

## **Roboty przemysłowe IRb i IRp**

**JOLANTA GÓRSKA**

W Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP w Warszawie od 1984 r. są produkowane w krótkich seriach roboty przemysłowe IRb, a także opracowano nowe roboty przemysłowe IRp. Jednocześnie są prowadzone prace rozwojowe nad innymi robotami przemysłowymi.

Robot przemysłowy IRb składa się z części manipulacyjnej i oddzielonej konstrukcyjnie szafy sterowniczej (rys. 1). Szafa sterownicza może być umieszczona z dala od części manipulacyjnej, co stosuje się podczas pracy w trudnych warunkach. Część manipulacyjna z szafą sterowniczą jest połączona przewodem. W wersji standardowej robot ma pięć stopni swobody: obrót wokół podstawy  $\varphi$ , obrót ramienia dolnego  $\theta$ , obrót ramienia górnego  $\alpha$ , skreślanie przegubu  $\nu$ , pochylenie przegubu  $t$ . Roboty IRb mogą być dodatkowo wyposażone w szósty stopień swobody sterowany programowo, jak i pozostałe stopnie swobody robota; jest nim w robocie IRp-6 przemieszczenie liniowe robota na torze jezdnym, a w robocie IRb-60 obrót przegubu,  $z$  (rys. 2).

W części manipulacyjnej każda oś robota ma osobny układ pomiarowo-napędowy składający się z silnika prądu stałego ze sprzężeniem tachometrycznym, regulatora położenia ze współpracującym transformatorem położenia kąтового (rezolwerem) oraz układu transmisji napędu. Dzięki temu jest uzyskiwana dokładność pozycjonowania  $\pm 0,2$  mm dla IRb-6 i  $\pm 0,4$  mm dla IRb-60 (tabl. I).

Układ sterowania robotów IRb jest oparty na komputerze z zastosowaniem mikroprocesora 8-bitowego INTEL-8008. Komputer steruje przepływem danych i rozkazów znajdujących się w pamięci do poszczególnych bloków robota i urządzeń zewnętrznych oraz przyjmuje od nich sygnały informacyjne. Dla człowieka-operatora obsługującego robot przemysłowy IRb istotny jest sposób komunikacji pomiędzy nim a robotem za pośrednictwem panelu operacyjnego oraz panelu programowania.

*Panel operacyjny* (zainstalowany na przedniej ścianie szafy) z zespołem wyłączników i wskaźników służy do włączania robota, wyboru rodzaju pracy (ręczna, automatyczna, czytanie z kasy, wpisywanie do kasy) oraz wyboru programu (od nr 1 do nr 4). Wystarcza on do sprawowania pełnej kontroli nad robotem wówczas, gdy robot jest już zaprogramowany.

*Panel programowania* (umieszczony we wnęce panelu operacyjnego i połączony z szafą przewodem) jest niezbędny do ręcznego sterowania robotem, programowania, sprawdzania i korekcji programu.

Programowanie odbywa się metodą uczenia PTP (point to point); ułożony program można zapisać na taśmie magnetycznej przy użyciu jednostki pamięci kasetowej (pamięci zewnętrznej). Każdorazowo po uruchomieniu robota, po włączeniu lub zaniku zasilania, należy wczytać program z pamięci kasetowej, ponieważ poprzednio zapisany w pamięci program użytkownika jest tracony. Przy krótkotrwałych (do 45 min) zanikach napięcia zasilania zapisany program jest chroniony przez akumulatorowy zasilacz rezerwowy, w który jest wyposażony robot. Układ sterowania robota może przechowywać w pamięci do czterech niezależnych programów.

Robot przed rozpoczęciem pracy musi być zsynchronizowany, co polega na ustawieniu elementów części manipulacyjnej w pewnym określonym położeniu zerowym, które jest położeniem odniesienia dla kolejnych ruchów robota. Robot jest programowany za pomocą panelu programowania. Program robota składa się z instrukcji, a wykonanie pojedynczej instrukcji jest krokiem programu. Panel programowania jest wyposażony w 16 przycisków instrukcji, 10 przycisków umożliwiających ręczne sterowanie w obu kierunkach 5 osiami robota, 4 przyciski pozwalające na ręczne sterowanie otwieraniem i zamykaniem dwóch chwytaków, 10 przycisków klawiatury dziesiętnej, przełączniki do nastawiania prędkości silników napędowych, wyświetlacz cyfrowy oraz inne lampki i przyciski pomocnicze. Operator programując robota naciska odpowiednie przyciski sterujące tak, aby doprowadzić część manipulacyjną robota do wymaganego położenia. Położenie, prędkość i sposób realizacji ruchu są zapisywane w pamięci robota po wciśnięciu przycisku odpowiedniej instrukcji pozycjonowania. Każde położenie jest zapamiętywane krok po kroku w pamięci.

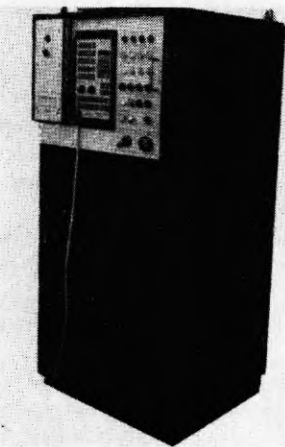
Pomiędzy instrukcjami pozycjonowania, które określają trajektorię ruchów robota, mogą być umieszczone inne instrukcje, jak np. powtórzenie, skok, oczekiwanie. Instrukcje są wprowadzane przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku, a liczby będące argumentami tych instrukcji za pomocą klawiatury dziesiętnej, np. dla instrukcji oczekiwania argumentem będzie czas oczekiwania. Kolejność naciśnięcia instrukcji tworzy porządek instrukcji w programie użytkowym. Instrukcje automatycznie otrzymują numery będące wielokrotnością liczby 10. Operator może nadać instrukcji dowolny numer za pomocą klawiatury dziesiętnej, co jest wykorzystywane np. podczas korekty programu z daniem nowych instrukcji bez jego przepisywania.

Robot IRb realizuje trzy zasadnicze rodzaje ruchów, które

Mgr inż. Jolanta Górka jest adiunktem w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP w Warszawie.

można programować wg instrukcji pozycjonowania: dokładnego, zgrubnego i liniowego. Przy *pozycjonowaniu dokładnym* zadaniem robota jest przemieszczenie osi z zaprogramowaną prędkością i ustawienie ich dokładnie w wymaganym położeniu zapamiętanym instrukcją. *Pozycjonowanie zgrubne* różni się od dokładnego jedynie zmniejszonym wymaganiem dokładności pozycjonowania w położeniu końcowym. Przy *programowaniu instrukcji liniowo* jest podawany czas, w którym robot powinien przejść między dwoma punktami. Ruch ten może być realizowany jako ruch prostoliniowy lub też z nałożonym ruchem dodatkowym (ruch oscylacyjny). Robot ten może współpracować z dwustanowym czujnikiem (typu zwarty-rozwarty) dla realizacji funkcji szukania. Dzięki temu można poszukiwać przedmiotu wzdłuż toru, a w zależności od miejsca znalezienia przedmiotu następuje automatyczne dostosowanie programu dalszych ruchów robota (przesunięcie układu współrzędnych). Ponadto panel programowania umożliwia zaprogramowanie:

- sterowania chwytakami;
- włączania i wyłączania 14 wyjść oraz ustawienia 16 flag (wskaźników). Wyjścia mogą być zastosowane np. do włączania i wyłączania współpracujących urządzeń, natomiast flagi są mechanizmami programowymi działającymi jak wewnętrzny wyłącznik i służą do sygnalizacji wewnętrznej;

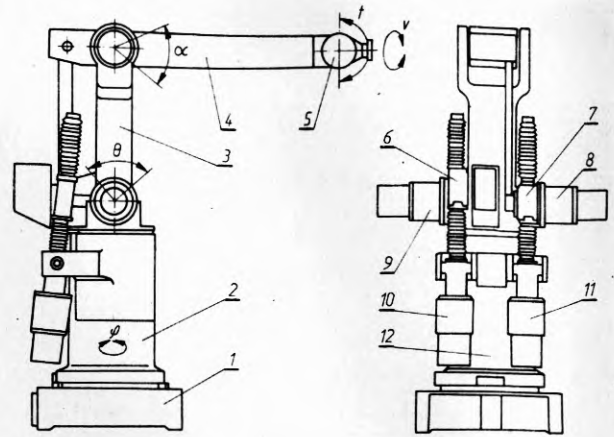


Rys. 1. Szafa sterownicza IRb

- oczekiwania przez czas nastawiony w granicach 0,1 ÷ 9,9 s,
- oczekiwania warunkowego, tzn. zawieszenia wykonania dalszej części programu aż do chwili, gdy zostanie włączone programowo sprawdzone wejście zewnętrzne o numerze od 1 do 16. Wejścia te mogą być włączane automatycznie przez urządzenia, z którymi robot współpracuje lub ręcznie przez robotnika współdziałającego z robotem;
- powtarzania (do 99 razy) fragmentu programu;
- skoku do innego załączonego programu po dojściu do odpowiedniej instrukcji, gdy zaprogramowane wejście zewnętrzne jest włączone;
- skoku warunkowego w ramach danego programu do dowolnie wybranej instrukcji, gdy jest włączone określone wejście lub flaga.

Niezależnie od wersji standardowej mogą być wykonywane roboty IRb w wersji adaptacyjnej, które są wyposażone w zmodyfikowany program sterujący, umożliwiający realizację wszystkich funkcji w wersji standardowej, a ponadto kilka dodatkowych, jak np. funkcje sterowania prędkością ruchów i śledzenia kształtów. Dzięki tym dodatkowym funkcjom, na podstawie sygnałów z czujników zewnętrznych, robot adaptacyjny na bieżąco dostosowuje zaprogramowane ruchy i prędkości od aktualnego stanu wybranych parametrów otoczenia.

Robot przemysłowy IRb-60 Z przeznaczony zwłaszcza do zgrzewania punktowego został opracowany w MERA-PIAP i jest modyfikacją robota IRb-60. Wprowadzono w nim zmiany w stosunku do robota standardowego IRb-60 zarówno w ukła-



Rys. 2. Część manipulacyjna robota przemysłowego IRb-6: 1 - podstawa, 2 - korpus obrotowy, 3 - ramię dolne, 4 - ramię górne, 5 - przegub, 6 - przekładnia śrubowa toczna  $\phi$ , 7 - przekładnia śrubowa toczna  $\alpha$ , 8 - napęd ruchu  $v$ , 9 - napęd ruchu  $t$ , 10 - napęd ruchu  $\phi$ , 11 - napęd ruchu  $\alpha$ , 12 - napęd ruchu  $\phi$

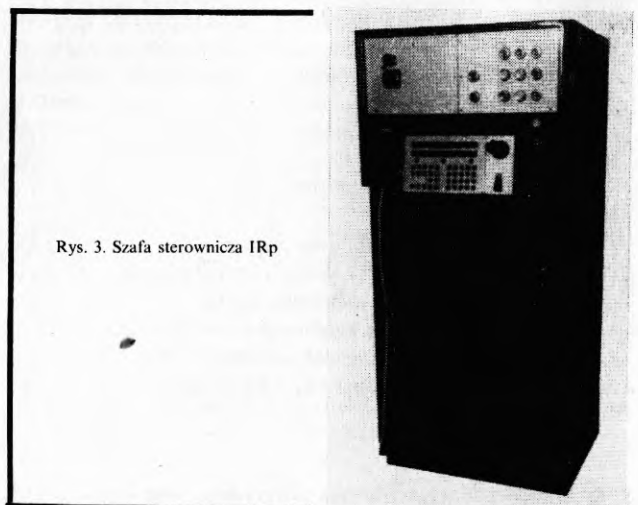
dzie sterowania, jak i w części manipulacyjnej. W układzie sterowania robota wprowadzono dodatkowy pakiet (płyta modyfikacji), który realizuje następujące funkcje:

- skraca czas hamowania przy dojściu do zaprogramowanych punktów zgrzewania (dzięki czemu zwiększa się wydajność pracy robota),
- zabezpiecza przed przeciążeniem spowodowanym przyklejeniem elektrod,
- realizuje funkcję STOP SYSTEMU, która w odróżnieniu od STOPU AWARYJNEGO umożliwia kontynuację pracy robota bez ponownej synchronizacji, po osunięciu przyczyny awarii.

Zmiany w części manipulacyjnej robota IRb-60 Z są następujące:

- dodatkowy stopień swobody (6) zamocowany na przegubie robota. Dzięki temu zwiększono możliwości manipulacyjne robota oraz uzyskano m.in. łatwiejszy dostęp elektrod zgrzewalniczych do punktów zgrzewania;
- dodatkowe hamulce elektromagnetyczne dla osi przegubu ( $v$  i  $t$ ) niezbędne dla utrzymania (obciążonego szóstą osią i zgrzewadłem) ramienia robota w nieruchomej pozycji w chwili wyłączenia zasilania silników;
- sprzęgło przeciążeniowe dla osi pochylania przegubu ( $t$ ). W razie przekroczenia nastawionego obciążenia tej osi (np. przyklejenie elektrod) praca robota zostaje zatrzymana.

Roboty przemysłowe IRb, dzięki swej uniwersalności, zastępują ludzi przy wykonywaniu ciężkiej i monotonnej pracy,



Rys. 3. Szafa sterownicza IRp

umożliwiają lepsze wykorzystywanie maszyn, poprawiają i ujednolicają jakość operacji, usprawniają przepływ materiałów itp. Mogą być stosowane do:

- obsługi urządzeń technologicznych w zakresie operacji załadowywania i rozładowywania urządzenia; robot wykonuje wówczas operacje manipulacyjne (*chwyc przedmiot, przenieś przedmiot, zmień jego orientację oraz połóż przedmiot*);

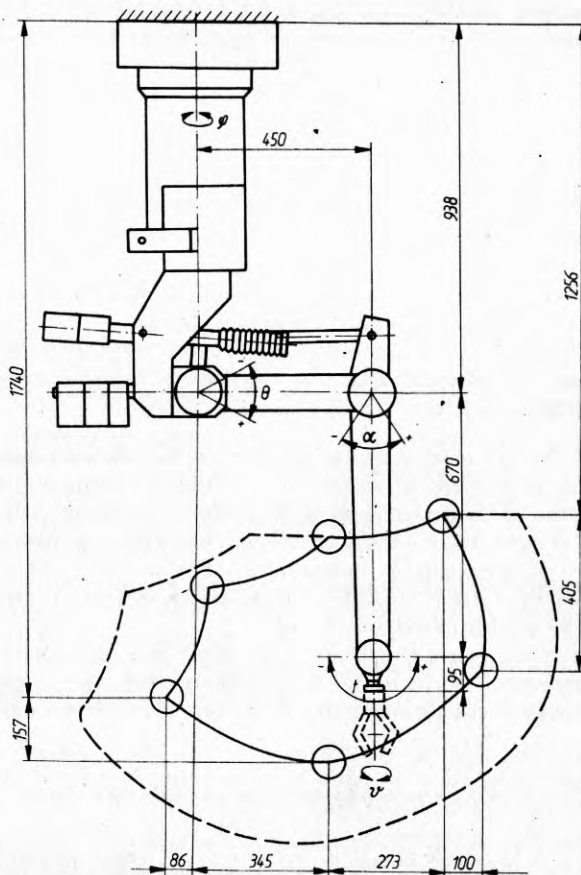
- samodzielnego wykonywania operacji technologicznych (spawanie łukowe, czyszczenie odlewów, gratowanie, cięcie, klejenie, polerowanie, szlifowanie, zgrzewanie punktowe itp.).

Mogą one pracować w pojedynczych zrobotyzowanych stanowiskach, gniazdach lub liniach. W przemyśle krajowym roboty IRb zastosowano m.in. do spawania łukowego, zgrzewania punktowego, polerowania, docierania, obsługi maszyn, gratowania i natryskiwania plazmowego.

Opracowano również roboty przemysłowe IRp-6 i IRp-60. Produkcja robotów IRp-6 została uruchomiona w Zakładach Automatyki Przemysłowej MERA-ZAP w Ostrowie Wielkopolskim i Zakładach Przemysłu Metalowego H. Cegielski w Poznaniu, natomiast robotów IRp-60 jest przygotowywana do uruchomienia. Część manipulacyjna robotów IRp jest zbliżona do robotów IRb. Składa się z następujących zespołów: podstawy, korpusu, ramienia dolnego i górnego, przegubu, napędów poszczególnych ruchów.

W układzie sterowania robotów przemysłowych IRp wykorzystano m.in. mikroprocesor 16-bitowy INTEL-8086. Ma on wiele opcji, co pozwala na budowę układów o optymalnych konfiguracjach (rys. 3). Układ sterowania robotów IRp ma m.in. możliwości:

- sterowania typu PTP lub CP z nastawianą prędkością ruchów osi robota. Sterowanie w systemie PTP (point to point) umożliwia zaprogramowanie i wykonanie ruchów narzędzia między zaprogramowanymi punktami bez kontroli trajektorii, natomiast sterowanie w systemie CP (continuous path) pozwala na kontrolę tej trajektorii. Przy sterowaniu CP można pro-



| Robot  | $\varphi$   | $\theta$       | Wymiar $\alpha$             | $t$            | $\psi$          |
|--------|-------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
| IRp-6W | $340^\circ$ | $\pm 40^\circ$ | $+25^\circ \dots -40^\circ$ | $\pm 90^\circ$ | $\pm 180^\circ$ |

Rys. 5. Wymiary i przestrzeń robocza robota IRp-6W

gramować ruchy narzędzia po linii prostej i okręgu, które mogą być dowolnie zorientowane w przestrzeni;

- realizacji (za pomocą joysticka) ruchu narzędzia (punktu centralnego TCP - tool center point) w jednym z trzech układów współrzędnych: kartezjańskim, cylindrycznym lub we współrzędnych wewnętrznych robota;

- realizacji programów użytkowych o pojemności od 1000 do 2500 pozycji;

- sterowania dwustanowymi wejściami i wyjściami (16/16 lub 32/32 lub 64/64) przeznaczonymi do sterowania i kontroli urządzeń współpracujących z robotem oraz współdziałania z zewnętrznymi czujnikami binarnymi;

- współpracy z przetwornikami pomiarowymi urządzeń zewnętrznych o analogowym sygnale wyjściowym;

- realizacji funkcji adaptacyjnych takich jak:

- szukania w przestrzeni dwu- lub trójwymiarowej dla lokalizacji płaszczyzn, krawędzi i punktów przedmiotów,

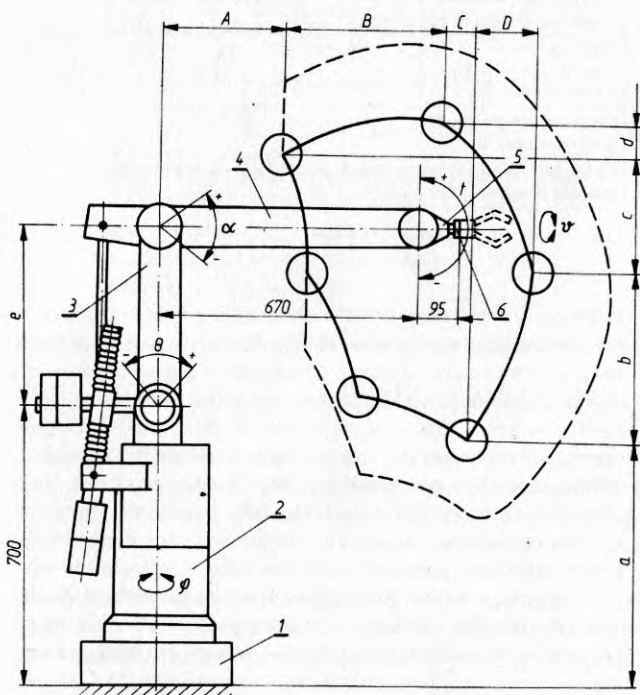
- sterowania prędkością ruchów w zależności od obciążenia narzędzia,

- konturowania, które umożliwia automatyczne dopasowanie zaprogramowanego ruchu do rzeczywistego kształtu obrabianego przedmiotu,

- automatycznej korekcji programu;

- sprzężenia z komputerem nadrzędnym przez pakiet interfejsu V 24 lub pakiety sprzężenia z wielodostępą szeregową magistralą danych PROWAY. Dzięki temu roboty IRp mogą być włączone do pracy w elastycznych systemach produkcyjnych.

Układ sterowania robotów IRp umożliwia sterowanie 5 lub 6 osiami robota oraz sterowanie do 3 zewnętrznymi serwo-



| Robot  | A   | B   | C   | D   | a   | b   | c   | d   | e   | $\varphi$   | $\theta$       | $\alpha$                    | $t$            | $\psi$          |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
| IRp-6  | 319 | 405 | 78  | 157 | 614 | 431 | 273 | 100 | 450 | $340^\circ$ | $\pm 40^\circ$ | $+25^\circ \dots -40^\circ$ | $\pm 90^\circ$ | $\pm 180^\circ$ |
| IRp-10 | 176 | 605 | 163 | 157 | 782 | 431 | 283 | 134 | 670 | $340^\circ$ | $\pm 40^\circ$ | $+25^\circ \dots -40^\circ$ | $\pm 90^\circ$ | $\pm 180^\circ$ |

Rys. 4. Wymiary i przestrzeń robocza IRp-6, IRp-10 i IRp-6L

nizmów urządzeń współpracujących z robotem (np. napęd toru jezdnego, pozycjonerów spawalniczych, podajników itp.).

Operator komunikuje się z układem sterowania robota IRp za pośrednictwem panelu operacyjnego i panelu programowania. Komputer odczytuje cyklicznie informacje o stanie robota i przekazuje je operatorowi przez włączenie lampek sygnalizacyjnych i wyświetlenie komunikatów na panelu programowania. Ponadto komputer wysyła i odbiera sygnały z wejść i wyjść łączących robot ze współpracującymi urządzeniami zewnętrznymi oraz odczytuje rozkazy ruchu dla poszczególnych osi robota. Panel programowania jest urządzeniem wydzielonym i przenośnym. Z układem sterowania jest połączony przewodem. W jego skład wchodzi następujące elementy: przyciski, wyświetlacz alfanumeryczny, joystick (z płytkami zezwolenia), przycisk stopu awaryjnego.

Pozwala on na programowanie robota metodą konwersacyjną. Dwie grupy przycisków oraz wyświetlacz alfanumeryczny służą do komunikowania się z robotem na zasadzie dialogu. Górny rząd wyświetlacza alfanumerycznego pokazuje parametry programowanych instrukcji, a dolny aktualne znaczenie (funkcję) trzech przycisków (o zmiennym znaczeniu) umieszczonych bezpośrednio pod nim.

Zastosowanie przycisków o zmiennym znaczeniu pozwoliło zmniejszyć ich liczbę na panelu programowania przy zapewnieniu nieograniczonych możliwości rozbudowania możliwości

TABLICA I. Charakterystyka techniczna robotów IRb-6 i IRb-60

| Parametr  | IRb-6                      | IRb-60     |
|---|----------------------------|------------|
| Obciążenie nominalne (łącznie z masą chwytaka), kg  | 6                          | 60         |
| Maksymalna długość chwytaka z obciążeniem nominalnym, mm  | 200                        | 400        |
| Dokładność pozycjonowania, mm   | ±0,20                      | ±0,40      |
| Ruchliwość robota, °:   |                            |            |
| - obrót wokół podstawy, $\varphi$   | 340                        | 330        |
| - obrót ramienia dolnego, $\alpha$  | +40                        | +50 ÷ -20  |
| - obrót ramienia górnego, $\beta$   | +20 ÷ -40                  | +10 ÷ -55  |
| - pochylenie przegubu, $t$  | ±90                        | +75 ÷ -120 |
| - skręcanie przegubu, $v$   | ±180                       | ±180       |
| - obrót przegubu, $z$   | -                          | ±150       |
| Prędkości maksymalne <sup>1)</sup> :  |                            |            |
| - obrót wokół podstawy, °/s   | 95                         | 90         |
| - poziomy ruch ramienia, m/s  | 0,75                       | 1,0        |
| - pionowy ruch ramienia, m/s  | 1,1                        | 1,3        |
| - pochylenie przegubu, °/s  | 115                        | 90         |
| - skręcanie przegubu, °/s   | 195                        | 150        |
| - obrót przegubu, °/s   | -                          | 90         |
| Dopuszczalna temperatura otoczenia, °C:   |                            |            |
| - części manipulacyjnej   | 5 ÷ 50 <sup>2)</sup>       |            |
| - szafy sterowniczej  | 5 ÷ 40                     |            |
| Zasilanie, V  | 3 x 380 +10%<br>- 15%      |            |
| Całkowity pobór mocy, kW  | maks. 1,7                  | maks. 7    |
| Liczba:   |                            |            |
| - wejść uzależnień  | 16                         |            |
| - wyjść programowanych  | 14                         |            |
| - ilość programów w pamięci   | 4                          |            |
| Pojemność programu użytkownika:   |                            |            |
| - wersja podstawowa   | co najmniej 250 instrukcji |            |
| - wersja rozszerzona  | do maks. 1500 instrukcji   |            |
| ● dla robota standard   | do maks. 750 instrukcji    |            |
| ● dla robota adaptacyjnego  |                            |            |
| Maksymalna odległość pomiędzy szafą sterowniczą a częścią manipulacyjną, m  | 15                         |            |
| Masa części manipulacyjnej, kg  | 125                        | 750        |
| Masa szafy sterowniczej, kg   | 325                        | 425        |
| Masa panelu programowania, kg   | 4                          |            |
| Długość przewodu panelu programowania, m  | 6                          |            |
| Uwagi: <sup>1)</sup> - przy obciążeniu przekraczającym 30 kg prędkości maksymalne są obniżone o 25%, <sup>2)</sup> - temperatura otoczenia ramienia przy chwytaku może wynosić maks. 70°C, zastrzega się możliwość zmian konstrukcyjnych. |                            |            |

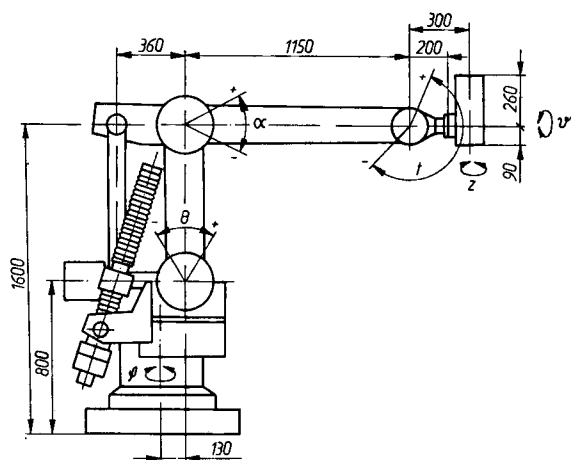
TABLICA II. Charakterystyka techniczna robotów IRp

| Parametr   | IRp-6                                     | IRp-6W | IRp-6L | IRp-10 | IRp-60            | IRp-60Z |
|--|---|--------|--------|--------|-------------------|---------|
| Obciążenie nominalne (łącznie z masą chwytaka), kg   | 6   |        |        | 10     | 60                | 45      |
| Maksymalny moment statyczny obciążenia końcówki kołnierzej robota, N·m                             | 12  |        |        |        | 240               | 60      |
| Powtarzalność pozycjonowania, mm   | ±0,10                                     |        |        |        | ±0,40             |         |
| Prędkości maksymalne:  |   |        |        |        |                   |         |
| - obrót korpusu, $\varphi$ °/s   | 95  |        |        |        | 90                | 67,5    |
| - ruch poziomy końcówki kołnierzej, m/s  | 0,75                                      | 1,1    | 1,1    | 0,75   | 1,0               | 0,75    |
| - ruch pionowy końcówki kołnierzej, m/s  | 1,1                                       | 0,75   | 1,1    | 1,1    | 1,3               | 0,97    |
| - pochylenie przegubu, $t$ , °/s   | 115                                       |        |        |        | 90                | 67,5    |
| - obrót końcówki kołnierzej $v$ , °/s  | 195                                       |        |        |        | 150               | 112,5   |
| - obrót szóstej osi $z$ , °/s  | -   |        |        |        | -                 | 90      |
| Dopuszczalna temperatura otoczenia, °C:  |   |        |        |        |                   |         |
| - części manipulacyjnej  | 5 ÷ 55                                    |        |        |        |                   |         |
| - szafy sterowniczej   | 5 ÷ 40                                    |        |        |        |                   |         |
| Zasilanie, V   | 3 x 380 +10%<br>- 15%                     |        |        |        |                   |         |
| Całkowity pobór mocy, kW   | maks. 1,7                                 |        |        |        | maks. 7           |         |
| Liczba:  |   |        |        |        |                   |         |
| - wejść dwustanowych   | 16 (32 lub 64 - opcja)                    |        |        |        |                   |         |
| - wyjść dwustanowych   | 16 (32 lub 64 - opcja)                    |        |        |        |                   |         |
| - wejść analogowych  | 8 (opcja)                                 |        |        |        |                   |         |
| - sterowanych osi  | 5 (maks. 9 - opcja)                       |        |        |        | 6 (maks. 9 opcja) |         |
| Pojemność programu użytkowego  | 1000 pozycji (maks. 2500 pozycji - opcja) |        |        |        |                   |         |
| Cyfrowy interfejs szeregowy  | wg standardu V24 (RS 232 C) - opcja       |        |        |        |                   |         |
| Sprzężenie z wielodostępna szeregową magistralą danych   | wg standardu PROWAY - opcja               |        |        |        |                   |         |
| Długość przewodu pomiędzy szafą sterowniczą a częścią manipulacyjną, m                             | 6 (maks. 15 m - opcja)                    |        |        |        |                   |         |
| Masa, kg:  |   |        |        |        |                   |         |
| - części manipulacyjnej  | 125                                       | 145    | 135    | 130    | 750               |         |
| - szafy sterowniczej <sup>1)</sup>   | 325                                       |        |        |        |                   | 425     |
| Długość przewodu panelu programowania, m   | 6   |        |        |        |                   |         |
| Uwagi: przy obciążeniu robota IRp-60 przekraczającym 30 kg prędkości maksymalne są obniżone o 25%. |   |        |        |        |                   |         |

instrukcji. Trzy grupy przycisków oraz joystick są wykorzystywane do ręcznego operowania robotem, a także spełniają funkcje pomocnicze. Do wprowadzenia wartości liczbowych podczas dialogu jest wykorzystywana grupa przycisków będących klawiaturą numeryczną. Joystick służy do „ręcznego” operowania robotem. Ma on trzy stopnie swobody, tzn. jednocześnie mogą być zmieniane trzy współrzędne położenia. Joystick jest aktywny tylko wówczas, gdy naciśnięta jest jedna z płytek zezwolenia. Ma to na celu zabezpieczenie przed niekontrolowanym poruszeniem robota przy przypadkowym poruszeniu dźwigni joysticka. Naciśnięcie płytek zezwolenia uaktywnia również szereg przycisków na panelu programowania. Są to przyciski wyboru układu współrzędnych, wyboru obiektu, który ma być sterowany joystickiem oraz operowania chwytakami. Taki sposób uaktywnienia przycisków wybrano w celu zwiększenia bezpieczeństwa w pracy z robotem. Charakterystyka joysticka jest liniowa; im większe wychylenie (obróć) ramienia joysticka, tym większa prędkość ruchu elementu sterowanego. Wychylenie joysticka jednocześnie w dwóch lub trzech osiach daje pewną wypadkową prędkości ruchu, której kierunek zależy od kierunku i wielkości wychylenia joysticka w poszczególnych

osiach. Przycisk stopu awaryjnego, umieszczony na panelu programowania, podobnie jak płytki zezwolenia, ma za zadanie zwiększyć bezpieczeństwo w operowaniu robotem.

Podobnie jak w robotach IRb panel operacyjny jest również integralną częścią szafy sterowniczej robota IRp. Wyposażony w przyciski i lampki umożliwia operatorowi wykonanie podstawowych czynności związanych z obsługą robota. Przed przystąpieniem do programowania robota lub rozpoczęciem pracy przez robota należy pamiętać o jego zsynchronizowaniu. Program użytkowy robotów IRp również jest tworzony na podstawie instrukcji, z których każda ma swój numer, typ oraz parametry (o ile są potrzebne). Zasadniczą częścią programu są instrukcje pozycjonowania, przy programowaniu których należy określić sposób ich wykonania przez podanie odpowiednich parametrów (typ instrukcji, prędkość lub czas, sposób dojścia do punktu końcowego).



| Robot   | $\varphi$ | $\theta$    | Wymiar    |              |       |       |
|---------|-----------|-------------|-----------|--------------|-------|-------|
|         |           |             | oc        | t            | v     | z     |
| IRp-60  | 330°      | +50°...-20° | +10° -50° | +75°...-120° | ±180° | ±150° |
| IRp-60Z |           |             |           |              |       |       |

Rys. 6. Wymiary i ruchy robotów IRp-60 i IRp-60Z

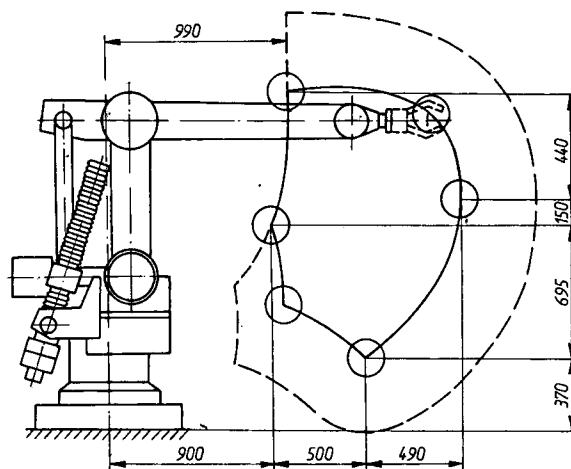
Pomiędzy instrukcjami pozycjonowania może pojawić się m.in. taka instrukcja jak:

- skok (bezwarunkowy i warunkowy),
- czekanie (bezwarunkowe i warunkowe),
- ustawienie wyjścia lub flagi,
- operacja na chwytakach,
- powtórzenie (początek i koniec pętli programowej),
- zmiany stanu czujnika.

Sposób „działania” tych instrukcji został przedstawiony przy opisie robotów IRb. Gotowy program operator może zarejestrować na taśmie magnetycznej w kasie używając jednostki pamięci kasetowej. Tak zapisany program może być ponownie wpisany do pamięci robota. Program zawarty w pamięci robota może być uruchamiany i wielokrotnie, cyklicznie realizowany lub zatrzymywany na rozkaz operatora. W celu uniknięcia konieczności wpisywania programu z kasy do pamięci po krótkotrwałych zanikach napięcia zasilania robot jest wyposażony w akumulatorowy zasilacz rezerwowy.

W Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów oprócz omówionych prac są realizowane również prace rozwojowe. Na ich podstawie powstały opracowania nowych odmian robotów:

- robot IRp-6W przeznaczony do pracy w pozycji odwróconej (podwieszony), który może poruszać się na portalu. Jego przestrzeń robocza w płaszczyźnie poziomej jest o 50% większa od IRp-6;



Rys. 7. Przestrzeń robocza robota IRp-60

- robot IRp-6L o wydłużonym ramieniu dolnym w stosunku do IRp-6 o ok. 50%, co pozwoliło na zwiększenie zakresu ruchu poziomego narzędzia robota o 50%;

- robot IRp-10 o identycznych wymiarach jak IRp-6, ale udźwigu zwiększonym o 10 kg.

Ponadto wśród robotów IRp jest również robot IRp-60Z przeznaczony przede wszystkim do zgrzewania punktowego. Wymiary i przestrzeń roboczą robotów przemysłowych IRp przedstawiono na rys. 4÷7, a ich dane techniczne w tabl. II. Roboty przemysłowe IRp dzięki znacznie większym możliwościom programowania, ruchu narzędzia roboczego (TCP) we współrzędnych kartezjańskich, cylindrycznych lub wewnętrznych robota oraz interpolacji liniowej i kołowej, jak również sterowania w zakresie mocy obliczeniowych (mikroprocesor 16-bitowy i procesor arytmetyczny) oraz większej liczbie wejść i wyjść i sterowanych osi, a także odmianom części manipulacyjnej (robot IRp-6W, IRp-6L, IRp-10 i IRp-60Z) mają znacznie większy obszar zastosowań od robotów przemysłowych IRb. Można przypuszczać, że po opanowaniu produkcji przez ZAP w Ostrowie Wielkopolskim i Zakłady Przemysłu Metalowego im. H. Cegielski w Poznaniu robotyzacja stanowisk w kraju będzie realizowana za pomocą robotów przemysłowych IRp.



### SKŁAD KONSYGNACYJNY

ZIP.O – Gdańsk

ul. Krynicka 1, 80-393 Gdańsk-Oliwa  
tel. 41 82 39, tlx. 512602, fax 418239

poleca:

części zamienne do maszyn firmy ESAB

- oraz
- urządzenia spawalnicze i do cięcia
  - druty spawalnicze
  - elektrody
  - topniki

Informacji udziela również: ESAB – Oddział Warszawa  
00-029 Warszawa, ul. Nowy Świat 19  
tel. 26 39 70, 26 79 21, tlx 817625

AR/30/90