

074  
PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatykacji Procesów Produkcji

Pracownia Robotyzacji Procesów Produkcji

Główny wykonawca mgr inż. Z. Pilat

Wykonawcy mgr inż. P. Gałka, mgr inż. M. Jacórzyńska-Smigiera

Konsultant mgr inż. W. Biskup

Nr zlecenia RP-57

Układ sterowania dla robota  
zgrzewalniczego IRp-60Z.

Zadanie 2.1. Opracowanie projektu i  
wykonanie wstępnej wersji oprogramo-  
wania.

Zleceniodawca

CPBR 7.1.

Pracę rozpoczęto dnia 86.12.01

zakończono dnia 87.08.31

Kierownik Pracowni

mgr inż. Z. Pilat

Z-ca Dyrektora  
d/s Automatyki

dr inż. T. Gałazka

Kierownik Ośrodka

mgr inż. A. Aderek

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 47

Egz. 1 BOINTE

rysunków 15

Egz. 2 OAP

fotografii -

Egz. 3 OAP-12

tabel -

Egz. 4

tablic -

Egz. 5

załączników -

Egz. 6

Nr rejestr. 5896

1

## Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE : ZASTOSOWANIE , ZGRZEWANIE

## Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera obok uściślenia założeń opis aktualnej wersji programu sterującego. Następnie wyszczególniono fragmenty, które muszą ulec zmianom oraz opisano nowe procedury. Do opisów procedur dołączono ich algorytmy. W sprawozdaniu znajduje się również program prób laboratoryjnych prototypu oraz opis badań patentowych.

## Tytuły poprzednich sprawozdań

Nr rej. 5708 - Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z.  
Zadanie 1.1. Opracowanie założeń i wykonanie projektu zmian hardware'owych.

UKD

338.45:62/69].002.1/2  
621.791.1  
MIAP-252/03-6000

Roboty przemysłowe

Zgrzewanie

## S P I S T R E Ś C I

|   | strona |
|---|--------|
| 1. Wstęp .....  | 3      |
| 2. Koncepcja programowej realizacji nowych funkcji -<br>uściślenie założeń .....            | 4      |
| 2.1. Nowe instrukcje przy nauczaniu robota .....  | 4      |
| 2.2. Wprowadzenie rozszerzonej strefy zerowej .....   | 7      |
| 2.3. Współpraca ze zgrzewarką .....   | 10     |
| 2.4. Wykrywanie przeciążenia mechanizmów .....  | 10     |
| 2.5. Wykrywanie przeciążenia związanego z przyg-<br>raniem szczęk do detalu .....           | 11     |
| 2.6. Wykrywanie kolizji .....   | 12     |
| 2.7. STOP SYSTEMU .....   | 13     |
| 3. Korzystanie z nowych funkcji ~ pisanie programu ...                                      | 15     |
| 4. Program sterujący robotów IRp-60 .....   | 17     |
| 5. Zmiany w oprogramowaniu panelu programowania .....                                       | 20     |
| 6. Zmiany w oprogramowaniu pakietów kasety .....  | 25     |
| 6.1. MASTER /MM86/ .....  | 25     |
| 6.2. SLAVE /MM86/ .....   | 27     |
| 6.3. Sterowniki położenia osi .....   | 28     |
| 7. Przesyłanie informacji o nowych funkcjach między<br>panelem a sterownikiem głównym ..... | 37     |
| 8. Badania prototypu - zakres prób .....  | 38     |
| 8.1. Przedmiot i cel badań .....  | 38     |
| 8.2. Zakres badań robota .....  | 38     |
| 8.3. Opis badań .....   | 38     |
| 8.4. Badania robota we współpracy ze zgrzewarką ...   | 42     |
| 9. Badania patentowe .....  | 43     |
| 9.1. Cel i zakres badań .....   | 43     |
| 9.2. Analiza przebadanych materiałów .....  | 44     |
| 9.3. Wnioski .....  | 46     |
| Literatura .....  | 47     |

## 1. Wstęp

Podstawową ideą, jaka przyświecała wykonawcom w czasie realizacji tego tematu, było ograniczenie koniecznych zmian sprzętowych w układzie sterowania standardowego robota IRp-60. Większość nowych funkcji związanych ze specyfiką procesu zgrzewania zostanie zrealizowana programowo, stąd też oprogramowanie stanowi główną część pracy. Mając do dyspozycji działający program sterujący dla robota IRp-60 wykonawcy zdecydowali się na maksymalne wykorzystanie jego obecnej wersji. Dlatego oprogramowanie robota IRp-60Z powstaje na drodze modyfikacji niektórych istniejących procedur i dopisywania nowych.

Sprawozdanie niniejsze zawiera więc obok uściślenia założeń /sprawozdanie PIAP nr rej. 5708/ opis aktualnej wersji programu sterującego. Następnie wyszczególniono fragmenty, które muszą ulec zmianom oraz opisano nowe procedury. Do opisów procedur dołączono ich algorytmy. Efektem końcowym jest zmodyfikowana wersja programu sterującego, która w następnym etapie będzie uruchamiana na rzeczywistym układzie sterowania robota IRp-60Z /powstałym po przeróbkach sygnalizowanych w [1].

W sprawozdaniu znajduje się również program prób, które zostaną wykonane na etapie badań laboratoryjnych prototypu. Dołączono również opis badań patentowych, które wykonano zgodnie z zaleceniem komisji odbiorczej poprzedniego etapu pracy.

## 2. Koncepcja programowej realizacji nowych funkcji -

### uściślenie założeń

Przypomnijmy, że w odróżnieniu od wersji standardowej robot IRp-60Z ma mieć następujące funkcje realizowane programowo [1] :

- a/ skrócenie czasów hamowania i przyspieszania - rozszerzona strefa zerowa
- b/ współpraca ze zgrzewarką /z możliwością wyboru numeru programu zgrzewania/
- c/ wykrywanie przeciążenia mechanicznego
- d/ wykrywanie przeciążenia związanego z przygrzaniem szczęk do detalu
- e/ wykrywanie przeciążenia w przypadku kolizji
- f/ funkcja STOP SYSTEM - zatrzymanie wykonywania programu bez rozsynchronizowania robota z możliwością wyprowadzenia manipulatora ze strefy zagrożenia - jako reakcja na sytuacje c/,d/,e/.

Przy realizacji tych funkcji istotny jest również problem uproszczenia nauczania robota.

### 2.1. Nowe instrukcje przy nauczaniu robota

Powstała koncepcja wprowadzania nowej instrukcji robota pod roboczą nazwą "Zgrzewanie". Ma ona automatycznie badać, czy nie zaszedł któryś ze stanów c/,d/,e/ i ewentualnie wprowadzać układ w stan STOP SYSTEMU. Parametrami tej funkcji oprócz aktualnej pozycji miały być numer strefy zerowej i numer programu zgrzewania. W wyniku analizy wykonawcy doszli do wniosku, że przekazywanie za każdym razem tych dwóch <sup>ostatnich</sup> parametrów nie jest zbyt korzystne. Instrukcja ZGRZEW w programie pracy robota będzie się powtarzać wiele razy /kilkadziesiąt, a może nawet kilkaset/. Dodawanie zawsze

dwóch bajtów informacji o parametrach oznacza duży wzrost pamięci zajmowanej przez tzw. ciało programu /w sterowniku głównym/. Z drugiej strony z praktyki wiadomo, że parametry zgrzewania w danym cyklu pracy stanowiska zrobotyzowanego zmienia się bardzo rzadko. Częste są przypadki zgrzewania na jednym lub dwóch programach. Rozumowanie takie prowadzi do koncepcji oddzielenia programowania parametrów od programów samego zgrzewania. Powstaną więc dwie nowe instrukcje:

- PARAMETR /nazwa robocza/-umożliwiająca wprowadzenie numeru programu zgrzewania i numeru strefy
- ZGRZEWANIE - zgrzewanie wg wcześniej zaprogramowanych danych.

Należy zaznaczyć, że instrukcja PARAMETR musi być wykonana przed jakąkolwiek instrukcją ZGRZEWANIE. Umieści ona w odpowiednich komórkach pamięci o nazwach NRPROG i NRSTR /nazwy robocze/ numery programu i strefy. Na początku komórki te będą wyzerowane. W trakcie realizacji ZGRZEWANIA program odczyta z nich /z tych komórek/ aktualne wartości. Jeśli są zerowe, sygnalizowany jest błąd.

Do programowania instrukcji związanych ze zgrzewaniem zostanie wykorzystany dodatkowy klawisz /nieoprogramowany/ panelu programowania OP /obsługa procesu - nazwa robocza/. Znajduje się on w lewym górnym rogu płyty czołowej panelu programowania. Po jego naciśnięciu w linii dolnej wyświetlacza pojawi się menu jak na rys.1.

|               |           |
|---------------|-----------|
| 10 INSTRUKCJA |           |
| ZGRZEWANIE    | PARAMETRY |

rys. 1.

Po naciśnięciu przycisku funkcyjnego pod napisem zgrzewanie zostanie zaprogramowana instrukcja ZGRZEWANIE w aktualnej pozycji robota po czym panel powróci do tego samego stanu zmieniając tylko numer instrukcji - rys.2.

|               |           |
|---------------|-----------|
| 20 ZGRZEWANIE |           |
| ZGRZEWANIE    | PARAMETRY |

□  
↓  
rys.2

□  
↓  
rys.3

rys. 2.

Po naciśnięciu przycisku funkcyjnego pod napisem PARAMETRY w linii górnej pojawi się kolejny numer instrukcji i napis PAR.ZGRZEW. PR=1,STR=1 a w dolnej możliwe warianty :

- PROGRAM - ustawienie numeru programu /wczytanie z klawiatury numeru - rys.4/
- OK. - wpisanie aktualnie wyświetlanego parametru
- STREFA - ustawienie numeru strefy /wczytanie z klawiatury numeru - rys.5/.

Po wpisaniu numeru programu lub strefy panel wraca do stanu z rys.3. Wpisanie instrukcji do pamięci następuje po naciśnięciu klawisza funkcyjnego pod napisem OK.

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 30 PAR.ZGRZEW. PR=1 ST=1 |        |
| PROGRAM OK.              | STREFA |

□  
↓  
rys.4

□  
↓  
rys.2

□  
↓  
rys.3

rys.3.

|                          |
|--------------------------|
| 3Ø PAR.ZGRZEW. PR=1 ST=1 |
| PROGRAM =                |

↓  
rys.3

rys.4.

|                          |
|--------------------------|
| 3Ø PAR.ZGRZEW. PR=1 ST=1 |
| STREFA =                 |

↓  
rys.3

rys.5.

Wyjście z program<sup>owania</sup> / instrukcji zgrzewania następuje po wciśnięciu jakiegokolwiek klawisza grupy 1 na panelu programowania / a więc start, pozycjonowanie, inne instrukcje, edycja, ręczne operowanie systemem/.

Wprowadzanie poprawek do instrukcji PARAM w trybie edycji będzie się odbywało wg dotychczasowych zasad obowiązujących przy zmianie parametrów numerycznych instrukcji [3].

## 2.2. Wprowadzenie rozszerzonej strefy zerowej

Ideą wprowadzenia rozszerzonej strefy zerowej jest szybsze hamowanie robota przy dojściu do punktu zgrzewania, co prowadzi do skrócenia całego cyklu pracy. Osiąga się to przez wyzerowanie prędkości zadanej w momencie wejścia w tę strefę. Jest to więc jakby nowy sposób hamowania, bardzo gwałtownego. W momencie wejścia robota w strefę ma on maksymalną prędkość, jaką mógł uzyskać od poprzedniego punktu zgrzewania /maksymalne przyspieszenie/.



Podstawowym problemem, jaki się tu pojawia, jest wykrycie przez program sterujący wejścia w strefę. Założono [1] użycie dwóch, zmienianych programowo wielkości stref: 1 - 2 mm i 8 - 10 mm. Sugerowałoby to obliczanie odległości punktu TCP od zadanego punktu zgrzewania. Wiąże się to z koniecznością przeliczenia współrzędnych ~~wewnętrznych~~ wewnętrznych robota na zewnętrzne, wykonaniem obliczeń długości odcinka punkt TCP - punkt zgrzewania i porównaniem tej długości z założoną wielkością strefy. Szczególnie pierwsza czynność jest bardzo pracochłonna. Dla robota sześcioposiowego /a takim jest IRp-60Z/ oznacza to wymnożenie przez siebie sześciu macierzy 4 x 4. Obliczenia takie nie mogłyby być wykonywane w każdym okresie próbkowania /8 ms/ z uwagi na ograniczoną moc procesora. Stawia to pod znakiem zapytania skuteczność tej metody. Dlatego też wykonawcy zdecydowali się na rozwiązanie uproszczone, ale pewniejsze. Program sterujący będzie mianowicie badał warunek wejścia w strefę na podstawie współrzędnych wewnętrznych. Oczywiście przy takim podejściu strefa rzeczywista /we współrzędnych zewnętrznych/ będzie różna w poszczególnych punktach przestrzeni roboczej. Trudno też będzie dobrać zadane wartości /1 - 2 mm, 8 - 10 mm/. Przy zgrzewaniu jednak ważna jest nie tyle dokładność pozycjonowania, ile jego powtarzalność, a ta będzie zachowana w małym wycinku przestrzeni roboczej, w jakim z reguły operuje robot zgrzewadłem.

W jednym cyklu ruchu procesor główny wysyłając kolejne wartości zadane do sterowników osi nie sprawdza aktualnego stanu manipulatora. Po wysłaniu ostatniego punktu /punkt pozycjonowania w danym cyklu ruchu/ przy ~~przy~~ pozycjonowaniu zgrubnym przechodzi do wykonania kolejnej instrukcji. Przy pozycjonowaniu dokładnym

czeka na sygnał INFORMATION /potwierdzenie od sterowników położenia osi osiągnięcia ~~wskazania~~ zadanego punktu przez wszystkie osie/. To opóźnienie osiągnięcia zadanego punktu w stosunku do ostatniego wysłanego sterowania przez procesor główny wynika z błędu dynamicznego. W przypadku pozycjonowania ~~niekierowego~~ <sup>dokładnego</sup> jest więc czas, martwy /oczekiwanie/ w którym program chodzi w pętli czekając na sygnał. Ten czas będzie wykorzystany dla warunku wejścia w strefę zerową. Błąd dynamiczny jest trudny do oszacowania, można jednak przypuszczać na podstawie doświadczeń w pracy z robotem IRp-6, IRp-60, że jest on większy niż zakładana strefa zerowa. Sprawdzenie warunku strefy będzie polegało na odczycie faktycznego położenia poszczególnych osi. Gdy wszystkie osie znajdą się wewnątrz swoich stref, do sterowników położenia osi zostanie wysłany rozkaz zerowania prędkości zadanej i jednocześnie rozkaz zgrzewania do układu sterowania zgrzewarką. Oczywiście komputer główny zapamiętuje faktyczny punkt zatrzymania robota. Ten punkt jest brany do obliczeń przy ponownym ruszeniu manipulatora po otrzymaniu potwierdzenia rozwarcia kleszczy. Uniknie się w ten sposób ewentualności niekontrolowanego skoku przy przejściu do następnej instrukcji pozycjonowania /gdyby faktyczne położenie było inne, niż to które miał robot osiągnąć wg programu/.

Koncepcja ta wymaga oczywiście przeprowadzenia prób praktycznych. Jeśli okaże się, że błąd dynamiczny jest mniejszy niż strefa 8 - 10 mm /może się tak zdarzyć przy bardzo małych odległościach punktów zgrzewania/. Trzeba będzie wprowadzić kontrolę strefy w każdym okresie próbkowania w czasie wysyłania kolejnej wartości zadanej do sterowników położenia osi.

### 2.3. Współpraca ze zgrzewarką

Dla współpracy robota ze zgrzewarką zarezerwowano pewne wejścia i wyjścia dwustanowe. Wejście 1 jest przewidziane jako odbierające od zgrzewarki sygnał potwierdzający zakończenie zgrzewania. Wyjścia 1 - 5 są przeznaczone do wysyłania rozkazu zgrzewania. Każdemu wyjściu odpowiada inny program zgrzewania. Użytkownik będzie mógł więc wykorzystać maksimum 5 programów /zgodnie z danymi technicznymi istniejących na naszym rynku zgrzewarek [1]/. Ilość tę można łatwo zwiększyć.

Wykonując instrukcję ZGRZEWANIE układ sterowania pobierze z pola PARAMETRY numer programu zgrzewania. W momencie osiągnięcia przez punkt TCP /punkt między kleszczami/ strefy zerowej zostanie załączone wyjście odpowiadające temu numerowi programu. Następnie program przejdzie w oczekiwanie na potwierdzenie rozwarcia kleszczy czyli na zapalenie wejścia 1. Wtedy zostaje zgaszone załączone wcześniej wyjście. Program musi kontrolować czas oczekiwania na sygnał z wejścia 1. Jeśli jest on zbyt długi sterownik przerywa wykonywanie programu i przechodzi w stan STOPSYSTEM - wyłączając wyjście inicjujące zgrzewanie. Ponieważ czasy zgrzewania są z reguły rzędu dziesiątych części sekundy - autorzy przyjęli, że maksymalny czas oczekiwania na potwierdzenie rozwarcia kleszczy nie może przekroczyć 2 sek /wartość tę można zmienić/.

### 2.4. Wykrywanie przeciążenia mechanizmów

Sygnał z mikrowyłącznika w sprzęgle przeciążeniowym osi "t" zostanie dołączony do wejścia 0 /niedostępnego dla użytkownika/. W trakcie wykonywania instrukcji ZGRZEWANIE /a więc i w czasie samego zgrzewania w szczególności podczas czekania na potwierdzenie rozwarcia kleszczy/ w każdym cyklu procesora głównego wejście to będzie odczytywane. Pojawienie się na nim sygnału spowoduje przejście do stanu STOP SYSTEMU.

M

## 2.5. Wykrywanie przeciążenia związanego z przygrzaniem szeregów do detalu

Sytuacja ta objawia się brakiem zmiany położenia TCP pomimo rozpoczęcia ruchu. Możliwe jest, że manipulator zmieni swą konfigurację pozostawiając TCP w tym samym miejscu. Wypływa stąd wniosek, że dla sprawdzenia wystąpienia przygrzania należy wykorzystać położenie robota we współrzędnych zewnętrznych. W chwili zgrzewania procesor główny wysyła do SLAVE'a rozkaz pobrania aktualnej pozycji i zapamiętania jej we współrzędnych zewnętrznych. Po ok. 200 ms od wydania rozkazu ponownego przemieszczenia głowicy zgrzewającej nastąpi kolejne przeliczenie współrzędnych na zewnętrzne i porównanie z zapamiętaną wartością. Odliczenie czasu będzie wykonywane przez zliczanie w SLAVE'ie okresów próbkowania MASTER'a. Jeśli obliczona różnica położenia jest zbyt mała, SLAVE wysyła informację o tym do procesora głównego, ten przerwie wykonywanie aktualnego programu i przejdzie do stanu STOP SYSTEM. Określenie "istotnej różnicy położenia" zostanie dokonane na podstawie prób w trakcie badań. W pierwszej wersji programu przyjmie się wartość odpowiadającą trzem inkrementom w osi  $\psi$  przy maksymalnym wychyleniu ramienia. Jeśli oznaczymy przez

FI =  $330^\circ$  - zakres obrotu osi  $\psi$

RF = 2288 mm - maksymalna odległość kołnierza robota od osi obrotu  $\psi$

Z = 46934 - zakres obrotu osi  $\psi$  w inkrementach

S - odległość odpowiadająca jednemu inkrementowi menu w osi  $\psi$  przy maksymalnym wychyleniu robota

to można w przybliżeniu zapisać :

$$S = \pi \cdot RF \cdot FI / 180 \cdot Z$$

$$S \approx 0,28 \text{ mm}$$

ezyli odległość odpowiadająca trzem inkrementom wynosi ok. 0,84 mm. Komunikacja między procesorem MASTER a SLAVE odbywa się przy wykorzystaniu przerwania.

## 2.6. Wykrywanie kolizji

Przypominamy, że pod pojęciem kolizji rozumiemy uderzenie robota w przeszkodę, która spowoduje zatrzymanie go bądź znaczne spowolnienie ruchu /przesunięcie przeszkody/. Oznacza to, że z punktu widzenia układu sterowania położenie faktyczne manipulatora będzie niezgodne z zaprogramowanym. Sytuacja taka jednak jest nagminna /błąd dynamiczny/. Szczególnie duże błędy występują przy przyspieszaniu robota. Zadaniem układu sterowania będzie więc ocena występujących niezgodności, ewentualne potraktowanie ich jako skutku kolizji i podjęcie odpowiednich działań. To ostatnie jest w zasadzie oczywiste. Po stwierdzeniu kolizji układ sterowania przerwie wykonywanie aktualnego programu i przejdzie do stanu STOP SYSTEM-u. Ocena błędu można zrobić na dwa sposoby:

- biorąc położenie we współrzędnych wewnętrznych
- biorąc położenie we współrzędnych zewnętrznych.

Występuje tu podobny problem jak przy wykrywaniu przygrzania szczęk. Podejście pierwsze jest łatwiejsze do realizacji, drugie natomiast jest bardziej miarodajne i na ten sposób zdecydowali się wykonawcy.

Przy wysyłaniu kolejnych danych do sterowników położenia osi procesor główny będzie również wysyłał przerwania do SLAVE'a /a więc co 8 ms/. W SLAVE'ie przerwania

te są zliczane i co 25 okresów próbkowania czyli co 200 ms są pobierane aktualne położenie i położenie zadane. Następnie jest obliczana różnica położenia we współrzędnych zewnętrznych. Jeśli różnica jest za duża, jest zwiększony licznik przekroczeń błędu maksymalnego /zmienna LPRZEK - nazwa robocza/. W momencie gdy LPRZEK osiągnie wartość 15, co oznacza, że błąd maksymalny był przekroczony przez 3 sekundy, SLAVE generuje przerwanie do procesora MASTER. Przyjęcie tego przerwania powoduje przejście w stan STOP SYSTEM. W przypadku gdy błąd jest mniejszy od maksymalnego, zmienna LPRZEK jest zerowana.

## 2.7. STOP SYSTEMU

Do stanu STOP SYSTEM-u układ sterowania może przejść podczas wykonywania dwóch rodzajów instrukcji :

- instrukcji ZGRZEWANIE
- pozycjonowania /dowolnego typu/.

W stanie tym zostaną podjęte następujące działania :

- a/ przerwanie wykonywanej aktualnie instrukcji
- b/ wysłanie do sterowników położenia osi rozkazu zatrzymania wszystkich silników
- c/ włączenie przekaźników w sterownikach mocy ograniczających prąd podawany na silniki
- d/ pobranie aktualnej pozycji manipulatora i zapamiętanie jej jako wyjściowej przy ponownym ruszeniu robota /wyeliminowanie ewentualnego skoku po usunięciu przyczyny wejścia w stan STOP SYSTEM/
- e/ wejście w stan oczekiwania na interwencje operatora.

W programie sterownika głównego zostanie wprowadzona specjalna procedura /STOPSYS - nazwa robocza/ obsługi stanu STOP SYSTEM. Przejście do tej procedury nastąpi po przerwaniu aktualnie wykonywanej instrukcji na skutek jednego ze zdarzeń opisanego w pkt. 2.4, 2.5, 2.6. O przyczynie przerwania programu będzie informował numer błędu z jakim nastąpi wyjście z instrukcji wykonywanej. Zostaną zatem wprowadzone trzy nowe numery błędów oznaczające:

- przeciążenie mechaniczne
- przygrzanie szczęk
- kolizję.

W dalszym etapie przewiduje się wykorzystanie tych informacji w przesyłce do panelu programowania celem wyświetlenia komunikatu o rodzaju błędu. Procedura STPSYS oprócz realizacji w/w punktów b/, c/, d/ będzie więc także wysyłała do panelu odpowiedni sygnał. Dodatkowo zostanie załączone jedno z wyjść robota. Umożliwi to użytkownikowi zainstalowanie dodatkowej sygnalizacji o wystąpieniu awarii. W procedurze STOPSYS będzie też zapalona specjalna flaga informująca o stanie STOP SYSTEM. Dopóki nie zostanie zgaszona nie jest możliwe uruchomienie programu robota. Kasowanie stanu STOP SYSTEM będzie się odbywało przez naciśnięcie przycisku STOP AWARYJNY na panelu operacyjnym.

### 3. Korzystanie z nowych funkcji - pisanie programu

W stosunku do standardowej wersji robota IRp-60 wersja zgrzewalnicza posiada identyczny zbiór instrukcji sterujących rozszerzony o dwie dodatkowe funkcje. Pierwsza z nich : PARAMETRY jest instrukcją inicjującą dla procesu programowania wykorzystującego drugą z dodatkowych instrukcji - ZGRZEWANIE. Oznacza to, że pierwsze wystąpienie instrukcji ZGRZEWANIE w programie musi być poprzedzone instrukcją PARAMETRY. W dalszej części programu mogą być one wykorzystywane przemiennie. Z punktu widzenia użytkownika funkcja PARAMETRY przypomina instrukcję NARZĘDZIE; bez uprzedniego zdefiniowania narzędzia nie będzie możliwe wykonanie pozycjonowania /układ sterowania wygeneruje błąd/, natomiast bez podania parametrów zgrzewania nie będzie możliwe wykonanie instrukcji ZGRZEWANIE /również sygnalizowany będzie błąd/. A zatem program pisany przez obsługę musi się składać z :

- bloku deklaracyjno-inicjującego wykorzystującego instrukcje :

NARZĘDZIE

PRĘDKOŚĆ

PARAMETRY

(WY/FLAG) - opcja

definiującego narzędzie /szczęki zgrzewadła/, prędkość maksymalną i podstawową oraz parametry zgrzewania - nr programu i szerokość strefy zerowej ;

- bloku sterującego czynnościami przed zgrzewaniem wykorzystującego wszelkie dowolne instrukcje pozycjonowania, we/wy i decyzyjne ;
- bloku sterującego zgrzewaniem składającego się z ciągu instrukcji ZGRZEWAJ, może tu również wystąpić instrukcja PARAMETRY :



ZGRZEWAJ

ZGRZEWAJ

(PARAMETRY): opcja

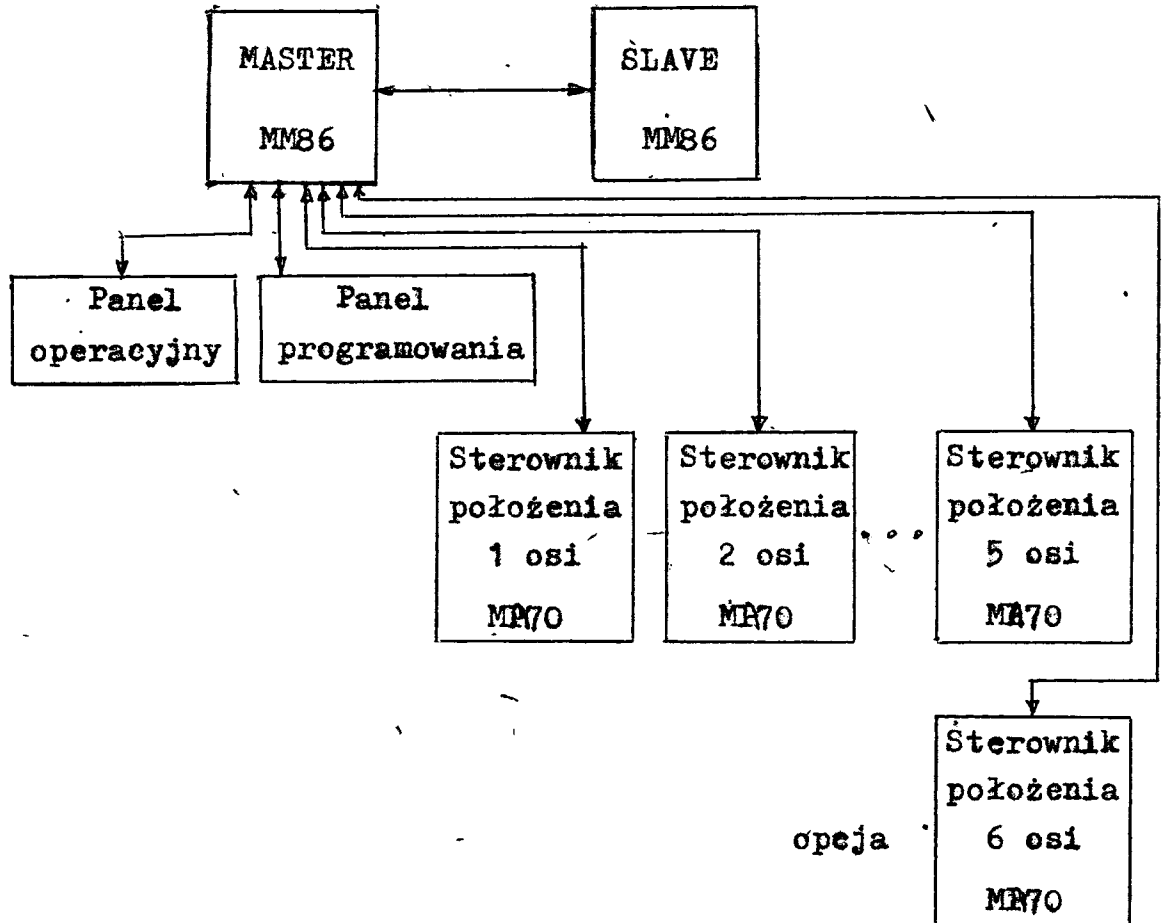
(ZGRZEWAJ)

ZGRZEWAJ

- bloku sterującego czynnościami po zgrzewaniu wykorzystującego dowolne instrukcje pozycjonowania, we/wy, decyzyjne.

#### 4. Program sterujący robotów IRp-60

Na rys.6 przedstawiony jest uproszczony schemat blokowy układu sterowania robotów IRp-60 /bez modułów wykonawczych/.



Řys.6. Schemat blokowy układu sterowania IRp-60  
bez modułów wykonawczych

Kluczową rolę w tej strukturze pełni blok MASTER będący sterownikiem nadrzędnym. Do funkcji które pełni należą m.in.:

- a/ inicjalizacja systemu po włączeniu i restarcie /w tym także synchronizacja robota/;
- b/ zapewnienie komunikacji operatora z robotem poprzez panel operacyjny;
- c/ współpraca z panelem programowania:
  - zapisywanie do pamięci wprowadzonych przez użytkownika instrukcji,

- przesyłanie do panelu programu aktualnie zapisanego w pamięci /edycja/,
- wykonywanie poleceń operatora przesłanych z panelu;

d/ wykonywanie zapisanego programu :

- interpretowanie kodów instrukcji zapisanych w pamięci,
- realizowanie procedur odpowiedzialnych za poszczególne instrukcje.

Zadaniem pakietu SLAVE jest przede wszystkim odciążenie MASTER'a przy wykonywaniu czasochłonnych operacji arytmetycznych. W przypadku robota o pięciu stopniach swobody wersja programu sterującego z jednym pakietem MMS6 działała poprawnie. Wzrost ilości obliczeń przy dołączeniu szóstej osi /głównie przeliczanie współrzędnych z zewnątrznych na wewnętrzne i odwrotnie/ jest jednak tak duży, że obciążenie nimi jednego pakietu wymusiłoby wydłużenie okresu próbkowania. Doprowadziłoby to do obniżenia jakości sterowania robotem.

Podstawową funkcją panelu programowania jest zapewnienie wymiany informacji między operatorem a układem sterowania. Jednostką centralną panelu jest osmiobitowy mikroprocesor Intel 8080. Po włączeniu zasilania /lub restarcie/ oprogramowanie panelu zapewnia :

- a/ nawiązanie komunikacji z pakietem MASTER /MMS6/;
- b/ wyświetlenie komunikatu dla użytkownika o rozpoczęciu pracy;
- c/ pobranie pierwszej instrukcji programu i wyświetlenie jej lub, jeśli w pamięci sterownika głównego nie ma programu - wyświetlenie na display'u numeru pierwszej instrukcji /10/;
- d/ przejście w stan start /można uruchomić program zapisany w pamięci sterownika głównego/.

Następnie program przechodzi w stan oczekiwania na przyciśnięcie klawisza /pętla w programie MAIN testująca stan klawiatury/ a po jego wykryciu /procedura BUTT/ następuje przejście do obsługi stanów :

|                          |   |            |     |
|--------------------------|---|------------|-----|
| start                    | - | podprogram | STR |
| inne instrukcje          | - | "          | ANI |
| edycja                   | - | "          | EDI |
| pozycjonowanie           | - | "          | POZ |
| ręczne operowanie syst.- | - | "          | MAN |

Zaprogramowane instrukcje są na bieżąco wysyłane do MMS6.

Sterownik MASTER komunikuje się ze SLAVE'm poprzez wspólną magistralę w kasecie PROWAY, ewentualnie poprzez przerwania. Łączność z panelem oprogramowania zapewnia złącze V24.

Panel operacyjny nie posiada autonomicznej jednostki centralnej i jego działanie wynika z oprogramowania sterownika nadrzędnego.

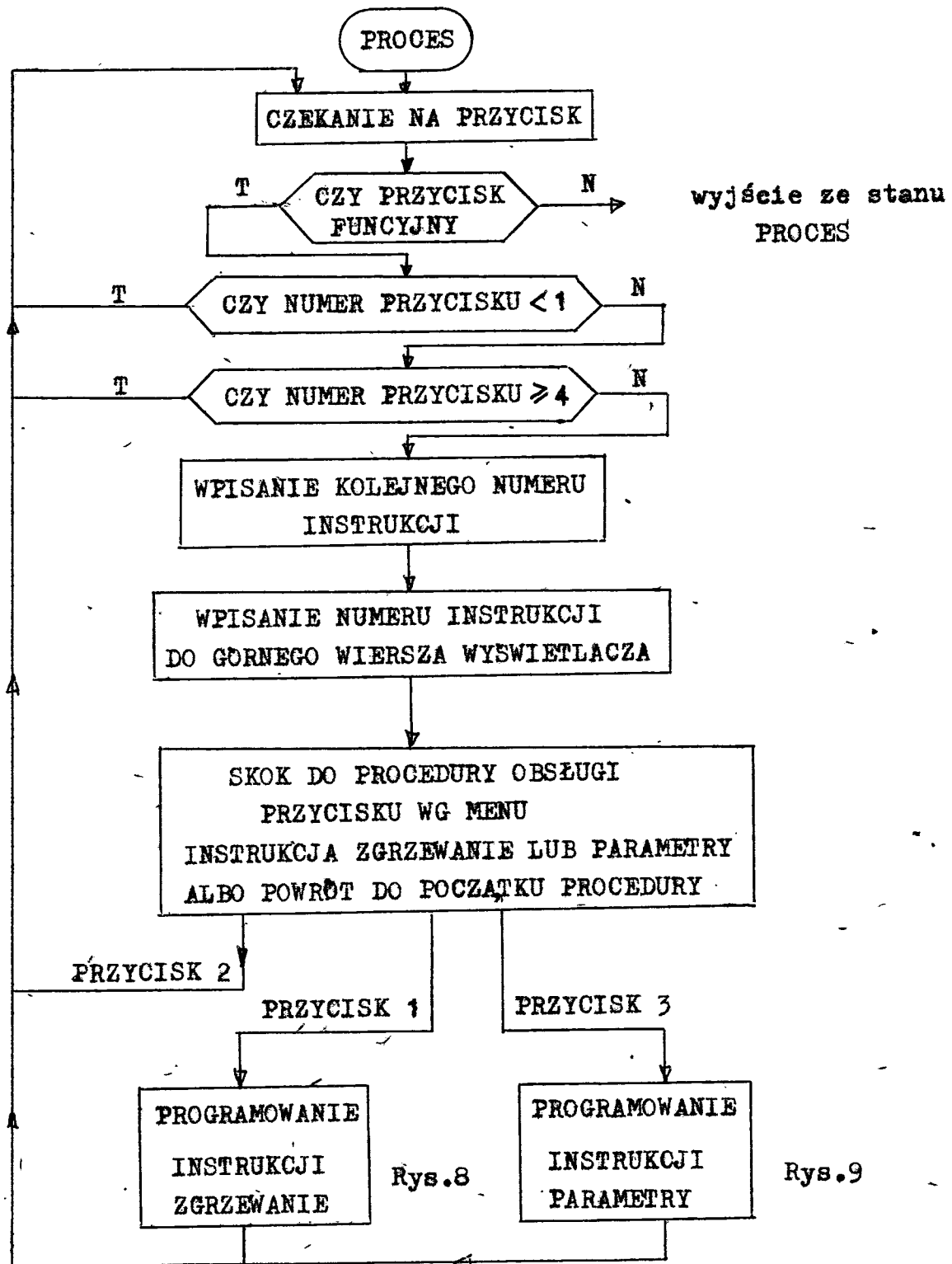
Sterowniki położenia osi zbudowane są w oparciu o mikroprocesory Intel 8080. Ponieważ istnieje możliwość wysyłania słów sterujących z MASTER'a do pakietów MA70 /sterowników położenia osi/ oprogramowanie sterowników może zostać rozbudowane w celu obsługi dodatkowych działań np. - zatrzymanie robota w stanie awaryjnym bez resynchronizowania, wyzerowanie na żądanie wartości zadanej prędkości itp.

## 5. Zmiany w oprogramowaniu panelu programowania

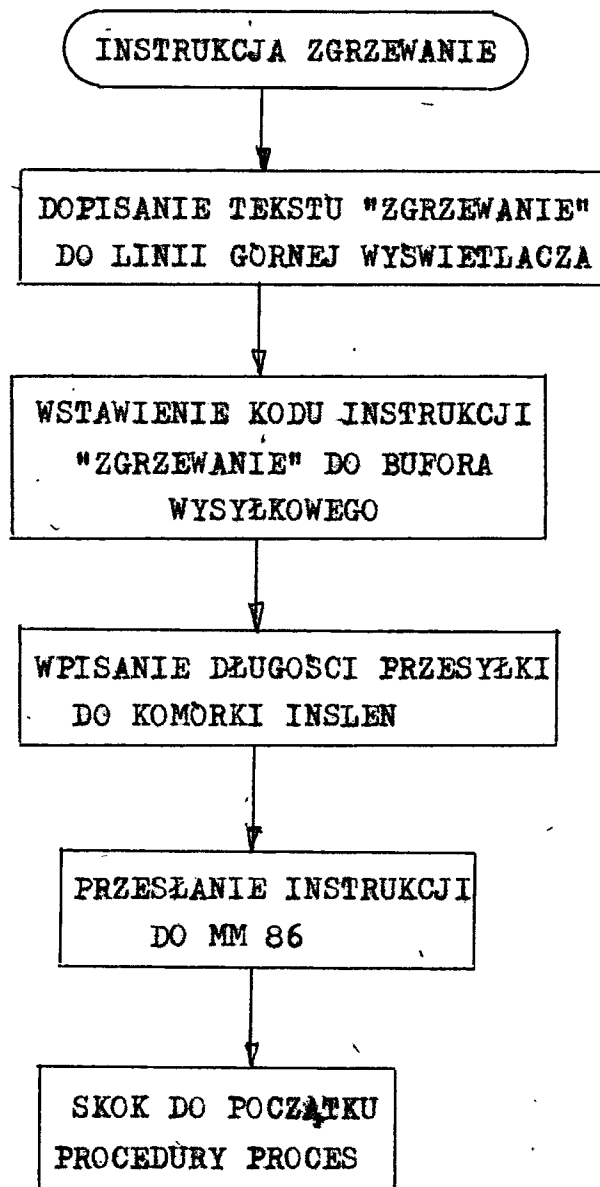
Jak wspomniano w pkt. 2.1 do wprowadzania instrukcji związanych ze zgrzewaniem wykorzystano wolny do tej pory klawisz panelu. Jest to klawisz grupy 1 o numerze  $\emptyset$ . W związku z tym wprowadzono dodatkowy tryb pracy panelu o numerze właśnie  $\emptyset$ . Obsługę tego stanu zapewnia nowa procedura o nazwie PROCES. Algorytm jej działania jest przedstawiony na rys. 7, 8, 9. Uwzględnienie numeru przycisku funkcyjnego /wybór MENU/ o numerze różnym od 1, 2, 3 ma na celu uniknięcie ewentualnych przypadkowych zdarzeń procedury wywołanych np. zakłóceniami. Odczytanie takiego numeru jest w procedurze ignorowane.

Wprowadzenie nowego stanu wymagało zmian w niektórych procedurach już istniejących :

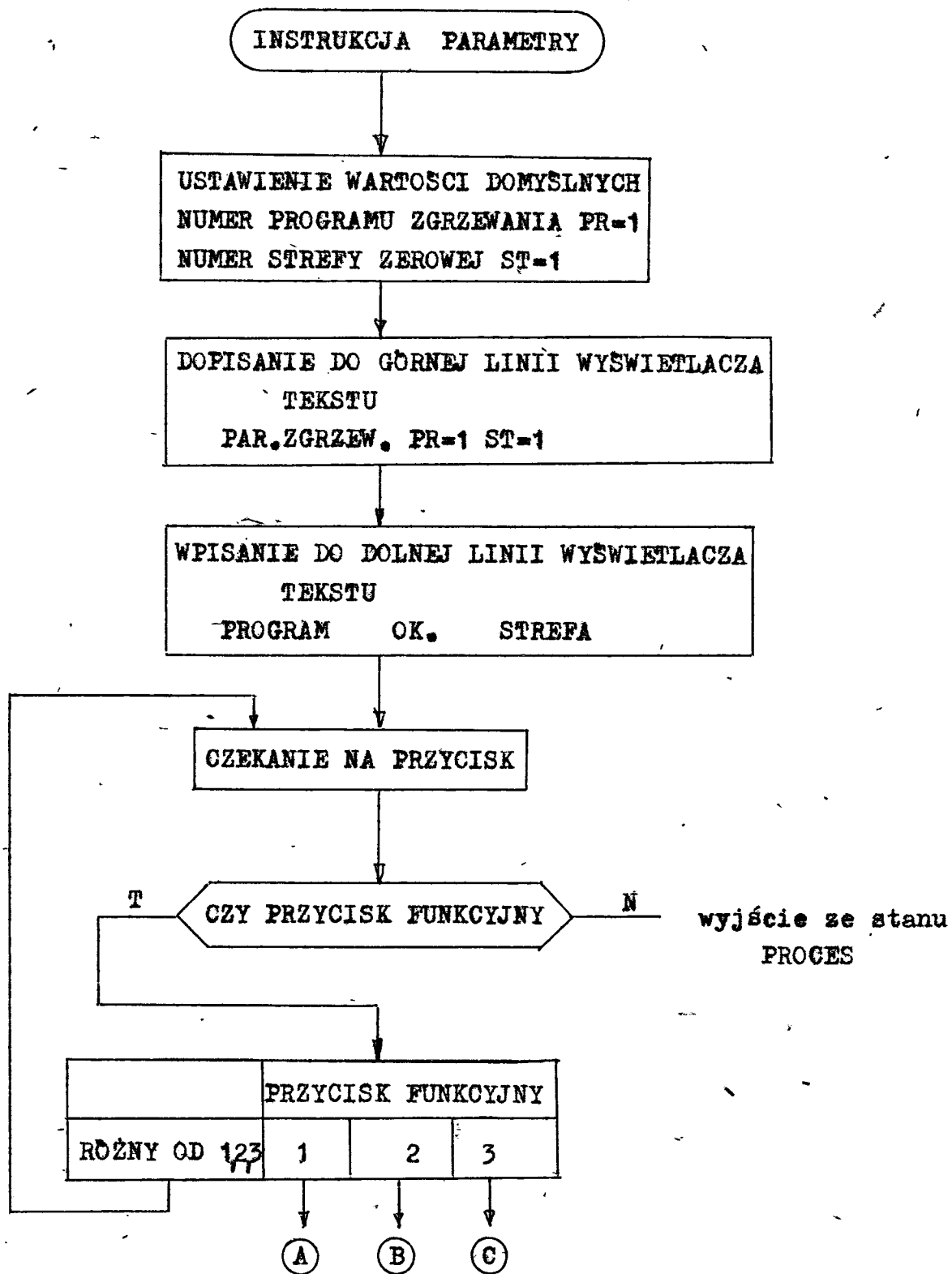
- MAIN /pętla główna/ - uwzględnienie przycisku  $\emptyset$  grupy 1, wprowadzenie adresu procedury obsługi trybu pracy  $\emptyset$
- DEFINE /deklaracja wartości symboli używanych w programie/ - wprowadzenie kodów instrukcji ZGRZEWANIE i PARAMETRY, nowe numery błędów
- TEXT /zbiór wyświetlanych tekstów/ - dodanie tekstów związanych z programowaniem instrukcji ZGRZEWANIE i PARAMETRY oraz z sygnalizacją stanów awaryjnych
- MENMAX /podawanie maksymalnej liczby wierszy MENU dla danego stanu pracy panelu/ - uwzględnienie trybu pracy  $\emptyset$
- GETME /wpisywanie do dolnej linii wyświetlacza aktualnego zestawu MENU/ - uwzględnienie trybu pracy  $\emptyset$
- DECIN /rozkodowywanie instrukcji/ - dodanie fragmentów dekodujących instrukcje ZGRZEWANIE i PARAMETRY.



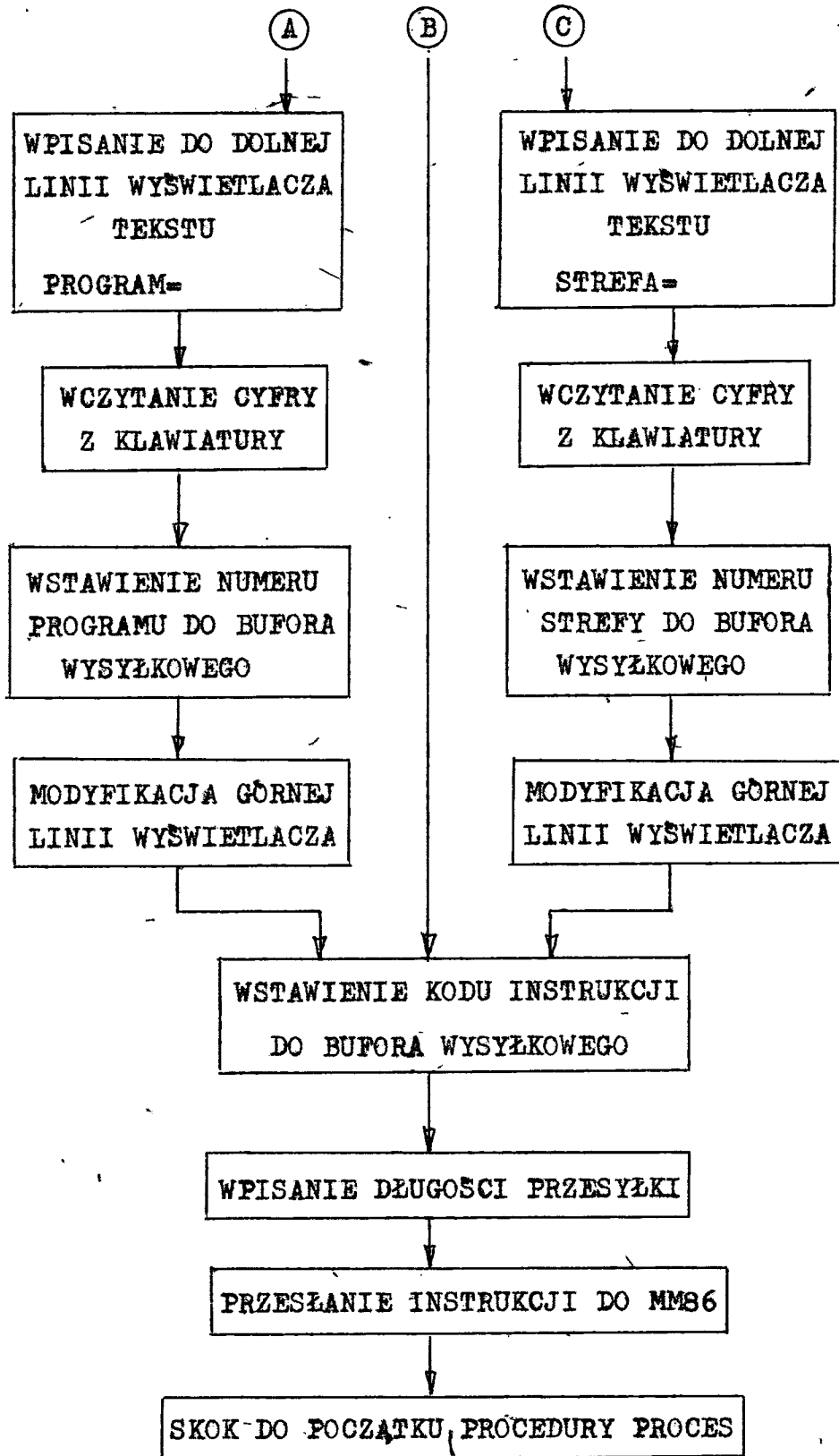
Rys.7. Algorytm działania procedury PROCES



Rys. 8. Programowanie instrukcji ZGRZEWANIE -  
algorytm







Rys. 9. Programowanie instrukcji PARAMETRY - algorytm

## 6. Zmiany w oprogramowaniu pakietów kasyety

### 6.1. MASTER /MM86/

W programie nadrzędnego pakietu MM86 należało na początku dokonać zmian, które umożliwiły rozpoznawanie nowych instrukcji /których kody podczas programowania robota są przysyłane z panelu/. Wymagało to modyfikacji dwóch procedur :

- STOREINS - gromadzenie instrukcji w pamięci
- INTRPRTR - interpreter kodu instrukcji.

Następnie należało dopisać trzy nowe procedury :

- ZGRZEWAJ - realizacja instrukcji ZGRZEWANIE z kontrolą warunku przygrzania kleszczy /wysłanie przerwania do SLAVE'a/ i sprawdzaniem stanu przełącznika przeciążeniowego osi 4-ej /we 14 wewnętrznego pakietu MC42/. Wprowadzono również kontrolę czasu oczekiwania na rozwarcie kleszczy. Jeśli jest on większy niż 2 sek - układ sterowania przechodzi w stan STOP SYSTEM. Ostatni fragment algorytmu /3-cia strona rys.10/ dotyczy ostatniego punktu zgrzewania. Aby sprawdzić, czy nie nastąpiło przygrzanie robot jest wycofywany ze strefy zerowej i dopiero, gdy z niej wyjdzie, program przechodzi do kolejnej instrukcji. Dla zapewnienia bezpieczeństwa tego ruchu, manipulator wycofywany jest w kierunku przedostatniego /czyli poprzedniego/ punktu zgrzewania. Algorytm tej procedury przedstawia rys.10.

- PARAMETRY - działanie tej procedury polega na określeniu numeru wyjścia, które ma być zapalone przy włączeniu zgrzewarki /czyli numeru programu/. Numer ten jest równy wartości zapamiętanej /w GLOBSPACE/ przy programowaniu instrukcji PARAMETR /pkt. 2.1, 5/. Oprócz tego jest wypełniana tablica STREFA /6/. Każdy jej element zawiera szerokość strefy zerowej dla odpowiedniej osi. Wśród danych w pamięci są zapisane dwa zestawy wartości dla tablicy STREFA. To, który z nich zostanie przepisany, zależy od zaprogramowanego numeru strefy /umieszczonego na GLOBSPACE/. Na rys.11 przedstawiono algorytm działania procedury PARAMETRY.
- STOPSYS - realizuje opisane w pkt.2.7 funkcje stanu STOP SYSTEM, dodatkowo wprowadzono przesyłanie informacji do panelu programowania o rodzaju błędu, jaki wystąpił, oraz zapalenie wyjścia nr 16 - użytkownik może je wykorzystać do specjalnej sygnalizacji. W procedurze tej jest również zapalana flaga RUCHSTOP. Uniemożliwia ona wznowienie lub rozpoczęcie od nowa wykonywania programu. Flaga ta oraz wyjście 16 są gaszone w procedurze kasowania stopu awaryjnego /jest to równoznaczne z wyjściem ze stanu STOP SYSTEM/. Algorytm działania procedury - rys.12.

Niezbędne też były zmiany w procedurze realizującej pozycjonowanie. Trzeba było wstawić cykliczne wywoływanie podprogramu zliczającego przekroczenie błędu maksymalnego

/wykrywanie kolizji/.

Komunikacja między MASTER'em a SLAVE'm odbywa się na zasadzie przerwania.

#### 6.2. SLAVE /MM86/

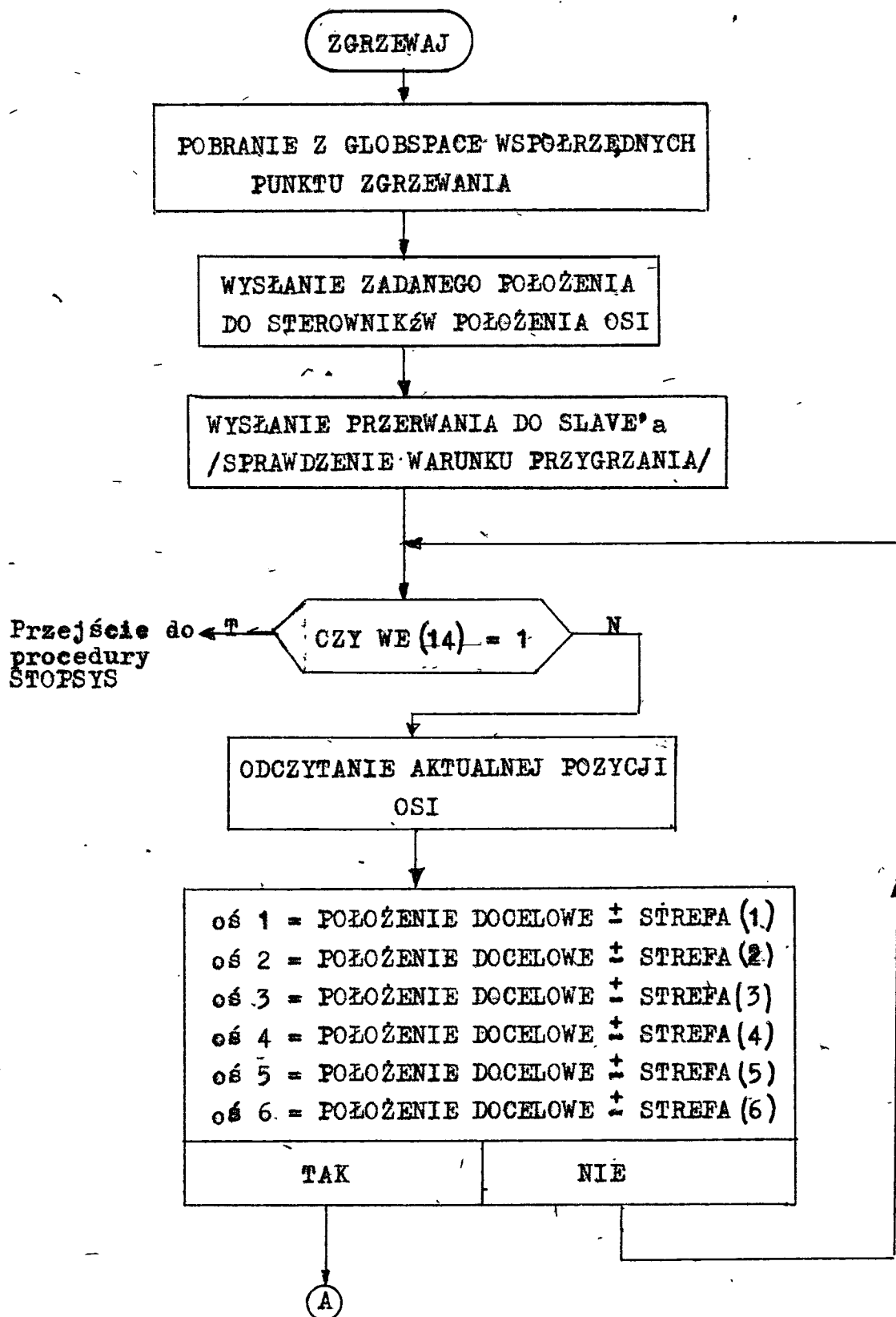
W oprogramowaniu pakietu SLAVE zostaną uruchomione trzy nowe procedury wykorzystywane przez MASTER'a przy realizacji funkcji związanych ze zgrzewaniem. Są to :

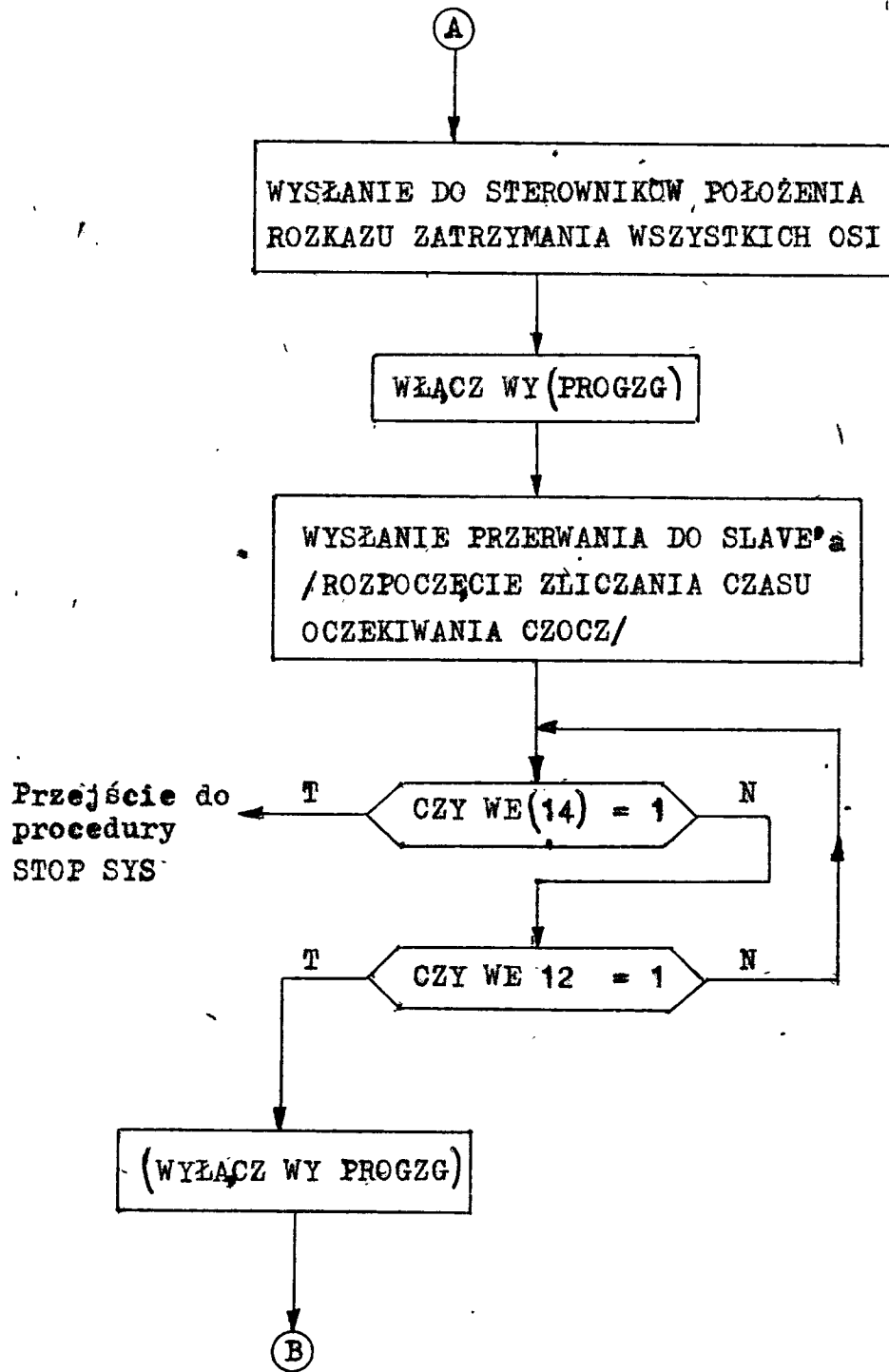
- WARKOL - podprogram zliczający przekroczenie błędu dopuszczalnego. Jeśli występowało ono przez 15 cykli /po 200 ms czyli 3 sek/, to generowane jest przerwanie do MASTER'a uruchamiające procedurę STOPSYS. Przekazywany jest również kod błędu.
- ZGCZAS - kontrola czasu zgrzewania. Gdy czas podawania sygnału załączenia zgrzewarki /WY (PROGZG) =1/ jest dłuższy niż 2 sek - generowane jest przerwanie do MASTER'a - przejście w stan STOP SYSTEM. Wyjście /PROG ZG/ jest gaszone, a do MASTER'a jest przekazywany również kod błędu.
- WARPRZYG - kontrola przygrzania szczęk do detalu. W chwili wykonywania zgrzewania pobierana jest pozycja i przeliczana na współrzędne zewnętrzne. Operacja ta jest powtarzana po ok. 200 ms /25 okresów po 8 ms/. Jeśli zaobserwowana różnica położenia nie jest odpowiednio duża - generowane jest przerwanie do MASTER'a - STOP SYSTEM.

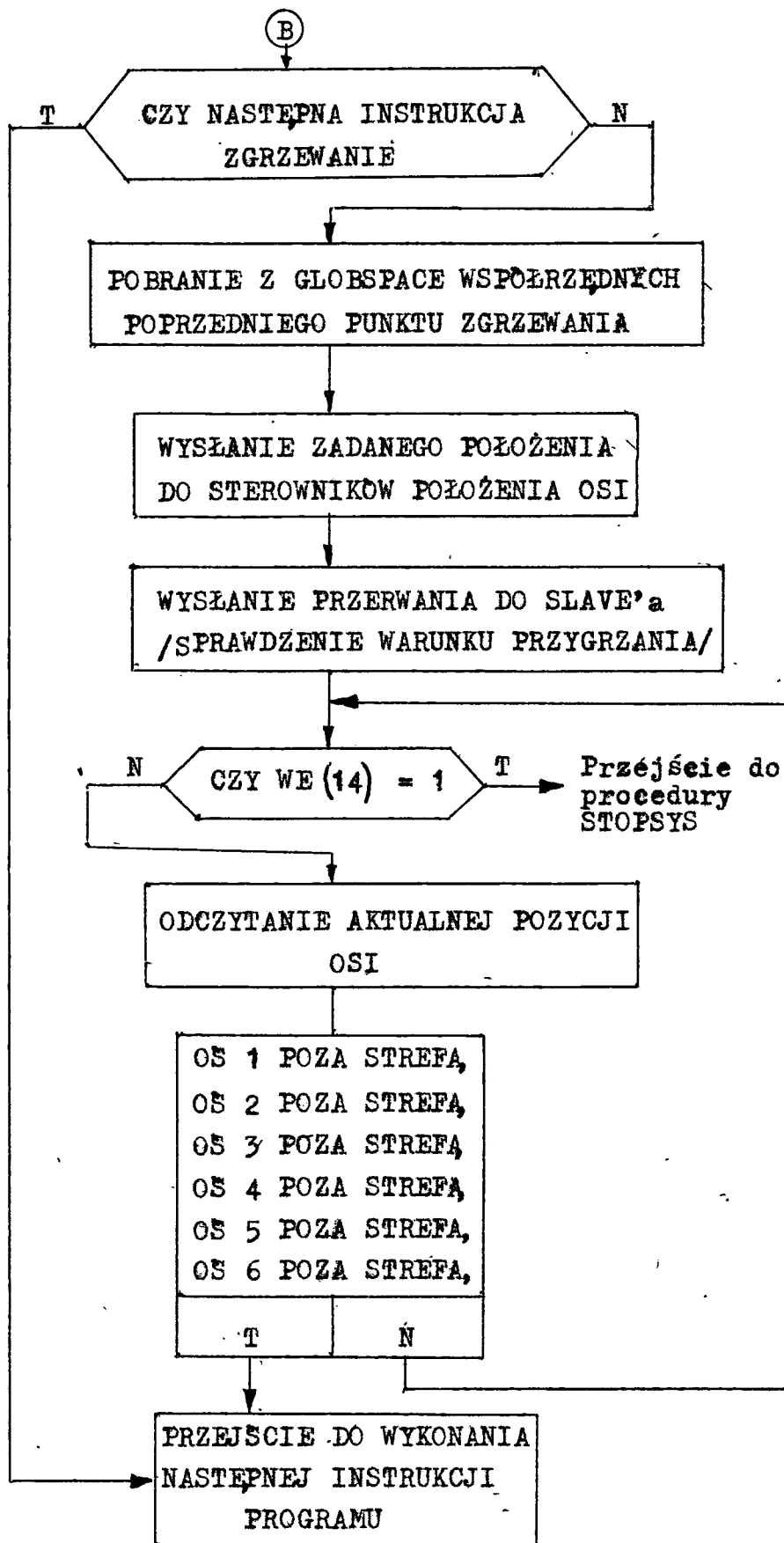
Algorytmy tych podprogramów są przedstawione na rys. 13, 14, 15.

### 6.3. Sterowniki położenia osi

Program sterowników położenia osi zostanie uzupełniony o procedurę realizującą wysłanie na wyjście analogowe /do sterowników mocy/ wartości zerowej. Oznacza to zatrzymanie robota /bez rozsynchronizowania/. Procedura ta będzie uruchamiana po otrzymaniu z MM86 odpowiedniego słowa sterującego /0010 - cztery młodsze bity/.

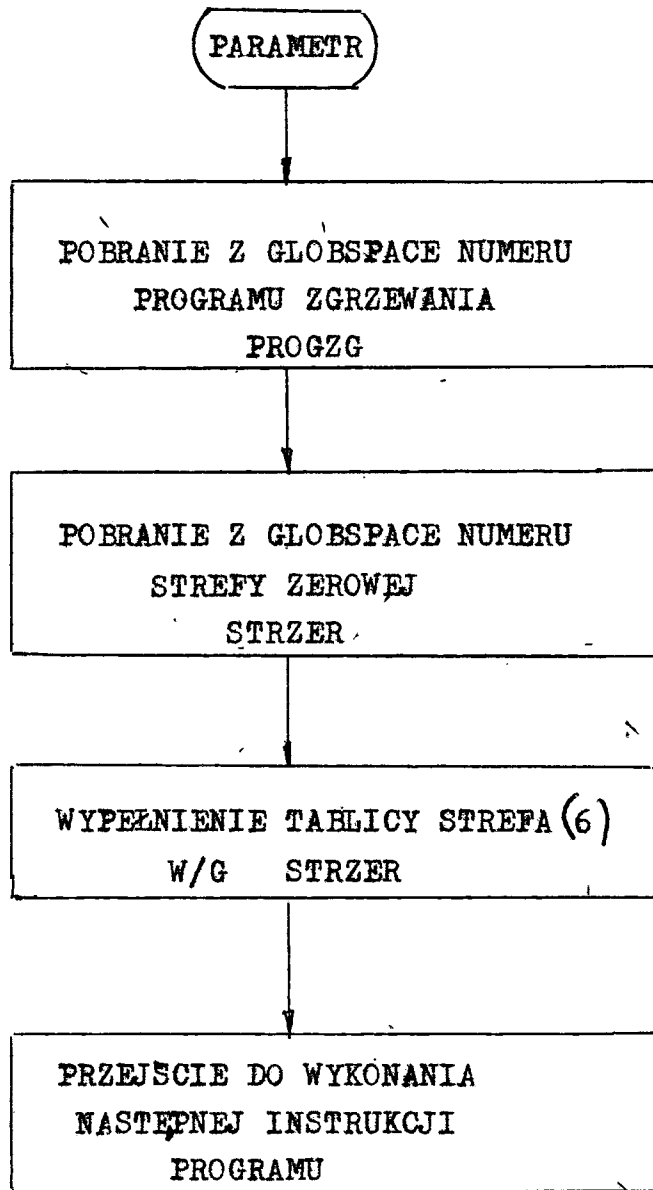




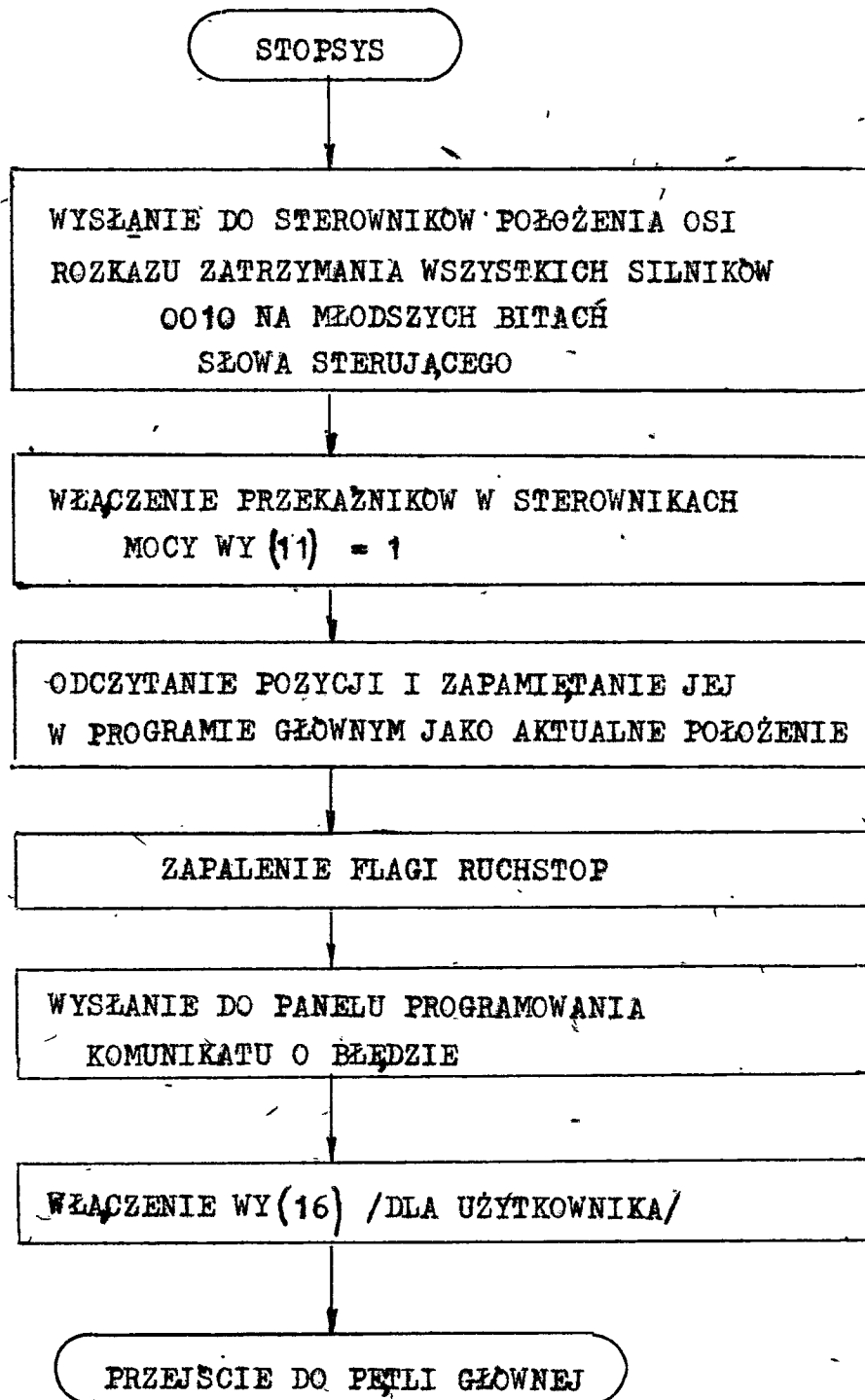


Rys.10. Algorytm działania procedury ZGRZEWAJ /MM86 MASTER/

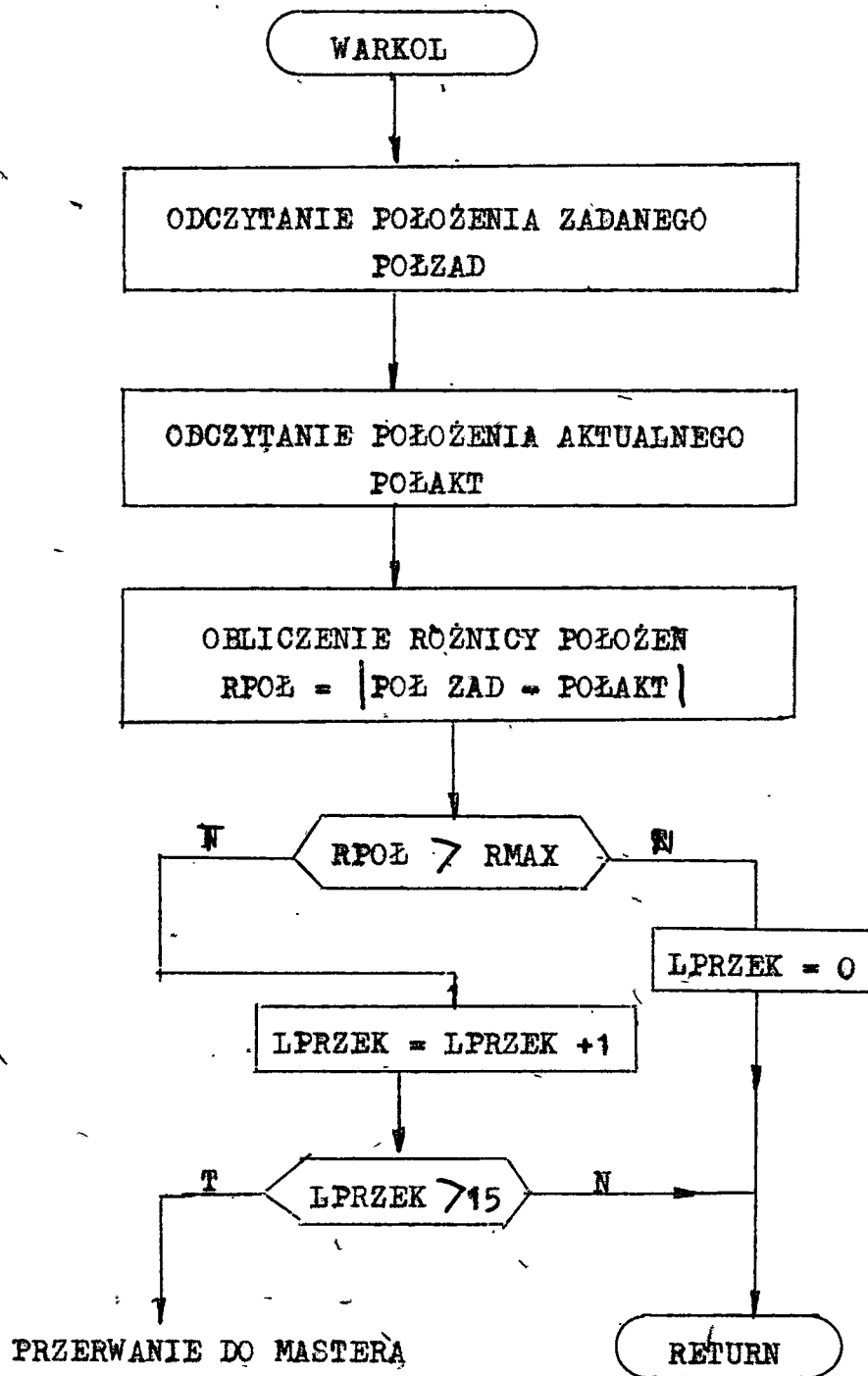




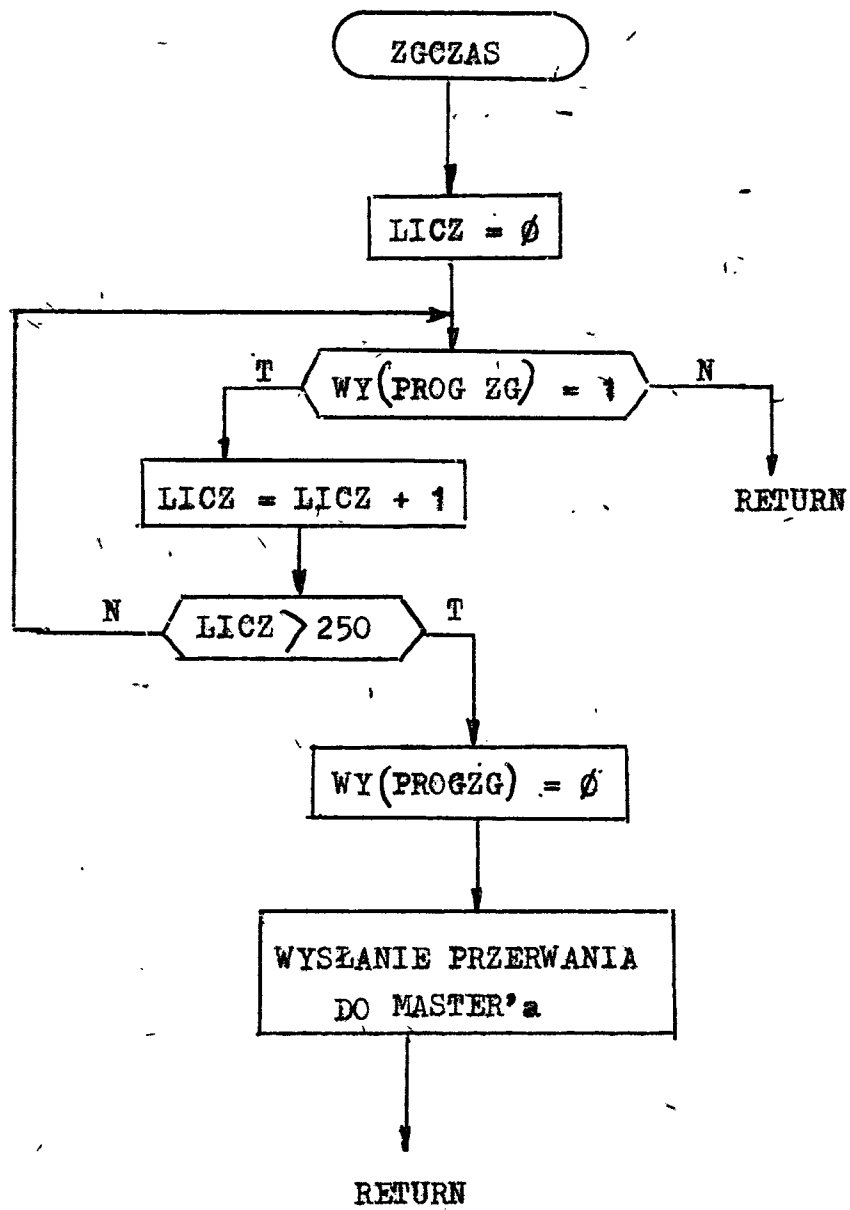
Rys.11. Algorytm działania procedury PARAMETR /MM86 MASTER/



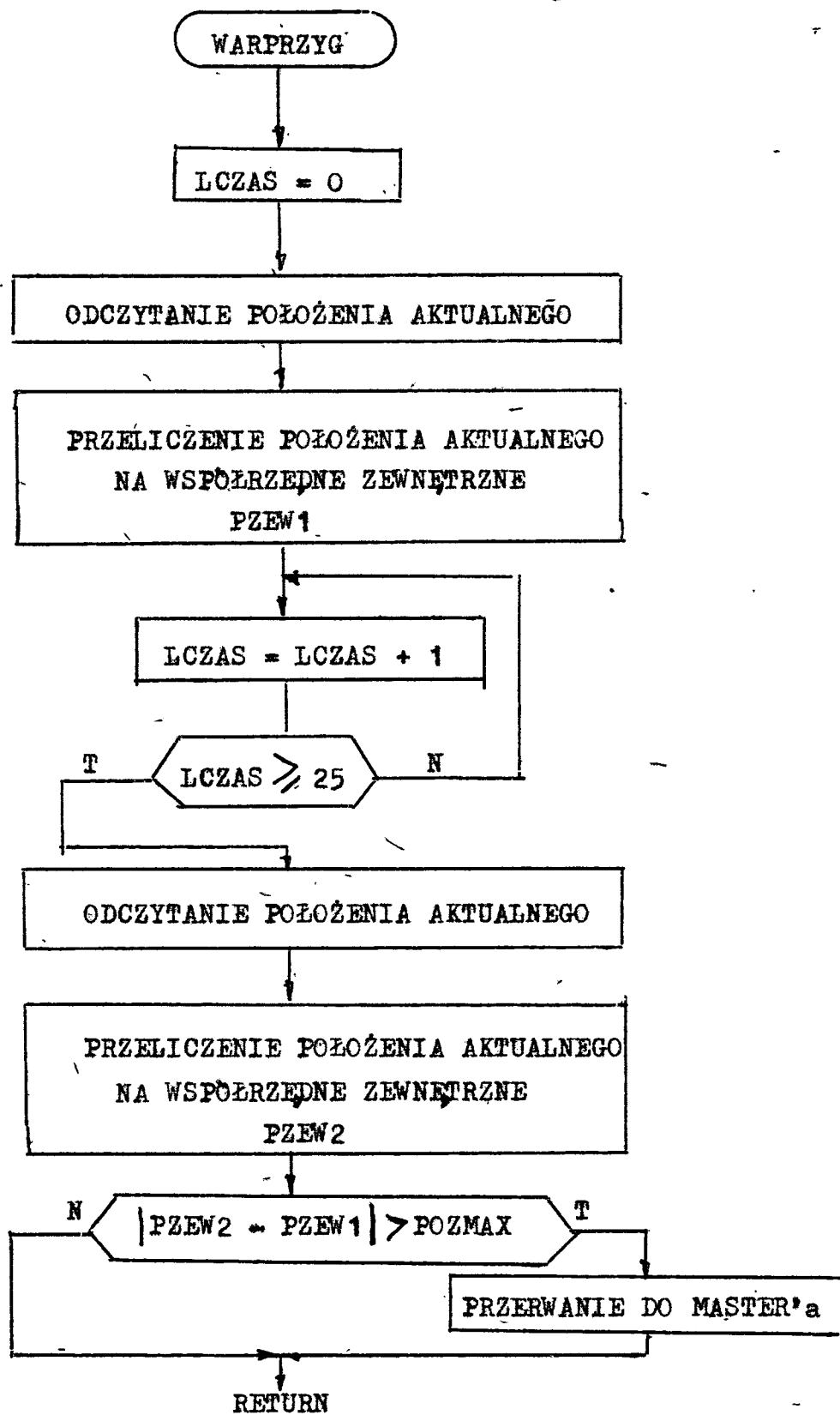
Rys.12. Algorytm działania procedury STOPSYS /MM86 MASTER/



Rys.13. Algorytm procedury zliczania liczby przekroczeń maksymalnego błędu położenia /MM86 SLAVE/



Rys. 14. Algorytm procedury kontroli czasu zgrzewania /SLAVE/



Rys.15. Algorytm procedury sprawdzania warunku przygrzania

7. Przesyłanie informacji o nowych funkcjach między panelem a sterownikiem głównym

Wymiana informacji odbywa się na dotychczasowych zasadach. Wprowadzono dwa nowe kody instrukcji :

ZGRZEWANIE - kod 21

PARAMETRY - kod 22.

Kody przesyłek pozostają bez zmian. Na przykład przesyłka realizująca przesłanie z panelu do MM86 zaprogramowanej instrukcji PARAMETRY wygląda następująco :

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 07 | 03 | 22 | i1 | i2 | np | ns |
|----|----|----|----|----|----|----|

i1, i2 - numer instrukcji

np - numer programu

ns - numer strefy.

## 8. Badania prototypu - zakres prób

### 8.1. Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań będzie prototyp robota zgrzewalniczego IRp-60Z, uprzednio przebadany w zakresie conajmniej badań niepełnych przewidzianych w projekcie normy zakładowej ZN-86/MERA-018/ pt. "Roboty przemysłowe IRp-60. Wymagania i badania." oraz Instrukcji Sprawdzania Robotów IRp /ISR IRp/ /sprawozdanie PIAP Nr rej.5721/.

Celem niniejszych badań będzie sprawdzenie nowych zespołów i funkcji robota /w stosunku do wykonania standardowego IRp-60/ pod kątem ich przydatności dla zastosowania robota IRp-60Z- do zgrzewania.

### 8.2. Zakres badań robota

Przewiduje się wykonanie następujących badań :

- 1/ Badania wstępne
- 2/ Wykonanie kalibracji
- 3/ Sprawdzenie dokładności pozycjonowania
- 4/ Sprawdzenie sztywności
- 5/ Sprawdzenie działania hamulców dla osi "V" i "t"
- 6/ Sprawdzenie nowych funkcji robota
- 7/ Sprawdzenie czasu wykonywania programu całego cyklu zgrzewania
- 8/ Sprawdzenie serwomechanizmu szóstej osi
- 9/ Sprawdzenie poboru mocy
- 10/ Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektromagnetyczne.

### 8.3. Opis badań

#### 8.3.1. Badania wstępne

Polegają one na wstępnym sprawdzeniu kompletności i funkcjonowania robota.

Badania należy rozpocząć czynnościami przewidzianymi w pkt.1, 2, 3 ISR IRp /pkt.1: "Czynności wstępne"; pkt.2 : "Załączenie, sprawdzenia wstępne"; pkt.3 : "Sprawdzenie pracy ręcznej"/.

Po wykonaniu powyższych czynności należy sporządzić

program ruchu robota, który będzie wykorzystany podczas dalszych prób. Sprawdzić poprawność wykonywania programu przez robot w trybie pracy automatycznej /patrz pkt.4 ISR IRp/.

Na zakończenie należy przeprowadzić sprawdzenie pracy z programem testowym dla sześciu osi /patrz pkt.5 ISR IRp/.

### 8.3.2. Wykonanie kalibracji

Kalibrację należy wykonać w taki sam sposób, jak to przeprowadzono w ramach pracy na zlec. 9513 etap 3.3.

"Ustawienie i sprawdzenie kalibracji".

### 8.3.3. Sprawdzenie dokładności pozycjonowania

Próbie należy wykonać w dwóch etapach :

1/ dokładność pozycjonowania robota bez obciążenia

2/ dokładność pozycjonowania robota z obciążeniem 35 kg / ciężar zgrzewadka/.

Pomiar powtarzalności powinien być realizowany w pracy AUTO z wykorzystaniem ustalonego w czasie badań wstępnych programu roboczego, zakończonego najazdem robota zaopatrzonego w kulistą końcówkę pomiarową na zestaw 3 czujników, których osie powinny pokrywać się z osiami x,y,z prostokątnego układu współrzędnych.

Sposób wykonania pomiarów :

1/ uruchomić robota i odtwarzać program opisany wyżej przez 5 h

2/ po upływie tego czasu kontynuując program odczytać i zarejestrować wartości zmierzone w czasie najazdów na czujniki pomiarowe w conajmniej 20 cyklach pomiarowych.

### 8.3.4. Sprawdzenie sztywności

Sprawdzenie sztywności "ostatecznej", mierzonej w szóstej osi należy przeprowadzić dla kilku wybranych położań osi robota włączonego w tryb PRACA.



Próbe wykonać przy obciążeniu 10% i 100% momentu obciążającego dla różnych kierunków przyłożenia siły.

Zmianę położenia /odchylenie robota/ mierzyć przy pomocy czujników.

#### 8.3.5. Sprawdzenie działania hamulców dla osi "v" i "t"

Sprawdzenie wykonać dla robota obciążonego ciężarem o masie 35 kg. Próba polega na sprawdzeniu, czy ciężar, zamocowany na szóstej osi robota, utrzymuje się w poprzedniej pozycji w chwili wyłączenia zasilania silników. Próbe należy przeprowadzić kilkakrotnie wyłączając zasilanie w różnych pozycjach osi robota i sprawdzając, czy nie nastąpiło przemieszczenie ciężaru.

#### 8.3.6. Sprawdzenie nowych funkcji robota

##### 8.3.6.1. Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU

Zbadać działanie funkcji STOP SYSTEMU dla 3 przypadków :

- 1/ zadziałania sprzęgła przeciążeniowego dla osi "t" - próbę przeprowadzić przez zasymulowanie sygnału z mikrowyłącznika na sprzęgle, wyzwalającego funkcję STOP SYSTEMU ;
- 2/ wystąpienia odchyłki położenia dla ruchu robota bezpośrednio po zgrzewaniu - symulując wystąpienie odchyłki wykonać pomiar /rejestrację/ prądu silników;
- 3/ wystąpienie odchyłki położenia dla ruchu swobodnego - symulując wystąpienie odchyłki wykonać pomiar /rejestrację/ prądu silników.

Należy zwrócić uwagę na sposób zachowania się robota po usunięciu przyczyny zatrzymania - sprawdzić, czy nie występuje np. gwałtowny ruch robota. Zjawisko takie nie powinno mieć miejsca.

#### 8.3.6.2. Sprawdzenie ruchu liniowego

Sprawdzenie wykonać wg. pkt.2.2. opracowania "Wymagania i badania dotyczące nowych funkcji robotów IRp /projekt/" zamieszczonego w sprawozdaniu nr rej.5721. Do tego badania ułożyć specjalny program działania robota / po jego kalibracji/.

#### 8.3.7. Sprawdzenie czasu wykonywania programu całego cyklu zgrzewania

Zmierzyć czas, w jakim robot wykonuje ustalony wcześniej program zgrzewania. W programie powinny być uwzględnione czasy oczekiwania odpowiadające czasom wykonania zgrzewania w poszczególnych punktach. W miarę możliwości zmierzyć czas w różnych fazach działania. Porównać w miarę możliwości czasy hamowania i rozpędzania robota z analogicznymi czasami dla robota standardowego. Określić średni czas wykonywania jednej zgrzeiny przy odległości między zgrzeinami 2, 5 , 10 cm.

#### 8.3.8. Sprawdzenie serwomechanizmu szóstej osi

Sprawdzenie serwomechanizmu wykonać w sposób opisany w pkt.4.2.8. projektu normy zakładowej, przy czym określić maksymalną prędkość ruchu, przeregulowanie prędkości oraz przyspieszenie i opóźnienie. W czasie pomiarów może poruzać się tylko os badana.

#### 8.3.9. Sprawdzenie poboru mocy

Próbe wykonać dla robota obciążonego ciężarem o masie 35 kg w sposób podany w projekcie normy zakładowej /pkt. 4.2.14./ z uwzględnieniem zmian ~~xxxx~~ i uzupełnień zamieszczonych w sprawozdaniu nr rej.5721.

#### 8.3.10. Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektromagnetyczne

Próbe wykonać wg pkt.4.2.13. projektu normy zakładowej /z uwzględnieniem zmian j.w./.

#### 8.4. Badania robota we współpracy ze zgrzewarką

W przypadku, gdyby okazało się możliwe spełnienie warunków niezbędnych dla zorganizowania stanowiska próbnego /odpowiednie pomieszczenie z wyciągiem, uchwyty do części zgrzewanych itp./, należy przeprowadzić uproszczone próby zgrzewania za pomocą robota współpracującego ze zgrzewarką ZPk-22.

Wykonać kilka prób zgrzewania dwóch blach o grubościach 0,5/0,5 mm i 1,0/1,0 mm używając ustalonego wcześniej programu. Dobór parametrów, przebieg próby oraz sposób oceny jakości zgrzewania powinien być skonsultowany ze specjalistami.

Jeśli będzie to możliwe, wykonać badania ;

- 1/ odporności robota na zakłócenia elektromagnetyczne, których źródłem może być zgrzewarka /max. prąd zgrzewania 14 kA/;
- 2/ poboru mocy przy zgrzewaniu rzeczywistym /moc pobierana przez robota i zgrzewarkę/;
- 3/ wydajności robota przy zgrzewaniu rzeczywistym.

## 9. Badania patentowe

### 9.1. Cel i zakres badań

W ramach pracy nad układem sterowania robota zgrzewalniczego IRp-60Z /równolegle z wykonaniem zadania 1.2/ przeprowadzone badania stanu techniki wg literatury patentowej PRL.

W badaniach ograniczone się do tej części układu sterowania oraz wyposażenia robota, która dotyczy wyłączenie robotów przystosowanych specjalnie do zgrzewania, tj. w wersji IRp-60Z. Badania nad nowym układem sterowania dla robotów standardowych IRp-60 zostały już wykonane w PIAP wcześniej w celu sprawdzenia czystości patentowej /arkusz badań patentowych nr ewid. 6/85/.

Badane materiały patentowe porównywano z założeniami na układ sterujący robota zgrzewalniczego IRp-60Z nr rej. PIAP 5708.

W niniejszych badaniach korzystano z następującej literatury patentowej PRL :

- opisy patentowe
- opisy wzorów użytkowych
- skrócone opisy zgłoszeń patentowych wg "Biuletynów Urzędu Patentowego" lub, w miarę potrzeby, pełne opisy zgłoszeń.
- wykazy udzielonych patentów /"Wiadomości Urzędu Patentowego"/.

Przeprowadzone badania objęły okres ostatnich 10 lat, tj. od 1977r do chwili obecnej.

Prowadzone je w następujących klasach patentowych:

- układy i urządzenia do zgrzewania - B23K, grupy 11 i 37
- manipulatory sterowane programowo - B25J, grupy 9/00 do 13/08 oraz 19/00 do 19/06
- sterowanie maszynami do obróbki metali - B23Q, grupy 15/00, 16/00, 17/00, 23/00

- układy sterowania - G05B, grupy 7/00 i 7/02, 9/00 i 9/02, 13/00 i 19.
- urządzenia do programowego sterowania - G06F, grupa 9/00.

## 9.2. Analiza przebadanych materiałów

W przebadanej literaturze patentowej napotkano na wiele opisów dotyczących automatów zgrzewalniczych, są to zazwyczaj urządzenia wyspecjalizowane, opracowane specjalnie do wykonywania ściśle określonych zadań, tj. służących do wykonywania konkretnych detali i operacji, np. Pat.131671, Pat.133726, Pat.112261, Pat.106708 z klasy B23K.

Znalezione opisy układów sterowania dla robotów przemysłowych zajmują się zagadnieniami nie dotyczącymi robotów zgrzewalniczych, np. Pat.104235, Pat.107233, Pat.104225, Pat.107841 /kl. B25J i G05B/, Pat.98178T /kl. B23Q i B25J/. W/w wynalazki opisane zostały w arkuszu badań czystości patentowej nr ewid. 6/85.

Znajdowane w literaturze patentowej opisy sposobów i układów do pomiaru położenia i korekcji ruchu narzędzi dotyczyły prawie wyłącznie obrabiarek numerycznych i nie mają zastosowania w układzie sterowania robota, np. Pat.104903, Pat.109296, Pat.128265, P-242349 z klasy G05B, Pat.125503 z kl. B23Q.

W sprawdzanych materiałach napotkano na dwa zgłoszenia patentowe bliżej związane z przedmiotem niniejszych badań i wymagające analizy :

### 1/ Zgłoszenie patentowe P-241679/kl. B23K/

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do automatycznego zgrzewania, w którym zgrzewadło ze stałą i ruchomą szczęką jest zamocowane ruchomo w stosunku do elementu wyjściowego urządzenia. Urządzenie to jest wyposażone w napęd zgrzewadła, napęd szczęki ruchomej, ograniczniki ruchu

szczęki stałej w kierunku do i od elementów zgrzewanych oraz sygnalizatory położenia krańcowego szczęki stałej. Po przemieszczeniu zgrzewadła do punktu zgrzewania szczeka stała zostaje dociśnięta do zgrzewanych elementów. Po wykonaniu zgrzewania szczęki rozwierają się, następuje przemieszczenie zgrzewadła do następnego punktu zgrzewania. Pierwszy z sygnalizatorów sygnalizuje rozwarcie szczęk w położeniu jałowym, a drugi dociśnięcie szczęki stałej. W przypadku przygrzania się szczęki stałej wyzwala się sygnał stopu awaryjnego. Dla powtórnego uruchomienia konieczne jest wysłanie w programie instrukcji związanej z punktem, w którym nastąpiło wyzwolenie stopu awaryjnego.

2/ Zgłoszenie patentowe P-244420 /kl. B23K, zgł. przez PIAP/

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do automatycznego zgrzewania, zwłaszcza robot przemysłowy wyposażony w ruchomo przymocowane do jego elementu wyjściowego zgrzewadło ze stałą i ruchomą szczęką znamienne tym, że ma sygnalizatory przygrzania się elektrod szczęk zgrzewadła do zgrzewanych elementów. Sygnalizator przygrzania się elektrody szczęki stałej lub ruchomej jest zamocowany na wsporniku mocującym zgrzewadło, a pomiędzy elementem zmieniającym stan sygnalizatora i szczęką ruchomą oraz stałą są umieszczone dwa podatne ograniczniki o określonej wartości progowej siły lub momentu. Wynalazek rozwiązuje zagadnienie zabezpieczenia mechanizmu urządzenia do automatycznego zgrzewania przed przeciążeniem. W przypadku zgrzania się elektrody szczęki stałej, ruchomej lub obydwu do zgrzewanych elementów sygnalizatory zmieniają swój stan i wyzwalają "stop systemu", który to sygnał po usunięciu przyczyny wywołania pozwala na dalsze kontynuowanie programu bez konieczności dodatkowych czynności.

Wg założeń na układ sterowania robota zgrzewalniczego IRp-60Z, będący przedmiotem badań, zagadnienie zabezpieczenia przed przeciążeniem urządzenia w przypadku przygrzania zgrzewadła do elementu zgrzewanego ma być rozwiązane w inny sposób. Robot ~~standardowy~~ IRp-60Z zostanie wyposażony w zgrzewarkę, najlepiej typu ZPk-20 lub ZPk-22 produkcji Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach /lecz może to być również zgrzewarka innego typu i producenta/. Zabezpieczenie przed przeciążeniem w przypadku przygrzania ma być dokonane programowo, a mianowicie program sterujący będzie badał, czy po wysłaniu rozkazu ruchu do manipulatora po zakończeniu zgrzewania nastąpiła zmiana pozycji, np. przez porównanie aktualnego stanu położenia poszczególnych osi robota z zapamiętanym stanem w momencie zgrzewania. Po określonym czasie program generowałby sygnał "stop systemu".

### 9.3. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań stanu techniki wg krajowej literatury patentowej można przewidywać, że realizacja robota zgrzewalniczego IRp-60Z z układem sterowania wg założeń nr rej. PIAP 5708 nie pociągnie za sobą naruszenia obcych praw wyłącznych na terenie PRL.

Na etapie wykonywania projektu technicznego układu sterowania robota IRp-60Z należy przeprowadzić badania czystości patentowej.



Literatura

- [1] A. Aderek i in. "Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z. Zadanie 1.1. Opracowanie założeń i wykonanie projektu zmian hardware'owych."  
Sprawozdanie PIAP nr rej. 5708
- [2] DTR robotów IRp-60Z. Sprawozdanie PIAP nr rej. 5720
- [3] Podręcznik programowania robotów IRp
- [4] Technical Description ASEA's Industrial Robot System for Spot Welding IRb-60S. ASEA April 1980.