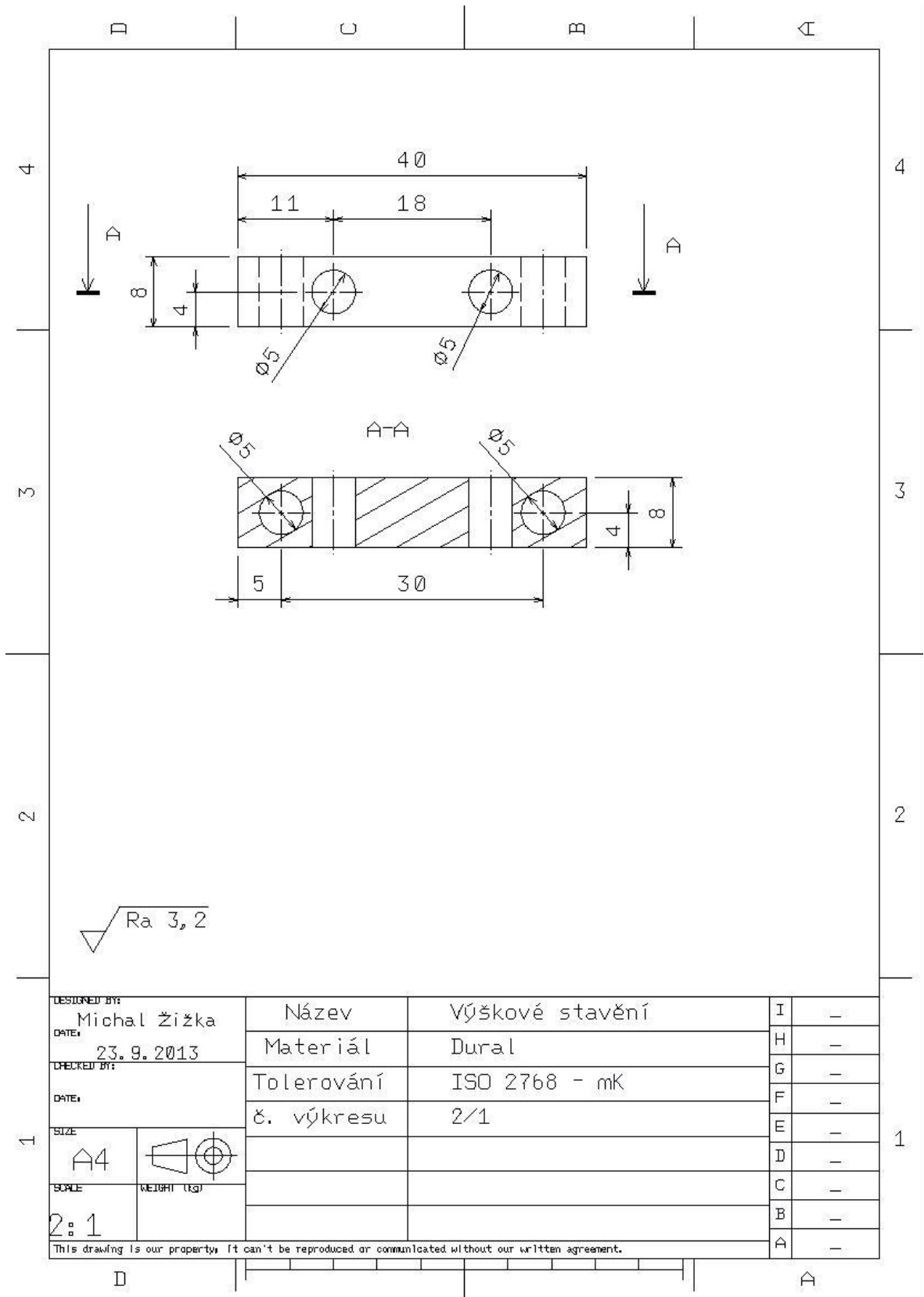
Příloha P VII: Výkres 5/1

Příloha P VIII: Výkres 6

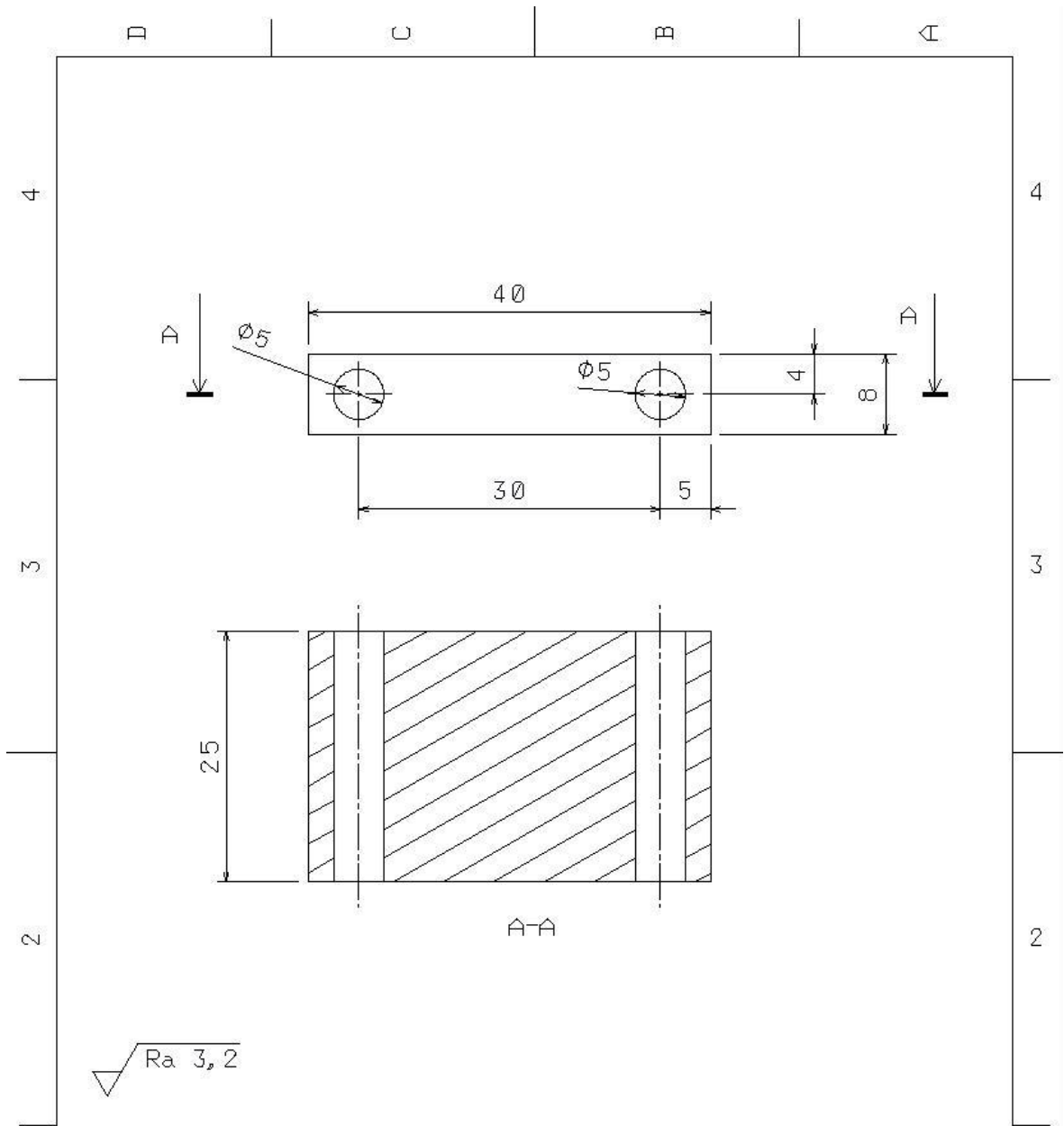
PŘÍLOHA P I: VÝKRES 1



PŘÍLOHA P II: VÝKRES 2/1

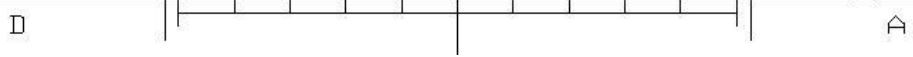


PŘÍLOHA P III: VÝKRES 2/2

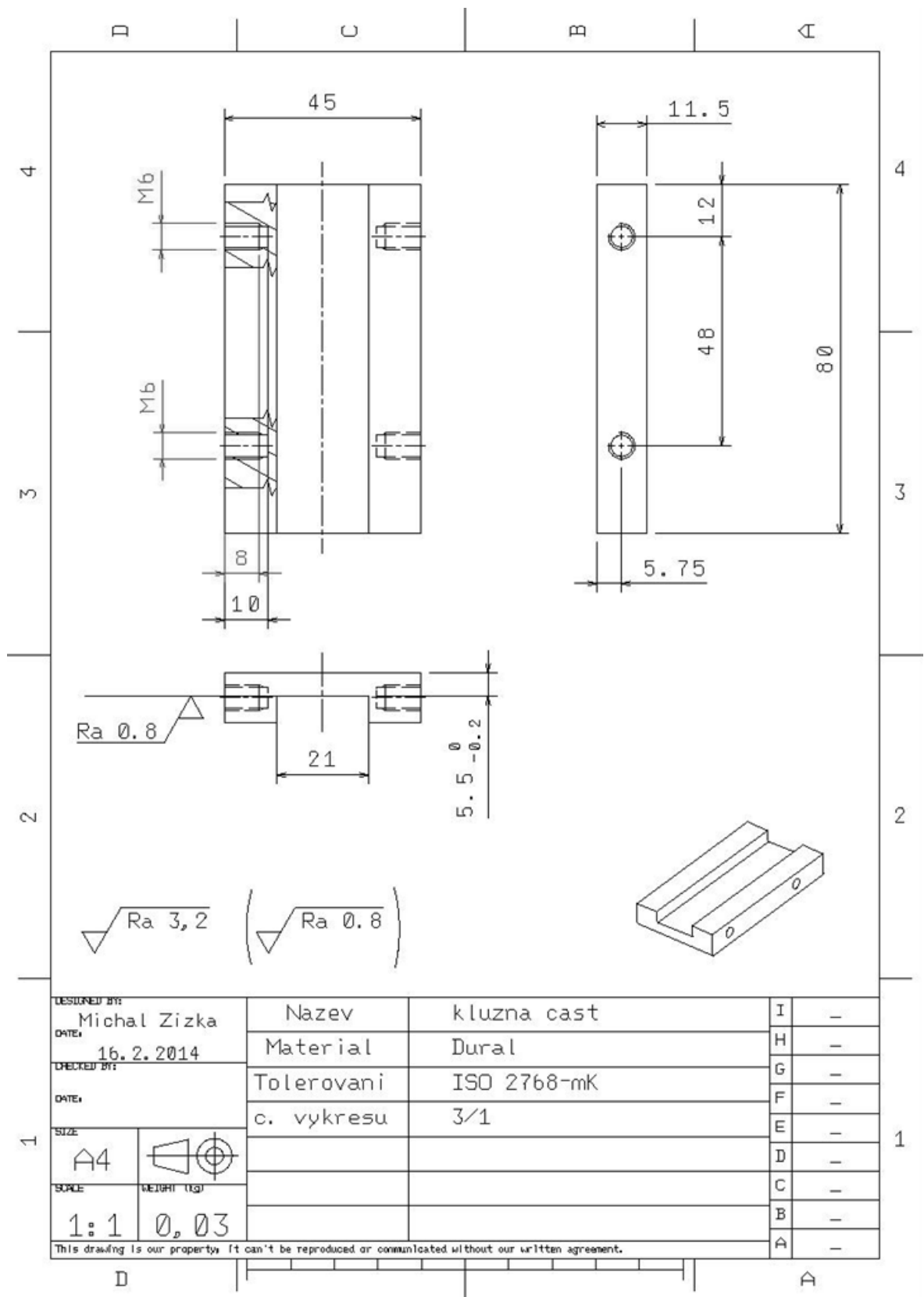


DESIGNED BY: Michal Žizka	Název	Odrážová část	I	-
DATE: 23. 9. 2013	Materiál	Dural	H	-
CHECKED BY:	Tolerování	ISO 2768 - mK	G	-
DATE:	č. výkresu	2/2	F	-
SIZE: A4			E	-
SCALE: 2:1			D	-
			C	-
			B	-
			A	-

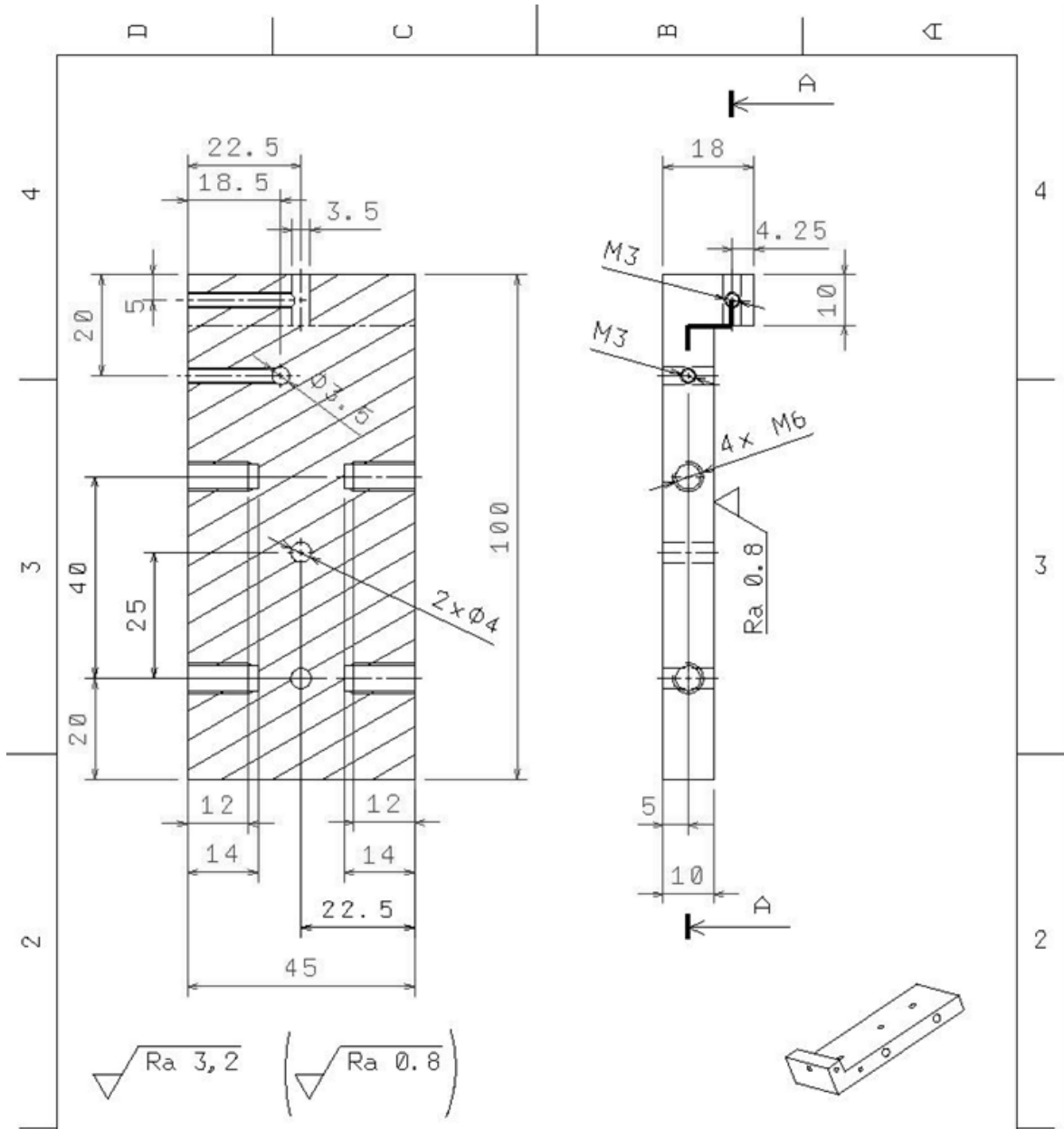
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.



PŘÍLOHA P IV: VÝKRES 3/1



PŘÍLOHA P V: VÝKRES 3/2

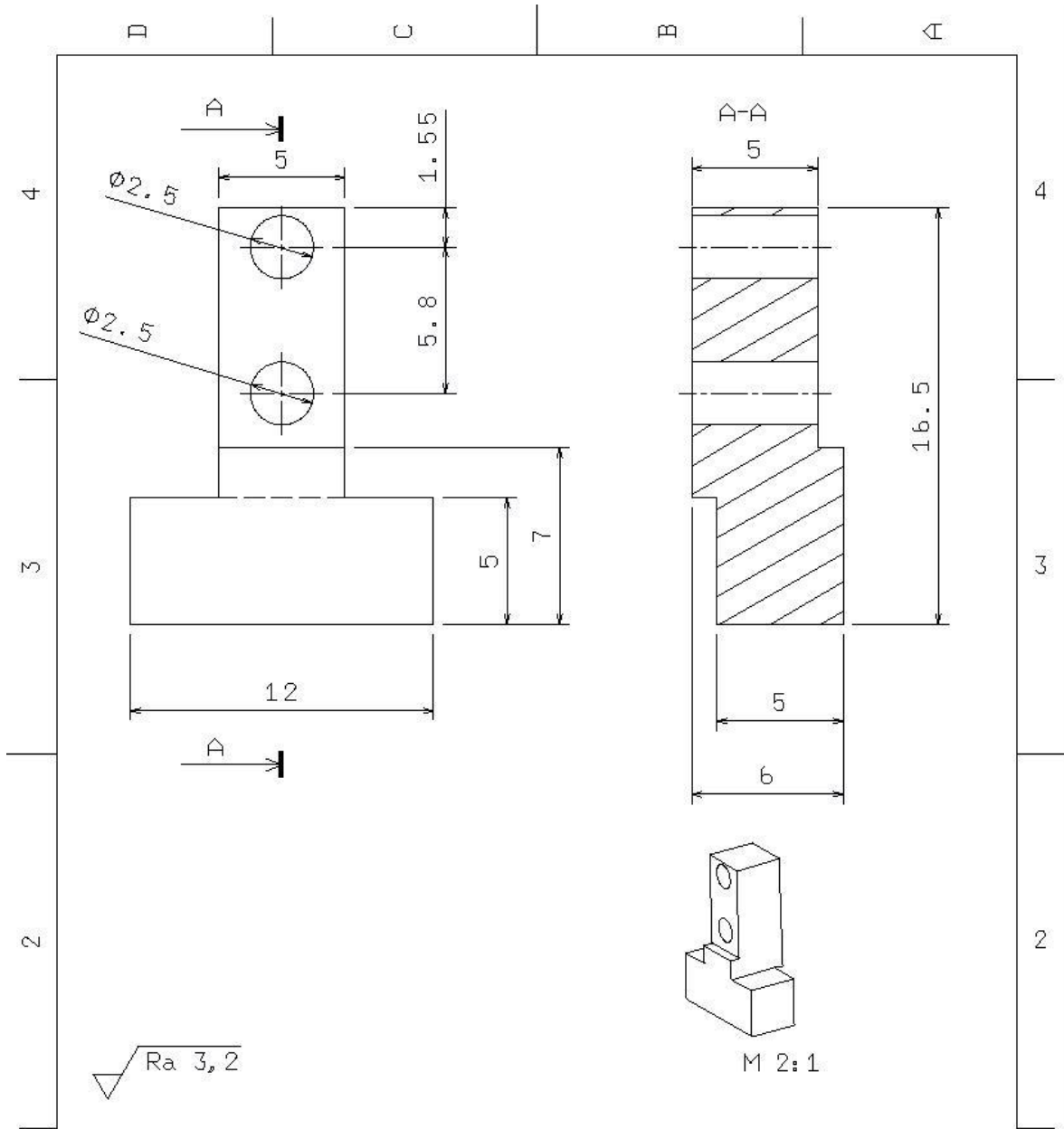


DESIGNED BY: Michal Zizka	Nazev	zakladna	I	-
DATE: 16. 2. 2014	Material	dural	H	-
CHECKED BY:	Tolerovani	ISO 2768 - mK	G	-
DATE:	c. vykresu	3/2	F	-
SIZE: A4			E	-
SCALE: 1:1			D	-
			C	-
			B	-
			A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

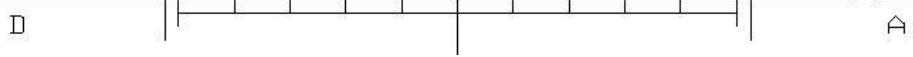


PŘÍLOHA P VI: VÝKRES 4

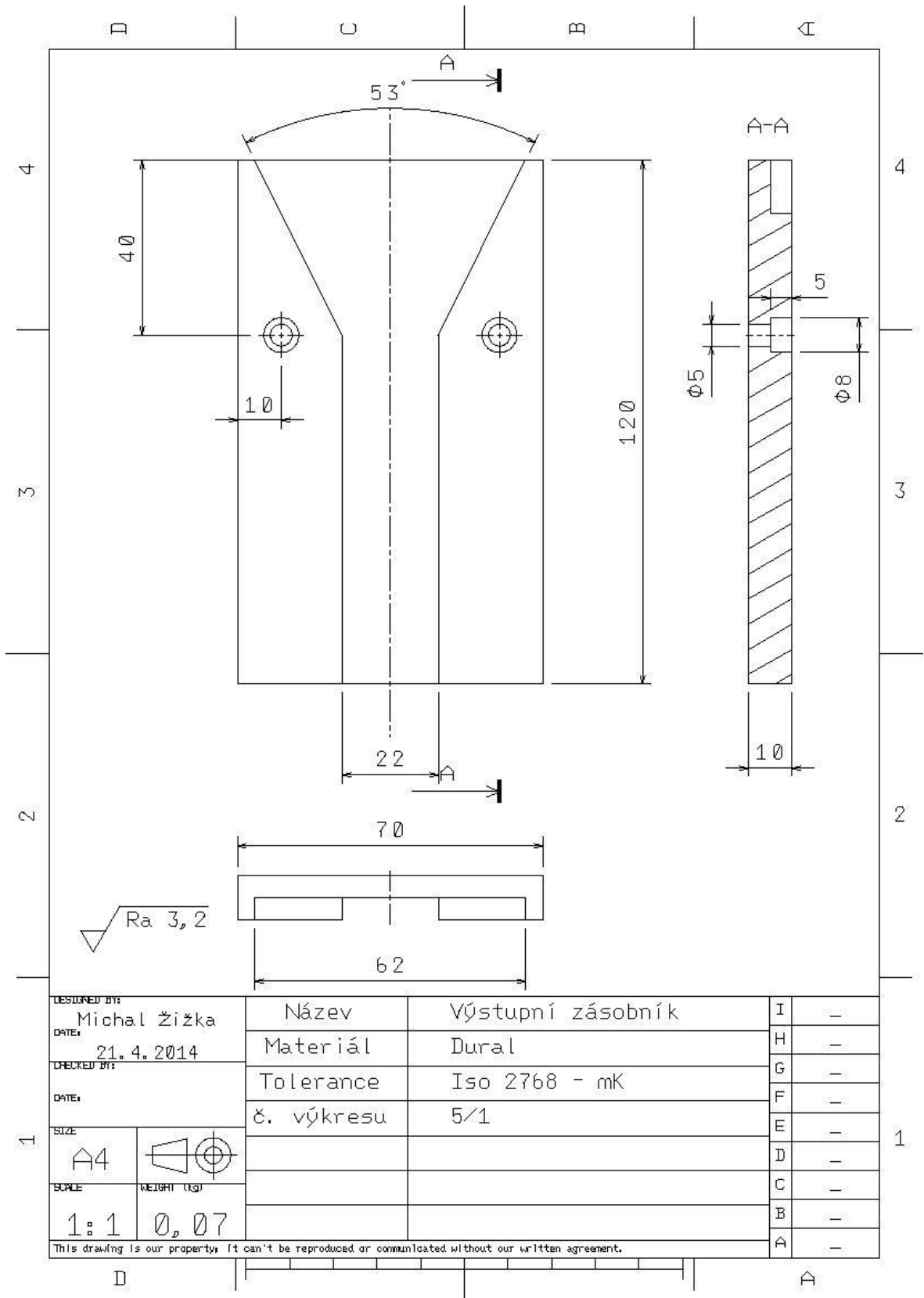


DESIGNED BY: Michal Žizka	Název Nástavec HGP	I	-
DATE: 23. 9. 2013	Materiál Dural	H	-
CHECKED BY: XXX	Tolerování ISO 2768 - mK	G	-
DATE: XXX	č. výkresu 4	F	-
SIZE: A4		E	-
SCALE: 5:1		D	-
		C	-
		B	-
		A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.



PŘÍLOHA P VII: VÝKRES 5/1



PŘÍLOHA P VIII: VÝKRES 6

