

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

Data ćwiczenia:.....

Pomiary laserowe na obrabiarkach i robotach

Temat: Pomiary laserowe na obrabiarkach i robotach. Program rozwiązywania klasycznego problemu sztucznej inteligencji: Wieże Hanoi na robocie Motoman firmy Yaskawa

Wykonali:

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

Wprowadzenie

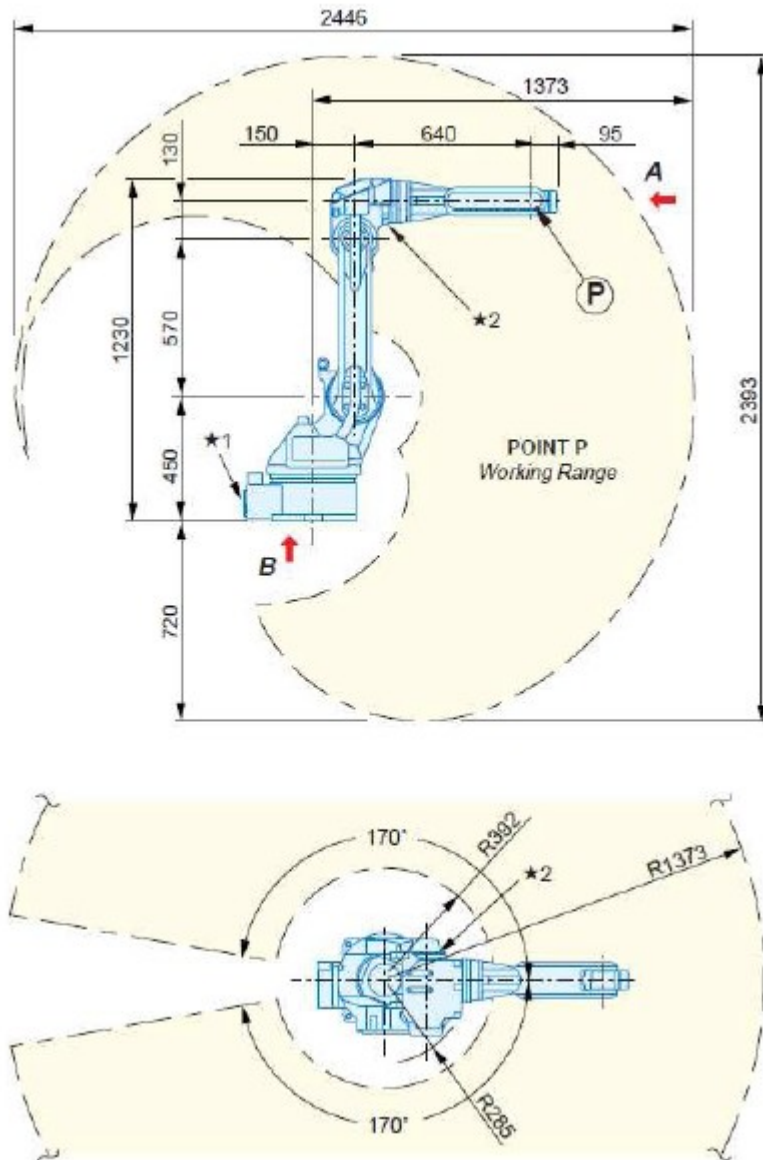
Charakterystyka robota MOTOMAN UP6

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:

- 

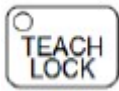
Czterokierunkowy klawisz nawigacyjny służący do poruszania się po menu oraz podczas naciśnięcia razem z przyciskiem SHIFT, do przewijania ekranu.
- 

Klawisz wyboru funkcji.
- 

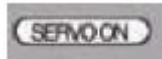
Klawisz szybkiego wyboru menu głównego. Z klawiszem SHIFT powoduje przejście na wyższy poziom menu.
- 

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

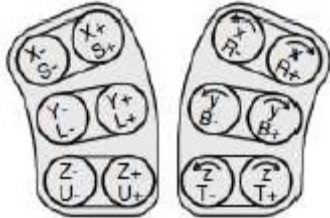
Klawisz przewijania kolejnych ekranów na danym poziomie menu w lewo. Z wciśniętym klawiszem SHIFT przewija w prawo.



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.

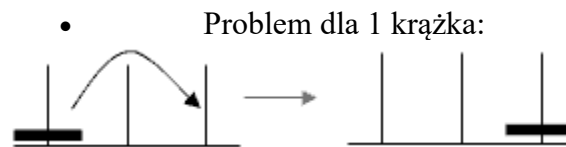
Na wyświetlaczy panelu operatorskiego widoczne jest menu główne podzielone na 8 podstawowych pozycji:

- 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.

Wieża Hanoi – dane mamy krążki o różnych średnicach, ułożonych na sobie od najmniejszego do największego. Problem polega na odbudowaniu (przeniesieniu wszystkich klocków wieży na ostatni palik), z zachowaniem kształtu, wieży składającej się z kolistych klocków o różnych średnicach. Na raz można przenosić tylko jeden krążek. Podczas przekładania wolno się posługiwać buforem, reprezentowanym przez dodatkową podstawkę na klocki, przy ogólnym założeniu, że nie można kłaść klocka o większej średnicy na mniejszy.

Zagadka ta wywodzi się z Tybetańskiej legendy, według której mnisi rozwiązują tę łamigłówkę dla 64 krążków. Legenda mówi, że gdy mnisi zakończą zadanie, nastąpi koniec świata.

Na początek proponuje zapoznać się z algorytmem dla 1,2 i 3-ch krążków, aby następnie można było wyprowadzić sobie algorytm na N ilość krążków.



- Dla 2 krążków:



- Dla 3 krążków:
rozwiązanie dla 3 krążków składa się z 7 ruchów:
kolejne etapy to:

- przenieś krążek o najmniejszej średnicy na palik docelowy,
- krążek o średnicy większej przenieś na palik pomocniczy,
- krążek najmniejszy przenieś na palik pomocniczy,
- następnie krążek największy przenieś na palik docelowy a najmniejszy na źródłowy,
- na największym połóż średni i potem najmniejszy,
- koniec

Rozwiązanie dla N elementów:

Cały problem przeniesienia krążków hanoi przy użyciu 3 palików składa się z trzech podstawowych "kawałków":

- przenieś $N-1$ górnych krążków z palika początkowego na palik pomocniczy,

- przenieś N-ty krążek na palik docelowy,
- przenieś N-1 górnych krążków z palika pomocniczego na docelowy.

Jak widać problem wież hanoi jest problemem, w którym liczba kroków rośnie wykładniczo w zależności od liczby krążków do przełożenia.

Przebieg ćwiczenia

1. Zdefiniować układ współrzędnych użytkownika
2. Określić trzy punkty w przestrzeni roboczej – identyfikacja położenia stosu
3. Ustalić liczbę krążków do przenoszenia
4. Wykorzystując instrukcje i funkcje dostępne w układzie sterowania robota przemysłowego rozwiązać klasyczny problem sztucznej inteligencji: Wieże Hanoi
5. Opracować kod źródłowy programu wykorzystując wskazówki i polecenia prowadzącego ćwiczenie

Opis istotnych instrukcji kodu źródłowego programu sterującego:

NOP ; Początek programu

DOUT OT#(4) ON ; Ustawienie wartości 1 na wyjściu dyskretnym 4 przypisanym do chwytaka. Powoduje to zamknięcie chwytaka.

MOVL C00000 V=16.7 ; Ruch robota z interpolacją liniową do zdefiniowanego punktu charakterystycznego z prędkością w cm/min

GETS PX001 \$PX001 ; Pobranie zmiennej systemowej opisującej punkt jako współrzędną, czyli przechwyt współrzędnych punktu zatrzymania i zapis w zmiennej pozycyjnej P001

MOVL P001 V=33.3 PL=0 ; Ruch robota z interpolacją liniową do zdefiniowanego punktu charakterystycznego z prędkością w cm/min

SET I001 I000 ;Wstawia wartość *var2* do zmiennej *var1*

JUMP *2 IF I000=2 ;Instrukcja skoku bezwarunkowego lub warunkowego- jeżeli wyszczególniona jest etykieta, to następuje skok w danym programie do bloku o podanej etykietce

CALL JOB:6DISK ;Wywołanie podprogramu (Job) o podanej nazwie (JobName)

GETE D001 P001 (3) ;Pobieranie wartości ze współrzędnej określonej zmienną (3) zmiennej pozycyjnej P001 i wstawienie do zmiennej D001

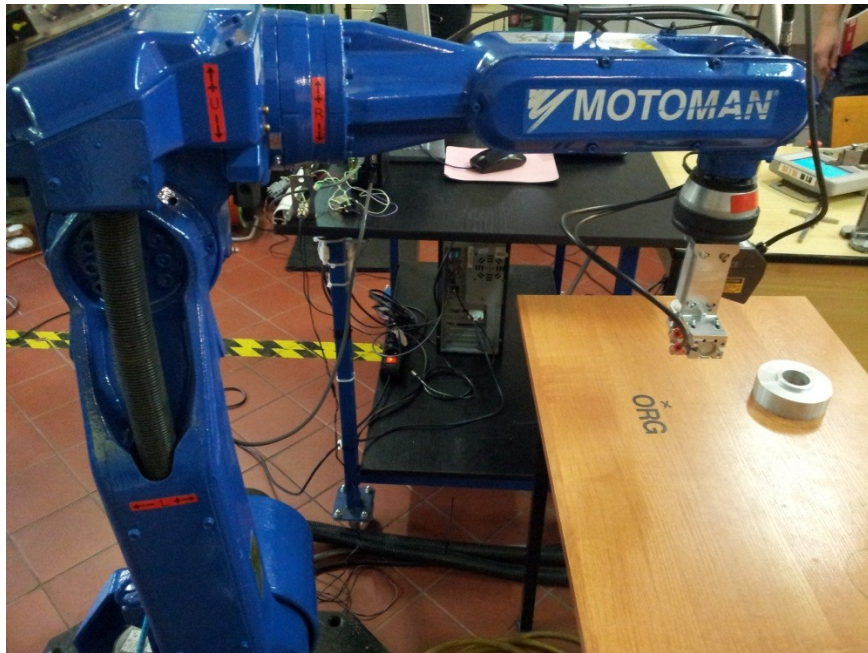
END

; Koniec programu.

W załączniku do instrukcji wykonywania ćwiczenia zamieszczono kody źródłowe programów do rozwiązywania klasycznego problemu sztucznej inteligencji: Wieże Hanoi na robocie Motoman firmy Yaskawa .



Rys. 4. Stanowisko doświadczalne robota przemysłowego YASKAWA MOTOMAN UP6.



Rys. 5. Robot YASKAWA MOTOMAN UP6.



Rys. 6. Ekran panelu operatorskiego i wybór funkcji.

Załącznik 1 – kod źródłowy programu ustawienia punktów charakteryzujących położenie określonego stosu:

```
/JOB  
//NAME UST123  
//POS  
///NPOS 3,0,0,3,0,0  
///TOOL 2  
///POSTYPE PULSE  
///PULSE  
C00000=159557,-7883,-4797,794,-2710,8647  
C00001=121004,-8015,-4919,1116,-2336,18951  
C00002=139315,14689,18667,988,-3063,14063  
///POSTYPE BASE  
///RECTAN  
///RCONF 0,0,0,0,0,0,0  
P0001=-156.216,707.250,627.574,179.54,1.31,123.33  
P0002=155.193,707.259,627.556,179.54,1.31,123.33  
P0003=8.672,889.052,627.558,179.54,1.31,123.33  
//INST  
///DATE 2013/09/06 11:13  
///ATTR SC,RW  
///GROUP1 RB1  
NOP  
DOUT OT#(4) ON  
MOVL C00000 V=16.7  
GETS PX001 $PX001  
MOVL C00001 V=16.7  
GETS PX002 $PX001  
MOVL C00002 V=16.7  
GETS PX003 $PX001  
MOVL P001 V=33.3 PL=0  
MOVL P002 V=33.3 PL=0  
MOVL P003 V=33.3 PL=0  
END
```

Załącznik 2 – kod źródłowy programu na Wieże Hanoi:

```
/JOB  
//NAME HANOI  
//POS  
///NPOS 0,0,0,1,0,0  
///TOOL 2  
///POSTYPE BASE  
///RECTAN  
///RCONF 0,0,0,0,0,0,0  
P0002=174.740,707.259,627.562,179.54,1.30,123.32  
//INST  
///DATE 2013/09/09 09:17  
///ATTR SC,RW  
///GROUP1 RB1
```

NOP
MOVL P002 V=25.0
SET I001 I000
'I000-liczba krazkow
SET I002 0
SET I003 0
JUMP *2 IF I000=2
JUMP *3 IF I000=3
JUMP *4 IF I000=4
JUMP *5 IF I000=5
JUMP *6 IF I000=6
JUMP *KONIEC
***2**
CALL JOB:6DISK
'I010-licznik
'I004-biezacy krok
SET I010 60
SET I004 63
JUMP *LOOP
***3**
CALL JOB:5DISK
SET I010 24
SET I004 31
JUMP *LOOP
***4**
CALL JOB:6DISK
SET I010 48
SET I004 63
JUMP *LOOP
***5**
CALL JOB:5DISK
SET I010 0
SET I004 31
JUMP *LOOP
***6**
CALL JOB:6DISK
SET I010 0
SET I004 63
***LOOP**
JUMP *KONIEC IF I010=I004
SET I010 EXPRESS I010 + 1
SET B000 B[I010]
CALL JOB:RUCH1
JUMP *LOOP
***KONIEC**
END

/JOB
//NAME RUCH1

```

//POS
//NPOS 0,0,0,14,0,0
//TOOL 2
//POSTYPE BASE
//RECTAN
//RCONF 0,0,0,0,0,0,0
P0001=-156.216,707.250,627.574,179.54,1.31,123.33
P0002=155.193,707.259,627.556,179.54,1.31,123.33
P0003=8.672,889.052,627.558,179.54,1.31,123.33
P0011=-156.216,707.250,677.574,179.54,1.31,123.33
P0012=155.193,707.259,677.556,179.54,1.31,123.33
P0013=8.672,889.052,677.558,179.54,1.31,123.33
P0021=-156.216,707.250,627.574,179.54,1.31,123.33
P0022=155.193,707.259,627.556,179.54,1.31,123.33
P0031=-156.216,707.250,677.574,179.54,1.31,123.33
P0032=155.193,707.259,737.556,179.54,1.31,123.33
P0033=8.672,889.052,707.558,179.54,1.31,123.33
P0041=-156.216,707.250,627.574,179.54,1.31,123.33
P0042=155.193,707.259,687.556,179.54,1.31,123.33
P0043=8.672,889.052,657.558,179.54,1.31,123.33
//INST
//DATE 2013/09/09 11:14
//ATTR SC,RW
//GROUP1 RB1
NOP
DOUT OT#(4) ON
JUMP *R_3 IF B000>30
JUMP *R_2 IF B000>20
*R_1
SET P011 P001
SET P021 P001
GETE D001 P001 (3)
SET D011 EXPRESS D001 + ( I001 - 1 ) * 30000 + 50000
SET D021 EXPRESS D001 + ( I001 - 1 ) * 30000
SETE P011 (3) D011
SETE P021 (3) D021
MOVL P011 V=I050 PL=0 DEC=50
MOVL P021 V=I050 PL=0 DEC=50
DOUT OT#(4) OFF
MOVL P011 V=I050 PL=0
SET I001 EXPRESS I001 - 1
SET B000 EXPRESS B000 - 10
JUMP *CEL
*R_2
SET P012 P002
SET P022 P002
GETE D002 P002 (3)
SET D012 EXPRESS D002 + ( I002 - 1 ) * 30000 + 50000
SET D022 EXPRESS D002 + ( I002 - 1 ) * 30000
SETE P012 (3) D012

```

SETE P022 (3) D022
MOVL P012 V=I050 PL=0
MOVL P022 V=I050 PL=0
DOUT OT#(4) OFF
MOVL P012 V=I050 PL=0
SET I002 EXPRESS I002 - 1
SET B000 EXPRESS B000 - 20
JUMP *CEL
*R_3
SET P013 P003
SET P023 P003
GETE D003 P003 (3)
SET D013 EXPRESS D003 + (I003 - 1) * 30000 + 50000
SET D023 EXPRESS D003 + (I003 - 1) * 30000
SETE P013 (3) D013
SETE P023 (3) D023
MOVL P013 V=I050 PL=0
MOVL P023 V=I050 PL=0
DOUT OT#(4) OFF
MOVL P013 V=I050 PL=0
SET I003 EXPRESS I003 - 1
SET B000 EXPRESS B000 - 30
*CEL
JUMP *CEL2 IF B000=2
JUMP *CEL3 IF B000=3
SET P031 P001
SET P041 P001
GETE D001 P001 (3)
SET D031 EXPRESS D001 + I001 * 30000 + 50000
SET D041 EXPRESS D001 + I001 * 30000
SETE P031 (3) D031
SETE P041 (3) D041
MOVL P031 V=I050 PL=0
MOVL P041 V=I050 PL=0
DOUT OT#(4) ON
MOVL P031 V=I050 PL=0
SET I001 EXPRESS I001 + 1
JUMP *KONIEC
*CEL2
SET P032 P002
SET P042 P002
GETE D002 P002 (3)
SET D032 EXPRESS D002 + I002 * 30000 + 50000
SET D042 EXPRESS D002 + I002 * 30000
SETE P032 (3) D032
SETE P042 (3) D042
MOVL P032 V=I050 PL=0
MOVL P042 V=I050 PL=0
DOUT OT#(4) ON
MOVL P032 V=I050 PL=0

**SET I002 EXPRESS I002 + 1
JUMP *KONIEC
*CEL3
SET P033 P003
SET P043 P003
GETE D003 P003 (3)
SET D033 EXPRESS D003 + I003 * 30000 + 50000
SET D043 EXPRESS D003 + I003 * 30000
SETE P033 (3) D033
SETE P043 (3) D043
MOVL P033 V=I050 PL=0
MOVL P043 V=I050 PL=0
DOUT OT#(4) ON
MOVL P033 V=I050 PL=0
SET I003 EXPRESS I003 + 1
*KONIEC
END**

**/JOB
//NAME 5DISK
//POS
//NPOS 0,0,0,0,0,0
//INST
//DATE 2013/09/09 11:23
//ATTR SC,RW
//GROUP1 RB1
NOP
SET B001 12
SET B002 13
SET B003 23
SET B004 12
SET B005 31
SET B006 32
SET B007 12
SET B008 13
SET B009 23
SET B010 21
SET B011 31
SET B012 23
SET B013 12
SET B014 13
SET B015 23
SET B016 12
SET B017 31
SET B018 32
SET B019 12
SET B020 31
SET B021 23
SET B022 21**

SET B023 31
SET B024 32
SET B025 12
SET B026 13
SET B027 23
SET B028 12
SET B029 31
SET B030 32
SET B031 12
END

/JOB
//NAME 6DISK
//POS
///NPOS 0,0,0,0,0
//INST
///DATE 2013/09/09 11:37
///ATTR SC,RW
///GROUP1 RB1
NOP
SET B001 13
SET B002 12
SET B003 32
SET B004 13
SET B005 21
SET B006 23
SET B007 13
SET B008 12
SET B009 32
SET B010 31
SET B011 21
SET B012 32
SET B013 13
SET B014 12
SET B015 32
SET B016 13
SET B017 21
SET B018 23
SET B019 13
SET B020 21
SET B021 32
SET B022 31
SET B023 21
SET B024 23
SET B025 13
SET B026 12
SET B027 32
SET B028 13
SET B029 21
SET B030 23

SET B031 13
SET B032 12
SET B033 32
SET B034 31
SET B035 21
SET B036 32
SET B037 13
SET B038 12
SET B039 32
SET B040 31
SET B041 21
SET B042 23
SET B043 13
SET B044 21
SET B045 32
SET B046 31
SET B047 21
SET B048 32
SET B049 13
SET B050 12
SET B051 32
SET B052 13
SET B053 21
SET B054 23
SET B055 13
SET B056 12
SET B057 32
SET B058 31
SET B059 21
SET B060 32
SET B061 13
SET B062 12
SET B063 32
END