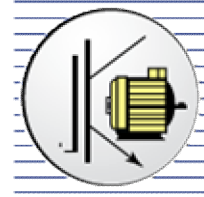




Politechnika Wrocławska

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY



INSTYTUT MASZYN, NAPĘDÓW I POMIARÓW
ELEKTRYCZNYCH

Laboratorium Napędu robotów

INS 2

Robot ramieniowy RV-2AJ

1 Charakterystyka robota RV-2AJ

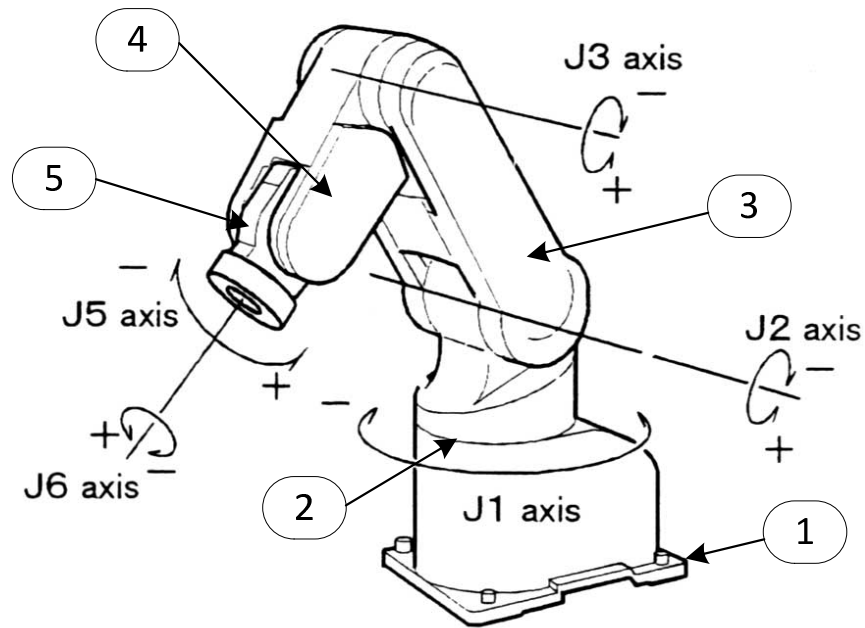
RV-2AJ jest ręko podobnym robotem o pięciu osiach swobody, wyróżniającym się najnowszą technologią zastosowaną przy konstrukcji ramienia i układu sterowania. Ten zminiaturyzowany robot umożliwia manipulację i pozycjonowanie obiektów o wadze do 2 kg.



Jego smukła sylwetka pozwala na prostą instalację nawet w bardzo małej przestrzeni i wkomponowanie go w linię produkcyjną. Wysokiej precyzji serwo-silniki AC zapewniają pewną i bezawaryjną pracę. Technologia absolutnych przetworników położenia pozwala w każdej chwili na wyłączenie robota i ponowne rozpoczęcie pracy z dokładnie tej samej pozycji, bez straty czasu na szukanie zerowego punktu odniesienia i unikając tym samym ryzyka kolizji. Centralnym elementem tego kontrolera jest 64 - bitowe CPU, które w trybie wielozadaniowym może wykonywać do 32 zadań jednocześnie. Oznacza to, że gdy RV-2AJ wykonuje sekwencyjne ruchy, to może on jednocześnie, przez interfejs, odbierać dane o pozycji, włączać wejścia i wyjścia, dokonywać obliczeń a ponadto wykonywać jeszcze 28 innych zadań jednocześnie! Kontroler robota może być wyposażony w dodatkowe karty, pozwalające na zwiększenie jego stopni swobody, co daje RV-2AJ możliwość nieograniczonych zastosowań. Dla przykładu, przestrzeń robocza może być powiększona przez dodanie osi linearnej. Pozwoli to efektywnie i tanio zrealizować rozwiązanie w kilku maszynach, liniach produkcyjnych, przy wymianie narzędzi lub zrobotyzowanych laboratoriach.

Robot wyposażony jest w standardowy interfejs RS-232 oraz 16 cyfrowych I/O (wejść i wyjść) niezbędnych do komunikacji z otaczającym go sprzętem. Dodatkowy sieciowy moduł (z protokołem TCP/IP) pozwala na zintegrowanie RV-2AJ z siecią Ethernet. Wysokie osiągi tej sieci pozwalają na szybką wymianę danych i bardzo szybkie czytanie oraz wpisywanie współrzędnych pozycji. Inne cechy wyróżniające nowy robot i kontroler nowej generacji Mitsubishi, to łącza z siecią CC-link oraz (w niedalekiej przyszłości) możliwość integracji kontrolera w sieć Profibus.

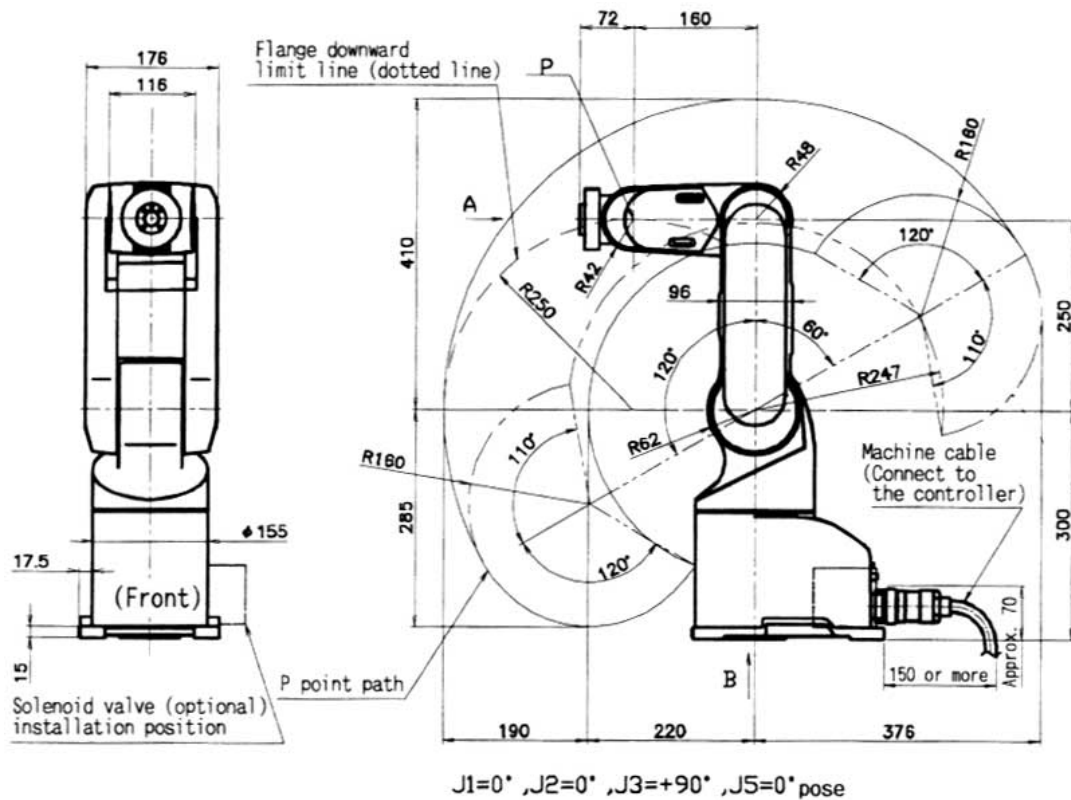
1.1 KONSTRUKCJA ROBOTA RAMIENIOWEGO



1 – podstawa; 2 – korpus obrotowy; 3 – ramię; 4 – przedramię; 5 – przegub

Rys. 1.1. Manipulacyjne części robota.

1.2 PRZESTRZEŃ ROBOCZA, ZAKRES RUCHÓW PRZEGUBÓW



Rys. 1.2. Przestrzeń robocza robota

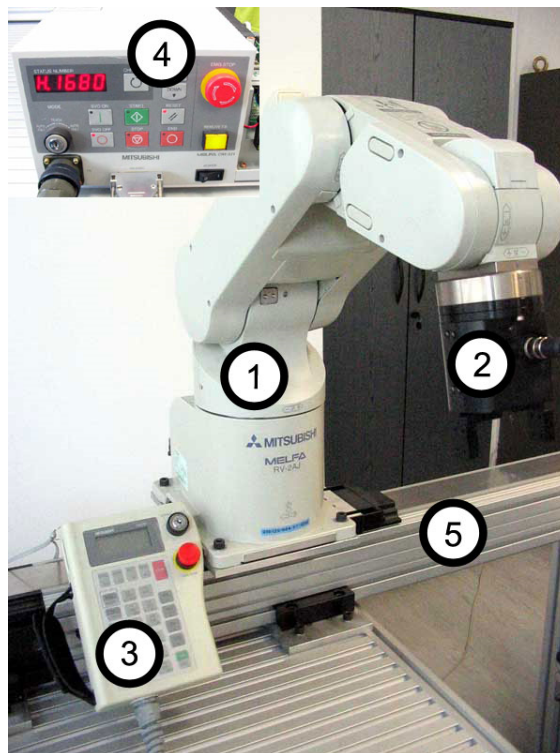
1.3 PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNICZNE RV-2AJ

Typ robota	Ręko podobny, 5 stopni swobody
Powtarzalność	$\pm 0,02\text{mm}$
Prędkość J4	2,100mm na sekundę
Udźwig ręki	2 kg
Zasięg	410mm
Cyfrowe We/Wy	16/16 (max. 240/240)
Tryby sterowania	Osiowe, liniowa i kołowa interpolacja, wielozadaniowość
Język programowania	Język komend MOVEMASTER, MELFA BASIC IV
Pobór mocy	0,7 KVA, 230V AC

2 Budowa stanowiska roboczego robota RV-2AJ.

Robot MOVEMASTER RV-2AJ składa się z (rys. 2.1):

- 1) ramienia robota,
- 2) chwytaka robota (manipulatora)
- 3) ręcznego panelu sterowania,
- 4) jednostki sterującej połączonej przewodami z robotem.
- 5) osi liniowej



Rys. 2.1. Stanowisko laboratoryjne z robotem RV-2AJ



Rys. 2.2. Przykładowe zastosowanie robota RV – 2AJ

Na rys. 2.2 zostało przedstawione przykładowe zastosowanie robota. Zdjęcia przedstawiają kolejno :

- możliwość zastosowania robota w ciasnych pomieszczeniach ,
- zastosowanie w laboratorium do mieszania trujących substancji ,
- przy podawaniu materiału do obrabiarki CNC.

2.1 WŁAŚCIWOŚCI KONTROLERA CR1-571, CZYLI STEROWANIE ROBOTEM RP-1AH.

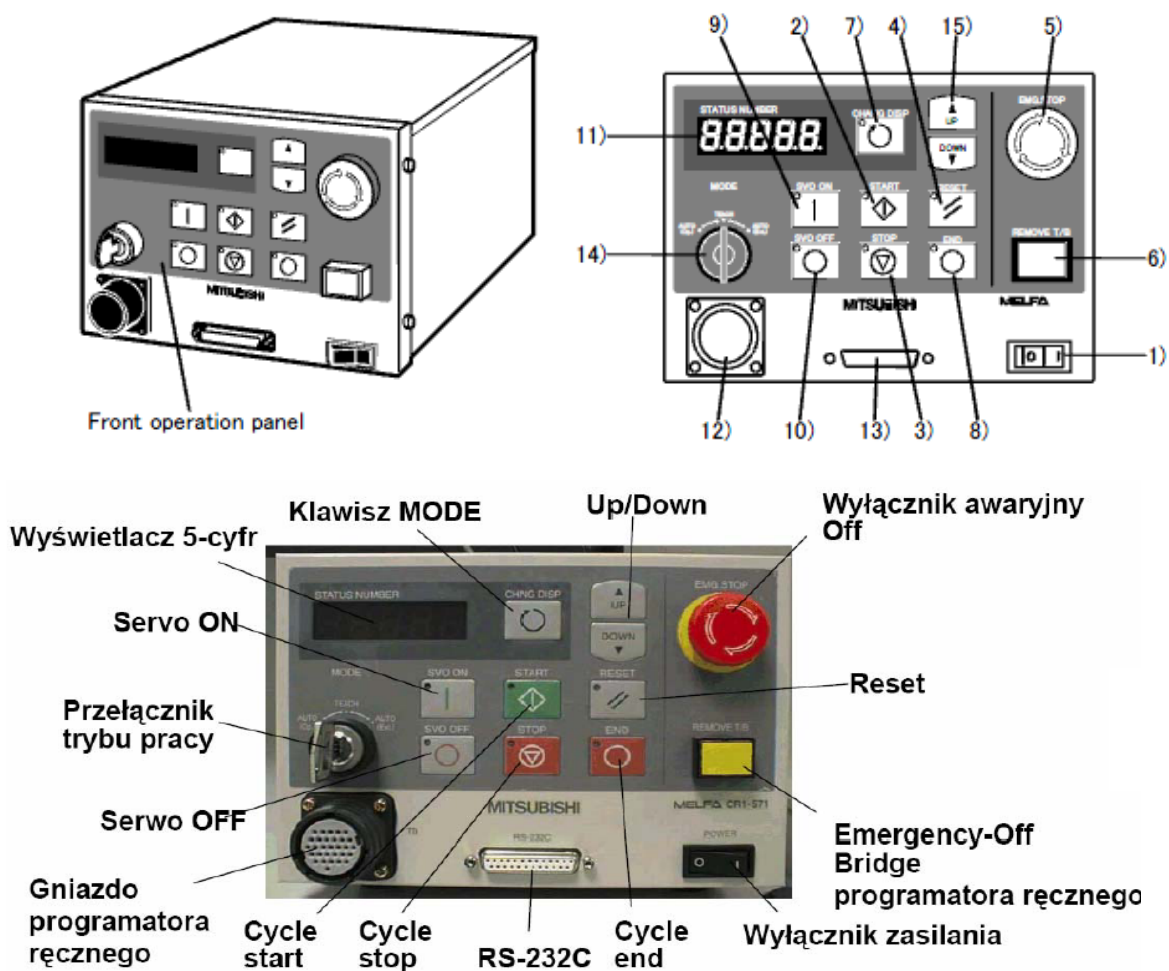
Roboty firmy Mitsubishi z rodziny RP jak i RV (roboty ramieniowe) sterowane są poprzez 64 bitowe CPU, który w trybie wielozadaniowym może wykonywać do 32 zadań jednocześnie. Kontroler stanowi najważniejszą część robota, jest niejako jego „mózgiem”. To za pośrednictwem kontrolera zadajemy parametry i możemy odczytać aktualne położenie. Sterownik zapewnia obsługę robota z ręcznego panelu sterowniczego i pozwala na pośrednią komunikację z operatorem. Tabela 2.1 prezentuje zestawienie parametrów kontrolera CR1-571. Kontroler robota może być wyposażony w dodatkowe karty rozszerzeń, dzięki którym możliwe jest zwiększenie obszaru zastosowania robota.

Z danych technicznych wynika, iż robot jest wyposażony w wysokiej klasy kontroler. Zastosowany w nim procesor sygnałowy pozwala na dokładne pozycjonowanie, a system RISC umożliwił skrócenie wykonywania każdej z funkcji do jednego cyklu. Oczywiście nie jest to struktura zamknięta, można ją rozbudowywać, dodając odpowiednie karty rozszerzające o obsługę Ethernetu czy dodatkowych wejść – wyjść cyfrowych.

- Standardowe funkcje sterowników robotów:
- łatwe do nauczenia polecenia sterujące,
- interpolacja 3D cyrkularna, osiowa i linearna,
- technologia podprogramu,

- zintegrowane funkcje paletyzacji,
- obróbka przerw,
- tracking (śledzenie taśmy),
- łatwe włączanie dowolnych systemów kamer,
- funkcja compliance control,
- zintegrowane funkcje matematyczne,
- system operacyjny Multitasking.

Na rys. 2.3 pokazano jednostkę sterującą CR1-571 wraz z opisem jej panelu.



Rys. 2.3. Kontroler CR1-571

- 1) **POWER**, włącza zasilanie jednostki sterującej.
- 2) **START**, uruchamia program i umożliwia ponowny powrót do pracy robota, jeśli wcześniej zatrzymaliśmy go przyciskiem stop.
- 3) **STOP**, powoduje zatrzymanie robota, serwomechanizm nie wyłącza się.
- 4) **RESET**, naciśnięcie powoduje resetowanie wykonywanego programu oraz służy do kasowania komunikatu o wykrytym błędzie.

- 5) **EMG STOP** zatrzymuje robot w awaryjnych stanach. Powoduje wyłączenie serwomechanizmu.
- 6) **REMOVE T/B** Jest używany do łączenia i rozłączania T/B.
- 7) **CHANG DISP**, umożliwia przechodzenie między opcjami wyświetlanymi przez wyświetlacz
- 8) **END**, powoduje zatrzymanie programu w ostatniej linii albo po stwierdzeniu końca.
- 9) **SVO ON**, przycisk włączania serwomechanizmu.
np. Nazwa Programu - Prędkość wykonywania programu.
- 10) **SVO OFF**, powoduje wyłączenie serwomechanizmu.
- 11) **STATUS NUMBER**, Status błędu.
- 12) Złącze szeregowe RS-232C, umożliwia połączenie jednostki sterującej z PC.
- 13) Złącze ręcznego panelu programowania.
- 14) Przełącznik trybu pracy
 - AUTO (OP.)** – tylko operacje z kontrolera są ważne, operacje w tym trybie z zewnętrznymi urządzeniami nie są możliwe.
 - TEACH** – operacje od panelu sterowania są ważne.
 - AUTO (Ext.)** - tylko operacje z zewnętrznego urządzenia są ważne.
- 15) **UP/DAWN**, umożliwia zmianę wyświetlanego przez wyświetlacz programu bądź prędkości wykonywanego programu.

Sterownik ten należy do nowej generacji NARC. Dzięki temu, jeden sterownik umożliwia sterowanie różnymi modelami robotów Mitsubishi.

Sterownik CR-1 może być włączony do sieci 230V / 50Hz bez żadnych ograniczeń. Połączony jest z manipulatorem za pomocą dwóch przewodów: przewodu sterującego oraz zasilającego.

Kontroler wraz z robotem, dodatkowymi urządzeniami, komputerem PC, okablowaniem i oprogramowaniem stanowi całościowy system (rys. 2.4), który pozwala na wykonywanie odpowiednich zadań, narzuconych przez technologa i programistę. Cała ta struktura charakteryzuje się uniwersalnością, umożliwiającą dostosowanie się do szerokiej gamy procesów przemysłowych oraz do współpracy z wieloma dodatkowymi urządzeniami.

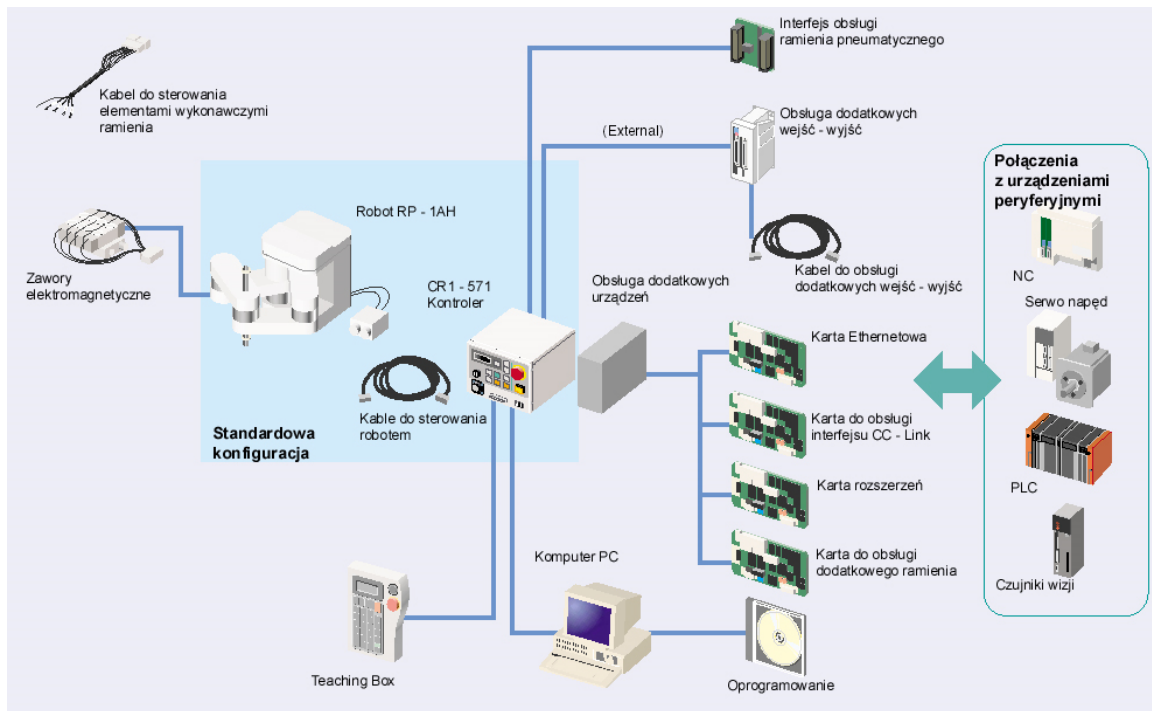
Interfejs RS-232 oraz standardowe 16 wejść i 16 wyjść cyfrowych pozwalają na swobodną komunikację robota z innymi urządzeniami, sensorami itp.

Istnieje możliwość zintegrowania kontrolera z siecią Ethernet poprzez zastosowanie dodatkowego modułu obsługującego protokół TCP/IP.

Inne zalety robota to możliwość integracji z siecią CC-link oraz Profibus.

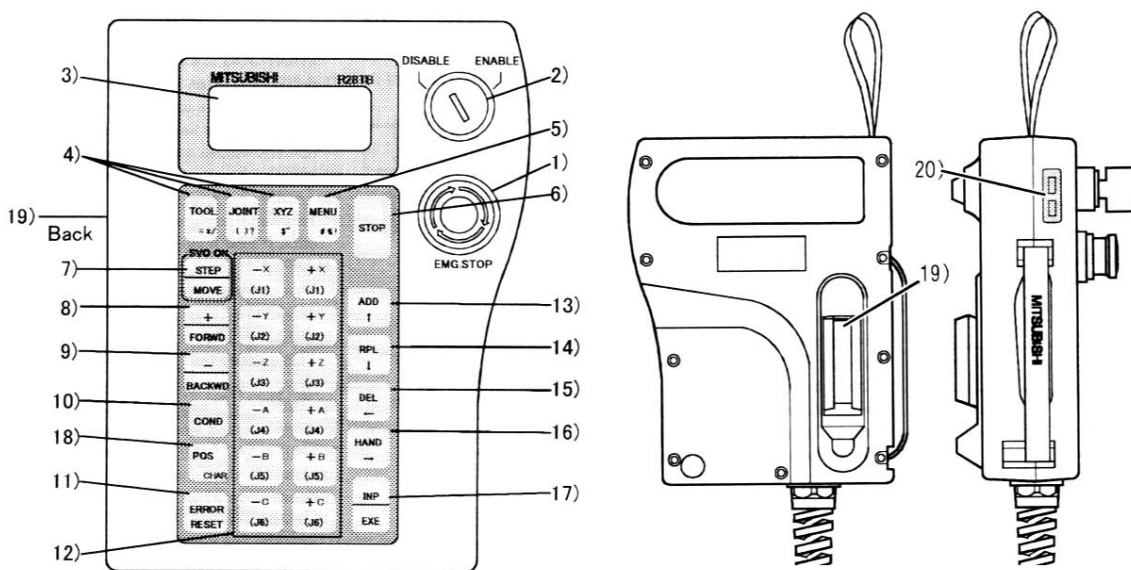
Tabela 2.1. Dane techniczne kontrolera CR1-571.

Parametry	Wartości – opis parametru	
Sterowanie trajektorią	PTP, CP	
Liczba sterowanych osi	4	
Procesor	RISC/DSP	
Ważniejsze funkcje	Interpolacja pośrednia i bezpośrednia, interpolacja trójwymiarowa, paletyzacja, skoki warunkowe, podprogramy, multi-tasking, optymalna kontrola prędkości, optymalna kontrola zakresów, optymalne połączenia sieciowe, itd.	
Język programowania	MELFA – BASCI IV	
Metody uczenia się pozycji	Ucząca, MDI	
Zakres pamięci	Pozycje uczące	2500
	Liczba kroków	5000
	Liczba programów	88
Wyjścia zewnętrzne	Główne I/O	16/16 (opcjonalnie 240/240)
	Specjalne wyjście	Ulokowane w głównych (jest wyprowadzony punkt „STOP”)
	W korpusie robota I/O	8/8
	Wypadkowe wyjście stopu	1
Interfejsy	RS – 232C	1 (komunikacja z PC)
	RS – 422	1 (tylko dla teaching box)
	Specjalny slot do ramienia	1 (służy do sterowania ramieniem pneumatycznym, lub elektrycznym)
	Robot I/O	1 (służy do komunikacji z robotem)
Dopuszczalny zakres temperaturowy	0 – 40 [°C]	
Zasilanie elektryczne	Napięcia zasilające	207 – 253 V /50 Hz
	Moc pobierana z sieci	0.7 kW
Wymiary	212 x 290 x 151 [mm]	
Waga	8 [kg]	



Rys. 2.4. Kompleksowa konfiguracja robota, wraz z obsługą dodatkowych urządzeń.

Do sterowania robotami prócz komputerów klasy PC z odpowiednim oprogramowaniem używa się paneli uczących. Bardzo często ma miejsce sytuacja gdy robot nie ma dostępu do komputera, a istnieje konieczność załadowania nowego oprogramowania do sterownika bądź np. korekta aktualnego, wówczas funkcję komputera może przejąć z powodzeniem panel sterujący. Na rys. 2.5 przedstawiono panel sterujący wykorzystywany w laboratorium, oraz opisy jego podstawowych funkcji.



Rys. 2.5. Panel sterujący

- 1) **EMG.STOP**, przyciśnięcie powoduje nagłe wyłączenie serwomechanizmu. Włączenie ponowne serwomechanizmu jest możliwe po przekręceniu przycisku zgodnie ze wskazówkami zegara.
- 2) **DISABLE/ENABLE**, włącza i wyłącza możliwość sterowania robotem za pomocą panelu sterowania. Przełącznik ten jest bardzo ważny należy zwrócić na niego uwagę gdyż nieumiejętne korzystanie powoduje blokadę całego robota.
- 3) Wyświetlacz ułatwiający sterowanie oraz kontrolowanie robota.
- 4) Umożliwiają sterowanie robotem w układach współrzędnych związanych z narzędziem, współrzędnych osiowych oraz współrzędnych globalnych. Można też dzięki tym przyciskom odczytać dokładne bieżące położenie części roboczej robota.
- 5) **MENU**, przycisk ten pokazuje ekran menu.
- 6) **STOP** ten przycisk działa podobnie jak przycisk stop na jednostce sterującej, powoduje zatrzymanie wykonywania programu i pracy robota, pomimo że przełącznik na panelu sterowania jest w pozycji **DISABLE**.
- 7) **STEP/MOVE**, sterowanie ręczne robotem jest możliwe dzięki trzymaniu tego przycisku oraz przycisku znajdującego się w odwrotnej stronie panelu sterującego i wybraniu odpowiedniego przycisku operacyjnego.
- 8) **+FORWD**, przycisk ten jak również **9) -/BACKWD** umożliwiają przemieszczanie się między liniami programu jak również między poszczególnymi punktami pośrednimi w programie.
- 10) **COND** służy do edytowania programu, do wprowadzania punktów pośrednich przy pisaniu programu.
- 11) **ERROR RESET**, służy do resetowania programu oraz do kasowania komunikatu o wykrytym błędzie.
- 12) Przyciski operacyjne, służą do sterowania ręcznego w różnych układach współrzędnych jak również do pisania programów, ponieważ po tym przyciskami kryją się zarówno liczby jak i litery. Wprowadzenie litery jest możliwe z wcześniejszym przytrzymaniem przycisku 18.
- 13) **ADD**, przycisk, dzięki któremu możemy wprowadzać punkty pośrednie, jeśli przytrzymamy go razem z przyciskiem 18.
- 14) **RPL**, przycisk umożliwia korektę danych
- 15) **DEL**, umożliwia kasowanie wprowadzonych liter bądź też znaków oraz kasowanie całych linijek programu.

- 16) **HAND**, umożliwia zamykanie i otwieranie chwytaka robota, jeśli naciśniemy jednocześnie [-C(J6)] lub [+C(J6)] z przyciskiem wyżej wymienionym.
- 17) **INP/EXE**, powoduje wprowadzenie pisanych linii programu do pamięci jednostki sterującej.
- 18) **POS CHAR**, zmiana klawiatury pomiędzy liczbami a znakami alfanumerycznymi
- 19) **Deadman Switch**, przycisk bezpieczeństwa, całkowite puszczenie lub ściśnięcie z dużą siłą powoduje zatrzymanie serwomechanizmów. Trzymanie przycisku w pozycji środkowej umożliwia sterowanie robotem.
- 20) Regulacja kontrastu

Literatura:

Opracowanie zostało przygotowane w oparciu o poniższą literaturę:

1. Marcin Kowal, „Zastosowanie robotów ramieniowych firmy Mitsubishi w procesie montażu prostych urządzeń elektrycznych”, Praca magisterska, Wrocław 2012
2. Kamil Florków, „Zastosowanie robotów przemysłowych firmy MITSUBISHI do automatyzacji wybranych procesów przemysłowych, Praca magisterska, Wrocław 2010
3. Waldemar Kanior, „Zastosowanie robota typu SCARA do automatyzacji wybranych procesów technologicznych”, Praca magisterska, Wrocław 2006
4. <http://www.telemanipulators.com/>
5. Mitsubishi Industrial Robot – RV-1A/RV-2AJ – Instruction Manual, 2000
6. Mitsubishi Industrial Robot – CR1 Controller – Instruction Manual, 2000