

Akademia Techniczno-Humanistyczna  
Wydział Budowy Maszyn i Informatyki  
Specjalność:.....  
Semestr:.....  
Rok akademicki: .....

Data ćwiczenia:.....

## **Temat: Pomiary laserowe na obrabiarkach i robotach**

Program do sortowania części z wykorzystaniem  
roboty Motoman i lasera pomiarowego Keyence LK-  
G5000

**Wykonali:**

.....  
.....  
.....  
.....

## ***Wprowadzenie***

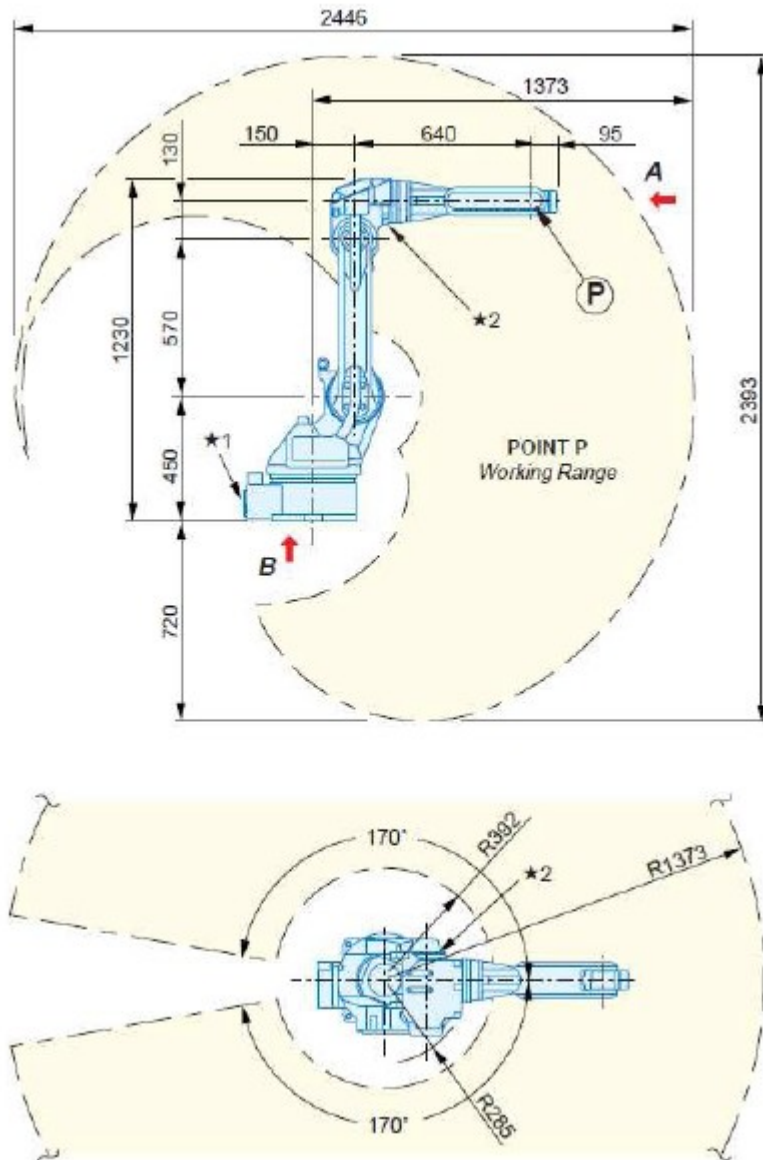
### ***Charakterystyka robota MOTOMAN UP6***

Robot MOTOMAN UP6 jest to sześćoosiowy robot przegubowy o kinematyce PUMA. Robot ten ze względu na swoją funkcjonalność i dokładność wykorzystywany jest przede wszystkim w procesie spawania. Dlatego standardowo w sterowniku znajdują się funkcje obsługujące urządzenia spawalnicze.



**Rys. 1. Robot przemysłowy YASKAWA MOTOMAN UP6**

Napędy robota stanowią zespół sześciu silników prądu zmiennego 3-fazowego wyposażonych w absolutne przetworniki obrotowo-impulsowe sterowane przez serwonapędy. Kombinacja poszczególnych osi wraz z określonymi wymiarami członów robota daje dopuszczalny kształt i rozmiary przestrzeni roboczej.



**Rys. 2. Przestrzeń operacyjna (robocza) robota przemysłowego YASKAWA MOTOMAN UP6**


Sterowanie robotem odbywa się za pomocą panelu operatorskiego zamieszczonego na szafie sterowniczej. Zawiera on główny wyłącznik zasilania, przycisk stopu awaryjnego, przycisk informujący o stanie pracy serwonapędu, lampkę oznaczającą wystąpienie alarmu, przycisk sygnalizujący bezwarunkowe zatrzymanie programu, przycisk rozpoczęcia wykonywania programu oraz przyciski oznaczające pracę w określonym trybie: trybie programowania, trybie pracy automatycznej poprzez urządzenia zewnętrzne, trybie pracy.


Robot wyposażony jest także w panel programisty, który pełni rolę monitora oraz klawiatury jednocześnie. Przy pomocy tego panelu operator może wykonać większość czynności związanych z obsługą i programowaniem robota.





**Rys. 3. Panel operatorski robota przemysłowego YASKAWA MOTOMAN UP6**


Głównymi klawiszami jakimi należy się posługiwać podczas ćwiczenia są:

- 

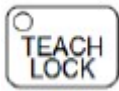
Czterokierunkowy klawisz nawigacyjny służący do poruszania się po menu oraz podczas naciśnięcia razem z przyciskiem SHIFT, do przewijania ekranu.
- 

Klawisz wyboru funkcji.
- 

Klawisz szybkiego wyboru menu głównego. Z klawiszem SHIFT powoduje przejście na wyższy poziom menu.
- 

Klawisz przełączania pomiędzy menu głównym a funkcjami ekranowymi. Z klawiszem SHIFT przełącza aktywne języki menu.
- 

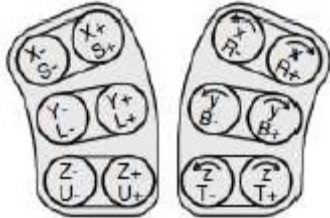
Klawisz przewijania kolejnych ekranów na danym poziomie menu w lewo. Z wciśniętym klawiszem SHIFT przewija w prawo.



Klawisz blokady trybu uczenia.



Lampka kontrolna stanu serwonapędu.



Zestaw 12 przycisków służących do sterowania poszczególnymi osiami robota w zależności od wyboru układu współrzędnych.



Przyciski służące do cyklicznego wyboru zakresu prędkości robota.



Przycisk szybkiego ruchu robota.



Przycisk wyboru układu współrzędnych aktywnego podczas pracy robota.



Aktywność tego przycisku (świecąca dioda) informuje nas, że klawisze sterowania ruchem osi robota odnoszą się do podstawowego zestawu osi, czyli każda para klawiszy steruje jedną osią.



Klawiatura numeryczna.



Przycisk umożliwiający wstawianie instrukcji do programu.



Przycisk umożliwiający modyfikację danych liczbowych, funkcji lub jej opcji.



Usuwanie aktywnej wartości lub instrukcji.



Wprowadzenie aktualnej wartości z bufora edycyjnego do instrukcji.



Zaprzestanie wprowadzania zmian.



Wyświetlenie listy dostępnych funkcji w trakcie edycji programu.



Zmiana działania innych klawiszy.



Przy równoczesnym naciśnięciu INTER LOCK uruchamia program sterujący w jednym z wybranych trybów pracy.



Przy równoczesnym naciśnięciu INTER LOCK uruchamia kolejne bloki programu sterującego zgodnie z ich kolejnością.



Przy równoczesnym naciśnięciu INTER LOCK uruchamia kolejne bloki programu sterującego w odwrotnej kolejności.

Poza opisanymi przyciskami możemy wyróżnić również przycisk blokady trybu uczenia, który znajduje się z tyłu panelu operatorskiego. Jest to przełącznik trójpołożeniowy, który jest aktywny jeśli znajduje się w położeniu środkowym. Pełne dociśnięcie lub jego brak powoduje, że panel jest nieaktywny. Stanowi to zabezpieczenie m. in. przed porażeniem prądem.

Na wyświetlaczy panelu operatorskiego widoczne jest menu główne podzielone na 8 podstawowych pozycji:

- JOB – zarządzanie programami, wybór aktywnego programu, tworzenie i kasowanie programów oraz ich modyfikacja.
- ARC WELDING – ustawienia dotyczące procesu spawania.
- VARIABLE – edycja zmiennych oraz współrzędnych punktów używanych w programach sterujących.
- IN/OUT – obsługa sygnałów wejść/wyjść dyskretnych robota.
- ROBOT – ustawienia dotyczące układów współrzędnych użytkownika, danych narzędziowych, pozycji osi sterowanych numerycznie, punktów referencyjnych itp.
- SYSTEM INFO – diagnostyka systemu, historia komunikatów i alarmów.
- FD/PC CARD – wykonywanie kopii systemu, programów, innych danych oraz ich odtwarzanie poprzez złącza komunikacyjne.
- SETUP – ogólne ustawienia systemu istotne z punktu widzenia programowania, wykonywania programów oraz systemów bezpieczeństwa.

## ***Przebieg ćwiczenia***

Etapy tworzenia programu.

- 1.) Wybranie na sterowniku trybu TEACH.
- 2.) Zapoznanie się z obsługą teach pendant'a.
- 3.) Ustawienie poziomu czułości czujnika kolizji na wartość równą 8 – dla trybu uczenia robota . W przypadku pracy normalnej na 9.
- 4.) Zdefiniowanie układu współrzędnych użytkownika- kartezyjański prawoskrętny układ współrzędnych.
- 5.) Zapisanie pozycji charakterystycznych.

W celu utworzenie oraz modyfikowania nowego programu sterującego należy:

- Z menu głównego wybrać funkcję JOB
- Wybrać opcję CREATE NEW JOB
- Wprowadzić nazwę nowego programu w polu JOB NAME
- Wprowadzić komentarz do programu w polu COMMENT
- Wybrać i zaakceptować klawiszem SELECT.

Przed rozpoczęciem tworzenia programu sterującego należy zdefiniować układ współrzędnych użytkownika w przestrzeni roboczej robota przemysłowego. Definicję układu współrzędnych przeprowadzić należy wykorzystując pomoc prowadzącego ćwiczenie. W jednym z punktów charakterystycznych dotyczących układu współrzędnych użytkownika wybieramy punkt, który będzie punktem startowym programu, a także ustawiamy poziom czułości czujnika zderzenia na 8.

W następnym kroku przechodzimy do pisania programu. Zaprogramowany robot ma za zadanie zlokalizować element, dokonać pomiaru średnicy tego przedmiotu, a następnie posortować kolejne elementy w zależności od ich średnicy.

W celu jednoznacznej identyfikacji elementu w przestrzeni roboczej wykorzystuje się urządzenie pomiarowe współpracujące z robotem przemysłowym. Tym urządzeniem jest laser pomiarowy Keyence LK-G5000. Wykorzystując odpowiednie sygnały podawane z lasera pomiarowego na wejście do robota, robot dokonuje obliczeń charakterystycznych punktów elementu mierzonego, które to następnie zapisuje do zmiennych pozycyjnych oraz zmiennych typu DOUBLE oraz REAL. Program sterujący bazując na przechowywanych wartościach w odpowiednich zmiennych – odwołując się do nich, wykorzystuje przechowywane tam określone wartości do obliczeń arytmetycznych oraz do realizacji instrukcji ruchu członów.

Aby zrealizować cele ćwiczenia, konieczne jest również zapoznanie studentów z charakterystyką i możliwościami lasera pomiarowego.

Ogólną charakterystykę, parametry pracy, sposób ustawienia określonych parametrów pracy lasera pomiarowego w sposób zwięzły przedstawiono w opisie znajdującym się w instrukcji wykonywania ćwiczenia. Studenci realizują ustawienia parametrów pracy lasera pomiarowego wyłącznie pod nadzorem osoby prowadzącej ćwiczenia oraz pracownika technicznego obsługującego laboratorium.

## Ogólna charakterystyka lasera pomiarowego LK-G firmy KEYENCE

### Klasyfikacja pod względem klasy laserowej LK-G przedstawia się następująco:

Tryb montażu: dyfuzyjny

Maksymalna moc: 0.95 mW

Odległość referencyjna: 150 mm

Zakres pomiarowy:  $\pm 40$  mm

Źródło światła:

- a) Typ: czerwony laser półprzewodnikowy,
- b) Długość fali: 655 nm,
- c) Klasa lasera: II,
- d) Maksymalna moc (wyjście): 0.95 mW.

Średnica plamki (w odległości referencyjnej):  $\varnothing 120 \mu\text{m}$

Liniowość:  $\pm 0.02\%$

Powtarzalność: 0.25  $\mu\text{m}$

Cykl próbkowania: 2.55/5/10/20/50/100/200/500/1000  $\mu\text{s}$  (wybór spośród dziewięciu kroków)

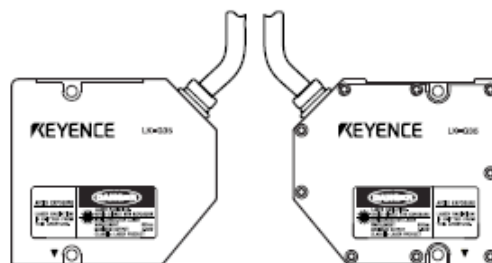
Wahania temperatury: 0.01% of F.S.

Odporność na środowisko:

- a) stopień ochrony: IP67,
- b) światło otoczenia: Żarówka lub świetlówka: 5000 lux max,
- c) temperatura otoczenia: 0 do  $+50$  °C,
- d) wilgotność otoczenia: 35 do 85% RH (bez kondensacji),
- e) odporność na wibracje: 10 do 55 Hz, podwójna amplituda 1.5 mm, 2 godziny dla każdej z osi XYZ.

Materiał: odlew aluminiowy

Waga: wraz z kablem ok. 300g



Rys. 4. Laser pomiarowy LK-G firmy KEYENCE

Producent lasera pomiarowego firma KEYENCE wyposażyła stanowisko pomiarowe w odpowiednie dedykowane oprogramowanie LK-Navigator 2.



LK-Navigator 2 jest programem do konfiguracji parametrów i monitorowania sterownika lasera serii LK-G5000. Poprzez podłączenie komputera i kontrolera lasera używany jest również do konfiguracji parametrów i monitorowania stanu pracy.

- LK-Navigator 2 pozwala na przesyłanie ustawień w kontrolerze do komputera PC, w celu przeglądania i edycji. Posiada wbudowane funkcje kopiowania i wklejania w celu konfiguracji wielu sterowników i ustawień programów, co można zrealizować w krótkim czasie,
- LK-Navigator 2 komunikuje się z kontrolerem poprzez naciśnięcie przycisku,
- ustawienia mogą być ładowane z i zapisywane na komputerze. Ustawienia zapisane na komputerze można przywrócić ustawienia kontrolera w przypadku gdy ustawienia zostaną skasowane.

Następujące elementy mogą zostać ustawione w komputerze.

- ustawienia głowicy,
- wszystkie nastawy,
- wspólne ustawienia,
- ustawienia środowiska.

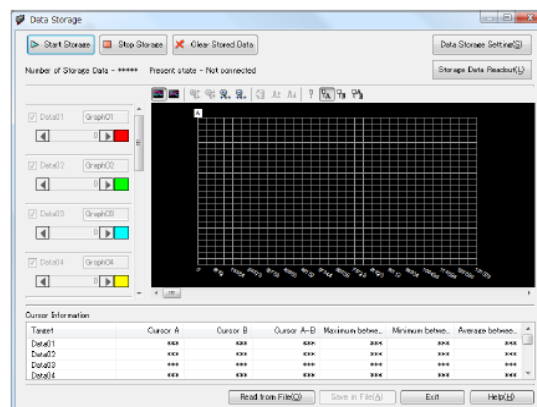
Dodatkowo jest możliwość monitorowania następujących elementów:

- wartości pomiarowej,
- fali światła odbitego.

Sterownik posiada funkcję przechwytywania (zczytywania) danych do przechowywania wartości pomiarów.

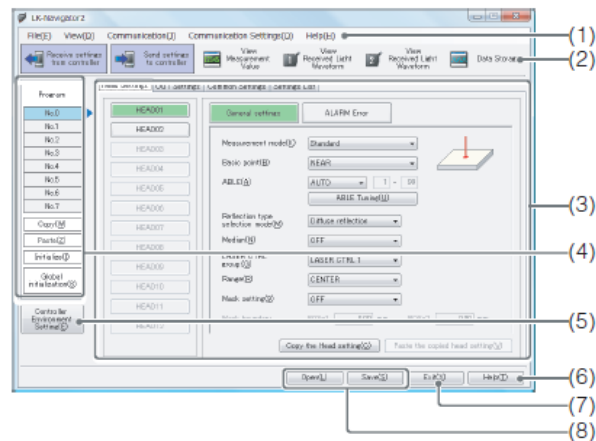
Komputer klasy PC jest stosowany w celu kontrolowania następujących funkcji:

- start / stop / czyszczenie magazynu danych,
- konfiguracji metod przechowywania danych,
- wysyłania / pobierania ustawień między kontrolerem, a komputerem,
- przesyłanie danych z pamięci kontrolera,
- czytania i zapisywania danych do przechowywania na komputerze,
- wyświetlania przebiegu do 12 serii danych, pobranych ze sterownika,
- wyświetlania obliczeń na danych pomiędzy ustawieniami użytkownika.

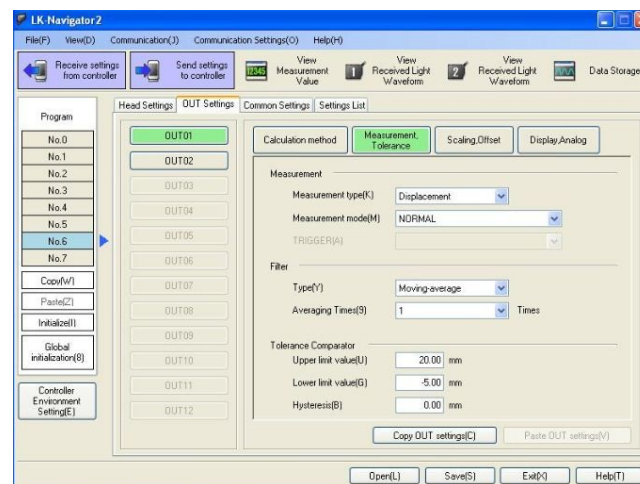


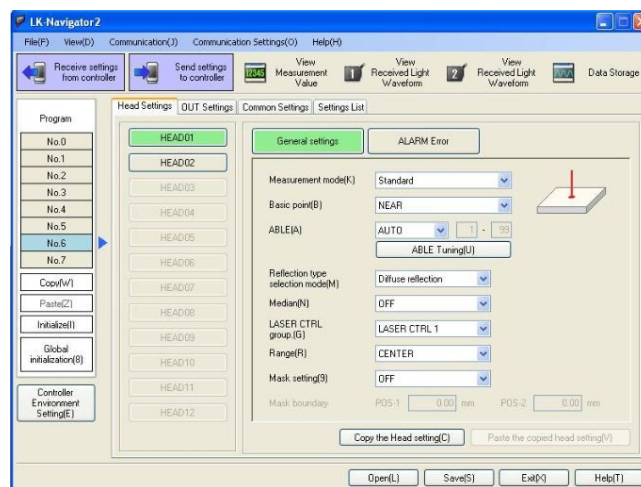
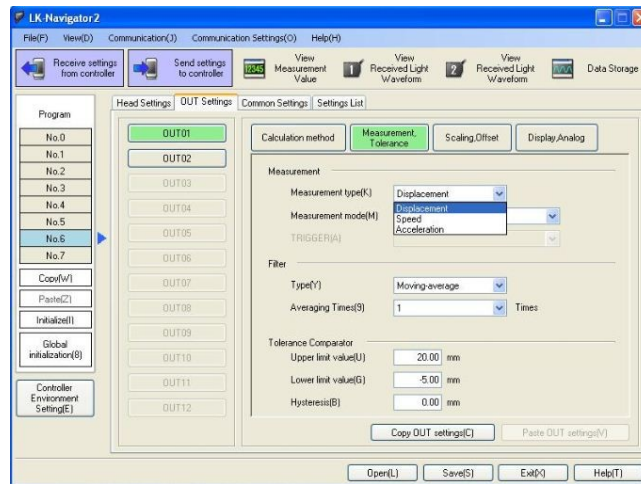
Rys. 5. Zakładka Data Storage do zarządzania pomiarami

Objaśnienie najważniejszych funkcji menu głównego oprogramowania LK-Navigator 2, z punktu widzenia obsługi oprogramowania uważa się za zasadne, ze względu na wykorzystanie lasera i oprogramowania do pomiarów robotem przemysłowym MOTOMAN UP6. Na rysunku 6 przedstawiono widok strony głównej programu LK-Navigator 2, a wykorzystując listę numerowaną zaznaczono istotne funkcje, których obsługa i ustawienia wpływają na poprawne prowadzenie pomiarów laserem.



**Rys. 6. Widok okna głównego programu LK-Navigator 2: 1- pasek główny, 2- pasek narzędzi, 3-panel ustawień, 4-ustawienia programu, 5-ustawienia środowiska kontrolera, 6-przycisk pomocy, 7-zakończenie pracy z programem, 8-wczytywanie i zapisywanie ustawień utworzonych w programie LK-Navigator 2**

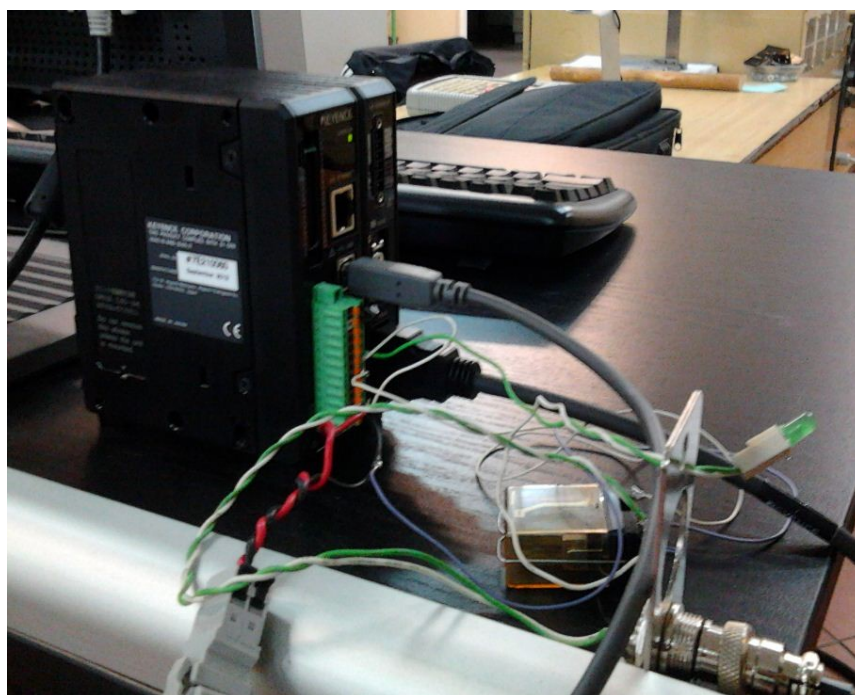




**Rys. 7. Oprogramowanie do lasera pomiarowego – panel z ustawieniami głowicy pomiarowej**

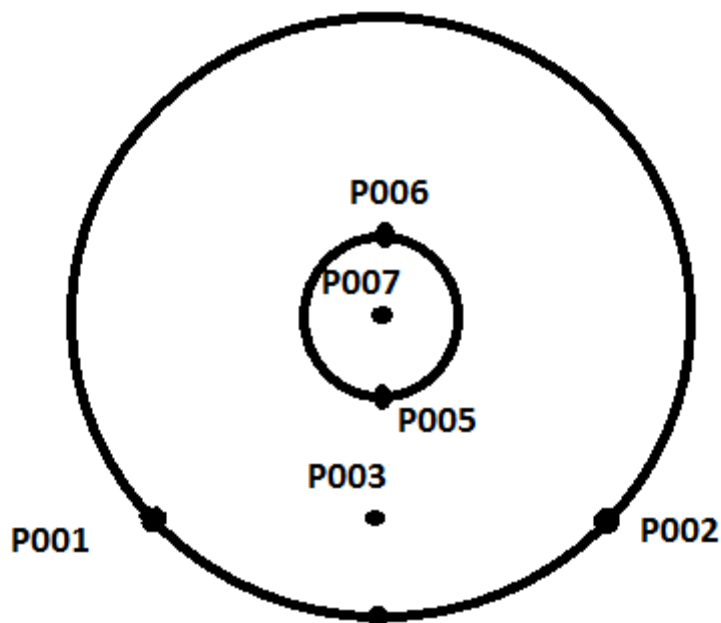


**Rys. 8. Chwytnik robota przemysłowego MOTOMAN UP6 z zamocowanym laserem pomiarowym**



**Rys. 9. Sterownik lasera pomiarowego**

Na poniższym rysunku przedstawiono ideę sposobu określania punktów charakterystycznych i dokonywania pomiarów na elementach, które mają być posortowane.



$$P003 = \frac{P002 + P001}{2}$$

$$P007 = \frac{P005 + P006}{2}$$

### Opis istotnych instrukcji kodu źródłowego programu sterującego:

<b>NOP</b>	; Początek programu
<b>MOVL V=256</b>	; Ruch robota z interpolacją liniową do zdefiniowanego punktu charakterystycznego z prędkością 256 cm/min
<b>DOUT OT#(4) ON</b>	; Ustawienie wartości 1 na wyjściu dyskretnym 4 przypisanym do chwytaka. Powoduje to zamknięcie chwytaka.
<b>MOVL V=33 PL=0 UNTIL IN#(1)=ON</b>	; Ruch powrotny z interpolacją liniową do początku zdefiniowanego układu współrzędnych użytkownika z prędkością 33 cm/min dopóki na wejście 1 nie będzie podawana wartości 1. Sygnał ten wysyłany jest z lasera pomiarowego. Jeśli laser jest poza zakresem pomiarowym podawane jest 0, a jeśli mieści się w zakresie na wejściu podawana jest 1. Po pojawieniu się 1 na wejściu pierwszym następuje zatrzymanie ruchu robota. Parametr PL=0 (Position Level) określa

aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.

**GETS PX001 \$PX001**

; Pobranie zmiennej systemowej opisującej punkt jako współrzędną, czyli przechwyt współrzędnych punktu zatrzymania i zapis w zmiennej pozycyjnej P001.

**GETE D001 P001 (1)**

; Pobranie wartości współrzędnej X z zapisanej zmiennej pozycyjnej P001 i wstawienie jej do zmiennej D001 typu DOUBLE.

**MOVL V=33 PL=0 UNTIL IN#(1)=OFF**

; Ruch z interpolacją liniową do początku zdefiniowanego układu współrzędnych użytkownika z prędkością 33 cm/min dopóki na wejście 1 nie będzie podawana wartości 0. Sygnał ten wysyłany jest z lasera pomiarowego. Jeśli laser jest poza zakresem pomiarowym podawane jest 0, a jeśli mieści się w zakresie na wejściu podawana jest 1. Po pojawieniu się 0 na wejściu pierwszym następuje zatrzymanie ruchu robota. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.

**GETS PX002 \$PX001**

; Pobranie zmiennej systemowej opisującej punkt jako współrzędną, czyli przechwyt współrzędnych punktu zatrzymania i zapis w zmiennej pozycyjnej P002.

**GETE D002 P002 (1)**

; Pobranie wartości współrzędnej X z zapisanej zmiennej pozycyjnej P002 i wstawienie jej do zmiennej D002 typu DOUBLE.

**SET D003 (D001 + D002)/2**

; Obliczenie wartości współrzędnej X środka elementu i zapisanie jej do zmiennej D003 typu DOUBLE.

**SET P003 P001**

; Wstawienie wartości zmiennej pozycyjnej P001 do zmiennej pozycyjnej P003, a więc przyjęcie punktu 3 jako punkt 1.

<b>SETE P003 (1) D003</b>	; Wstawienie wartości zmiennej D003, czyli współrzędnej środka elementu w osi X, do zmiennej pozycyjnej P003 na współrzędną pierwszą (x).
<b>MOVL P003 V=138 PL=0</b>	; Ruch z interpolacją liniową do wyznaczonego środka elementu w osi X z prędkością 138 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>SET P004 P003</b>	; Wstawienie wartości zmiennej pozycyjnej P003 do zmiennej pozycyjnej P004, a więc przyjęcie punktu 4 jako punkt 3.
<b>GETE D004 P003 (2)</b>	; Pobranie wartości współrzędnej Y z zapisanej zmiennej pozycyjnej P003 i wstawienie jej do zmiennej D004 typu DOUBLE.
<b>SET D005 D004 - 100000</b>	; Zapisanie do zmiennej D005 typu DOUBLE wartości zmiennej D004 pomniejszonej o 100000µm.
<b>SETE P004 (2) D005</b>	; Wstawienie wartości zmiennej D005 do zmiennej pozycyjnej P004 na współrzędną drugą (y).
<b>MOVL P004 V=33 PL=0 UNTIL IN#(1)=OFF</b>	; Ruch z interpolacją liniową do wyznaczonego punktu P004 z prędkością 33 cm/min dopóki na wejście 1 nie będzie podawana wartości 0. Sygnał ten wysyłany jest z lasera pomiarowego. Jeśli laser jest poza zakresem pomiarowym podawane jest 0, a jeśli mieści się w zakresie na wejściu podawana jest 1. Po pojawieniu się 0 na wejściu pierwszym następuje zatrzymanie ruchu robota. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>GETS PX005 \$PX001</b>	; Pobranie zmiennej systemowej opisującej punkt jako współrzędną, czyli przechwyt współrzędnych punktu

zatrzymania i zapis w zmiennej pozycyjnej P005.

**GETE D005 P005 (2)**

; Pobranie wartości współrzędnej Y z zapisanej zmiennej pozycyjnej P005 i wstawienie jej do zmiennej D005 typu DOUBLE.

**MOVL P004 V=33 PL=0 UNTIL IN#(1)=ON**

; Ruch z interpolacją liniową do punktu P004 z prędkością 33 cm/min dopóki na wejście 1 nie będzie podawana wartości 1. Sygnał ten wysyłany jest z lasera pomiarowego. Jeśli laser jest poza zakresem pomiarowym podawane jest 0, a jeśli mieści się w zakresie na wejściu podawana jest 1. Po pojawieniu się 1 na wejściu pierwszym następuje zatrzymanie ruchu robota. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.

**GETS PX006 \$PX001**

; Pobranie zmiennej systemowej opisującej punkt jako współrzędną, czyli przechwyt współrzędnych punktu zatrzymania i zapis w zmiennej pozycyjnej P006.

**GETE D006 P006 (2)**

; Pobranie wartości współrzędnej Y z zapisanej zmiennej pozycyjnej P006 i wstawienie jej do zmiennej D006 typu DOUBLE.

**SET D007 (D005 + D006)/2**

; Obliczenie wartości współrzędnej Y środka elementu i zapisanie jej do zmiennej D007 typu DOUBLE.

**SET P007 P006**

; Wstawienie wartości zmiennej pozycyjnej P006 do zmiennej pozycyjnej P007, a więc przyjęcie punktu 7 jako punkt 6.

**SETE P007 (2) D007**

; Wstawienie wartości zmiennej D007, czyli współrzędnej środka elementu w osi Y, do zmiennej pozycyjnej P007 na współrzędną drugą (y).



<b>MOVL P007 V=33 PL=0</b>	; Ruch z interpolacją liniową do wyznaczonego środka elementu w osi Y z prędkością 33 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>GETE D008 P003 (2)</b>	; Pobranie wartości współrzędnej Y z zapisanej zmiennej pozycyjnej P003 i wstawienie jej do zmiennej D008 typu DOUBLE.
<b>SET R001 (D002 - D003)/1000</b>	; Obliczenie długości jednej z przyprostokątnych utworzonego trójkąta prostokątnego i zapisanie tej długości w zmiennej R001 typu rzeczywistego.
<b>SET R002 (D007 - D008)/1000</b>	; Obliczenie długości drugiej przyprostokątnej utworzonego trójkąta prostokątnego i zapisanie tej długości w zmiennej R002 typu rzeczywistego.
<b>SET R003 R001 * R001 + R002 * R002</b>	; Obliczenie sumy kwadratów długości przyprostokątnych i zapisanie jej w zmiennej R003 typu rzeczywistego.
<b>SET SQRT R000 R003</b>	; Obliczenie pierwiastka z wyznaczonej wcześniej sumy kwadratów, co odpowiada długości przeciwprostokątnej, a ta jest równa promieniowi otworu w elemencie. Wartość promienia zapisujemy do zmiennej R000.
<b>SET R004 R000 * 2</b>	; Obliczenie średnicy otworu i zapisanie do zmiennej R004.

Po sprawdzeniu dokładności z jaką określany jest punkt środkowy elementu przez robota widzimy, że błąd pozycjonowania wynosi ok. 1mm w osi X i ok. 3mm w osi Y. Dlatego w programie wprowadzamy korektę w pozycjonowaniu.

<b>SET D009 D003 + 1000</b>	; Dodanie 1000µm do zmiennej D003 zawierającej wartość współrzędnej X punktu środkowego elementu i zapisanie tej wartości w zmiennej D009 typu DOUBLE.
<b>SET D010 D007 + 3000</b>	; Dodanie 3000µm do zmiennej D007 zawierającej wartość współrzędnej Y

punktu środkowego elementu i zapisanie tej wartości w zmiennej D010 typu DOUBLE.

**SET P008 P007**

; Wstawienie wartości zmiennej pozycyjnej P007 do zmiennej pozycyjnej P008, a więc przyjęcie punktu 8 jako punkt 7.

**SETE P008 (1) D009**

; Wstawienie wartości zmiennej D009, czyli wprowadzonej poprawki współrzędnej środka elementu w osi X, do zmiennej pozycyjnej P008 na współrzędną pierwszą (x).

**SETE P008 (2) D010**

; Wstawienie wartości zmiennej D010, czyli wprowadzonej poprawki współrzędnej środka elementu w osi Y, do zmiennej pozycyjnej P008 na współrzędną drugą (y).

**MOVL P008 V=100 PL=0**

; Ruch z interpolacją liniową do środka elementu po wprowadzonych korektach z prędkością 100 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.

**GETE D011 P008 (3)**

; Pobranie wartości współrzędnej Z z zapisanej zmiennej pozycyjnej P008 i wstawienie jej do zmiennej D011 typu DOUBLE.

**SET D012 D011 - 90000**

; Obliczenie współrzędnej Z, która będzie po obniżeniu chwytaka w celu złapania elementu i zapisanie jej wartości w zmiennej D012 typu DOUBLE.

**SET P009 P008**

; Wstawienie wartości zmiennej pozycyjnej P008 do zmiennej pozycyjnej P009, a więc przyjęcie punktu 9 jako punkt 8.

**SETE P009 (3) D012**

; Wstawienie wartości zmiennej D012 do zmiennej pozycyjnej P009 na współrzędną trzecią (z).

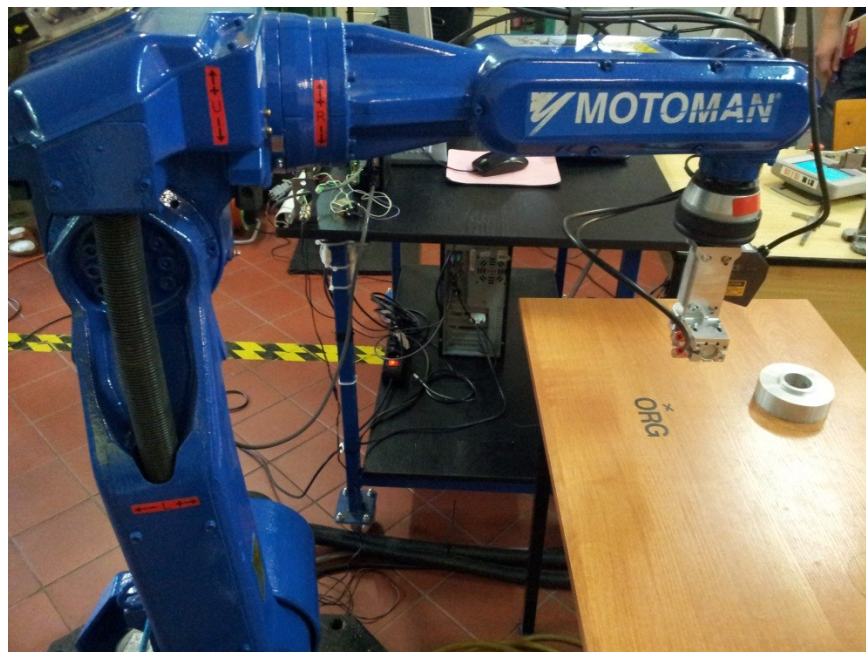
<b>MOVL P009 V=100 PL=0</b>	; Ruch z interpolacją liniową do punktu P009, czyli do otworu znajdującego się w elemencie z prędkością 100 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>DOUT OT#(4) OFF</b>	; Ustawienie wartości 0 na wyjściu dyskretnym 4 przypisanym do chwytaka. Powoduje to otwarcie chwytaka i złapanie przedmiotu.
<b>MOVL P008 V=100 PL=0</b>	; Ruch z interpolacją liniową z powrotem do punktu P008, czyli uniesienie elementu w górę z prędkością 100 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>SET D013 D010 + 100000</b>	; Dodanie 100000 $\mu$ m do zmiennej D010, czyli współrzędnej Y środka elementu i zapisanie tej wartości w zmiennej D013 typu DOUBLE.
<b>SET D014 D009 + 100000</b>	; Dodanie 100000 $\mu$ m do zmiennej D009, czyli współrzędnej X środka elementu i zapisanie tej wartości w zmiennej D014 typu DOUBLE.
<b>SET P010 P008</b>	; Wstawienie wartości zmiennej pozycyjnej P008 do zmiennej pozycyjnej P010, a więc przyjęcie punktu 10 jako punkt 8.
<b>SETE P010 (1) D014</b>	; Wstawienie wartości zmiennej D014, czyli współrzędnej X odłożenia elementu, do zmiennej pozycyjnej P010 na współrzędną pierwszą (x).
<b>SETE P010 (2) D013</b>	; Wstawienie wartości zmiennej D013, czyli współrzędnej Y odłożenia elementu, do zmiennej pozycyjnej P010 na współrzędną drugą (y).
<b>MOVL P010 V=138 PL=0</b>	; Ruch z interpolacją liniową do punktu P010, czyli do punktu odłożenia elementu z prędkością 138 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas

	ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>GETE D015 P010 (3)</b>	; Pobranie wartości współrzędnej Z z zapisanej zmiennej pozycyjnej P010 i wstawienie jej do zmiennej D015 typu DOUBLE.
<b>SET D016 D015 - 90000</b>	; Obliczenie współrzędnej Z, która będzie po obniżeniu chwytaka w celu odłożenia elementu i zapisanie jej wartości w zmiennej D016 typu DOUBLE.
<b>SET P011 P010</b>	; Wstawienie wartości zmiennej pozycyjnej P010 do zmiennej pozycyjnej P011, a więc przyjęcie punktu 11 jako punkt 10.
<b>SETE P011 (3) D016</b>	; Wstawienie wartości zmiennej D016 do zmiennej pozycyjnej P011 na współrzędną trzecią (z).
<b>MOVL P011 V=138 PL=0</b>	; Ruch z interpolacją liniową do punktu P011, czyli w dół do punktu odłożenia elementu z prędkością 138 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>DOUT OT#(4) ON</b>	; Ustawienie wartości 1 na wyjściu dyskretnym 4 przypisanym do chwytaka. Powoduje to zamknięcie chwytaka i odłożenie przedmiotu.
<b>MOVL P010 V=138 PL=0</b>	; Ruch z interpolacją liniową do punktu P010, czyli z powrotem do góry, nad odłożony element z prędkością 138 cm/min. Parametr PL=0 (Position Level) określa aby podczas ruchu robot dokładnie osiągnął zaprogramowaną pozycję.
<b>END</b>	; Koniec programu.

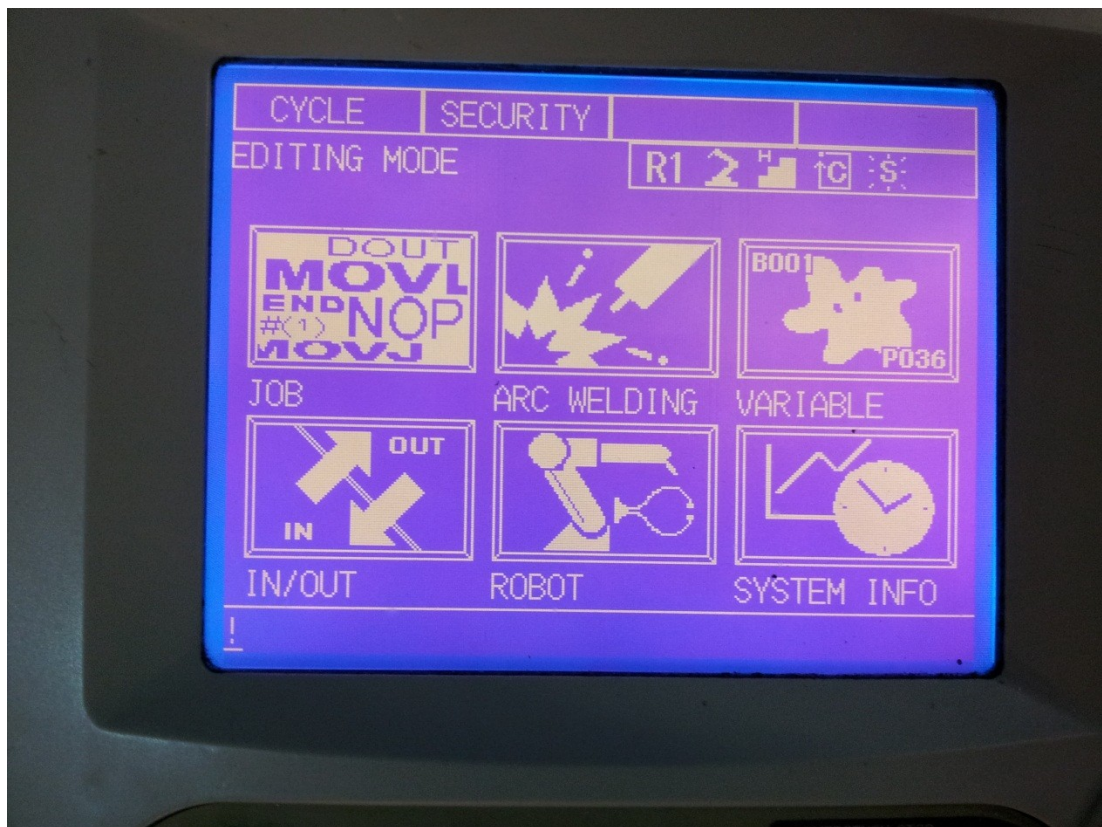
W załączniku do instrukcji wykonywania ćwiczenia zamieszczono kody źródłowe programów do określania średnicy elementu oraz sortowania.



**Rys. 10. Stanowisko doświadczalne robota przemysłowego YASKAWA MOTOMAN UP6.**



**Rys. 11. Przenoszenie elementów z wykorzystaniem robota przemysłowego YASKAWA MOTOMAN UP6.**



Rys.12. Ekran panelu operatorskiego i wybór funkcji.

#### Załącznik 1- program główny:

```

/JOB
//NAME SORT1
//POS
///NPOS 6,0,0,12,0,0
///TOOL 0
///POSTYPE PULSE
///PULSE
C00000=92645,5038,7909,1221,-1859,26520
C00001=159556,-7882,-4797,792,-2710,8648
C00002=159554,-7882,-4797,793,-2709,8650
C00003=159556,-7882,-4797,792,-2710,8648
///TOOL 2
C00004=159556,-7883,-4797,793,-2710,8647
///TOOL 0
C00005=92643,5038,7909,1222,-1859,26522
///POSTYPE BASE
///RECTAN
///RCONF 0,0,0,0,0,0,0
P0001=237.689,707.258,627.566,179.54,1.30,123.32
///TOOL 2

```

P0002=174.740,707.259,627.562,179.54,1.30,123.32  
///TOOL 0  
P0003=206.214,707.258,627.566,179.54,1.30,123.32  
P0004=206.214,607.258,627.566,179.54,1.30,123.32  
P0005=206.214,673.133,627.566,179.54,1.30,123.32  
P0006=206.212,635.843,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0007=206.212,654.488,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0008=207.214,657.488,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0009=207.214,657.488,527.567,179.54,1.30,123.32  
P0012=418.290,707.257,627.566,179.54,1.30,123.31  
P0030=243.985,707.258,627.566,179.54,1.30,123.32  
P0031=183.055,707.259,627.562,179.54,1.30,123.32  
//INST  
///DATE 2013/09/06 12:08  
///ATTR SC,RW  
///GROUP1 RB1  
NOP  
DOUT OT#(4) ON  
MOVL C00000 V=33.3  
\*SKAN  
GETS PX012 \$PX001  
GETE D017 P012 (1)  
GETE D018 P012 (2)  
MOVL C00001 V=33.3 PL=0 UNTIL IN#(1)=ON  
GETS PX001 \$PX001  
GETE D001 P001 (1)  
GETS PX030 \$PX001  
GETE D030 P001 (1)  
SET D030 EXPRESS D001 + 15000  
SETE P030 (1) D030  
MOVL P030 V=33.3 PL=0  
MOVL C00002 V=3.3 PL=0 UNTIL IN#(1)=ON  
GETS PX001 \$PX001  
GETE D001 P001 (1)  
JUMP \*KONIEC IF D001<-154000  
MOVL C00003 V=33.3 PL=0 UNTIL IN#(1)=OFF  
GETS PX002 \$PX001  
GETE D002 P002 (1)  
GETS PX031 \$PX001  
GETE D031 P002 (1)  
SET D031 EXPRESS D002 + 16000  
SETE P031 (1) D031  
MOVL P031 V=33.3 PL=0  
MOVL C00004 V=3.3 PL=0 UNTIL IN#(1)=OFF  
GETS PX002 \$PX001  
GETE D002 P002 (1)  
SET D003 EXPRESS ( D001 + D002 ) / 2  
SET P003 P001  
SETE P003 (1) D003  
MOVL P003 V=33.3 PL=0

SET P004 P003  
GETE D004 P003 (2)  
SET D005 EXPRESS D004 - 100000  
SETE P004 (2) D005  
MOVL P004 V=5.5 PL=0 UNTIL IN#(1)=OFF  
GETS PX005 \$PX001  
GETE D005 P005 (2)  
MOVL P004 V=5.5 PL=0 UNTIL IN#(1)=ON  
GETS PX006 \$PX001  
GETE D006 P006 (2)  
SET D007 EXPRESS ( D005 + D006 ) / 2  
SET P007 P006  
SETE P007 (2) D007  
MOVL P007 V=33.3 PL=0  
GETE D008 P003 (2)  
SET R001 EXPRESS ( D002 - D003 ) / 1000  
SET R002 EXPRESS ( D007 - D008 ) / 1000  
SET R003 EXPRESS R001 \* R001 + R002 \* R002  
SQRT R000 R003  
SET R004 EXPRESS R000 \* 2  
SET D009 EXPRESS D003 + 1000  
SET D010 EXPRESS D007 + 3000  
SET P008 P007  
SETE P008 (1) D009  
SETE P008 (2) D010  
MOVL P008 V=11.0 PL=0  
GETE D011 P008 (3)  
SET D012 EXPRESS D011 - 100000  
SET P009 P008  
SETE P009 (3) D012  
MOVL P009 V=11.0 PL=0  
TIMER T=2.00  
DOUT OT#(4) OFF  
MOVL P008 V=16.7 PL=0  
TIMER T=2.00  
SET R005 EXPRESS ( R004 - 72 ) \* ( R004 - 72 )  
SET R006 EXPRESS ( R004 - 82 ) \* ( R004 - 82 )  
SET R007 EXPRESS ( R004 - 92 ) \* ( R004 - 92 )  
SET R008 EXPRESS ( R004 - 102 ) \* ( R004 - 102 )  
SET R009 EXPRESS ( R004 - 112 ) \* ( R004 - 112 )  
SET R010 EXPRESS ( R004 - 122 ) \* ( R004 - 122 )  
CALL JOB:PRZEN IF R005<2  
CALL JOB:PRZEN1 IF R006<2  
CALL JOB:PRZEN2 IF R007<2  
CALL JOB:PRZEN3 IF R008<2  
CALL JOB:PRZEN4 IF R009<2  
CALL JOB:PRZEN5 IF R010<2  
TIMER T=2.00  
MOVL C00005 V=33.3  
JUMP \*SKAN IF R004<115



**\*KONIEC  
END**

**Załącznik 2 – programy na sortowanie elementu:**

**/JOB  
//NAME PRZEN  
//POS  
///NPOS 0,0,0,3,0,0  
///TOOL 0  
///POSTYPE BASE  
///RECTAN  
///RCONF 0,0,0,0,0,0,0  
P0008=207.214,657.488,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0010=718.290,627.257,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0011=718.290,627.257,537.567,179.54,1.30,123.32  
//INST  
///DATE 2013/09/06 12:12  
///ATTR SC,RW  
///GROUP1 RB1  
NOP  
SET D013 EXPRESS D017 - 150000  
SET D014 EXPRESS D018 + 150000  
SET P010 P008  
SETE P010 (1) D013  
SETE P010 (2) D014  
MOVL P010 V=33.3 PL=0  
GETE D015 P010 (3)  
SET D016 EXPRESS D015 - 90000  
SET P011 P010  
SETE P011 (3) D016  
MOVL P011 V=5.5 PL=0  
TIMER T=2.00  
DOUT OT#(4) ON  
MOVL P010 V=33.3 PL=0  
END**

**/JOB  
//NAME PRZEN1  
//POS  
///NPOS 0,0,0,3,0,0  
///TOOL 0  
///POSTYPE BASE  
///RECTAN  
///RCONF 0,0,0,0,0,0,0  
P0008=267.385,683.353,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0010=318.290,857.257,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0011=318.290,857.257,537.567,179.54,1.30,123.32  
//INST  
///DATE 2013/09/10 10:35**

**///ATTR SC,RW  
///GROUP1 RB1  
NOP  
SET D013 EXPRESS D017 - 200000  
SET D014 EXPRESS D018 + 150000  
SET P010 P008  
SETE P010 (1) D013  
SETE P010 (2) D014  
MOVL P010 V=33.3 PL=0  
GETE D015 P010 (3)  
SET D016 EXPRESS D015 - 90000  
SET P011 P010  
SETE P011 (3) D016  
MOVL P011 V=5.5 PL=0  
TIMER T=2.00  
DOUT OT#(4) ON  
MOVL P010 V=33.3 PL=0  
END**

**/JOB  
//NAME PRZEN2  
//POS  
///NPOS 0,0,0,3,0,0  
///TOOL 0  
//POSTYPE BASE  
///RECTAN  
///RCONF 0,0,0,0,0,0,0  
P0008=267.385,683.353,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0010=318.290,857.257,627.567,179.54,1.30,123.32  
P0011=318.290,857.257,537.567,179.54,1.30,123.32  
//INST  
///DATE 2013/09/06 12:12  
///ATTR SC,RW  
///GROUP1 RB1  
NOP  
SET D013 EXPRESS D017 - 330000  
SET D014 EXPRESS D018 + 150000  
SET P010 P008  
SETE P010 (1) D013  
SETE P010 (2) D014  
MOVL P010 V=33.3 PL=0  
GETE D015 P010 (3)  
SET D016 EXPRESS D015 - 90000  
SET P011 P010  
SETE P011 (3) D016  
MOVL P011 V=5.5 PL=0  
TIMER T=2.00  
DOUT OT#(4) ON  
MOVL P010 V=33.3 PL=0**

**END**

**/JOB**  
**//NAME PRZEN3**  
**//POS**  
**///NPOS 0,0,0,3,0,0**  
**///TOOL 0**  
**///POSTYPE BASE**  
**///RECTAN**  
**///RCONF 0,0,0,0,0,0,0**  
**P0008=267.385,683.353,627.567,179.54,1.30,123.32**  
**P0010=318.290,857.257,627.567,179.54,1.30,123.32**  
**P0011=318.290,857.257,537.567,179.54,1.30,123.32**  
**//INST**  
**///DATE 2013/09/06 12:13**  
**///ATTR SC,RW**  
**///GROUP1 RB1**  
**NOP**  
**SET D013 EXPRESS D017 + 150000**  
**SET D014 EXPRESS D018 + 150000**  
**SET P010 P008**  
**SETE P010 (1) D013**  
**SETE P010 (2) D014**  
**MOVL P010 V=33.3 PL=0**  
**GETE D015 P010 (3)**  
**SET D016 EXPRESS D015 - 90000**  
**SET P011 P010**  
**SETE P011 (3) D016**  
**MOVL P011 V=5.5 PL=0**  
**TIMER T=2.00**  
**DOUT OT#(4) ON**  
**MOVL P010 V=33.3 PL=0**  
**END**

**/JOB**  
**//NAME PRZEN4**  
**//POS**  
**///NPOS 0,0,0,3,0,0**  
**///TOOL 0**  
**///POSTYPE BASE**  
**///RECTAN**  
**///RCONF 0,0,0,0,0,0,0**  
**P0008=267.385,683.353,627.567,179.54,1.30,123.32**  
**P0010=318.290,857.257,627.567,179.54,1.30,123.32**  
**P0011=318.290,857.257,537.567,179.54,1.30,123.32**  
**//INST**  
**///DATE 2013/09/06 12:11**  
**///ATTR SC,RW**

**///GROUP1 RB1**  
**NOP**  
**SET D013 EXPRESS D017 - 150000**  
**SET D014 EXPRESS D018 + 400000**  
**SET P010 P008**  
**SETE P010 (1) D013**  
**SETE P010 (2) D014**  
**MOVL P010 V=33.3 PL=0**  
**GETE D015 P010 (3)**  
**SET D016 EXPRESS D015 - 90000**  
**SET P011 P010**  
**SETE P011 (3) D016**  
**MOVL P011 V=5.5 PL=0**  
**TIMER T=2.00**  
**DOUT OT#(4) ON**  
**MOVL P010 V=33.3 PL=0**  
**END**

**/JOB**  
**//NAME PRZEN5**  
**//POS**  
**///NPOS 0,0,0,3,0,0**  
**///TOOL 0**  
**///POSTYPE BASE**  
**///RECTAN**  
**///RCONF 0,0,0,0,0,0,0**  
**P0008=207.214,657.488,627.567,179.54,1.30,123.32**  
**P0010=718.290,627.257,627.567,179.54,1.30,123.32**  
**P0011=718.290,627.257,537.567,179.54,1.30,123.32**  
**//INST**  
**///DATE 2013/09/06 12:11**  
**///ATTR SC,RW**  
**///GROUP1 RB1**  
**NOP**  
**SET D013 EXPRESS D017 + 300000**  
**SET D014 EXPRESS D018 - 80000**  
**SET P010 P008**  
**SETE P010 (1) D013**  
**SETE P010 (2) D014**  
**MOVL P010 V=33.3 PL=0**  
**GETE D015 P010 (3)**  
**SET D016 EXPRESS D015 - 90000**  
**SET P011 P010**  
**SETE P011 (3) D016**  
**MOVL P011 V=5.5 PL=0**  
**TIMER T=2.00**  
**DOUT OT#(4) ON**  
**MOVL P010 V=33.3 PL=0**  
**END**