

10. Wprowadzenie do programowania robotów przemysłowych

Programowanie robotów przemysłowych zostanie omówione na przykładzie wybranych robotów firmy FANUC Robotics.

10.1. Instrukcje ruchu

Instrukcje ruchu zawierają informacje o tym, w jaki sposób robot ma się przemieszczać do zadanego punktu. Podstawowymi parametrami takiego rozkazu są:

- *typ ruchu (Motion type)* – określa w jaki sposób robot przesuwa się do zadanego punktu,
- *informacje o pozycji (Positional information)* – zawiera informacje o pozycji i orientacji narzędzia robota w punkcie zadanym,
- *prędkość (Speed)* – określa prędkość z jaką robot przechodzi do pozycji zadanej,
- *typ zakończenia (Termination type)* – określa sposób w jaki robot kończy ruch,
- *opcje ruchu (Motion options)* – dodatkowe rozkazy, które pozwalają wykonywać robotowi określone zadania podczas ruchu.

J	P [1]	50%	FINE	Arc Start [5]
rodzaj ruchu	punkt	prędkość	rodzaj zakończenia	opcje ruchu
J – Joint L – Linear C – Circular	P – Position 1 – 1500 PR – Position register 1 – 10	jednostki: - % (1 – 100) - sec (0,1 – 3200) - msec (1 – 32000) - mm/sec (1 – 2000) - cm/min (1 – 12000) - inch/min (0,1 – 4724,2) - deg/sec (1 – 272) - WELD_SPEED lub rejestr R[]	FINE CNT (1 -100)	No motion ACC Coord Skip,LBL [] Offset Offset, PR[] Inc EV PTH W/JNT Arc Start [] Arc End [] Search [] TIME BEFORE TIME AFTER

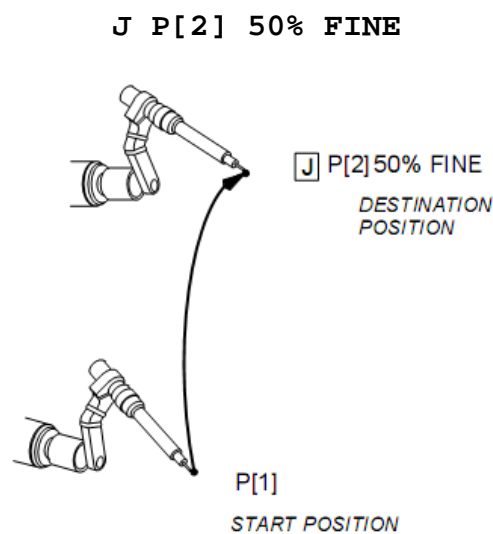
a) Typy ruchu

— złączowy (Joint - J) (rys. 1)

Ruch złączowy jest programowany do pozycji docelowej. Programista podaje punkty, do których ma przejść robot, lecz nie ustala ścieżki ruchu.

Dla tego typu ruchu równocześnie przyspieszane i hamowane są wszystkie osie w celu osiągnięcia wymaganej pozycji. Ruch każdej osi zaczyna się i kończy jednocześnie. Orientacja narzędzia zmienia się w czasie ruchu.

Prędkość jest podawana jako procent całkowitej domyślnej prędkości lub w sekundach. Rzeczywista prędkość ruchu jest zależna od prędkości najwolniejszej osi.



Rys. 1. Ruch złączowy

— liniowy (Linear) (rys. 2)

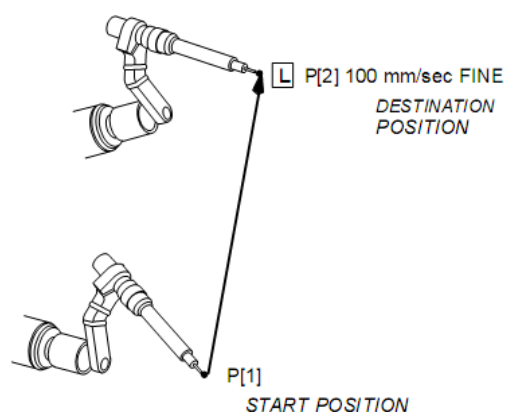
Typ liniowy charakteryzuje się tym, że punkt środkowy narzędzia porusza się po linii prostej od pozycji początkowej do pozycji końcowej (docelowej). W tym przypadku ściśle została określona ścieżka ruchu – linia prosta.

Ruch liniowy jest zaprogramowany do pozycji końcowej (docelowej).

Prędkość w tym przypadku jest podawana w milimetrach na sekundę, centymetrach na sekundę, calach na minutę, stopniach na sekundę lub sekundach.

Podczas ruchu liniowego, orientacja narzędzia zmienia się stopniowo wraz z ruchem robota od punktu początkowego do punktu końcowego. W zależności od tego jak punkt docelowy (końcowy) został zaprogramowany.

L P[2] 100mm/sec FINE



Rys. 2. Ruch liniowy

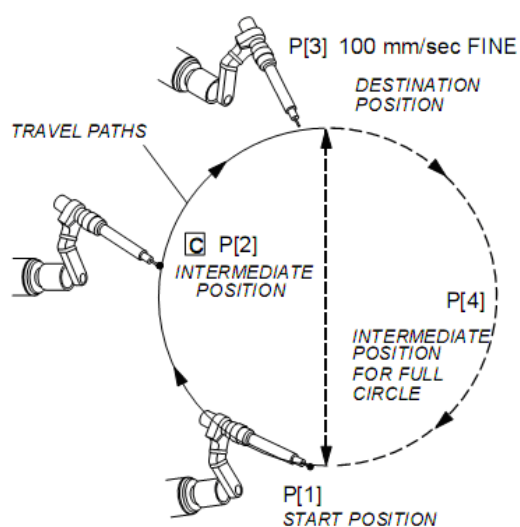
— **kołowy (Circular)** (rys. 3)

W tym typie ruchu punkt środkowy narzędzia robota porusza się po łuku okrężnym od pozycji początkowej kolejno przez pozycję pośrednią, aż do pozycji docelowej (końcowej). Ruch po okręgu jest programowany za pomocą pozycji pośredniej.

Prędkość jest podawana w calach na minutę, milimetrach na sekundę i centymetrach na minutę.

C P [2]

P [3] 100 mm / sec FINE



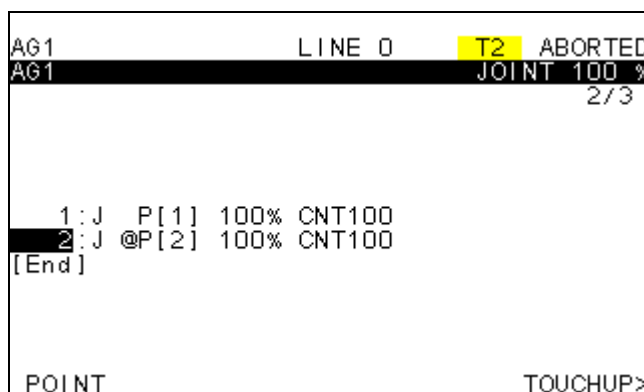
Rys. 3. Ruch kołowy

Wprowadzanie do programu instrukcji o typie ruchu kołowym składa się z kilku kroków:

1. Za pomocą opcji POINT należy zapisać:

- a) pozycję początkową P[1],
- b) pozycję pośrednią P[2].

Oba punkty powinny mieć typ ruchu JOINT lub LINEAR.

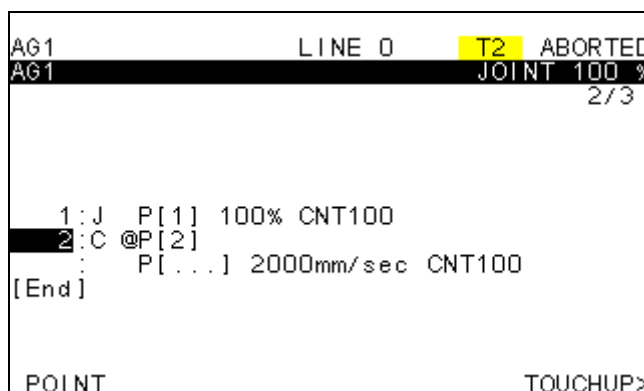


2. Dla pozycji przejściowej należy zmienić typ ruchu na kołowy (C).

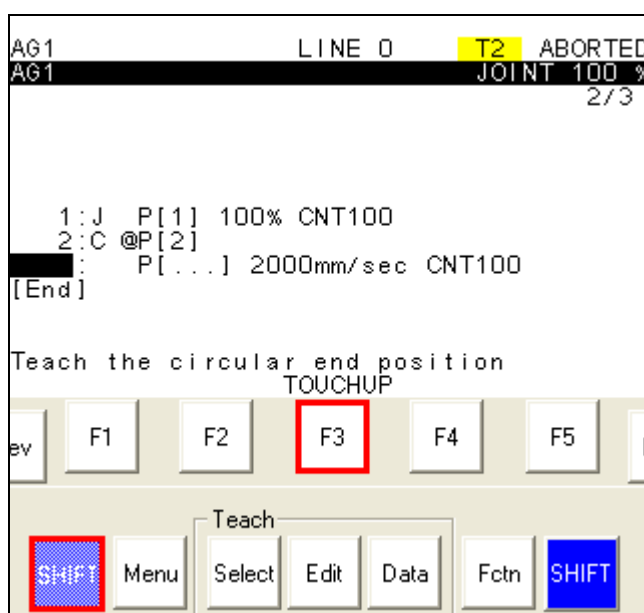
W tym celu należy kursorem zaznaczyć bieżący typ ruchu, np. złączowy J, wybrać opcję CHOICE (klawisz F4) i w menu tej instrukcji zaznaczyć typ ruchu kołowy C.

Można wybrać go w dwojaki sposób:

- a) kursorem wybiera się typ ruchu Circular i zatwierdza klawiszem ENTER,
- b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 3.



3. Kolejnym krokiem jest zapisanie pozycji punktu końcowego P[3]. W tym celu przechodzi się do drugiej linii instrukcji ruchu kołowego i za pomocą klawisza TOUCHUP (klawisz F3) i SHIFT zatwierdza ten punkt.



4. Punkt końcowy został dodany do programu.

```

AG1 LINE 0 T2 ABORTED
AG1 JOINT 100 %
2/3

1:J P[1] 100% CNT100
2:C @P[2]
: @P[3] 2000mm/sec CNT100
[End]

Teach the circular end position
TOUCHUP

```

5. Jeżeli robot ma poruszać się po okręgu, należy powtórzyć kroki od 1 do 4.

```

AG1 LINE 0 T2 ABORTED
AG1 JOINT 100 %
4/4

1:J P[1] 100% CNT100
2:C @P[2]
: @P[3] 2000mm/sec CNT100
3:C @P[4]
: P[1] 2000mm/sec CNT100
[End]

POINT TOUCHUP>

```

b) Informacje o pozycji

Informacja o pozycji zawiera: położenie, orientację i konfigurację punktu środkowego narzędzia i jest rejestrowana w momencie dodania instrukcji do programu.

Rozkaz pozycji P[n] jest reprezentowany przez siedem komponentów przedstawionych na poniższych rys. 5 i 6.

$$P[n] = \left(\underbrace{x, y, z}_{\text{położenie}}, \underbrace{w, p, r}_{\text{orientacja}}, \underbrace{config}_{\text{konfiguracja}} \right)$$

Rys. 5. Opis pozycji robota

Position Detail				JOINT 100 %	
P[1]	UF:0 UT:1			CONF:NDB 01	
X	-232.397	mm	W	111.936	deg
Y	117.675	mm	P	-40.584	deg
Z	583.184	mm	R	50.722	deg

Rys. 6. Widok ekranu przy doborze pozycji

Komponenty:

- a) **Położenie** (x, y, z) – opisują położenie w przestrzeni
- b) **Orientacja** (w, p, r) – opisują obrót wokół osi x, y i z,
- c) **Konfiguracja** (config) – opisuje warunek osi, kiedy robot dochodzi do pozycji końcowej.

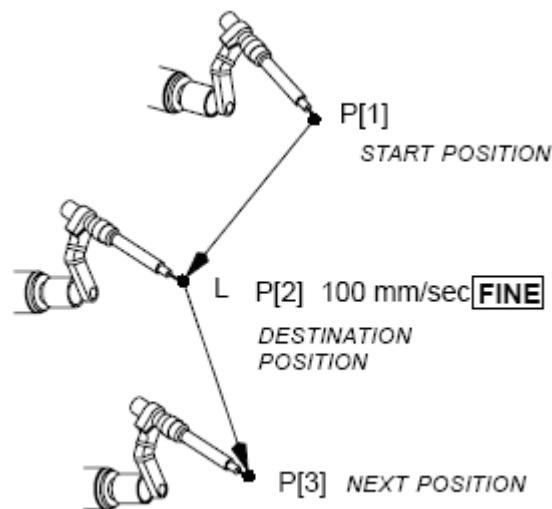
W instrukcji ruchu, informacja o pozycji jest reprezentowana przez rozkaz pozycji P[n] lub rejestr pozycji PR[x], gdzie "n" jest numerem pozycji, a "x" numerem rejestru pozycji.

c) Typ zakończenia

Typ zakończenia definiuje jak robot kończy ruch w danej instrukcji. Wyróżniamy dwa typy zakończenia:

— Precyzyjny – FINE

Robot zatrzymuje się w pozycji końcowej (docelowej) przed ruszeniem do następnej pozycji. Przykład toru ruchu przedstawiono na rys. 7.

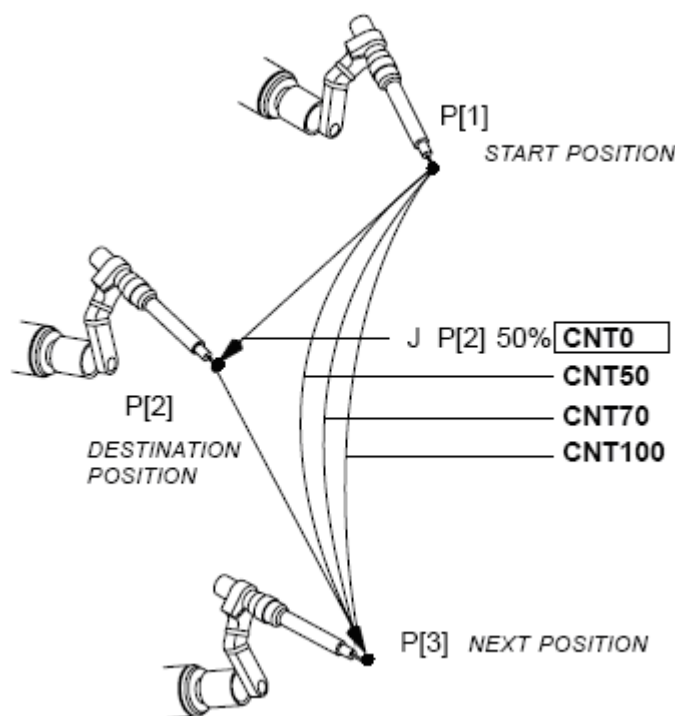


Rys. 7. Precyzyjny tryb zakończenia pracy

— Ciągły – CNT

Ten typ zakończenia ruchu charakteryzuje się tym, że robot nie zatrzymuje się w pozycji docelowej. Robot zwalnia przed punktem docelowym i przyspieszając przechodzi do kolejnego punktu. Wartość od 0 do 100 definiujemy jako dokładność robota z jaką dociera on do pozycji końcowej. W CNT0 robot jest najbliżej punktu docelowego wraz

z maksymalnym zmniejszeniem prędkości. W CNT100 robot jest najdalej punktu docelowego wraz z minimalnym zmniejszeniem prędkości. Przykład toru ruchu przedstawiono na rys. 8.



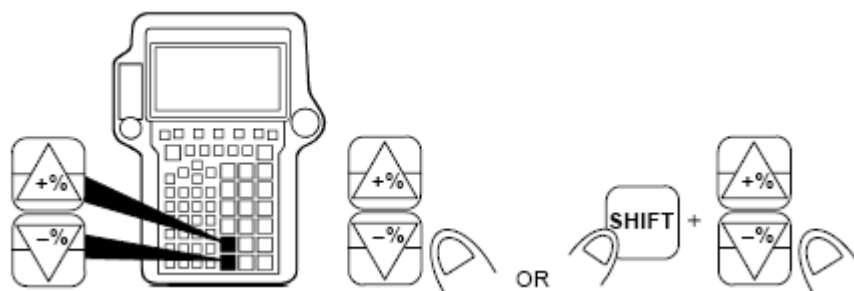
Rys. 8. Ciągły tryb zakończenia pracy

d) Prędkość

Prędkość definiuje z jaką szybkością robot przemieszcza się do danej pozycji. Każdy typ ruchu używa zdefiniowanych jednostek prędkości.

Prędkość jest podawana, w zależności od typu ruchu jaki zostanie wybrany w: milimetrach na sekundę, centymetrach na minutę, calach na minutę, radianach na sekundę lub sekundach.

Podczas wykonywania programu można zmieniać prędkość za pomocą przycisków +% i -% na ręcznym programatorze (TP) (Rys. 9.). Wykorzystanie tej opcji daje nam możliwość osiągnięcia prędkości równej od 0,01% do 100% zaprogramowanej (ustawionej w programie).



Rys. 9. Klawisze odpowiedzialne za regulację prędkości

10.2. Podstawowe składowe języka programowania

a) Rejestr R [...]

W rejestrze może być zapisana jedna liczba. Do dyspozycji programisty jest około 200 rejestrów, jednak tę liczbę można zwiększyć. Każdy rejestr jest numerowany i za pomocą tego numeru jest identyfikowany.

Rejestry można adresować:

- bezpośrednio – numer rejestru podawany jest jako liczba

$$R[1] = 5$$

- pośrednio – numer rejestru podawany jest jako inny rejestr

$$R[R[3]] = 5$$

Na rejestrach można wykonywać szereg instrukcji:

- | | | |
|------------------------|-----------------------------------|--|
| – przypisanie wartości | – $R[...] = ...$ | $R[1] = 4$ |
| – dodawanie | – $R[...] = ... + ...$ | $R[1] = R[2] + R[6] ; R[1] = R[1] + 2$ |
| – odejmowanie | – $R[...] = ... - ...$ | $R[1] = R[2] - R[6] ; R[1] = R[1] - 2$ |
| – mnożenie | – $R[...] = ... * ...$ | $R[1] = R[2] * R[6] ; R[1] = R[1] * 2$ |
| – dzielenie | – $R[...] = ... / ...$ | $R[1] = R[2] / R[6] ; R[1] = R[1] / 2$ |
| – dzielenie całkowite | – $R[...] = ... \text{ DIV } ...$ | $R[1] = R[2] \text{ DIV } R[6]$ |
| – reszta z dzielenia | – $R[...] = ... \text{ MOD } ...$ | $R[1] = R[2] \text{ MOD } ...$ |

b) Rejestr pozycji PR [...]

Rejestr pozycji przechowuje informacje o pozycji robota i programista ma możliwość ich zmiany. Do dyspozycji jest około 100 rejestrów pozycji, jednak ich liczbę można zwiększyć.

Instrukcje wykonywane na rejestrach pozycji:

— operacje arytmetyczne: dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, dzielenie całkowite, reszta z dzielenia

PR [...] = [wartość] [operator] [wartość]

PR [1] = PR[2] + PR[3]

PR [2] = PR [4] + 2

— przypisanie wartości

PR [...] = [wartość]

PR [1] = 4

— instrukcja osi

PR [i,j] = wartość

PR [1,2] = 8

— operacje arytmetyczne instrukcji osi

PR [i,j] = [wartość] [operator] [wartość]

PR [1,3] = PR [1,3] + 1

Rejestr pozycji można numerować w dwojaki sposób:

— podawany jest numer rejestru

PR [i]

PR [1]

— podawany jest numer i poszczególne współrzędne

PR [i,j]

PR [1,5]

i – numer rejestru pozycji

j – składowa : 1 – x

2 – y

3 – z

4 – w

5 – p

6 – r

c) Wejścia i wyjścia I/O

W robotach przemysłowych rozróżnia się wejścia/wyjścia następującego typu:

— analogowe : AI/AO

— cyfrowe:

a) ogólne DI/DO

b) robota RI/RO

c) grupy GI/GO

d) peryferyjne UI/UO – są to wejścia/wyjścia specjalizowane, dedykowane do użycia przez system,

e) panelu operatora SI/SO – są to wejścia/wyjścia dedykowane do przycisków statusowych potwierdzanych odpowiednimi diodami LED.

Wejścia i wyjścia robotów przemysłowych można ze sobą połączyć. Przykładowo w celu synchronizacji dwóch robotów możemy połączyć ich wejścia/wyjścia i za pomocą jednego TP sterować pracą przesyłając odpowiednie sygnały.

d) Offset

Instrukcja OFFSET zmienia informacje o zaprogramowanej pozycji poprzez sumowanie współczynnika kompensacji, określonego w rejestrze pozycji a następnie przesuwa robota do skorygowanej pozycji.

$$\mathbf{PR[2] = PR[1]}$$

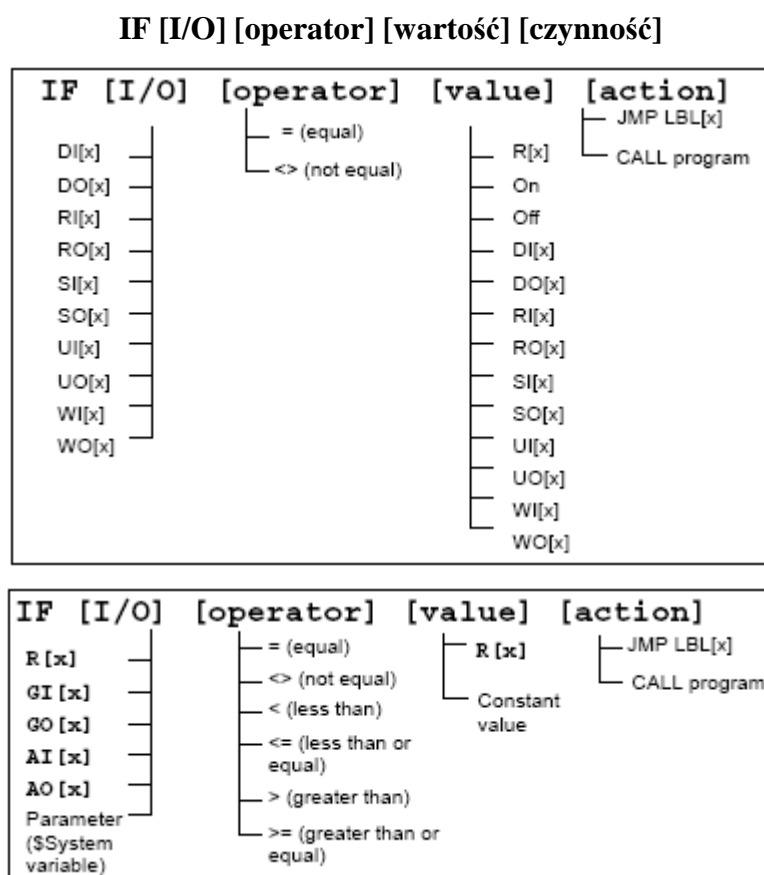
$$\mathbf{L\ P[27]\ 200mm/sec\ FINE\ Offset\ ,\ PR[2]}$$

$$\mathbf{PR[2,3] = PR[2,3] + 40}$$

Instrukcja OFFSET umożliwia szybkie wykonywanie tych samych instrukcji na przykład przy przenoszeniu przedmiotów z jednego miejsca w drugie.

e) Instrukcja warunkowa IF

Warunkowa instrukcja IF umożliwia wykonywanie wielokrotnie tej samej instrukcji do momentu spełnienia zadanego warunku. Po spełnieniu warunku program przechodzi do zdefiniowanej etykiety (LBL) lub podprogramu (CALL). Parametry, które należy ustawić podczas zapisywania warunkowej instrukcji IF przedstawia rys. 10.



Rys. 10. Parametry instrukcji warunkowej IF [1]

f) Etykieta LBL

Etykieta oznacza lokalizację w programie, która jest celem skoku po wykonaniu zadania. Gdy zostanie zdefiniowana może zostać użyta z warunkowymi i bezwarunkowymi instrukcjami.

Etykiety muszą być w programie numerowane (x), dodatkowo można wprowadzić komentarz.

LBL[x]

LBL[x:komentarz]

g) Skok do etykiety JMP LBL

Instrukcja ta powoduje skok w programie do wcześniej zdefiniowanej etykiety. Można ją stosować w celu ciągłego wykonywania tego samego programu, np. w pętli IF.

JMP LBL[x]

h) Wstrzymanie programu WAIT

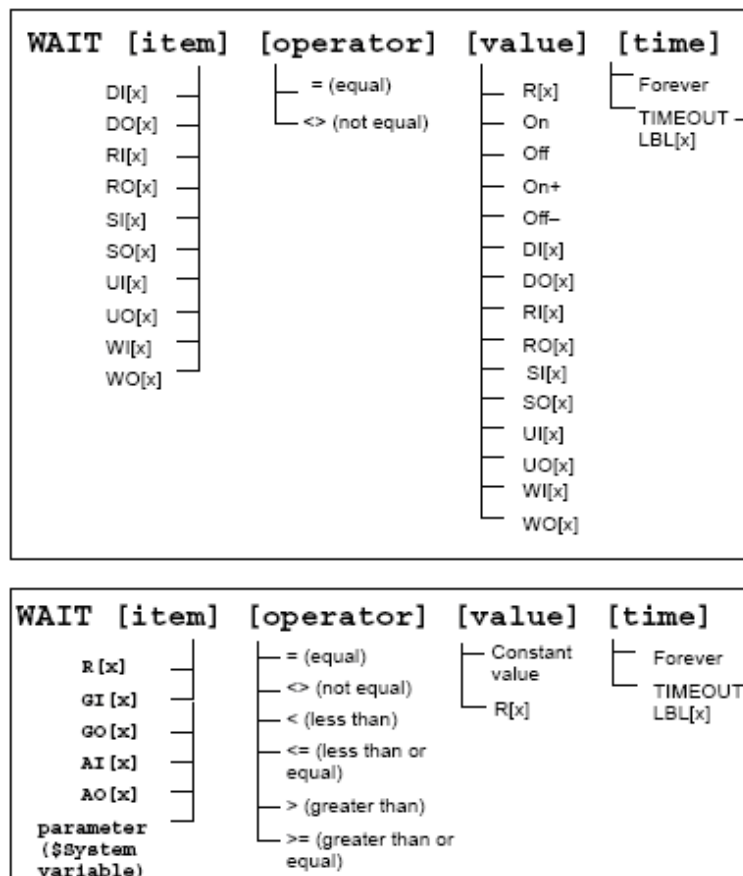
Instrukcja WAIT wstrzymuje realizację programu na określony czas lub do chwili, gdy określony warunek jest prawdziwy. Gdy ta instrukcja jest wykonywana, to robot nie wykonuje żadnego ruchu. Parametry, które należy ustawić podczas zapisywania instrukcji WAIT przedstawia rys. 11.

Wyróżniamy dwa rodzaje instrukcji WAIT:

- **WAIT time** - wstrzymanie realizacji programu na określony czas.
- **WAIT condition** - wstrzymanie realizacji programu, dopóki określone warunki są prawdziwe.

WAIT ... (sec)

WAIT [I/O] [operator] [wartość] [time]



Rys. 11. Parametry instrukcji WAIT [1]

Określony w instrukcji czas może być zdefiniowany w dwojaki sposób:

- **Forever** – program będzie czekać, aż warunek będzie prawdziwy,
- **Timeout, LBL [i]** – program będzie czekał przez określony czas. Jeżeli warunek nie zostanie spełniony, to nastąpi skok do etykiety.

i) Wywołanie podprogramu CALL

Podczas wykonywania programu instrukcja CALL wywołuje inny program o podanej nazwie. Zostaje wstrzymana realizacja zadania głównego na czas wykonania podprogramu.

CALL nazwa programu

10.3. Instrukcje spawania łukowego

Powyższe instrukcję decydują o tym w jaki sposób robot ma spawać. Wyróżnia się cztery instrukcje spawania:

- **Arc Start** – początek spawania po łuku

Arc Start [i]

gdzie: i - numer płaszczyzny spawu

Arc Start[....,....]

Format instrukcji zależy od rodzaju spawania (MIG, TIG) i struktury spawu (tab. 1).

Tab. 1. Parametry instrukcji spawania

Spawanie MIG	Spawanie TIG
Arc Start[v, wfs] v – napięcie w woltach, wfs – prędkość podawania drutu spawalniczego w mm/sek, cm/min, cal/min.	Arc Start[a, wfs] a – prąd w amperach, wfs – prędkość podawania drutu spawalniczego w mm/sek, cm/min, cal/min.
Arc Start[v, a] v – napięcie w woltach, a – prąd w amperach.	Arc Start[a] a – prąd w amperach.

— **Arc End** – koniec spawania po łuku

Arc End[i]

gdzie: i - numer płaszczyzny spawu

Arc End[.....,t]

Format instrukcji zależy od rodzaju spawania (MIG, TIG) i struktury spawu (tab. 2).

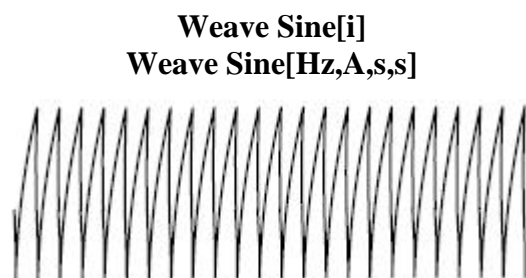
Tab. 2. Parametry instrukcji spawania

Spawanie MIG	Spawanie TIG
Arc End [v, wfs, t] v – napięcie w woltach, wfs – prędkość podawania drutu spawalniczego w mm/sek, cm/min, cal/min, t – czas opóźnienia w sekundach.	Arc End [a, wfs, t] a – prąd w amperach, wfs – prędkość podawania drutu spawalniczego w mm/sek, cm/min, cal/min, t – czas opóźnienia w sekundach.
Arc End [v, a, t] v – napięcie w woltach, a – prąd w amperach, t – czas opóźnienia w sekundach.	Arc End [a,t] a – prąd w amperach, t – czas opóźnienia w sekundach.

— **Typy ściegów (Weave Instructions)**

Instrukcje spawanie można zastosować tylko podczas ruchu liniowego i kołowego.

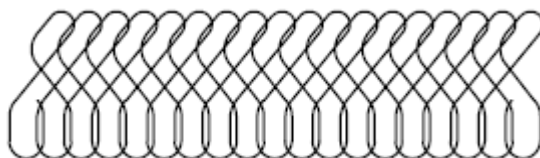
- a) ścieg o wzorze sinusoidalnym (rys. 12.)



Rys. 12. Ścieg o wzorze sinusoidalnym

b) ścieg o wzorze ósemkowym (rys. 13)

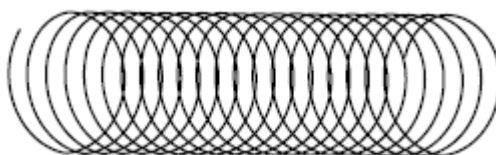
Weave Figure 8[i]
Weave Figure 8[Hz,A,s,s]



Rys. 13. Ścieg o wzorze ósemkowym

c) ścieg o wzorze kołowym – tworzy zaokrąglony i jednolity wzór (rys. 14)

Weave Circle[i]
Weave Circle[Hz,A,s,s]

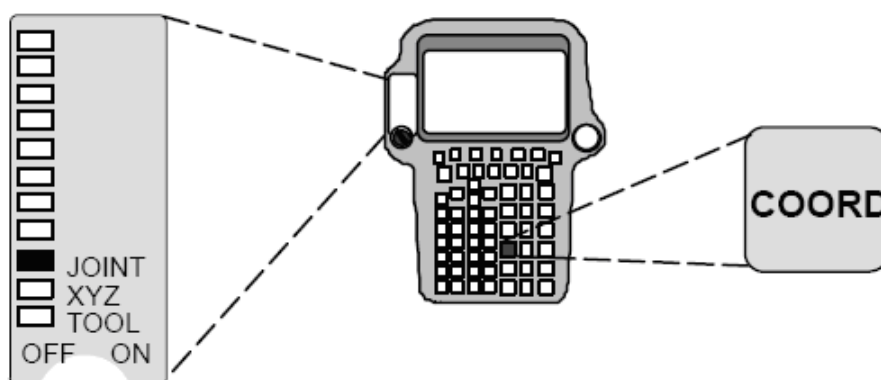


Rys. 14. Ścieg o wzorze kołowym

gdzie: i - weave schedule number, Hz - częstotliwość, A - amplituda drgań, s - czas przebywania po lewej stronie, s - czas przebywania po prawej stronie.

10.4. Układy współrzędnych

Program może być napisany przez operatora w różnych układach współrzędnych (UW). W tym celu na TP należy wcisnąć przycisk COORD i kursorem wybieramy UW (rys. 15).

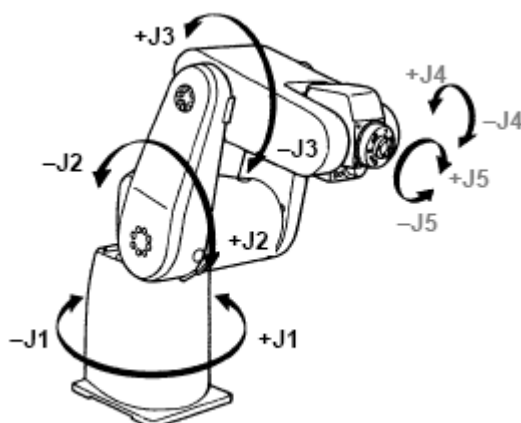


Rys. 15. Klawisz odpowiedzialny za zmianę układów współrzędnych

Wyróżniamy pięć rodzajów układów współrzędnych:

— Układ współrzędnych złączowych (JOINT)

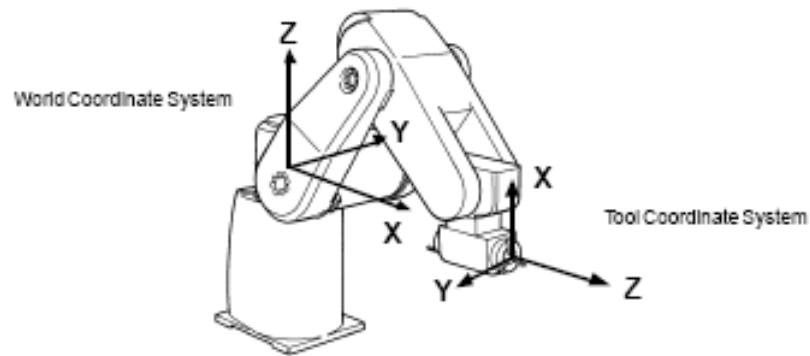
W tym układzie współrzędnych istnieje możliwość poruszania poszczególnymi złączami manipulatora. Rys. 16 przedstawia ruch 6 osi robota LR Mate 200 iB.



Rys. 16. Układ współrzędnych złączowych [2]

— Układ współrzędnych globalnych (WORLD)

Ruch odbywa się wzdłuż osi kartezjańskiego układu współrzędnych, jednocześnie do danej pozycji przemieszczają się wszystkie złącza robota. Początek UW typu WORLD został pokazany na rys. 17.

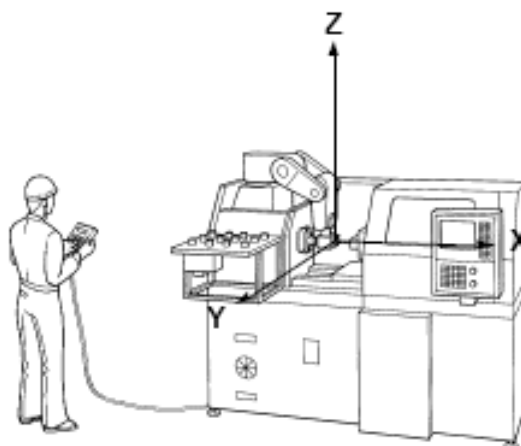


Rys. 17. Układ współrzędnych globalnych [2]

— Układ współrzędnych proceduralnych (JGFRM)

Układ współrzędnych proceduralnych jest zdefiniowany przez programistę w celu uproszczenia programowania robota (rys. 18).

Cechą charakterystyczną tego układu jest to, że definiuje się go w stosunku do układu współrzędnych WORLD. Podczas ustawiania układu JGFRM należy tak ustalić orientację, aby kolejne pozycje mogły być w łatwy sposób osiągnąć. Domyślenie pokrywa się ona z orientacją układu współrzędnych globalnych.



Rys. 18. Układ współrzędnych proceduralnych [2]

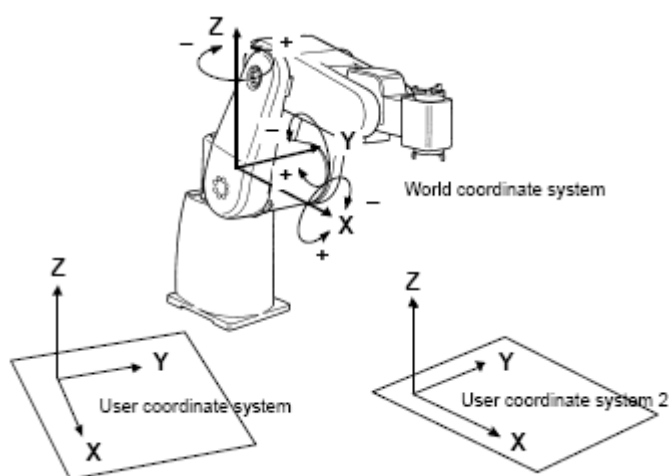
— Układ współrzędnych użytkownika (USER)

Układ współrzędnych użytkownika jest zdefiniowany przez programistę w celu uproszczenia programowania robota (rys. 19).

Cechą charakterystyczną tego układu jest to, że definiuje się go w stosunku do układu współrzędnych WORLD. Po napisaniu programu i zmianie dotychczasowego układu współrzędnych, wszystkie punkty zostaną przeniesione.

Podczas ustalania układu USER należy tak ustalić orientację, aby inkrementowane pozycje mogły być w łatwy sposób osiągnąć.

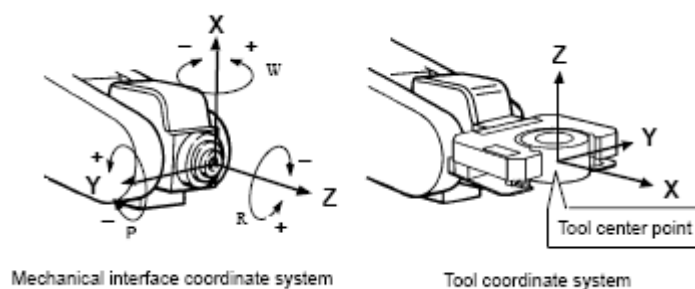
Układ współrzędnych użytkownika może być umieszczony w dowolnym miejscu w przestrzeni.



Rys. 19. Układ współrzędnych użytkownika [2]

— Układ współrzędnych narzędzia (TOOL)

Układ TOOL jest kartezjańskim UW definiowanym w odniesieniu do punktu centralnego końca kiści robota (Tool center point) w skrócie TCP, który jest początkiem układu współrzędnych narzędzia (rys. 20). Orientacja omawianego układu jest zgodna z orientacją narzędzia.



Rys. 20. Układ współrzędnych narzędzia [2]

10.5. Tworzenie pliku

W celu założenia nowego pliku programu należy wykonać następujące czynności przy użyciu TP:

- wcisnąć klawisz SELECT (pojawi się lista programów, rys. 21),

No.	Program name	Comment
1	-BCKEDT-	
2	A1	
3	A1A	
4	A234	
5	ABC	
6	ABORTIT	ABORT PRODUCTION
7	AC1	
8	ATERRJOB	VR
9	ATSOFTPA	VR

Rys. 21. Lista programów znajdujących się w pamięci robota przemysłowego

- wybrać klawisz F2 (CREATE).

Po wykonaniu tych czynności pojawia się poniższe okno (rys. 22).

PRG	MAIN	SUB	TEST

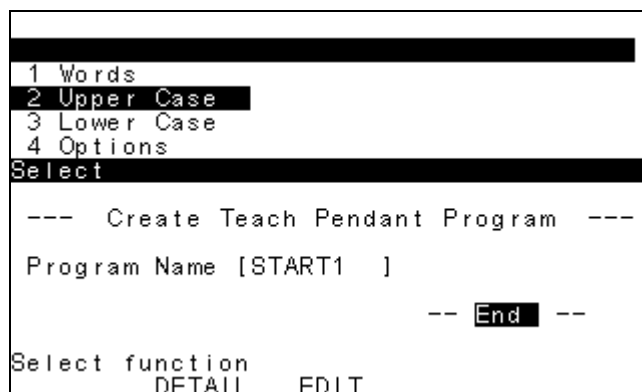
Rys. 22. Widok ekranu podczas wyboru nazwy programu

Przyciskami na klawiaturze trzeba wybrać sposób nadawania nazwy. Istnieją cztery możliwości:

- Words – wybór ze zdefiniowanych nazw (RSR, PNS, MAIN, SUB, TEST),
- Upper Case (wielkie litery) – możliwość wpisania własnych nazw przy użyciu liter znajdujących się pod klawiszami F1 – F5,
- Lower Case (małe litery) – możliwość wpisania własnych nazw przy użyciu liter znajdujących się pod klawiszami F1 – F5,
- Options – możliwość skasowania nazwy poprzez opcję CLEAR.

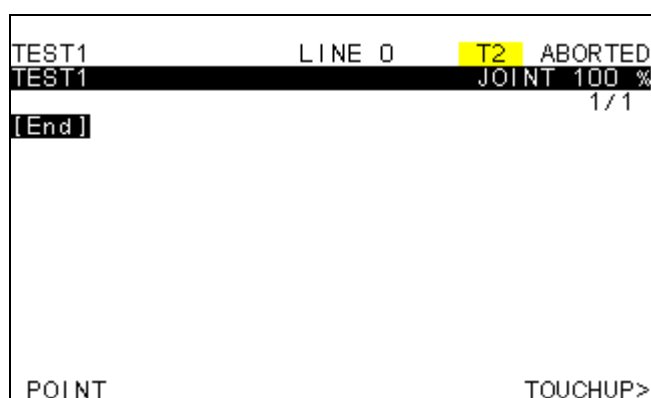
W celu skasowania litery/liczby należy wcisnąć klawisz BACKSPACE.

Po wpisaniu nazwy zatwierdzamy ją klawiszem ENTER (rys. 23), zostanie podświetlony napis END, poczym należy kolejny raz wcisnąć klawisz ENTER.



Rys. 23. Widok ekranu po wyborze nazwy programu

W tym momencie pokazuje się okno, w którym można napisać program (rys. 24).



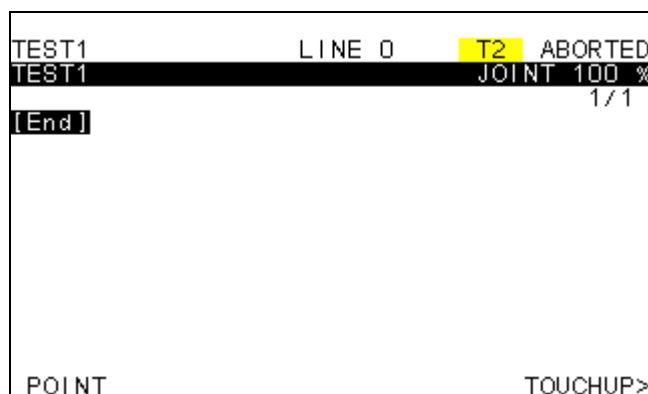
Rys. 24. Przykładowy program

10.6. Menu programu

Menu programu wyświetlane jest u dołu wyświetlacza LCD, gdy rozpoczniemy edycję programu.

Programista ma do dyspozycji dwa ekrany w menu, które przełączamy za pomocą klawisza Next:

a) Pierwszy ekran (rys. 25)

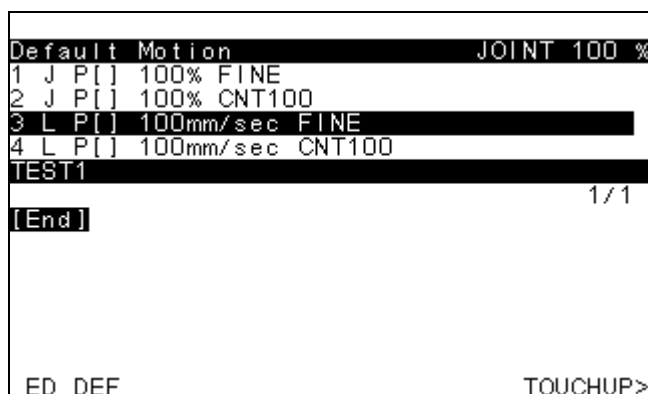


Rys. 25. Menu w programie – pierwszy ekran

W tym menu można wykorzystać dwie opcje:

— **POINT** - pozwala na wstawienie do programu punktu.

Wciśnięcie klawisza F1 powoduje pojawienie się okno (rys. 26), w którym programista może wybrać jeden z czterech podstawowych zdefiniowanych wzorów punktu. Za pomocą kursorów na klawiaturze TP należy wybrać jedną z możliwości i zatwierdzić ją klawiszem ENTER. Współrzędne wstawionego punktu odpowiadają aktualnemu położeniu robota.



Rys. 26. Menu programu – ekran pierwszy – opcja POINT

Programista ma możliwość zmiany poszczególnych parametrów instrukcji ruchu, poprzez wybranie opcji ED_DEF (wciśnięcie klawisza F1). W celu zmiany danej wartości należy wybrać ją za pomocą klawiszy kursora, zmienić i zatwierdzić przez wybranie opcji DONE (klawisz F5). Poniżej zostanie zmieniona pierwsza pozycja.

1. Wybrano pierwszą pozycję.

```

TEST1                LINE 0      T2  ABORTED
Default Motion       JOINT 100 %
                                1/4

1:J P[] 100% FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

                                DONE

```

2. Za pomocą kursorów wybrano pierwszy parametr instrukcji ruchu, a mianowicie zostanie zmieniony typ ruchu (J → L). W celu zmiany parametru należy wcisnąć klawisz F4, który odpowiada za uruchomienie operacji CHOICE.

```

TEST1                LINE 0      T2  ABORTED
Default Motion       JOINT 100 %
                                1/4

1:J P[] 100% FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

                                [CHOICE] DONE

```

3. W kolejnym kroku programista ma do wyboru trzy typy ruchu. Zamiana może nastąpić w dwojaki sposób:

- Za pomocą kursorów wybiera się interesujący nas typ ruchu i zatwierdza go klawiszem ENTER,
- Za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się numer typu ruchu, np.

1. W tym przypadku nie trzeba już zatwierdzać wykonanej czynności.

```

Motion Modify       JOINT 100 %
1 Joint             5
2 Linear            6
3 Circular           7
                   8
Default Motion       1/4

1:J P[] 100% FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

Select item

                                [CHOICE] DONE

```

4. Następnym parametrem instrukcji jest prędkość wykonywanych ruchów. Można wpisać konkretną wartość (100mm/sec) lub wartość, która znajduje się w rejestrze (R[1]). W pierwszym przypadku, po ustawieniu kursora na wartość np. 100 wystarczy wpisać inną wartość i zatwierdzić ją klawiszem ENTER. W drugim przypadku wybieramy klawiszem F1 opcję REGISTER.

```

TEST1                LINE 0      T2  ABORTED
Default Motion      JOINT 100 %
                                1/4

1:L P[] 100mm/sec FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

Enter value
REGISTER                [CHOICE] DONE

```

5. Po wyborze rejestru należy wpisać jego numer. Tak jak poprzednio wiąże się to z ustawieniem kursora w odpowiednim miejscu i za pomocą klawiatury numerycznej TP wpisania wymaganej wartości i zatwierdzeniu jej klawiszem ENTER.

```

TEST1                LINE 0      T2  ABORTED
Default Motion      JOINT 100 %
                                1/4

1:L P[] R[.]mm/sec FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

Enter value
SPEED  DIRECT INDIRECT [CHOICE] DONE

```

6. W dalszej kolejności należy ustawić kursor na numerze wpisanego rejestru (w tym przypadku na 1) i wybrać opcję CHOICE (klawisz F4). Wyświetli się okno, w którym można zmienić jednostkę prędkości ruchu. W celu wyboru nowej jednostki postępuje się w dwojaki sposób, tak jak przy wyborze typu ruchu, który został wcześniej opisany.

```

Motion Modify      JOINT 100 %
1 mm/sec          5 sec
2 cm/min          6 msec
3 inch/min        7
4 deg/sec         8
Default Motion
                                1/4

1:L P[] R[1]mm/sec FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

Select item
                                [CHOICE] DONE

```

7. Ostatnim podstawowym parametrem instrukcji ruchu jest typ zakończenia. Jego zmiana nastąpi po wybraniu go za pomocą klawiszy kursorów i naciśnięciu klawisza F4 (CHOICE).

```

TEST1                LINE 0      T2  ABORTED
Default Motion       JOINT 100 %
                                1/4

1:L P[] R[1]deg/sec FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

                                [CHOICE] DONE

```

8. Wyświetla się okno, w którym można wybrać jeden z dwóch typów zakończenia ruchu. W celu wyboru nowego zakończenia ruchu postępuje się tak jak przy wyborze typu ruchu, który został wcześniej opisany.

```

Motion Modify       JOINT 100 %
1 Fine             5
2 Cnt              6
                  7
                  8
Default Motion       1/4

1:L P[] R[1]deg/sec FINE
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

Select item

                                [CHOICE] DONE

```

9. Efektem powyższych czynności jest nowy wzór definicji punktu, który zatwierdza się poprzez wciśnięcie klawisza F5 (DONE).

```

TEST1                LINE 0      T2  ABORTED
Default Motion       JOINT 100 %
                                1/4

1:L P[] R[1]deg/sec CNT50
2:J P[] 100% CNT100
3:L P[] 100mm/sec CNT100
4:L P[] 100mm/sec CNT100

                                [CHOICE] DONE

```


- **TOUCHUP** – zapisuje aktualną pozycję robota, bez zmian pozostałych parametrów instrukcji ruchu (nie zmienia prędkości, jednostki prędkości, typu zakończenia)

Poniższe okno (rys. 27) zawiera program TEST1. W celu pokazania zasady działania instrukcji TOUCHUP wybieramy za pomocą kursorów trzecią linię programu.

```
TEST1          LINE 0    T2  ABORTED
TEST1          JOINT 100 %
                                     3/4

1:L  P[1] R[1]deg/sec CNT50
2:L  P[2] 100mm/sec FINE
3:L  @P[3] 100mm/sec CNT100
[End]

POINT                                TOUCHUP>
```

Rys. 27. Program przed zastosowaniem instrukcji TOUCHUP

Jak zostało wcześniej napisane opisywana instrukcja zmienia tylko pozycję. Można to sprawdzić poprzez ustawienie kursora na numerze punktu i wybranie opcji POSITION (klawisz F5 , rys. 28).

```
TEST1          LINE 0    T2  ABORTED
TEST1          JOINT 100 %
                                     3/4

1:L  P[1] R[1]deg/sec CNT50
2:L  P[2] 100mm/sec FINE
3:L  @P[3] 100mm/sec CNT100
[End]

Enter value or press ENTER
                                [CHOICE]POSITION
```

Rys. 28. Podgląd pozycji robota

Po wykonaniu powyższego zadania pojawia się okno, w którym programista może zobaczyć położenie oraz orientację robota (rys. 29).

Position Detail				JOINT 100 %	
P[3]	UF:0 UT:1			CONF:NDT 01	
X	-16.192	mm	W	127.256	deg
Y	-279.500	mm	P	-28.599	deg
Z	612.897	mm	R	127.814	deg
TEST1					
					3/4
1:L	P[1]	R[1]deg/sec	CNT50		
2:L	P[2]	100mm/sec	FINE		
3:L	@P[3]	100mm/sec	CNT100		
[End]					
Enter value					
		CONF G	DONE	[REPRE]	

Rys. 29. Położenie i orientacja przed zastosowaniem instrukcji TOUCHUP

Instrukcja TOUCHUP zostanie wywołana po naciśnięciu klawisza SHIFT i F5. W podobny sposób jak powyżej można później sprawdzić zmiany jakie dokonały się w pozycji robota (rys. 30).

Position Detail				JOINT 100 %	
P[3]	UF:0 UT:1			CONF:NDT 01	
X	-65.789	mm	W	111.936	deg
Y	-63.613	mm	P	-40.584	deg
Z	477.571	mm	R	50.722	deg
TEST1					
					3/4
1:L	P[1]	R[1]deg/sec	CNT50		
2:L	P[2]	100mm/sec	FINE		
3:L	@P[3]	100mm/sec	CNT100		
[End]					
Enter value					
		CONFIG	DONE	[REPRE]	

Rys. 30. Położenie i orientacja po zastosowaniu instrukcji TOUCHUP

b) Drugi ekran (rys. 31)

```

TEST1                LINE 0      T2  ABORTED
TEST1                JOINT 100 %
                                1/1
[End]

[ INST ]                [EDCMD]>

```

Rys. 31. Menu w programie – drugi ekran

Użytkownik ma możliwość wykorzystania dwóch zbiorów instrukcji:

- **INST** – umożliwia wprowadzenie do programu instrukcji, które m.in. wykonują działania na rejestrach (rys. 32). W tab. 3 podano zastosowanie poszczególnych instrukcji oraz przykłady ich zastosowania.

```

Instruction                JOINT 100 %
1 Registers                5 JMP/LBL
2 I/O                     6 CALL
3 IF/SELECT               7 Miscellaneous
4 WAIT                   8 ---next page---
TEST1
                                1/1
[End]

[ INST ]                [EDCMD]>

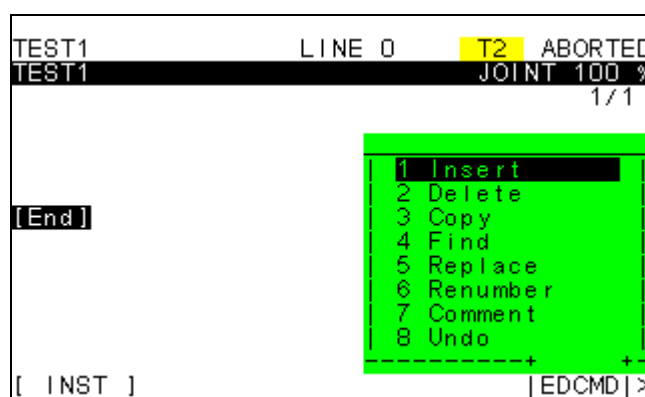
```

Rys. 32. Menu programu – ekran drugi – opcja INST

Tab. 3. Instrukcje w menu INST

1	Register	Instrukcja działająca na rejestrach	R[1]=R[1] + 1 PR[1,3]=PR[1,3] – 8
2	I/O	Instrukcja działająca na wejściach i wyjściach	RO[1] = ON
3	IF/SELECT	Instrukcje warunkowe	IF R[3] <= 3, JMP LBL [6]
4	WAIT	Instrukcja umożliwiająca zatrzymanie na określony czas działania programu	WAIT 1.0 (sec)
5	JMP/LBL	Instrukcja etykiet, pozwala na skoku w programie po np. wykonaniu danej instrukcji	LBL [1] L P [1] 100 mm/sec FINE L P [2] 400 mm/sec FINE JMP LBL [1]
6	CALL	Instrukcja wywołująca podprogram	CALL TEST

— **EDCMD** – opcja wykorzystywana do edycji/ modyfikacji programu (rys. 33)



Rys. 33 . Menu programy – drugi ekran – opcja EDCMD

Instrukcje:

- 1 Insert – wstawianie linii,
- 2 Delete – usuwanie linii,
- 3 Copy – kopiowanie linii,
- 4 Find – wyszukiwanie elementów programu,
- 5 Replace – wyszukiwanie i zmiana elementów w programie,
- 6 Renumber – zmiany numeracji punktów w programie,
- 7 Comment – wyświetlanie/ ukrywanie komentarzy,
- 8 Undo – cofnięcie jednej wykonanej operacji.

1. Wstawianie linii programu – Insert

W wielu przypadkach zdarza się, że programista chce zmodyfikować program poprzez dodanie instrukcji w istniejącym już programie. W tym celu wykorzystuje się instrukcje dodawania linii.

Na początku należy zdecydować się, w którym miejscu programu i ile chcemy wstawić linii.

1. Jeżeli instrukcja / pusta linia ma zostać wstawiona przed linią numer 4, to kursor należy ustawić właśnie na niej.

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     4/5

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

2. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

3. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

4. Za dodawanie linii odpowiada instrukcja Insert. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

- kursorem wybiera się instrukcję Insert i zatwierdza klawiszem ENTER,
- za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 1.

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     4/5

1:L @P[1] 100mm/sec
2:J @P[2] 100% CNT1
3:L @P[3] 100mm/sec
4:L @P[4] 500mm/sec
[End]

[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

```
1 Insert
2 Delete
3 Copy
4 Find
5 Replace
6 Renumber
7 Comment
8 Undo
```

5. Po wykonaniu 4 operacji system wyświetli pytanie

How many line to insert?

Należy wpisać ile linii ma być dodanych i zatwierdzić tę wartość klawiszem ENTER.

Np. 3 linie.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     4/5

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

How many line to insert ? :3
```

6. W programie zostaną dodane trzy puste linie przed instrukcją numer 4.

Wszystkie wiersze zostaną automatycznie przenumerowane.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     4/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:
5:
6:
7:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

2. Usuwanie linii programu – Delete

Często zdarza się, że po przeanalizowaniu i uruchomieniu programy niektóre instrukcje są zbędne lub powodują błędy, należy w takich przypadkach je usunąć.

Przed przystąpieniem do operacji usuwania części programu należy zastanowić się, który fragment lub linia jest zbędna.

1. Jeżeli linia programu ma zostać usunięta, to należy ustawić na jej numerze kursor. Np. usuwana jest linia 4, więc ustawia się na niej kursor.

Jeżeli chce się usunąć kilka linii następujących po sobie, kursor ustawia się na pierwszej lub ostatniej linii tego fragmentu.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     4/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[5] 100mm/sec CNT100
5:J @P[6] 100% CNT100
6:L @P[7] 100mm/sec CNT100
7:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

2. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

3. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

4. Za usuwanie linii odpowiada instrukcja Delete. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

- kursorem wybiera się instrukcję Delete i zatwierdza klawiszem ENTER,
- za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 2.

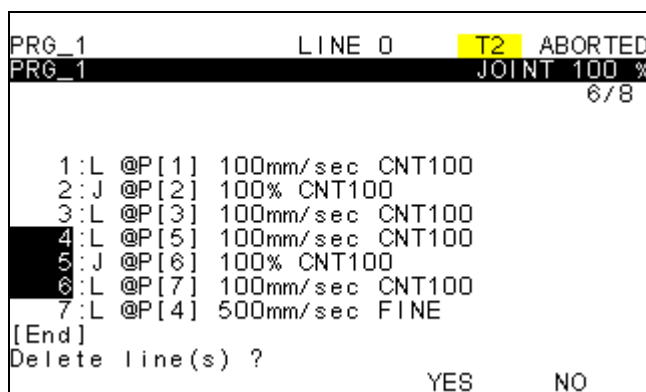
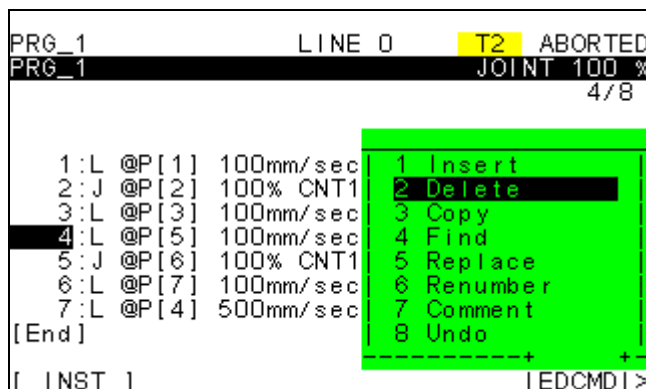
5. Po wykonaniu 4 operacji system wyświetli pytanie

Delete line(s) ?

a) Jeżeli chce się usunąć zaznaczoną instrukcję to wybieramy YES (F4).

b) Jeżeli chce się usunąć szereg instrukcji, to za pomocą kursorów zaznaczamy kolejne linie. Np. Zaznaczona była linia 4, usunięte mają zostać linie 4 – 6, więc przesuwa się kursorem w dół. Jeżeli usunięte miałyby być linie 1 – 4, to należałoby zaznaczyć je kursorem w górę. Ostateczni potwierdza się tą operację wybierając YES (F4).

c) Jeżeli żadna linia nie ma być usunięta należy nacisnąć klawisz F5 – NO.



6. W programie zostały usunięte linie 4–6. Wszystkie wiersze zostały automatycznie przenumеровane.

Należy pamiętać, że usunięcie instrukcji powoduje utratę danych. Możliwe jest cofnięcie tylko jednej operacji usunięcia, więc zalecane jest przemyślane działanie.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     4/5

  1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
  2:J @P[2] 100% CNT100
  3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
  4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

3. Kopiowanie / wklejanie linii programu – Copy

Podczas pisania programu dla robotów przemysłowych często wykorzystujemy te same instrukcje, a nawet te same punkty. Dzięki rozbudowanej instrukcji kopiowania można ułatwić realizację wykonywanego zadania.

1. Na początku należy podjąć decyzję, którą linię lub szereg linii chcemy skopiować.

Jeżeli jedna linia programu ma zostać skopiowana, to należy ustawić na jej numerze kursor. Np. kopiujemy linię 2, więc ustawiamy na niej kursor.

Jeżeli trzeba skopiować kilka linii następujących po sobie, kursor ustawiamy na pierwszej lub ostatniej linii tego fragmentu.

2. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

3. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     2/5

  1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
  2:J @P[2] 100% CNT100
  3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
  4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     2/5

  1:L @P[1] 100mm/sec
  2:J @P[2] 100% CNT1
  3:L @P[3] 100mm/sec
  4:L @P[4] 500mm/sec
[End]

[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

1 Insert

2 Delete

3 Copy

4 Find

5 Replace

6 Renumber

7 Comment

8 Undo

4. Za kopiowania linii odpowiada instrukcja Copy. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

- a) kursorem wybiera się instrukcję Copy i zatwierdza klawiszem ENTER,
- b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 3.

5. Po wykonaniu 4 operacji należy wykonać następujące czynności:

- a) Jeżeli skopiowana ma zostać tylko jedna linia programu, należy kursor ustawić na jej numerze. Np. Kopiujemy linie numer 2.

W celu zatwierdzenia instrukcji należy wcisnąć klawisz F2 (COPY).

- b) Jeżeli skopiowany ma być szereg instrukcji, to za pomocą kursorów zaznacza się kolejne linie. Np. Zaznaczona była linia 2, skopiowane mają zostać linie 2 – 4, więc przesuwa się kursorem w dół. Jeżeli skopiowane miałyby być linie 1 – 2, to należałoby zaznaczyć je kursorem w górę. Ostatecznie potwierdza się tą operację wybierając F2 (COPY).

6. Ostatnim krokiem jest wklejenie skopiowanych instrukcji.

Należy podjąć decyzję, w którym miejscu zostaną umieszczone zapamiętane dane i przejść do tego miejsca za pomocą kursora.

Instrukcje zostaną dodane nad zaznaczoną instrukcją.

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     2/5

  1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
  2:J @P[2] 100% CNT100
  3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
  4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

Select lines
      COPY                                     PASTE
```

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     4/5

  1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
  2:J @P[2] 100% CNT100
  3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
  4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

Move cursor to select range
      COPY                                     PASTE
```

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     5/5

  1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
  2:J @P[2] 100% CNT100
  3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
  4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]

Paste before this line ?
      LOGIC  POS-ID  POSITION CANCEL>
```

Np. Jeżeli skopiowana linia ma być ostatnią w programie, należy kursorem zaznaczyć linię [End].

W celu zatwierdzenia instrukcji należy wcisnąć klawisz F5 (PASTE).

Operacja wklejania skopiowanych instrukcji w języku programowania robotów firmy FANUC Robotics jest bardzo rozbudowana. Składa się ona z dwóch grup:

a) wstawianie instrukcji w tej samej kolejności (rys. 34):

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     1/5

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]
Paste before this line ?
      LOGIC  POS-ID  POSITION CANCEL>
```

Rys. 34. Operacja wklejania instrukcji w tej samej kolejności

1. LOGIC (F2) – zostaną skopiowane instrukcje bez informacji o pozycji,

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     8/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:J P[...] 100% CNT100
6:L P[...] 100mm/sec CNT100
7:L P[...] 500mm/sec FINE
[End]
[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

2. POS-ID (F3) – zostaną skopiowane instrukcje wraz z wartościami pozycji, ale numeracja punktów zostanie niezmieniona,

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     8/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:J @P[2] 100% CNT100
6:L @P[3] 100mm/sec CNT100
7:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]
[ INST ]                                     [EDCMD]>
```

3. POSITION (F4) – zostaną skopiowane instrukcje wraz z wartościami pozycji, ale numeracja punktów zostanie zmieniona na kolejne wolne numery,

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     8/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:J @P[5] 100% CNT100
6:L @P[6] 100mm/sec CNT100
7:L @P[7] 500mm/sec FINE
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

4. CANCEL (F5) – anulowanie operacji wklejania.

b) wstawianie instrukcji w odwrotnej kolejności (rys. 35):

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     1/5

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
[End]
Paste reversed order before this line ?
R-LOGIC R-POS-ID RM-POS-ID R-POS RM-POS>
```

Rys. 35. Operacja wklejania instrukcji w odwrotnej kolejności

1. R-LOGIC (F1) – zostaną skopiowane instrukcje bez informacji o pozycji i wklejone w odwrotnej kolejności,

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:L P[...] 500mm/sec FINE
6:L P[...] 100mm/sec CNT100
7:J P[...] 100% CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

2. R-POS_ID (F2) – zostaną skopiowane instrukcje wraz z wartościami pozycji, ale numeracja punktów zostanie niezmienniona, wklejone w odwrotnej kolejności,

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                    5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:L @P[4] 500mm/sec FINE
6:L @P[3] 100mm/sec CNT100
7:J @P[2] 100% CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

3. RM-POS-ID (F3) – zostaną skopiowane do pamięci zaznaczone instrukcje, ale numeracja punktów zostanie niezmienniona. Typ ruchu, prędkość ruchu, rodzaj zakończenia i dodatkowe parametry instrukcji ruchu zostaną tak zmienione, aby ruch wykonywał się przeciwnie do wykonywanego ruchu zapisanego wcześniej w pamięci.

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                    5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:L @P[4] 500mm/sec FINE
6:L @P[3] 500mm/sec CNT100
7:L @P[2] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

4. R-POS (F4) – zostaną skopiowane instrukcje wraz z wartościami pozycji, ale numeracja punktów zostanie niezmienniona, wklejone w odwrotnej kolejności,

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                    5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:L @P[7] 500mm/sec FINE
6:L @P[6] 100mm/sec CNT100
7:J @P[5] 100% CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

5. RM-POS (F5) – zostaną skopiowane do pamięci zaznaczone instrukcje, numeracja punktów zostanie zmieniona na kolejne wolne numery. Typ ruchu, prędkość ruchu, rodzaj zakończenia i dodatkowe parametry instrukcji ruchu zostaną tak zmienione, aby ruch wykonywał się przeciwnie do wykonywanego ruchu zapisanego wcześniej w pamięci.

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                    5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:L @P[7] 500mm/sec FINE
6:L @P[6] 500mm/sec CNT100
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

Operacja wklejania może być powtarzana wiele razy. W każdym przypadku zostaną wklejone ostatnio zapamiętane instrukcje. Zakończenie operacji Copy/Paste następuje po wciśnięciu klawisza Prev.

4. Wyszukiwanie instrukcji lub parametru instrukcji - Find

Często zdarza się, że po napisaniu programu chcemy sprawdzić gdzie wystąpiła dana wartość, instrukcja. W tym celu oczywiste jest wykorzystanie instrukcji wyszukiwania.

1. Pierwszym krokiem jest podjęcie decyzji jaką informację chce się uzyskać.

Np. Wyszukanie informacji, w którym miejscu programu występuje wyjście robota o numerze 1 (RO[1]).

```
PRG_1 LINE 0 T2 ABORTED
PRG_1 JOINT 100 %
1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: RO[1]=ON
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ] [EDCMD]>
```

2. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

```
PRG_1 LINE 0 T2 ABORTED
PRG_1 JOINT 100 %
1/8

1:L @P[1] 100mm/sec
2:J @P[2] 100% CNT1
3:L @P[3] 100mm/sec
4:L @P[4] 500mm/sec
5: RO[1]=ON
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec
[End]
[ INST ] [EDCMD]>
```

1 Insert
2 Delete
3 Copy
4 Find
5 Replace
6 Renumber
7 Comment
8 Undo

3. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

4. Za wyszukiwanie instrukcji odpowiada instrukcja Find. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

a) kursorem wybiera się instrukcję Find i zatwierdza klawiszem ENTER,

b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 4.

5. Po wykonaniu 4 operacji pojawia się na górze wyświetlacza menu, z którego wybiera się rodzaj instrukcji, której poszukujemy.

Np. Szukana jest informacja o wyjściu robota, więc wybiera się opcję I/O.

Można wybrać ją w dwojaki sposób:

- a) kursorem wybiera się instrukcję I/O i zatwierdza klawiszem ENTER,
- b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 2.

6. Zostaje otworzone podmenu opcji I/O. W niej kolejny raz wybiera się interesującą opcję.

Np. Szukana jest informacja o wyjściu RO.

Można wybrać je w dwojaki sposób:

- a) kursorem wybiera się instrukcję RO [] i zatwierdza klawiszem ENTER,
- b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 3.

7. W kolejnym kroku należy wpisać numer wyjścia i zatwierdzić klawiszem ENTER.

Np. Interesuje nas numer 1.

```
Select Find menu JOINT 100 %
1 Registers          5 JMP/LBL
2 I/O                6 Miscellaneous
3 IF/SELECT          7 CALL
4 WAIT              8 ---next page---
PRG_1
1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: RO[1]=ON
Find item
```

```
Select Find item JOINT 100 %
1 DO[ ]             5 GO[ ]
2 DI[ ]             6 GI[ ]
3 RO[ ]             7 SO[ ]
4 RI[ ]             8 ---next page---
PRG_1
1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: RO[1]=ON
Find item
```

```
PRG_1 LINE 0 T2 ABORTED
PRG_1 JOINT 100 %
1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: RO[1]=ON
Enter index value 1
```

8. Efektem końcowym jest wskazanie przez kursor pierwszego wystąpienia interesującej informacji.

Jeżeli zależy programiście na wyszukaniu kolejnych miejsc, gdzie znajduje się dana instrukcja należy wybrać opcję NEXT (klawisz F4).

W celu wyjścia z opcji wyszukiwania wybiera się EXIT (klawisz F5).

```

PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:  RO[1]=ON
6:  WAIT  3.00(sec)
Find item
                                     NEXT  EXIT

```

5. Zamiana instrukcji w programie – Replace

Podczas sprawdzania napisanego programu czasem użytkownik stwierdza, że daną czynność można wykonać w inny sposób lub za pomocą innej instrukcji. W tym celu wykorzystuje się opcję zamiany instrukcji, parametru w programie. Należy pamiętać, że możliwa jest zamiana instrukcji tylko na instrukcję tego samego typu, np. możemy zamienić jeden rejestr na inny.

1. Na początku należy podjąć decyzję jaką instrukcję chcemy zamienić i na jaką inną.

Np. Zamienienie wyjścia robota RO[1] na wyjście cyfrowe DO[2].

```

PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:  RO[1]=ON
6:  WAIT  3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ]                                     [EDCMD]>

```

2. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

```

PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     1/8

1:L @P[1] 100mm/sec
2:J @P[2] 100% CNT1
3:L @P[3] 100mm/sec
4:L @P[4] 500mm/sec
5:  RO[1]=ON

1 Insert
2 Delete
3 Copy
4 Find
5 Replace
6 Renumber
7 Comment
8 Undo
+-----+
[ INST ]                                     [EDCMD]>

```

3. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

4. Za zmianę instrukcji odpowiada instrukcja Replace. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

- a) kursorem wybiera się instrukcję Replace i zatwierdza klawiszem ENTER,
- b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 5.

5. Po wykonaniu 4 operacji pojawia się na górze wyświetlacza menu, z którego wybiera się rodzaj instrukcji, która jest szukana.

Np. Szukana jest informacja o wyjściu robota, więc należy wybrać opcję I/O.

Można wybrać ją w dwojaki sposób:

- a) kursorem wybiera się instrukcję I/O i zatwierdza klawiszem ENTER,
- b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 2.

6. Zostaje otworzone podmenu opcji I/O. W niej kolejny raz wybiera się interesującą opcję.

Np. Szukana jest informacja o wyjściu RO.

Można wybrać je w dwojaki sposób:

- a) kursorem wybiera się instrukcję RO [] i zatwierdza klawiszem ENTER,
- b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 3.

```

Select Replac menu      JOINT 100 %
1 Registers              5 CALL
2 Motion modify         6 TIME BEFORE/AFTE
3 I/O                   7
4 JMP/LBL               8
PRG_1
                                1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: RO[1]=ON
Select old item

```

```

Select Replac menu      JOINT 100 %
1 Registers              5 CALL
2 Motion modify         6 TIME BEFORE/AFTE
3 I/O                   7
4 JMP/LBL               8
PRG_1
                                1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: RO[1]=ON
Select old item

```


7. W kolejnym kroku należy wpisać numer wyjścia i zatwierdzić klawiszem ENTER.

Np. Interesuje nas numer 1.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     1/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:  RO[1]=ON
Enter index value  1
```

8. Po wykonaniu 7 operacji pojawia się na górze wyświetlacza ponownie podmenu opcji I/O, z którego wybiera się rodzaj instrukcji, której się poszukuje.

Np. Zamiana wyjścia robota na wyjście cyfrowe.

Można wybrać ją w dwojaki sposób:

- kursorem wybiera się opcję DO[] i zatwierdza klawiszem ENTER,
- za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 1.

```
Select Replac item          JOINT 100 %
1 DO[ ]                    5 GO[ ]
2 DI[ ]                    6 GI[ ]
3 RO[ ]                    7 SO[ ]
4 RI[ ]                    8 ---next page---
PRG_1
                                     5/8
1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:  RO[1]=ON
6:  WAIT  3.00(sec)
Select new item
```

9. W kolejnym kroku należy wpisać numer wyjścia i zatwierdzić klawiszem ENTER.

Np. Interesuje nas numer 2.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:  RO[1]=ON
6:  WAIT  3.00(sec)
Enter index value  2
```

10. Użytkownik zostanie zapytany czy:

- ALL (F2) – zamienić wszystkie takie same instrukcje,
- YES (F3) – zamienić daną instrukcję,
- NEXT (F4) – przejść do kolejnej takiej samej instrukcji (można dokonać później zamiany przez wciśnięcie klawisza F3),

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:  RO[1]=ON
6:  WAIT  3.00(sec)
Replace OK ?
          ALL      YES      NEXT  EXIT
```

d) EXIT (F5) - wyjść z opcji zamiany instrukcji.

11. Po zatwierdzeniu zamiany instrukcji można przejść do kolejnej takiej samej wybierając opcję NEXT (klawisz F4) lub wyjść z opcji zamiany wybierając EXIT (klawisz F5).

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     5/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: DO[2]=ON
6: WAIT 3.00(sec)
Search next item?

                                NEXT  EXIT
```

6. Zamiana numeracji punktów w programie – Renumber

Pisząc program zdarza się, że dodano nowe punktu do istniejącego już programu. Niestety nowe pozycje mają przypisany kolejny wolny numer, co powoduje pogorszenie czytelności programu. Można jednak na koniec poprawić tę niedogodność za pomocą instrukcji odpowiedzialnej za przenieumerowanie punktów w programie.

1. Napisany jest program, w którym numery punktów są nieuporządkowane.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     8/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[9] 100% CNT100
3:L @P[25] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: DO[2]=ON
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ]          [EDCMD]>
```

2. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     8/8

1:L @P[1] 100mm/sec
2:J @P[9] 100% CNT1
3:L @P[25] 100mm/se
4:L @P[4] 500mm/sec
5: DO[2]=ON
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec
[End]
[ INST ]          [EDCMD]>
```

- 1 Insert
- 2 Delete
- 3 Copy
- 4 Find
- 5 Replace
- 6 Renumber
- 7 Comment
- 8 Undo

3. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

4. Za przenumrowanie punktów odpowiada instrukcja Renumber. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

a) kursorem wybiera się instrukcję Renumber i zatwierdza klawiszem ENTER,

b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 6.

5. Po wykonaniu 4 operacji użytkownik jest pytany czy na pewno chce zmienić numerację.

Jeżeli chce zmienić numerację wybiera YES (klawisz F4).

Jeżeli rezygnuje ze zmiany numeracji wybiera NO (klawisz F5).

6. W przypadku wyrażenia zgody na przenumrowanie punktów otrzymuje się czytelny program.

Przenumerowanie polega na zamianie numerów punktów w kolejności rosnącej.

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     8/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[9] 100% CNT100
3:L @P[25] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: DO[2]=ON
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
Renumber OK ?                      YES      NO
```

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     8/8

1:L @P[1] 100mm/sec CNT100
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: DO[2]=ON
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

7. Wyświetlanie oraz ukrywanie komentarzy dotyczących rejestrów w programie

W celu ułatwienia programowania dodaje się komentarze do poszczególnych instrukcji. W przypadku oprogramowania robota przemysłowego możemy dodać komentarz np. do rejestru lub punktu. Przydatna jest również opcja ukrywania komentarzy, aby program bym przejrzysty. Instrukcja Comment nie ma wpływu na komentarze związane z punktami, dotyczy tylko rejestrów.

1. Napisany jest program, w którym wyświetlony jest komentarz dla punktu.

```
PRG_1 LINE 0 T2 ABORTED
PRG_1 JOINT 100 %
1/8

1:L @P[1:START] 100mm/sec FINE
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: R[1]=R[2]+3
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]

[ INST ] [EDCMD]>
```


2. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

3. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

```
PRG_1 LINE 0 T2 ABORTED
PRG_1 JOINT 100 %
1/8

1:L @P[1:START] 100
2:J @P[2] 100% CNT1
3:L @P[3] 100mm/sec
4:L @P[4] 500mm/sec
5: R[1]=R[2]+3
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec
[End]

[ INST ] [EDCMD]>
```



4. Za pokazywanie / ukrywanie komentarzy odpowiada instrukcja Comment. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

a) kursorem wybiera się instrukcję Comment i zatwierdza klawiszem ENTER,

b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 7.

5. Po wykonaniu 4 operacji zostaje wyświetlony komentarz związany z rejestrem numer 1.

```
PRG_1 LINE 0 T2 ABORTED
PRG_1 JOINT 100 %
1/8

1:L @P[1:START] 100mm/sec FINE
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: R[1:STOP]=R[2]+3
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]

[ INST ] [EDCMD]>
```

8. Cofanie ostatniej wykonanej operacji w programie

Ostatnią opcją w menu programu jest cofanie ostatnie wykonanej operacji. Należy zwrócić uwagę, że raz cofniętej czynności nie można później powtórzyć, więc trzeba się zastanowić przed jej wykonaniem.

1. Napisany bazowy program, który ma 7 instrukcji.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                1/8

1:L @P[1:START] 100mm/sec FINE
2:J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5:  R[1]=R[2]+3
6:  WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

2. Zostają usunięte linie 2 – 5 za pomocą instrukcji Delete.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                2/4

1:L @P[1:START] 100mm/sec FINE
2:  WAIT 3.00(sec)
3:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

3. W przypadku gdy na wyświetlaczu nie jest widoczny drugi ekran menu, to należy wcisnąć klawisz NEXT, aż pojawi się w dolnym prawym rogu napis [EDCMD].

4. W celu rozwinięcia opcji [EDCMD] powinno się wcisnąć klawisz F5.

5. Za cofnięcie ostatniej czynność odpowiada instrukcja Undo. Można wybrać ją w dwojaki sposób:

a) kursorem wybiera się instrukcję Undo i zatwierdza klawiszem ENTER,

b) za pomocą klawiatury numerycznej wybiera się 8.

```
PRG_1          LINE 0      T2 ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                2/4

1:L @P[1:START] 100
2:  WAIT 3.00(sec)
3:L @P[5] 100mm/sec
[End]
[ INST ]                      [EDCMD]>
```

```
1 Insert
2 Delete
3 Copy
4 Find
5 Replace
6 Renumber
7 Comment
8 Undo
```

6. Po wykonaniu 5 operacji użytkownik pytany jest czy na pewno cofnąć wykonanie opcji Delete.

Jeżeli chce ją cofnąć wybiera YES (klawisz F4).

Jeżeli rezygnuje z jej cofnięcia wybiera NO (klawisz F5).

7. W przypadku wyrażenia zgody na cofnięcie opcji Delete, zostają wstawione usunięte instrukcje programu program.

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     2/4

1:L @P[1:START] 100mm/sec FINE
2: WAIT 3.00(sec)
3:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]

Undo?(Delete)          YES      NO
```

```
PRG_1          LINE 0      T2  ABORTED
PRG_1          JOINT 100 %
                                     2/8

1:L @P[1:START] 100mm/sec FINE
2: J @P[2] 100% CNT100
3:L @P[3] 100mm/sec CNT100
4:L @P[4] 500mm/sec FINE
5: R[1]=R[2]+3
6: WAIT 3.00(sec)
7:L @P[5] 100mm/sec CNT100
[End]

[ INST ]          [EDCMD]>
```

Literatura:

- [1] Kaźmierczak A.: *Programowanie robotów przemysłowych firmy FANUC Robotics za pomocą Teach Pendanta*, Pracownia Maszyn i Robotów, Studium Politechniczne, WFAiIS, UMK, 2009
- [2] Dokumentacja techniczna robota firmy FANUC Robotics Arc Mate 100i
- [3] Dokumentacja techniczna robota firmy FANUC Robotics LR Mate 200iB

Informacja o prawach autorskich

O ile nie zaznaczono inaczej, rysunki i teksty pochodzą z pierwszej pozycji podanej w literaturze. Niniejsze opracowanie stanowi pomoc do wykładu „Podstawy Robotyki”.