



Politechnika Wrocławska

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY



INSTYTUT MASZYN, NAPĘDÓW I POMIARÓW
ELEKTRYCZNYCH

Laboratorium Napędu robotów

INS 4

Robot kartezjański SAMSUNG RCM-4M

1 Robot kartezyjski SAMSUNG RCM-4M

1.1 Opis robota

Przedmiotem niniejszej instrukcji jest robot przemysłowy RCM-4M wyprodukowany przez firmę SAMSUNG Electronics. Zalicza się go do grupy robotów współrzędnościowych (kartyjskich), charakteryzujących się prostopadłościenną przestrzenią roboczą, możliwą do osiągnięcia dzięki trzem liniowym zespołom ruchu w osiach X-Y-Z. Jest on osadzony na specjalnej konstrukcji wykonanej z profili montażowych firmy BOSCH Rexroth. Widok ogólny robota przedstawiony jest na rys. 1.1.

Jak każdy robot składa się on z kilku zespołów funkcjonalnych tj. :

- sterownika (jednostki sterująco-logicznej),
- terminala ręcznego T/P (Teach Pendant),
- oprogramowania sterującego.



Rys. 1.1. Widok ogólny robota RCM-4M

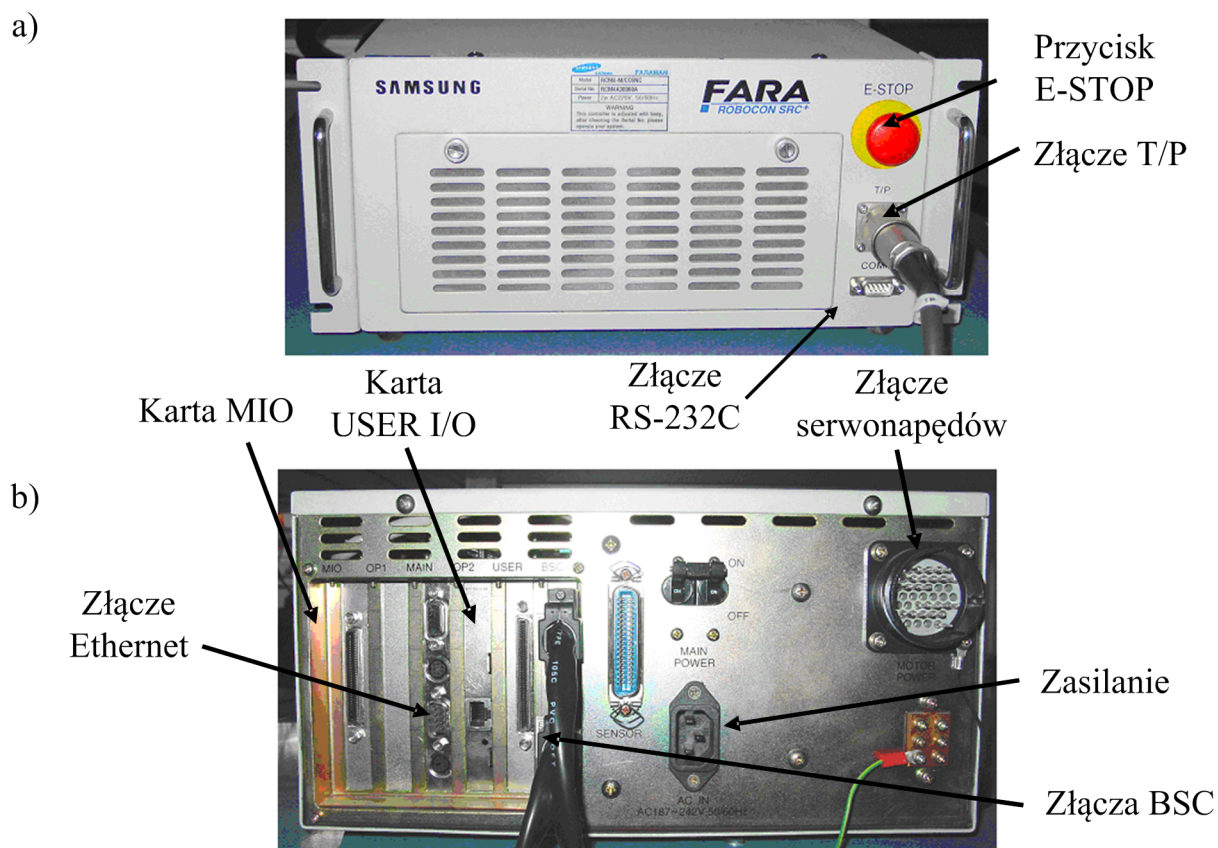
Rolę *sterownika* pełni komputer przemysłowy SRC+C firmy FARA ROBOCON SRC, oparty na architekturze typowych komputerów PC. Jego zadaniem jest sterowanie w trybie czasu rzeczywistego nawet kilkoma robotami równocześnie, ponadto wykonywanie szeregu zadań związanych z obsługą urządzeń dodatkowych oraz kontrolowanie stanu wejść i wyjść niosących informacje o warunkach zewnętrznych pracy robota.

Sterownik SRC+C składa się z następujących podzespołów (rys. 1.2):

- płyty głównej z procesorem Intel PENTIUM MMX 223,
- karty MIO (ang. *Multi Input Output*),

- karty BSC (ang. *Bus Servo Controller*),
- karty BSI (ang. *Bus Servo Inverter*),
- karty USER I/O (ang. *User Input Output*),
- karty Ethernet.

Płyta główna sterownika wyposażona jest w procesor Intel PENTIUM MMX 223, pamięć operacyjną DRAM 16MB, sterowniki dysku twardego HDD i stacji dyskiety FDD 3,5", kartę graficzną VGA, port szeregowy RS-232C, jak również złącza klawiatury i myszy.



Rys. 1.2. Widok sterownika SRC+C: a) płyta czołowa; b) widok od tyłu

Karta wejść i wyjść (MIO) ma za zadanie zarządzać pracą robota przy sterowaniu zewnętrznym, przy pomocy sygnałów doprowadzonych do złącza karty. Zawiera 1MB pamięci SRAM, służącej do przechowywania parametrów sterownika, której zawartość podtrzymywana jest za pomocą baterii. Oprócz tego zawiera pamięć typu ROM o pojemności 4MB, w której zapisany jest system operacyjny i program związany z obsługą sterownika.

Karta BCS stanowi sterownik serwonapędów. Za jej pośrednictwem odbywa się sterowanie położeniem maksymalnie czterech napędów robota. Wyposażona jest w procesor

sygnałowy TMS320C32-50, służący do generowania sygnałów sterujących pracą przemienników częstotliwości (BSI), w oparciu o informację o parametrach ruchu robota (kształt toru, prędkość, przyspieszenie) i o aktualnym położeniu serwonapędów. Informacja o aktualnym położeniu serwonapędów jest otrzymywana z enkoderów, sprzężonych mechanicznie z silnikami osi robota.

Moduł przemienników częstotliwości w postaci karty BSI wytwarza trójfazowe napięcia o zadanych częstotliwościach dla silników robota. Sterownik jest wyposażony w dwa moduły BSI zawierający trzy przemienniki częstotliwości o mocy znamionowej do 400W (osie X,Y,Z) oraz jeden o mocy do 200W do sterowania silnikiem dodatkowej osi, stworzonej na potrzeby realizacji procesu automatyzacji.

Karta wejść i wyjść użytkownika (USER I/O) posiada 32 wejścia i 32 wyjścia binarne. Wejścia służą do podłączania cyfrowych sygnałów z czujników, wyłączników lub innych urządzeń o wyjściach dwustanowych. Wyjścia natomiast mogą być wykorzystywane do załączania zewnętrznych urządzeń sterowanych cyfrowo. Karta wejść i wyjść użytkownika pozwala na realizację rozbudowanych procesów automatyzacji. Sterownik SRC+C jest w stanie obsłużyć do czterech kart we/wy użytkownika.

Karta Ethernet służy do podłączenia sterownika robota do lokalnej sieci komputerowej i wymianę danych z urządzeniami zewnętrznymi za pomocą protokołu TCP/IP. Maksymalna prędkość transmisji wynosi 10Mb/s.

Kolejnym elementem wyposażenia robota jest *panel operatorski T/P*. Jest to urządzenie łączące w sobie funkcje klawiatury i monitora, umożliwiające łatwą i efektywną komunikację pomiędzy operatorem a sterownikiem. Za jego pomocą użytkownik jest w stanie dokonać wielu niezbędnych operacji z zakresu konfiguracji i diagnostyki systemu oraz programowania robota. Operator za pomocą klawiatury może realizować wszystkie dostępne funkcje takie jak np.:

- włączanie/wyłączanie napędu,
- manipulowanie każdym zespołem ruchu,
- tworzenie, edytowanie i zapisywanie dowolnego programu przejazdu robotem,
- ustawianie parametrów.

Ekran LCD oraz zestaw diod LED służą do informowania użytkownika o błędach i o aktualnym stanie, w jakim się znajduje robot.

W skład zestawu, dającego możliwość pełnego wykorzystania możliwości robota wchodzi również specjalistyczne oprogramowanie na komputer PC. Jest to program o nazwie

SRCWin, za pomocą którego operator może wykonywać wszystkie dostępne funkcje robota, podobnie jak z poziomu T/P, jednakże daje dodatkowo dużą swobodę w obsłudze robota. Komputer jest niewątpliwie poręczniejszym medium służącym do programowania robota. Program SRCWin zostanie szczegółowiej omówiony przy opisie przebiegu procesu obróbki na specjalnie przygotowanym stanowisku laboratoryjnym.

1.2 Podstawowe parametry

Najważniejsze, charakterystyczne parametry robota RCM-4M zawiera poniższa tabela (tabela 1.1):

Tabela 1.1. *Parametry robota RCM-4M*

Powtarzalność pozycjonowania	$\pm 0,03mm$
Liczba osi	3
Długości ogniw	X: 1000mm Y: 1000mm Z: 600mm
Moc znamionowa napędów	X: 100W Y: 100W Z: 200W
Maksymalna prędkość	1400 mm/s
Maksymalny przenoszony ładunek	7kg
Rodzaj silników osi	Silniki synchroniczne PMSM
Enkodery	Przyrostowe

Mając pewien przegląd parametrów innych konstrukcji robotów można wnioskować o niektórych właściwościach specyficznych dla tego robota. Wyróżniającą się cechą na tle innych podobnych urządzeń są gabaryty. Model RCM-4M posiada stosunkowo duży obszar ruchu ograniczony prostopadłością o wymiarach 1000x1000x600 mm. Wielkość obszaru roboczego wpływa negatywnie na dokładność pozycjonowania, która w tym przypadku wynosi $\pm 3mm$ i można uznać tę wartość za przyzwoitą, choć rzeczywista dokładność zależy dodatkowo od stabilności konstrukcji całego układu. Równie istotnym parametrem decydującym o zastosowaniu robota do konkretnych zadań jest udźwig, mówiący jaki maksymalny ciężar robot zdoła przemieścić. Wynika on z mocy znamionowych poszczególnych napędów osi. Roboty przemysłowe pracujące pod dużymi obciążeniami wyposażone są w specjalne zespoły pneumatyczne czy elektrohydrauliczne wspomagające wykonywanie czynności wymagających siły.

Każda konstrukcja robota posiada specyficzne parametry, które nie sposób wymienić i szczegółowo omawiać. O rodzaju zastosowania robota decydują przede wszystkim:

- rodzaj struktury kinematycznej,
- wymiary (gabaryty),
- moc napędu poszczególnych par kinematycznych,
- dokładność pozycjonowania.

W wielu przypadkach pewne cechy są zupełnie nie istotne w wyborze odpowiedniego robota, ale czasem z pozoru mało istotny parametr np. zalecanej temperatury pracy może stać się kluczowy.




2 Opis stanowiska


Stanowisko laboratoryjne w postaci zautomatyzowanego systemu obróbkowego składa się z następujących elementów :


- robota kartezyjskiego SAMSUNG RCM-4M,
- elementu wykonawczego – wiertarko-frezarki,
- oprogramowania sterującego i wspomagającego obróbkę.




2.1 Opis obsługi stanowiska

Dopiero mając gotowy, zapisany na dysku program przebiegu grawerowania (frezowania), możemy uruchomić program *SRCWin*. Służy on bezpośrednio do sterowania i komunikacji z robotem, a więc umożliwia przesłanie przygotowanego programu do sterownika i uruchomienie plotera.

Pierwszą czynnością jest nawiązanie połączenia ze sterownikiem za pomocą portu szeregowego RS-232C. Służy do tego przycisk  **Connect** znajdujący się na pasku zadań. Po połączeniu możliwe jest przeprowadzenie dalszych czynności. Na początku należy przygotować ploter do działania, tzn. załączyć serwonapędy klikając na  **Servo On**, i wyzerować enkodery wciskając  **Zero Return**.

Następnie można przystąpić do wczytywania programu obróbki do sterownika. W okienku programu należy odszukać znajdujący się na dysku pożądaną plik wciskając .

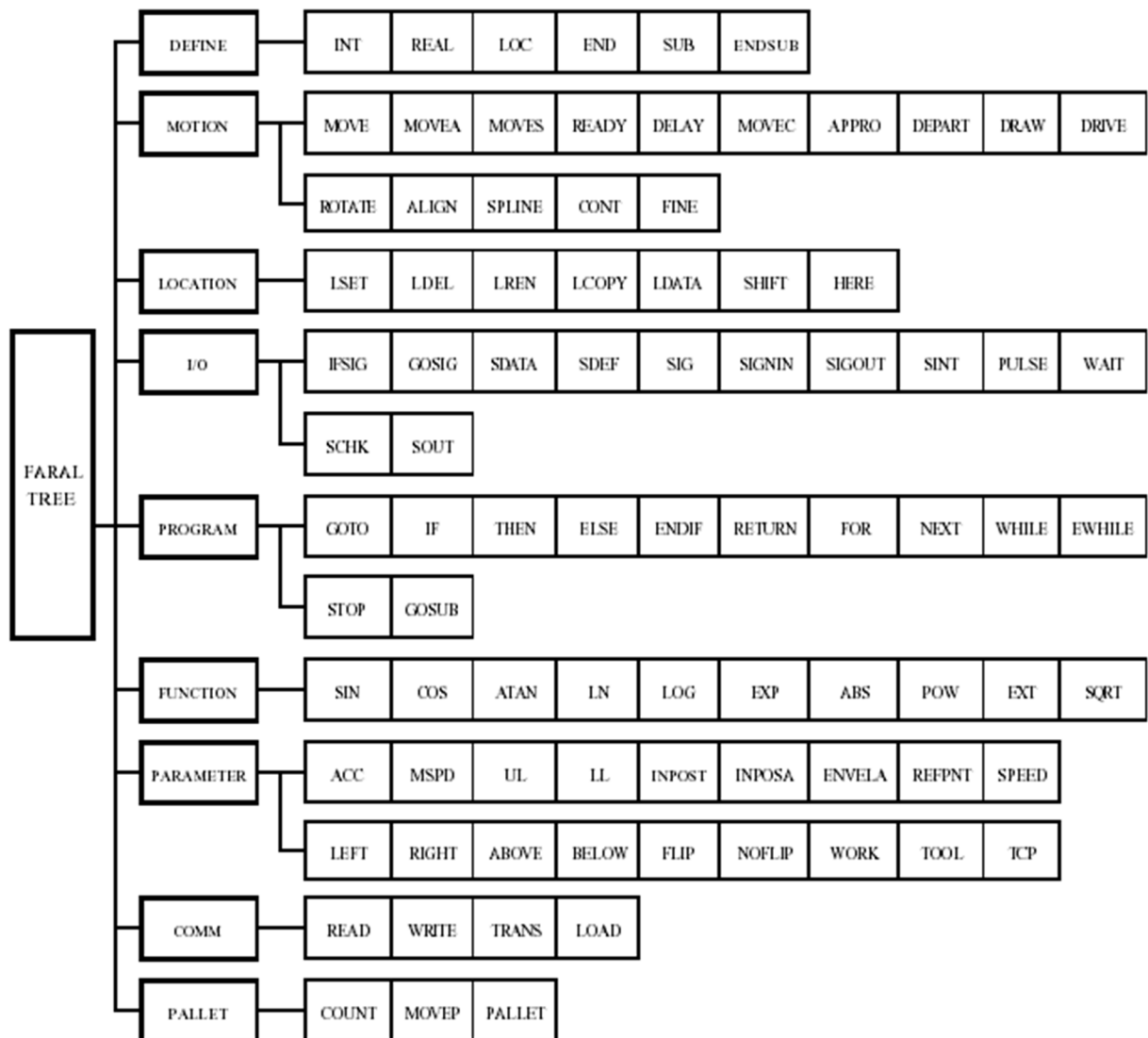
Po wykonaniu tej operacji w oknie pojawi się zawartość pliku, którą wysyłamy do sterownika przyciskiem .

Uruchomienie wczytanego do sterownika programu jest możliwe po wciśnięciu przycisku  Program znajdującego się na pasku zadań. Pojawi się specjalne okienko w którym wyświetlana jest zawartość pamięci w formie różnych programów. Należy wskazać przed chwilą wczytany program i za pomocą przycisków  Run uruchomić bądź  Stop przerwać wykonywany program plotera. Konieczne jest ustawienie prędkości wykonywania ruchów plotera na maksimum, ponieważ programy do grawerowania zawierają w swojej treści parametry regulujące prędkość.

W trakcie wykonywania programu należy zwracać uwagę na to co dzieje się podczas obróbki. W razie występowania jakichkolwiek nieprawidłowości należy natychmiast wyłączyć ploter przyciskiem **E-STOP**.

Z powodów bezpieczeństwa zarówno przed jak i po zakończeniu grawerowania należy najpierw wyłączyć serwonapędy, dopiero wtedy odmocować i pobrać gotowy element z przestrzeni roboczej plotera.

3 Język programowania



Rys. 3.1. Struktura menu języka FARAL

4 Przykłady najczęściej stosowanych poleceń

4.1 Przykład 1

LOC #POS1, #POS2	%deklaracja zmiennych
LSET #POS1=16,12,6.5	%deklaracja pozycji x,y,z
LSET #POS2=24,16,10	%deklaracja pozycji x,y,z
MOVE #POS1	%ruch do punktu o nazwie POS1
MOVE #POS2	%ruch do punktu o nazwie POS2
END	%znacznik końca

4.2 Przykład 2

```
INT A
LOC #pos1, #pos2, #pos3, #pos4, #pos5
LSET #pos1=100,100,0
LSET #pos2=100,100,500
LSET #pos3=400,350,500
LSET #pos4=400,350,500
LSET #pos5=0,0,0
LSET #pos6=100,100,512
LSET #pos7=400,350,512
speed/p 40
MOVE #pos1
DELAY 2
A=-1
MOVE #pos2
DELAY 2
SIG 1,-10
DELAY 1
speed/p 5
MOVE #pos6
delay 2
speed/p 40
MOVE #pos2
delay 1
sig -1,10
DELAY 3
MOVE #pos3
DELAY 3
MOVE #pos4
DELAY 3
sig 1,-10
DELAY 1
speed/p 5
MOVE #pos7
delay 2
speed/p 40
MOVE #pos4
delay 1
sig -1,10
delay 5
SIG A
MOVE #pos3
delay 1
MOVE #pos5
END
```

4.3 Inne najczęściej wykorzystywane polecenia:

SIG 1	%załączenie portu nr 1 (I/O)
SIG -1	%wyłączenie portu nr 1 (I/O)
DELAY x	%opóźnienie x – czas w sekundach
SPEED x	%prędkość (w %)

4.4 Expression Function

MOVE/P pulse1,pulse2..... Move each axis to the location specified by the pulse value.

MOVE/P/I pulse1,pulse2..... Move each axis by the given pulse value from the current location.
(Pulse value should be an integer.)

MOVE/T
turn1,turn2,turn3...Move each axis to the location of the given turn value

MOVE/T/I
turn1,turn2,turn3...Move each axis by the specified turn value from the current location.
(Each turn value should be integer or real value)

MOVE/options
data1,data2,data3.....-Vper1, per2
Change the speed after the robot moved by per1% and stop motion at the final speed of current speed + current speed *per2/100.

Opisy poleceń języka FARAL dostępne są przy stanowisku wraz z dokumentacją od robota.

5 LITERATURA

1. SRCP-Series, SRC PLUS Controller – Manula, Fara Robocon SRC, Samsung Electronics, 2000
2. Paweł Lipka, „Automatyzacja wybranego procesu obróbki mechanicznej przy wykorzystaniu robota przemysłowego”, Praca magisterska, Wrocław 2003
3. Michał Stadnik, „Zastosowanie robotów współrzędnościowych do automatyzacji procesów obróbki mechanicznej”, Praca magisterska, Wrocław 2004