ROBOCHALLENGE

Zrobotyzowana obsługa maszyn

Spis treści:

1. Elementy stanowiska
2. Opis sytuacji
3. Ocena zadania
4. Opis zadania
   3.1. Napisanie makra do otwierania imadła obrabiarki
   3.2. Nauka pobrania obrobionego elementu z frezarki
   3.3. Nauka odstawienia detalu z przyssawki do obrabiarki i bezpiecznego odjazdu do paletyzacji
   3.4. Napisanie podprogramów „D1ENTRY” oraz „D1EXIT” zapewniających bezpieczny wjazd, wyjazd oraz rozpoczęcie pracy obrabiarki
5. Budowa programu
6. Procedura uruchamiania programu głównego
7. Lista wybranych sygnałów

1. Elementy stanowiska

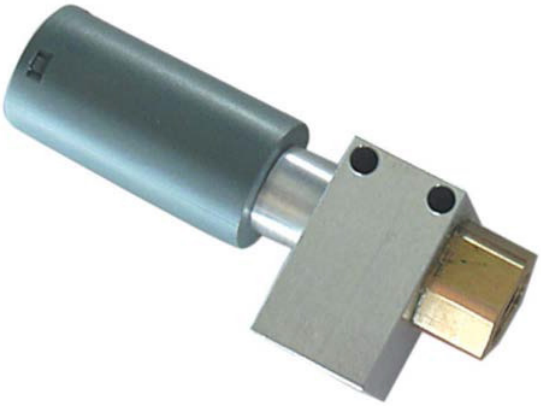
- **Robot Fanuc CRX-10iA zamontowany na postumencie**

- **Pionowe 3 osiowe centrum obróbcze FANUC ROBODRILL α-D21MiB5**

- **System wizyjny 3DV/400**

- **Chwytak SCHUNK CO-ACT EGP-C 40**

- **Eżektor Coval GVR10S wraz przyssawką φ14mm**



2. Opis sytuacji

Pewna firma produkcyjna zakupiła stanowisko z robotem współpracującym. Zadaniem robota w tym zakładzie jest wspomaganie człowieka w różnych procesach produkcyjnych. Aktualnie zakład potrzebuje wsparcia robota na stanowisku obróbki. Firma integratorska w której jesteś pracownikiem została poproszona o pomoc w uruchomieniu aplikacji. Zostałeś oddelegowany do końcowej konfiguracji stanowiska.

Zajmij się tym, powodzenia!

3. Ocena zadania

Proces oceniania polega na przyznawaniu punktów za zrealizowanie poszczególnych etapów zadania oraz za spełnienie odpowiednich kryteriów.

• Realizacja etapów zadania

→ Stworzenie makra do otwierania imadła obrabiarki– 1 pkt
→ Nauka pobrania obrobionego elementu z frezarki – 1 pkt
→ Nauka odstawienia detalu z przyssawki do obrabiarki i bezpiecznego odjazdu do paletyzacji – 1 pkt
→ Napisanie podprogramów „D1ENTRY" oraz „D1EXIT" zapewniających bezpieczny wjazd, wyjazd oraz rozpoczęcie pracy frezarki – 1 pkt

• Czas realizacji zadania

W chwili rozpoczęcia wykonywania zadania przez grupę, rozpoczyna się proces odmierzenia czasu. W momencie zgłoszenia końca pracy zapisany zostaje czas wykonania. Drużyna otrzymuje punkty zgodnie z poniższą rozpiską.

→ Ukończenie prac poniżej 30min – 3pkt
→ Ukończenie prac poniżej 35min – 2pkt
→ Ukończenie prac poniżej 40min – 1pkt

• Osiągniecie celu

Zespół otrzymuje 1 pkt, jeśli stworzony program uruchomi frezarkę z podmienionym detalem oraz odstawi wykonany element na znajdującą się na stanowisku tackę. Zadanie należy wykonać wykorzystując oba narzędzia zamontowane na flanszy robota (bez wyjeżdżania z obrabiarki należy pobrać gotowy element i zastąpić go detalem z przyssawki).

4. Opis zadania

Robot wyszukuje za pomocą systemu wizyjnego 3DV elementy przeznaczone do obróbki i przenosi je do frezarki, a gotowe elementy paletyzuje. Aby stanowisko działało poprawnie należy napisać program makro sterujący otwieraniem imadła oraz zaprogramować program ruchowy „D1PUL" odpowiadający za wymianę elementu do obróbki oraz zapewnienie bezpiecznego wjazdu, wyjazdu robota z obrabiarki wraz z przekazaniem sygnału, aby obrabiarka rozpoczęła obróbkę kolejnego detalu. Poniżej znajduje się lista etapów, które zostały już zrealizowane oraz zadania jakie należy wykonać w celu przywrócenia funkcjonalności stanowiska.

Etapy zrealizowane na stanowisku:

→ fizyczny montaż stanowiska
→ wyznaczenie punktów TCP ssawki, chwytaka oraz skanera 3DV - wyznaczenie User Frame obrabiarki oraz tacki na detale
→ komunikacja robota z frezarką używając Robot Interface
→ konfiguracja systemu wizyjnego 3DV oraz procesu BinPickingu elementów z koszyka
→ program do odkładania gotowych detali

Etapy do zrealizowania w ramach zadania:

3.1. Stworzenie makra do otwierania imadła obrabiarki

Należy napisać program makro „Otworz_Imadlo” otwierający imadło znajdujące się w frezarce. Sterowanie imadłem powinno się odbywać za pomocą impulsu (trwającego około 0,5 sekundy). Wyjście cyfrowe wysyłające sygnał do otwarcia imadła: DO 160.

3.2. Nauka pobrania obrobionego elementu z frezarki

Instrukcje ruchowe powinny być napisane w programie „D1PUL”. Program powinien rozpocząć się od podprogramu „NEARD1”, w którym manipulator przemieści się pod drzwi obrabiarki po przeprowadzeniu procesu wizyjnego i wyjęciu detalu za pomocą ssawki z pojemnika (już napisany). Należy zaprogramować ruchy robota w celu pobrania detalu z imadła za pomocą chwytaka od góry. Instrukcje ruchowe powinny się rozpocząć po komentarzu „! Instrukcje ruchowe” i po podprogramie „D1ENTRY” zapewniający bezpieczny wjazd do obrabiarki.

Opis potrzebnych User Frame i User Tool: User Frame 5 – User Frame znajdujący się na obrabiarce User Tool 2 – User Tool przyssawki
User Tool 3 – User Tool chwytaka User Tool 9 – User Tool skanera 3DV Programy MAKRO służące do obsługi chwytaka, przyssawki oraz imadła:

Open_hand_1

Program MACRO otwierający chwytak współpracujący

Close_hand_1

Program MACRO zamykający chwytak współpracujący

Ssawka_ON

Program MACRO uruchamiający przyssawkę

Ssawka_OFF

Program MACRO wyłączający przyssawkę

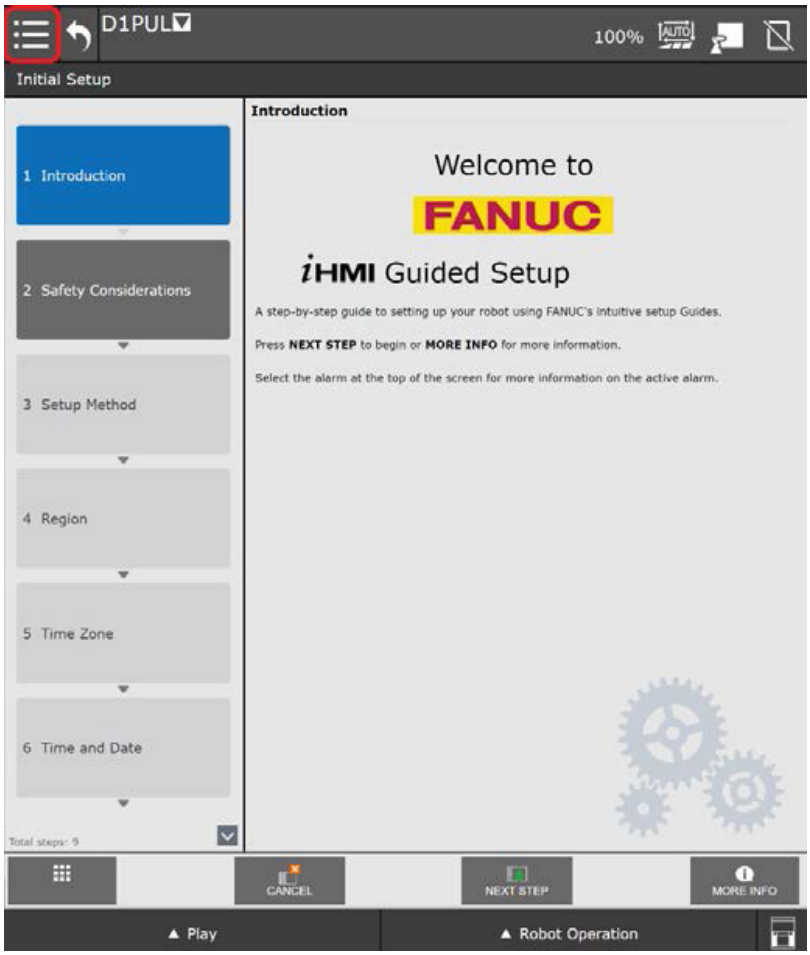
Otworz_Imadlo

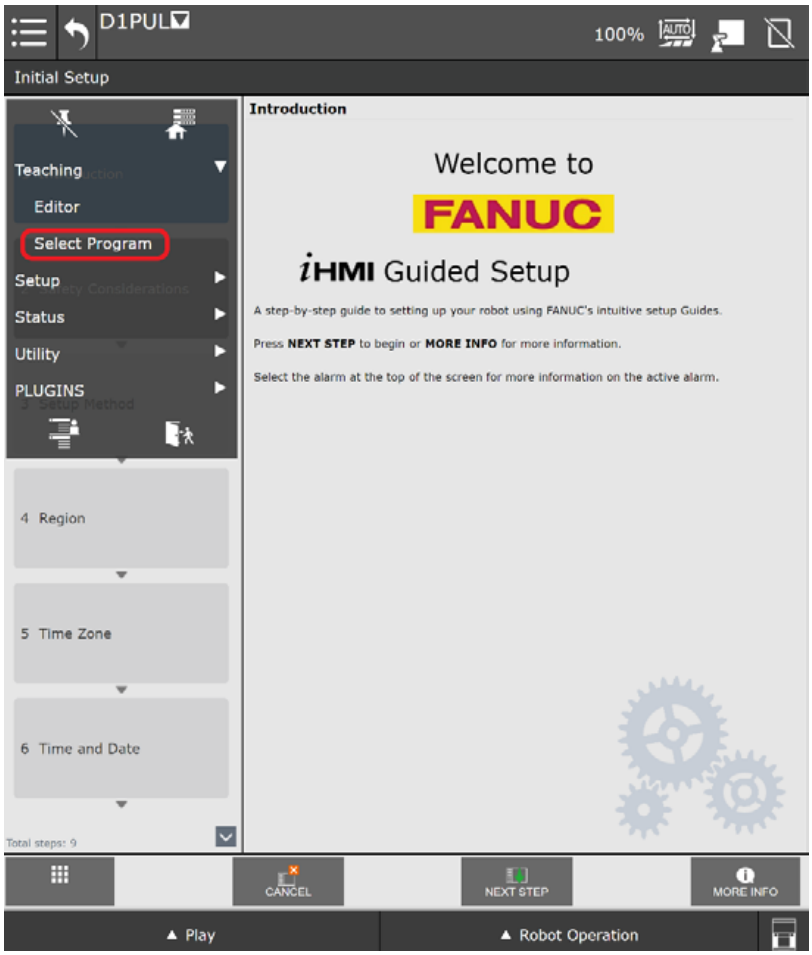
Program MACRO otwierający imadło (tworzony przez uczestnika)

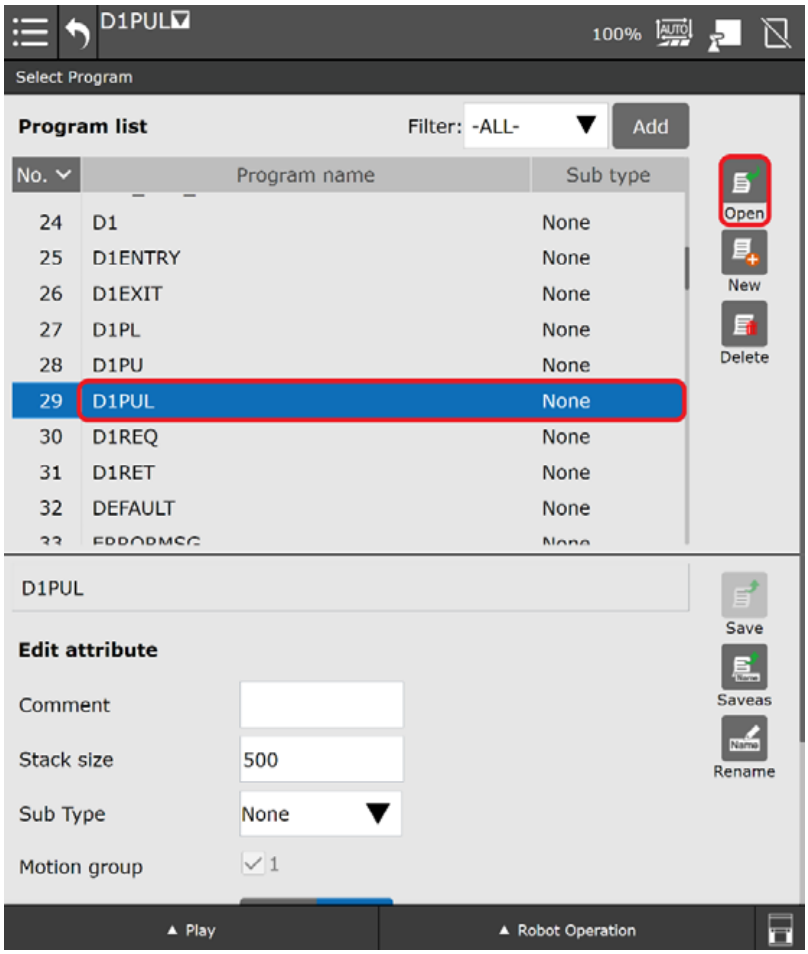
Zamknij_Imadlo

Program MACRO zamykający imadło

Aby wywołać program „D1PUL”:

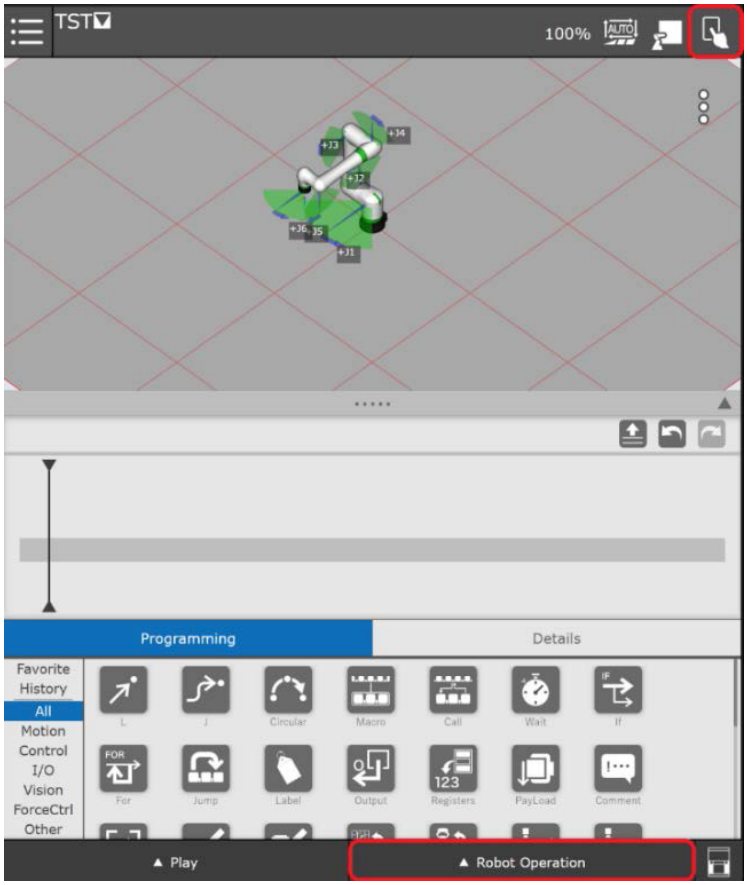




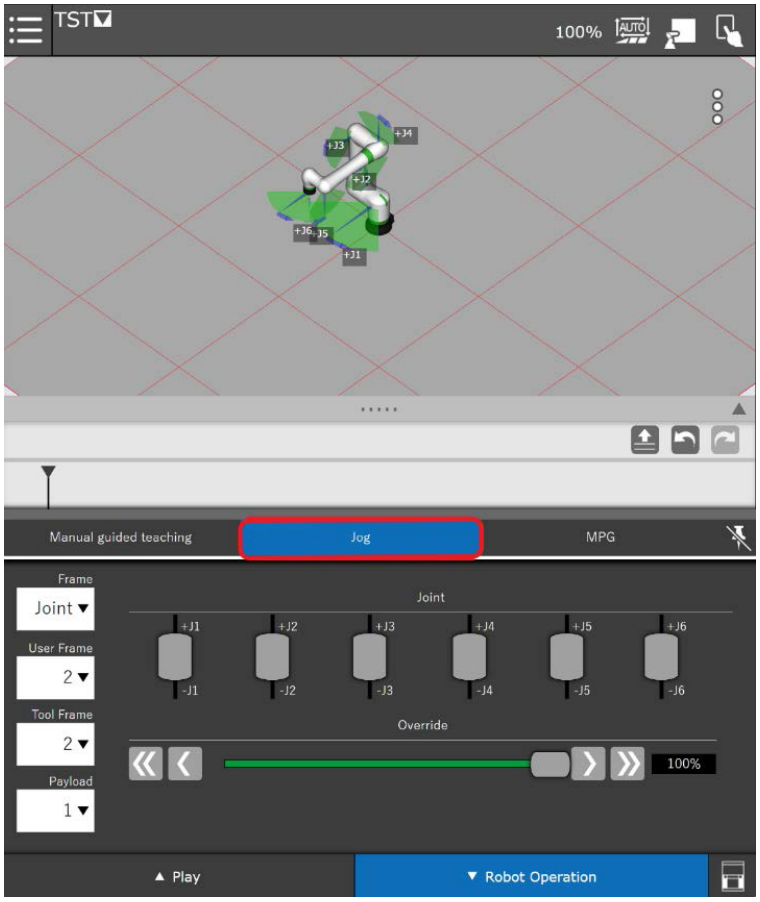


Poruszanie robotem i pisanie programu

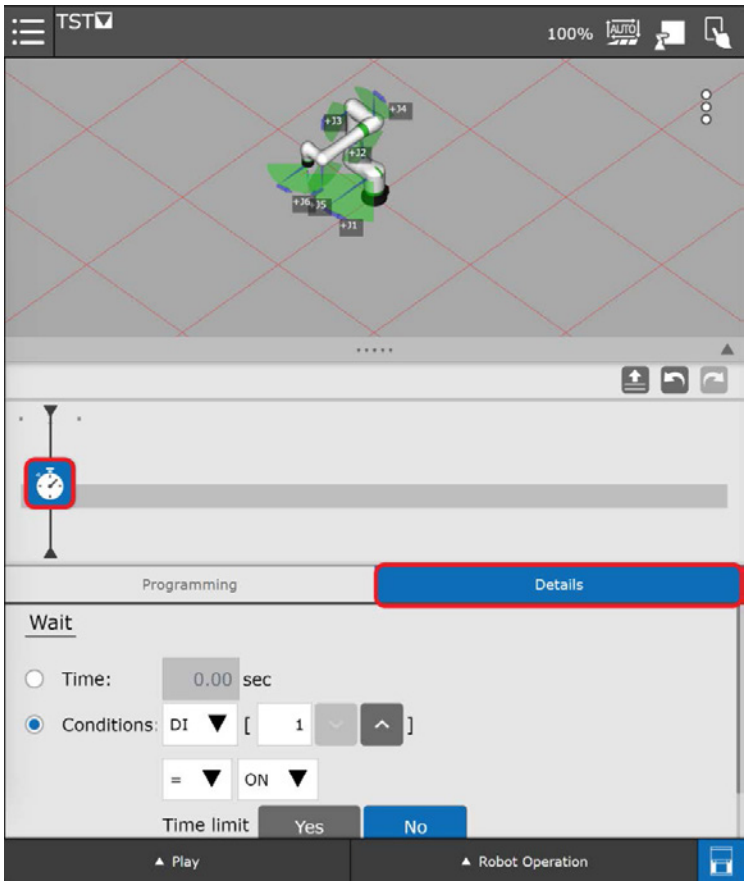
Aby móc poruszać się robotem należy aktywować tablet TP, a poruszanie odbywa się w zakładce „Robot Operation”



W zakładce „Jog” można poruszać robotem, wybrać jego prędkość za pomocą suwaków oraz wybrać układ współrzędnych w jakim manipulator ma się poruszać.



Aby tworzyć programy TP na robocie CRX należy „przeciągnąć” ikony z funkcjami z zakładki „Programming” na pole robocze. Ich konfiguracja znajduje się w zakładce „Details” po zaznaczeniu danej ikony.



Zmiana kolejności instrukcji odbywa się poprzez przeciągniecie ikon w żądane miejsce, a usunięcie instrukcji poprzez przeciągniecie ikony poza pole robocze.

3.3. Nauka odstawienia detalu z przyssawki do obrabiarki i bezpiecznego odjazdu do paletyzacji

Kontynuuj tworzenie trajektorii ruchu w programie edytowanym w podpunkcie 3.2 („D1PUL"). Detal należy odłożyć za pomocą przyssawki od góry, zamykając imadło po odłożeniu elementu, a następnie bezpiecznie wyjechać z obrabiarki zatrzymując się w bezpiecznym miejscu nad stanowiskiem robota (po za frezarką). Program należy zakończyć wywołaniem podprogramu ruchowego „AWAYD1" oraz „D1EXIT".

3.4. Napisanie podprogramów „D1ENTRY" oraz „D1EXIT" zapewniających bezpieczny wjazd, wyjazd oraz uruchomienie cyklu pracy frezarki

Należy napisać dwa podprogramy logiczne. „D1ENTRY", który sprawdzi odpowiednie warunki czy robot może bezpiecznie wjechać do obrabiarki oraz zabezpieczy robota przed ruchami frezarki. Drugi podprogram „D1EXIT", który po wyjeździe z obrabiarki ustawi sygnały informujące o opuszczeniu pola roboczego frezarki przez robota oraz zezwoli na włączenie obróbki. Wszystkie wymagane sygnały znajdują się w rozdziale 7 instrukcji.

5. Budowa programu

Komunikacja pomiędzy robotem, a frezarką została zapewniona dzięki pakietowi opcji Robot Interface służącego do połączenia ze sobą jednego robota i do 4 ROBODRILLI. Pakiet opcji posiada funkcje bezpieczeństwa opartą na FL-NET służącą do zapewnienia bezpieczeństwa całego systemu. Program główny jest stworzony z kilku programów TP oraz 6 programów Macro. Wszystkie zostały wymienione i opisane poniżej.

4.1. PNS0001

Program główny całej aplikacji, zarządza on wyborem odpowiedniej obrabiarki (do jednego robota możemy podłączyć do 4 ROBODRILLI). Następuje inicjalizacja do początkowych wartości programu, podjazd do pozycji oczekiwania na sygnały „WAIT_ANY" oraz decyzja o dalszym przebiegu pracy robota. Programu nie należy modyfikować!

4.2. WAIT_ANY

Program ruchowy służący do podjazdu w kierunku bezpiecznej pozycji w oczekiwaniu na dalsze sygnały od obrabiarki.

4.3. D1

Program do obsługi pierwszej frezarki. Wywołuje podprogramy służące do odbierania i wysyłania sygnałów do frezarki („D1REQ" i „D1RET"). W zależności od sygnałów z obrabiarki

odbiera i załadowuje następny detal, załadowuje lub odbiera gotowy element. Następnie przystępuje do paletyzacji. Programu nie należy modyfikować!

4.4. D1REQ

Program logiczny bazujący na żądaniach od obrabiarki, który sprawdza czy frezarka oczekuje na załadunek/rozładunek i decyduje o następnych działaniach robota. Programu nie należy modyfikować!

4.5. D1RET

Program logiczny, który wysyła sygnały zwrotne do frezarki. Robot zawiadamia czy prawidłowo obsłużył maszynę. Programu nie należy modyfikować!

4.6. BASPICK

Program, który pobiera elementy z koszyka za pomocą wizji 3DV. Programu nie należy modyfikować!

4.7. D1PUL (D1 Part Unload/Load)

Program ruchowy robota, który odpowiada za pobranie elementu gotowego i zamienienie go elementem przeznaczonym do obróbki. W trakcie programu system sprawdza czy może już pobrać element gotowy z obrabiarki oraz po zakończeniu wymiany części wysyła sygnał, że obrabiarka może zacząć wykonywać swoją pracę.

4.8. NEARD1

Program ruchowy odpowiadający za podjazd przed drzwi pierwszej frezarki.

4.9. AWAYD1

Program ruchowy odpowiadający za odjazd od pierwszej frezarki.

4.10. PALPLACE

Program ruchowy odpowiadający za odkładanie gotowych elementów na przygotowaną tackę. Programu nie należy modyfikować!

4.11. NEARPAL

Program ruchowy odpowiadający za podjazd w okolice tacki. Programu nie należy modyfikować!

4.12. Open_hand_1

Program MACRO otwierający chwytak współpracujący

4.13. Close_hand_1

Program MACRO zamykający chwytak współpracujący

4.14. Ssawka_ON

Program MACRO uruchamiający przyssawkę

4.15. Ssawka_OFF

Program MACRO wyłączający przyssawkę

4.16. Otworz_Imadlo

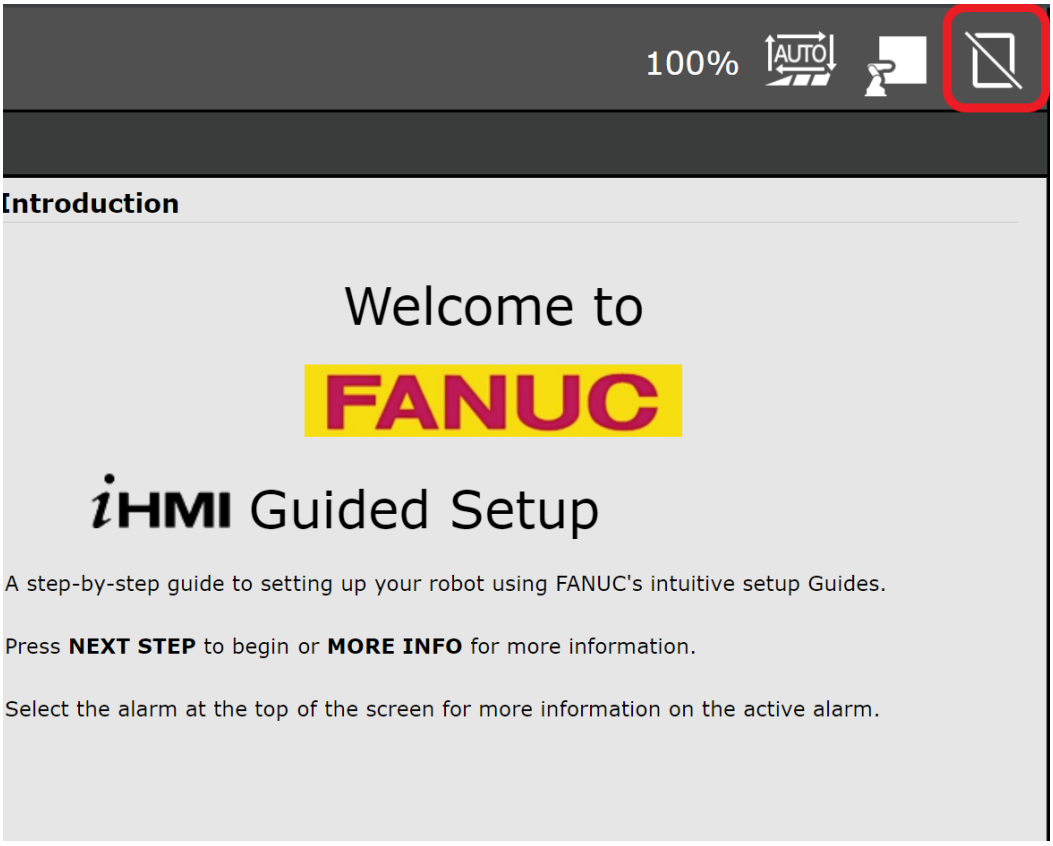
Program MACRO otwierający imadło

4.17. Zamknij_Imadlo

Program MACRO zamykający imadło

6. Procedura uruchamiania programu głównego

Aby uruchomić program główny „PNS0001” należy powrócić robotem do pozycji referencyjnej uruchamiając program „HOME”, przełączyć robota w tryb AUTO oraz poprosić operatora obrabiarki o uruchomienie cyklu automatycznego.



7. Lista wybranych sygnałów

Fragment z instrukcji „Robot Interface 2 Function Operator's Manual" (B-85524EN-4/02)
Signa
ls output from the robot controller to ROBODRILL 1

Robot signal No.	ROBODRILL PMC address	Robot I/O comment	Number of signals
DO[1]	R7216.0	SERVICE OK (RBT)	1
DO[2]	R7216.1	IN SERV. TO FRD1	1
DO[3]	R7216.2	CYCLE STOP OK	1
DO[4]	R7216.3	SYSTEM STOP OK	1
DO[5]	R7216.4	SIDE GATE CLOSE LOCK	1
DO[6]	R7216.5	FRONT GATE CLOSE LOCK	1
DO[7]	R7216.6	REF.POINT RTN OK	1
DO[8]	R7216.7	Robot Assigned	1
DO[9]	R7217.0	SIDE GATE OPEN Req.	1
DO[10]	R7217.1	SIDE GATE CLOSE Req.	1
DO[11]	R7217.2	FRONT GATE OPEN Req.	1
DO[12]	R7217.3	FRONT GATE CLOSE Req.	1
DO[13]	R7217.4	L/UL POS Return Req.	1
DO[14]	R7217.5	Parts Count Up	1
DO[15]	R7217.6	Cycle Stop Req.	1

SERVICE OK (RBT)
[Robot] Output a pulse of this signal for at least 200 ms when the robot receives the SERVICE REQUEST signal from the ROBODRILL, performs the service, and then gets away from the zone where interference with the ROBODRILL may occur. Then, the ROBODRILL starts machining.
[ROBODRILL] When ROBODRILL receives this signal:
→ The side door is closed.
→ Turns the SERVICE REQUEST signal off.
→ Starts the next operation.

IN SERV. TO FRD1
[Robot] When the robot is in the interference zone of the ROBODRILL during automatic opera--tion, keep
this signal on.
[ROBODRILL] When this signal is on, the following operations are disabled:
→ Start of automatic operation and MDI operation
→ Tool change
→ Spindle rotation
→ Jog feed operation (not during teaching)

CYCLE STOP OK
[Robot] When the CYCLE STOP REQ. signal is input from the ROBODRILL, output a pulse of this signal for at least 200 ms after the completion of the service.
[ROBODRILL] When ROBODRILL receives this signal:
→ The side door is closed.
→ Turns the SERVICE REQUEST signal off.
→ Does not start the next operation.

SYSTEM STOP OK
[Robot] When the SYSTEM STOP REQ. signal is input from the ROBODRILL, output a pulse of this
signal for at least 200 ms after the completion of the service.
[ROBODRILL] When ROBODRILL receives this signal:
→ The side door is closed.
→ Turns the SERVICE REQUEST signal off.
→ Does not start the next operation.

SIDE GATE CLOSE LOCK
[Robot] If you want to disable closing of the side door when the robot is in the zone where inter--ference
with the ROBODRILL may occur, output this signal.
[ROBODRILL] When this signal is on, side door close operation is disabled.

FRONT GATE CLOSE LOCK
This signal is used for the ROBODRILL with an automatic front door. The signal has the same function as SIDE GATE CLOSE LOCK.

REF.POINT RTN OK
[Robot] When the robot is in a safe zone for reference return, output this signal.
[ROBODRILL] When this signal is on, robot reference return on the [Robot Manual Operation] screen is enabled.
Robot Assigned
When this signal is turned on, the robot arm icon on the ROBODRILL screen turns to the corre--sponding ROBODRILL. Embed instructions which turn this signal on and off in the robot PNS program.

SIDE GATE OPEN Req.
When this signal is turned on, the side door of the corresponding ROBODRILL is opened, only if the opening of the door is enabled.

SIDE GATE CLOSE Req.
When this signal is turned on, the side door of the corresponding ROBODRILL is closed, only if the closing of the door is enabled.

FRONT GATE OPEN Req.
When this signal is turned on for a ROBODRILL with an automatic front door, the front door of the corresponding ROBODRILL is opened, only if the opening of the door is enabled.

FRONT GATE CLOSE Req.
When this signal is turned on for a ROBODRILL with an automatic front door, the front door of the corresponding ROBODRILL is closed, only if the closing of the door is enabled.

L/UL POS Return Req.
This signal is reserved for future extension.

Parts Count Up
Outputting a pulse of this signal can increment the production counter of the corresponding RO--BODRILL.
Use this signal by embedding required instructions in the robot PNS program. The pulse width shall be at least 100 ms and pulse interval is at least 2 s.

Cycle Stop Req.
Use this signal to request cycle stop from the robot controller to the ROBODRILL.

Signals output from ROBODRILL 1 to the robot controller

Robot signal No.	ROBODRILL PMC address	Robot I/O comment	Number for signals
DI[1]	R7300.0	SERVICE REQUEST	1
DI[2]	R7300.1	WORK INSTALL.REQ	1
DI[3]	R7300.2	WORK REMOV. REQ.	1
DI[4]	R7300.3	NOTICE OF M30/M02	1
DI[5]	R7300.4	CYCLE STOP REQ.	1
DI[6]	R7300.5	SYSTEM STOP REQ.	1
DI[7]	R7300.6	ALARM (FRD)	1
DI[8]	R7300.7	SIDE GATE OPEN	1
DI[9]	R7301.0	WORK L/UL POS	1
DI[10]	R7301.1	FRONT GATE OPEN	1
DI[11]	R7301.2	ROBODRILL Power On	1

SERVICE REQUEST
[Robot] The ROBODRILL outputs this signal to the robot as a request to install or remove the workpiece.
[ROBODRILL] This signal is on when the ROBODRILL satisfies all the following conditions:
→ M6, M02, or M30 is being executed.
→ The side door is open (open end).
→ The axes of the ROBODRILL are at the workpiece exchange position.
This signal is turned off when:
→ The robot outputs the SERVICE OK (RBT) signal.
→ The <reset> button on the ROBODRILL is pressed.
→ The emergency stop button is pressed.

WORK INSTALL.REQ.
[Robot] The ROBODRILL requests workpiece installation (the robot does not perform work-piece removal).
[ROBODRILL] This signal is on when the ROBODRILL satisfies all the following conditions:
→ M61 is issued first after the System/Stand-alone switch on the ROBODRILL operator's panel is switched from Stand-alone to System.
→ The side door is open (open end).
→ The axes of the ROBODRILL are at the workpiece exchange position.
This signal is turned off when:

→ The robot outputs the SERVICE OK (RBT) signal.
→ The <reset> button on the ROBODRILL is pressed.
→ The emergency stop button is pressed.

WORK REMOV. REQ.
[Robot] The ROBODRILL requests workpiece removal. When this signal is turned on, remove the workpiece and output the CYCLE STOP OK signal (do not install the workpiece).
[ROBODRILL] This signal is on when the ROBODRILL satisfies all the following conditions:
→ When the CYCLE STOP REQ. signal is output, M60 is issued or machining ends (M02 or M30 is issued).
→ The side door is open (open end).
→ The axes of the ROBODRILL are at the workpiece exchange position.

NOTICE OF M30/M02
[Robot] When the ROBODRILL executes the M62 code before the completion of machining, NOTICE
OF M30/M02 is input. The robot can make preparations such as moving to the door before re-ceiving
SERVICE REQUEST according to the NOTICE OF M30/M02 signal.
[ROBODRILL] This signal is turned on when M62 is issued. The signal is turned off when SERVICE REQUEST, WORK INSTALL.REQ., or WORK REMOV. REQ. is output or ROBODRILL pro-gram operation terminates.

CYCLE STOP REQ.
[Robot] This signal is on when a cycle stop request is made by pressing the cycle stop button. This signal
is not used when the WORK REMOV. REQ. signal is used.
[ROBODRILL] This signal is turned on when the [Cycle Stop] key on the [Robot Interface 2] screen is pressed. The signal is turned off when the cycle stop key is pressed again or the CY-CLE STOP OK signal is output from the robot.

SYSTEM STOP REQ.
[Robot] This signal is turned on when a system stop request is made by pressing the system stop button.
[ROBODRILL] This signal is turned on when the [System Stop] key on the [Robot Interface 2] screen is pressed. The signal is turned off when the SYSTEM STOP OK signal is output from the robot.

ALARM (FRD)
This signal is on when the ROBODRILL is in the alarm state.

SIDE GATE OPEN
This signal is on when the side door is open.

WORK L/UL POS
This signal is on when the axes of the ROBODRILL are at the specified workpiece exchange po-sition.

FRONT GATE OPEN
This signal is on when the front door is open.

ROBODRILL Power On
This signal is on when the power to the ROBODRILL is on.