

Zofia A. Jasińska, Andrzej Łapiński, Ludwik H. Przybylski
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

MODUŁOWY SYSTEM ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH PR-02 I MOŻLIWOŚCI JEGO ZASTOSOWAŃ DO AUTOMATYZACJI DYSKRETNYCH PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. Omówiono budowę i działanie części manipulacyjnych i układu sterowania systemu modułowych robotów przemysłowych PR-02. Przesanalizowano możliwości i przykłady jego zastosowań.

1. Koncepcja i właściwości systemu

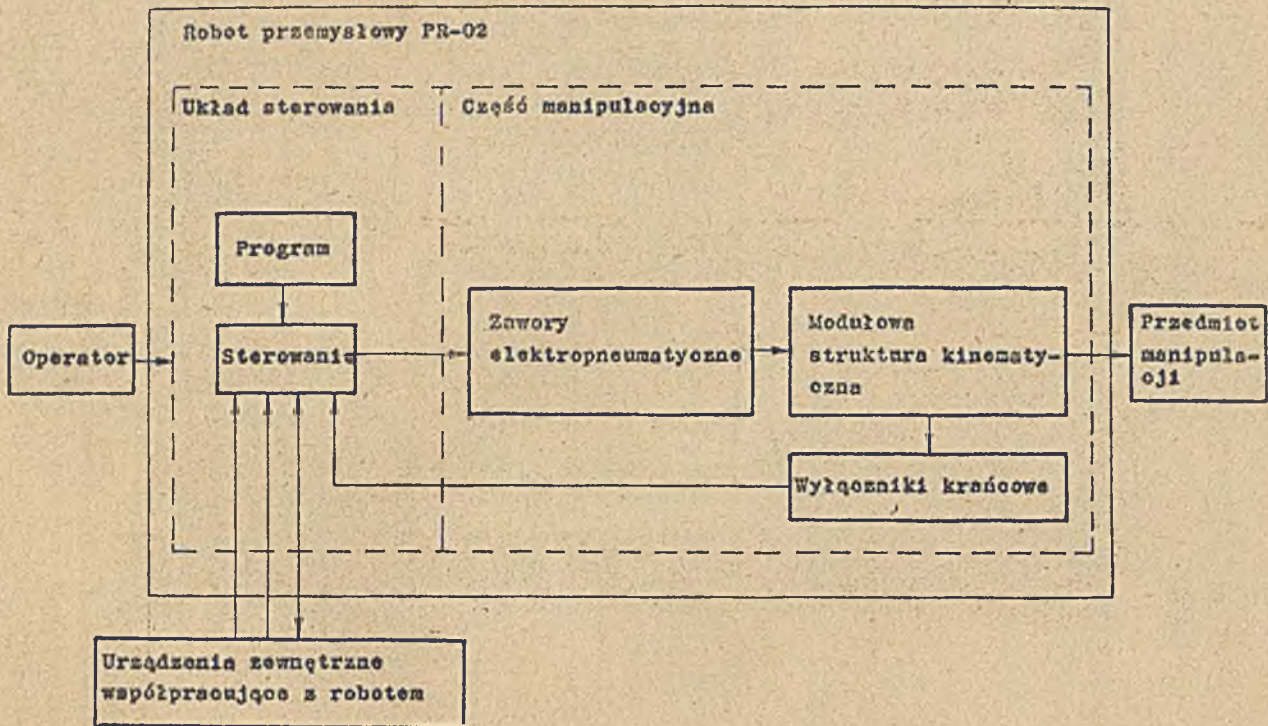
Modułowy system robotów przemysłowych PR-02 jest zbiorem robotów przemysłowych kombinowanych z zestawu modułów kinematycznych i sterowanych za pomocą jednolitego układu sterowania. Pod pojęciem "moduł kinematyczny" /lub podstawowy/ rozumie się mechanizm o jednym stopniu swobody zaopatrzony we własny napęd. Koncepcja systemu opiera się na prostym "klockowym" składaniu określonej, ograniczonej do 8, liczby modułów kinematycznych w struktury kinematyczne o różnych zakresach ruchów - obszarach pracy - dostosowane do konkretnych zastosowań. Pozwala to na elastyczne ekonomiczne rozwiązywanie szerokiej klasy dyskretnych zadań manipulacyjnych. Schemat blokowy robota PR-02 przedstawiono na rys. 1.

2. Część manipulacyjna systemu

Część manipulacyjna robota jest mechanizmem, o co najmniej dwóch stopniach swobody, zbudowanym z modułów ze zbioru 5 typów modułów podstawowych. Dane techniczne modułów podstawowych zestawiono w tab. 1.

Podział modułów przesunięcia liniowego na 3 typy: MA, MB i MC spowodowany jest względami konstrukcyjnymi i funkcjonalnymi. Moduły MA realizują ruch za pomocą ruchomego tłoka i przewidziane są przede wszystkim do zabudowy poziomej w konfiguracjach robotów; moduły MB realizują ruch za pośrednictwem ruchomego cylindra i mogą być zabudowywane w osiach poziomej i pionowej, i podpierane w dwóch punktach; moduły MC mają ruchomy tłok lub cylinder i realizują lokalne prostoliniowe ruchy chwytaków. W miarę postępu prac konstrukcyjnych zestaw modułów podstawowych będzie rozszerzany.

Realizacja techniczna modułów podstawowych oparta jest na siłownikach pneumatycznych dwustronnego lub jednostronnego działania i siłownikach pneumatycznych. Człony napędzające sterowane są za pomocą 2/3-



Rys.1. Schemat blokowy robota przemysłowego PR-02.

Tab. 1

Dane techniczne modułów podstawowych systemu robotów przemysłowych PR-02.

Typ modułu	Symbol	Funkcja	Człon napędzający	Skok/obrót maksymalny	a
MA	501	realizacja	siłownik pneumatyczny	50 mm	2
	3001	przesunię-		300 mm	
	3002	cia linio-		300 mm	
	6002	wego		600 mm	
MB	2003	realizacja	siłownik pneumatyczny	200 mm	2
	4003	przesunię-		400 mm	
	6003	cia liniow.		600 mm	
MC	321	realizacja przesunię-	siłownik pneumatyczny	72 mm	2
	502			cia liniow.	
MD	3001	ruch obroto- wy robota	siłowniki pneumatyczne silnik pneumatyczny	5/3 π	2
	3603			2 π	3
ME	1801	ruch obroto- wy chwytaka	siłowniki pneumatyczne silnik pneumatyczny	π	2
	3603			2 π	
MF	10	napęd szczęk chwytaka	siłownik pneumatyczny		2
	20				
	50				

a - liczba punktów pozycjonowania.

1 2/5-drogowych elektrozaworów pracujących w różnych układach w zależności od rodzaju modułu. Zakresy ruchów nastawiane są bezstopniowo za pomocą zderzaków mechanicznych. Końcowe odcinki ruchów modułów MA, MB i MD są tłumione tłumikami pneumatycznymi. Przewody elektryczne i pneumatyczne prowadzone są wewnątrz modułów kanałami lub przewodami elastycznymi.

Objekt manipulacji może być chwytny za pomocą standardowych chwytaków MF, po wyposażeniu ich w odpowiednie szczęki, lub za pomocą chwytaków

ków specjalnych.

Sposób budowy z modułów podstawowych konfiguracji kinematycznych oraz uzyskiwane kształty przestrzeni roboczych przedstawiono schematycznie na rys.2.

W tab.2. zestawiono możliwości bezpośrednich połączeń między poszczególnymi modułami podstawowymi.

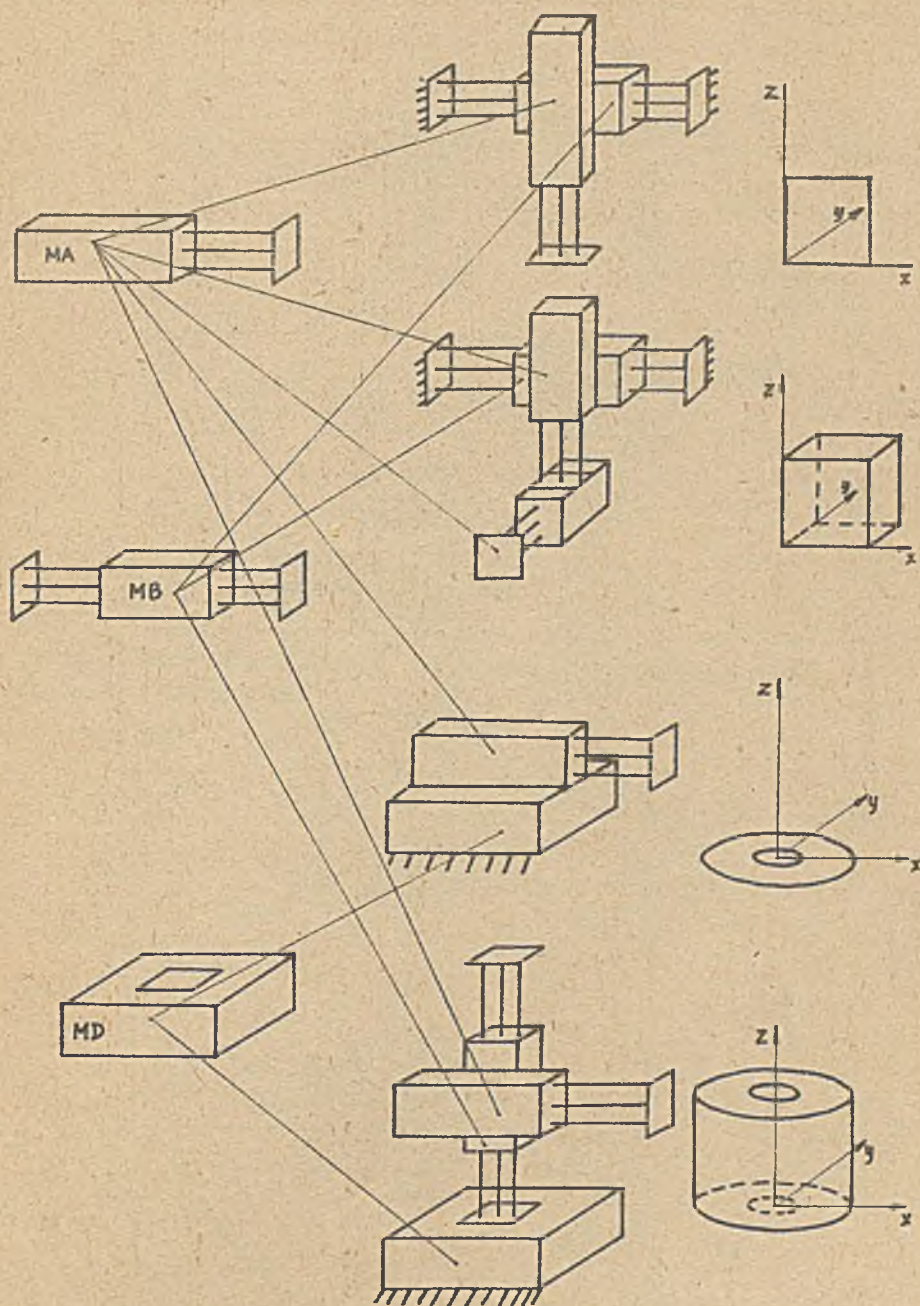
Tab.2

Zestawienie możliwości bezpośrednich połączeń między modułami podstawowymi

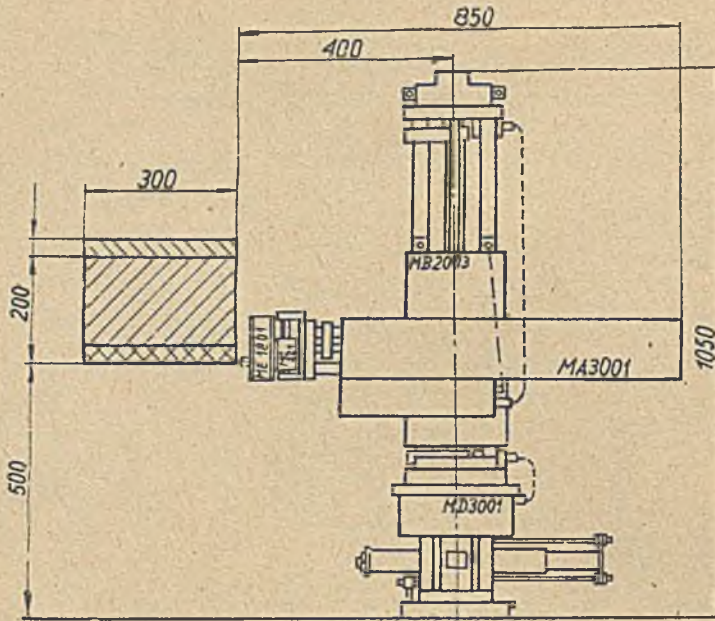
Typ modułu	MA 501	MA 3001	MA 3002 6002	MB 2003 4003 6003	MC 321 502	MD 3001	MD 3603	ME 1801	ME 3603
MA 501	X	X						X	
MA 3001	X	X		X	X	X	X	X	X
MA 3002 6002			X	X	X	X	X		X
MB 2003 4003 6003		X	X	X		X	X		
MC 321 502		X	X		X			X	X
MD 3001		X	X	X		X			
MD 3603		X	X	X			X		
ME 1801	X	X			X			X	
ME 3603		X	X		X				X

X - możliwość bezpośredniego połączenia.

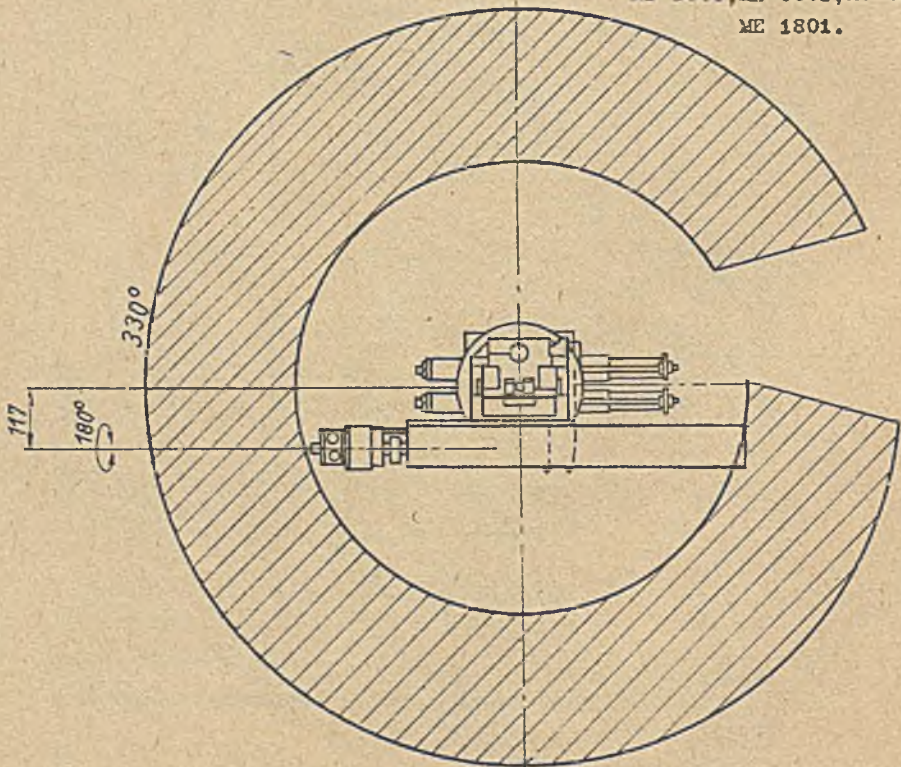
Przykładowe konfiguracje robotów PR-02 wraz z wymiarami przestrzeni roboczych pokazują rysunki 3,4 i 5.

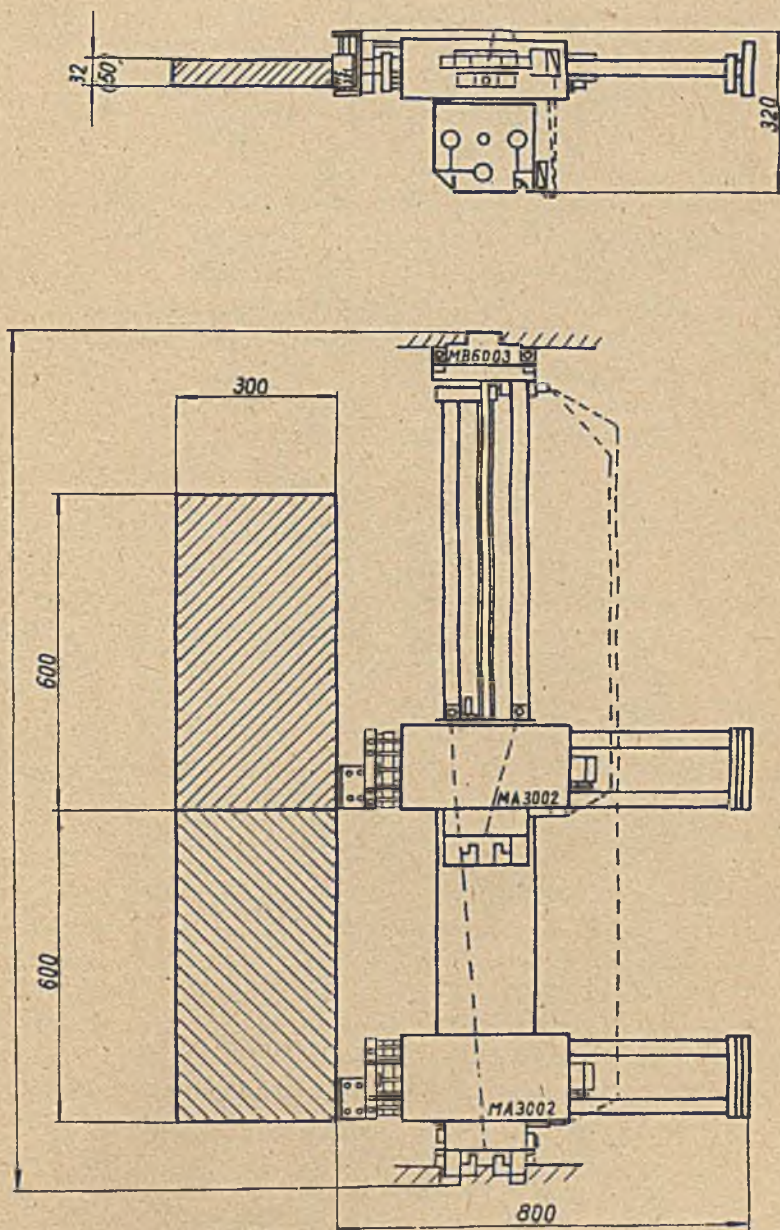


Rys.2. Budowa z modułów podstawowych konfiguracji kinematycznych robotów PR-02 oraz uzyskiwane przestrzenie robocze

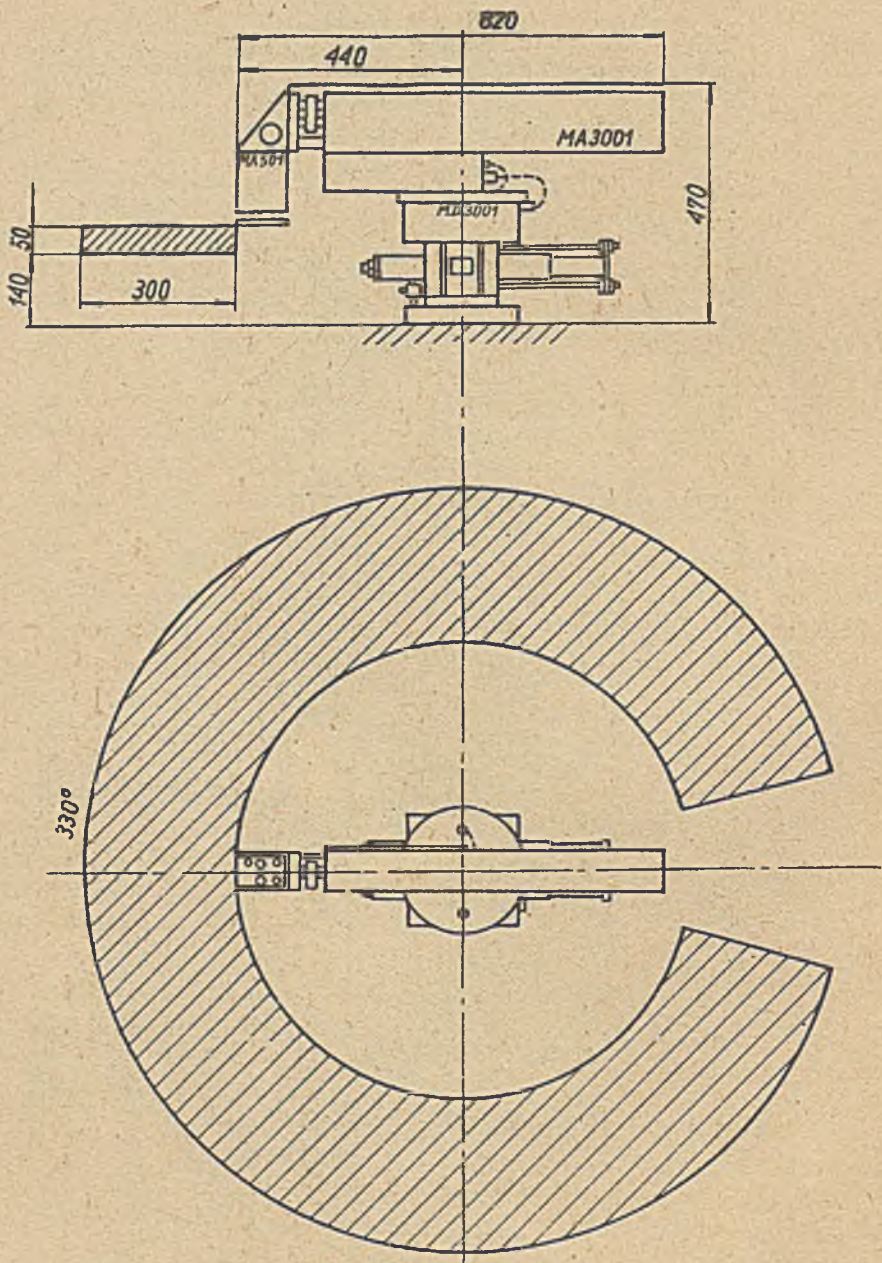


Rys.3. Konfiguracja robota PR-02 zbudowana z modułów MD 3001,
MB 2003, MA 3001, MC 321,
ME 1801.





Rys.4. Konfiguracja robota PR-02 zbudowana z modułów:
 MB 6003, 2 x MA 3002, MC 331.



Rys.5. Konfiguracja robota PR-02 skonstruowana z modułów:
MD 3001, MA 3001 i MA 501.

3. Układ sterowania systemu

Modułowy system robotów przemysłowych PR-02 ma jednolity elektroniczny układ sterowania oparty na układach scalonych SSI i MSI TTL i zbudowany w formie kasety. Układ sterowania umożliwia dwupołożeniowe sterowanie osiami ruchu, modułami podstawowymi, przy czym z jednej kasety można sterować maksymalnie 8 osi. Do sterowania modułów o liczbie zatrzymań większej od 2, np. modułu 3603 MD/ wykorzystuje się dwa lub więcej obwodów sterowania dwupołożeniowego. Układ sterowania umożliwia:

- 1^o Sterowanie ręczne - sygnały wejściowe podaje się za pomocą przycisków sterowania ręcznego umieszczonych na ścianie czołowej kasety sterowniczej.
- 2^o Sterowanie automatyczne - sygnały wejściowe podawane są z kolejno odczytywanych kolumn macierzy diodowej zawierającej kolejne takty uprzednio ułożonego programu pracy robota. Przejście do wykonania następnego kroku następuje automatycznie po wykonaniu danego kroku.
- 3^o Sterowanie skokowe - wykonanie następnego kroku programu następuje po przyściśnięciu przycisku TAKT.

Programowanie pracy robota wykonywane jest za pomocą dwóch rodzajów wtyków diodowych i macierzy programowej. Macierz programowa jest tablicą utworzoną z 320 gniazd dwuwtykowych o wymiarach 32 kolumny x 10 wierszy. Osiem wierszy /A + H/ służy do programowania osi ruchów robota. Dwa wiersze /V1 + V4/ przeznaczone są do programowania sygnałów wyjściowych sterujących urządzeniami zewnętrznymi współpracującymi z robotem i sprawdzania zewnętrznych sygnałów synchronizujących.

Kolumna "0" tablicy określa startowe położenie osi ruchów robota, realizowane po włączeniu zasilania pneumatycznego i elektrycznego. Kolumny 1 + 31 odpowiadają kolejnym krokom programu. Wetknięcie wtyku jednego rodzaju, np. białego/ w gniazdo w i-tym wierszu /A + H/ i j-tej kolumnie /1 + 31/ oznacza zaprogramowanie ruchu i-tego modułu podstawowego w j-tym kroku programu w kierunku odpowiadającym rodzajowi wtyku /w umownym kierunku "białym"/. Ostatni wykonany krok jest pamiętany przez układ sterowania aż do pojawienia się rozkazu przeciwnego /aż do wetknięcia w danym wierszu wtyku innego rodzaju - "czerwonego"/.

Automatyczne przejście do realizacji następnego kroku programu może nastąpić dopiero wtedy, gdy w aktualnie wykonywanym kroku programu wszystkie osie ruchów zajmą wymagane położenia, co sygnalizowane jest za pomocą odpowiednich wyłączników krańcowych.

4. Możliwości i przykłady zastosowań systemu

Roboty przemysłowe PR-02 można stosować do rozwiązywania dyskretnych zadań manipulacyjnych nie wymagających osiągnięcia więcej niż 96 /przy konfiguracji maksymalnej/ punktów pozycjonowania w przestrzeni pracy robota. Masa obiektu manipulacji przy maksymalnie rozbudowanej części manipulacyjnej nie powinna przekraczać 5 kg. Parametry techniczno-eksploatacyjne robotów PR-02 pozwalają na różnorodne ich zastosowania, z których do najważniejszych należy zaliczyć:

- ładowanie i rozładowanie obrabiarek,
- ładowanie i rozładowanie maszyn do obróbki plastycznej,
- rozładowanie wtryskarek,
- ładowanie i rozładowanie transporterów,
- proste prace montażowe.

Przewidywane są również specjalne zastosowania robotów PR-02, związane z ich adaptacją do specjalnych warunków pracy. Jednym z przykładów takich zastosowań będzie specjalizowany robot do zalewania form ciśnieniowych płynnym metalem.

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów w Warszawie prowadzi szereg prac aplikacyjnych robotów PR-02 w zakładach produkcyjnych w całym kraju. Przykładami w poszczególnych obszarach zastosowań mogą być następujące aplikacje robotów:

- do obsługi obrabiarek zespołowych,
- do obsługi prasy z wahającą matrycą PXW100A,
- do obsługi wtryskarki 6200 BSKM-15-НКUP,
- do obsługi maszyny odlewniczej,
- do ładowania bębna pralki automatycznej z transportera do trawistora,
- do obsługi stanowisk montażowych.

Moduły robotów PR-02 znajdują również zastosowanie jako podstawowe elementy zunifikowanych urządzeń podająco-załadowniczych zautomatyzowanych prostych obrabiarek skrawających.

МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОМЫШЛЕННЫХ РАБОТ PR-02 И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИСКРЕТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Резюме

В работе анализируется конструкция и действие манипуляционного состава и подсистемы управления системы модульных промышленных работ PR-02. Дается тоже анализ возможностей и примеры его применения.

THE MODULAR PR-02 ROBOT SYSTEM AND ITS APPLICATION POSSIBILITIES
FOR THE AUTOMATION OF DISCRETE INDUSTRIAL PROCESS

S u m m a r y

The paper discusses the construction, functioning and control of the modular robot system PR - 02. An analysis of its applicability and some examples are presented.