

## Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

## Fakulta strojní



# OVLÁDÁNÍ A PROGRAMOVÁNÍ ROBOTŮ ABB

## LABORATORNÍ CVIČENÍ V OBORU II

Jan Lipina

Jiří Marek

## Ostrava 2012



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0147 "Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu".

Název: Ovládání a programování robotů ABB

Autoři: Jan Lipina, Jiří Marek

Vydání: první, 2012

Počet stran: 82

Náklad:

Studijní materiály pro studijní obor Robotika Fakulty strojní

Jazyková korektura: nebyla provedena.



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



Název:Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumuČíslo:CZ.1.07/2.3.00/09.0147Realizace:Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

- © Jan Lipina, Jiří Marek
- © Vysoká škola báňská Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-2753-7

## **POKYNY KE STUDIU**

## Ovládání a programování robotů ABB

Pro předmět 3. semestru oboru Robotika jste obdrželi studijní balík obsahující:

Pro studium problematiky přímého řízení průmyslových robotů jste obdrželi studijní balík obsahující:

- integrované skriptum pro distanční studium obsahující i pokyny ke studiu,
- CD-ROM s doplňkovými animacemi vybraných částí kapitol.

#### Cílem učební opory

Cílem je seznámení se základními pojmy v oblasti průmyslových robotů. Po prostudování modulu by měl student být schopen ovládat a programovat průmyslové roboty ABB pomocí FlexPendantu.

## Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do magisterského studia oboru robotika studijního programu strojní inženýrství, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoliv jiného oboru.

Skriptum se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

## Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:



#### Čas ke studiu: xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden čas potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají bohaté zkušenosti.



- Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět
  - Popsat ...
  - 🔸 Definovat ...
  - Vyřešit ...

Ihned potom jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní dovednosti, znalosti.



#### Výklad

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.

## Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.



## Otázky

Pro ověření, že jste dobře a úplně látku kapitoly zvládli, máte k dispozici několik teoretických otázek.



## Úlohy k řešení

Protože většina teoretických pojmů tohoto předmětu má bezprostřední význam a využití v praxi, jsou Vám nakonec předkládány i praktické úlohy k řešení. V nich je hlavním významem předmětu schopnost aplikovat čerstvě nabyté znalosti pro řešení reálných situací.



#### Klíč k řešení

Výsledky zadaných příkladů i teoretických otázek jsou uvedeny v závěru učebnice v Klíči k řešení. Používejte je až po vlastním vyřešení úloh, jen tak si samokontrolou ověříte, že jste obsah kapitoly skutečně úplně zvládli.

Úspěšné a příjemné studium s tímto učebním textem Vám přejí autoři.

Jan Lipina a Jiří Marek

# OBSAH

1	R	OBOT	IZOVANÉ PRACOVIŠTĚ A JEHO OVLÁDÁNÍ	
	1.1	Robot	izované pracoviště	
	1.2	Robot	ABB IRB 140	
	1.3	Perife	rní zařízení	14
		1.3.1	Přísavkový efektor	14
		1.3.2	Výměnný efektor SCHUNK	15
		•	Systém rychlé výměny efektoru SWS 005	16
		•	Univerzální efektor PGN-plus 80-1	17
		•	Univerzální efektor PZN-plus 64-1	
		•	Univerzální efektor GWB 64	
		1.3.3	Efektor SCHUNK PGF 80 AS	
		1.3.4	Dopravník Rexroth typ VFS DIRECT	
		1.3.5	Polohovadlo ZTS	
	1.4	Ovlád	ání	
		•	Hlavní ovládací panel řídícího systému IRC5	
		•	FlexPendat	
		•	Ovládání robotu FlexPendantem.	
	1.5	Bezpe	čnost práce v robotizovaném pracovišti	
2	K	ALIBR	ACE	
	2.1	Aktua	lizace počítadel otáčení	
		•	Nastavení robotu do výchozí polohy	
		•	Postup pro provedení aktualizace počítadel pomocí FlexPendantu.	
	2.2	Další 1	možnosti kalibrace	42
		•	Načtení kalibračních dat s použitím jednotky FlexPendant.	
		•	Úprava posunutí kalibrace motoru.	
		•	Postup jemné kalibrace pomocí jednotky FlexPendat	
3	Z	OBRAZ	ZENÍ OBRAZOVKY FLEXPENDANT V ROBOTSTUDIO	43
4	Р	ROGR	AMOVÁNÍ ROBOTŮ ABB	45
	4.1	Zákla	dní instrukce	45
	4.2	Založe	ení programu	

	4.3	Vložení instrukce a editace specifikací	. 49
	4.4	Data programu	. 55
	4.5	Spouštění programu	. 58
	4.6	Seznam používaných instrukcí	. 61
5	R	APID	. 67
	5.1	Podmínkové programování	. 68
	5.2	Ovládání výstupů	. 69
	5.3	Proměnné a konstanty	. 70
	5.4	Operátory	.71
6	C	HYBOVÉ HLÁŠKY	.73
DA	ALŠÍ I	ZDROJE	. 81
OI	BSAH	CD-ROMU	. 82

# 1 ROBOTIZOVANÉ PRACOVIŠTĚ A JEHO OVLÁDÁNÍ

Hlavním náplní kapitoly je seznámení čtenáře s robotizovaným pracovištěm ABB (*viz Obrázek 1.1*), v prostorách Centra robotiky na katedře Robototechniky při VŠB-TU v Ostravě, z hlediska jeho obsluhy a zásad bezpečností práce.

#### 1.1 Robotizované pracoviště

	Čas ke studiu: 20 minut
0	Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět Orientovat se v robotizovaném pracovišti.
	Výklad

V laboratoři Centra robotiky na katedře Robototechniky na Vysoké škole báňské v Ostravě jsou umístěny 3 angulární 6-osé roboty ABB IRB 140 o nosnosti 6 kg. Roboty jsou umístěné za sebou, kdy dva krajní roboty jsou připevněny ke stojanům a prostřední je otočen o 180 ° a zavěšen na konzoli. Každý z robotů má vlastní řídící systém IRC5, který je vybaven ovládacím panelem FlexPendant pro přímé (on-line) ovládání a programování robotů. Každý z řídících systému, je pak připojen k počítači, aby bylo možno roboty v rámci laboratorních cvičení programovat nepřímo (off-line) pomocí software ABB RobotStudio.

Software Robot Studio byl vyvinut firmou ABB pro jimi nabízené roboty. Software je založen na virtuálním řídícím systému, který je kopií software, jenž se používá v řídících systémech robotů, to umožňuje off-line programování na počítači bez nutnosti zastavení výroby. Je možno si tak celé pracoviště připravit a ověřit jeho správnou funkci nebo optimalizaci již fungujícího výrobního zařízení. Při přenesení do reálného pracoviště pak postačí pouze dílčí korekce konfigurace programu [1] (*Více viz ABB Robot Studio – Návody* [1]).

Součástí robotizovaného pracoviště je rovněž celá řada periferních zařízení. Jsou to jak koncové efektory robotu, tak zařízení pro manipulaci s materiálem. V současné době pracoviště disponuje dvěma pneumatickými efektory od firmy SCHUNK, kdy jeden z nich umožňuje automatickou výměnu efektoru a jedním pneumatickým efektorem s přísavkami pro manipulaci s rozměrnými předměty vlastní konstrukce. Pro manipulaci s materiálem slouží jedno polohovadlo ZTS a dopravník od firmy Rexroth.

Celé pracoviště je pak ohrazeno zábradlím a bezpečnostními zábranami, které zamezují svévolnému vstupu do prostoru s roboty v době kdy je v chodu. Pro případ nebezpečí jsou instalovány tlačítka centrál stop pro vypnutí pracoviště z chodu.



Obrázek 1.1 – Robotizované pracoviště ABB katedry Robototechniky

#### Legenda:

- 1. Robot ABB IRB 140
- 2. Řídicí systém IRC5
- 3. Flexpendant
- 4. Stojan
- 5. Konzola
- 6. PC
- 7. Efektor 1.

- 8. Efektor 2.
- 9. Efektor 3.
- 10. Polohovadlo
- 11. Dopravník
- 12. Zábradlí
- 13. Závora
- 14. Centál STOP

#### 1.2 Robot ABB IRB 140



Jedná se o malý, rychlý a výkonný kompaktní průmyslový šestiosý robot s kombinací velkého zrychlení, pracovního dosahu a užitečného zatížení. Kompaktní a robustní konstrukce s integrovanými kabely zvyšuje celkovou pružnost, systém detekce kolizí pak jeho bezpečnost. Robot je na trhu od roku 1999 a vyznačuje se vysokou střední dobou bezporuchového provozu (MTBF) a malými nároky na údržbu. Standardní IRB 140 je možné montovat na podlahu nebo zeď v jakémkoliv úhlu nebo jej zavěsit, což dovoluje větší flexibilitu při konfigurování výrobní linky.



Obrázek 1.2 – Robot ABB IRB 140 [8], [9]

Robot je dodáván s řízením IRC5, které je doplněno ovládacím panelem FlexPendant.

IRC5 je schopno řídit až čtyři roboty. Ovládací panel je vybaven dotykovým displejem joystikem pro ovládání a bezpečnostním spínačem, který vypne robot v krizové situaci. [8]

11

<u>Technická</u>	data:

Specifikace:	Nosnost:		6 kg
	Délka horního ramene:		810 mm
	Počet stupňů volnosti:		6
	Doplňující zařízení na zápěstí:		0,5 kg
	Doplňující zařízení na horní části pa	že:	1 kg
	Integrovaný přívod vzduchu:		8 bar
	Hmotnost robotu:		98 kg
	Hmotnost řízení:		150 kg
	Hmotnost ovladače:		1 kg
Provedení:	Opakovatelnost polohy:		0,03 mm
	Maximální rychlost:		2,5 m/s
	Maximální zrychlení:		$2 \text{ m/s}^2$
	Pracovní rozsahy os/rychlost:	1.360°	200 °/s
		2. 200 °	200 °/s
		3. 280 °	260 °/s
		4. Neomezeně	360 °/s
		5. 240 °	360 °/s
		6. Neomezeně	450 °/s
El. připojení:	Připojení:		200-600 V
			50/60 Hz
	Jmenovitý výkon:		4,5 kVA
Provoz:	Provozní teplota:		$5 \div 45 \ ^{\circ}C$
	Maximální vlhkost:		95 %
	Stupě ochrany:		IP67
	Maximální hladina hluku:		70 dB
Komunikace:	Digitální:		do 4096
	Analogové:		2
	Sériové kanály:		RS 232/422
	Síť/Ethernet:		LAN

[4]



Obrázek 1.3 – Pracovní rozsahy a zátěžový diagram [8]

Aplikace:	Obloukové svařování	Obsluha strojů	
	Montáž	Manipulace s materiálem	L
	Řezání/Odhrotování	Odebírání z pásu	
	Tlakové lití	Balení	
	Lepení/Těsnění	Stříkání	
	Plastikářské vstřikovací lisy		[8], [4]



Obrázek 1.4 – Řídící systém IRC5 s FlexPendantem [8]

Technická	data:
-----------	-------

Specifikace:	Hmotnost:	150 kg
	Výška kabinetu:	970 mm
	Šířka kabinetu:	725 mm
	Délka kabinetu:	710 mm
Hardware:	Multi-processor systém, PCI bus, Pentium CPU,	

El. připojení:	Připojení:	200-600 V
		50/60 Hz
Provoz:	Provozní teplota:	$0 \div 45 \ ^{\circ}C$
	Maximální vlhkost:	95 %
	Stupě ochrany:	IP54

## 1.3 Periferní zařízení



#### 1.3.1 Přísavkový efektor

Přísavkový efektor je přímo navržen pro robot ABB IRB 140 na němž probíhalo i testování efektoru. Funkce efektoru jsou ovládány pomocí FlexPendantu. Efektor je navržen pro manipulování s předmětem o maximální hmotnosti 1 kg s minimálními rozměry 190 x 190 mm při provozním tlaku 5 bar. Podmínkou je, aby povrch objektu manipulace (dále OM) umožňoval vytvořit vakuum v přísavce. (*Více viz DP Realizace efektoru s přísavkami pro PR ABB IRB 140* [2]).



Obrázek 1.5 – Přísavkový efektor [2]

Název	Parametr
Provozní tlak	5 bar
Maximální hmotnost OM	1 kg
Maximální zrychlení TCP	10 m/s <sup>2</sup>
Stav povrchu OM	hladký, čistý, suchý
Provozní teplota	5 – 50 °C
Evakuační čas	50 ms
Maximální vyvíjené vakuum	- 90 kPa
Hmotnost efektoru	0,6 kg
Rozměry efektoru	187 x 187 x 130 mm
Minimální rozměr OM	190 x 190 mm

Tab. 1.1 – Technické parametry přísavkového efektoru

#### 1.3.2 Výměnný efektor SCHUNK

Výměnný efektor SCHUNK je umístěn na jednom z robotů ABB IRB 140(1). Funkce efektoru jsou ovládány pomocí FlexPendantu. Jádrem výměnného efektoru je pneumatický systém SWS 005(3) od firmy Schunk, který umožňuje automatickou výměnu efektoru. Dále je celý systém tvořen odkládacím třímístným stojanem(7) se snímači obsazení pozic efektory, který je připevněn ke stojanu(2) robotu a samotnými třemi pneumatickými efektory a to sice univerzálním dvouprstým efektorem PGN-plus 80-1(5), univerzálním tříprstým efektorem PZN-plus 64-1(4) a univerzálním úhlovým efektorem GWB 64(6). Efektory se dodávají bez čelistí, které se navrhují dle tvaru a rozměru objektu manipulace.



Obrázek 1.6 – Výměnný efektor Schunk na robotu ABB IRB 140

#### ♣ Systém rychlé výměny efektoru SWS 005

Systém "Quick-change" zajišťuje rychlou výměnu efektoru a tím zvyšuje využitelnost robotizovaného pracoviště. Firma Schunk dodává pneumatický systém SWS 005, který se skládá ze dvou dílu. Hlava SWK(1) s vyhazovačem pro snadné oddělení dílu je připevněna k interface robotu. Adaptér SWA(2) je pak připevněn k samotnému nástroji v našem případě efektoru.



Obrázek 1.7 – Systém rychlé výměny efektoru SWS 005 [10]

Pneumatický uzavírací píst zaručuje bezpečnost a tuhost spojení obou částí systému. Tento mechanizmus spojení zaručuje uzamčení obou dílů, i když se navzájem nedotýkají, kdy maximální dovolená vzdálenost je 3 mm, to má za následek vysoký stupeň přesnosti a opakovatelnosti zamykání.

Systém je uzamčen i v případě poklesu tlaku vzduch, kdy třecí síla těsnění brání pístu v pohybu, jenž může být způsoben vlastní tíhou nástroje nebo vibrací. Součásti mohou být odděleny pouze pneumaticky ovládaným pístem.

Název	Parametr
Dovolené zatížení	8 kg
Statické zatížení Mx,y	12,5 Nm
Statické zatížení Mz	17 Nm
Dynamické zatížení Mx,y	31,5 Nm
Dynamické zatížení Mz	51 Nm
Uzamykací síla (6 bar)	710 N
Opakovatelná přesnost	0,01 mm
Min/max mezera uzamčení	1,5/3,0 mm
Hmotnost	0,37 kg

Tab. 1.2 – Technické parametry výměnného mechanismu SWS 005

#### Univerzální efektor PGN-plus 80-1

Jedná se o dvoučelisťový paralelní pneumatický efektor s velkými úchopnými sílami a vysokými momenty. Efektor lze využít u standardních řešení při manipulaci s objekty v čistém až mírně znečištěném prostředí.



Obrázek 1.8 – Efektor PGN-plus 80-1 [11]

Název	Parametr
Posuv na čelist	8 mm
Svírací síla	415 N
Otevírací síla	465 N
Doporučené pracovní zatížení	2,1 kg
Minimální tlak	2,5 bar
Nominální tlak	6 bar
Maximální tlak	8 bar
Max. doporučená délka čelisti	110 mm
Max. doporučená hmotnost čelisti	0,6 kg
Opakovatelná přesnost	0,01 mm
Hmotnost	0,37 kg

Tab. 1.3 – Technické parametry efektoru PGN-plus 80-1

#### **Univerzální efektor PZN-plus 64-1**

Jde o tříčelisťový pneumatický efektor s velkými úchopnými sílami a vysokými momenty. Efektor lze využít u standardních řešení při manipulaci s tvarově složitými objekty v čistém až mírně znečištěném prostředí.



Obrázek 1.9–Efektor PZN-plus 64-1 [12]

Název	Parametr
Posuv na čelist	6 mm
Svírací síla	580 N
Otevírací síla	640 N
Doporučené pracovní zatížení	2,9 kg
Minimální tlak	2 bar
Nominální tlak	6 bar
Maximální tlak	8 bar
Max. doporučená délka čelisti	80 mm
Max. doporučená hmotnost čelisti	0,35 kg
Opakovatelná přesnost	0,01 mm
Hmotnost	0,43 kg

Tab. 1.4– Technické parametry efektoru PZN-plus 64-1

#### ✤ Univerzální efektor GWB 64

Jedná se o dvoučelisťový úhlový pneumatický efektor s velkými úchopnými sílami a vysokými momenty. Efektor lze využít tam, kde jsou vedle velké uchopovací síly vyžadovány krátké sekvence pohybu přes úhlové čelisti.



Obrázek 1.10 – Efektor GWB 64 [13]

Název	Parametr
Otevírací úhle na čelist	90 °
Svírací moment	27,45 Nm
Doporučené pracovní zatížení	2,2 kg
Minimální tlak	4 bar
Nominální tlak	6 bar
Maximální tlak	6,5 bar
Max. doporučená délka čelisti	80 mm
Max. doporučená hmotnost čelisti	0,32 kg
Doba zavření čelisti	0,6 s
Doba otevření čelisti	0,7 s
Hmotnost	0,43 kg

Tab. 1.5- Technické parametry efektoru GWB 64

#### 1.3.3 Efektor SCHUNK PGF 80 AS

Jde o dvoučelisťový paralelní pneumatický efektor s velkými úchopnými sílami a vysokými momenty. Efektor lze využít u standardních řešení při manipulaci s objekty v čistém až mírně znečištěném prostředí.



Obrázek 1.11 – Efektor PGF 80 AS na robotu ABB IRB 140

Název	Parametr
Posuv na čelist	16,5 mm
Svírací síla	760 N
Minimální síla úchopu pružinou	200 N
Doporučené pracovní zatížení	2,8 kg
Minimální tlak	4 bar
Nominální tlak	6 bar
Maximální tlak	6,5 bar
Max. doporučená délka čelisti	80 mm
Max. doporučená hmotnost čelisti	0,75 kg
Opakovatelná přesnost	0,02 mm
Hmotnost	1,25 kg

Tab. 1.6- Technické parametry efektoru PGF 80 AS

#### 1.3.4 Dopravník Rexroth typ VFS DIRECT

VFS Direct je mechanický dopravník s nekonečným pásem. Konstrukce dopravníku je z hliníkových profilů a dopravní pás je složen z plastových segmentů, které jsou podepřeny rovinnou plochou a vedeny v kluzných profilech.

Dopravník je řízen pomocí řídícího systému IRC5 jednoho z robotů, kdy zapínáme nebo vypínáme digitální výstupy řídící jednotky. Nejprve je však nutno sepnout signál RUN, jehož zapnutí je signalizováno rozblikáním ledky na frekvenčním měniči. V současné době lze přednastavit tři rychlosti dopravníku. Rychlost dopravníku je měnitelná od 5 m/min do 20 m/min.

#### **POZOR!**

Chod dopravníku je možný pouze v jednom směru. V případě změny směru hrozí nevratné poškození plastových členů, které může vézt k roztržení pásu.



Obrázek 1.12 – Dopravník Rexroth VFS DIRECT

Tab.	1.6–	Technické	parametry	dopravníku	Rexroth
------	------	-----------	-----------	------------	---------

Název	Parametr
Výška dopravníku	660 mm
Šířka dopravníku	1480 mm
Délka dopravníku	3040 mm
Šířka dopravního pásu	80 mm
Příkon pohonu	0,37 kW
Rychlost dopravníku	Regulovatelná od 5 do 20 m/min

#### 1.3.5 Polohovadlo ZTS

Polohovadlo bylo původně určené ke svařovacímu robotu OJ-10P. Dva pohony o výkonu 750 W umožňují plynule říditelnou rychlost pootáčení upínací desky polohovadla a ramenem polohovadla. Manuálně se pak dá nastavit výška ramene polohovadla pod úhlem 45 °. Díky ocelové konstrukci má polohovadlo nosnost 250 kg. Polohovadlo je v současné době propojeno s řídícím systémem IRC5 robotu ABB IRB 140.



Obrázek 1.13 – Polohovadlo ZTS [3]

1. Stojan

- Tubus
   Rameno
- Pohonná jednotka naklápění
   Pohonná jednotka otáčení upínací desky
- 6. Upínací deska

Tab. 1.7- Technické parametry polohovadla ZTS

Název	Parametr
Průměr stolu polohovadla	500 mm
Nastavitelná výška ramene	650 ÷ 850 mm
Nosnost	250 kg
Hmotnost	340 kg
Rotace upínací desky	560 °
Rotace ramene	270 ° (+180 °, -90 °)
Přesnost polohování desky	± 0,1 mm
Rychlost otáčení	60 °/s
Instalovaný výkon motoru	1500 W
Krytí	IP 43

## 1.4 Ovládání



#### Hlavní ovládací panel řídícího systému IRC5.

Pro přímé ovládání robotu ABB IRB 140 slouží jeho řídící systém. Na řídícím systému IRC5 nalezneme hlavní ovládací panel. Význam jednotlivých ovladačů z hlediska ovládání robotu je vysvětlen na následující stránce.



Obrázek 1.14 – Hlavní ovládací panel řídícího systému IRC5 [7]



Obrázek 1.15 Fotka ovládacího panelu řídícího systému IRC5

#### FlexPendat.

K řídícímu systému je pak připojen FlexPendat, pomocí jehož zadáváme pokyny pro přímé řízení pohybů a úkonů robotu. Dále nám slouží pro vytvoření trajektorie, nastavení rychlosti pohybu robotu po trajektorii a vykonání pracovních úkonů. Vytvořený program pak můžeme uložit a libovolně upravovat.



Obrázek 1.16 – FexPendat (pohled ze předu) [7]

- A Konektor
- B Dotyková obrazovka
- C Tlačítko nouzového zastavení
- D Aktivační zařízení
   (Bezpečnostní tlačítko)
   E Pákový ovladač
- E Pákový ovladač

A В D C D Ε (E F K G (F)G Þ (H)Н

E až H slouží pro spuštění vytvořeného programu.

- A-D Spínače přídavných funkcí
- Play (Spustit) Е
- F Zpět

Pro ovládání efektoru slouží přídavná programovatelná tlačítka A až D. Tlačítka

- G Dopředu
- Η Stop

*Obrázek 1.17 – FlexPendant (detail)* [7]

Důležitou roli při práci s FlexPendantem hraje jeho správné uchopení. Flexpendat uchopíme ze spodu levou rukou, kterou vložíme pod řemínek, ten zajišťuje fixaci jednotky k ruce. Konečky prstů pak máme na bezpečnostním tlačítku. Zmáčknutí bezpečnostního tlačítka do střední polohy umožňuje chod robotu. Naopak přílišné stisknutí bezpečnostního tlačítka případně jeho nestisknutí má za následek nespuštění robotu.



Obrázek 1.18 – Správné uchopení FlexPendantu [7]

FlexPendant je standardně dodáván v nastavení pro praváky, ale otočením jednotky o 180° je dobře uchopitelný i pro leváky. Nastavení displeje pro leváky pak provedeme kliknutím vlevo nahoře na volbu "ABB" dále položka "Ovládací panel" a tlačítko "Vzhled", kde zvolíme možnost "Otočit doprava".

Ruční MySystem (SEVS	T-W-0003)	Motory vyp. Zastaveno (2 z 2) (Ry	vchlost 100%)
📴 Ovládací panel - Yzhled			
Jas		Kontrast —	
	Maximum		Maximum
Nastavit Otočit		ОК	Zrušit
Výchozi doprava			

Obrázek 1.19 – Nastavení displeje [7]

#### ♣ Ovládání robotu FlexPendantem.

Pro samotné řízení pohybů robotů slouží Pákový ovladač v kombinaci s volbami na dotykové obrazovce (viz níže).



Obrázek 1.20 - Ovládání jednotlivých os robotu pomoci pákového ovladače [1]

Úvodní obrazovka na FlexPendantu se skládá ze stavové lišty na horní části obrazovky a tlačítka "Volba" v pravém dolním rohu.

	Ruční 14M-63063 (192.168.133.1)	Ochr. zastavení 🔹 🔹 Zastaveno (Rychlost 100%)
	Wel	rome
	weit	
	to A	BB G
	The heart	and the
	of Hobolics	
1.5		
17	- <b></b>	
		© Copyright 2003 ABB. All rights reserved.

Obrázek 1.21- Úvodní obrazovka FlexPendantu [7]

Stavová lišta informuje o základním stavu robota.



Pro rychlé ovládání robotu musí být "Přepínač módu" na hlavním panelu přepnut do režimu "ručního řízení" (*viz Obrázek 1.14*). Dále musíme na úvodní obrazovce zvolit možnost "volby" vpravo dole.



Obrázek 1.23 – Tlačítko "Volba"

Následně se nám zobrazí nabídka pro rychlé nastavení robotu (viz Obrázek 1.24).



Obrázek 1.24 – Nabídka rychlého nastavení robotu [7]

А	Mechanická jednotka	D	Krokový režim
В	Přírůstek	Е	Rychlost
С	Běhový režim	F	Úlohy

Pro rychlé ovládání robotu zvolíme symbol oranžového robotu tlačítko nabídky mechanické jednotky vpravo nahoře a necháme "Zobrazit podrobnosti" v pravém dolním rohu. (V případě že je ke stejné řídící jednotce připojeno více robotů je nutno nejprve kliknutím vybrat robot, který chceme obsluhovat.)



Obrázek 1.25- Tlačítko "Mechanická jednotka"

Zobrazí se nám obrazovka se všemi dostupnými nastaveními pro mechanickou jednotku. Můžeme si nastavit rychlost pohybu (C) v desítkách procent, dále nastavení souřadnicového systému, podle kterého bude robot vykonávat pohyby (F) a nastavení pohybového režimu (G), který ovlivňuje pohyby pákového ovladače. Jednotlivé nastavení volíme dotykem na příslušný symbol.

Nastavením nástrojů (A) můžeme změnit dostupné nástroje a Nastavením pracovního objektu (B) měníme dostupné pracovní objekty.



Obrázek 1.26 – Obrazovka mechanické jednotky se zobrazenými podrobnostmi

- A Nastavení nástroje (aktuálně je nastaven nástroj "Efektor")
- B Nastavení pracovního objektu (aktuálně je nastaven "pracovní objekt 0")
- C Nastavení rychlostí (aktuálně je nastaveno "100 %")
- D Zapnutí nebo vypnutí přírůstku definovaného uživatelem
- E Zapnutí nebo vypnutí monitorování ručního přestavení
- F Nastavení souřadnicového systému
- G Nastavení pohybového režimu

#### Nastavení souřadnicového systému



Obrázek 1.27 – Nastavení souřadnicového systému [7]

Svět	Světový souřadnicový systém
Základna	Souřadnicový systém základny
Nástroj	Souřadnicový systém nástroje
Pracovní	Souřadnicový systém pracovního objektu

V případě kolizního stavu robotu snížíme rychlost robotu na minimální hodnoty a pracovat v režimu "Svět" nebo "Základna"

#### Nastavení pohybového režimu



Obrázek 1.28 – Nastavení pohybového režimu [7]

Osa 1-3	Ovládání os robotu 1 až 3	
Osa 4-6	Ovládání os robotu 4 až 6	
Lineární	Robot natáčí osami tak, aby pohyb interface (pracovního nástroje) byl lineární	
Změna orientace	Robot natáčí interface kolem bodu v prostoru	

#### <u>Přírůstky</u>

Pohybový přírůstek se používá pro ruční přestavení robota v malých krocích, což umožňuje jeho velmi přesné polohování. To znamená, že při každém vychýlení pákového ovládače se robot posune o jeden krok (přírůstek). Jestliže se pákový ovládač vychýlí na dobu jedné nebo více sekund, bude se provádět posloupnost kroků (rychlostí 10 kroků za sekundu), dokud bude pákový ovládač vychýlený. Výchozím režimem je žádný přírůstek, v tom případě se robot při vychýlení pákového ovladače pohybuje spojitě. [7]

Přírůstek	Vzdálenost	Úhel
Malý	0,05 mm	0,005 °
Střední	1 mm	0,02 °
Velký	5 mm	0,2 °
Uživatelský		

Tab. 1.8– Velikosti pohybového přírůstku



Obrázek 1.29 – Přírůstky [7]

Žádný	Žádný přírůstek	Velký	Velké pohyby
Malý	Malé pohyby	Uživatelský	Definováno uživatelem
Střední	Stření pohyby		

#### <u>Běhový režim</u>

Jediný cyklus

Souvislé

Nastavením běhového režimu lze určit, zdá má být program proveden jednou a poté skončit, nebo zda má být prováděn opakovaně.



*Obrázek 1.30 – Běhový režim* [7] Po provedení programu se robot zastaví Program se bude provádět opakovaně

#### <u>Krokový režim</u>

Nastavením krokového režimu lze definovat, jak má pracovat provádění programu po jednotlivých krocích.



*Obrázek 1.31 – Krokový režim* [7]

Vnořit	Vstupuje do volaných rutin a provádí je po jednotlivých krocích		
Vynořit	Provede zbývající část aktuální rutiny a poté se zastaví na další instrukci v rutině, z níž byla aktuální rutina volána. Nelze použít v rutině Main.		
Přeskočit	Volané rutiny jsou prováděny v jednom kroku.		

- Další Skáče na další pohybovou instrukci. Zastavujte provádění před
- Instrukcepohybovými instrukcemi a po nich, aby bylo možné např. upravovatposunupozice.

#### <u>Rychlost</u>

Nastavení rychlosti se vztahují na aktuální provozní režim. Jestliže však snížíte rychlost v automatickém režimu, nastavení se také vztahuje na ruční režim, pokud režim změníte.



Obrázek 1.32 – Rychlost [7]

32

#### 1.5 Bezpečnost práce v robotizovaném pracovišti

## Čas ke studiu: 2 hodiny

Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- **4** Zásady bezpečností práce v prostředí robotizovaného pracoviště.
- ↓ Orientovat se v robotizovaném pracovišti z hlediska bezpečnosti.
- ↓ Nouzově vypnout robotizované pracoviště

# Výklad

Bezpečnost práce v laboratořích má nejvyšší prioritu a je stavěna nad cíl laboratorního měření. Pro dodržení bezpečností práce v laboratoři je nezbytné naprosto dodržovat laboratorní předpisy, pokyny vyučujícího a postup měření. Laboratoř svým vybavení a pomůckami pro vykonání příslušné úlohy přirozeně zvyšuje riziko vzniku úrazu.

Studenti musí být na začátku úvodní hodiny laboratorních prací seznámeni a prokazatelně poučeni o nebezpečí, které může vzniknout v prostorách laboratoře, musí být poučeni o zásadách práce v laboratoři a rovněž proškoleni o první pomoci v případě, že i přes veškeré úsilí došlo ke zranění. [5]

- V laboratoři LCR je u vstupních dveří vyvěšen rovněž laboratorní řád, se kterým jsou studenti obeznámeni.
- Studenti nesmí svévolně manipulovat s roboty ani zasahovat do jejich zařízení. Ovládáni robotu je dovoleno pouze v přítomnosti vyučujícího.
- V laboratoři nikdo nesmí za žádných okolností pracovat osamocen.
- V případě vstupu do robotizovaného pracoviště musí být student obezřetný jak před pohybujícími se prvky tak i instalovanými zařízeními, která mají mnohdy ostré hrany nebo jsou instalovány na podlaze případně zavěšeny.
- Student musí mít upraven oděv tak, aby předcházel jeho zachycení k vybavení pracoviště.

Předcházení vzniku úrazu a také poškození vybavení laboratoře je zajištěno několika na sobě nezávislými bezpečnostními opatřeními.

- Robotizované pracoviště je od zbytku laboratoře odděleno zábranou.
- Vstup do pracoviště k jednotlivým robotům je chráněn závorami.
- Závory se zapínají samostatně, pokud se nezapnou s robotem nelze pracovat (sepnutí okruhu se závorami signalizuje rozsvícení zelené diody).
- Mohu vstoupit pouze k robotu, kterému přísluší daná závora, z toho vyplývá, že nesmím vstoupit do pracovního prostoru jiného robotu.
- Pokud je závora otevřena nelze spustit automatický režim robotu.

- Vstup do pracoviště je povolen pouze v ručním řízení robotu, ale i tak by měl být minimalizován.
- Po obvodu pracoviště jsou umístěna tlačítka centál stop, jejímž stisknutím dojde k vyřazení celého pracoviště.
- Tlačítkem centál stop je pak vybaven i řídící systém robotu IRC5 a také jednotka FlexPendat.
- FlexPendat je navíc vybaven bezpečnostním tlačítkem, které umožňuje chod robotu v ručním řízení pouze, je-li stisknuto ve střední poloze. Nestisknutí tlačítka nebo jeho přílišné stisknutí má za následek zastavení robotu.
- Robot je vybaven bezpečnostním systémem, který robot zastaví případně nárazu.
- Robot je na spodní části vybaven spínačem, který v případě zaklínění uvolní všechny klouby (používat pouze v krajním případě, neboť se robot musí znovu nastavit).



Obrázek 1.33 – Bezpečnostní prvky v robotizovaném pracovišti

- 1. Zábrana
- 2. Ovládání závor
- 3. Závora
- 4. Centál stop má obvodu pracoviště
- 5. Uvolnění kloubu robotu
- 6. Centál stop na řídícím systému
- 7. Centál stop na FlexPendantu
  - Bezpečnostní tlačítko

Výčet výše uvedených zásad určitě není konečný a nemůže vystihnout všechny situace, které mohou vzniknout. Student musí při práci v laboratoři vždy poslechnout pokyny vyučujícího a být obezřetný v maximální možné míře.

8.

## 2 KALIBRACE

Kapitola se zabývá aktualizací počítadel otáčení u robotu ABB IRB 140 v případě jejich ztráty.

## 2.1 Aktualizace počítadel otáčení

	Čas ke studiu: 1 hodina
0	<ul> <li>Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět</li> <li>Nastavení robotu ABB IRB 140 do nulové polohy pomocí FlexPendantu.</li> <li>Aktualizaci počítadel otáčení pomocí FlexPendantu.</li> </ul>



## Výklad

Existují tři stavy kalibrace, kterým odpovídají příslušné akce (viz Tab. 2.8).

Kontrolu stavu kalibrace robota provedeme pomocí FlexPendantu v nabídce "ABB" zvolíme položku "kalibrace" a v seznamu mechanických jednotek zkontrolujeme stav kalibrace.

*Tab. 2.8– Stavy kalibrace* 

Stav kalibrace	Akce	
Bez kalibrace	Kalibraci robota musí provést vyškolený servisní technik.	
Aktualizace počítadel otáčení	Postup pro aktualizaci počítadel je uveden v této kapitole.	
Kalibrováno	Kalibraci není nutno provést.	

♣ Nastavení robotu do výchozí polohy.

Při provádění kalibrace nebo aktualizace počítadel otáčení je nutno mít na paměti, že špatné nastavení polohování robota může způsobit úraz nebo poškození zařízení!

V případě ztráty dat počítadla otáčení (takováto situace může nastat třeba v případě ztráty záložní baterie) nebo jeho aktualizace musíme robot uvézt pomocí FlexPendantu do výchozí (nulové) polohy. Na robotu jsou pro tyto případy body nulové polohy pro jednotlivé klouby. Následující obrázek nám ukazuje, kde jsou tyto body na robotu umístěny.

Pokud neprovedeme aktualizaci počítadel, řídící systém nám neumožní spustit jakýkoliv program. Robot je možno ovládat pouze manuálně.

35

KALIBRACE



Obrázek 2.1- Nulové body pro kalibraci na robotu ABB IRB 140 [6]

Pro lepší orientaci a správné nastavení polohy robotu slouží následující série obrázku, která zobrazuje nastavení robotu v nulové poloze. Levý sloupec je pro osy otáčení 1 až 3 a pravý sloupce pak pro osy 4 až 6.


Obrázek 2.2 – Detaily nulových poloh (levý sloupec pro osy otáčení 1 až 3 pravý pro 4 až 6)

#### **POZOR!**

Klouby 4 a 6 nemají žádné mechanické dorazy a může se stát, že po kalibraci budou mít špatný směr otáčení. Proto při ustavování robotu do výchozí polohy nelze spoléhat pouze na kalibrační body, ale je nutno zároveň zkontrolovat hodnotu jednotlivých poloh se štítkem umístěném na spodním rameni robota.

Následující obrázek zobrazuje polohu robotu v případě správného nastavení všech kloubů do výchozí polohy.



Obrázek 2.3 – Robot ABB IRB 140 v nulové poloze

Postup pro provedení aktualizace počítadel pomocí FlexPendantu.

Pokud je robot správně nastaven do výchozí polohy přejdeme k vlastní aktualizaci stavu počítadel na FlexPendantu.

Vlevo nahoře vstoupíme do hlavní nabídky "ABB"



Obrázek 2.4 – Tlačítko hlavní nabídky "ABB" [7]

Z hlavní nabídky v levém sloupci vybereme "Kalibrace"





38

V následujícím okně vybereme robota, který chceme kalibrovat. V našem případě se jedná o robot ROB\_1.

	uční IM-63063 (192.168.133.1)	Ochr. zastavení Zastaveno (Rychlost 100%)	
Kalibrace			
Chcete-li systém po	oužít, musí být kalibro	ovány všechny mechan. je	ednotky.
Vuhorta machanickou i	odpotku, ktorou chooto ka	librount	
Vyberte mechanickou j	ednotku, kterou chcete ka	alibrovat.	
Vyberte mechanickou j Mechanická jednotka	ednotku, kterou chcete ka Stav	alibrovat.	1 až 1 z 1

#### Obrázek 2.6 – Výběr robotu pro kalibraci

Pak vybereme záložku "Počítadla otáčení" a zvolíme "Aktualizovat počitadla otáčení…"

	Ruční 14M-63063 (192.168.133.1)	Ochr. zastavení Zastaveno (Rychlost 100%)	
Kalibrace - ROB_1			
Počitadla otáčení	Aktualizov	vat počitadla otáčení	
Param. kalibrace			
Paměť SMB			
kámec základny			
			Zavřít
Kalibrace			

#### Obrázek 2.7 – Obrazovka počítadel otáčení

Objeví se varovná hláška, která nám oznamuje, že v důsledku aktualizace počítadel dojde ke změně programových pozic. Pokud chceme provést aktualizaci počítadel potvrdíme "ANO".



Obrázek 2.8 – Varovná hláška

V následujícím okně vybereme osy, pro které chceme aktualizovat osy otáčení (v případě ztráty dat počítadla otáčení vybereme všechny osy) a zvolíme možnost aktualizovat "Aktualiz." vpravo dole.

	D63 (192.168.133.1)	Ochr. zastavení Zastaveno (Rychlost 100%)					
🖉 Kalibrace - ROB_1 - Počita	🧷 Kalibrace - ROB_1 - Počitadla otáčení						
Aktualizovat počitadla	otáčení						
Mechanická jednot	ROB_1						
Chcete-li aktualizovat počit	adla otáčení, vybert	e osy a klepněte na tlačítko Aktu	alizo <del>v</del> at.				
Osa	Stav		1 až 6 z 6				
Vrob1_1	Počitadla otáče	ení nebyla aktualizována					
Vrob1_2	Počitadla otáče	ení nebyla aktualizována					
Vrob1_3	Počitadla otáče	ení nebyla aktualizována					
Vrob1_4	Počitadla otáče	ení nebyla aktualizována					
Vrob1_5	Počitadla otáče	ení nebyla aktualizována					
Vrob1_6	Počitadla otáče	ení nebyla aktualizována					
Vybrat vše Smaza	at vše	Aktualiz.	Zavřít				
Kalibrace							

Obrázek 2.9 – Výběr os, které chceme aktualizovat

Opět se objeví varovná hláška, že budou vybrané osy aktualizovány a operace je nevratná. Pokud chceme provést aktualizaci počitadel potvrdíme "Aktualiz.".



Obrázek 2.10 – Varovná hláška před nevratným procesem

Ok	no průběhu
[	Dokončení procesu aktualizace může trvat až minutu.
	Čekejte, prosím.

Obrázek 2.11 – Průběh aktualizace

Pokud proběhne aktualizace v pořádku. Objeví se u kloubu hláška "Počítadla otáčeni byla aktualizována".





# 2.2 Další možnosti kalibrace





Kapitola pouze naznačuje další možnosti kalibrace robotu. Jejich podrobný popis naleznete v elektronických příručkách dodaných na CD spolu s robotem. Kapitolu kalibrace v českém jazyce naleznete v dokumentu Příručka pro obsluhu pod označením 3HAC16590-14\_revK\_cz [7] na straně 301. Podrobnější informace o kalibraci pak poskytuje příručka v anglickém jazyce Product manual (part 1 of 2), procedures pod označením 3HAC023297-001\_procedures\_revA\_en [6] v kapitole 5 Calibration information na stránce 163.

4 Načtení kalibračních dat s použitím jednotky FlexPendant.

Tento druh kalibrace umožňuje načtení kalibračních dat pro práci s jednotkou FlexPendant. Kalibrační data se dodávají na paměťovém médiu a musí být přesunuta z USB paměti nebo vložena do řadiče pomocí protokolu FTP.

#### ↓ Úprava posunutí kalibrace motoru.

Tento postup kalibrace se používá pokud nedisponujeme žádným souborem s kalibračními daty motoru. Využívají se číselné hodnoty, které jsou uvedeny na štítku spodního ramene robotu.

Kalibrační hodnoty se pak ručně zadávají do jednotky FlexPendant.

# ✤ Postup jemné kalibrace pomocí jednotky FlexPendat.

Tato kalibrace nelze provádět bez speciálního vybavení pro kalibraci os! Jinak by pohyby robota nebyly dostatečně přesné.

Kalibrace uvádí postup pro jemné nastavení os pomocí jednotky FlexPendant.

# **3 ZOBRAZENÍ OBRAZOVKY FLEXPENDANT V ROBOTSTUDIO**



Proto abychom mohli zobrazit obrazovku FlexPendantu v software RobotStudio, musí být řídící systém robotu propojen s počítačem pomocí síťového kabelu.

Spustíme řídící systém robotu a v počítači software RobotStudio. V záložce "File" zvolíme volbu "Online" a dvojklikem levého tlačítka myši aktivujeme spojení řídící jednotky počítače s RobotStudiem.



Obrázek 3.1- Aktivace spojení RobotStudio s řídícím systémem robotu

Pak se přesuneme do záložky "Online" a zvolíme nástroj "FlexPendant Viewer"

Na hlavní ploše se zobrazí aktuální obrazovka FlexPendantu. Obrazovka se však neaktualizuje sama.

Buďto ji aktualizujeme kliknutím na volbu "Reload" vpravo dole pod snímkem z FlexPendantu, nebo druhá možnost je nastavení sekvence pro aktualizaci snímků obrazovky zaškrtnutím políčka "Reload every:" v levém dolním rohu. Jezdcem pak nastavím časovou sekvenci aktualizace snímání obrazovky z FlexPendantu.



Obrázek 3.2 - Snímáni obrazovky z FlexPendantu v software RobotStudio

# 4 PROGRAMOVÁNÍ ROBOTŮ ABB





# Výklad

K programování lze použít jak jednotku FlexPendant, tak produkt RobotStudio. Jednotka FlexPendant je ideální pro úpravy programů, například pozic a cest, produkt RobotStudio se zase hodí pro komplexnější programování.

Tato kapitola se bude zabývat pouze programováním online – pomocí jednotky FlexPendant.

# 4.1 Základní instrukce

Instrukce je příkaz pro robota, resp. pro jeho pohyb. Mezi úplně základní instrukce patří MoveL, MoveJ a MoveC.

#### MoveL

Syntaxe: MoveL ToPoint Speed Zone Tool; Příklad: MoveL p10, v1000, fine, tool0;

kde

- *MoveL* je instrukce pro lineární pohyb koncového bodu robotu z určité pozice do definovaného bodu
- *p10* definuje bod, do kterého se koncový bod robotu má dostat
- v1000 definuje rychlost koncového bodu robotu, která je 1000 mm/s
- *fine* definuje striktní dodržení požadované pozice
- *tool0* definuje nástroj robotu

45

#### MoveJ

Tato instrukce se používá tehdy, kdy **není nutné dodržet přesnou trajektorii** koncového bodu robotu. Robot se z určitého bodu do definovaného bodu přemístí svojí nejrychlejší trajektorií. MoveJ se používá k přiblížení k místu, kde bude pracovat anebo při odjetí z pracovního místa do "home position", základní polohy.

Příklad: MoveJ p10, v1000, fine, tPen;

#### MoveC

Použití instrukce pro **kruhový pohyb**. Například pro vyhnutí překážky, ale také pro přesný pohyb robotu při pracovní činnosti.

Příklad: MoveL p10, v500, fine, tPen;
 MoveC p20, p30, v500, fine, tPen;
 MoveL p40, v500, fine, tPen;



Obrázek 4.1 – Výsledek použití MoveC

Jak je z *Obrázek 4.1 – Výsledek použití MoveC* patrné, instrukce MoveC se definuje na rozdíl od MoveL a MoveJ dvěma body. Obrázek znázorňuje příjezd robotu do bodu p10 lineárním pohybem, projetíbodu p20 a p30 kruhovým pohybem a opět lineárním pohybem dosažení bodu p40.

Robot, resp. jeho systém si automaticky dopočítá potřebný rádius pohybu tak, aby projel oba definované body. S tímto je třeba počítat a pamatovat na to při programování, jelikož ne všechny body je robot schopen takto propojit.

# 4.2 Založení programu

Po spuštění řídícího modulu (IRC5) a po zobrazení úvodní obrazovky se k tvorbě programu dá dostat pomocí kliknutí (dotyku) na ABB (vlevo nahoře), výběr editoru programu, jak je uvedeno na *Obrázek 4.2 – Výběr editoru v menu*.

ADD 14M-63063 (192.168.133	.1) Zastaveno (Rychlost 100%)	
HotEdit Vstupy a výstupy Ruční přestavení	<ul> <li>Zálohování a obnova</li> <li>Kalibrace</li> <li>Ovládací panel</li> </ul>	
Editor programu Data programu Výrobní okno	Průzkumník FlexPendant Zamknout obrazovku Systémové informace Protokol událostí	
Odhlášení	Restart	rved.

*Obrázek 4.2 – Výběr editoru v menu* 

Po vstupu do editoru programu se zobrazí poslední používaný program. Pro založení nového programu se zvolí nabídka "Úlohy a programy", která se nachází vlevo nahoře, jak je uvedeno na *Obrázek 4.3 – Editor programu*.



*Obrázek* 4.3 – *Editor programu* 

Na další obrazovce, která stále pojednává o právě otevřeném, resp. naposledy otevřeném programu, se vybere "Soubor – Nový program" - *Obrázek 4.4 – Založení nového programu*.

	í ( 63063 (192.168.133.1) Z	ochr. zastavení astaveno (Rychlost 100%	) <b>(X</b> )
Editor programu			
Úlohy a programy			
Název úlohy	Název programu	Тур	1 až 1 z 1
T_ROB1	x	Norm	nal
Nový program			
Načíst program			
Uložit program jako			
Přejmenovat progra	m		
Odstranit program			
Soubor	L	Zobrazit moduly	Otevřít
T_ROB1 : MainModule			

Obrázek 4.4 – Založení nového programu

Většinou po této volbě následuje upozornění o uložení otevřeného programu. Pokračuje se volbou "Neukládat".

Na další obrazovce, která se objeví, se zadává název programu. Ten se samozřejmě nesmí shodovat s jiným a v názvu se nemohou používat určité speciální znaky. Po zadání názvu se konečně objeví čistá struktura programu, *viz Obrázek 4.5 – Nový program*.





# 4.3 Vložení instrukce a editace specifikací

Pokud je program nově vytvořený, řádek s obsahem <SMT> je zvýrazněný. V této fázi je možné vkládat požadované instrukce – začít psát kód programu.



#### Informace

Při vkládání instrukcí se automaticky generuje poloha a natočení všech ramen do uložené pozice. Znamená to tedy, že před vložením instrukce je vhodné nastavit robot do požadované polohy a teprve potom vložit instrukci – jakým způsobem má do požadovaného bodu dojet.

Při spuštěném editoru programu je pořád možné s robotem hýbat. Nastavení pohybů se zobrazí po stisknutí tlačítka vpravo dole.

		Ruční 14M-63063 /MainModulo	00 (192.168.133.1) Za /main	chr. zastave istaveno (R	ení ychlost 100%	ы <mark>В</mark> Х
	Úlohy a prog	jramy 🔻	Moduly	•		Rutiny 🗸
2	PROC	main()			Com	mon
3 4	ENDPR			:=		Compact IF
5	ENDMODU	LE		FOR		IF
				MoveAb	sJ	MoveC
				MoveJ		MoveL
				ProcCall	l	Reset
				RETURN		Set
				< Pi	ředchozí	Další>
Př in:	idat 🔹 🔻	Upravi	t Odladit	Upra	avit pozic	i Skrýt deklarace
1	T_ROB1 : MainModule					

Obrázek 4.6 – Vkládání instrukcí

Jak je z *Obrázek 4.6 – Vkládání instrukcí* patrné, instrukce je možné vložit po stisknutí menu vlevo dole "Přidat instrukci", po čemž se objeví seznam s výběrem instrukcí.

Při vkládání dalších instrukcí, čili dalších řádků se objeví dotaz, zda se má vkládaná instrukce zařadit před místo nebo za označený řádek. Při klasickém psaní kódu se tedy většinou volí vložení za označený řádek.

Po vložení instrukce se automaticky doplní celá syntaxe (viz Obrázek 4.7 – Přidaná instrukce), která nemusí vyhovovat. Změna specifikací (bod, rychlost, zóna, nástroj) se provede dvojklikem na řádek nebo na příslušnou specifikaci (někdy také argument), popř. se označí řádek či specifikace a pomocí nabídky "Upravit – Změnit vybrané" se zobrazí okno Obrázek 4.8 – Změna specifikací.

		Ruční 14M-63063	(192.168.133.1)	Ochr. za Zastave	astavení :no (Rychlost	100%)	
<b>∖</b> ∎t	test_3 ¥ T_ROB1/MainModule/main						
	Úlohy a pro	ogramy 🔍 🔻	Мо	duly	•	Rutiny	•
1	MODULE	MainMo	odule				
2	PROC	<pre>main()</pre>	)				
3	Mor	veJ *,	v1000,	z50,	tool(	);	
4	ENDPI	ROC					
5	ENDMOD	ULE					
Př in:	ʻidat 🔶 🔺 strukci	Uprav	it 🕈 Od	ladit 🕈	Upravit p	ozici Skrý dekla	t arace
1	T_ROB1 : MainModule					ĺ	

Obrázek 4.7 – Přidaná instrukce

Ruční 14M-630 Změnit vybrané	63 (192.168.133.1)	Ochr. zastavení Zastaveno (Rychlost 100%)	
Aktuální instrukce:	MoveJ		
Vybrat argument, který chce	te změnit.		
Argument	Hodnota		1 až 4 z 4
PoPoint	[[380.	45,-118.19,21	6.15],
Speed	v1000		
Zone	z50		
Tool	tool0		
Nepovinný argument		OK	Zrušit
T_ROB1 : MainModule			

Obrázek 4.8 – Změna specifikací

Při vložení instrukce MoveL, MoveJ, MoveC se místo názvu bodu zobrazí hvězdička. Program si pamatuje pozici a orientace ramen robotu, ale název bodu se uloží až po jeho označení a úpravě. Jak je vidět na *Obrázek 4.9 – Pojmenování bodu*, nový bod se uloží stisknutím volby "Nový".

Ruční 14M-63063 (192.168.133.1	Ochr. zast ) Zastaveno	avení (Rychlost 100%)	X
Aktuální argument: ToPoint Vyberte hodnotu argumentu.	Aktivn	í filtr:	
MoveJ <mark>*</mark> ,v1000 ,z50	,tool0;		
Data		Funkce	
Nový	*		1 až 2 z 2
😴 <b>1</b> 23 Výraz	Upravit	OK	Zrušit
T_ROB1 : MainModule			

Obrázek 4.9 – Pojmenování bodu

	Ochr. zastavení 🔹 🚺
hová deklarace dat	
Datový typ: robtarget	Aktuální úloha: T_ROB1
Název:	p10
Rozsah:	Globální 📉 💌
Typ úložiště:	Konstanta 💌
Úloha:	T_ROB1
Modul:	MainModule 📉
Rutina:	<žádné> 💌
Rozměr:	<žádné> _▼
Počáteční hodnota	OK Zrušit
T_ROB1 : MainModule	

Obrázek 4.10 – Uložení bodu

Body se automaticky pojmenovávají inkrementálně p10, p20, p30..

Uložení bodu je výhodné především tehdy, kdy se bude v programu opakovat častěji, čili robot se nemusí znovu nastavovat na podobnou pozici. Při vložení další instrukce se bod vybere ze seznamu, který je vidět na *Obrázek 4.9 – Pojmenování bodu*.

Podobné tomu je s výběrem rychlosti pohybu, dodržení zóny a nástroj. Tyto specifikace lze vybírat ze seznamu - *Obrázek 4.11 – Specifikace rychlosti*, specifikace zóny - *Obrázek 4.12 – Specifikace zóny*.

Ruční 14M-63063 (192.168.133.1)	Ochr. zastavení 🔹 🚺 🔀	X)
🖢 Změnit vybrané		
Aktuální argument: Speed Vyberte hodnotu argumentu.	Aktivní filtr:	
MoveJ p10 , <mark>v1000</mark> ,z5	0 ,tool0;	
Data	Funkce	
Nový	1 až 10	0 z 4
<b>v</b> 100	<b>v1000</b>	
<b>%</b> v150	<b>e</b> v1500	
₽v20	<b>v</b> 200	_
<b>₽</b> v2000	<b>₽</b> v2500	
😴 🕈 123 Výraz	Upravit OK Zrušit	
T_ROB1 : MainModule		3

Obrázek 4.11 – Specifikace rychlosti

	Ruční 14M-6: ané	3063 (192.168.133.1)	Ochr. zasta Zastaveno (	vení Rychlost 100%)	
Aktuální ar Vyberte hodn	gument: otu argument	Zone u.	Aktivní	filtr:	
Move	J p10 ,	v2500 , <mark>z</mark> 5	0,tool	0;	
	Data			Funkce	
Nový Ozo			fine		1 až 10 z 16
z10			z100		
$rac{15}{2}$ z20			z 150		$\triangleleft \lor$
	123	Výraz	Upravit	OK	Zrušit
T_ROB1 : MainModule					



Na výběr je u rychlosti také *vmax*, což je maximální možná rychlost robotu. Všechny hodnoty rychlosti jsou v jednotkách mm/s.

Definování zóny znamená definování rohů, resp. spojnic mezi instrukcemi, *viz Obrázek 4.13 – Definice zóny*. První bod p10 je definován s z50 – robot musí projet zónou kolem bodu o poloměru 50 mm a míň.

MoveL p10, v1000, z50, tool0; MoveL p20, v1000, fine, tool0;



Obrázek 4.13 – Definice zóny

Po vložení instrukce a uložení bodu se uložený bod zobrazí v hlavičce programu. Tento bod se skládá z pozice koncového bodu v souřadném systému (*Obrázek 4.15 – Koordinační systém*) a orientace každého ramene robotu.



*Obrázek* 4.14 – *Uložený bod v programu* 



Obrázek 4.15 – Koordinační systém

Při ručním nastavování bodu je třeba pamatovat na možnost různého natočení ramen robotu k bodu, viz Obrázek 4.16 – Natočení ke koncovému bodu.



Obrázek 4.16 – Natočení ke koncovému bodu

## 4.4 Data programu

Data programu – požadované body, zóny, rychlosti, čítač, řetězce znaků ap. lze přehledně zobrazit a editovat pomocí výběru volby, jak je uvedeno na *Obrázek 4.17 – Data programu*.



*Obrázek 4.17 – Data programu* 

Následuje seznam dat, která lze zobrazit a upravit:

	Nouzové z 063 (192.168.133.1)	a <mark>stavení</mark> Zastaveno (Rychlost 100%)	
윤 Data programu - Použité	datové typy		
Vyberte datový typ ze sezna	amu.		
Rozsah: RAPID/T_ROB1			Změna rozs.
bool	clock	dionum	1 až 15 z 15
loaddata	mecunit	num	
robtarget	speeddata	stoppoint	
stoppointdata	string	tooldata	
wobjdata	wztemporary	zonedata	
		Zobrazit data	Zobrazit
T_ROB1 : MainModule Programu			

*Obrázek* 4.18 – *Data programu* 

# Úprava bodu

Pomocí výběru "robotarget" (*Obrázek 4.18 – Data programu*) se zobrazí seznam uložených bodů v programu (*Obrázek 4.19 – Seznam bodů*). Dvojitým dotekem se vstoupí do úpravy bodu.

X					
Vyberte data, která chcete upravit.					
Změna rozs.					
1 až 2 z 2					
Globální					
Globální					

÷	Nový	Upravit	Obnovit	Zobrazit datové typy
T_ROB1 : MainModule Prog	ramu			

Obrázek 4.19 – Seznam bodů

Jak je vidět na *Obrázek 4.20 – Hodnoty bodu*, měnit lze poloha bodu v souřadnicovém systému (x,y,z), přičemž hodnoty mají jednotky mm. Definovat lze také natočení každé osy (q1 až q4) ap.

ABB	Ruční Nouzové zastavení 14M-63063 (192.168.133.1) Zastaveno (Rychlost 100%)				
Dpravit					
Název:	p10				
Po klepnutí na pole n	nůžete upravit hodnotu.				
Název	Hodnota	Datový typ	1 až 6 z 22		
510:	[[94.57,436.66,64	5.6],[0robtarget			
trans:	[94.57,436.66,645	i.6] pos			
x :=	94.57	num			
у :=	436.66	num			
z :=	645.6	num			
rot:	[0.471639,-0.4585	502,-0 orient	$\sim$		
q1 :=	0.471639	num			
q2 :=	-0.458502	num			
q3 :=	-0.53756	num			
q4 :=	-0.5276	num			
robconf:	[0,-1,-2,1]	confdata			
cf1 :=	0	num			
cf4 :=	-1	num			
cf6 :=	-2	num			
cfx :=	1	num			
extax:	[9E+09,9E+09,9E	+09,9Eextjoint			
eax_a :=	9E+09	num			
eax_b :=	9E+09	num			
eax_c :=	9E+09	num			
eax_d :=	9E+09	num			
eax_e :=	9E+09	num			
eax f :=	9E+09	num			
	Odvolat	ОК	Zrušit		
T_ROB1 : MainModule Progra	amu				

Obrázek 4.20 – Hodnoty bodu

# 4.5 Spouštění programu

Po nasázení několika instrukcí je možné vyzkoušet průběh programu zvolením nabídky "Odladit – PP na main", což znamená, že Program Pointer (žlutá šipka vlevo) se přesune na začátek programu. Poté se odjistí brzdy pohonů a tlačítkem *play* program spustí (*viz str.25*).

Program se může také krokovat po jednotlivých řádcích, kdy robot vykoná instrukci a čeká na další povel.

	Ruční 14M-63063	(192.168.13	Oc (3.1) Za:	hr. zastave staveno (Ry	ní rchlost 100%)	X
🎦 t	est_3 v T_ROB1/MainModule	e/main				
	Úlohy a programy 🛛 🔻		Moduly	-	I	Rutiny 🔻
1	MODULE MainM	odule		PP na mai	in F	'P na kurzor
2	CONST robt	arget	p10:	PP na rut	tinu	urzor na PP
3	CONST robt	arget	p20:	Kurzor n	MD	žajít po pozici
4	CONST robt	arget	p30:			
5	PROC main(	)		Volat rut	inu	ruš. volání rutiny
6렂	MoveJ pl	0, v2	50 <mark>0,</mark>	Zobrazit	hodnotu	(ontrolní program
7	MoveL p2	0, v2	500,			
8	MoveL p3	0, v2	500,			
9	ENDPROC					
10	ENDMODULE					
_						
Př in:	idat 🔶 Uprav strukci	/it 🗖	Odladit	Upra	vit pozici	Skrýt deklarace
1	T_ROB1 : MainModule					

Obrázek 4.21 – Spouštění programu



Naprogramujte a otestujte robot při kreslení obecného čtverce, kdy dva rohy robot neprotne, ale přiblíží se jim v zónách 20 a 50 mm.



Obrázek 4.22 – Řešení příkladu

PROC main()

MoveL p10, v200, fine, tPen; MoveL p20, v200, z20, tPen; MoveL p30, v200, fine, tPen; MoveL p40, v200, z50, tPen; MoveL p10, v200, fine, tPen; ENDPROC

Výklad

Při vkládání instrukce MoveC se v kódu zobrazí:

```
MoveC *, *, v500, fine, tool0;
```

Obě hvězdičky jsou pozice koncového bodu robotu. První z nich je aktuální natočení robotu, druhá také a je třeba ji přenastavit. Uloží se tedy průjezdný bod a po natočení robotu do finální pozice se tato pozice uloží do bodu a je nutné tento bod přiřadit místo druhé hvězdičky.

# Řešený příklad

Naprogramujte obecný pohyb robotu s využitím instrukcí MoveL, MoveJ a MoveC.

Výsledek může být podobný jako na Obrázek 4.23 – Program příkladu a na CD přiloženém videu (reseny\_priklad\_1.wmv).

&ηγ	/ýrobní okno : test_3 v T_ROB1/MainModule/main
1	MODULE MainModule
2	CONST robtarget p10:=[[380.45,-118.19,216.15],[0.
3	CONST robtarget p20:=[[-420.72,-411.01,668.66],[0
4	CONST robtarget p30:=[[-420.73,-411.01,668.66],[0
5	CONST robtarget p40:=[[224.44,-416.46,682.63],[0.
6	CONST robtarget p50:=[[335.13,315.72,919.24],[0.8
7	PROC main()
\$⇒	MoveL <mark>*</mark> , v200, fine, tool0;
9	MoveL *, v1000, fine, tool0;
10	MoveJ p50, v1500, z50, tool0;
11	MoveJ *, v1000, z50, tool0;
12	MoveC *, p40, v300, fine, tool0;
13	ENDPROC
14	ENDMODULE
Na pr	ogram PP na main Odladit

Obrázek 4.23 – Program příkladu



Naprogramujte úlohu, kdy robot pracuje s přísavkovým efektorem a manipuluje s plexisklem tak, že jej vyzvedne ze základního umístění, přemístí do jiné pozice, odjede od této pozice a následně plexisklo vrátí do první pozice.

Jako příklad pro naprogramování – viz video priklad\_pro\_naprogramovani.wmv

# 4.6 Seznam používaných instrukcí

V této kapitole budou uvedené nejčastěji používané instrukce kromě již popsaných MoveL, MoveJ a MoveC.

#### AccSet

- Pro změnu zrychlení
- Syntaxe: AccSet Acc Ramp
- Příklad:



# Comment

- Komentování v programu
- Syntaxe: ! komentář
- Příklad:

! Pozice pred zasobnikem MoveL p100, v500, z20, tool1;

# **Compact IF**

- If jako podmínka pro vykonání úlohy
- Syntaxe: If podmínka
- Příklad: *IF counter* > 10 Set do1;

#### ConfJ

- Nastavení pro MoveJ
- Syntaxe: *ConfJ* [\On] | [\Off]
- Příklad:

ConfJ \Off; MoveJ \*, v1000, fine, tool1;

ConfJ \On; MoveJ \*, v1000, fine, tool1;

Při vypnutí ConfJ se robot snaží dostat do určeného bodu. Pokud má více možností jak bodu dosáhnout, vybere si nejkratší trajektorii.

Při zapnutí ConfJ se robot také snaží dostat do určeného bodu. Pokud ale robot nedokáže dosáhnout bodu s přesně danou orientací ramen a všech os, zahlásí chybu.

Defaultně je ConfJ \On;

## ConfL

- Nastavení pro MoveL
- Syntaxe: *ConfL* [\On] |[\Off]
- Příklad:

 $ConfL \setminus On;$ 

MoveL \*, v1000, fine, tool1;

 Program okamžitě zastaví, pokud požadovaný bod nelze z aktuální pozice dosáhnout.

SingArea \Wrist; ConfL \On; MoveL \*, v1000, fine, tool1;

 Program okamžitě zastaví, pokud požadovaná pozice, natočení ramen a zápěstí nedosáhne na požadovaný bod.

ConfL \Off; MoveL \*, v1000, fine, tool1;

 Robot provede veškeré natočení os tak, aby byl co nejblíže požadovanému bodu.

#### FOR

- For jako podmínka pro vykonání úlohy
- Syntaxe: FOR čítač FROM počáteční hodnota TO koncová hodnota DO

ENDFOR

#### – Příklad:

FOR i FROM 1 TO 10 DO routine1; ENDFOR

o Rutina 1 bude opakována 10x

#### IF

- If jako podmínka pro vykonání úlohy
- Syntaxe: IF podmínka THEN ... {ELSEIF podmínka THEN ...} [ELSE ...] ENDIF
- Příklad: IF counter > 100 THEN counter := 100; ELSEIF counter < 0 THEN counter := 0; ELSE counter := counter + 1; ENDIF
  - o Nastavování počítadla, které se inkrementálně přičítá.

#### MoveAbsJ

- Všechny osy robotu jsou v chodu stejnou dobu, dokud nedosáhnou určeného bodu. Používá se pro rychlé ustavení robotu do nulové pozice (singulární poloha)
- Syntaxe: MoveAbsJ [\Conc] ToJointPos [\ID] [\NoEOffs] Speed [\V] | [\T] Zone [\Z] [\Inpos] Tool [\WObj]

- Příklad: *MoveAbsJ p50, v1000, z50, tool2;* 
  - o Robot pojede po nelineární trajektorii do určené absolutní polohy

*MoveAbsJ* \*, *v1000*\*T*:=5, *fine*, *grip3*;

o Robot pojede do absolutního bodu nelineární trajektorií 5 sekund

#### SetDO

- Nastavení digitálního výstupu (digital outuput)
- Syntaxe: SetDO [\SDelay]|[\Sync] Signal Value
- Příklad: SetDO do15, 1;
  - Nastavení signálu "do15" na hodnotu logická 1

SetDO weld, off;

Nastavení signálu "weld" - off

#### SpeedRefresh

- Nastavení rychlosti pro celý program
- Syntaxe: SpeedRefresh Override
- Příklad: VAR num change\_speed:=70;
   SpeedRefresh change\_speed;
  - Nastavení rychlosti na 70%

#### **StopMove**

- Zastavení pohybu robotu. Použití především při čekání na vstupní signál.
- Syntaxe: *StopMove* [\Quick] [\AllMotionTasks]
- Příklad: *StopMove;*

WaitDI ready\_input, 1;

StartMove;

Pohyb robotu je zastaven, dokud se nenastaví vstup "ready\_input"

## WaitDI

- Instrukce pro vyčkání, dokud se nastaví digitální vstup (wait digital input)
- Syntaxe: WaitDI Signal Value [\MaxTime] [\TimeFlag]
- Příklad: WaitDI di4, 1;
  - Program bude pokračovat, až vstup "di4" bude nastaven

# WaitDO

- Instrukce pro vyčkání, dokud se nastaví digitální výstup (wait digital output)
- Syntaxe: WaitDO Signal Value [\MaxTime] [\TimeFlag]
- Příklad: WaitDO grip\_status, 0;
  - Program bude pokračovat, až výstup "grip\_status" bude zresetován

# WaitTime

- Čas pauzy v programu. Vhodná instrukce nejen pro načasování pohybu v součinnosti s periferií, ale také čas pro dokmitání ramen robotu. WaitTime se zadává v sekundách, desetinné znaménko je tečka.
- Syntaxe: *WaitTime* [\InPos] Time
- Příklad: *WaitTime 0.5;* 
  - Program čeká půl sekundy

# WaitUntil

- Podmínka bez časové hodnoty. Čekání na definovanou událost.
- Syntaxe: WaitUntil [\InPos] Cond [\MaxTime] [\TimeFlag] [\PollRate]
- Příklad: *WaitUntil di4 = 1;*
  - Program bude pokračovat jakmile hodnota "di4" bude nastavena

#### While

- Podmínka pro zpracování úlohy
- Syntaxe: WHILE Podmínka DO ... ENDWHILE
- Příklad: WHILE reg1 < reg2 DO</li>

...

reg1 := reg1 + 1; ENDWHILE

• Instrukce "..." se opakuje dokola, dokud hodnota reg1 je menší jak reg2

# 5 RAPID

Rapid je jméno programovacího jazyka pro roboty ABB. Má podobnou strukturu jako VB.NET nebo C#.





# Výklad

Na rozdíl od předchozí kapitoly, kde bylo ukázáno, jak roboty programovat instrukcemi – napevno, programování pomocí jazyka Rapid nabízí široké možnosti použití pro rozhodovací chování robotu. Programovat lze nejen počítání pohybů, délky trajektorie ap., ale také lze optimalizovat trajektorii, ze vstupů rozhodnout chování robotu atd.

Příklad jednoduchého programu v jazyku Rapid:

MODULE MainModule

VAR num length;

VAR num width;

VAR num area;

PROC main()

length := 10; width := 5; area := length \* width; TPWrite "The area of the rectangle is " \Num:=area; END PROC

ENDMODULE

V tomto programu, kde se zpočátku definují proměnné length (délka), width (šířka) a area (plocha) jako číslo, se počítá obsah plochy obdélníku. Tento program je samozřejmě bezpředmětný. Výsledek ale zle použít jako vstup pro jiný program robotu, dle kterého se rozhodne např. jaký nástroj robot použije.

#### 5.1 Podmínkové programování

Použití podmínky IF bylo popsáno v předchozí kapitole. Zde je uveden příklad programu s využitím této podmínky:

VAR string part1 := "Shaft"; VAR num time1; *VAR string part2* := "*Pipe*"; VAR num time2; PROC main() *time1* := 41.8; time2 := 38.7;*IF time1 < time2 THEN TPWrite part1* + " *is fastest to produce*"; *ELSEIF time1 > time2 THEN TPWrite part2* + " *is fastest to produce*"; ELSE *TPWrite part1* + " and " + part2 + " are equally fast to produce"; **ENDIF ENDPROC** 

Tento program nejprve definuje dvě čísla – dvakrát čas a dvakrát text – Shaft (hřídel) a Pipe (trubka). Následně jsou definovány časy "time1" a "time2", po čemž se vypisuje text na displej dle rozhodnutí, který z časů je delší. Zde jsou časy definovány přímo v programu pro jednoduchost. V reálu je možné měřit čas online a tak zobrazovat výsledky pravdivé. Rozhodování je rozděleno na tři části – čas 1 je kratší, než čas 2, čas 1 je delší, než čas 2 anebo jsou oba časy stejné a tak se na displeji zobrazí text "Shaft and Pipe are equally fast to produce".

# 5.2 Ovládání výstupů

Především při ovládání efektorů, resp. jejich akčních částí, se v programu objeví nastavení výstupů. Jedná se například o svírání čelistí, ovládání podtlaku přísavek, ovládání svařovací hubice ap.

Příklad použití zapnutí a vypnutí výstupu u efektoru se sprejem:

MoveL p10, v300, z10, tspray; ! Start spraying SetDO do1, 1; MoveL p20, v300, z10, tspray; ! Stop spraying SetDO do1, 0; MoveL p30, v300, fine, tspray;



Obrázek 5.1 – Ovládání výstupu

Jak je na Obrázek 5.1 – Ovládání výstupu vidět, sprej se spustí hned, jak se koncový bod robotu dostane k definovanému bodu. Jelikož u instrukce MoveL je specifikována zóna z10, sprej se spustí již v této zóně. Sprejování skončí, jakmile se koncový bod robotu dostane do zóny druhého definovaného bodu. V tomto případě je pro přesné sprejování pouze z bodu p10 do p20 třeba změnit specifikace zón na "fine".

# 5.3 Proměnné a konstanty

Zde jsou zmíněny jen tři základní datové typy:

Tab. 5.1 – Datové typy

Základní datové typy			
Datový typ	Popis		
num	Číselná hodnota – celé číslo i desetinné, např. 3.14159		
string	Řetězec znaků, text. Maximální počet znaků je 80.		
bool	Logická hodnota – nabývá hodnot <i>true</i> a <i>false</i>		

Všechny ostatní datové typy jsou založeny na těchto třech základních typech.

Syntaxe: VAR datatype identifier;

Příklad: VAR num length;

VAR string name;

VAR bool finished;

Hodnoty se k proměnným přiřazují operátorem ":=".

Příklad: *length* := 10; *name* := "John" *finished* := TRUE;

Hodnoty lze přiřadit již při definování datového typu a proměnných:

VAR num length := 10; VAR string name := "John"; VAR bool finished := TRUE;

Kromě proměnných lze deklarovat konstanty. Podobně jako proměnné, jsou k nim přiřazeny hodnoty, ale tyto hodnoty se už v průběhu programu již nemění. Stejné názvy proměnných, jako má konstanta, se nesmí opakovat.

Příklad: CONST num gravity := 9.81; CONST string greating := "Hello"

# 5.4 Operátory

Numerické operátory pracují s datovým typem "num", jejich vlastnosti jsou popsány v *Tab. 5.2 – Numerické operátory* 

Tab. 5.2 – Numerické operátory

Numerické operátory				
Operátor	Popis	Příklad		
+	Sčítání	reg1 := reg2 + reg3;		
-	Odčítání	reg1 := reg2 - reg3; reg1 := -reg2;		
*	Násobení	reg1 := reg2 * reg3;		
/	Dělení	reg1 := reg2 / reg3;		

Relační a logické operátory vrací datový typ "bool". Jejich seznam a popis je uveden. *Tab. 5.3 – Relační a logické operátory* 

Relační a logické operátory				
Operátor	Popis	Příklad		
=	Je roven	flag1 := reg1 = reg2; flag1 is TRUE if reg1 equals reg2		
<	Je menší	flag1 := reg1 < reg2; flag1 is TRUE if reg1 is less than reg2		
>	Je větší	flag1 := reg1 > reg2; flag1 is TRUE if reg1 is greater than reg2		
<=	Je menší nebo roven	flag1 := reg1 <= reg2; flag1 is TRUE if reg1 is less than or equal to reg2		
>=	Je větší nebo roven	flag1 := reg1 >= reg2; flag1 is TRUE if reg1 is greater than or equal to reg2		
$\diamond$	Není roven	flag1 := reg1 <> reg2; flag1 is TRUE if reg1 is not equal to reg2		

Operátor pro řetězce znaků, text je jen jeden. Je jím znak "+". Ten spojuje a přidává text za sebe, viz příklad:

VAR string firstname := "John"; VAR string lastname := "Smith"; VAR string fullname; fullname := firstname + " " + lastname;

Proměnná "fullname" tedy obsahuje řetězec "John Smith".
## 6 CHYBOVÉ HLÁŠKY

#### Nouzový vypínač je otevřen – 20202

Některý ze STOP tlačítek je pořád stlačen anebo není vypínač na pracovišti LCR v poloze 1.

Řešení – zkontrolovat všechna STOP tlačítka, zkontrolovat, zda svítí zelené světlo u vypínače na pracovišti.



Obrázek 6.1 - Hláška 20202

## Stav nouzového zastavení - 20010

Hláška vyskočí po snaze zapnout motory, resp. je odbrzdit, po nouzovém zastavení (STOP tlačítka, vypínač na pracovišti).

Řešení – stisknutí tlačítka pro odbrzdění pohonů na řídícím modulu (tlačítko C) – *viz Obrázek 6.3 – Ovládání na řídícím modulu*.

Chyba nebyla potvrzena 20010 Stav nouzového zastavení	
Zpráva události 20010	2012-05-20 21:38:03
X Stav nouzového zastavení	
Popis V době, kdy byl přerušen obvod nouzového zas operace s robotem.	stavení, došlo k pokusu o provedení
Důsledky Systém zůstává ve stavu čekání na zapnutí motr	orů po nouzovém zastavení.
Možné příčiny Došlo k pokusu o přestavení robota před přepn ON.	utím systému zpět do stavu Motors
Zobrazit protokol	Potvrdit

*Obrázek* 6.2 – *Hláška* 20010



Obrázek 6.3 – Ovládání na řídícím modulu

## Obvod automatického zastavení je přerušen -20205

Hláška se objeví jen v automatickém režimu, kdy jsou otevřené bezpečnostní závory.

Řešení – zkontrolovat nedovřené bezpečnostní závory, pokračovat stisknutím tlačítka pro odbrzdění pohonů na řídícím modulu (tlačítko C) – viz Obrázek 6.3 – Ovládání na řídícím modulu.

Chyba nebyla potvrzena 20205 Obvod automatického zasta	vení je přerušen
Protokol událostí - Zpráva události	
Zpráva události 20205	2012-05-20 21:38:55
Obvod automatického zastavení je přeruše	en
Popis Došlo k přerušení obvodu bezpečnostního zastave	ení v automatickém režimu.
Důsledky Systém přechází do stavu automatického zastaver	ní.
Možné příčiny Nejméně jeden spínač připojený do série k obvod automatickém režimu byl otevřen. Tento stav mů Může nastat pouze v režimu automatického provo zastavení v automatickém režimu naleznete v přír	lu bezpečnostního zastavení v že způsobit mnoho různých závad, zu. Popis obvodu bezpečnostního učce pro řešení problémů,
Zobrazit protokol	Potvrdit
😂 Výrobní okno	

Obrázek 6.4 - Hláška 20205

## Bylo použito aktivační zařízení v automatickém režimu - 20216

Zobrazení této hlášky dojde při stisknutí tlačítka pro odbrzdění pohonů na flexpendantu.

Řešení – přepnutí do ručního režimu nebo stisknutí tlačítka pro odbrzdění pohonů na řídícím modulu (tlačítko C) – viz Obrázek 6.3 – Ovládání na řídícím modulu.

Chyba nebyla potvrzena 20216 Bylo použito aktivační zařízení v automatickém režimu Protokol událostí - Zpráva události		
Zpráva události 20216	2012-05-20 21:41:48	
Bylo použito aktivační zařízení v automatické	ém režimu	
Popis Systém detekoval stisknutí aktivačního zařízení v automatickém provozním režimu na dobu delší než 3 sekundy.		
Důsledky Systém přechází do stavu ochranného zastavení.		
Akce 1. Uvolněte aktivační zařízení. 2. Přepněte do ručního režimu.		

Zobrazit protokol Potvrdit Obrázek 6.5 - Hláška 20216

## Nesprávný směr ručního točení - 50028

Natočení robotu na hranici jeho pracovního rozsahu, popř. přetočení robotu kolem své osy – robot není schopen se kolem své první osy točit donekonečna.



Obrázek 6.6 – Hláška 50028

77

#### Konfigurace os robotu - 50143

Robot není schopen provést požadovaný pohyb, požadovanou instrukci. Stává se často při nesprávném určení MoveC, kdy robot není schopen dva body spojit rádiusem anebo při snaze provést lineární pohyb z bodu do bodu, kdy se během jeho trajektorie opustí pracovní prostor robotu.

Řešení – vhodně upravit program, např. rozdělit požadovanou trajektorii na více trajektorií, popř. místo MoveL zvolit MoveJ ap.

Chyba nebyla potvrzena S0143 Konfigurace os robota		
Protokol událostí - Zpráva události		
Zpráva události 50143	2012-05-20 21:51:07	
Konfigurace os robota		
Popis Skutečná konfigurace se neshoduje s požadovanou nebo je pohyb některé osy robota větší než 90 stupňů. Robot ROB_1, osa rob1_4.		
Akce Použijte volbu SingArea_Wrist, ConfL_Off, upravte pozici nebo vložte mezipolohy.		
Dokud konfiguraci neopravíte, nebudete moci pokračovat v automatickém režimu. Chcete-li přesto provést posun na danou pozici, přejděte do ručního režimu a opakujte spuštění.		
Zobrazit protokol Potvrdit		
T_ROB1 : MainModule		
Obrázek 6.7 – Hláška 50143		

#### Monitorování pohybu - 50204

Kolize určitého ramene. Robot narazil na pevnou překážku, systém předejde zničení přerušením pohybu.

Řešení – dávat pozor!





## Servisní zpráva - 10106

Hláška o nutnosti servisu robota je jen informativní, pro pokračování se stiskne volba vlevo dole – Potvrdit.



Zobrazit protokol	Potvrdit

Obrázek 6.9 – Hláška 10106

# DALŠÍ ZDROJE

- [1] ŠABLATURA, Jiří; LIPINA, Jan. *ABB Robot Studio Návody. 1. vyd.* Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2011. 89s.Fakulta strojní. ISBN 978-80-248-2734-6
- [2] TOMÁŠ, Jaroslav. *Realizace efektoru s přísavkami pro PR ABB IRB 140*. Ostrava, 2010. Diplomová práce. VŠB Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Robototechniky. Vedoucí práce Ing. Václav Krys.
- [3] SZCZEPONIEC, Jiří. *Návrh a realizace výukového RTP pro PR ABB IRB 140 na UCR*. Ostrava, 2010. Diplomová práce. VŠB Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Robototechniky. Vedoucí práce Ing. Ladislav Kárník, CSc.
- [4] LIPINA, Jan. Návrh RTP s roboty ABB s využitím SW Robot Studio. Ostrava, 2010.
  Diplomová práce. VŠB Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Robototechniky. Vedoucí práce Ing. Jan Burkovič, Ph.D.
- [5] LIPINA, Jan. Didaktika práce v laboratořích. Ostrava, 2011. Závěrečná práce. VŠB -Technická univerzita Ostrava, Katedra učitelství odborných předmětů. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Antonín Roják, CSc.
- [6] ABB Automation Technologies AB. *Product manual (part 1 of 2), procedures,Articulated robot* Revision: A. Sweden : 2004. 180 s. Document ID: 3HAC032104-001.
- [7] ABB AB. *Příručka pro obslouhu,IRC5 s jednotkou flexPendant* Revize: K. Sweden : 2004. 360 s. Document ID: 3HAC16590-14.
- [8] ABB Robotika. ABB. [online]. 2012 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: http://www.abb.cz/product/us/9AAC910011.aspx
- [9] MR&O: Mobile robotics & olfaction. LILIENTHAL, Achim J. [online]. 2012
  [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: http://www.aass.oru.se/Research/Learning/drdv\_dir/abb\_irb\_140.html
- [10] SCHUNK: SWS. [online]. s. 10 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.schunk.com/schunk\_files/attachments/SWS\_005\_DE.pdf
- [11] SCHUNK: PGN-plus. [online]. s. 13 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.schunk.com/schunk\_files/attachments/PGN-plus\_80\_DE.pdf
- [12] SCHUNK: PZN-plus. [online]. s. 13 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.schunk.com/schunk\_files/attachments/PZN-plus\_64\_DE.pdf
- [13] SCHUNK: GWB. [online]. s. 27 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.schunk.com/schunk\_files/attachments/GWB\_gesamt\_EN.pdf
- [14] SCHUNK: PGF. [online]. s. 23 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.schunk.com/schunk\_files/attachments/PGF\_gesamt\_DE.pdf



## **OBSAH CD-ROMU**

Na přiloženém CD se nachází:

- studijni\_opora.pdf
- video reseny\_priklad\_1.wmv
- video zalozeni\_noveho\_programu.wmv
- video vkladani\_instrukci.wmv
- video nastaveni\_specifikaci.wmv
- video spusteni\_programu.wmv
- video ulozeni\_bodu.wmv
- video priklad\_pro\_naprogramovani.wmv