

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robototechniky

Řízení školního robotu

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Dr. Ing. Novák Petr

Student:

Jan Babjak

Ostrava 2004

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

pro: Jana Babjaka

obor: Robotika 23-73-7

Název tématu: Řízení školního robotu.

Zásady pro vypracování

1. Zdokumentujte řídicí systém robotu PROB-20.
2. Navrhněte a odlaďte vhodný řídicí program robotu.
3. Navrhněte a odlaďte vizualizační vrstvu řízení.
4. Vyhotovte vhodné funkce použitelné v rámci laboratorních prací studentů.
5. Zhodnoťte dosažené výsledky.
6. Závěr.

Práci též doložte v elektronické podobě ve formátu textového editoru MSWORD.

Prohlášení

Prohlašuji, že

- jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě : 24. 5. 2003

.....

Jan Babjak

Jan Babjak, Sv. Čecha 1074, 735 81 Bohumín

Anotace bakalářské práce

BABJAK, J. Řízení školního robotu

Katedra robototechniky – 354. VŠB-TU, Ostrava, 2004, 34 s.

Bakalářská práce, vedoucí: Novák, P.

Tato práce se zabývá tvorbou dokumentace průmyslového robotu PROB-20 potřebné k návrhu a realizaci modernizace řídicího systému na bázi průmyslového PC. Jsou zde popsány jednotlivé prvky kinematického řetězce robotu, příslušných akčních členů včetně principů jejich řízení. Dále je zdokumentován senzorický subsystém, podrobný popis systémových konektorů robotu a další strojní prvky, které se podílejí na jeho řízení.

Tyto informace jsou pak následně použity jako podklad pro návrh technického řešení nového řídicího systému, a tvorby obslužného programového vybavení, umožňující řízení robotu včetně jeho vizualizace a automatizace prostřednictvím počítače. Cílem práce je, zvýšit spolehlivost a funkčnost stávajícího řešení a odstranit jeho případné nedostatky.

Annotation of thesis

BABJAK, J. Control of school robot

354 - Department Of Robotics. VŠB-TU, Ostrava, 2004, 34 p.

Bachelor's work, head: Novák, P.

This work deals with creation of an industrial robot PROB-20's documentation needed for design and modernization realization of a control system based on an industrial PC. Particular robot's kinematical chain elements and given activators including their principles of control have been described here. Furthermore the work contains information about sensor subsystem, detailed account of the robot's system connectors and other machine elements which participate on its control.

The information then serves as basic data for a design of a technical solution of a new control system, and for development of program accessories which enable to control the robot including its visualization and automation through the computer. The goal of the work is to increase reliability and functionality of the existing solution and to eliminate its eventual failings.

Obsah

Řízení školního robotu	I
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	II
Prohlášení	III
Anotace bakalářské práce	IV
Annotation of thesis.....	IV
Obsah.....	1
Význam použitých symbolů a zkratk	3
1. Úvod	4
2. Základní charakteristika robotu	5
2.1. Základní technické údaje	6
3. Popis strojních jednotek robotu	6
3.1. Rotační jednotka	7
3.2. Zdvihová jednotka	8
3.3. Kloubová přímočará jednotka	9
3.4. Jednotka naklápění zápěstí	10
3.5. Jednotka rotace zápěstí	11
3.6. Jednotka mikroposuvu zápěstí	11
3.7. Chapadla	12
3.8. Rozmístění snímačů os polohovacího ústrojí robotu	12
4. Popis systémových konektorů	13
4.1. Systém značení signálních vodičů	17
5. Návrh nového řídicího systému	18
5.1. Varianta A – omezení počtu vstupů (předchozí stav)	18
5.2. Varianta B – změna systému odměřování	19
6. Popis použitých komponent	20
6.1. – Karta Axiom AX5214H	20
6.1.1. Základní vlastnosti karty AX5214H	20
6.2. – Karta Axiom AX756B.....	21
6.2.1. Základní vlastnosti karty AX476B	21
6.3 – Karta Axiom AX754	22
6.3.1. Základní vlastnosti karty AX754.....	22

6.4. Přizpůsobení výstupu indukčních snímačů	23
5.5. Přiřazení signálů portům řídicího systému	24
6. Řídicí software robotu	26
6.1. Úkoly řídicího software	27
6.2. Možnost dálkového ovládání robotu	27
6.3. Nejnižší úroveň řízení.....	28
6.4. Vyšší úroveň řízení.....	29
6.5. Vizualizační vrstva	29
6.6. Režimy ovládání robotu	30
6.7. Provoz pod systémy Windows NT/XP	30
7. Závěr.....	31
8. Přílohy	32
Výkresová dokumentace:	32
Přiložené CD:	32
9. Použitá literatura a zdroje informací	33

Význam použitých symbolů a zkratek

PTP - Point To Point, systém řízení robotu – od bodu k bodu.

TTL - Transistor Transistor Logic - systém logických obvodů

DTL - Diode Transistor Logic - systém logických obvodů

PC - Personal Computer

IPC - Industrial Personal Computer (Průmyslové PC)

ŘS - Řídicí systém

ISA - Industry Standard Architecture

SW - Software

HW - Hardware

1. Úvod

Neustále rostoucí tlak na zvyšování produktivity a kvality výroby je jedním z hlavních důvodů rostoucího zájmu o využívání automatizovaných výrobních zařízení. Automatizace přetváří strukturu celé výrobní základny nejen ve strojírenství, mění též výrobní technologii a působí na vývoj vlastního výrobního procesu. V rámci automatizace celé řady úkonů i procesů se v různých odvětvích čím dál tím více prosazují samozřejmě i manipulátory a roboty.

Zvyšování produktivity práce nelze zajistit bez modernizace, rekonstrukce a automatizace výrobního zařízení. Je třeba nahradit pracovníka automatem všude tam, kde se jedná o monotónní práci a nebo práci ve škodlivém prostředí. Automatizace nahrazuje pracovníka i tam kde zvýšená automatizace přinese i zvýšenou kvalitu výroby. Při všech automatizačních ale i mechanizačních projektech je však nezanedbatelná ekonomika a to jak u výrobce automatizačních či mechanizačních prostředků, tak zvláště u jejich uživatelů.

V současné době je pořízení robotů do výrobního procesu, i přes jejich neustále klesající cenu, poměrně nákladná záležitost. Proto se všeobecně hledají možnosti úspor. Jednou z možných cest uspoření značných finančních nákladů je nasazení použité, repasované techniky. Ta však svými parametry nesplňuje současné požadavky na moderní robotizovaný výrobní systém, ale i přes to se najdou výrobní aplikace, kde toto omezení není na závadu.

Jednou z podstatných úprav starších typů robotů je modernizace jejich řídicího systému. Pokrok v informačních technologiích je překotný a proto řídicí systémy robotů „morálně“ zaostávají nejvíce.

Tato práce nastiňuje možnosti výměny řídicího systému u robotu s bodovým odměřováním (PTP), konkrétně u školního robotu PROB-20. Nový řídicí systém je postaven na bázi průmyslového počítače, což umožňuje začlenění takto upravený robot integrovat do moderních automatizovaných výrobních pracovišť.

2. Základní charakteristika robotu

Průmyslový robot PROB-20 byl ve své době určen pro pružnou automatizaci operační a mezioperační manipulace v automatizovaných výrobních systémech. Hlavní využití našel v technologii třískového obrábění, tváření a i v prosté manipulaci, například při paletizaci nebo depaletizaci obrobků. Jeho další využití bylo při vykonávání jednodušších technologických operací povrchové úpravy, praní resp. konzervace.



Obrázek 1 - Robot PROB-20 – celkový pohled

Systém řízení robotu je bodový (PTP). Odměrování pracovních poloh robotu na jednotlivých osách polohovacího ústrojí je elektrické, bezkontaktní. Je realizováno indukčními snímači RMSV - 005 A [7]. Odměrování v osách orientačního ústrojí je pomocí indukčních snímačů RMSV – 003 A [7] nebo v některých případech, z konstrukčních důvodů, pomocí mikropsínačů. Ve většině případů se u orientačního ústrojí jedná o snímání dvoupólové, a to v koncových bodech pohybu jednotlivých dílů. Pouze v případě rotace zápěstí je snímána i středová poloha.

Robot PROB-20 se skládá ze dvou hlavních částí, a to ze strojní jednotky (manipulátoru) a hydraulického agregátu, jenž jsou vzájemně propojeny systémem vysokotlakých hydraulických hadic. Původní součástí robotu byl i jeho řídicí systém, který však již není využíván k řízení a slouží jen k ovládání hydraulického agregátu a jako zdroj napětí, potřebného k napájení prvků nového řídicího systému. Ten je k robotu připojen čtyřmi dvaceti pěti žilovými vodiči prostřednictvím nichž je realizováno úplné řízení robotu. Manipulátor robotu je tvořen těmito šesti jednotkami:

- rotační jednotka
- zdvihová jednotka
- kloubová přímočará jednotka
- jednotka naklápění zápěstí
- jednotka rotace zápěstí
- jednotka mikroposuvu zápěstí

2.1. Základní technické údaje

Manipulovaná hmotnost: 30kg (včetně efektoru)

Počet stupňů volnosti: 6

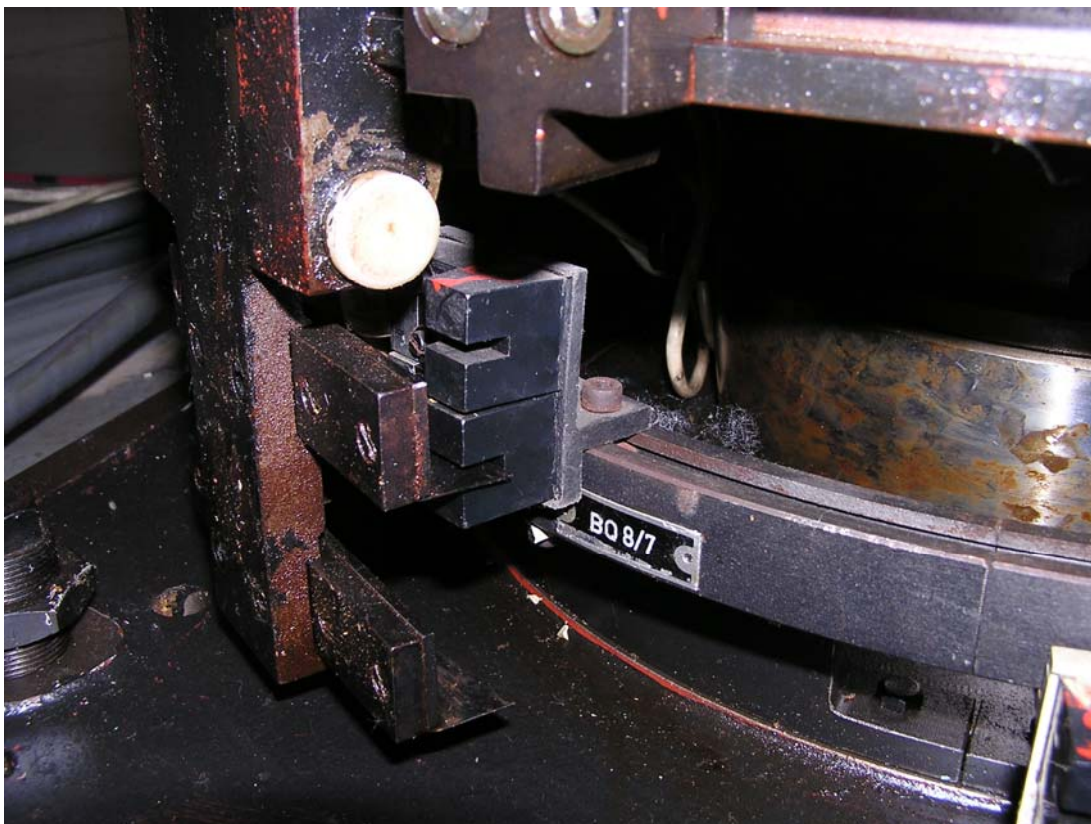
Napájecí energie: 3x380V; 50Hz; 6,5 kW.

Velikost pracovního prostoru: 6m²

3. Popis strojních jednotek robotu

Robot je tvořen manipulačním a orientačním ústrojím. Manipulaci ve třech stupních pohybu realizují rotační, zdvihová a kloubová přímočará jednotka, poháněna hydraulickými motory, které jsou řízeny diskrétně pomocí hydroventilů. K zajištění zpětné vazby řízení a k odměřování pohybu slouží v každé ose skupina šesti dvojic indukčních snímačů, což umožňuje programovat až šest zastavení v definované poloze na každou osu pohybu. Robot je vybaven systémem redukce pohybu, což umožňuje před zastavením pohybu zpomalit z jeho plné provozní rychlosti a zamezit tak nežádoucím překmitům vznikajících při prudkém zastavení. Této vlastnosti je dosaženo za pomoci zdvojení jednotlivých indukčních snímačů, kdy je při pohybu příslušné jednotky nejprve aktivován jeden a následně oba z dané dvojice. Při aktivaci jednoho dojde pomocí škrťacího ventilu k omezení toku hnacího média do

příslušného pohonu, což má za následek zpomalení rychlosti. Při aktivaci obou snímačů dané dvojice dojde k úplnému zastavení.



Obrázek 2 - Detail aktivace jednoho z dvojice indukčních snímačů rotační jednotky

Všechny tři jednotky manipulačního ústrojí jsou navíc vybaveny havarijními koncovými spínači, které zajistí vypnutí příslušného pohonu v případě přejetí poslední senzorové nárazky a najetí do krajní polohy. Spínače pracují nezávisle na řídicím systému a plní tak svou funkci i v případě jeho selhání.

3.1. Rotační jednotka

Rotační jednotka tvoří první část kinematického řetězce robota. Zajišťuje pohyb referenčního bodu pracovní hlavy po části kružnice se středem v ose rotace. Pohon je realizován prostřednictvím rotačního hydromotoru MA-2 se šnekovou převodovkou s pastorkem, který zabírá do ozubení nosného talíře. Rotační jednotka je dále vybavena systémem aretace polohy, který umožňuje fixovat příslušnou polohu jednotky, a zamezit tak nežádoucím pohybům, které by mohli nastat působením vnějších sil. Experimentem však bylo

zjištěno že aretace již nepracuje úplně spolehlivě a i při její aktivaci dovolí jednotce jistý pohyb. Toto lze pravděpodobně přičíst na vrub nevhodně vymezené vůli aretačního mechanismu. Na samotnou funkci robota tento problém však nemá podstatný vliv a není potřeba se jím dále zabývat. Následující tabulka obsahuje přehled všech řídicích a informačních signálů, které souvisí s rotační jednotkou.

Tabulka 1 - popis řídicích signálů rotační jednotky

Výstupy (signály z indukčních snímačů)	
Signál	Význam
BQ 01, BQ 02	narážka č. 1B, 1A
BQ 03, BQ 04	narážka č. 2B, 2A
BQ 05, BQ 06	narážka č. 3B, 3A
BQ 07, BQ 08	narážka č. 4B, 4A
BQ 09, BQ 10	narážka č. 5B, 5A
BQ 11, BQ 12	narážka č. 6B, 6A
BQ 13	odaretováno
Vstupy (Ovládání akčních členů)	
YV 11	tlumení pohybu
YV 12	rotace ve směru +
YV 13	rotace ve směru -
YV 14	odaretace rotace
YV 34	redukce pohybu

3.2. Zdvihová jednotka

Zdvihová jednotka zajišťuje přímočarý pohyb ve vertikálním směru. Pro pohyb je použit lineární hydromotor s pohyblivým pláštěm a pevnou pístnicí. Pístnice je umístěna k základnímu talíři přes kloub, který kompenzuje mimoosé síly.

Tabulka 2 - popis řídicích signálů zdvihové jednotky

Výstupy (signály z indukčních snímačů)	
Signál	Význam
BQ 31, BQ 32	narážka č. 1B, 1A
BQ 33, BQ 34	narážka č. 2B, 2A
BQ 35, BQ 36	narážka č. 3B, 3A
BQ 37, BQ 38	narážka č. 4B, 4A
BQ 39, BQ 40	narážka č. 5B, 5A
BQ 41, BQ 42	narážka č. 6B, 6A
Vstupy (Ovládání akčních členů)	
YV 21	tlumení pohybu
YV 22	zdvih ve směru +
YV 23	zdvih ve směru -
YV 24	Odblokování zdvihu

3.3. Kloubová přímočará jednotka

Jednotka zabezpečuje přímočarý výsuv ramene (referenčního boru pracovní hlavy). Přímočarý pohyb je realizován kloubovou přímočarou jednotkou. Pohon zajišťuje rotační hydromotor umístěný na základovém talíři rotační jednotky přes čelní převodovku, vertikální pohonnou tyč čtvercového průřezu a horní převodovku se šroubovým ozubením. Jednotka dovoluje realizovat přímočarý vodorovný pohyb s max. operační rychlostí 0,51m.s⁻¹. S ohledem na nelineárnost převodu není rychlost v celém rozsahu konstantní a klesá směrem k výsuvu ramene. Jednotka není vybavena aretační brzdou.

Tabulka 3 - popis řídicích signálů kloubové výsuvné jednotky

Výstupy (signály z indukčních snímačů)	
Signál	Význam
BQ 61, BQ 62	narážka č. 1B, 1A
BQ 63, BQ 64	narážka č. 2B, 2A
BQ 65, BQ 66	narážka č. 3B, 3A
BQ 67, BQ 68	narážka č. 4B, 4A
BQ 69, BQ 70	narážka č. 5B, 5A
BQ 71, BQ 72	narážka č. 6B, 6A
Vstupy (Ovládání akčních členů)	
YV 31	tlumení pohybu
YV 32	výsuv do směru +
YV 33	výsuv do směru -

3.4. Jednotka naklápění zápěstí

Tato dvoustavová jednotka je řazena jako první v soustavě orientačního ústrojí. Umožňuje naklápět zápěstí kolem vodorovné osy o 90° směrem dolů. Jiný úhel naklopení je možno dosáhnout změnou táhla naklápěcího mechanismu resp. v malém rozsahu seřizováním šroubu na pístnici naklápěcího válce. Snímání (registrace krajních poloh) se dosahuje dvojicí snímačů na horní straně páky.

Tabulka 4 - popis řídicích signálů jednotky naklápění zápěstí

Výstupy (signály z indukčních snímačů)	
Signál	Význam
BQ 91	Naklopení +
BQ 92	Naklopení -
Vstupy (Ovládání akčních členů)	
YV 41	Naklopení

3.5. Jednotka rotace zápěstí

Jednotka rotace zápěstí zajišťuje změnu orientace manipulovaného předmětu v rozsahu 180° rotací kolem vodorovné osy orientované ve směru podélné osy ramene. Jednotka je trojstavová, obě krajní polohy jsou nastavitelné pomocí pevných dorazů. Střední poloha je spojitě nastavitelná uvnitř celého pracovního rozsahu (uvnitř dvou krajních poloh). Rotační pohyb je odvozen od přímočarého pohybu ozubeného plunžru přes ozubený pastorek na hlavním čepu jednotky.

Tabulka 5 - popis řídicích signálů jednotky rotace zápěstí

Výstupy (signály z indukčních snímačů)	
Signál	Význam
SQ 99	Rotace, doraz +
BQ 101	Rotace, střed
SQ 100	Rotace, doraz -
Vstupy (Ovládání akčních členů)	
YV 51	Rotace zápěstí +
YV 52	Rotace zápěstí -

3.6. Jednotka mikroposuvu zápěstí

Jednotka je zařazena jako poslední v kinematickém řetězci robota. Slouží pro vykonávání krátkých pomocných pohybů, kdy není účelné uvádět do pohybu jinou jednotku polohovacího ústrojí. Jednotka je dvoustavová se základním rozsahem pohybu 5 cm. Pohyb je realizován dvojicí mechanicky spřažených hydromotorů.

Tabulka 6 - popis řídicích signálů jednotky mikroposuvu zápěstí

Výstupy (signály z indukčních snímačů)	
Signál	Význam
SQ 93	Mikroposuv +
SQ 94	Mikroposuv -
Vstupy (Ovládání akčních členů)	
YV 42	Mikroposuv

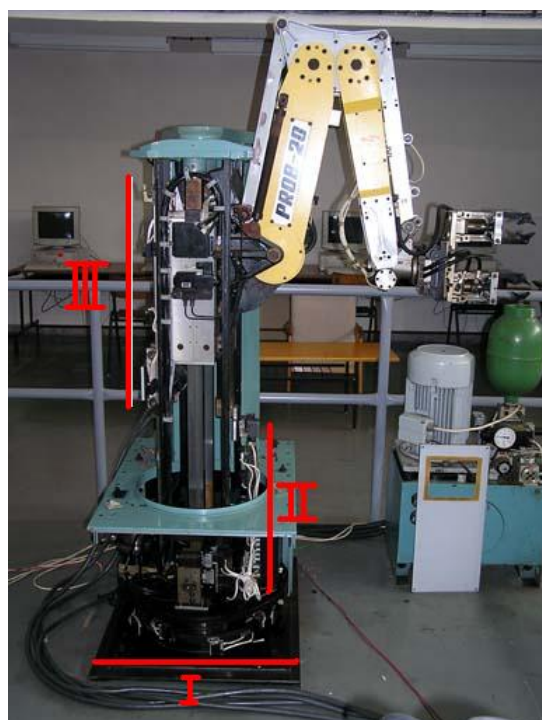
3.7. Chapadla

Efektor robotu je volitelná jednotka robotu. V tomto konkrétním případě je použito dvojité chapadlo. Aktivací hydromotoru dojde k otevření chapadla. V zavřeném stavu jej automaticky udržuje tlak hnacího média.

Tabulka 7 - popis řídicích signálů jednotky efektoru.

Výstupy (signály z indukčních snímačů)	
Signál	Význam
BQ 95	Chapadlo 1 +
BQ 96	Chapadlo 1 -
BQ 97	Chapadlo 2 +
BQ 98	Chapadlo 2 -
Vstupy (Ovládání akčních členů)	
YV 43	Otevřít chapadlo 1
YV 44	Otevřít chapadlo 2

3.8. Rozmístění snímačů os polohovacího ústrojí robotu



Obrázek 3 - Rozmístění snímačů na robotu

- I. Snímače rotace robotu. Šest dvojic indukčních snímačů rozmístněných po obvodu rotačního talíře, který nese další konstrukci robotu.
- II. Snímače zdvihu robotu. Je zde umístěno šest dvojic indukčních snímačů.
- III. Snímače výsunu ramene robotu. U této sady neodpovídá rozestup mezi snímači délce vysunutí ramene. Závislost je zde logaritmická.

4. Popis systémových konektorů

Robot je propojen s řídicím systémem prostřednictvím čtveřice dvaceti pěti pinových konektorů označených XP2 až XP5. Zde jsou vyvedeny všechny signály podílející se řízení robotu.



Obrázek 4 - Systémové konektory XP3, XP4, XP5, XP2 a hlavní rozvaděč XT3

Význam jednotlivých pinů všech čtyř konektorů je uveden v následujících tabulkách:

Tabulka 8 - Význam vodičů konektoru XP3

Konektor XP3			
PIN	Směr	signál	význam
1	↑	BQ 01	Rotace - narážka č. 1B
2	↑	BQ 02	Rotace - narážka č. 1A
3	↑	BQ 03	Rotace - narážka č. 2B
4	↑	BQ 04	Rotace - narážka č. 2A
5	↑	BQ 05	Rotace - narážka č. 3B
6	↑	BQ 06	Rotace - narážka č. 3A
7	↑	BQ 07	Rotace - narážka č. 4B
8	↑	BQ 08	Rotace - narážka č. 4A
9	↑	BQ 09	Rotace - narážka č. 5B
10	↑	BQ 10	Rotace - narážka č. 5A
11	↑	BQ 11	Rotace - narážka č. 6B
12	↑	BQ 12	Rotace - narážka č. 6A
13	↑	BQ 31	Zdvih - narážka č. 1B
14	↑	BQ 32	Zdvih - narážka č. 1A
15	↑	BQ 33	Zdvih - narážka č. 2B
16	↑	BQ 34	Zdvih - narážka č. 2A
17	↑	BQ 35	Zdvih - narážka č. 3B
18	↑	BQ 36	Zdvih - narážka č. 3A
19			
20			
21	↓	GND 19	GND
22			
23			
24	↓	PE 20	PE
25			

Tabulka 9 - Význam vodičů konektoru XP4

Konektor XP4			
PIN	Směr	signál	význam
1	↑	BQ 61	Výsuv - narážka č. 1B
2	↑	BQ 62	Výsuv - narážka č. 1A
3	↑	BQ 63	Výsuv - narážka č. 2B
4	↑	BQ 64	Výsuv - narážka č. 2A
5	↑	BQ 65	Výsuv - narážka č. 3B
6	↑	BQ 66	Výsuv - narážka č. 3A
7	↑	BQ 67	Výsuv - narážka č. 4B
8	↑	BQ 68	Výsuv - narážka č. 4A
9	↑	BQ 69	Výsuv - narážka č. 5B
10	↑	BQ 70	Výsuv - narážka č. 5A
11	↑	BQ 71	Výsuv - narážka č. 6B
12	↑	BQ 72	Výsuv - narážka č. 6A
13	↑	BQ 37	Zdvih - narážka č. 4B
14	↑	BQ 38	Zdvih - narážka č. 4A
15	↑	BQ 39	Zdvih - narážka č. 5B
16	↑	BQ 40	Zdvih - narážka č. 5A
17	↑	BQ 41	Zdvih - narážka č. 6B
18	↑	BQ 42	Zdvih - narážka č. 6A
19			
20			
21	↓	GND 19	GND
22			
23			
24	↓	PE 20	PE
25			

Tabulka 10 - Význam vodičů konektoru XP5

Konektor XP5			
PIN	Směr	signál	význam
1	↑	BQ 91	Naklopení zápěstí +
2	↑	BQ 92	Naklopení zápěstí -
3	↑	SQ 93	Mikroposuv zápěstí +
4	↑	SQ 94	Mikroposuv zápěstí -
5	↑	BQ 95	Chapadlo 1 otevřeno
6	↑	BQ 96	Chapadlo 1 zavřeno
7	↑	BQ 97	Chapadlo 2 otevřeno
8	↑	BQ 98	Chapadlo 2 zavřeno
9	↑	SQ 99	Rotace zápěstí, doraz +
10	↑	BQ 100	Rotace zápěstí, doraz -
11	↑	SQ 101	Rotace zápěstí, střed
12	↑	BQ 13	Rotace odaretováno
13			
14			
15			
16			
17	↓	Ucc 30	+24V
18	↓	Ucc 60	+24V
19	↓	Ucc 90	+24V
20			
21	↓	GND 89	GND
22			
23			
24	↓	PE 17	PE
25			

Tabulka 11 - Význam vodičů konektoru XP2

Konektor XP2			
PIN	Směr	signál	význam
1	↓	YV 12	Rotace směr +
2	↓	YV 13	Rotace směr -
3	↓	YV 11	Tlumení rotace
4	↓	YV 14	Odaretace rotace
5	↓	YV 22	Zdvih směr +
6	↓	YV 23	Zdvih směr -
7	↓	YV 24	Odblokování zdvihu
8	↓	YV 21	Tlumení zdvihu
9	↓	YV 32	Výsuv směr +
10	↓	YV 33	Výsuv směr -
11	↓	YV 31	Výsuv tlumení
12	↓	YV 41	Naklápění zápěstí
13	↓	YV 42	Mikroposuv zápěstí
14	↓	YV 43	Otevřít chapadlo 1
15	↓	YV 44	Otevřít chapadlo 2
16	↓	YV 51	Rotace zápěstí +
17	↓	YV 52	Rotace zápěstí -
18	↓	YV 14	Redukce pohybu rotace
19			
20			
21	↓	Ucc 25	+24V
22	↓	Ucc 55	+24V
23	↓	Ucc 85	+24V
24	↓	PE	PE
25			

4.1. Systém značení signálních vodičů

BQ xx – výstupní signál z indukčního snímače RMSV

SQ xx – výstupní signál z kontaktního snímače

YV xx – řídicí signál k ovládání elektromagnetického hydroventilu

Ucc xx – napětí +24V pro napájení indukčních snímačů a hydroventilů

GND xx – nulový potenciál – napájení indukčních snímačů

5. Návrh nového řídicího systému

Při návrhu nového řídicího systému je nutno vycházet z vlastností řízeného objektu, zejména z počtu a druhu řídicích signálů, které je nutno ovládat resp. zpracovávat. V našem případě je požadavek sledovat stavy 48 snímačů polohy a ovládat 18 akčních členů robotu. Všechny signály, jak vstupní, tak i výstupní, jsou dvoustavové – zapnuto/vypnuto resp. signalizace přítomnosti/nepřítomnosti zarážky.

Tento požadavek klade poměrně velké nároky na počty vstupně výstupních linek řídicího systému, což naráží na limity, dány vybavením, které je možno při řešení zadaného úkolu použít. K dispozici je karta AX754 poskytující 24 opto-izolovaných vstupů a karta AX756B obsahující 24 galvanicky oddělených reléových výstupů. Z výše uvedeného vyplývá, že počet výstupních signálů (z pohledu řídicího systému – dále jen ŘS) je dostatečný, a je tedy nutno řešit pouze problém z nedostatečným počtem vstupních signálů (z pohledu ŘS). Vzhledem k tomuto vybavení je možné zadaný úkol realizovat dvěma základními směry.

5.1. Varianta A – omezení počtu vstupů (předchozí stav)

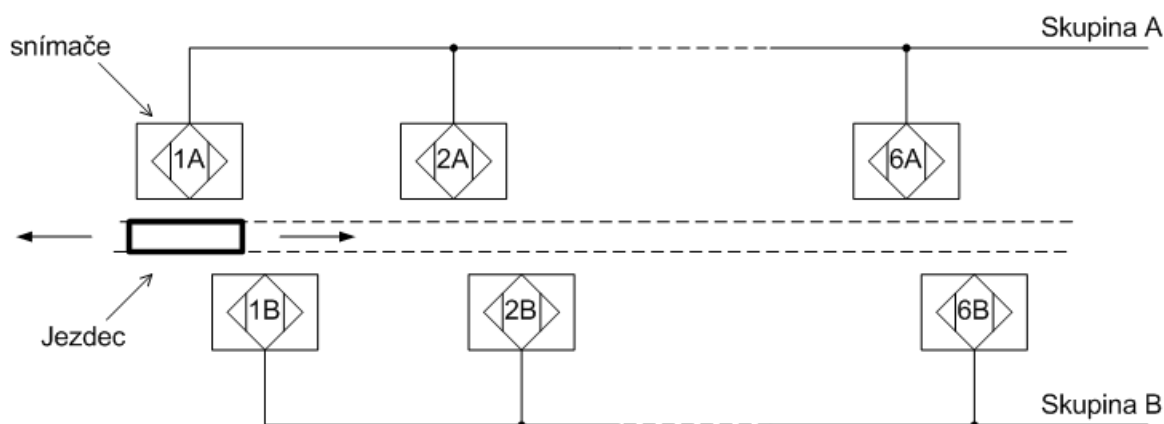
Tato varianta předpokládá, že pro monitorování polohy robotu řídicím systémem, se použijí signály jen z vybraných indukčních snímačů, tak aby jejich počet nepřesáhl maximální možný počet signálů které je možno zpracovat. Jednalo by se o ty snímače, které jsou nutné pro zachování základních funkcí robotu, jako například krajní polohy, významné body trajektorie a podobně.

Hlavní nevýhodou tohoto řešení je to, že jeho realizací dojde k omezení funkce robotu oproti původnímu řídicímu systému což bude mít za následek redukci počtu bodů v prostoru, kterých by bylo možno programově dosáhnout referenčním bodem efektoru. Tato varianta byla realizována mým předchůdcem. Ukázalo se ale nebylo nejvhodnější řešení, z důvodů nekompatibility indukčních snímačů s vstupně výstupní kartou.

5.2. Varianta B – změna systému odměřování

Princip této varianty spočívá v tom že změnou zapojení výstupních signálu robota dojde k změně systému odměřování polohy z absolutního na relativní. Toho dosáhneme paralelním spojením příslušných snímačů do skupin tak, abychom na výstupu měli signál, který nám dá informaci o aktivaci libovolné nárazky ve skupině. Při pohybu robota v dané ose tak získáme informaci o pohybu robota v podobě pulzů generovaných při projíždění jednotlivých nárazek. Tímto řešením jsme schopni docílit přesného zastavování ve všech polohách, které robot nabízí a to za použití minima vstupních linek.

Nevýhodou tohoto řešení je nutnost synchronizace robota při startu řídicího systému, která je však prováděna automaticky a nevyžaduje tak nějaké zvláštní nároky na obsluhu. Synchronizace probíhá tak že řídicí systém příkaz k pohybu robota do výchozích poloh. K pohybu dojde pomalou rychlostí čímž se zabrání rázům. Po stanovené době, kdy jsou již všechny prvky robota v počáteční poloze dojde k postupnému najíždění mechanismu na první dvojici nárazek (za předpokladu, že krajní poloha není polohou ve které je první dvojice nárazek aktivována).



Obrázek 5 - schéma spojování snímačů do skupin

Hlavní požadavek úkolu byl nahradit stávající řídicí systém novým, tak aby byla zachována jeho předešlá funkčnost. Proto jsem přistoupil k realizaci této varianty.

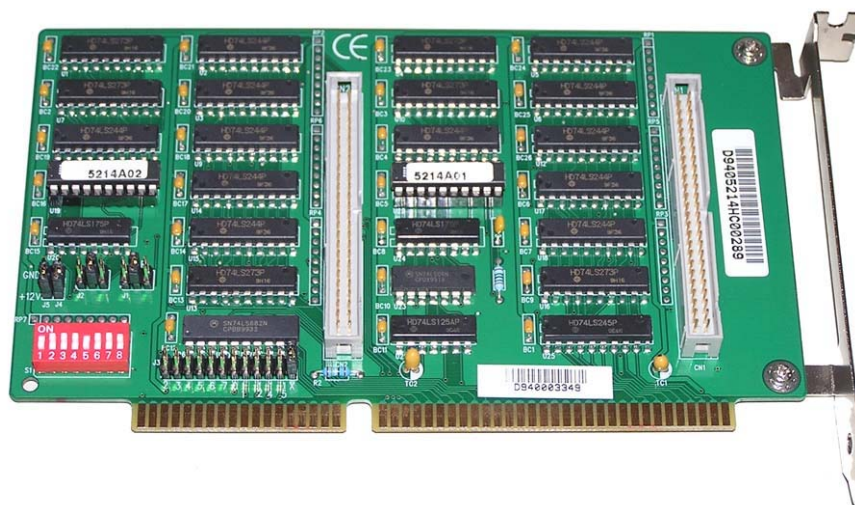
6. Popis použitých komponent

6.1. – Karta Axiom AX5214H

Karta AX5214H je 48 kanálová digitální vstupně výstupní karta, s ISA rozhraním pro počítače kompatibilní s IBM PC/AT. Může být použita s TTL kompatibilními obvody nebo s kartami AX754, AX755, AX746 a nebo s AX1416/24, umožňující zpracovávat signály o jiných úrovních než TTL.

48 kanálů je rozděleno do dvou skupin (GROUP1, GROUP2) po 24 linkách. Každá skupina emuluje čip 8255 v režimu „MODE 0“. Každá skupina se dále dělí do třech portů (PA, PB, PC) po osmi bitech. Každý z těchto portů může být nastaven jako vstupní nebo výstupní.

Karta je navíc vybavena unikátní funkcí generování přerušení za základě změny stavu libovolného portu. Programovými prostředky Visual Basicu však není možno tuto vlastnost využít a proto se ji zde nebudu dále zabývat.



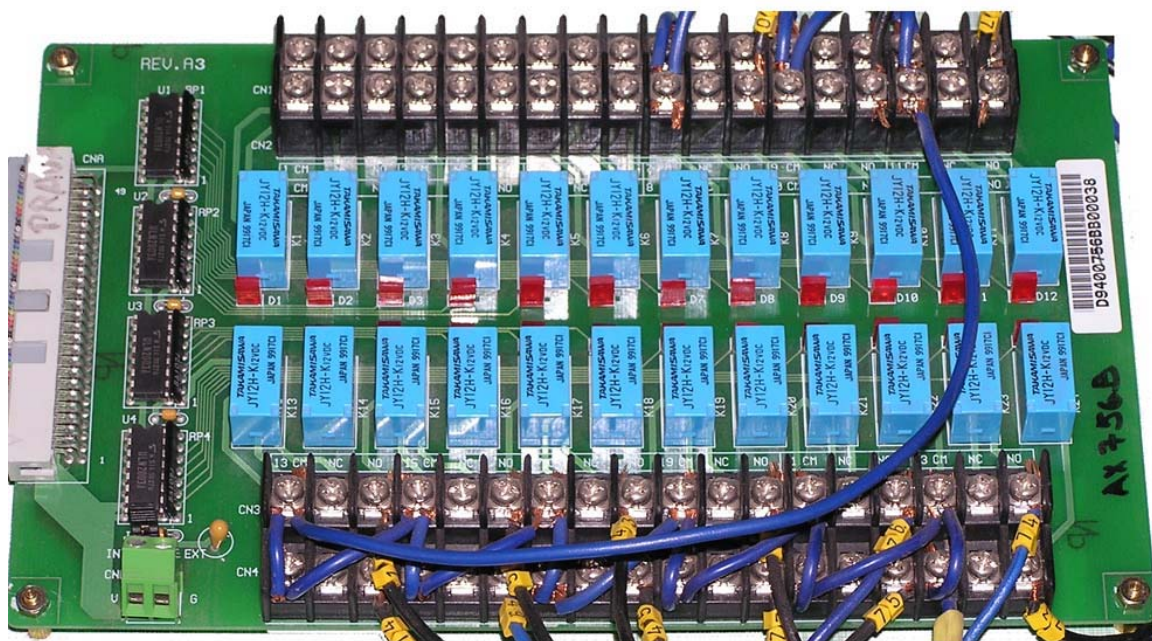
Obrázek 6 - Karta AX5214H

6.1.1. Základní vlastnosti karty AX5214H

- Vstupně/výstupní linky: 48
- Pracovní režim: kompatibilní s 8255 Mode 0
- Vstupně/výstupní úrovně: TTL/DTL
- Proudový odběr – max. 1,6A (při 5V)

6.2. – Karta Axiom AX756B

Karta AX756B je 24 kanálová reléová spínací karta navržena pro spínání zátěže, kterou není možno spínat přímo z výstupu digitální linky. Obsahuje 24 relé ovládaných z řídicího systému pomocí napětí TTL úrovně. Stav relé jsou navíc signalizovány příslušnou LED. Montážní deska splňuje standard Opto-22 [9] a tak může být připojena ke všem zařízením, které tento standard vyžadují.



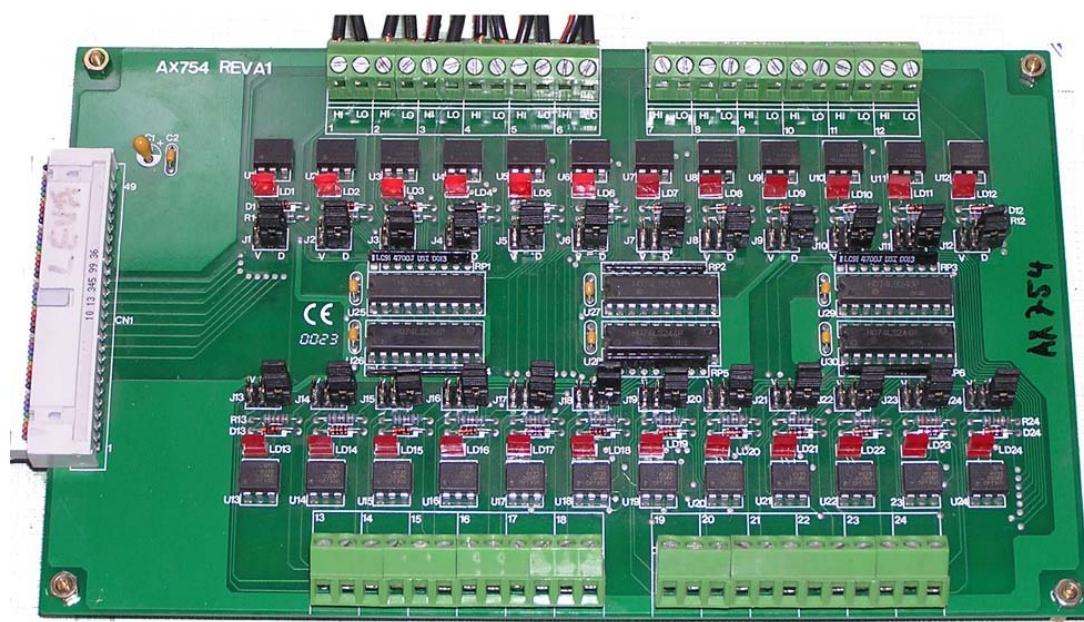
Obrázek 7 - Karta AX756B

6.2.1. Základní vlastnosti karty AX756B

- počet relé: 24. FORM A (dva kontakty v klidu rozepnuté)
- maximální spínaný výkon: 30W (stejnoseměrný proud), 50VA (střídavý proud)
- rychlost sepnutí – 5ms
- proudový odběr 50mA (při 5V), 0,8A (při 12V)

6.3 – Karta Axiom AX754

Karta AX745 nabízí 24 kanálů opto-oddělených vstupů od 4V do 24V nebo 2,5 mA od 20 mA pro logickou jedničku, změnou odporu omezující proud. Každý vstupní kanál je opticky izolován od dalších součástí systému a i od ostatních kanálů. Uživatel si může volit, zda se jako vstup použije napěťová úroveň a nebo jen prostý kontaktní snímač. Volbu provede příslušnou propojkou.



Obrázek 8 - Karta AX754

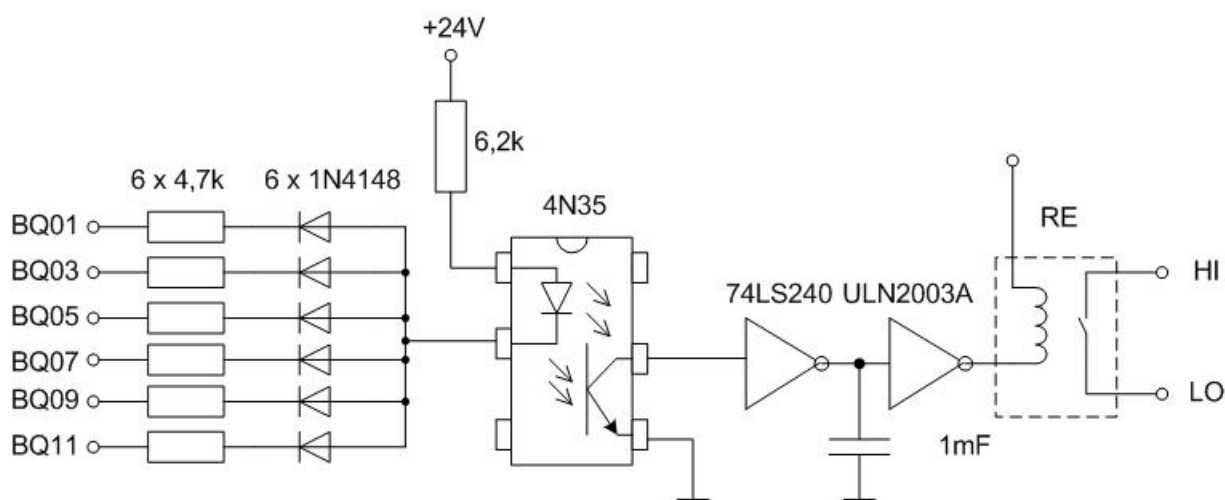
6.3.1. Základní vlastnosti karty AX754

- indikace provozu: 24 LED
- izolační napětí: 2500V
- Napěťové stavy:
 - VIL: < 0,8V
 - VIH: Mezi 4V až 24V
- Pro kontaktní vstup je k dispozici +5V
- Proudový odběr: 400mA max. (při 5V)

6.4. Přizpůsobení výstupu indukčních snímačů

Při plnění úkolu bylo zjištěno, že výstup z indukčních snímačů použitých v robotu nevyhovuje úrovním, které jsou nutné pro spolehlivé snímání logických úrovní kartou AX745. Úroveň výstupního napětí senzoru byla taková, že zasahovala do pásma, které karta AX754 považuje jako nerozhodný stav. Což mělo za následek to, že řídicí systém registroval změnu stavu na indukčním snímači z log 1. na log. 0 a nebo naopak i když ke změně polohy robota nedocházelo. Ke změnám docházelo nepravidelně a bez zjevných příčin. Tato záležitost zcela znemožňovala další práce na návrhu řídicího systému. Řídicí systém dostával mylné informace o poloze a pohybu robota a docházelo tak k neočekávanému zastavení robota mimo požadovanou polohu. Tyto problémy se ještě prohloubily při pokusu spojit výstupy příslušných senzorů do skupin.

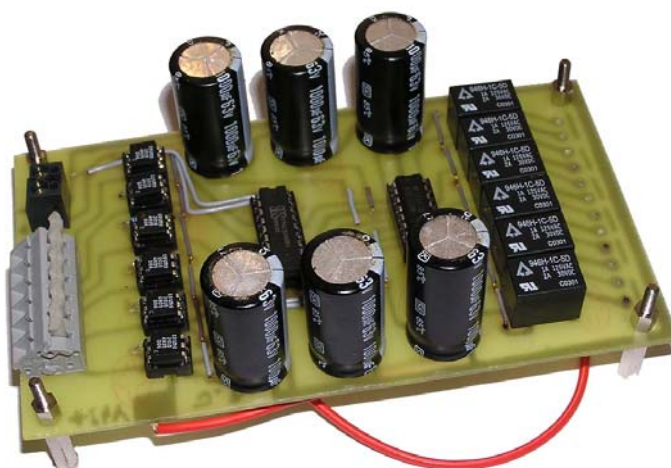
Z těchto důvodů jsem byl nucen navrhnout a realizovat zařízení, které přizpůsobí výstupní signály z indukčních snímačů tak aby bylo spolehlivě zpracováno řídicím systémem, bez zámkitů a falešných signálů. Návrh zapojení je založen základě mnoha pokusů, které byli s robotem provedeny tak aby bylo nalezeno spolehlivé funkční řešení. Výsledek návrhu je zobrazen na následujícím obrázku. Pro zjednodušení je zakreslena jen jedna skupina snímačů.



Obrázek 9 - schéma zapojení

Toto zařízení plní hned několik funkcí najednou. Zajišťuje logickou funkci OR všech výstupů příslušné skupiny indukčních snímačů. Dále pak díky hysterezi relé a filtračního kondenzátoru odstraňuje případné zákmity při aktivaci nebo deaktivaci příslušného indukčního snímače. Relé zároveň slouží jako izolace, která brání případnému poškození vstupů karty AX754. Karta musí mít vstupy přepnuté do režimu „dry contact“ což je mód, kdy se na kartu připojuje jen mechanický kontakt.

Zkonstruované zařízení potřebuje pro svou funkci, podobně jako karta AX754, napětí 5V pro napájení vnitřních obvodů. Toto napětí je odebíráno s ISA sběrnice řídicího IPC.



Obrázek 10 - realizované zařízení

5.5. Přirazení signálů portům řídicího systému

V následující tabulce je zobrazeno přiřazení signálů, které generují indukční snímače v jednotlivých osách pohybu robota, bitům portu PA karty AX754.

Tabulka 12 - Přiřazení výstupu robota na vstup karty AX754

port	bit	Signály (spojené funkcí OR)	Význam skupiny
A	0	BQ01, BQ03, BQ05, BQ07, BQ09, BQ11	Rotace - skupina B
	1	BQ31, BQ33, BQ35, BQ37, BQ39, BQ41	Zdvih - skupina B
	2	BQ61, BQ63, BQ65, BQ67, BQ69, BQ71	Výsuv - skupina B
	3	BQ02, BQ04, BQ06, BQ08, BQ10, BQ12	Rotace - skupina A
	4	BQ32, BQ34, BQ36, BQ38, BQ30, BQ32	Zdvih - skupina A
	5	BQ62, BQ64, BQ66, BQ68, BQ70, BQ72	Výsuv - skupina A
	6	Nevyužito	
	7	Nevyužito	
B	0-7	Nevyužito	
C	0-7	Nevyužito	

Následující tabulka popisuje přiřazení signálů ovládajících akční členy robotu (elektromechanické hydro spínače) výstupům reléové karty AX756B. Karta nabízí 24 výstupu, pro potřeby robotu je využito 18 z nich. Ostatní mohou být případně využity pro jiné účely.

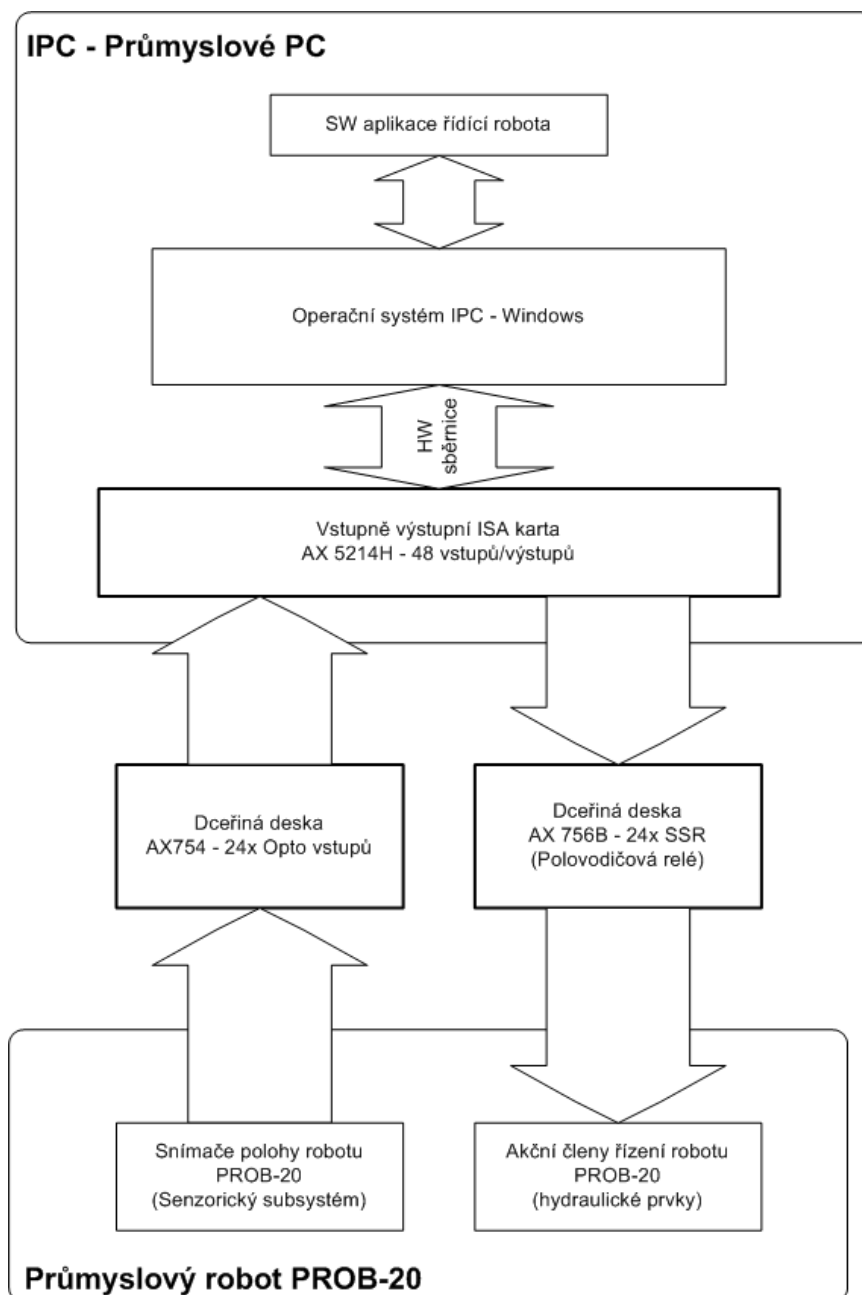
Tabulka 13 - Přiřazení vstupů robotu na výstupy karty AX5214H

Tabulka výstupních (řídících) digitálních signálů				
Brána	bit	Pin (AX5214H)	Označení	Popis
A	0	Group 2 - 47	YV 24	Odblokování zdvihu
	1	Group 2 - 45	YV 34	Redukce pohybu ramene
	2	Group 2 - 43		Vstupní port
	3	Group 2 - 41		Vstupní port
	4	Group 2 - 39		Vstupní port
	5	Group 2 - 37		Vstupní port
	6	Group 2 - 35		Vstupní port
	7	Group 2 - 33		Vstupní port
B	0	Group 2 - 31	YV 11	Tlumení rychlosti rotace
	1	Group 2 - 29	YV 14	Odaretace rotace
	2	Group 2 - 27	YV 31	Tlumení rychlosti výsuvu
	3	Group 2 - 25	YV 21	Tlumení rychlosti zdvihu
	4	Group 2 - 23	YV 13	Rotace -
	5	Group 2 - 21	YV 12	Rotace +
	6	Group 2 - 19	YV 33	Výsuv -
	7	Group 2 - 17	YV 32	Výsuv +
C	0	Group 2 - 15	YV 22	Zdvih +
	1	Group 2 - 13	YV 23	Zdvih -
	2	Group 2 - 11	YV 51	Rotace zápěstí +
	3	Group 2 - 9	YV 52	Rotace zápěstí -
	4	Group 2 - 7	YV 44	Chapadlo č. 1
	5	Group 2 - 5	YV 43	Chapadlo č. 2
	6	Group 2 - 3	YV 42	Mikroposuv
	7	Group 2 - 1	YV 41	Naklápění zápěstí

Do řídicího systému jsou zapojeny všechny signály, které jsou pro funkci robotu nezbytné. Nezapojeny jsou signály podávající informace o poloze orientačního ústrojí a efektorů. Jejich informace není pro provoz robotu nezbytná protože je řídicí systém zná na základě nastavení příslušných hydroventilů. Toto řešení může být na závadu jen v případě poruchy, kdy o vzniklé chybové události, nebude informován řídicí systém. To se ale pro jednoduchost zapojení nepředpokládá.

6. Řídicí software robotu

Řídicí software je neméně důležitou součástí řídicího systému robotu. Je napsána ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Basic 6.0 a je provozována na průmyslovém počítači firmy Autocont s procesorem Intel Pentium 700MHz a operačním systémem Microsoft Windows 98. Zdrojové kódy programu včetně komentářů je možné nalézt na přiloženém CD. Na následujícím obrázku je naznačena hierarchie řídicího systému robotu.



Obrázek 11 - Blokové schéma řídicího systému

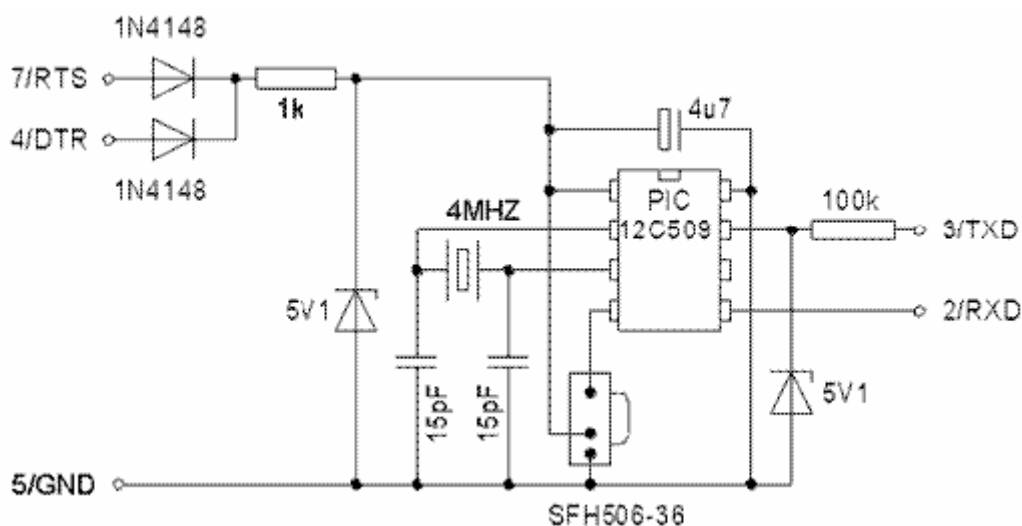
6.1. Úkoly řídicího software

Řídící program robota plní následující úkoly:

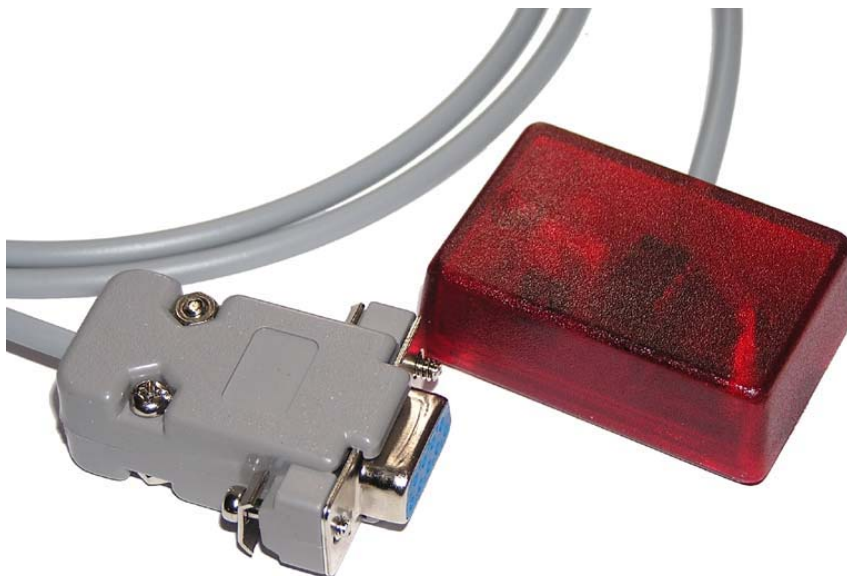
- Obstarává pohyby všech os polohovacího a orientačního ústrojí robotu.
- Vizualizace pohybu polohovacího ústrojí a zobrazení stavu všech prvků robotu.
- Synchronizace robotu.
- Manuální řízení všech pohybů
- Záznam akcí manuálního řízení do souboru.
- Možnost vykonání akcí uložených v souboru, včetně krokování programu

6.2. Možnost dálkového ovládání robotu

Řídicí aplikace je napsána tak aby ji bylo možno ve spojení s programem Girder [10] ovládat pomocí dálkového ovládání prostřednictvím jednoduchého hardwarového [11] modulu připojeného na volný sériový port. Libovolným ovladačem pracující na bázi infračerveného přenosu lze posílat povely řídicí aplikaci bez nutnosti mít v dosahu klávesnici nebo myš řídicího systému. Operátor tak může využívat volnost pohybu při programování funkcí robotu nebo k jeho kontrole.



Obrázek 12 - schéma zapojení přijímače D.O.



Obrázek 13 - IR přijmač pro dálkové ovládání robotu

Využití dálkového ovládání je u moderních robotů samozřejmostí a o výhodách, které přináší není nutno diskutovat. Tato konstrukce využívá programu Girder, který přijímá povely z ovladače, které má předem naučené, a přiřazuje jim význam klávesové zkratky (např. Alt+1) na které reaguje řídicí aplikace robotu. Příklad soubor povelů je uložen na přiloženém CD.

6.3. Nejnižší úroveň řízení

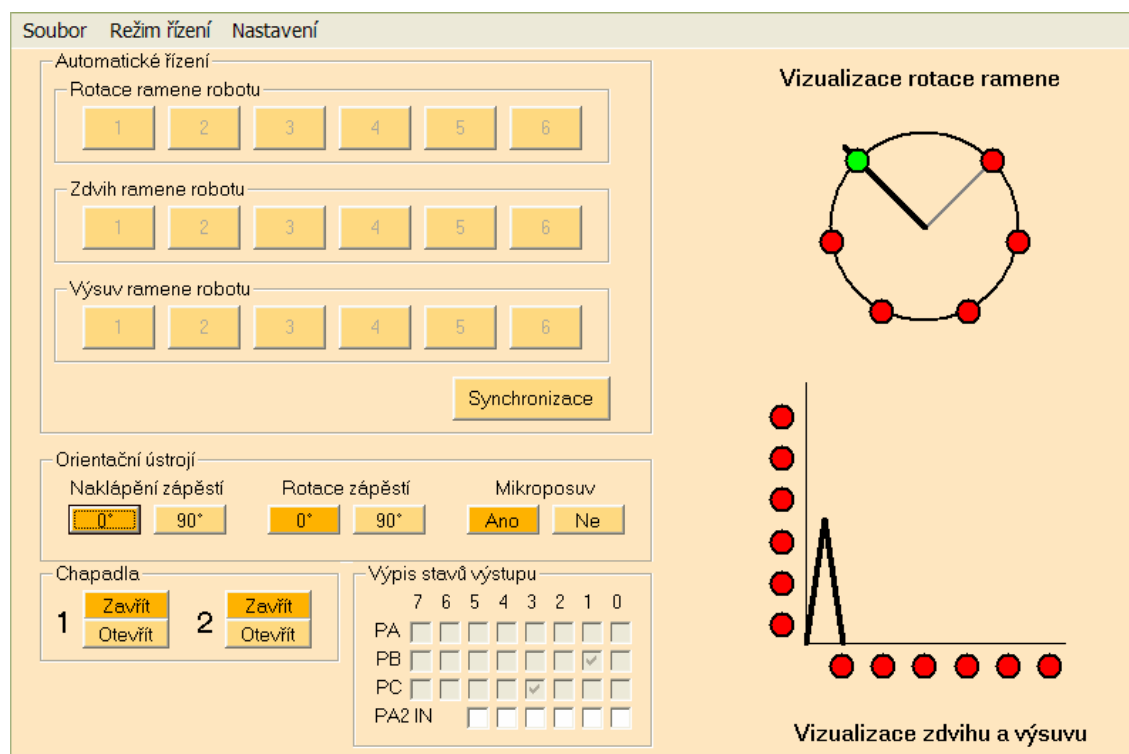
Nejnižší úroveň řídicí aplikace představuje soubor procedur a funkcí, které slouží vyšším vrstvám řídicího programu pro ovládání konkrétních akčních členů a pro čtení stavu indukčních snímačů. Tato část programu je uložena samostatně v modulu **zero.bas** což umožňuje v případě změny systému připojení robotu k PC změnit pouze tento soubor, a není nutno zasahovat do zdrojového kódu hlavy aplikace. Všechny procedury a funkce reagují na globální proměnnou typu boolean *EnableHW*. Pokud je nastavena na False tak nedochází k samotnému zápisu resp. čtení na port ale pouze k simulaci zápisu/čtení, což umožní spouštět program i bez přítomnosti příslušného hardware.

6.4. Vyšší úroveň řízení

Vyšší softwarová úroveň řízení představuje samotné jádro aplikace. Realizuje takové úlohy jako je počáteční synchronizace robotu, pohyb po jednotlivých nárážkách, regulaci rychlosti pohybu a záznam akcí robotu do souboru. Hlavní funkce první úrovně řízení je vyvolání pohybu robotu ve zvolné ose, registrace průjezdu robotu nárážkami a zastavení na požadované pozici. Funkce pro počítání polohy jsou společné pro všechny osy a to které počítadlo polohy se bude při průjezdu nárážkami inkrementovat resp. dekrementovat, záleží na tom který pohon je právě aktivní.

6.5. Vizualizační vrstva

Vrstva vizualizace pohybu robotu představuje samostatný celek, který na základě počítadel polohy jednotlivých os a na základně stavu zapnutí příslušných hydroventilů poskytuje uživateli schéma zobrazující současnou polohu robotu. Přesnost toho zobrazení je dána počtem nárážek s indukčními snímači takže je zobrazována poloha odpovídající naposled aktivované nárážce.



Obrázek 14 - Okno řídicí aplikace

6.6. Režimy ovládání robotu

Řídicí software robotu umožňuje jeho ovládání ve dvou základních režimech. Jejich volbu provedeme přes nabídkovou lištu (menu) programu. V manuálním režimu je možno ovládat přímo jednotlivé akční členy robotu. Můžeme aktivovat jednotlivé elektromechanické hydroventily a tím zajišťovat pohyb robotu. V tomto režimu není vizualizace robotu aktivní, protože je možné v tomto režimu pracovat i bez synchronizace robotu a tak není možno podat uživateli informaci o aktuální poloze robotu. Tento režim slouží pro nastavování robotu, případně pro jeho ruční synchronizaci.

Automatický režim oproti tomu umožňuje zadávat robotu přímo požadovanou polohu (resp. číslo narážky na kterou chceme aby robot v dané ose najel). Řídicí systém rozhodne, kterým směrem je potřeba robotem pohnout aby došlo k najetí na vybranou narážku. Při rozjezdu při zastavení je automaticky aktivováno tlumení pohybu, čímž je zajištěn plynulý rozjezd a dojezd robotu.

V tomto režimu je možno spustit záznam akcí, který se ukládá do souboru a umožňuje pak následně zajistit jeho provedení. A to buď v krokovém režimu, kdy robot vykoná jeden programový krok a čeká na povel k dalšímu kroku a nebo v provozním režimu, kdy je série naučených operací vykonávána opakovaně automaticky až do zastavení programu.

Předpokladem správné funkce automatizovaného provozu robotu je jeho počáteční synchronizace, kdy dojde k automatizovanému najetí mechanismu robotu v každé ose pohybu polohovacího ústrojí do výchozí polohy, tedy na první narážku v řadě. Tímto procesem se nastaví programové ukazatele polohy robotu a z této polohy se bude dále vycházet. Kdyby z jakýchkoli příčin došlo ke ztrátě synchronizace (tj. k chybnému zaznamenání průjezdu narážky) je pro správnou činnost robot opět synchronizovat.

6.7. Provoz pod systémy Windows NT/XP

Současné softwarové řešení neumožňuje provoz na systémech Windows NT/XP, což je dáno přísnější politikou přístupu těchto systému k portům hardware. Existují však jiné knihovny pro přímý přístup na libovolný port počítače funkční i pod těmito systémy. Toto řešení ale zde použito nebylo, protože k němu nebyl vážnější důvod. Více o této problematice lze nalézt zde [12].

7. Závěr

Výsledkem této práce je modernizace řídicího systému robota PROB-20. Velká část práce je věnována podrobnému popisu robota s ohledem na následující vývoj řídicí aplikace. Jsou zde zdokumentovány významy připojovacích kabelů včetně popisů jejich jednotlivých pinů a rozmístění indukčních snímačů na konstrukci robota. Dále je zde řešeno připojení robota k řídicímu systému na bázi průmyslového PC a přizpůsobení řídicích signálů na takovou úroveň aby jej byl schopen bezpečně zpracovat. Součástí tohoto řešení je i konstrukce zařízení, které dané přizpůsobení realizuje. Předchozí řešení toto zařízení neobsahovala což velmi omezovalo funkci řídicího programu.

Součástí práce je i aplikace PROB20.exe, včetně jejich zdrojových kódů, což je řídicí a ovládací program, který na základě výše zmíněných poznatků umožňuje řídit a programovat funkce robota PROB-20. Tento program umožňuje ovládat robot jednak manuálně, kdy jsou řízeny přímo jednotlivé akční členy robota, tak i automaticky, kdy je využito zpětnovazební smyčky a robot je možno ovládat jen zvolením požadované cílové polohy pohybu. Start příslušného pohonu, tlumení rozjezdu a dobrzdění na příslušné pozici je realizováno automaticky. Systém umožňuje zapamatování jednotlivých povelů a vytvářet tak programové smyčky pro samostatnou činnost robota. Dále je zde nastíněna možnost použití bezdrátového dálkového ovladače k ovládání pohybu robota a práce s programem. Součástí práce je i seznámení s obslužným programem robota.

Do budoucna by bylo možno využít poznatky zde uvedené k práci na zprovoznění i druhého školního robota PROB-20 a vytvořit tak vzájemně kooperující dvojici robotů. Vzhledem k volným pozicím vstupně/výstupních kartách by bylo možno toto rozšíření realizovat i bez nutnosti pořízení dalších karet.

Co se týče rozšíření funkcí obslužného programu, tak zde jsou možnosti vylepšení podstatně větší. Je možno implementovat 3D vizualizační model robota. Dále je možno řídicí systém rozšířit například o funkce pro práci v lokální počítačové síti, popřípadě v internetu a umožnit tak ovládat a monitorovat funkce robota i na dálku.

8. Přílohy

Výkresová dokumentace:

- Obvodové schéma strojní části robotu PROB-20.
- Hydraulické schéma robotu PROB-20.

Příložené CD:

- Obslužný program + zdrojový kód programu.
- Fotodokumentace robotu.
- Dokumentace k použitým kartám a součástkám (Datasheets)
- Ukázkový soubor pro aktivaci funkce dálkového ovládání

9. Použitá literatura a zdroje informací

- [1] Novák, P. *Průmyslové řídicí systémy*, 1. vyd. Ostrava: Skripta FS VŠB-TU Ostrava, 2000, 108s., ISBN 80-7078-733-3.
- [2] Novák, P. *Aplikace nových metod řízení školního robotu pro vzdělávací účely*, Ostrava, 2000
- [3] Halvorson, M. *Microsoft Visual Basic 6.0 krok za krokem*, Computer Press, Praha, 1999, 545s., ISBN 80-7226-169-X
- [4] Kainka, B., Berndt, H.-J. *Využití rozhraní PC pod Windows*, nakladatelství HEL, 2000, 151 s., ISBN 80-86167-13-5.
- [5] Rosa, A. *Řídicí a vizualizační software robotu PROB20*. (bakalářská práce), VŠB-TU Ostrava, 48 s., 2003.
- [6] AXIOM – *Firemní literatura – manuály karet řady AX*, USA, 1994
- [7] Senzortech Zlatokov s. r. o. Nástupce společnosti Zlatokov Trenčín.
URL: <http://www.senzortech.sk/>
- [8] Manuál robotu PROB-20, ČZ Strakonice, 1988
- [9] OPTO-22: <http://www.systemdevices.co.uk/opto22.html>
- [10] Girder: <http://www.girder.nl>
- [11] UIR přijímač dálkového ovládání: <http://jaybee.hyperlinx.cz/uir.htm>
- [12] Parallel Port Central: <http://www.lvr.com/parport.htm>

Záznam o závěrečné práci na katedře robototechniky

Použitý cizí jazyk	angličtina	
Název práce	česky	Řízení školního robotu
	cizojazyčně	Control of school robot
Abstrakt	česky	Tato práce se zabývá tvorbou dokumentace průmyslového robotu PROB-20 potřebné k návrhu a realizaci modernizace řídicího systému na bázi průmyslového PC. Tyto informace jsou pak následně použity jako podklad pro návrh technického řešení nového řídicího systému, a tvorby obslužného programového vybavení.
	cizojazyčně	This work deals with creation of an industrial robot PROB-20's documentation needed for design and modernization realization of a control system based on an industrial PC. The information then serves as basic data for a design of a technical solution of a new control system, and for development of program accessories.
Dosažené výsledky	česky	Byla vytvořena dokumentace robotu dokumentující jeho základní prvky s ohledem na následnou tvorbu řídicího systému. Dále bylo realizováno propojení robotu s průmyslovým PC a vytvořen obslužný program, který umožňuje jak manuální tak i automatické ovládání robotu.
	cizojazyčně	The documentation describing its basic elements considering further creation of control system has been created. Furthermore a connection of the robot to an industrial PC has been realized and the utility program allowing both manual and automatic robot's control has been developed.
Typ práce	Bakalářská	
Datum odevzdání	24. května 2004	
Počet stran	33 s.	
Studijní obor	2373-70 Robotika	
Autor	Os. číslo	BAB047
	Jméno	Jan
	Příjmení	Babjak
	Tituly	
	E-mail	jaybee@volny.cz
Vedoucí	Doc. Dr. Ing. Novák Petr	
Konzultant		

V Ostravě dne: 24.5

.....
autor.....
vedoucí práce