

# Průmyslový robot Stäubli UNIMATION TX40 – uživatelský manuál

Industrial robot Stäubli UNIMATION TX40 – user's manual

Marek Zmeškal

---

Bakalářská práce  
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav aplikované informatiky  
akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek ZMEŠKAL**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Průmyslový robot Stäubli UNIMATION TX40 --  
uživatelský manuál**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární rešerši na dané téma.
2. V teoretické části práce popište průmyslového robota Stäubli UNIMATION TX40 a základy jeho ovládání.
3. Vytvořte elektronický manuál ve formě HTML stránek. Manuál bude sloužit pro výukové účely a bude obsahovat popis ovládání průmyslového robota pomocí ručního programovacího panelu (MPC), základy práce s vývojovým prostředím VAL3 Studio, popis ovládání emulátoru CS8C a popis jazyka VAL3.
4. Na vhodně zvolených výukových příkladech demonstруйте jeho možnosti.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. KOSEK, Jiří. **Html -- tvorba dokonalých stránek: podrobný průvodce**. Ilustroval Ondřej Tůma. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 291 s. ISBN 80-7169-608-0.
2. **Stäubli – Textile Machinery, Connectors and Robotics [online]**. [2007] , 14.1.2009 [cit. 2009-01-15]. Dostupný z WWW: <http://www.staubli.com/> .
3. **CS8C Controller : Instruction manual**. Faverage: Stäubli, 2007. 186 s.
4. **VAL3 Reference Manual**. Faverage: Stäubli, 2008. 186 s.
5. **Arm – TX series 40 family**. Faverage: Stäubli, 2007. 84 s.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Petr Navrátil, Ph.D.**

Ústav řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

**20. února 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**1. června 2009**

Ve Zlíně dne 13. února 2009



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá průmyslovým robotem Stäubli UNIMATION TX40. Teoretická část práce je zaměřena na rozdělení průmyslových robotů, popis robotického ramene Stäubli a programového vybavení dodávaného s robotickým ramenem. Obsahuje také popis programovacího jazyka VAL3. Praktickou část tvoří soubor HTML stránek s popisem zařízení, bezpečnostní pokyny a příkazy programovacího jazyka VAL3.

Klíčová slova: manuál, průmyslový robot, VAL3, Stäubli

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis considers an industrial robot Stäubli UNIMATION TX40. A theoretical part of thesis presents a different types of an industrial robots, especially concentrates on a robotic arm. Basic description of a program language VAL3 is included. A practical part consists of package of HTML pages, containing a description of the robot. Last but not least, safety instructions and program language VAL3 instructions are mentioned.

Keywords: manual, industrial robot, VAL3, Stäubli

Rád bych poděkoval Ing. Petru Navrátilovi Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za odbornou pomoc, věcné připomínky a poskytnuté rady během celé tvorby práce. Rád bych poděkoval svým rodičům, kteří mě během studia podporovali.

Překážky jsou ony obávané věci, které spatříte, když odvrátíte pohled od svého cíle.

Henry Ford

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně 1.6.2009

.....  
Marek Zmeškal

## OBSAH

ÚVOD .....	10
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 HISTORIE .....</b>	<b>12</b>
<b>2 TYPY PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ .....</b>	<b>14</b>
2.1 KARTÉZSKÝ ROBOT .....	14
2.2 CYLINDRICKÝ ROBOT .....	15
2.3 SFÉRICKÝ ROBOT .....	16
2.4 SCARA ROBOT .....	16
2.5 KLOUBOVÝ ROBOT .....	17
2.6 PARALELNÍ ROBOT .....	19
<b>3 POPIS STÄUBLI TX40 .....</b>	<b>20</b>
3.1 ROBOTICKÉ RAMENO TX 40 .....	20
3.1.1 Popis částí ramene .....	21
3.1.2 Rozsah pohybů, rychlost a odchylka .....	21
3.1.3 Specializace robotického ramene .....	23
3.2 MANUÁLNÍ OVLÁDÁNÍ .....	23
3.2.1 Popis částí manuálního ovládání .....	25
3.2.1.1 Volba pracovního módu (1) .....	25
3.2.1.2 Napájení motorů (2) .....	26
3.2.1.3 Tlačítko nouzového zastavení (3) .....	26
3.2.1.4 Tlačítko pro navigaci a pohyb (4) .....	26
3.2.1.5 Mód pohybu (5) .....	26
3.2.1.6 Nastavení rychlosti (6) .....	29
3.2.1.7 Funkční klávesy (7) .....	30
3.2.1.8 Alfnumerické klávesy (8) .....	30
3.2.1.9 Klávesy pro navigaci a volbu rozhraní (9) .....	30
3.2.1.10 Tlačítka pro řízení aplikací (10) .....	31
3.2.1.11 Aktivační tlačítko (11) .....	32
3.2.1.12 Tlačítka pro digitální výstupy (12) .....	33
3.2.1.13 Tlačítka pro rychlé použití (13) .....	33
3.2.1.14 Označení diodami (L) .....	33
3.3 PANEL PRO VOLBU OVLÁDACÍHO REŽIMU .....	34
3.4 KONTROLÉR CS8C .....	35

<b>4</b>	<b>PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ</b> .....	<b>37</b>
4.1	CELL MANAGER .....	37
4.2	VAL3 STUDIO .....	38
4.3	CS8 EMULATOR.....	39
4.4	3D STUDIO .....	40
4.5	TRANSFER MANAGER .....	41
4.6	CS8 REMOTE MAINTENANCE .....	42
4.7	PLC STUDIO .....	42
<b>5</b>	<b>PROGRAMOVACÍ JAZYK VAL3</b> .....	<b>44</b>
5.1	APLIKACE .....	44
5.2	PROGRAM.....	45
5.3	DATOVÉ TYPY.....	46
5.3.1	Základní typy.....	46
5.3.2	Strukturované typy .....	46
5.4	PROMĚNNÉ.....	46
<b>6</b>	<b>BEZPEČNOST</b> .....	<b>48</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>POPIS ELEKTRONICKÉHO MANUÁLU</b> .....	<b>50</b>
7.1	ÚVOD.....	51
7.2	MANUÁL .....	51
7.3	PŘÍKLADY.....	51
7.4	PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ.....	52
<b>8</b>	<b>TVORBA ELEKTRONICKÉHO MANUÁLU</b> .....	<b>53</b>
8.1	ECLIPSE.....	53
8.2	DTREE .....	54
8.3	MOZILLA FIREFOX .....	54
<b>9</b>	<b>ZADÁNÍ PŘÍKLADŮ</b> .....	<b>56</b>
9.1	PŘÍKLAD 1. ....	56
9.2	PŘÍKLAD 2. ....	57
9.3	PŘÍKLAD 3. ....	58
9.4	PŘÍKLAD 4. ....	60
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>61</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ</b> .....	<b>62</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>63</b>



<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>65</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>66</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>68</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>69</b>

## ÚVOD

Již od počátku civilizace je hlavním zájmem lidstva ulehčit si práci. Od primitivních nástrojů, které musely být ovládané lidmi, až po dnešní stroje, které dokáží plně zastoupit člověka. Nynější pokrok ve světě výpočetní techniky umožňuje vyvíjení stále dokonalejších pomocníků. Ti můžou nahradit člověka zejména tam, kde je to pro něj nebezpečné, nebo nedostupné. V dnešní době je kladen důraz zejména na rychlost a přesnost, ve které jsou průmysloví roboti jasnými vítězi. [17]

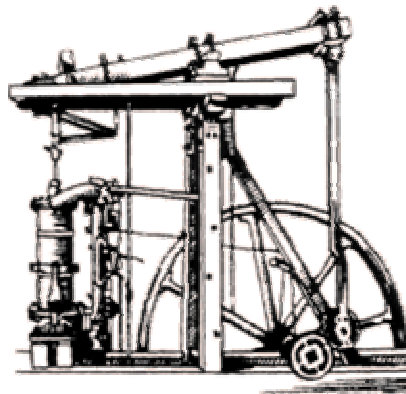
Průmyslové robotické rameno Staubli TX40 je multifunkční zařízení, které je možné využít v mnoha odvětvích lidské činnosti. Bývá používán pro práci s potravinami, léčivými, k obrábění nástrojů, v podnicích přesného strojírenství, ve výrobě plastů či polovodičových součástek, pro barvení a lakování a v poslední řadě i jako pomocník v multimediálním světě. [2] Výhodou jsou zejména rychlost a přesnost, se kterou dokáže rameno manipulovat s nástroji v nekonečných cyklech, bez nutnosti pozastavení provozu. Průmyslový robot se šesti stupni volnosti se dokáže přizpůsobit jakékoliv práci. Variabilita jeho pohybů je velice rozsáhlá, což předurčuje rameno k mnoha pracovním úkonům. Proto jsou průmysloví roboti podobného typu velmi rozšířeni. [14]

Bakalářská práce se zabývá tím, jak se pohybovat v okolí přístroje, manuálnímu ovládním robotického ramena, častými příkazy pro pohyb a využití dodávaného programového příslušenství pro simulace a testování robotického ramene. Věřím, že bude užitečnou pomůckou pro všechny studenty, kteří si budou chtít rozšířit své vědomosti o práci s robotickým ramenem. [3][4][5]

## I. TEORETICKÁ ČÁST

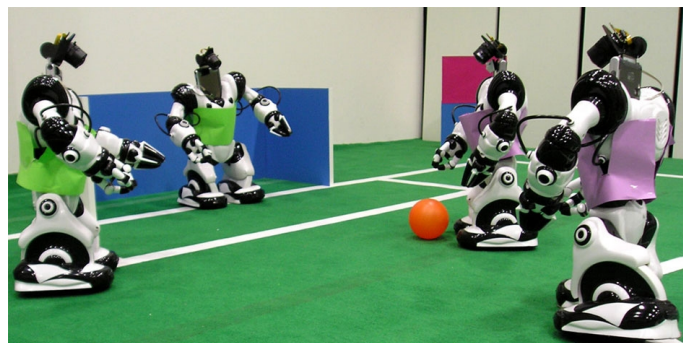
## 1 HISTORIE

Historie automatizace, zejména robotiky a robotických pomocníků, není dlouhá. Ovšem její hlavní myšlenka je stará již několik tisíc let. Již před staletími si lidé ulehčovali manuální práci používáním nástrojů. Následně začali využívat složitější mechanismy, stroje. Největší rozmach zapojení strojů do výroby se uskutečnil během průmyslové revoluce. Od té doby byly stroje využívány zejména v hutnictví, zemědělství a textilní výrobě. Během 19. a 20. století se postupně přešlo na jiné zdroje energie, než byla pára, a stroje se začaly zmenšovat a zrychlovat. Postupem času se lidé začali setkávat se stroji nejen v průmyslovém odvětví, ale i v domácnostech. [17]



*Obr. 1. Parní stroj*

Roboti v dnešní době zastávají spoustu funkcí, jsou využíváni zejména v průmyslu, pro který byly zkonstruovány, také jako pomocníci ve vědecké činnosti, ve složkách veřejné správy, ale i pro zábavu. [14]



*Obr. 2. Roboti hrající fotbal*

Přesný počátek vývoje robotů nelze přesně určit, ale můžeme datovat určité mezníky, které byly základem pro další vývoj. Od roku 1949 probíhal výzkum numericky ovládaných obráběcích strojů. První průmyslový robot byl nainstalován v roce 1961 pro firmu Generals

Motors. Pro další výzkum byly otevřeny laboratoře Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), Stanford Research Institute (S.R.I.) a jiné. S prodejem průmyslových robotů v Evropě přišla jako první firma ASEA v roce 1977. Od roku 1995 se robotická ramena začala prosazovat v nemocnicích, kde provádí miniinvazivní operace. [7]



*Obr. 3. Operace robotem „Da Vinci“*

Vzhledem k rozvoji robotů v průmyslu, cítili světoví představitelé tohoto odvětví nutnost výměny zkušeností pro další zdokonalování. V roce 1970 se uskutečnilo první Mezinárodní robotické symposium, na kterém se sešli vědci a uživatelé z celého světa, aby představili své myšlenky a zkušenosti, a započali tak celosvětovou spolupráci. Po sedmnácti letech, v roce 1987, byla založena Mezinárodní Federace Robotiky (International Federation of Robotics (IFR)). Tato organizace úzce spolupracuje s Mezinárodní Organizací pro Standardizaci (International Organization for Standardization (ISO)). V IFR jsou zapojeny velké firmy zabývající se výrobou průmyslových robotů. Patří mezi ně například ABB AUTOMATION TECHNOLOGIES – AB. [11], KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, Ltd., YASKAWA ELECTRIC CORPORATION, KUKA Roboter GmbH [6], EPSON Deutschland GmbH, STÄUBLI ROBOTICS, a mnoho dalších. [12]



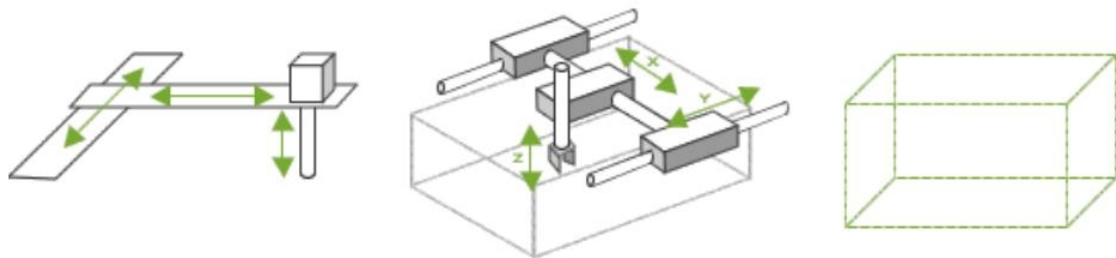
*Obr. 4. Robot EQ2-KT*

## 2 TYPY PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ

Roboty můžeme dělit do několika kategorií. Hlavním kritériem pro rozdělení je jak způsob pohybu v prostoru, tak možnost rozsahu pohybů a s tím spojený dosah mechanických částí. [12]

### 2.1 Kartézský robot

Robotické rameno se pohybuje v lineárním souřadném systému. Jeho pracovním prostorem je buňka, která je tak velká, jak velká je základna poskytnuta pro jeho práci. Bývá obvykle velkých rozměrů. [18]



Obr. 5. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru kartézského průmyslového robota



Obr. 6. XRS Cartesian Robot Module

## 2.2 Cylindrický robot

Rameno má dvě lineární osy po kterých se pohybuje a jednu osu kolem které se otáčí. Jeho rozsah je omezen délkou ramene a výškou základny. [18]



*Obr. 7. Náčrt rozsahů pohybů a pracovního prostoru cylindrického robota*



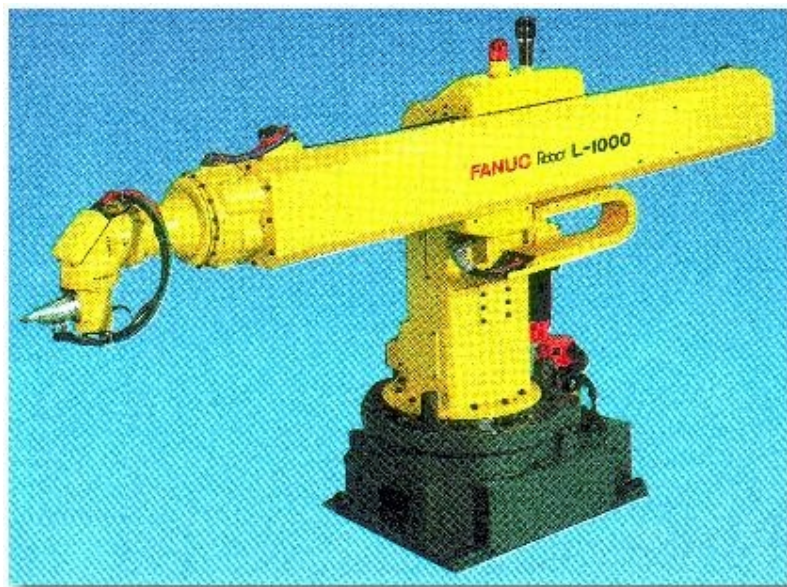
*Obr. 8. Cylindrický robot Plate Crane EX*

### 2.3 Sfěrický robot

Robotické rameno obsahuje pouze jednu osu lineární a dvě osy pro otáčení a natáčení. Tento typ robota je velmi málo variabilní, proto se v průmyslu používají jiné typy, které mají dvě a více os pro větší množství pohybů. [18]



Obr. 9. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru sférického robota

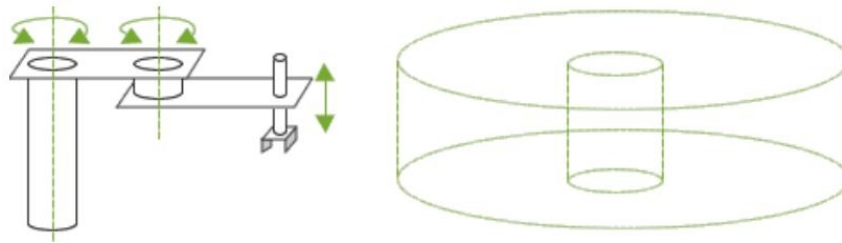


Obr. 10. Robot FANUC L- 1000

### 2.4 SCARA robot

SCARA robot byl jako první vyroben v 70. letech 20. století v Japonsku. Zkratka SCARA znamená (Robotické Rameno s Volbou Výběru Pohybu (Selective Compliance Assembly Robot Arm)). Výhoda ramene je zejména v jeho podobnosti opravdové paži, čímž je umožněna širší manipulace s ramenem a jeho víceúčelovost. [18]





Obr. 11. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru robotů SCARA

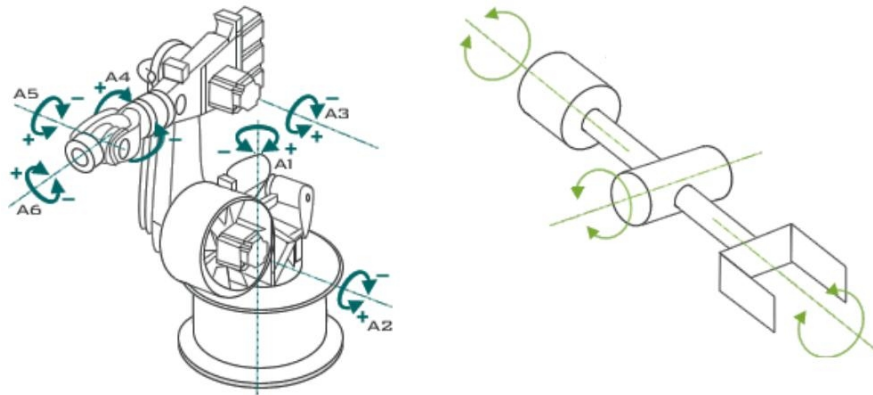


Obr. 12. Robot Stäubli RS40 SCARA

## 2.5 Kloubový robot

Tento typ robotického ramene má největší volnost pohybu a je i nejvíce využívaným průmyslovým robotem. Má téměř neomezený pohyb, který je zpracováván šesti osami. To znamená, že může dosáhnout určitého bodu (v pracovním prostoru) z jakéhokoliv směru.

[18]



Obr. 13. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru kloubových robotů



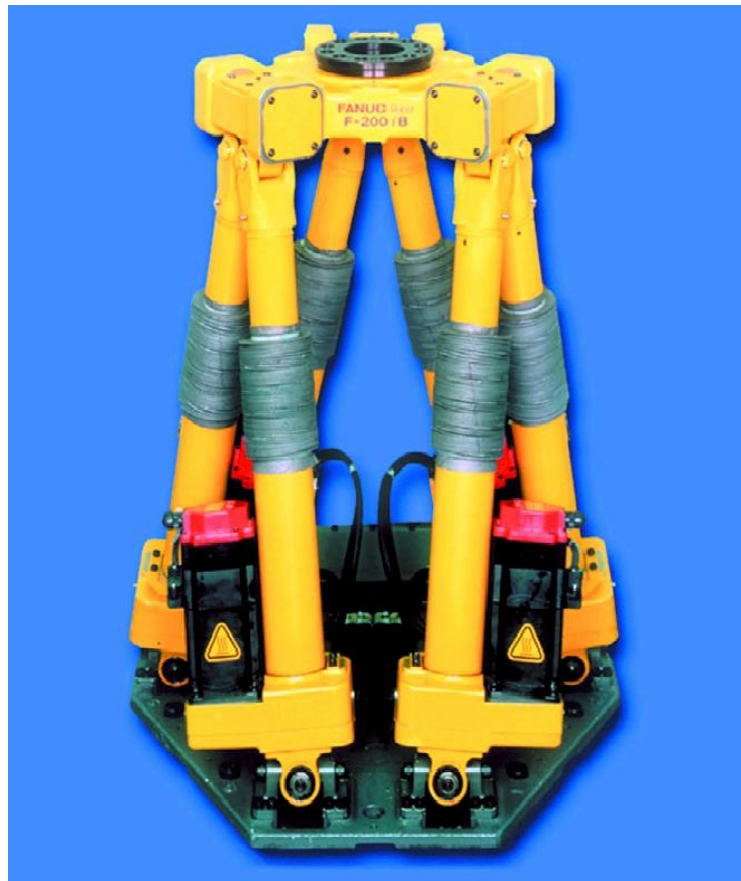
Obr. 14. Robot KatHD6M 400S

## 2.6 Paralelní robot

Paralelní robot je ovládán třemi i více rameny, které se otáčejí kolem osy. Při práci s nákladem se tíha rozloží na všechny tři osy, čímž lze předejít poškození standardního typu robota. [18]



Obr. 15. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru paralelních robotů



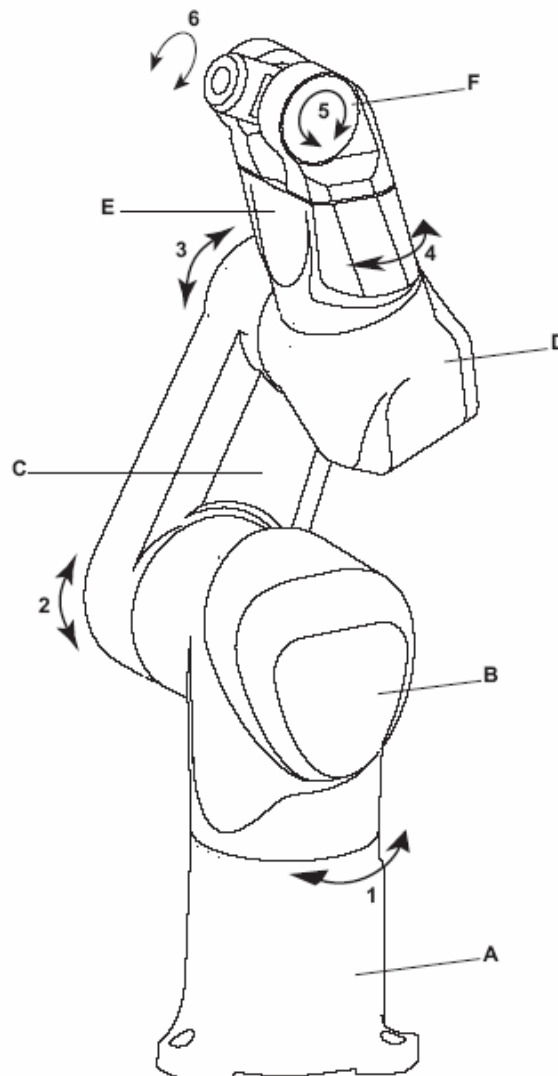
Obr. 16. Robot FANUC F-200iB

### 3 POPIS STÄUBLI TX40

Průmyslový robot se skládá ze čtyř částí. Robotického ramene, manuálního ovládání, panelu pro výběr pracovního režimu a kontroléru. [5]

#### 3.1 Robotické rameno TX 40

Je rameno, které má 6 stupňů volnosti, což umožňuje velký rozsah pohybů. Je možné upevnění jak na podlahu, tak na zeď, nebo upevnění do stropní konstrukce. Je kompaktně uzavřený. Právě proto, je tato modelová řada ideální pro provoz v náročných podmínkách. [2]



Obr. 17. Robotické rameno

### 3.1.1 Popis částí ramene

Na obrázku (*Obr. 18.*) je robotické rameno. Písmena u něj vyobrazená odpovídají následujícímu označení. [5]

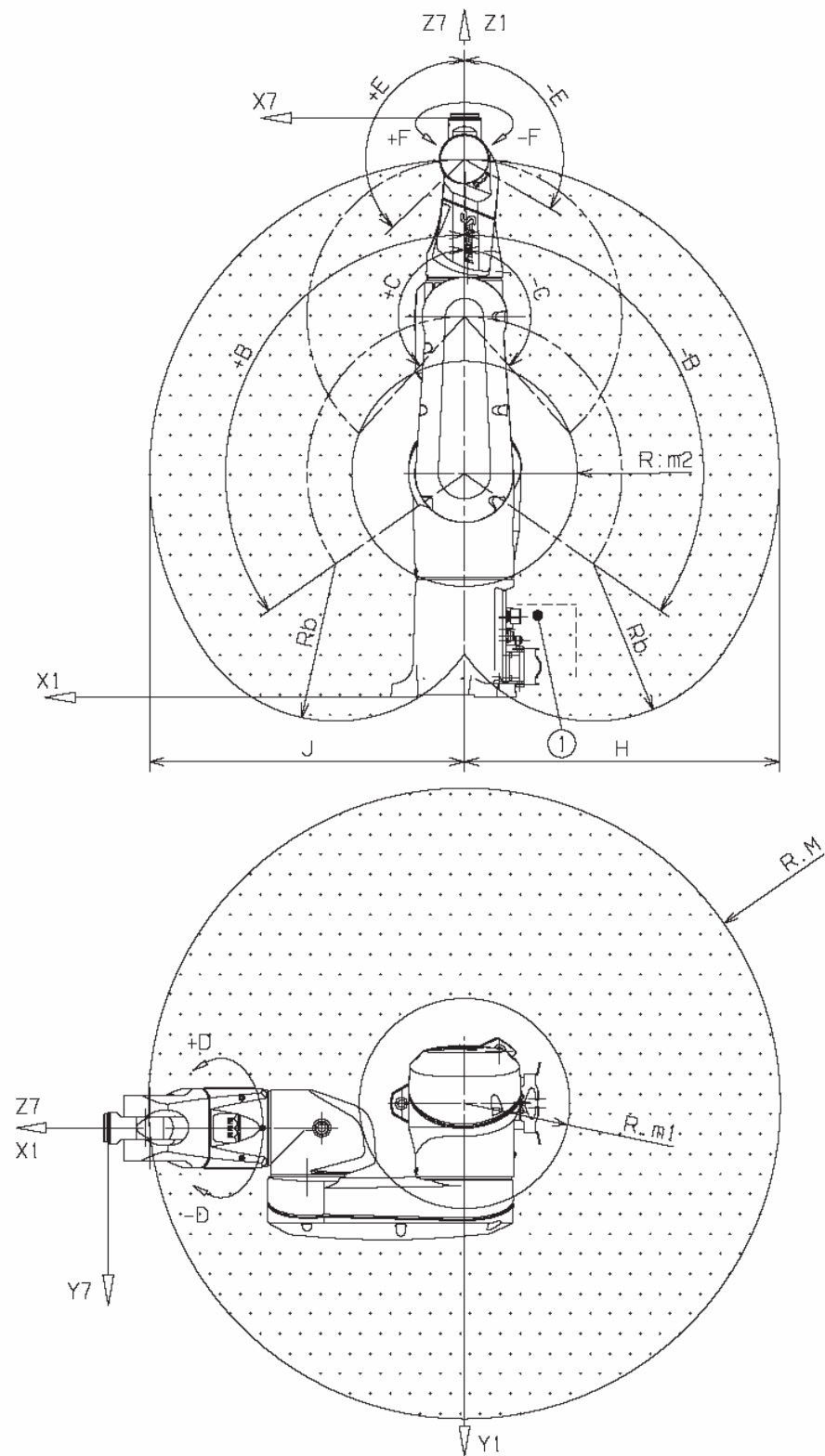
- A- Základna
- B- Rameno
- C- Paže
- D- Loket
- E- Předloktí
- F- Zápěstí

### 3.1.2 Rozsah pohybů, rychlost a odchylka

Tabulka obsahuje rozsahy pohybů, jakými lze jednotlivé části natočit kolem své osy. Osy jsou značeny stejným způsobem jako části ramene, ale arabskými číslicemi. [5]

*Tab. 1. Tabulka rozsahu pohybů robotického ramene*

Osa [-]	1	2	3	4	5	6
<b>Rozsah pohybu [°]</b>	360	250	276	540	253.5	540
<b>Výchylka z pozice [°]</b>	A ±180	B ±125	C ±138	D ±270	E +133.5 -120	F ±270
<b>Rychlost [%/s]</b>	287	287	430	410	320	700
<b>Přesnost [°.10<sup>-3</sup>]</b>	0.057	0.057	0.122	0.114	0.122	0.172



Obr. 19. Grafické znázornění rozsahu pohybů robotického ramene

### 3.1.3 Specializace robotického ramene

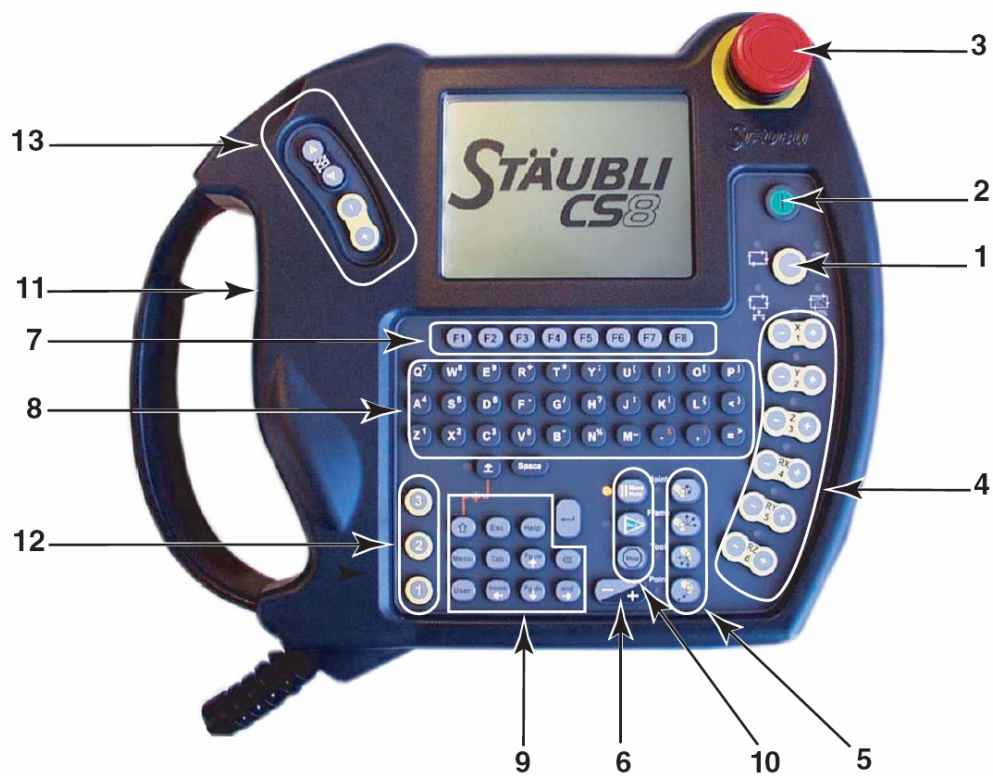
Robotické rameno je univerzální. Je to dáno tím, že jej lze snadno upravit k výkonu požadovaných funkcí. Na jeho „zápěstí“ je možno umístit požadovaný nástroj.

Nástroje mohou být mechanické, elektrické nebo pneumatické. Všechny by měly být originální a schválené pro daného robota. Nástroje musí být nainstalovány odborně, jinak se vlastník vystavuje riziku ztráty záruky. [5]

Při instalaci jakéhokoliv nástroje, zařízení, nebo výměny části přístroje, je nutné odpojit veškeré napájení a zajistit stabilitu přístroje. Při manipulaci s přístrojem je třeba dbát zvýšené opatrnosti, protože teploty na povrchu robotického ramene mohou dosahovat až 80°C při zatížení v provozu. [2]

## 3.2 Manuální ovládání

K manuálnímu ovládání lze použít terminál, který obsahuje ovládací prvky pro správu a kontrolu robotického ramene a pro vytváření aplikací. Obsahuje LCD displej pro komunikaci s obsluhujícím personálem. Obsahuje tlačítko nouzového vypnutí a tří-poziční tlačítko. [3]



Obr. 20. Manuální ovládací panel (MCP)

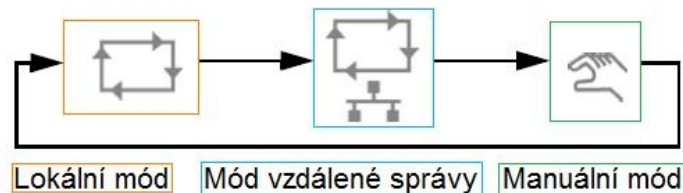
- 1 - Volba pracovního módu
- 2 - Napájení motorů
- 3 - Tlačítko nouzového zastavení
- 4 - Tlačítko pro navigaci a pohyb
- 5 - Mód pohybu
- 6 - Nastavení rychlosti
- 7 - Funkční klávesy
- 8 - Alfanaumerické klávesy
- 9 - Klávesy pro navigaci a volbu rozhraní
- 10 - Tlačítka pro řízení aplikací
- 11 - Aktivační tlačítko
- 12 - Tlačítka pro digitální výstupy
- 13 - Tlačítka pro rychlé použití



### 3.2.1 Popis částí manuálního ovládání

#### 3.2.1.1 Volba pracovního módu (1)

Tlačítko, které umožňuje zvolit jednu z možností pracovního způsobu. Lze vybrat pouze jeden ze způsobů. Manuální mód, vzdálenou správu a lokální mód. [3]



Obr. 21. Volba ovládání robotického ramene

Stiskem tlačítka se rozsvítí dioda u příslušného symbolu, který je nakreslen vedle tohoto tlačítka. Opětovným stisknutím tlačítka vyberete další pracovní mód. Pokud je toto tlačítko drženo stisknuté nelze provádět další operace. [3]

#### Lokální mód

Pokud je zvolen lokální mód, pohyb robota je řízen aplikací. Aplikace je nahrána, uložena a spuštěna. Aplikaci lze ovládat pomocí MCP, spuštění, zastavení tlačítkem Move/Hold, nebo v průběhu chodu aplikace měnit její rychlost. [3]

#### Mód vzdálené správy

Při zvoleném módu vzdálené správy je robotické rameno ovládáno vzdáleným způsobem. To znamená, že některé funkce a tlačítka na MCP nejsou funkční. Záleží na zvoleném uživatelském profilu. Pokud je zvolen tento mód, může se robot začít pohybovat okamžitě po spuštění, proto by neměla být žádná osoba v jeho okolí. Rychlost robota ovládaného tímto způsobem může být maximální. [3]

#### Manuální mód

Robotické rameno je ovládáno pouze pomocí MCP, jeho rychlost je omezena na 250 mm/s, je možné ji snížit. Pro spuštění aplikace je nutné držet tlačítko Move/Hold, aby se vykonávaly instrukce. Po uvolnění tlačítka se aplikace pozastaví. Pokud není MCP vložený

ve svém držáku, je nutné, aby Aktivační tlačítko (11) bylo při práci stisknuto. Tento mód je vhodný pro učení bodů, souřadnic a ladění aplikací. [3]

### **3.2.1.2 *Napájení motorů (2)***

Toto podsvícené tlačítko aktivuje přivedené napájení k ramenu. Je-li tlačítko podsvíceno, je napájení ramene aktivní. Pokud není podsvíceno, je napájení deaktivováno. V manuálním módu, pokud není MCP umístěn ve svém držáku, je nutné mít stisknuto Aktivační tlačítko (11). [3]

### **3.2.1.3 *Tlačítko nouzového zastavení (3)***

Tlačítko nouzového zastavení musí být použito pouze v absolutní nutnosti, a to k pozastavení aplikace při nepředvídatelné události.

Pokud je tlačítko stisknuto, veškeré napájení je přerušeno a rameno je zabrzděno. Další vybavení uvnitř pracovního prostoru by mělo být vypnuto, ovšem to záleží na provedeném zapojení. [3]

Pro opětovné spuštění ramene je potřeba postupovat následovně: Pracovník je povinen opustit pracovní prostor robotického ramene. MCP musí být ukotven ve svém držáku, mimo pracovní prostor ramene. Tlačítko uvolníme tak, že jej otočíme o  $\frac{1}{4}$  obratu po směru hodinových ručiček. Pokračujeme ve spuštění standardním způsobem. Veškeré restartování musí být prováděno v manuálním módu. [3]

### **3.2.1.4 *Tlačítko pro navigaci a pohyb (4)***

Tlačítka pro ovládání pohybů jsou aktivní v manuálním módu. Umožňují pohyb ramene pomocí jednotlivých kloubů, nebo v kartézských souřadnicích (nástroje, světového souřadného systému). To záleží na zvoleném způsobu pohybu. [3]

### **3.2.1.5 *Mód pohybu (5)***

Stiskem jednoho z tlačítek lze zvolit mód pohybu. Módem pohybu se určuje, v jakých souřadnicích budou zadávána data, v nichž se má přístroj orientovat. Máme na výběr z několika možností, a to v souřadnicích rámu, nebo nástroje robota, volbou pozic

jednotlivých kloubů (natočení). Rameno lze také ovládat pohybem po předem nastavených bodech. [3]



Obr. 22. Tlačítka pro volbu módu pohybu

### Mód Joint (Kloub)

Stiskem tlačítka (1) zvolíme pohyb robotického ramene po jednotlivých kloubech. Ovládáme pomocí tlačítek pro navigaci a pohyb (3), přičemž každým tlačítkem (2) řídíme jeden jediný kloub. Stiskem tlačítka „+“ se bude kloub otáčet v kladném směru. Stiskem tlačítka „-“ se bude otáčet ve směru záporném. [3]



Obr. 23. Rychlý způsob ovládání pohybu ramene pro mód Joint(Kloub)

Tlačítkem pro rychlé ovládání (4) můžeme řídit otáčení v kloubech následovně:



Tlačítkem SEL zvolíme kloub stiskem šipky nahoru/dolů. Přitom můžeme sledovat, jak se světelné označení pomocí LED diody u pohybových tlačítek (3) posouvá nahoru/dolů.



Po označení vybraného kloubu otáčíme v kladném „+“, nebo záporném „-“ směru stiskem druhého tlačítka v rychlém ovládní. To nahrazuje stisknutí pohybových tlačítek (3).

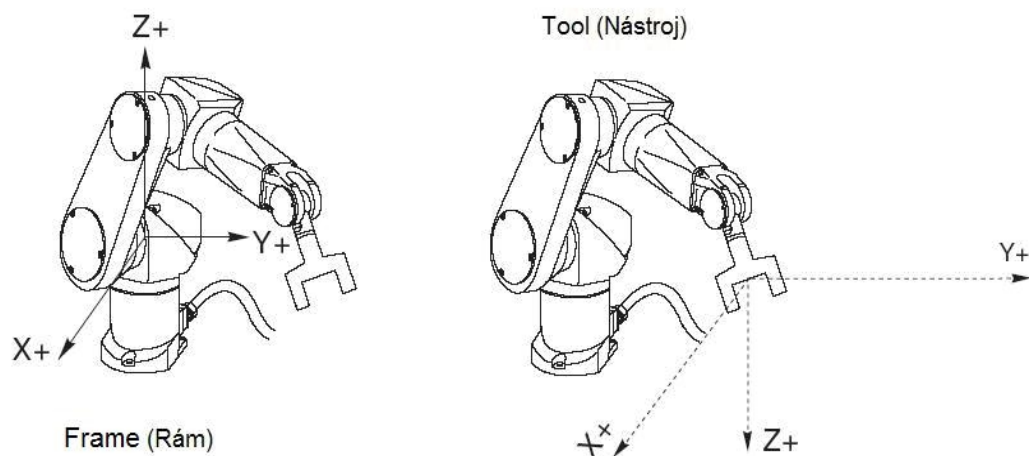
Tímto lze ovládat více kloubů najednou. Označení, který kloub je právě řízen, je zobrazeno na tlačítcích pro ovládní (3) jako číslo.

#### Mód frame (Rám) a mód tool (Nástroj)

Práce v tomto módu je velice podobná jak pro rám, tak pro nástroj. V obou případech je pohyb ramene prováděn v pravoúhlém souřadném systému. Je nutné dbát zvýšené pozornosti zvolenému módu pohybu. [3]

Pohyb v módu Frame (Rám) je vztažen k souřadnému systému, jehož počátek je určen ukotvením robotického ramene. Souřadný systém má pevný počátek, který se nemění s pohybem ramene. [3]

Práce v módu Tool (Nástroj) se liší od módu Frame (Rám) tím, že souřadný systém je vztažen ke konci nástroje, který je upevněn na robotickém ramenu. [4]



Obr. 24. Souřadný systém pro Frame (Rám) a Tool(Nástroj)

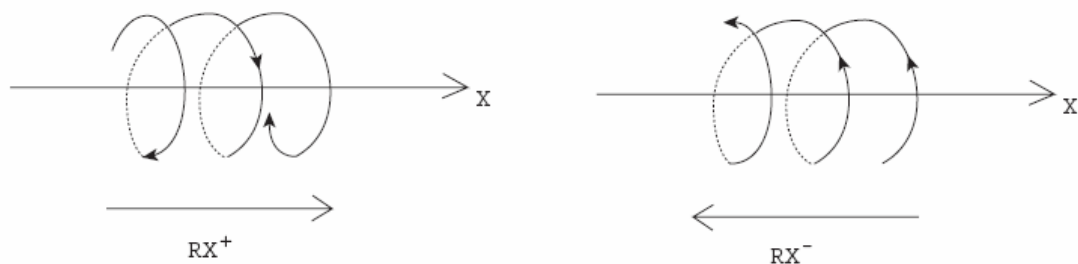
K posunu v prostoru v souřadnicích se opět využívají tlačítka (2). Pro rychlé ovládní lze opět využít tlačítka rychlého použití. Pro zvolení módu pohybu Frame (1), nebo Tool (3), je nutné stisknout příslušné tlačítko. [3]



Obr. 25. Rychlý způsob ovládní pohybu ramene módem Frame(Rám) a Tool(Nástroj)

Pro oba módy pohybu lze využít další možnosti nejen posunu, ale i rotací kolem osy X, Y, Z. K otáčení kolem osy se využívají tlačítka (2) s označením RX (rotace kolem osy X), RY (rotace kolem osy Y) a RZ (rotace kolem osy Z). [3]

Důležité je při využití těchto funkcí myslet na to, že natočením nástroje se mění i natočení souřadného systému, a to ve stejném úhlu (v módu tool (nástroj)).



Obr. 26. Rotace kolem osy X

### 3.2.1.6 Nastavení rychlosti (6)

Nastavení rychlosti umožňuje snížení nebo zvýšení rychlosti pohybu robotického ramene.



Toto nastavení je závislé na zvoleném pracovním módu a bere v úvahu maximální rychlost v daném pracovním módu. [3]

### 3.2.1.7 Funkční klávesy (7)

Funkční klávesy se využívají pro volbu z nabídky, která je zobrazena na displeji MCP. Následně je instrukce provedena. [3]



Obr. 27. Funkční klávesy

### 3.2.1.8 Alfanočíslicové klávesy (8)

Umožňují vkládání dat do aplikací, pojmenování bodů, funkcí, nástrojů a dalších proměnných pro zvolené aplikace a programy. [3]

### 3.2.1.9 Klávesy pro navigaci a volbu rozhraní (9)

On-line nápověda



Stiskem tlačítka Help, je možné připojení na online nápovědu. Připojením se



k nápovědě, se deaktivují funkční tlačítka a přiřadí se nové funkce, které korespondují s online nápovědou. [3]

Odchod z online nápovědy a reaktivaci funkčních kláves z předchozího stavu, lze provést opětovným stiskem tlačítka s nápisem „Help“, nebo tlačítka „Esc“.

„Menu“ tlačítko



Umožňuje vyvolání a navrácení se do hlavní nabídky. Tlačítko může být i neaktivní, to záleží na uživatelském profilu. [3]

„User“ tlačítko



Stiskem tlačítka User lze vyvolat uživatelskou stránku. Je možné jej nastavit pro nastavení profilu. [3]

Tlačítka šipek



Kromě standardních prohlížečích funkcí mají tyto klávesy další specifické funkce pro CS8C kontrolér.

„End“ tlačítko



Zobrazí nabídku která je složena. Bývá označena znaménkem „+“.

„Home“ tlačítko



Složí nabídku která je rozbalena a je označena symbolem „-“.

„Shift lock“ tlačítko



Poskytuje přístup k dalším funkcím tlačítek, kromě tlačítka „\$“ a „\“.

„Esc“ tlačítko



Opustí zobrazenou stránku, nebo přeruší zadávání dat a obnoví počáteční hodnoty.

„Return“ tlačítko



Spustí vybranou akci přidruženou ke zvolené části. Umožňuje měnit označené parametry a potvrzovat nově zadané hodnoty

„Tab“ tlačítko



Umožňuje rychlé přepínání, tzv. „přeskakování“ mezi jednotlivými nabídkami.

„Backspace“ tlačítko



Tlačítko má standardní funkci - mazání znaků které jsou vlevo od kurzoru.

### 3.2.1.10 Tlačítka pro řízení aplikací (10)

„Stop“ tlačítko



Tlačítko zastaví právě prováděnou aplikaci. Záleží na zvoleném uživatelském

profilu, proto může být v některých případech neaktivní.

„Run“ tlačítko



Tlačítko umožňuje spuštění aplikace.

„Move/Hold“ tlačítko



V manuálním módu práce se rameno pohybuje pokud je toto tlačítko stisknuto.

Když se pustí, rameno se přestane okamžitě pohybovat.

V lokálním módu a v módu vzdálené správy mohou být tímto tlačítkem pozastaveny pohyby ramene. Opětovným stisknutím tlačítka se pohyby znovu aktivují. [3]

V manuálním a lokálním módu je robotické rameno pozastaveno vždy, když je připojeno napájení. V módu vzdálené správy se rameno začne pohybovat jakmile je do něj připojeno napájení. [3]

### ***3.2.1.11 Aktivační tlačítko (11)***

Tlačítko má tři pozice – Otevřené kontakty, pokud není stisknuto. Uzavřené kontakty, pokud je stisknuto do střední pozice a otevřené kontakty, pokud je stisknuto úplně. Tlačítko se používá pro autorizace připojení ramene v manuálním módu. Pokud je stisknuto do své střední pozice, kontakty jsou propojeny a ovládání ramene probíhá manuálním způsobem. Ostatní dvě pozice tlačítka vypnou, nebo přeruší napájení ramene. Toto tlačítko nemá na rameno vliv pokud je přístroj v lokálním, nebo vzdáleném módu. [3]





Obr. 28. Aktivační tlačítko a zadní strana MCP

### 3.2.1.12 Tlačítka pro digitální výstupy (12)



V manuálním módu umožňují klávesy změny stavů zařízení připojených na digitální výstupy.

Tyto klávesy mohou být přiřazeny k digitálním výstupům v nabídce „Input/Output“ přes MCP. Pro přiřazení vyberte ze seznamu na ovládacím panelu zařízení, následně stiskněte klávesu „Shift“ současně s požadovanou volbou nastavení „1“, „2“, nebo „3“. [3]

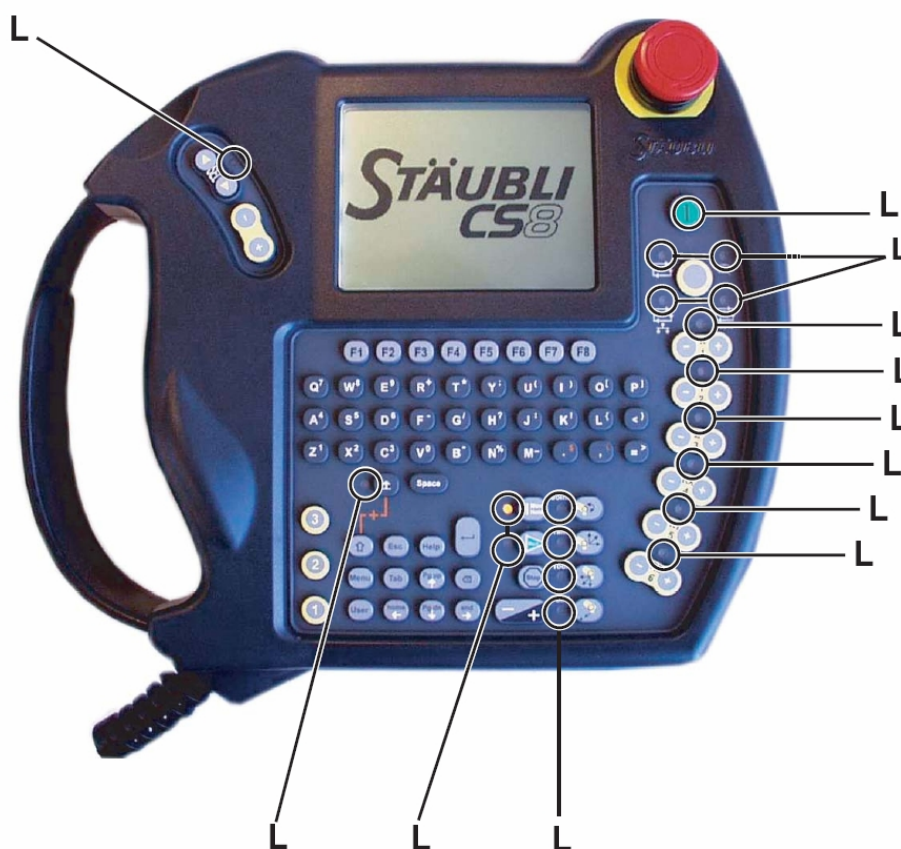
### 3.2.1.13 Tlačítka pro rychlé použití (13)

Tyto tlačítka jsou aktivní v manuálním módu a umožňují pohyb ramene prostřednictvím kartézských souřadnic, nebo os. Záleží na zvoleném pracovním způsobu (Joint, Frame, Tool). Tyto tlačítka umožňují ovládání pomocí jedné ruky. [3]

### 3.2.1.14 Označení diodami (L)

Právě využívané způsoby ovládání, jsou zvýrazněny LED diodami pro snazší práci s MCP. Na obrázku lze vidět umístění LED diod, indikujících stavy zařízení.

Při uvedení přístroje do provozu se všechny LED diody rozblíkají. Tím lze zjistit případné nefunkční diody. Pokud nejsou všechny diody funkční, musí být celý MCP z bezpečnostních důvodů vyměněn, nebo odstraněn. [3]



Obr. 29. Umístnění LED diod

### 3.3 Panel pro volbu ovládacího režimu

Jedná se o malý panel, kterým lze zvolit způsob práce. Nastavení pracovního režimu se provádí otočením klíče do jedné ze tří pozic. Panel obsahuje tlačítko pro nouzové vypnutí.

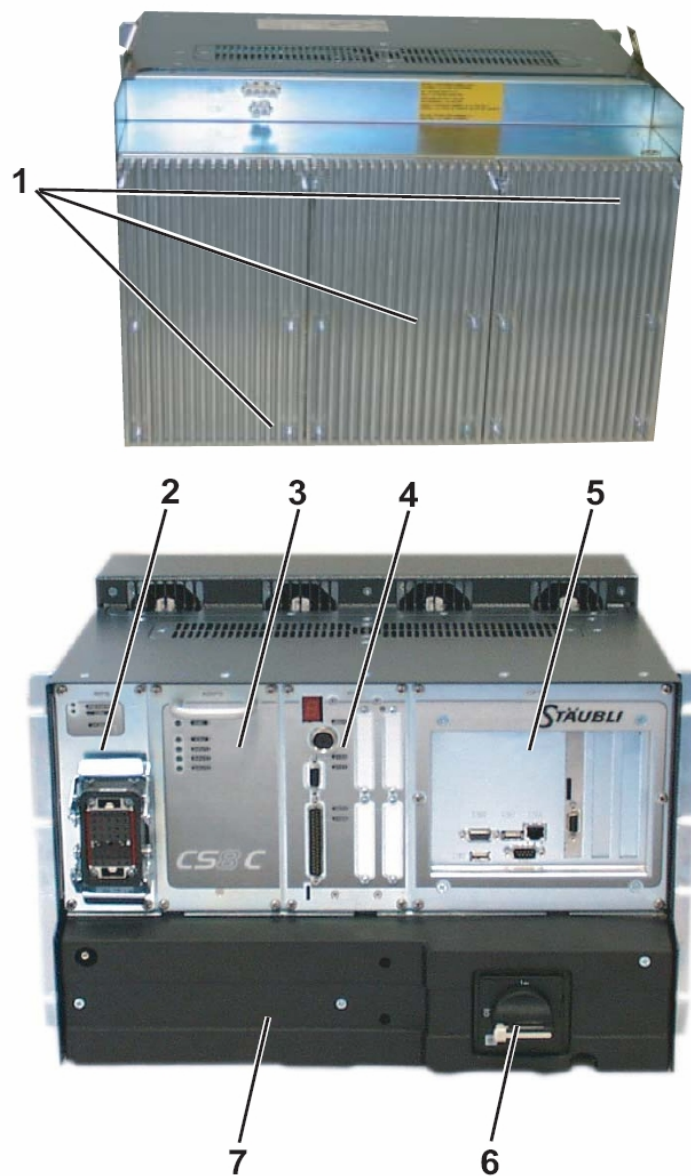
[3]



Obr. 30. Manuální panel pro volbu ovládacího režimu

### 3.4 Kontrolér CS8C

Jedná se o výpočetní centrum, které propojuje všechny části robotického ramene dohromady. Provádí výpočty pro transformace v souřadných systémech, spouští aplikace a prováděné příkazy. Kontrolér CS8C využívá pro vstupní a výstupní komunikaci ethernet, sériové připojení, digitální vstupy a výstupy a USB připojení. Kontrolér je možné rozšířit o další vstupy a výstupy a tím využívat robotické rameno v největší možné míře. [3]



Obr. 31. Kontrolér CS8C

- 1 – Procesorem řízené výkonové zesilovače  
pro každou osu.
- 2,3 – RPS<sup>\*1</sup> a ARPS<sup>\*2</sup> řídí odpovídající napájení dodávané  
okolním zařízením.
- 4 – Požadované bezpečnostní funkce jsou seskupeny  
dohromady na RSI desce.
- 5 – Základní procesor a vestavěný PC – Unix.
- 6 – Hlavní vypínač.
- 7 – PSM<sup>\*3</sup> modul pro transformaci napájení a ochranu zařízení.

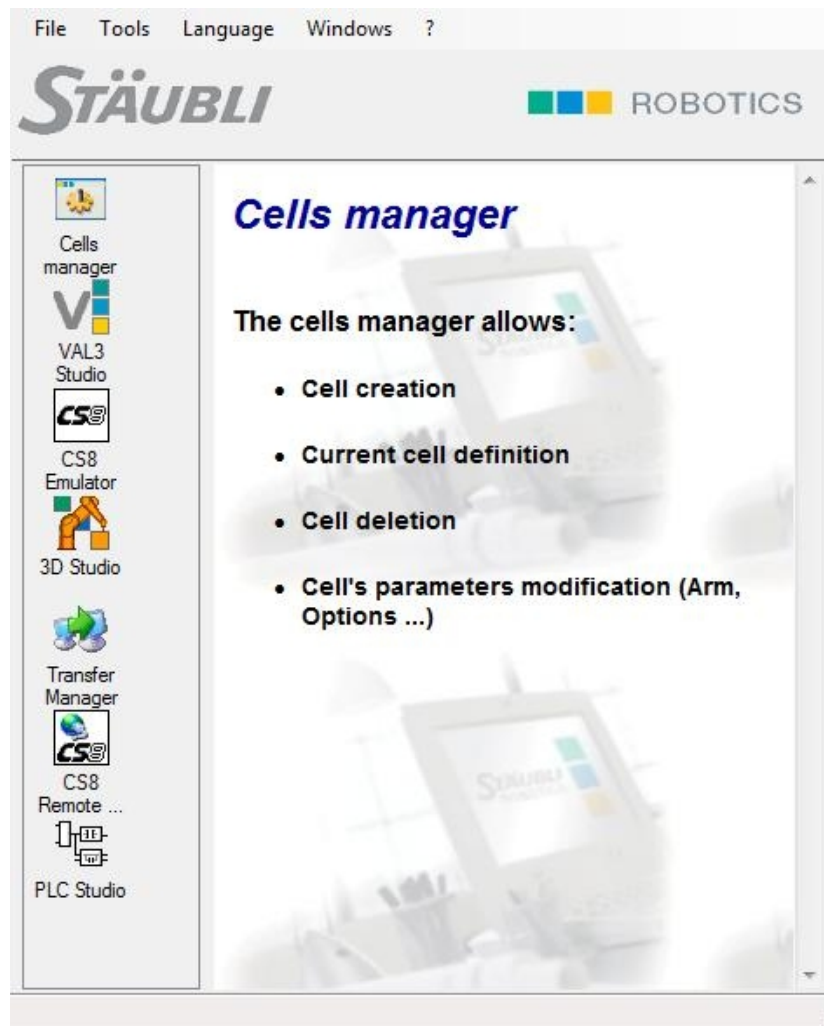
\*1 – RPS – generuje stejnosměrné napětí z třífázového střídavého napětí, napájí rychlostní převody a RSI desku.

\*2 – ARPS – generuje stejnosměrné napětí pro logické komponenty počítače.

\*3 – PSM – se skládá z transformátoru a ochrany. Je umístěn ve spodní části kontroléru. Záleží na typu kontroléru. Může, ale nemusí obsahovat transformátor v jednofázovém nebo třífázovém provedení, s pojistkou o velikosti 10,3x28mm/500V. [3]

## 4 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Programy dodávané od výrobce jsou sloučeny v jednom balíčku, který je možné nainstalovat na PC. Robotické rameno je možné ovládat přes tyto programy, nebo vytvářet vlastní aplikace a programy pro pohyb ramene. Balíček obsahuje následující programy: [2]



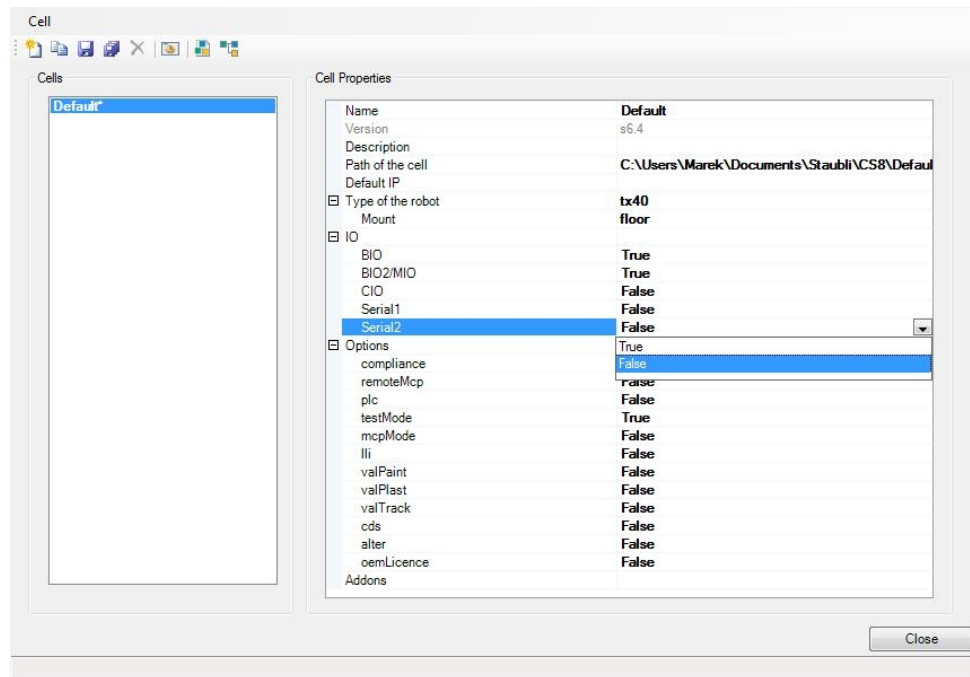
Obr. 32. Stäubli Robotics Studio 6.4.2

### 4.1 Cell manager



Tato aplikace umožňuje nastavení pracovního prostoru (buňky), ve které bude robotické rameno pracovat. Je možné nastavit adresáře pro práci počítače se zařízením. Lze definovat typ používaného zařízení, jeho upevnění a používané vstupy a výstupy. Možnosti využití a nastavení používaných doplňků jsou součástí aplikace.

[2]

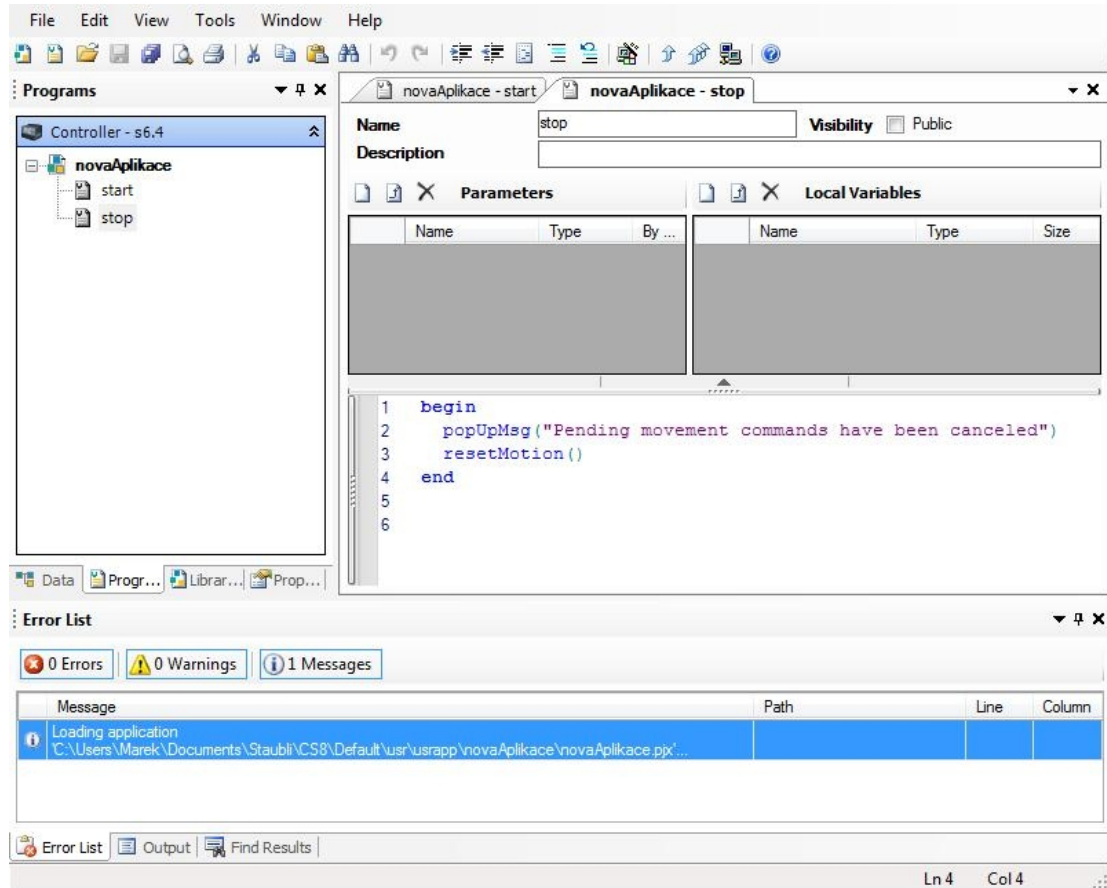


Obr. 33. Cell Manager

## 4.2 VAL3 Studio



Program umožňující programování ve vlastním jazyce VAL3. Je přizpůsoben k opravování syntaktických chyb, nebo umožňuje online přístup do nápovědy. Lze vytvářet nové projekty, ukládat je, editovat, nebo nahrávat do kontroléru, kde jsou prováděny. [2]

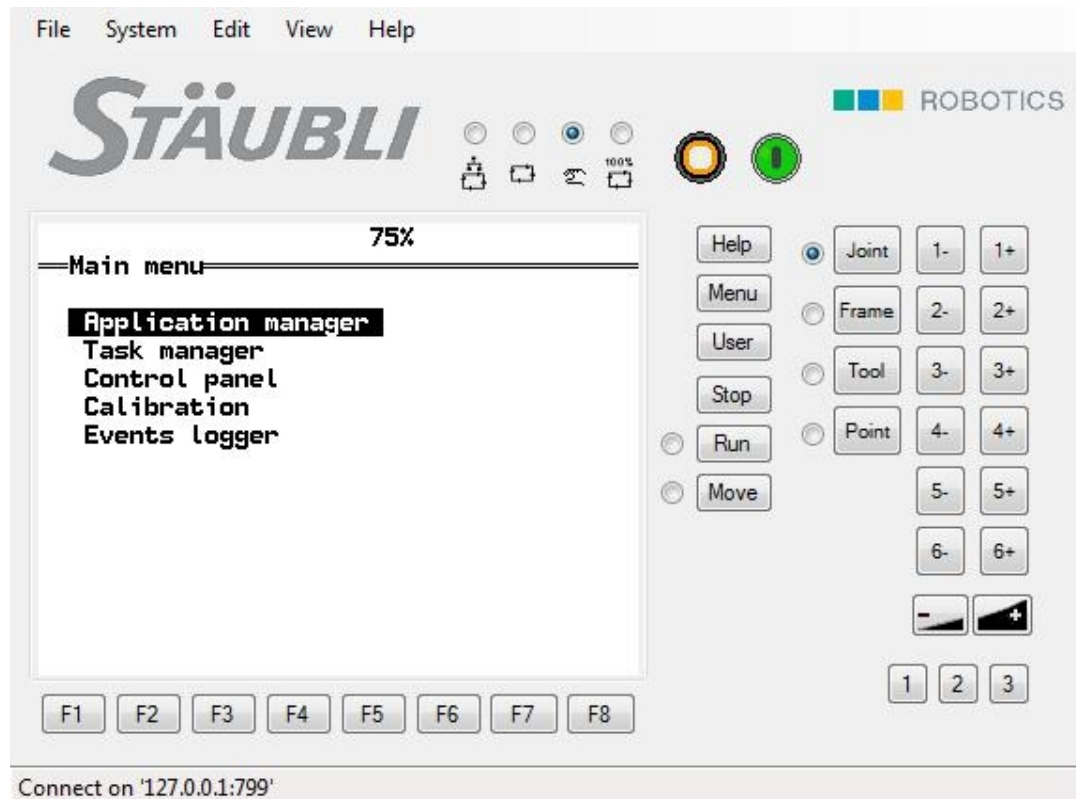


Obr. 34. VAL3 Studio

### 4.3 CS8 Emulator



Je určen pro simulaci manuálního ovládacího panelu. Obsahuje naprosto identickou nabídku - jakou lze nalézt v MCP. Spolu s programem 3D Studio je možné vyzkoušet ovládání ramene i bez jeho připojení. [2]



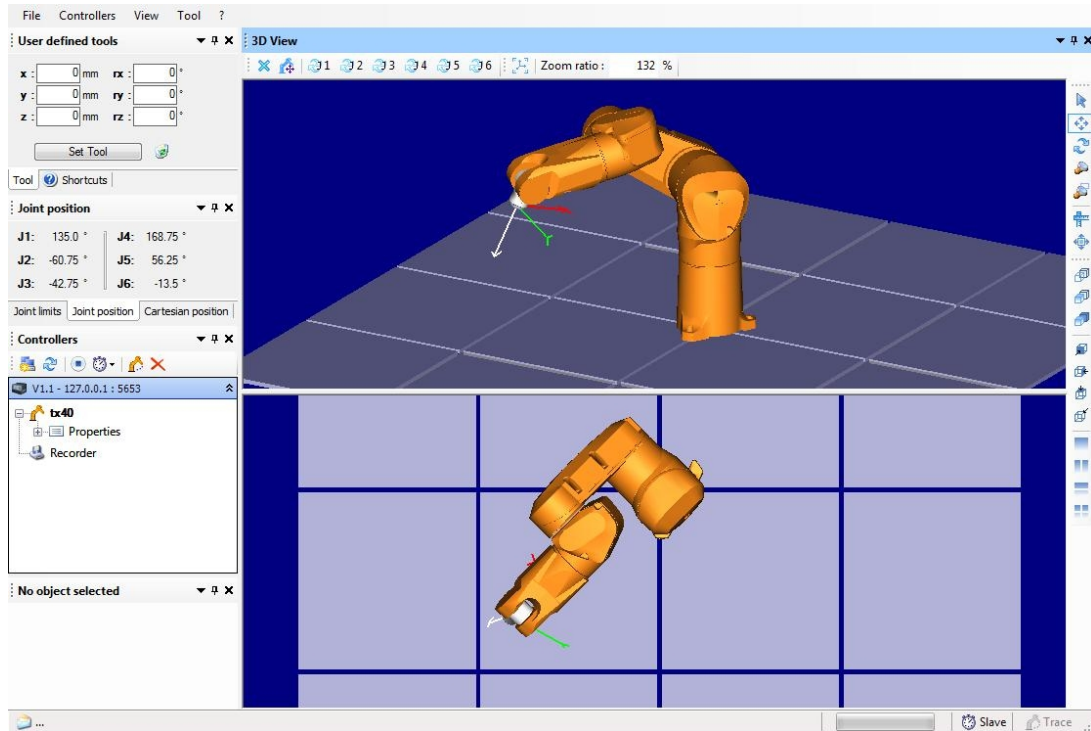
Obr. 35. CS8 Emulator

#### 4.4 3D Studio



Vyobrazuje robotický přístroj v prostoru, jeho pohyby a rotace. Pro ovládání ramene lze použít program CS8 Emulator. Zadanými příkazy přes emulační program bude výstupem pohyb ramene v programu 3D Studio. Souběžná práce obou programů je vhodná k vyzkoušení aplikace před samotným spuštěním na fyzickém ramenu. Lze si ověřit dosah ramene, nebo způsob pohybu k místu určení. [2]



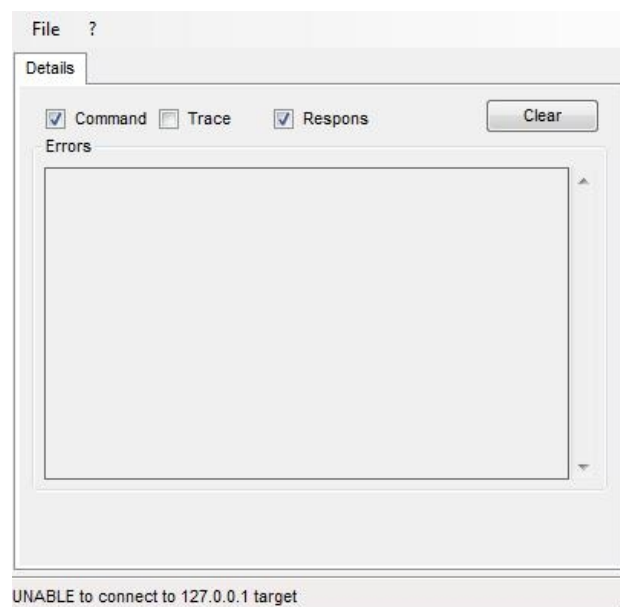


Obr. 36. 3D Studio

## 4.5 Transfer Manager



Vyžaduje zapnutí a přístup ke kontroléru, ze kterého může program číst nebo zapisovat data, upravovat vlastnosti nástrojů, nebo pracovat s již vytvořenými aplikacemi. [2]

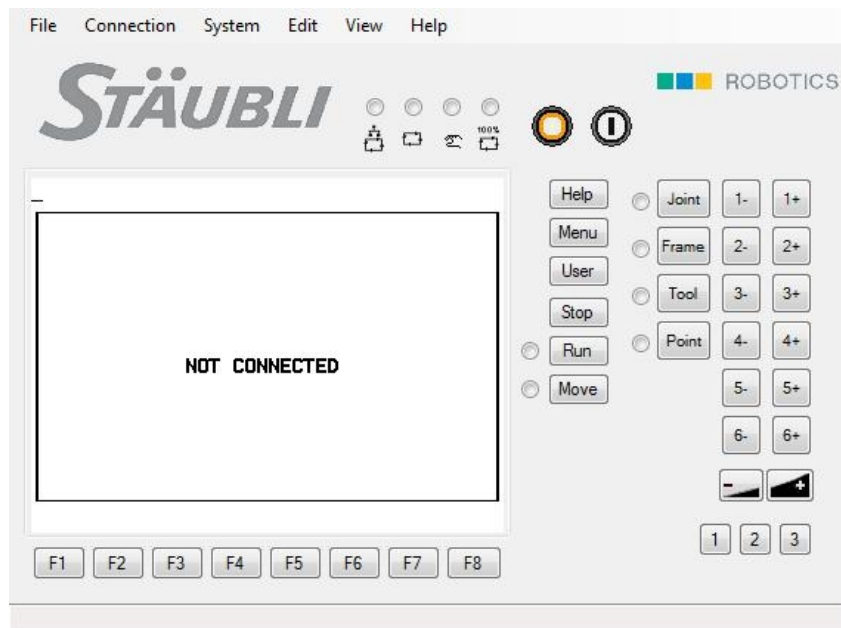


Obr. 37. Transfer Manager

## 4.6 CS8 Remote Maintenance



Aplikace CS8 Remote maintenance je velice podobná aplikaci CS8 Emulator. Liší se zejména tím, že výstup z této aplikace je určen pouze pro fyzické robotické rameno, z něhož jsou čerpány i data o jeho současném stavu. Tímto programem se ovládá robotické rameno vzdáleným způsobem. Před spuštěním práce je nutné ověřit komunikaci tak, aby probíhala bez problémů. [2]

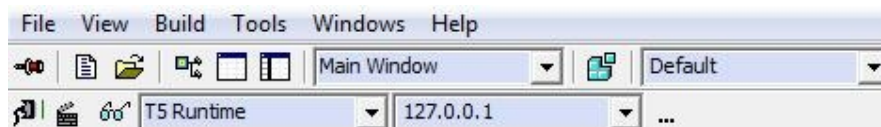


Obr. 38. CS8 Remote Maintenance

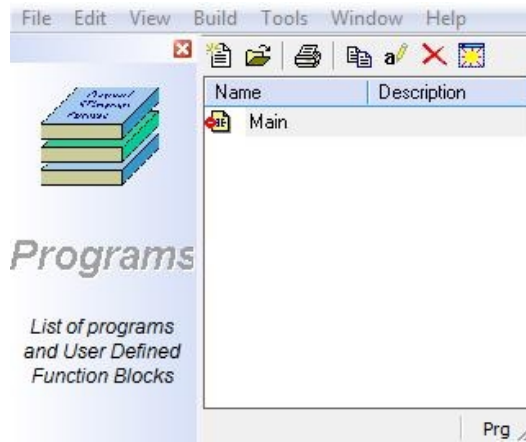
## 4.7 PLC Studio



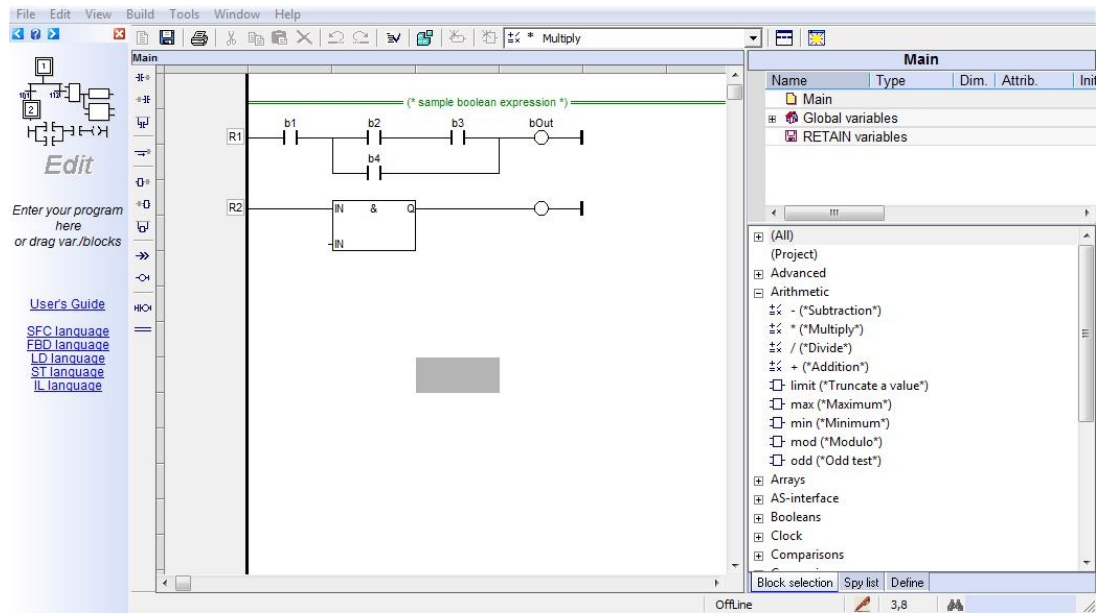
PLC Studio je programové prostředí ve kterém je možno psát programy v pěti různých programovacích jazycích. Všechny programy jsou následně transformovány do jazyka VAL3 a uloženy do kontroléru. [2]



Obr. 39. PLC Studio - Hlavní okno



Obr. 40. PLC Studio - Programový list



Obr. 41. PLC Studio - Okno pro programování

## 5 PROGRAMOVACÍ JAZYK VAL3

Jazyk VAL3 je určen pro řízení všech robotů firmy Stäubli. Jazyk VAL3 kombinuje základní prvky se standardními počítačovými programovacími jazyky. [5] Důraz je kladen zejména na nástroje pro ovládání robota, geometrické modelovací nástroje a nástroje pro správu vstupů a výstupů. [4]

Základní typy syntaxí můžeme rozdělit do několika úrovní – Základní prvky jazyka, základní proměnné typy, uživatelské rozhraní, úkoly, knihovny, řízení robota, pozice ramene a řízení pohybu. [4]

### 5.1 Aplikace

VAL3 aplikace je soubor složek, obsahující data pro řízení ramene a vstupů/výstupů propojených s kontrolérem. Aplikace obsahuje několik částí – soubor programů (prováděné příkazy), soubor globálních dat (proměnné využívané všemi programy) a soubor knihoven (vnější instrukce a proměnné používané aplikací). [5]

VAL3 aplikace se vždy sestává z programů start() a stop(), rámce world (typ rámce) a nástroje flange (definice nástroje upevněného na rameni). [4]

Instrukce VAL3 není možno použít pro spuštění další aplikace. Aplikace mohou být nahrávány/odstraňovány, nebo spouštěny/zastavovány přes ovladač MCP. Pokud je v aplikaci spuštěn program start(), aplikace se automaticky zastaví jakmile je proveden poslední úkol. Následně se spustí program stop(). Všechny úlohy vytvořené knihovnami jsou postupně odstraněny v opačném pořadí než byly vytvořeny.

```

                    50%
=====Application manager=====
-Val3 applications
-novaAplikace (03 Mar., 2009 11:26)
+Libraries
+Global data
+Programs
+Parameters

New Save

```

Obr. 42. Vytvořená aplikace

## 5.2 Program

Program tvoří základní pokyny jazyka VAL3. Součástí jsou instrukce (VAL3 příkazy, které budou vykonány), lokální proměnné (využívané pouze programem) a parametry. Program může být volán rekurzivně, nebo spouštět jiný program s jinými parametry. Každý program má oddělené používané proměnné. [5]

Program start() je spouštěn bez parametrů. V tomto programu se nejčastěji deklarují globální proměnné, vstupy, výstupy a úlohy. Lze jej volat stejně tak jako i jiné programy.

Programem stop() je aplikace ukončena. Nemá žádné parametry. Tento program obsahuje data pro znovu nastavení proměnných, ukončení úkolů v odpovídajícím pořadí, nebo ukončení výstupů. Je možné tento program spustit a provést, to ovšem neukončí aplikaci.

```

                    50%
=====Application manager=====
+Libraries
+Global data
-Programs
  -start
    Local data
    Parameters
  -stop
    Local data
    Parameters
+Parameters

Edit Ren. Del. New Save

```

Obr. 43. Programy start a stop

### 5.3 Datové typy

Veškeré proměnné v jazyku VAL3 jsou typové proměnné. Proto je možná okamžitá kontrola použitelnosti daného typu. Systém je schopen spustit inicializační kontroly, které upozorní na případné chyby. [5]

#### 5.3.1 Základní typy

- bool : typ logický, pro dvě hodnoty (true/false)
- num : pro číselné hodnoty
- string : pro znakové řetězce
- dio : digitální vstupy/výstupy
- aio : pro číslicové vstupy/výstupy (analogové nebo digitální)
- sio : určeno pro sériové rozhraní, ethernetové připojení a jejich vstupy/výstupy

#### 5.3.2 Strukturované typy

Strukturované typy obsahují více dat. Jsou to pole, ke kterým je možný přístup přes jejich jméno.

- trsf : kartézské geometrické transformace
- frame : kartézské nastavení geometrie rámce
- tool : nastavení nainstalovaného nástroje
- point : kartézská pozice nástroje
- joint : pozice pro natočení robota
- config : pro konfiguraci robota
- mdesc : pro nastavení pohybu ramene

### 5.4 Proměnné

Proměnné jsou datové položky, označené svým jménem, vyskytující se v programu. Proměnné jsou identifikovány jménem (posloupností znaků o délce 1-15 znaků, začínající vždy písmenem), typem proměnné, svou velikostí (pokud se jedná o pole) a rozsahem použití (programem nebo programy, které tuto proměnnou využívají).

Globální proměnné mohou být použity ve všech programech v aplikaci. Lokální proměnné mohou být použity pouze v programu ve kterém jsou deklarovány. Pokud jsou vytvořeny

globální a lokální proměnné stejného typu a jména, budou při vykonávání programu použity lokální proměnné. [5]

Proměnné musí být před použitím v programu definovány v listu pro ně určeném.

```

                                     50%
=====Application manager=====
-Global data
  flange
  world
  joint
+mdesc
  bool
  num
  string
  aio
  dio
  sio
  config
  trsf
                                     New Save
```

*Obr. 44. Nastavení a proměnné*

## 6 BEZPEČNOST

Pro bezpečí personálu, který obsluhuje robotické rameno, je nutné dbát určitých bezpečnostních pravidel. Při práci je důležité dbát nejen o své vlastní zdraví a zdraví kolegů, ale i o zařízení, která mají mnohdy vysokou hodnotu.

Před započatím práce s robotem je nutné odstranit všechny věci, které nejsou nezbytně nutné pro provoz, z okolí robotického ramene. Ujistěte se, že žádné osoby nemanipulují s ramenem, nebo nejsou v jeho těsné blízkosti.

Spusťte napájení a následně spusťte motory. Mějte volnou druhou ruku pro případ nenadálých událostí. Po sepnutí motorů se může rameno začít pohybovat a vykonávat pohyby z předchozí relace, která nebyla ukončena.

Při práci nutné dbát na rychlost jakou se pohybuje robotické rameno. Pokud pracujete s nástrojem blízko dalších předmětů, zpomalte rychlost pohybů na minimum. Zvýší se tím přesnost a omezíte případné poškození nástroje, nebo předmětů v jeho okolí. [3]



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 POPIS ELEKTRONICKÉHO MANUÁLU

Elektronický manuál je vytvořen ve formě HTML stránek, které jsou vzájemně propojeny. Uživatel může prohlížet stránky běžným prohlížečem. Tím není omezena použitelnost manuálu na určitý program nebo operační systém. Elektronický manuál se skládá z několika částí.

V levé části je zobrazen nabídkový strom, který umožňuje prohlížení jednotlivých stránek. Je podbarven šedou barvou a svým stylem připomíná strom složek a souborů, který je možné spatřit v různých operačních systémech. Vytvořené položky v nabídce mají charakter nadpisů, čímž postupně specifikují hledání informace. Při kliknutí ukazatelem na složku se nápis zvýrazní modrým podkladem a v pravé části se zobrazí obsah. Každá složka má svůj uzel, který označuje znaménko plus (pokud je složka sbalena) nebo mínus (pokud je složka rozbalena). Pro rozložení složky je nutné kliknout ukazatelem na znaménko plus, pro sbalení na znaménko mínus. Pro rozložení celého stromu lze využít funkci reprezentovanou nápisem Rozložit vše pro rozložení, nebo složit reprezentovanou nápisem Zavřít vše. [16]

V pravé části manuálu se zobrazují informace, které korespondují s názvem složky nebo souboru. Jsou zobrazeny na modrém pozadí. Informace, které jsou umístěny ve složkách podávají uživateli údaje, které může v daných podsložkách očekávat.

Manuál je nejlepší spustit souborem index.html - zobrazí se úvodní strana. [1]



Obr. 45. Elektronický manuál - index.html

## 7.1 Úvod

Obsahuje stručný úvod a seznámení s robotickým ramenem a možnostmi rozsahu. Uživatel se může dovědět víc o typech průmyslových robotů. Je zde možné seznámení s poučením o bezpečnosti. Informuje o tom, co je zapotřebí vědět, než bude práce zahájena. Bezpečnostní pokyny jsou uvedeny i na následujících stránkách.

## 7.2 Manuál

Je samotný návod, jak s robotickým ramenem pracovat. Je zde popsáno, jakým způsobem lze robotické rameno ovládat přes MCP nebo jak vytvářet programy v jazyku VAL3.

## 7.3 Příklady

Složka obsahuje několik ukázkových příkladů, na kterých se demonstrují základní možnosti robotického ramene.

## 7.4 Programové vybavení

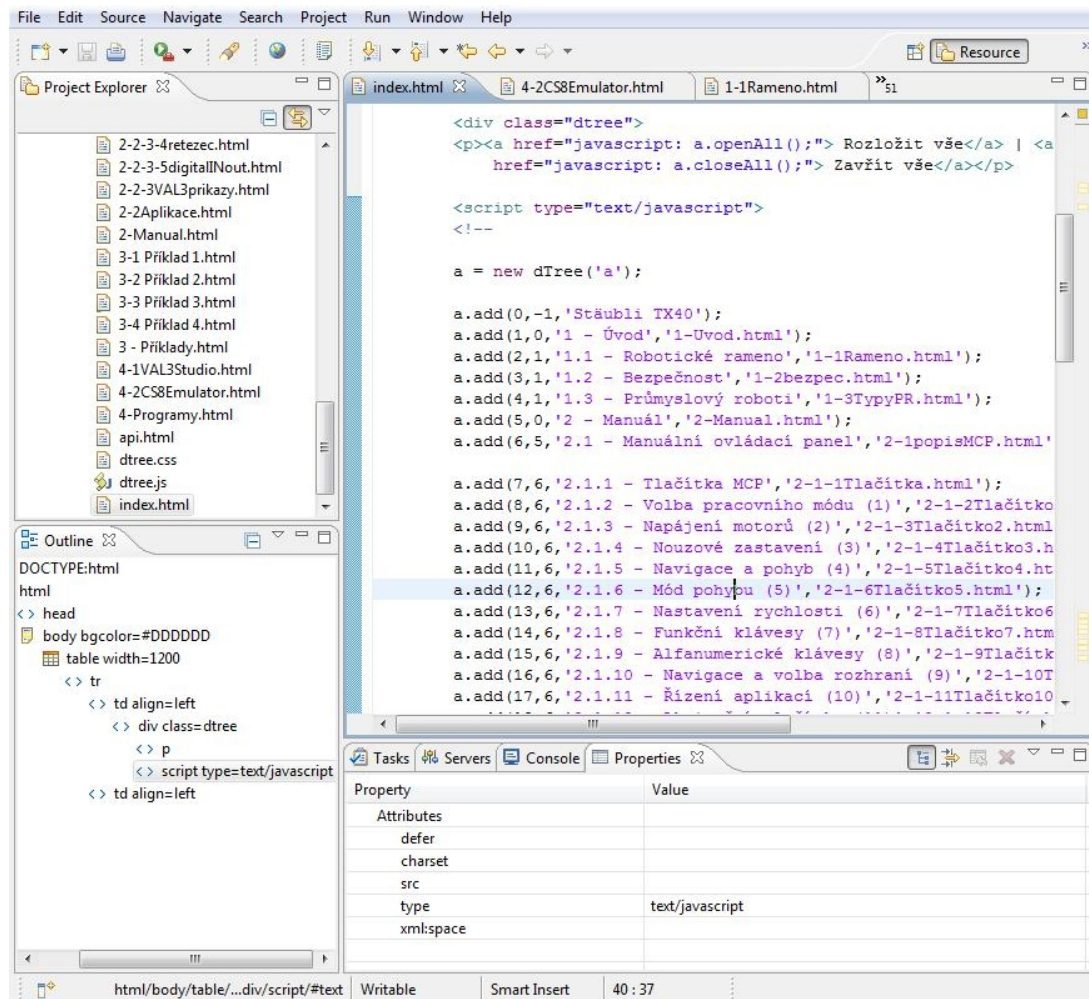
Jsou zde uvedeny programy, které jsou dodávány spolu se zařízením a které umožňují pohodlné programování nebo spuštění simulace robotického ramena a vyzkoušení manuálního ovládání bez nutnosti připojení hardwaru.

## 8 TVORBA ELEKTRONICKÉHO MANUÁLU

Pro tvorbu manuálu bylo využito několik programů. především vývojové prostředí Eclipse a program dTree. Pro vyzkoušení a doladění zobrazení byl použit internetový prohlížeč Mozilla Firefox.

### 8.1 Eclipse

Je vývojové prostředí určené především pro programování v jazyku Java. Pomocí dostupných přídatných modulů je možné toto vývojové prostředí rozšířit i pro tvorbu html stránek. [20]



Obr. 46. Vývojové prostředí Eclipse s modulem pro tvorbu html stránek

## 8.2 dTree

Java skript vytvořen pro tvorbu stromového uspořádání uzlů. Není omezena počtem uzlů, lze umístit více uzlů na stránku a především je kompatibilní s řadou internetových prohlížečů. Generuje XHTML 0.1 validní výstup. [16]

### Destroydrop » Javascripts » Tree » Example

The screenshot displays the dTree web application interface. It is divided into three main sections: 'Example', 'Configuration', and 'Example code'.

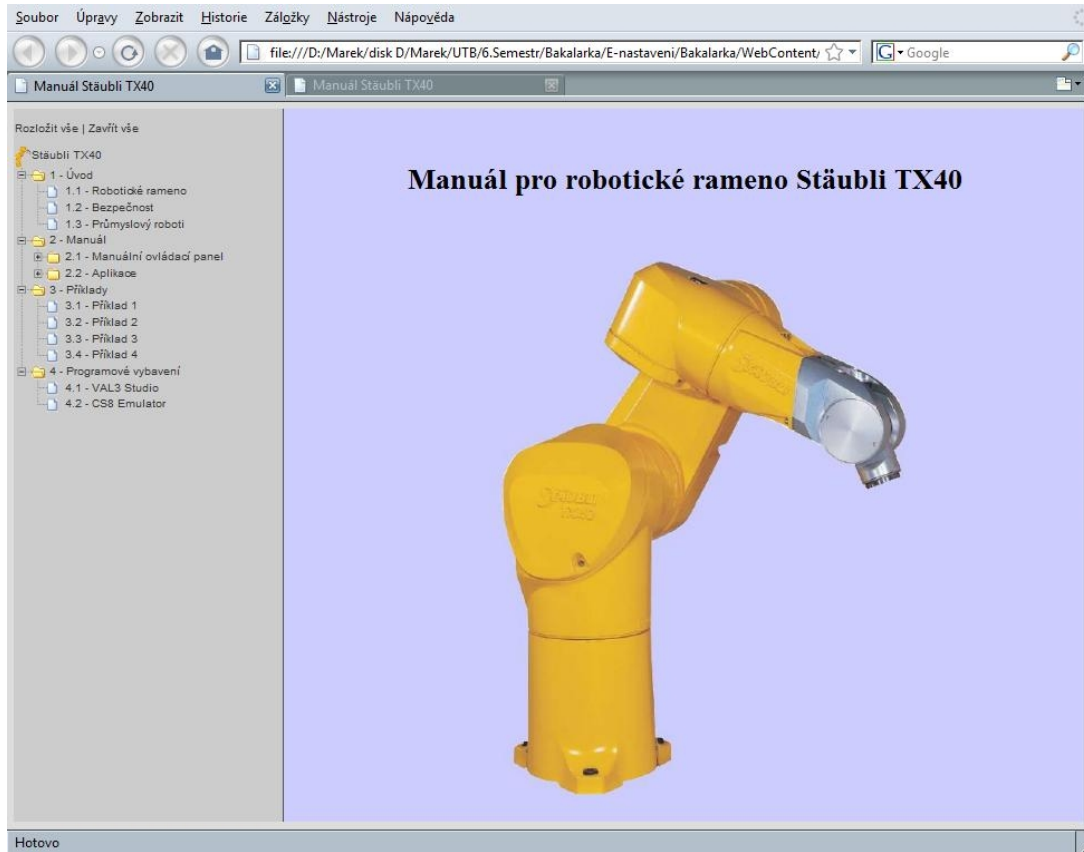
- Example:** Shows a tree structure with nodes labeled 'Node 1' through 'Node 9'. Node 1 is the root, with children Node 2 and Node 3. Node 2 has children Node 4 and Node 8. Node 3 has children Node 5 and Node 7. Node 4 has child Node 9. Node 9 is highlighted.
- Configuration:** A panel on the right with several checked options: 'folderLinks', 'useIcons', 'useLines', 'useSelection', 'useStatusText', and 'Show source'. There is an unchecked option 'closeSameLevel'. Below the options is a 'Number of nodes:' dropdown menu set to '10' and a 'Generate' button.
- Example code:** A text area containing the following JavaScript code:

```
a = new dTree('a');
a.config.useStatusText=true;
a.config.useCookies=false;
a.add(0,-1,'Tree example','javascript: void(0);');
a.add(1, 0, 'Node 1', 'javascript:void(0);');
a.add(2, 1, 'Node 2', 'javascript:void(0);');
a.add(3, 1, 'Node 3', 'javascript:void(0);');
a.add(4, 0, 'Node 4', 'javascript:void(0);');
a.add(5, 4, 'Node 5', 'javascript:void(0);');
a.add(6, 3, 'Node 6', 'javascript:void(0);');
a.add(7, 5, 'Node 7', 'javascript:void(0);');
a.add(8, 1, 'Node 8', 'javascript:void(0);');
a.add(9, 7, 'Node 9', 'javascript:void(0);');
document.write(a);
```

Obr. 47. Příklad vytvoření náhodného stromu skriptem dTree

## 8.3 Mozilla Firefox

Internetový prohlížeč volně stažitelný. Disponuje mnoha výhodami, zejména přesnějším zobrazováním html a xhtml kódu, prvky pro prozkoušení zdrojového kódu, zobrazení a nastavení jednotlivých prvků. [21]



Obr. 48. Mozilla Firefox - internetový prohlížeč

## 9 ZADÁNÍ PŘÍKLADŮ

Vzorové příklady, na kterých lze vyzkoušet základní příkazy.

V prvním příkladu se uživatel seznámí s manuálním ovládáním robotického ramene a vyzkouší si základní příkazy pro pohyb. Obeznámí se s možnostmi definování bodů v prostoru.

Druhý příklad se zabývá vlastním souřadným systémem, definicí pohybů v uživatelem zvoleném souřadném systému a přiblížením z bodu.

Ve třetím příkladu je popsáno ovládání čelistí, přitom je zde možnost vyzkoušení tvorby vlastního souřadného systému a tvorby bodů ve svém souřadném systému. Uživatel dále získá informace o vytváření podprogramů. Je zde možné simulovat nastavení parametrů a volání vlastního programu.

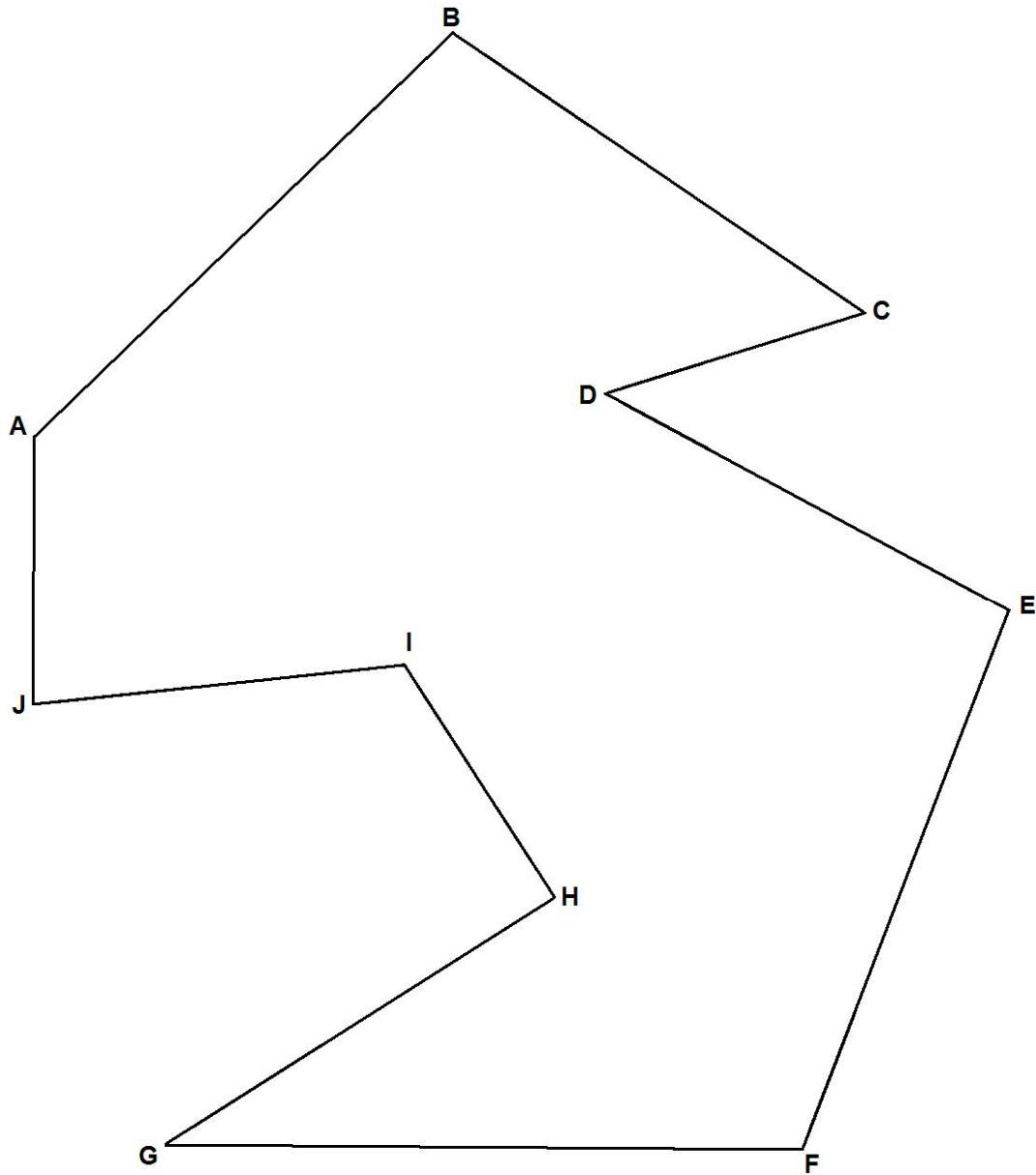
Ve čtvrtém příkladu jsou využity možnosti čtení digitálních vstupů a výstupů. Z nainstalovaných čelistí robota lze určit velikost uchopeného předmětu a tím ho zařadit na správnou pozici. Pro opakované operace se vytvoří podprogramy, které pracují s uživatelem zadaným souřadným systémem.

V příloze jsou zobrazeny zdrojové kódy pro příklady 1 až 4. Jsou generovány programem Val3 Studio, který je součástí balíčku programů dodávaných s robotickým zařízením.

### 9.1 Příklad 1.

Vytvořte program, ve kterém robotické rameno opíše manuálně definované body v abecedním pořadí s nominální rychlostí. Bude začínat a končit v bodě "bezpečí", který bude vzdálen od pracovního prostoru.

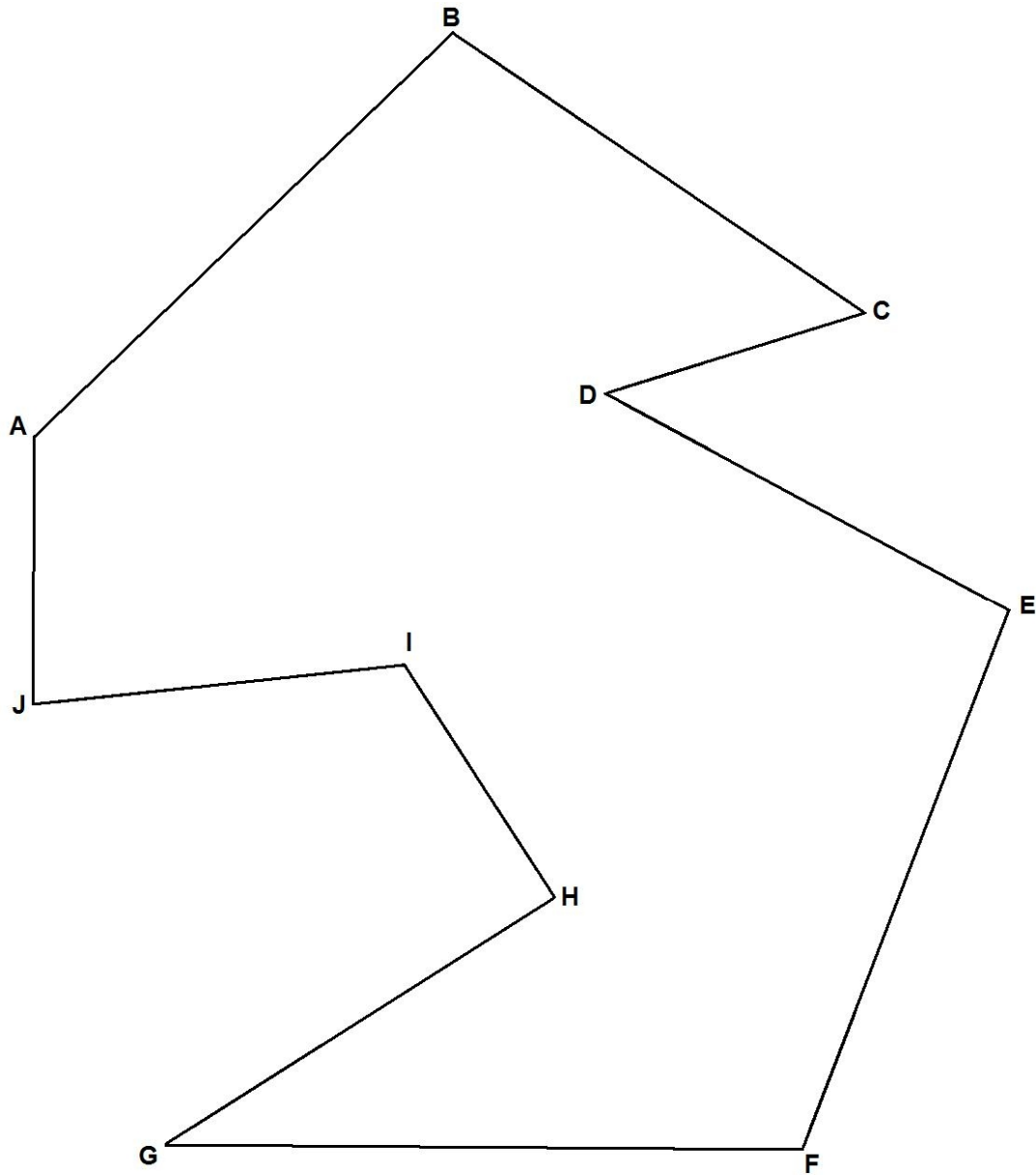




Obr. 49. Trajektorie pohybu robotického ramene pro Příklad 1.

## 9.2 Příklad 2.

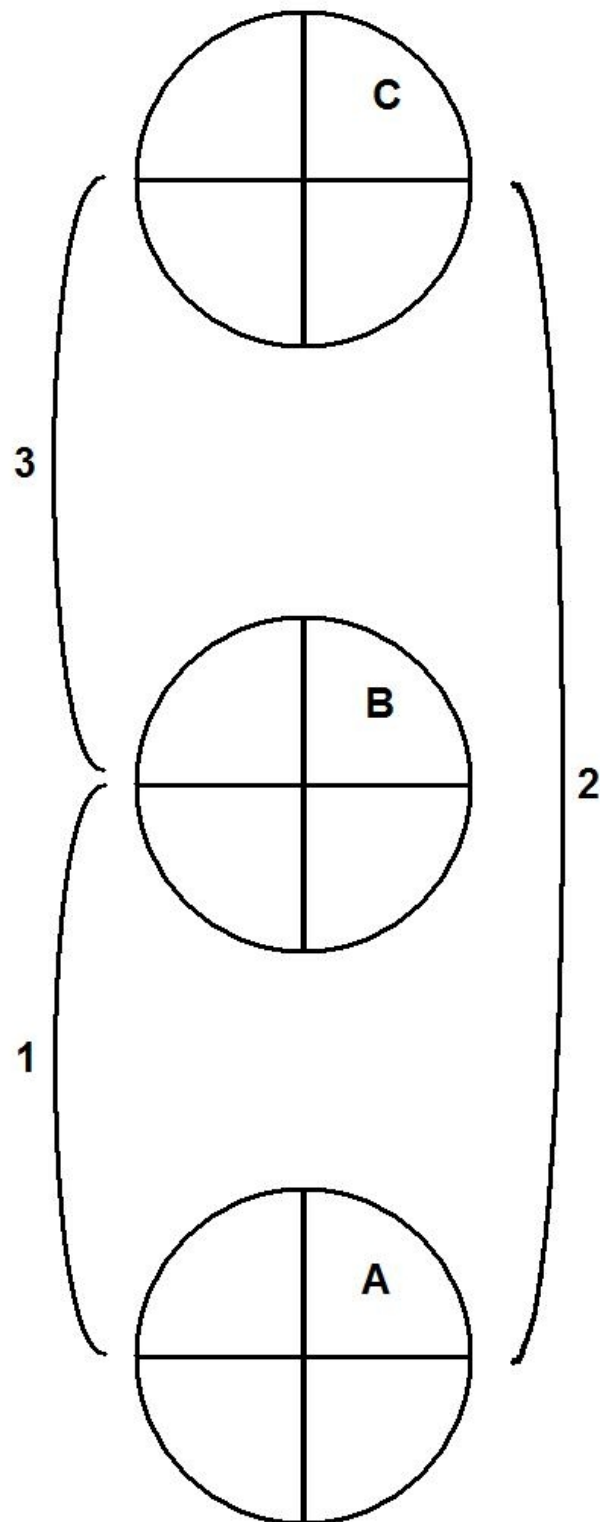
Vytvořte program, ve kterém robot opíše body v abecedním pořadí s nominální rychlostí. Vytvořte vlastní souřadný systém a v něm definujte bod - shodný s počátkem vašeho souřadného systému. Pro zadání přírůstku z bodu využijte příkaz `appro`. Robotické rameno bude začínat a končit v bodě "bezpečí", který bude vzdálen od pracovního prostoru.



Obr. 50. Trajektorie pohybu robotického ramene pro Příklad 2.

### 9.3 Příklad 3.

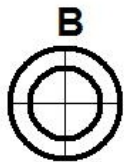
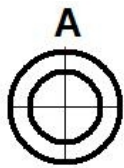
Vytvořte program pro výměnu dvou součástí. První součást je v pozici A a druhá v pozici C. Čelisti robotického ramene uchopí součást v bodě A a přesunou ji do pozice B. Z pozice C vezme druhou součást a uloží ji do pozice A. Nakonec součást z pozice B přesune na pozici C. Využijte podprogram, který provede výměnu. Robotické rameno bude začínat a končit v bodě "bezpečí", který bude vzdálen od pracovního prostoru.



Obr. 51. Umístění přesouvaných součástí - Příklad 3

#### 9.4 Příklad 4.

Vytvořte program, který porovná šířku válečků, a podle velikosti je umístí na danou pozici. Vložte válečky na pozici A a na pozici B. Následně je program přemístí podle velikosti kam patří. Širší z nich na pozici ŠIRŠÍ a užší na pozici UŽŠÍ. Vytvořte body ve vlastním souřadném systému. Robotické rameno bude začínat a končit v bodě "bezpečí", který bude vzdálen od pracovního prostoru.



Obr. 52. Body pro přesunutí válečků – Příklad 4

## ZÁVĚR

Hlavním tématem bakalářské práce je uživatelský manuál, jenž má za úkol obeznámit uživatele se základními funkcemi tohoto průmyslového přístroje. Robotické rameno Stäubli TX40 je velmi univerzální zařízení.

V teoretické části se pojednává o různých typech průmyslových robotů, jejich možnostech a využití. Robotické rameno, které má hlavní úlohu v této práci, patří svým typem mezi nerozšířenější průmyslové roboty. Je to zejména kvůli obrovským možnostem využití jeho šesti os. Tomu odpovídá i jeho technické vybavení a zařízení pro jeho ovládání. Mezi další vymoženosti patří i programové ovládání a veškeré dodávané programy pro vývoj a testování.

Praktickou část zde tvoří popis tvorby manuálu, jaké programy byly využity. V elektronickém manuálu je objasněno několik základních prvků ovládání, které se však velmi rozrostly. To může působit nepřehledně, ale zvolená struktura „složek“ a „souborů“ by měla orientaci zjednodušit. Manuál je doplněn ukázkami příkladu s vypracováním. U jednotlivých příkladu je možné stažení zdrojového kódu a video ukázky simulace ve 3D Studiu.

Tato práce rozšiřuje vědomosti zejména o průmyslových robotech, seznamuje uživatele s ovládáním manuálním i programovým. Uživatel tím získá přehled z mnoha odvětví průmyslu, které může uplatnit v budoucí praxi.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The main topic of a bachelor thesis is a user's manual, which is aimed to show the main functions of an industrial robot. A robotic arm Stäubli TX40 has a variety of ways how to use it.

A theoretical part is about different types of an industrial robots and their usage. The robotic arm-the main topic of this thesis-is one of the most spread industrial robots. Mainly since it has a huge amount of way of usage its six axes. The program equipment is a big advantage.

A practical part consists of a description of creating a manual. A practical examples and their solution are added. Electronic manual is a part as well.

The main purpose of my bachelor thesis is to get a knowledge especially about the industrial robots and manipulation with them. Any user can obtain an overlook about many branches of the industry, which might be really useful in a future career.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KOSEK, Jiří. *Html – tvorba dokonalých stránek:podrobný průvodce*. Ilustroval Ondřej Tůma. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 291s. ISBN 80-7169-608-0.
- [2] Stäubli – *Textile Machinery, Connectors and Robotics* [online]. [2007], 14.1.2009 [cit. 2009-01-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.staubli.com/>>.
- [3] *CS8C Controller : Instruction manual*. Faverage: Stäubli, 2007. 186 s.
- [4] *VAL3 Reference Manual*. Faverage: Stäubli, 2008. 186 s.
- [5] *Arm – TX series 40 family*. Faverage: Stäubli, 2007. 84 s.
- [6] *Kuka-robotics* [online]. c2009 [cit. 2009-04-28]. Dostupný z WWW: <[http://www.kuka-robotics.com/czech\\_republic/cs/](http://www.kuka-robotics.com/czech_republic/cs/)>.
- [7] SMUTNÝ, Vladimír. *ROBOTIKA přednášky* [online]. 2000 , 21.10.200 [cit. 2009-04-23]. Dostupný z WWW: <<http://cmp.felk.cvut.cz/cmp/courses/ROB/ROB09S/rob.html>>.
- [8] *JANOME Co. Ltd.* [online]. 2006 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.jcee.cz/janomse.php>>.
- [9] *Hirata Robotics GmbH* [online]. 1999-2007 [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <[http://www.hirata.cz/cz/d\\_deutschland.htm](http://www.hirata.cz/cz/d_deutschland.htm)>.
- [10] *Exactec* [online]. 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.exactec.com/>>.
- [11] *ABB* [online]. c2009 [cit. 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.abb.cz/>>.
- [12] *IFR International Federation of Robotics* [online]. c2005-2007 [cit. 2009-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.ifr.org/index.php>>.
- [13] JANOVSKEÝ, Dušan. *Jak psát web* [online]. 2009 , 17.4.2009 [cit. 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.jakpsatweb.cz/>>.
- [14] *Snail Instruments* [online]. 2008 , 20.6.2008 [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW:

<<http://www.snainstruments.com/cze/?PHPSESSID=6a07817c4d40d6794058c539d005cc3b>>.

- [15] *Hudson Control Group, Inc.* [online]. c2009 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.hudsoncontrol.com/>>.
- [16] LANDRÖ, Geir. *dTree* [online]. c2002-2003 [cit. 2009-04-23]. Dostupný z WWW: <<http://destroydrop.com/javascripts/tree/>>.
- [17] CHURÝ, Lukáš. *Historie robotiky.* [online]. c2004-2009 , 23. 02. 2006 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://programujte.com/index.php?akce=clanek&cl=2006022101-robotika-i->>. ISSN 1801-1586.
- [18] *Types of Robots* [online]. Anna Celeste Watson, c2007 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <[www.looptechnology.com/robotic-robot-types.asp](http://www.looptechnology.com/robotic-robot-types.asp)>.
- [19] Ústavu pro jazyk český AV ČR a Fakulta informatiky Masarykovy univerzity. *Internetová jazyková příručka* [online]. c2008 [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://prirucka.ujc.cas.cz/>>.
- [20] *Eclipse* [online]. c2009 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.eclipse.org/>>.
- [21] *Mozilla* [online]. c2005-2009 [cit. 2009-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.mozilla.com/en-US/>>.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

3D	3 Dimensional
AIO	Analog Input Output
DIO	Digital Input Output
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HTML	HyperText Markup Language
IFR	International Federation of Robotics
LED	Light-Emitting Diode
Ltd.	Limited by shares
MCP	Manual Control Pendant
PC	Personal Computer
PLC	Programmable Logic Controller
SCARA	Selective Compliant Assembly Robot Arm / Selective Compliant Articulated Robot Arm
SIO	Serial Input Output
USB	Universal Serial Bus
VAL	Variable Assembly Language

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Parní stroj</i> .....	12
<i>Obr. 2. Roboti hrající fotbal</i> .....	12
<i>Obr. 3. Operace robotem „Da Vinci“</i> .....	13
<i>Obr. 4. Robot EQ2-KT</i> .....	13
<i>Obr. 5. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru kartézského průmyslového robota</i> .....	14
<i>Obr. 6. XRS Cartesian Robot Module</i> .....	14
<i>Obr. 7. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru cylindrického robota</i> .....	15
<i>Obr. 8. Cylindrický robot Plate Crane EX</i> .....	15
<i>Obr. 9. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru sférického robota</i> .....	16
<i>Obr. 10. Robot FANUC L- 1000</i> .....	16
<i>Obr. 11. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru robotů SCARA</i> .....	17
<i>Obr. 12. Robot Stäubli RS40 SCARA</i> .....	17
<i>Obr. 13. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru kloubových robotů</i> .....	18
<i>Obr. 14. Robot KatHD6M 400S</i> .....	18
<i>Obr. 15. Náčrt rozsahu pohybů a pracovního prostoru paralelních robotů</i> .....	19
<i>Obr. 16. Robot FANUC F-200iB</i> .....	19
<i>Obr. 17. Robotické rameno</i> .....	20
<i>Obr. 18. Grafické znázornění rozsahu pohybů robotického ramene</i> .....	22
<i>Obr. 19. Manuální ovládací panel (MCP)</i> .....	24
<i>Obr. 20. Volba ovládaní robotického ramene</i> .....	25
<i>Obr. 21. Tlačítka pro volbu módu pohybu</i> .....	27
<i>Obr. 22. Rychlý způsob ovládaní pohybu ramene pro mód Joint(Kloub)</i> .....	27
<i>Obr. 23. Souřadný systém pro Frame (Rám) a Tool(Nástroj)</i> .....	28
<i>Obr. 24. Rychlý způsob ovládaní pohybu ramene módem Frame(Rám) a Tool(Nástroj)</i> .....	29
<i>Obr. 25. Rotace kolem osy X</i> .....	29
<i>Obr. 26. Funkční klávesy</i> .....	30
<i>Obr. 27. Aktivační tlačítko a zadní strana MCP</i> .....	33
<i>Obr. 28. Umístění LED diod</i> .....	34
<i>Obr. 29. Manuální panel pro volbu ovládacího režimu</i> .....	34

---

<i>Obr. 30. Kontrolér CS8C .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 31. Stäubli Robotics Studio 6.4.2 .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 32. Cell Manager .....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 33. VAL3 Studio .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 34. CS8 Emulator.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 35. 3D Studio .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 36. Transfer Manager .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 37. CS8 Remote Maintenance .....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 38. PLC Studio - Hlavní okno .....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 39. PLC Studio - Programový list.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 40. PLC Studio - Okno pro programování.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 41. Vytvořená aplikace.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 42. Programy start a stop.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 43. Nastavení a proměnné .....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 44. Elektronický manuál - index.html .....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 45. Vývojové prostředí Eclipse s modulem pro tvorbu html stránek .....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 46. Příklad vytvoření náhodného stromu skriptem dTree .....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 47. Mozilla Firefox - internetový prohlížeč.....</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 48. Trajektorie pohybu robotického ramene pro Příklad 1. ....</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 49. Trajektorie pohybu robotického ramene pro Příklad 2. ....</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 50. Umístění přesouvaných součástí - Příklad 3 .....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 51. Body pro přesunutí válečků – Příklad 4.....</i>	<i>60</i>

## SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Tabulka rozsahu pohybů robotického ramene .....</i>	<i>21</i>
--	-----------

## SEZNAM PŘÍLOH

PI Výstup studia VAL3 – Příklad 1

PII Výstup studia VAL3 – Příklad 2

PIII Výstup studia VAL3 – Příklad 3

PIV Výstup studia VAL3 – Příklad 4

PV CD-ROM

## PŘÍLOHA P I: VÝSTUP STUDIA VAL3 – PŘÍKLAD 1

Project properties	
Parameters	version:s6.5.1, unit:millimeter, stackSize:5000
Program Files	start.pgx stop.pgx
Data Files	priklad1.dtx
Libraries	io:io

Tool		
Public	Name	Father
	flange	

Frame		
Public	Name	Father
	world	

Point (Rx)		
Public	Name	Father
	bezpeci	world[0]
	pA	world[0]
	pB	world[0]
	pC	world[0]
	pD	world[0]
	pE	world[0]
	pF	world[0]
	pG	world[0]
	pH	world[0]
	pI	world[0]
	pJ	world[0]

MDesc				
Public	Name		Public	Name
■	mNomSpeed			

*start ()*

```
begin
  move1 (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // pockame na dokonceni pohybu
  move1 (pA, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pB, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pC, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pD, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pE, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pF, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pG, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pH, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pI, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pJ, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (pA, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
end
```

<i>stop ()</i>
begin end



## PŘÍLOHA P II: VÝSTUP STUDIA VAL3 – PŘÍKLAD 2

Project properties	
Parameters	version:s6.5.1, unit:millimeter, stackSize:5000
Program Files	start.pgx stop.pgx
Data Files	priklad2.dtx
Librairies	io:io

Tool		
Public	Name	Father
	flange	

Frame		
Public	Name	Father
	my_frame	world[0]
	world	

Point (Rx)		
Public	Name	Father
	bezpeci	world[0]
	poc	world[0]
	poc_frame	my_frame[0]

MDesc				
Public	Name		Public	Name
■	mNomSpeed			

*start ()*

```
begin
  movel (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod A
  movel (appro (poc_frame, {140, 179, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod B
  movel (appro (poc_frame, {74, 107, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod C
  movel (appro (poc_frame, {122, 41, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod D
  movel (appro (poc_frame, {134, 83, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod E
  movel (appro (poc_frame, {170, 18, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod F
  movel (appro (poc_frame, {258, 53, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod G
  movel (appro (poc_frame, {257, 157, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod H
  movel (appro (poc_frame, {216, 94, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod I
  movel (appro (poc_frame, {178, 117, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod J
  movel (appro (poc_frame, {185, 179, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // bod A
  movel (appro (poc_frame, {140, 179, 0, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  //zpet do bezpeci
  movel (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
end
```

<i>stop ()</i>
begin end

### PŘÍLOHA P III: VÝSTUP STUDIA VAL3 – PŘÍKLAD 3

Project properties	
Parameters	version:s6.4, unit:millimeter, stackSize:5000
Program Files	start.pgx stop.pgx vymena.pgx
Data Files	Priklad3.dtx
Librairies	io:io

Tool		
Public	Name	Father
	flange	

Frame		
Public	Name	Father
	world	

Point (Rx)		
Public	Name	Father
	bezpeci	world[0]
	pA	world[0]
	pB	world[0]
	pC	world[0]

MDesc				
Public	Name		Public	Name
■	mNomSpeed			

*start ()*

```
begin
  delay(5)
  movej (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  // vymena A->B
  call vymena (pA, pB)
  // vymena C->A
  call vymena (pC, pA)
  // vymena B->C
  call vymena (pB, pC)
  movej (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
end
```

<i>stop ()</i>
begin end

*vymena (point **bod1**, point **bod2**)*

```
begin
  movej (appro (bod1, {0, 0, -20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  open (flange)
  movej (appro (bod1, {0, 0, 20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  close (flange)
  movej (appro (bod1, {0, 0, -20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  movej (appro (bod2, {0, 0, -20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  movej (appro (bod2, {0, 0, 20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  open (flange)
  movej (appro (bod2, {0, 0, -20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  close (flange)
end
```

## PŘÍLOHA P IV: VÝSTUP STUDIA VAL3 – PŘÍKLAD 4

Project properties	
<b>Parameters</b>	version:s6.5.1, unit:millimeter, stackSize:5000
<b>Program Files</b>	chyt.pgx start.pgx stop.pgx pust.pgx
<b>Data Files</b>	Příklad4.dtx
<b>Libraries</b>	io:io

Tool		
Public	Name	Father
	flange	
	hrot	flange[0]

Frame		
Public	Name	Father
	mojeSRC	world[0]
	world	

Point (Rx)		
Public	Name	Father
	bezpeci	mojeSRC[0]
	pA	mojeSRC[0]
	pB	mojeSRC[0]
	pMensi	mojeSRC[0]
	pVetsi	mojeSRC[0]

MDesc				
Public	Name		Public	Name
■	mNomSpeed			



*chyt (point bod)*

```
begin
  move1 (bod, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  open (flange)
  move1 (appro (bod, {0, 0, 20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  close (flange)
  move1 (appro (bod, {0, 0, -20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
end
```

*start ()*

```
begin
  move1 (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  call chyt (pA)
  delay (1)
  if (io:bIn2==true)
    call pust (pVetsi)
  else
    call pust (pMensi)
  endif
  move1 (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  call chyt (pB)
  delay (1)
  if (io:bIn2==true)
    call pust (pVetsi)
  else
    call pust (pMensi)
  endif
  move1 (bezpeci, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
end
```

<i>stop ()</i>
<i>begin</i> <i>end</i>

*pust (point bod)*

```
begin
  move1 (appro (bod, {0, 0, -20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  move1 (appro (bod, {0, 0, 20, 0, 0, 0}), flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
  open (flange)
  move1 (bod, flange, mNomSpeed)
  waitEndMove ()
end
```

## **PŘÍLOHA P V: CD-ROM**

Obsahuje tištěnou formu práce, elektronický manuál, který byl součástí práce, soubory \*.zip, ve kterých jsou uloženy zdrojové kódy příkladů. N nosiči jsou přílohy PI, PII, PIII, PIV.