

# OPIS PROGRAMU DO WIZUALIZACJI PRACY EMM

## wersja jedno stanowiskowa

*Autorem programu do symulacji EMM jest dr inż. Adam Rogowski ITM-PW 2001*

Instrukcję opracowali:

Mgr inż. Grzegorz LIS  
Mgr inż. Tomasz STANISZEWSKI

ITM-PW 2002 - 2004.10.12 v.1.4

---

### Spis treści:

<b>Wstęp.....</b>	<b>2</b>
<b>Opis programu .....</b>	<b>2</b>
<i>Uruchamianie programu.....</i>	<i>2</i>
Windows 95, 98 .....	2
DOS .....	2
<i>Obsługa programu .....</i>	<i>2</i>
Menu .....	2
Wizualizacja.....	3
Powiększenie.....	3
Zmniejszenie .....	3
Kierunek.....	3
Uruchomienie symulacji .....	3
<i>Symulacja.....</i>	<i>4</i>
Ekran symulacji.....	4
Ekran odczytu .....	5
Ekran sterowania.....	5
<b>Przykład 1. Ustawienie kodu palety .....</b>	<b>6</b>
<b>Przykład 2. Ruchy robota.....</b>	<b>7</b>

## Wstęp

Symulator EMM w wersji jednostanowiskowej jest programem, dzięki któremu można zapoznać się z podstawowymi zasadami funkcjonowania elastycznego modułu montażowego EMM. Pracuje na komputerze klasy PC pod kontrolą systemu DOS. Umożliwia symulację podstawowych ruchów roboczych EMM.

W programie symulującym pracę modułu można wyróżnić następujące struktury:

- Modele geometryczne części składowych EMM:
  - Reprezentowane przez proste prymitywy brył typu prostopadłościan, kula (technika CSG). Są to definicje brył elementów składowych EMM istotnych z punktu widzenia ruchów programowanych modułu; robota, chwytaków wraz ze szczękami, palet, zderzaków i systemu transportowego itd.
  - Ich wizualizacja wyświetlana na ekranie w postaci siatek krawędzi (technika drutowa), bez wygaszania ich krawędzi niewidocznych.
- Model struktury geometryczno-ruchowej całości EMM:
  - Parametrycznie zdefiniowane dopuszczalne trajektorie ruchów poszczególnych części składowych EMM i części montowanych w EMM,
  - Ograniczenia nałożone na ruchy w tym zakresy ruchów elementów EMM, parametry prędkościowe ruchów robota.
  - Model układu sterowania symulującego zachowanie EMM w czasie rzeczywistym na podstawie sygnałów pochodzących powstałych w wyniku symulacji osiągnięcia przez poruszające się elementy EMM określonego stanu (przestrzennego położenia części, lub określonego stanu czujnika).

Stany te podobnie jak w przypadku rzeczywistego układu sterowania EMM przesyłane są w postaci sygnałów zwrotnych ze stanowiska (stany łączników drogowych, współrzędne położenia ramion robota).

## Opis programu

### *Uruchamianie programu*

Windows 95, 98

Uruchomienie programu poprzez dwuklik ikony symulator.bat

W nowszych systemach nie jest możliwe uruchomienie symulatora bez instalacji systemu DOS

DOS

Uruchomienie programu to wpisanie w trybie tekstowym w katalogu symulatora komendy:

```
Ems_sym.exe [tryb 2]  
i naciśnięciu klawisza <ENTER>
```

Podanie trybu jest opcjonalne, konieczne dla niektórych kart graficznych. Objawy wskazujące na konieczność zmiany trybu graficznego to przełączanie się poszczególnych ekranów lub przemieszczanie się ich w poziomie.

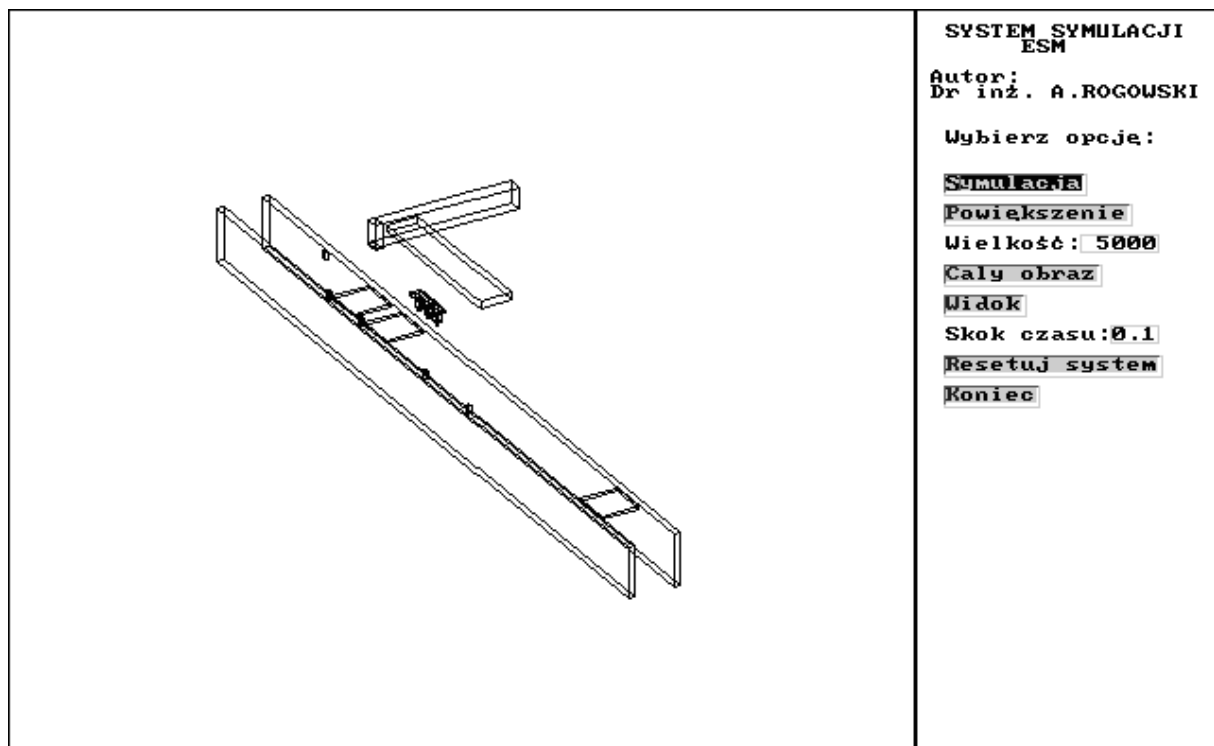
### *Obsługa programu*

Program symulujący składa się z kilku ekranów. Ekran, który można zobaczyć zaraz po uruchomieniu programu został ukazany na rys 1.

Przedstawia on widok stanowiska EMM w rzucie izometrycznym.

Menu

Wyboru przycisku menu dokonujemy, naciskając na klawiaturze pierwszą literę nazwy przycisku, lub zaznaczamy opcję klawiszami strzałek i uaktywniamy ją naciskając <ENTER>. Jeżeli chcemy dokonać wyboru myszą, trzeba kliknąć na prostokącie wyboru odpowiedniej opcji.



Rys. 1 Widok ekranu głównego systemu symulacyjnego

## Wizualizacja

Funkcje zmiany kąta i szerokości widzenia stanowiska EMM możliwe są także w trakcie symulacji. Należy wyjść z opcji symulacja naciskając klawisz <ESC> i dokonać zmian. Bieżące polecenia sterujące zostaną zapamiętane i po ponownym wejściu w opcję symulacja można kontynuować pracę.

### Powiększenie

Obraz stanowiska EMM można powiększyć korzystając z przycisku **Powiększenie** w ten sposób określamy wielkość pola zobrazowania do interesującego nas fragmentu stanowiska. Wskazujemy dwa skrajne rogi interesującego obszaru. Posługiwać się można myszą lub klawiszami kursorów. Wskazania rogu obszaru zatwierdzamy lewym kliknięciem myszy lub klawiszem <Enter>. Działanie programu po zmianie wielkości pola zobrazowania przedstawione zostało na rys. 2. W ten sposób możliwe jest zauważenie szczegółów dotychczas niewidocznych. Pewne ruchy modułu odbywają się na niewielkiej drodze i zauważenie że zostały wykonane na pełnym ekranie jest bardzo trudne.

### Zmniejszenie

Zmianę zakresu zobrazowania do wielkości podstawowej, możemy wykonać po wybraniu opcji **Cały obraz**.

### Kierunek

Zmianę kierunku patrzenia możemy dostosować po wyborze przycisku **Widok**.

## Uruchomienie symulacji

Przejęcie do tej opcji włączymy po wybraniu przycisku **Symulacja**.

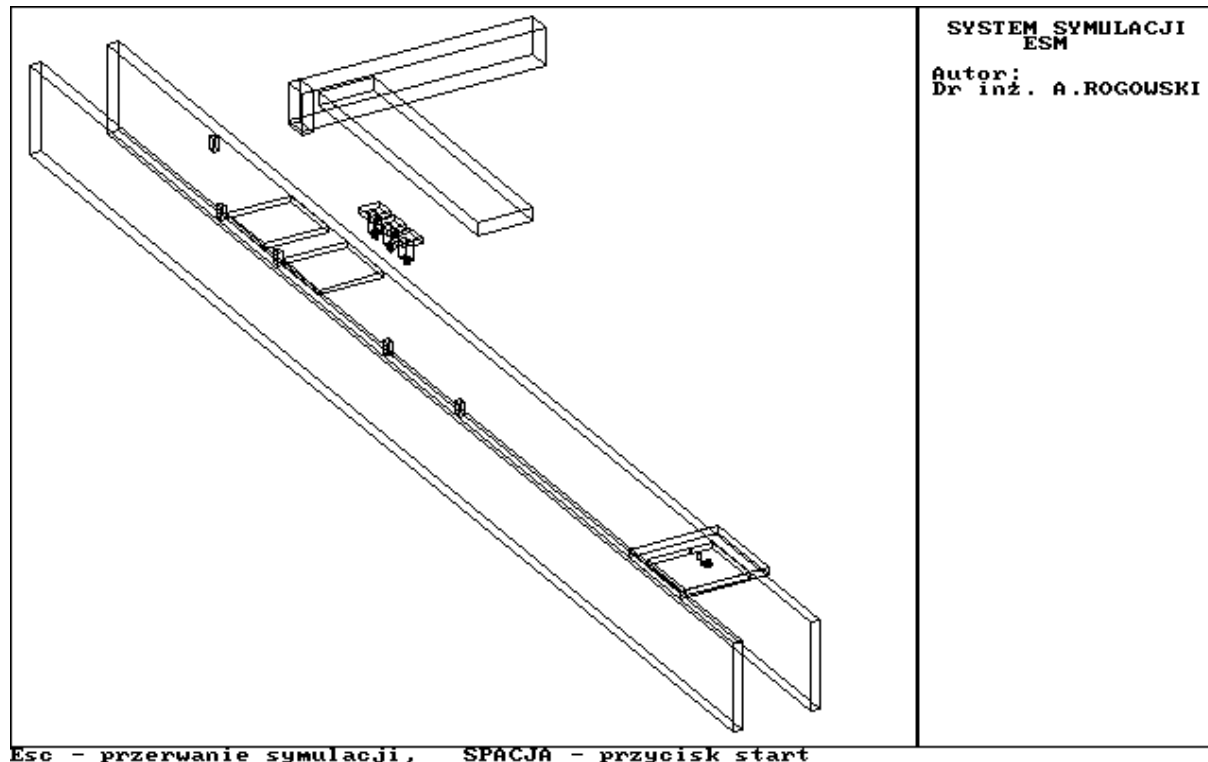
Ponowne uruchomienie symulacji w przypadku powstania błędu uzyskamy po wyborze opcji **Resetuj system**. Wybór **Koniec** jak podpowiada nazwa zamyka działanie programu, po jej potwierdzeniu **Tak**. Przycisk **Skok czasu** umożliwia zmianę szybkości wizualizacji ruchów EMM.

## Symulacja

### Ekran symulacji

Symulator po uruchomieniu przyjmuje, że w systemie nie ma palet. Wprowadzenie maksymalnie 2 palet odbywa się poprzez podniesienie pustej stacji załadowczo-wyładowczej.

W przypadku, gdy potrzebne będzie do zadziałania symulatora naciśnięcie przycisku START rzeczywistego EMM, to realizujemy to naciskając klawisz <SPACJA> (w oknie symulacji). Po naciśnięciu przycisku <ENTER>, lub <Esc> możemy przejść do kolejnych opcji działania programu symulatora. Klawiszem <Esc> przerywamy działanie symulatora.



**Esc - przerwanie symulacji, SPACJA - przycisk start**

Rys. 2 Widok ekranu symulacji z powiększeniem szczegółów (z paletą na stacji z-w).

Do tego ekranu powraca program po każdym wysłaniu sygnałów sterujących z ekranu sterującego. W przypadku wydania poprawnych komend dotyczących ruchu, można zaobserwować przemieszczanie się poszczególnych elementów. W każdym momencie możliwe jest przerwanie obserwacji i wysłanie dodatkowych komend sterujących.

Symulator w obecnej wersji nie umożliwia zapisania sekwencji ruchów robota i systemu transportera w zewnętrznym pliku.

## Ekran odczytu

Do realizacji pełnego zobrazowania stanu urządzenia został przygotowany kolejny ekran edycyjny (get), przedstawia go rys. 3. Na ekranie tym możemy sprawdzić stany urządzeń sygnalizacyjnych (łączników drogowych, współrzędnych położenia ramion robota w poszczególnych osiach). **GET...** jest instrukcją języka programowania EMM służącą do odczytu stanu urządzenia o numerze ... w EMM.

Zmiany stanów EMM sygnalizowane są na tym ekranie przez zmianę stanu 1 na 0, lub odwrotnie na czarnym polu, obok którego znajduje się słowny opis sygnału. Np. port 2 mający wartość 1 oznacza, że wieszak środkowy jest obsadzony chwytnikiem. Natomiast, gdy przyjmie wartość 0 oznacza brak sygnału z łącznika drogowego - czujnika obecności chwytnika i tym samym brak chwytnika na wieszaku środkowym. Zmiany położenia ramion robota określone są w polach X, Y, Z. Oznaczenia cyfrowe po lewej stronie pola odpowiadają numerom sygnałów wejściowych (portu odczytu) do układu sterowania EMM.

X =	0.00	Get:	12	0	paleta po lewej
Y =	0.00		0	1	paleta na stacji zał-wył.
Z =	0.00		20	1	brak palety przy podnośniku prawym
			22	1	brak palety przy podnośniku lewym
			14	0	paleta na stacji kodowania
			15	0	paleta na stacji rozpoznawania
			21	0	paleta w dole przy podn. prawym
			23	0	paleta w dole przy podn. lewym
			1	1	chwytak prawy na wieszaku
			2	1	chwytak środkowy na wieszaku
			3	1	chwytak lewy na wieszaku
			16	0	bit A kodu palety
			17	0	bit B kodu palety
			18	0	bit C kodu palety
			19	0	bit D kodu palety
			5	0	Chwytak zamknięty
			9	0	Chwytak otwarty
			13	0	Przycisk START
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
RESET	0			0	
					ENTER - wysłanie sygnałów
					Esc - koniec

Rys. 3 Widok ekranu odczytu stanu EMM

## Ekran sterowania

Po naciśnięciu przycisku <ENTER>, lub <Esc> możemy przejść do kolejnych opcji działania programu symulatora. Klawiszem <Esc> kończymy widok pola wizualizacji stanów i przechodzimy do ekranu symulacji (patrz rys.1). Klawiszem <ENTER> przechodzimy do ekranu edycji (set). Ekran ten został przedstawiony na rys. 4. Posługując się kursorami możemy wybrać:

- X, Y, Z, docelową współrzędną ruchu robota (robot może przemieszczać się jednocześnie względem jednej wybranej osi - np. podanie: oś 2 to ruchy w Y),
- Ustawienie prędkości ruchu robota,
- Ustawienie sygnału wyjściowego na "włączony" , "wyłączony" poprzez wpisanie w odpowiednim polu wartości "1" lub "0",
- Spowodować wysłanie Wyślij sygnały i po zatwierdzeniu <ENTER>, przechodzimy do ekranu głównego i obserwujemy zachodzące zmiany.

**SET...** jest instrukcją języka programowania EMM służącą do ustawienia numeru urządzenia wyjściowego w EMM. Tym samym w tym oknie możemy zmieniać wartości na czarnych polach i tym samym włączać, bądź wyłączać dowolnego urządzenia w EMM. Np. podniesienie stacji załadunkowej możliwe jest po ustawieniu jednocześnie wartości "1" w polu 14, 13. W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że numery wyjść (portów wyjściowych) nie odpowiadają numerom portów odczytu (sygnałów z obiektu).

Sterowanie EMS:

X = 0.00

Y = 0.00

Z = 0.00

Prędkość 0

0s 0

Set:

14 0 taśma w prawo (z 2 - podn. w górę)

13 0 taśma w lewo (z 1 - podn. w górę)

2 0 zderzak na stacji kod. w górę

12 0 zderzak na stacji rozp. w dół

3 0 zderzak na stacji prawej w górę

4 0 zderzak na stacji lewej w górę

5 0 zderzak końcowy w górę

0 0 podnośniki prawy i lewy w górę

10 0 bit A kodu palety

11 0 bit B kodu palety

8 0 bit C kodu palety

9 0 bit D kodu palety

0

7 0 zamocować chwytak

0

6 0 otworzyć chwytak

Reset 0 resetuj FMS

0 uślij sygnały

Rys. 4. Widok ekranu sterującego EMM

## Przykład 1. Ustawienie kodu palety

Kod palety jest to przypisana wartość do położenia trzpieni w kostce kodowej. Położenie trzpieni można odczytać gdy paleta znajduje się na stacji rozpoznania. Odczyt w systemie symulatora możliwy jest w trakcie postoju. Odczyt wykonywany jest za pomocą czterech czujników indukcyjnych głowicy odczytującej. Konstrukcja kostki kodowej palety umożliwia jednoczesne zbliżenie do powierzchni kostki tylko niektórych trzpieni<sup>1</sup>. Istnieją cztery możliwe warianty ich położenia, a więc cztery możliwe kody palety z kostką kodową. Kombinacje te przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Wartości kodu palety zakodowane w kostce (odczytane na stacji rozpoznawania).

Odczyt (get)	Trzpień A (16)	Trzpień B (17)	Trzpień C (18)	Trzpień D (19)
Kod (wartość dec)	wzajemnie sprzężone		wzajemnie sprzężone	
5	1*	0	1	0
10	0	1	0	1
9	1	0	0	1
6	0	1	1	0

1\*) oznacza wysunięty trzpień w kostce kodowej, 0 – schowany (nie daje sygnału).

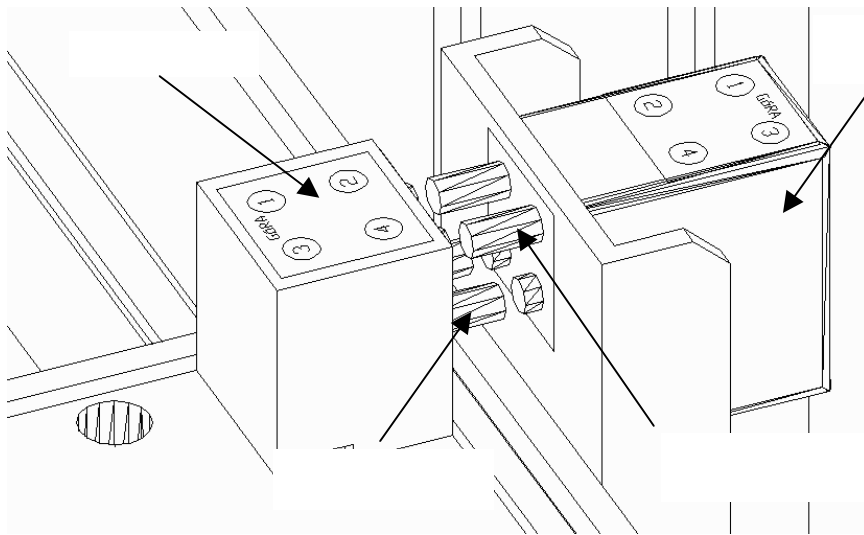
Zmiana kodu palety polega na wysunięciu odpowiednich trzpieni w głowicy kodowania, które ustawia, wysuną ku powierzchni sprzężone trzpień kostki kodowej. Zmiana / ustawienie kodu możliwe jest jedynie w czasie postoju palety na stacji kodowania. Mechanizm kodowania przedstawiony został na rys.5. Odpowiednio adresując bity w symulatorze możemy „wysuwać” trzpień głowicy kodowania (porównaj z rys. 4 – wartości portów wyjściowych w instrukcji **SET** dla bitów kodu palety). Powoduje to naprzemienne „przemieszczenie” trzpieni w kostce kodowej. Poniższa tabela ma wyjaśnić możliwości kodowania palety.

Tabela 2. Porównanie kodów symulatora i EMM

Nazwa bitu w symulatorze odczyt	Bit A	Bit B	Bit C	Bit D
Nazwa bitu w symulatorze zapis	Bit B	Bit A	Bit D	Bit C
Ruch trzpienia głowicy kodowania	2	1	4	3
Efekt – wysunięcie trzpienia kostki kod.	1	2	3	4

**Podsumowanie:** Kodujemy paletę wysuwając odwrotne trzpień (bity sprzężone) w głowicy kodującej niż oczekiwane sygnały z kostki kodowej.

<sup>1</sup> Opis działania kostki kodowej został zamieszczony w pliku EMM.pdf



Rys. 5 Mechanizm kodowania palety (zdjęta osłona czołowa kostki kodowej)

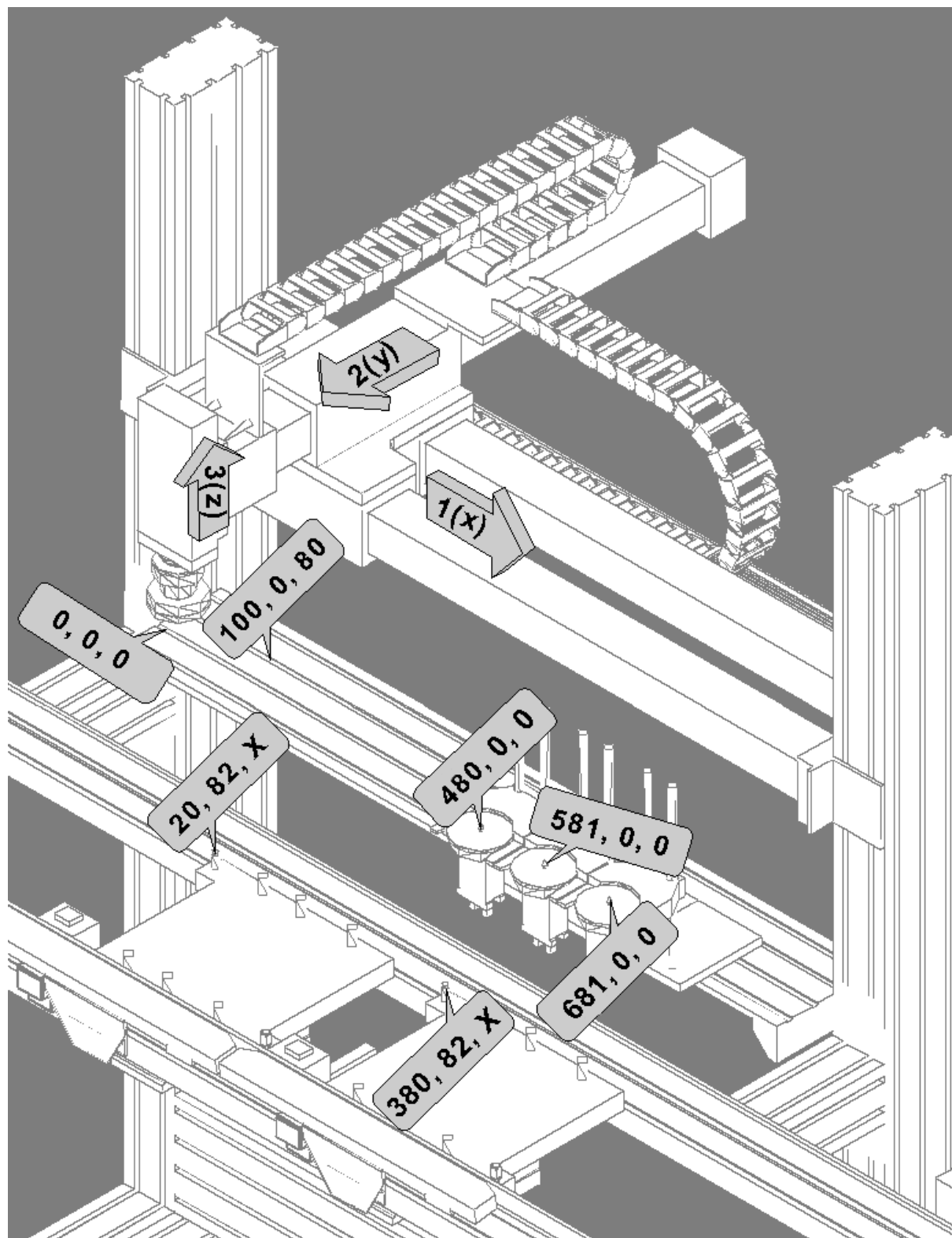
Odczytu wartości kodu palety dokonujemy w EMM na stacji rozpoznania. A jego wartości możemy sprawdzić na ekranie wizualizacji odczytując wartości obok pól [16,17,18,19](#). Nieco inaczej postępujemy w przypadku konieczności zmiany kodu palety. Procedura zmiany kodu polega na przetransportowaniu palety na stację kodowania i wysunięciu oraz schowaniu trzpień kodujących tj. na ustawieniu bitu sprzężonego. Tak więc dla ustawienia bitu A (odczytu) kodu palety należy wysłać bit B (wysuwamy trzpień (2) z głowicy kodowania) i odwrotnie dla ustawienia bitu B (odczytu) należy wysłać bit A (wysuwamy trzpień (1) z głowicy kodowania). Analogicznie w przypadku pary bitów C i D.

## Przykład 2. Ruchy robota

Strefa ruchów robota zamyka się w przestrzeni 700\*400\*80 mm, tj. współrzędne w osi X (1) mogą przyjmować wartości 0-700. Robot może w swojej przestrzeni ruchów przemieszczać się z dowolną zaprogramowaną prędkością do 2 m/s, uzyskując w tej strefie dowolny zaprogramowany (bezwzględny) końcowy punkt. Lecz nie jest to pusta przestrzeń. W prostopadłości przestrzeni roboczej robota znajdują się zarówno palety, przyrządy montażowe jak i chwytaki zamocowane do płyt przyłączeniowych (uproszczoną przestrzeń ruchów robota przedstawia rys.5). Spoczywają one na trzech wieszakach. Ich obecność jest sygnalizowana po przez czujniki obecności (GET 1, 2, 3 – rys.3). Symulator nie weryfikuje samoczynnie przestrzeni ruchów robota i nie sprawdza możliwości zaistnienia kolizji ramienia, chwytaka z innymi elementami znajdującymi się w przestrzeni. Programując sekwencje ruchów trzeba przewidywać ich następstwa.

Aby pobrać chwytak trzeba zmieniaczem chwytaków zamocowanym do ramienia robota dojechać do pozycji umożliwiającej pobranie chwytaka, na dowolnej wysokości ponad płytą przyłączeniową np. (oś 3(z) = 80 – współrzędne w osi X punktów w tym przykładzie wg rys. 6). Kolejno opuścić zmieniacz w osi chwytaka do wysokości umożliwiającej zamocowanie chwytaka (oś 3(z) = 0), zamocować chwytak (SET 7). Wysunięcie chwytaka z wieszaka to również kilka po sobie następujących czynności. W pierwszej kolejności przesuwamy ramię robota do przodu (oś 2(y) = 18), kolejno unosimy chwytak (oś 3(z) = 80) i wysuwamy całkowicie z wieszaka - dalej do przodu (oś 2(y) = 55). Przesuwamy (oś 1(x)=100), a następnie ruch (oś 2(y)=0). W ten sposób uzyskaliśmy pozycję o współrzędnych (100,0,80), tzw. *pozycję bezpieczną*. Osiągnięcie tej pozycji jest punktem początkowym do programowania pracy ruchów technologicznych robota. Wprowadzona została ze względu na brak możliwości weryfikacji programowej w symulatorze kolizji chwytaka z innymi elementami znajdującymi się w przestrzeni roboczej. Przyjęcie zasady, że robot ruchy technologiczne wykonuje począwszy od tego punktu, ułatwia znacznie projektowanie i uruchamianie programów na rzeczywistym EMM, zwalnia programującego z konieczności śledzenia trajektorii ruchów robota przy wykonywaniu ruchów przestawczych, o ile w tej strefie nie umieściliśmy dodatkowych obiektów.

Rozmieszczenie gniazd na zabazowanych paletach oraz ich wymiary podane są na rysunku w instrukcji programowania EMM. Punktami odniesienia między rysunkami są współrzędne kołków bazowych stacji roboczych.



Rys. 6 Współrzędne charakterystycznych punktów przestrzeni roboczej robota w symulatorze EMM.