

1 Zasady bezpieczeństwa

W trakcie trwania zajęć laboratoryjnych ze względów bezpieczeństwa nie należy przebywać w strefie działania robota, która oddzielona jest od pozostałej części laboratorium barierkami. W przypadku konieczności natychmiastowego zatrzymania robota należy wcisnąć przycisk "STOP awaryjny" znajdujący się na panelu sterowania (rysunek 3) oraz na panelu operatora (rysunek 2).

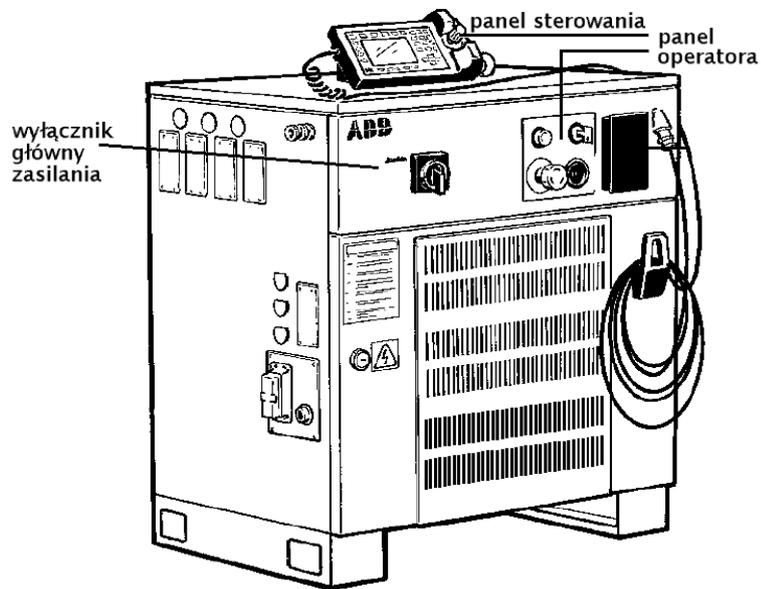
2 Wstęp

Przemysłowy robot IRB1400 składa się z dwóch zasadniczych części: sterownika oraz manipulatora. Manipulator posiada 6 stopni swobody. Poszczególne osie napędzane są silnikami prądu zmiennego, i posiadają elektromechaniczne hamulce. Manipulator ma możliwość zainstalowania chwytaka, którego maksymalna masa wraz z ładunkiem wynosi 5kg. Sterownik robota posiada wydajną jednostkę centralną, oraz dwa dodatkowe komputery obsługujące układy sterowania silników oraz sprzęgi komunikacyjne. Robot posiada złącza RS232, RS422 oraz 2 złącza CAN przeznaczone do obsługi sensorów zewnętrznych, posiada również wejścia i wyjścia analogowe i dwustanowe, oraz dodatkowe układy wykonawcze umożliwiające dołączenie dodatkowych, zewnętrznych silników. Robot może być programowany zarówno w trybie on-line jak i off-line w języku wysokiego poziomu Rapid. Program napisany przy użyciu zewnętrznego kompilatora może być wczytany przez sterownik ze standardowego dysku 3.5"/1.44MB. Język Rapid posiada bogaty zestaw instrukcji ruchu. Istnieje możliwość sterowania zarówno we współrzędnych wewnętrznych jak i zewnętrznych. Dzięki dużej sztywności konstrukcji oraz dobrej dokładności odtwarzania zadanej trajektorii robot ma szeroki zakres zastosowań. Po wyposażeniu w odpowiednie urządzenia wykonawcze może służyć do wykonywania operacji montażu, malowania, spawania itp.

3 Opis stanowiska laboratoryjnego

3.1 Szafa sterownicza

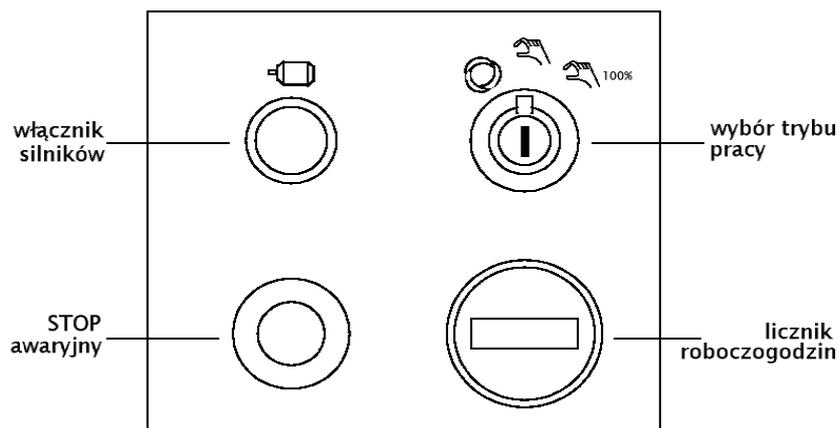
Szafa sterownicza zawiera układy elektroniczne niezbędne do sterowania manipulatorem, oraz układy peryferyjne. Widok ogólny szafy oraz położenie panelu operatora, panelu sterowania i głównego wyłącznika zasilania przedstawiono na rys. 1



Rysunek 1: Szafa sterownicza robota IRB1400

3.2 Panel operatora

Na panelu operatora umieszczony został przycisk "STOP awaryjny", włącznik zasilania silników, przełącznik wyboru trybu pracy oraz licznik roboczogodzin manipulatora. Położenie poszczególnych elementów pokazano na rys 2.



Rysunek 2: Panel operatora

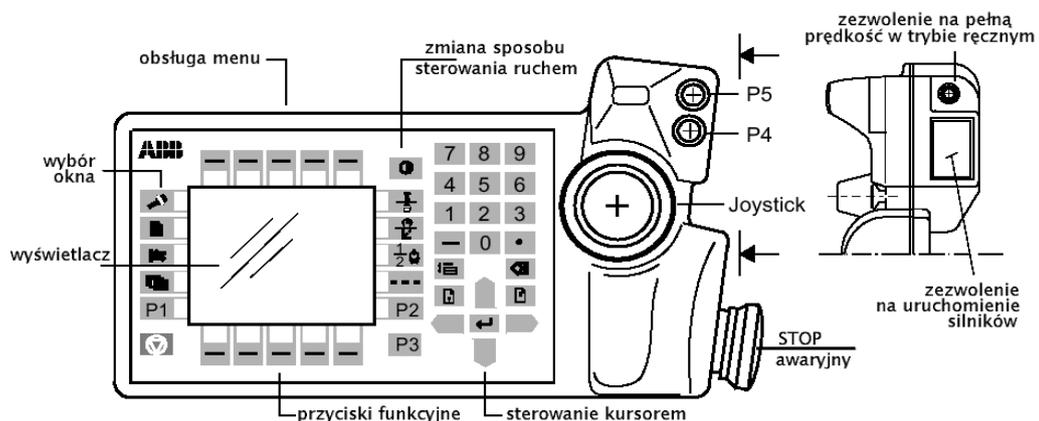
Przełącznik trybu pracy umożliwia wybranie jednego z trzech trybów pracy

robota:

-  → praca automatyczna
-  → praca w trybie sterowania ręcznego z ograniczeniem prędkości ruchu do 250mm/s
-  → praca w trybie sterowania ręcznego bez ograniczenia prędkości ruchu

3.3 Panel sterowania

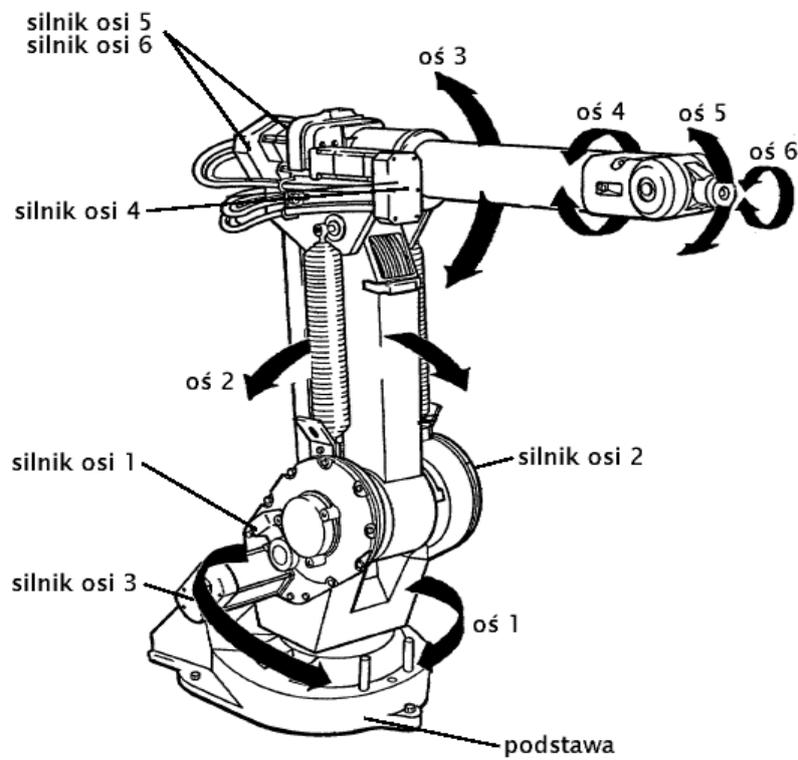
Panel sterowania zawiera elementy interfejsu użytkownika. Przy jego pomocy przeprowadzane są wszystkie operacje programowania i sterowania ręcznego robota.



Rysunek 3: Panel sterowania

3.4 Manipulator

Manipulator posiada 6 stopni swobody. Poszczególne osie napędzane są silnikami prądu zmiennego za pośrednictwem przekładni. Po osiągnięciu zadanej pozycji napędy są blokowane sterowanymi elektrycznie hamulcami. Położenia osi mierzone są koderami przyrostowymi. Dzięki podtrzymaniu baterijnemu zasilania, informacja o położeniu osi nie jest tracona po wyłączeniu sterownika. Rozwiązanie takie pozwala na uniknięcie każdorazowej synchronizacji robota po włączeniu zasilania. Przyjęta numeracja osi została przedstawiona na rysunku 4.



Rysunek 4: Oznaczenia osi robota

4 Sterowanie w trybie ręcznym (*jogging*)

4.1 Informacje wstępne

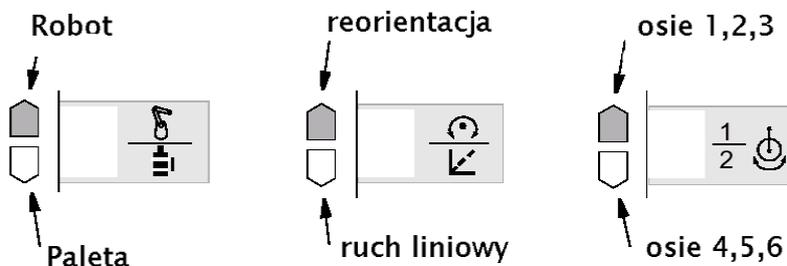
Do sterowania ruchem robota wykorzystywany jest joystick umieszczony na panelu sterowania (rysunek 3). Joystick posiada 3 stopnie swobody (ruch w osiach x, y joystick'a oraz ruch obrotowy). Prędkość ruchu jest proporcjonalna do wychylenia joystick'a. Sterowanie robotem w trybie ręcznym jest możliwe gdy zasilanie do silników jest załączone. Na panelu sterowania znajduje się przycisk zezwolenia na załączenie zasilania silników. Przycisk ten posiada 3 położenia. Gdy jest zwolniony (nie wciśnięty) znajduje się w położeniu 1, gdy jest lekko wciśnięty znajduje się w położeniu 2, gdy jest silnie wciśnięty, znajduje się w położeniu 3. Sterowanie robota joystick'iem jest możliwe, gdy przycisk zezwolenia na załączenie zasilania silników znajduje się w położeniu 2. Sterowanie w trybie ręcznym nie jest możliwe gdy jest załączony przycisk "STOP awaryjny". W takim

przypadku przy próbie wykonania jakiegokolwiek ruchu, w oknie dialogowym na panelu sterowania pojawi się komunikat *Em stop state active*. W celu przejścia do normalnego stanu pracy należy zwolnić przyciski ”STOP awaryjny” na panelu sterowania oraz na panelu operatora, a następnie wcisnąć i chwilę przytrzymać przycisk “włącznik silników” na panelu operatora (rysunek 2).

4.2 Tryby sterowania ruchem

Sterowanie ręczne może odbywać się we współrzędnych wewnętrznych robota (tj. przez sterowanie każdą z osi z osobna) lub we współrzędnych zewnętrznych. W trybie sterowania we współrzędnych zewnętrznych można sterować niezależnie każdą współrzędną położenia i orientacji efektora. Tryb sterowania ręcznego wybiera się przez odpowiednie ustawienie przełącznika wyboru trybu pracy na panelu operatora (rysunek 2). Na panelu sterowania należy wybrać okno dialogowe oznaczone symbolem .

Współrzędne wewnętrzne zostały podzielone na dwie części. W pierwszej znajdują się osie 1, 2 i 3, w drugiej osie 4, 5, i 6. Współrzędne zewnętrzne zostały podzielone również na dwie części: sterowanie położeniem efektora (ruch liniowy) oraz sterowanie orientacją. Wyboru współrzędnych oraz grupy dokonuje się przyciskami umieszczonymi po prawej stronie wyświetlacza na panelu sterowania. Znaczenie przycisków zostało przedstawione na rysunku 5. Przycisk wyboru paleta/robot pozwala na wybranie obiektu sterowania.



Rysunek 5: Oznaczenia przycisków wyboru trybu sterowania

4.3 Sterowanie ręczne we współrzędnych wewnętrznych

Po wyborze trybu sterowania we współrzędnych wewnętrznych w oknie dialogowym wyświetlana jest pozycja każdej osi w stopniach. W okienku pod oknem pozycji znajduje się przyporządkowanie osi robota do poszczególnych stopni stopni swobody joysticka. Oznaczenie ↓ oznacza ruch joystick’a w osi y, symbol → oznacza ruch w osi x,  oznacza ruch obrotowy joystick’a.

```

|Special
<<|-----| ^<--
|Jogging          |          Position: |v
|                |          |
|Unit:            IRB | 1:          76.71 Deg |^
< |Motion:        Axes | 2:          -50.37 Deg |v
|Group:           2   | 3:           1.89 Deg |
|                |          |
< |                | 4:          -27.65 Deg |v<--
|Tool:            tool0 .. | 5:           37.59 Deg |
|WObj:            wobj0 .. | 6:          -162.14 Deg |
< |                |-----|>
|Joystick lock:  None [] |          2 3 1      | |
|Incremental:    No []  |          | o ->         |
|                |          | v              |
< |-----|>

```

4.4 Sterowanie ręczne we współrzędnych zewnętrznych

W trybie sterowania we współrzędnych zewnętrznych istnieje możliwość sterowania położeniem efektora (ruch liniowy, rys. 5) lub jego orientacją (reorientacja rys. 5).

```

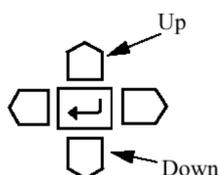
|Special
<<|-----| ^<--
|Jogging          |          Robot Pos: |v
|                |          |
|Unit:            IRB | x:          133.1 mm |^<--
< |Motion:        Reorient | y:          458.9 mm |v
|                | z:          905.8 mm |
|                | |q1:         0.16024   |^
< |Coord:         Tool [] | |q2:        -0.71134   |v
|Tool:            tool0 .. | |q3:        -0.52638   |
|WObj:            wobj0 .. | |q4:        -0.43731   |
|                |-----|>
|Joystick lock:  None [] |          x z y      | |
|Incremental:    No []  |          | o ->         |
|                |          | v              |
< |-----|>
| World   Base   Tool   WObj

```

5 Programowanie

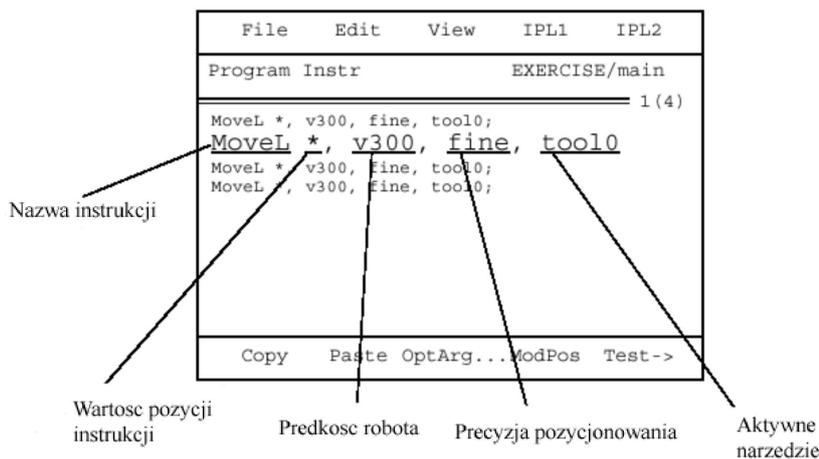
Aby przejść w tryb programowania należy włączyć przycisk:  na panelu sterowania. Programy można wczytywać z dyskietek 3.5", oraz z pamięci wewnętrznej robota.

W lewym górnym rogu ekranu, w oknie programowania, pojawi się menu File. Poruszanie się po menu, oraz wybieranie odpowiednich funkcji, odbywa się przy pomocy klawiszy: Up, Down i Enter (rys. 6). Klawisze te znajdują się po prawej stronie panelu sterowania. (rys. 3).



Rysunek 6: Przyciski pozwalające na poruszanie się po menu

Po rozwinięciu menu File i wybraniu komendy Open, ukaza się programy zapisane w pamięci wewnętrznej robota. Wybieramy program "DEMO"(klawisze Up i Down) i akceptujemy go klawiszem Enter. Pojawi ekran zawierający, między innymi, ciąg instrukcji zawartych w wybranym programie (rys. 7).



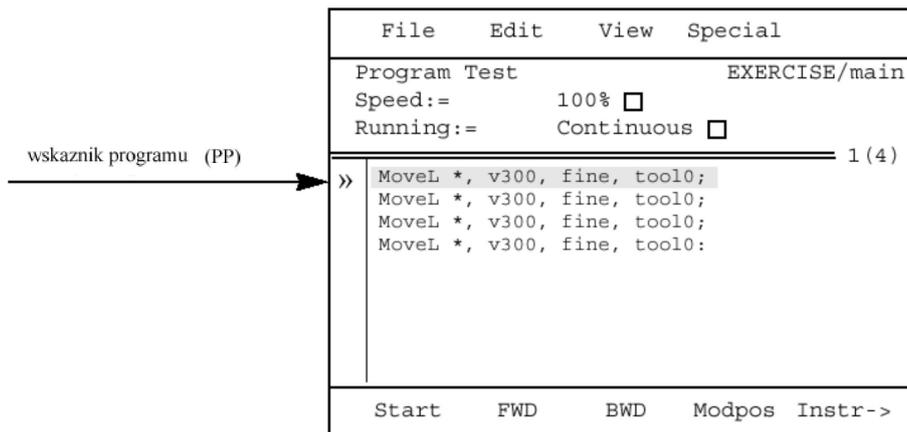
Rysunek 7: Elementy składowe instrukcji

5.1 Uruchomienie programu

Aby uruchomić program należy wybrać polecenie Test w prawym dolnym rogu ekranu. Po wybraniu tej opcji pojawi się nowe okno (rys. 8), w dolnej części tego okna dostępne będzie nowe menu, w którym dostępne są polecenia:

Start	start programu
FWD	następna instrukcja
BWD	poprzednia instrukcja
→	powrót do poprzedniego ekranu
Modpos	modyfikacja pozycji

Widoczny na rysunku 8 wskaźnik programu (Program Pointer), wskazuje na instrukcję, która jest aktualnie wykonywana. Dzięki PP, można uruchomić program z dowolnego miejsca. Po wybraniu opcji Start program zostanie uruchomiony od instrukcji na którą wskazuje wskaźnik programu (PP).



Rysunek 8: Widok okna edycyjnego podczas programowania

5.2 Modyfikacja pozycji

Wykorzystując program "DEMO", można zmodyfikować pozycje, które zapamiętane są jako argumenty instrukcji MoveL. W tym celu należy:

1. Włączyć okno programowania(rys. 8).
2. Ustawić pozycję (musi być podświetlona) do zmiany i wcisnąć FWD.
3. Ustawić robota w nowej pozycji za pomocą joystick'a.

4. Wybrać opcję Modpos.
5. Uaktywnić zmienianą pozycję i wcisnąć ponownie FWD, aby przejść do następnej pozycji, jeżeli chcemy modyfikować następne pozycje.
6. Jeżeli skończono wprowadzać zmiany, przyciskiem Start, można uruchomić program z nowymi ustawieniami.

5.3 Zmiana argumentu instrukcji

Założmy, że chcemy zmienić argument (fine) instrukcji MoveL, odpowiadający za dokładność pozycjonowania.

Aby zmienić argument instrukcji należy:

1. Podświetlić zmieniany argument.
2. Wcisnąć klawisz Enter. Pojawi się nowe okno (rys. 9), z listą dostępnych argumentów.
3. Wybrać nowy argument (podświetlenie kursorem), a następnie wcisnąć Enter i Ok.

Instruction arguments				
MoveL *, v300, ?fine, tool0				
Zone:		fine		
				1 (5)
New...	fine	z1		
z5	z10	z15		
z20	z30	z40		
z50	z60	z80		
Next	Func	More..	Cancel	OK

Rysunek 9: Widok okna edycyjnego w trakcie zmiany argumentu

5.4 Dodawanie nowych instrukcji

Nowe instrukcje mogą być dodawane poprzez kopiowanie (copy, paste) już istniejących i modyfikację pozycji, lub przez wybór nowych instrukcji (lista IPL1 i IPL2) z górnego menu.