

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyzacji Procesów Produkcji

Pracownia Robotyzacji Procesów Produkcji

074 Główny wykonawca mgr inż. Zbigniew Pilat

Wykonawcy : mgr inż. Z. Pilat, mgr inż. P. Gałka,
mgr inż. M. Jacórzyńska-Śmigiera,
mgr inż. Z. Wawerek /OAE/

Konsultant

Nr zlecenia RP-57

"Układ sterowania dla robota
zgrzewalniczego IRP-60Z".

Zad. 3 "Weryfikacja dokumentacji".

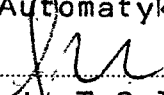
Zleceniodawca CPBR 7.1

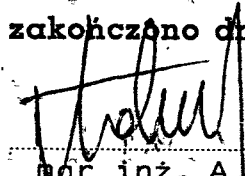
Pracę rozpoczęto dnia 88.03.15

zakończono dnia 88.05.31


mgr inż. Z. Pilat

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki


dr inż. T. Gałazka


mgr inż. A. Aderek

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 9

Egz. 1 OAP

rysunków —

Egz. 2 OAP

fotografii —

Egz. 3 BOINTE

tabel —

Egz. 4

tablic —

Egz. 5

załączników 6

Egz. 6

Nr rejestr. 6094

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE: ZASTOSOWANIE. ZGRZEWANIE

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera spis kompletnej dokumentacji układu sterowania IRp-60Z zweryfikowanej po badaniach. Przedstawiono zmiany w oprogramowaniu wprowadzone na podstawie wniosków z przebiegu badań. W formie załączników dołączono DTR dla układu sterowania IRp-60Z oraz projekt normy zakładowej.

Tytuły poprzednich sprawozdań

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

Nr rej. 5896. Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z. Zadanie 2.1. Opracowanie projektu i wykonanie wstępnej wersji oprogramowania.

Nr rej. 6014. Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z.
Zadanie 2.2. Dokumentacja, wykonanie i uruchomienie części sprzętowej oraz implementacja oprogramowania.

Nr rej. 6057. Badania prototypu układu sterowania IRp-60Z.

UKD

338.45:62/691.002.1/2

621.794.7.6

PIAP-252/83-6000

Roboty przemysłowe

Zgrzewanie

S P I S T R E Ś C I

1. Wstęp	Str.	4
2. Weryfikacja dokumentacji technicznej	"	5
3. Modyfikacja oprogramowania po badaniach	"	5
4. Zakończenie	"	7
5. Spis literatury i opracowań związanych z tematem...	"	9

ZAŁĄCZNIKI:

- Załącz. 1. DTR robotów IRp-6, IRp-60 uzupełniona o dane dla IRp-60Z w zakresie układu sterowania.
- Załącz. 2. Aneks IUR 6/60 nr rej. 5450-0004 - Instrukcja Uruchamiania Robotów IRp-60Z.
- Załącz. 3. Programowanie robota zgrzewalniczego IRp-60Z - aneks do podręcznika programowania robotów IRp.
- Załącz. 4. Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z - projekt normy zakładowej.
- Załącz. 5. Aneks do sprawozdania 6094.
- Załącz. 6. Listingi procedur zmodyfikowanych.

1. WSTĘP

Zakończona praca jest pierwszą w kraju realizacją na drodze software'owej funkcji zgrzewalniczych robota przemysłowego. Opracowania firm zachodnich na ten temat są trudnodostępne, a i te do których można dotrzeć nie ujawniają szczegółów oprogramowania na poziomie systemu. Prace software'owe miały więc charakter pionierski, co stanowiło istotną trudność dla wykonawców.

Przebieg i wyniki badań prototypu układu sterowania IRp-60Z, opisane w sprawozdaniu [6], były podstawą do wprowadzenia poprawek i ostatecznej weryfikacji dokumentacji, co kończy pracę w celu 57 CPBR 7.1. Badania te miały charakter sprawdzający (porównanie wyników dla prototypu z wartościami ustalonymi wcześniej na podstawie innych, podobnych rozwiązań lub wymagań od strony technologicznej procesu zgrzewania), a część z nich charakter poznawczy (pomiar parametrów i wobec braku dla nich wzorców lub wymagań w dostępnych materiałach, próba ustalenia kryterium ich oceny). Ponieważ nie wszystkie próby sprawdzające dały od razu wynik pozytywny, część z nich trzeba było powtórzyć po dokonaniu poprawek (wyłącznie software'owe). W zakresie jednej nowej funkcji konieczne było przeprowadzenie dłuższych prac nad oprogramowaniem, zanim uzyskano jej prawidłowe działanie. Dlatego też rezultat tych prac został dołączony do opracowania w formie aneksu.

W trakcie realizacji tego etapu powstały również dokumenty nieodzwonne przy produkcji a także późniejszej sprzedaży robotów zgrzewalniczych.

Są to:

- projekt normy zakładowej;
- instrukcja uruchamiania robotów (IUR) IRp-60Z;

- instrukcja sprawdzania robotów IRp-60Z (ISR-Z);
- podręcznik programowania robotów IRp-60Z;
- DTR robotów IRp-60Z w zakresie układu sterowania.

Stanowią one załączniki do niniejszego sprawozdania.

2. WERYFIKACJA DOKUMENTACJI TECHNICZNEJ.

Po zakończeniu badań w dniu 31.05.1988 r. dokonana została weryfikacja dokumentacji technicznej. Pełną dokumentację układu sterowania robota IRp-60Z przekazano do archiwum MERA-PIAP.

Stanowią je pozycje o następujących numerach:

dok. nr 4134, 4135, 4404, 4408, 4410, 4419, 4421, 4422,
4424, 4427, 4435, 4523, 4524, 4533, 4534, 4536,
4538, 4542, 4550, 4677, 4680, 4685, 4699, 4700,
4706, 4707, 4730, 4746, 4749, 4755, 4765.

3. MODYFIKACJA OPROGRAMOWANIA PO BADANIACH.

Badania były pilnie śledzone przez autorów oprogramowania i na bieżąco wprowadzono poprawki usuwające zauważone błędy czy tylko niedoskonałości programu sterującego. Przy okazji dokonano również parę zabiegów porządkujących oprogramowanie, co wpłynęło na większą przejrzystość listingów, a także na nieznaczne skrócenie kodu wynikowego ładowanego do pamięci stałej (PROM).

Badania pozwoliły również na doświadczalne ustalenie wartości niektórych parametrów numerycznych. Zmiany w oprogramowaniu w stosunku do wersji zaimplementowanej w robocie przekazywanym do badań w marcu br. (sprawozdanie PIAP nr rej. 6041) są następujące:

- rozdzielenie programowania licznika ϕ timera 8253 (realizuje to nowa procedura ZEGAR.A86 wywoływana raz w czasie inicjalizacji systemu) od programowania USART-a 8251 (wykonywane w czasie inicjalizacji systemu i w sytuacji utraty komunikacji między panelem programowania a jednostką MM86);
- wprowadzenie blokowania przerw przy odczycie położenia rzeczywistego ze sterowników położenia osi - procedury ZGRZEW.C86, STOPSYS.C86, SENDABS.C86;
- wysyłanie "neutralnego" słowa sterującego do sterowników położenia osi na 2 ms przed odczytem ich stanu - ZGRZEW.C86, STOPSYS.C86, SENDABS.C86;
- wprowadzenie możliwości przerywania wykonywania instrukcji ZGRZEWANIE (w czasie oczekiwania na sygnały potwierdzenia rozwarcia kleszczy) przyciskiem STOP PROGRAMU;
- zadeklarowanie parametrów numerycznych związanych z nowymi funkcjami robota jako stałych globalnych;
- ustalenie wielkości rozszerzonej strefy zerowej:
 - strefa 1 $\pm$ 20 inkrementów dla każdej osi
 - strefa 2 $\pm$ 50 inkrementów dla każdej osi
- ustalenia wielkości strefy krytycznej przy wykrywaniu przygrzania kleszczy - 160 inkrementów;
- usunięcie procedury OPEN.C86 (przewinięcie taśmy na początek) zamiast niej jest wykorzystywana procedura CREAT.C86 zarówno przy odczycie jak i przy zapisie do pamięci kasetowej (do tej pory OPEN.C86 - przy odczycie, CREAT.C86 - przy zapisie);
- usunięcie procedury CLOSE.C86 - zawierała ona tylko wywołanie procedury RELEASE.A86, które obecnie jest realizowane bezpośrednio w podprogramach korzystających do tej pory z CLOSE.C86.

W dalszej części zamieszczono listingi nowych i zmodyfikowanych podprogramów.

4. ZAKOŃCZENIE

Po zakończeniu badań dokumentacja została przekazana do zakładu wdrażającego celem przygotowania rozpoczęcia produkcji. Weryfikacja dokumentacji zamyka prace nad układem sterowania IRp-60Z w ramach tego tematu.

Opracowany w celu 57 układ sterowania IRp-60Z jest jakościowo nowym urządzeniem. Główne jego cechy to:

- a) sterowanie sześćcioosiowym manipulatorem.
- b) możliwość współpracy ze zgrzewarką ZPK-20 (a także innymi o masie zgrzewadła do 45 kg, sterowanych sygnałami dwustanowymi)
- c) wprowadzenie nowych instrukcji związanych z procesem zgrzewania, które w zasadniczy sposób ułatwiają uczenie robota
- d) wprowadzenie stanu STOP SYSTEMU jako reakcji na sytuacje awaryjne związane ze zgrzewaniem. Układ sterowania w sposób programowy wykrywa:
 - przeciążenie mechaniczne
 - przygrzanie szczęk do detalu
 - kolizję manipulatora z otoczeniem
- e) wprowadzenie rozszerzonej strefy zerowej - skrócenie czasu przejść między punktami zgrzewania.

Tym samym zrealizowano zamierzenia zapisane w karcie zadania wdrożeniowego celu 57. Istotną wartością pracy było wykorzystanie do prób i badań rzeczywistej zgrzewarki. Dzięki temu udało się w stanowisku laboratoryjnym stworzyć warunki zbliżone do przemysłowych. Związane z tym dodatkowe trudności podczas badań powinny zapoczątkować w praktycznych zastosowaniach robota. Właśnie aplikacje ostatecznie zweryfikują opracowaną konstrukcję.

W trakcie realizacji tematu podpisano porozumienie wdrożeniowe z Pionem Produkcji Doświadczalnej i Małoseryjnej MERA-PIAP. Przewiduje ono uruchomienie do roku 1990 produkcji robotów IRp-60Z. W dalszej perspektywie przewiduje się przejęcie tej produkcji przez zakłady MERA-ZAP w Ostrowie Wlkp. i ZPM M. Cegielski w Poznaniu.

5. SPIS LITERATURY I OPRACOWAŃ ZWIĄZANYCH Z TEMATEM.

1. A. Aderek i in. "Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z. Zadanie 1.1. Opracowanie założeń i wykonanie projektu zmian hardware'owych"
PIAP nr rej. 5708.
2. Z. Pilat i in. "Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z. Zad. 2.1. Opracowanie i wykonanie wstępnej wersji oprogramowania". PIAP nr rej. 5896.
3. Z. Pilat i in. "Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z. Zad. 2.2. Dokumentacja, wykonanie i uruchomienie części sprzętowej oraz implementacja oprogramowania". PIAP nr rej. 6014.
4. Dokumentacja robota IRp-60Z. Archiwum PIAP.
5. Podręcznik programowania robotów IRp. PIAP nr rej. 5747.
6. J. Skrzeczkowski i in. "Badania prototypu układu sterowania IRp-60Z"
PIAP nr rej. 6057.
7. Z. Pilat i in. "Robot zgrzewalniczy IRp-60Z". II Krajowa Konferencja Robotyki Wrocław 1988.
8. P. Gałka i in. "Nowy robot zgrzewalniczy". Przegląd spawalnictwa nr 8 roczn. 1988.
9. Materiały firmy ASEA.
10. DTR robota IRb-60Z.

ZALĄCZNIK 1 / tylko w egzemplarzu znajdującym się u autorów w OAP-12.1

DTR robotów IRp-6, IRp-60 uzupełniona o dane dla IRp-60Z
w zakresie układu sterowania:

ZAŁĄCZNIK 2:

Instrukcja uruchamiania robotów IRp-60Z.- aneks do IUR IRp-6/60
nr rej. 4550-004.

Instrukcja uruchamiania robotów IRp-60Z

Aneks do Instrukcji uruchamiania robotów IRp-6/60 nr rej. 4550-0004

1. Aneks niniejszy dotyczy układu sterowania robota zgrzewalniczego IRp-60Z. Jest on wykonany na podstawie dokumentacji 4550 z uwzględnieniem zmian zawartych w dokumentacjach:

- 4765 (zespół sterowników mocy)
- 4700 (pakiet kontroli MW32)
- 4424 (zespół bezpieczników i styczników - płyta złącz w/g wersji II)
- 4755 (schemat połączeń układu sterowania IRp-60Z)

2. Wymagane wyposażenie - dokumenty związane.

Dodatkowo wprowadza się:

- "Programowanie robota IRp-60Z" - aneks do "Podręcznika programowania robotów IRp-6/60"
- "Dokumentacja techniczno-ruchowa robota IRp-60Z" - aneks do "Dokumentacji techniczno-ruchowej robotów IRp"

3. Opis czynności.

3.1. Sprawdzanie sygnałów rezolwerów (pkt. 3.2 4550-0004).

Po przyłączeniu oscyloskopu należy przy pomocy przyrządu do wyciągania przewodów ze złącz RTXG wyjąć "piny" z zacisków ZR1.x7.3A (zwalnianie hamulców osi θ i t) i 4A (zwalnianie hamulców osi α i u) - patrz schematy 4755 ark. 26

3.2. Sprawdzenie hamulców (pkt. 3.5 4550-0004)

Należy sprawdzić hamulce w osiach θ , α , t , u .

3.3. Sprawdzenie programowania (pkt. 3.8 4550 - 0004)

W programie należy umieścić instrukcję ZGRZEWANIE z programem zgrzewania nr 0 ("Programowanie robota IRp-60Z") realizującą:

- ruch szóstej osi
- złożenie ruchu wszystkich osi

3.3. Próba pracy 150 godzin (pkt.3.10 4550-0004)

Realizacja próby:

- licznik cykli przyłączyć do wyjścia 1
- robot powinien pracować całą próbę z pełnym obciążeniem tj. 45 kg.

Młodni 21.06.88

3806.21 (9)

ZAŁĄCZNIK 3:

Programowanie robota zgrzewalniczego IRp-60Z - aneks do
podręcznika programowania robotów Irp.

ZAŁĄCZNIK 4.

Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z -
projekt normy zakładowej.

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW MERA-PIAP	NORMA ZAKŁADOWA	ZN -
	Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z.	MERA -

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy.

Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące układu sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z.

1.2. Określenia.1.2.1. Układ sterowania dla robota zgrzewalniczego IRp-60Z.

Programowalny układ mikroprocesorowy umożliwiający sterowanie PTP i CP częścią manipulacyjną robota oraz współpracą z urządzeniami zewnętrznymi poprzez wysyłanie i odbieranie sygnałów dwustanowych.

1.2.2. Część manipulacyjna robota IRp-60Z.

Mechanizm przegubowy o 6-ciu stopniach swobody, napędzany silnikami prądu stałego, służący do realizacji funkcji ruchowych przy przemieszczaniu narzędzia technologicznego.

1.2.3. Rozdzielczość narzędzia technologicznego pojedynczej osi.

Najmniejszy przyrost położenia osi realizowany przez układ sterowania.

1.2.4. Powtarzalność pozycjonowania robota IRp-60Z.

Miara rozrzutu położenia robota przy wielokrotnym odtwarzaniu tego samego programu przy stałym obciążeniu i ustalonych warunkach cieplnych.

2. WYMAGANIA

2.1. Wymagania metrologiczne.

2.1.1. Rozdzielczość pojedynczej osi.

Jeden impuls (inkrement zmiany pozycji) z zewnętrznego czujnika położenia co przy części manipulacyjnej IRp-60Z oznacza 1/256 obrotu wału silnika.

2.1.2. Powtarzalność pozycjonowania robota IRp-60Z.

W całym zakresie dopuszczalnego obciążenia części manipulacyjnej IRp-60Z błąd powtarzania pozycji nie powinien przekroczyć ± 0.4 mm.

2.1.3. Zakres ruchu pojedynczej osi.

Układ sterowania IRp-60Z umożliwia poprawne sterowanie ruchem każdej z osi w zakresie 65535 inkrementów.

2.2. Wymagania konstrukcyjne.

2.2.1. Wykończenie. - w/g PN-80/M-42020 p.2.2.15 oraz dokumentów.

2.2.2. Materiały - powinny być zgodne z dokumentacją konstrukcyjną.

2.2.3. Rezystancja izolacji. - w/g PN-80/M - 42020 p.2.2.6.

2.2.4. Wytrzymałość elektryczna izolacji - w/g PN-84/T-06500/05.

- 2.2.5. Główne wymiary - układ sterowania IRp-60Z jest umieszczony w szafie sterowniczej o wymiarach 720x1620 mm.

2.2.6. Działanie - układ sterowania IRp-60Z połączony z częścią manipulacyjną IRp-60Z powinien działać zgodnie z wymaganiami określonymi w Instrukcji Sprawdzania Robotów IRp-60Z (ISR-Z)

- zachowanie się układu sterowania IRp-60Z w stanie STOP SYSTEMU:

- natychmiastowe zatrzymanie części manipulacyjnej;

17

- ograniczenie limitu prądu do $18 \pm 1A$ we wszystkich osiach;
- pojawienie się komunikatu na panelu programowania;
- świecenie się lampki na panelu operacyjnym;
- włączenie wyjścia 16.

Po skasowaniu stanu STOP SYSTEMU i wydaniu komendy kontynuowania programu jego dalszy przebieg powinien być taki jak przed wejściem w stan STOP SYSTEMU.

2.2.7: Pobór mocy czynnej - w warunkach ISR-Z p.5 nie powinien przekraczać $4kW \pm 0.5$. Maksymalny chwilowy pobór mocy nie powinien przekraczać $7kW$.

2.2.8: Zachowanie programu w warunkach zaniku napięcia zasilania sieciowego przy włączonym zasilaniu baterijnym.

Program użytkowy, zapisany w pamięci układu sterowania IRp-60Z, powinien być zachowany w warunkach zaniku napięcia zasilania sieciowego o czasie trwania nie przekraczającym 30 min.

2.2.9. Stopień ochrony - w/g PN-79/E-08106-IP43.

2.3: Wymagania środowiskowo-użytkowe.

2.3.1: Odporność na temperatury i wilgotność otoczenia.

Układ sterowania powinien być odporny na temperatury i wilgotność otaczającego powietrza przewidziane dla lokalizacji B_x - w/g PN-80/M-42020 w zakresie temperatury $5 \div 40^{\circ}C$ i wilgotność względnej $5 \div 80\%$.

2.3.2: Wytrzymałość na temperatury i wilgotność otoczenia.

Układ sterowania IRp-60Z powinien być wytrzymały na temperatury i wilgotność otaczającego powietrza przewidzianych dla lokalizacji C_x w/g PN-80/M-42020. w zakresie temperatury $-25 \div 55^{\circ}C$.

Po próbie układ sterowania IRp-60Z wraz z częścią manipulacyjną powinien działać zgodnie z ISR-Z p.3,4 i spełniać wymagania zgodnie z p.2.2.1.

2.3.3. Odporność na zakłócenia elektromagnetyczne:

2.3.3.1. Odporność na zakłócenia impulsowe nanosekundowe:

Układ sterowania powinien być odporny na zakłócenia impulsowe nanosekundowe w/g PN-86/E-06600 dla urządzeń o podwyższonej odporności (WZ):

2.3.3.2. Odporność na zakłócenia impulsowe dużej energii:

Układ sterowania powinien być odporny na zakłócenia impulsowe dużej energii w/g PN-86/E-06600. Energia impulsu 1J:

2.3.3.3. Odporność na wyładowania elektryczności statycznej:

Układ sterowania powinien być odporny na wyładowania elektryczności statycznej w/g PN-86/E-06600. Amplituda napięcia wyładowania 2kV:

2.3.3.4. Odporność na zaniki napięcia zasilania:

Układ sterowania powinien być odporny na zaniki napięcia zasilania trwające nie dłużej niż 10 ms.

2.3.3.5. Odporność na zmiany napięcia zasilania:

Układ sterowania powinien być odporny na zasilanie napięciem wyższym do 10% i niższym do 15% od napięcia znamionowego:

2.3.4. Wytrzymałość na narażenia mechaniczne występujące w czasie transportu:

Układ sterowania w opakowaniu transportowym powinien być wytrzymały na:

- a) udary mechaniczne wielokrotne działające w kierunku pionowym, o parametrach w/g PN-80/M-42020 p.2.3.7;
- b) wibracje sinusoidalne działające w kierunku pionowym, o parametrach odpowiadających lokalizacji N₂ w/g PN-80/M-42020 tabl. 6 (transport drogowy i kolejowy):

Po narażeniach układ sterowania powinien działać zgodnie z ISR-Z p.3 i 4 oraz spełnić wymaganie 2.2.1.

2.4. Znakowanie:

Na szafie sterowniczej powinny być umieszczone tabliczki firmowe z następującymi danymi:

- znak wytwórni

- znak IRp-60Z
- rok produkcji i numer fabryczny.

2.5. Dokumentacja techniczna- w/g PN-80/M-42020.

3. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT.

- 3.1. Pakowanie, przechowywanie i transport zgodnie z zaleceniami dla układu sterowania robota IRp-60.

4. BADANIA

4.1. Program badań.

4.1.1. Badania pełne układu sterowania IRp-60Z należy przeprowadzać:

- dla oceny egzemplarzy prototypowych
- przy każdorazowym uruchomieniu produkcji
- w przypadku wprowadzenia zmian konstrukcyjnych, technologicznych lub materiałowych mogących mieć wpływ na właściwości układu sterowania
- w przypadku nadmiernej ilości reklamacji ze strony użytkowników, wskazującej na pogorszenie się jakości wytwarzania układów sterowania
- okresowo co 5 lat.

Zakresy badań pełnych oraz zalecana kolejność ich wykonywania - w/g tabeli 1.

4.1.2. Badania niepełne należy przeprowadzać dla oceny wszystkich układów sterowania IRp-60Z jako efekt końcowy ich montażu i regulacji.

Zakres badań niepełnych oraz zalecenia kolejności ich wykonywania - w/g tabeli 1.

TABELA 1

Lp.	Nazwa badania	Badania		Wymagania	Opis badania
		pełne	niepełne		
1	2	3	4	5	6
1.	Oględziny	+	+	2.2.1, 2.4, 2.5	4.2.2
2.	Sprawdzenie materiałów	+	-	2.2.2	4.2.3
3.	Sprawdzenie rezystancji izolacji	+	+	2.2.3	4.2.4*
4.	Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji	+	+	2.2.4	4.2.5
5.	Sprawdzenie działania	+	+	2.2.6	4.2.6 4.2.12
6.	Sprawdzenie głównych wymiarów	+	-	2.2.5	4.2.7
7.	Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania	+	-	2.1.2.	4.2.8
8.	Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektromagnetyczne	+	-	2.3.3	4.2.9
9.	Sprawdzenie poboru mocy	+	-	2.2.7	4.2.10
10.	Sprawdzenie zachowania programu w warunkach zaniku napięcia zasilania	+	-	2.2.8	4.2.11
11.	Sprawdzenie stopnia ochrony obudowy	+	-	2.2.9	PN-79/ E-08106
12.	Sprawdzenie wytrzymałości na narażenia mechaniczne	+	-	2.3.4	4.2.13
13.	Sprawdzenie odporności na temperatury i wilgotność otoczenia	+	-	2.3.1	4.2.14
14.	Sprawdzenie wytrzymałości na temperatury i wilgotność otoczenia	+	-	2.3.2	4.2.15

4.2. Opis badań.

4.2.1. Warunki badań.

Normalne warunki atmosferyczne badań w/g PN-84/E-04600 p. 5.3.1.

4.2.2. Oględziny należy przeprowadzić przy odłączonym zasilaniu. Przed przystąpieniem do oględzin należy sprawdzić dokumentację układu sterowania, w tym: dokumentację techniczno-ruchową, specyfikację, schematy elektryczne, świadectwa kontroli jakości oraz wykaz przeprowadzonych testów produkcyjnych i kontrolnych podzespołów i zespołów układu sterowania.

Po stwierdzeniu kompletności wyposażenia układu sterowania w/g specyfikacji, należy przeprowadzić oględziny bez użycia narzędzi i bez wykonywania pomiarów.

Wynik należy uznać za pozytywny, jeżeli oznakowanie jest zgodne z p.2.4, a jakość montażu i wykończenie z PN-80/M-42020 p.2.1.15 oraz instrukcjami PA-5609-103 i P-6704-011-AFU.

4.2.3. Sprawdzenie materiałów należy wykonać na podstawie świadectwa kontroli jakości stwierdzającego zgodność materiałów i elementów z dokumentacją konstrukcyjną.

4.2.4. Sprawdzenie rezystancji izolacji należy wykonać w/g ZN-88/MERA-018/256 p.4.2.4.1, 4.2.4.2.

4.2.5. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji układu sterowania IRp-60Z należy wykonać w/g ZN-88/MERA-018/256 p.4.2.5.1, 4.2.5.2.

4.2.6. Sprawdzenie działania układu sterowania IRp-60Z należy wykonać wykorzystując część manipulacyjną wykonaną zgodnie z

- ISR	- Z	p.3, ^{w/g} 4,5,6	- w badaniach pełnych
- ISR	- Z	p.3,4	- w badaniach niepełnych

4.2.7. Sprawdzenie głównych wymiarów szafy sterowniczej.

pod względem zgodności z wymaganiami 2.2.5 należy dokonać za pomocą uniwersalnych przyrządów pomiarowych.

4.2.8. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania należy wykonać dwukrotnie:

- bez obciążenia części manipulacyjnej,
- przy obciążeniu części manipulacyjnej ciężarem o masie 45kg.

Do badania wykorzystać część manipulacyjną jak w p. 4.2.6 i program testowy zawierający:

- część roboczą - instrukcje ruchu, w których, wykorzystywane są wszystkie osie w pełnym zakresie, w tym instrukcje ZGRZEWANIE
- część realizującą najazd na czujnik położenia; prędkość najazdu powinna być mniejsza niż 10% prędkości maksymalnej.

Cały program testowy powinien być wykonywany w czasie ok. 3 min.

Sposób wykonywania pomiarów:

- 1) Wykonać opisany wyżej program testowy przez 5h
- 2) Po upływie tego czasu odczytać i zarejestrować wskazanie czujnika w czasie pozycjonowania po najeździe
- 3) W czasie 20 kolejnych cykli odczytywać i rejestrować położenie wskazane przez czujnik w czasie pozycjonowań po najazdach.

Wynik należy uznać za pozytywny, jeśli różnica między położeniem zmierzonym w p.2) i w każdym z cykli w p.3) jest mniejsza bądź równa od wartości podanej w p. 2.1.2 tj. 0,4 mm.

4.2.9. Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektromagnetyczne

wykonać w/g ZN-88/MERA-018/256 p.4.2.15.1, 4.2.15.2, 4.2.15.3, 4.2.15.4, 4.2.17.

- 4.2.10. Sprawdzenie poboru mocy należy wykonać wykorzystując część manipulacyjną jak w p.4.2.6 i program T 60 Z (ISR-Z). Zasilanie sieciowe układu sterowania IRp-60Z należy dołączyć poprzez trójfazowy licznik energii. Następnie należy uruchomić robota z programem testowym na okres 1h. Wynik należy uznać za pozytywny, jeżeli przyrost wskazania licznika energii spełnia wymagania z p. 2.2.8.
- 4.2.11. Sprawdzenie zachowania programu w warunkach zaniku napięcia zasilania sieciowego - wykonać zgodnie z ZN-88/MERA-018/256 p.4.2.24 wykorzystując część manipulacyjną jak w p.4.2.6 oraz program testowy T 60 Z (ISR-Z).
- 4.2.12. Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU. Do badania wykorzystać część manipulacyjną jak w p.4.2.6. Zamiast sprzęgła przeciążeniowego należy zamontować mimowyłacznik. Uruchomić robota z programem T 60Z (ISR-Z). Na trzykanałowym rejestratorze obserwować
- stan mimowyłacznika
 - stan wyjścia 16
 - prąd sterownika mocy osi
- Podczas wykonywania instrukcji ZGRZEWANIE z ruchem tylko osi zasymulować zadziałanie sprzęgła przeciążeniowego zawierającego mimowyłacznik. Zachowanie układu sterowania powinno być takie jak opisano w p.2.2.6. Układ sterowania nie powinien reagować na rozkaz START PROGRAMU ani START INSTRUKCJI (kontynuacja). Skasować stan STOP SYSTEMU. Wznowić program.
- Badanie powtórzyć dla pozostałych osi. Wynik próby należy uznać za pozytywny, jeżeli dla każdej osi układ sterowania zachowuje się zgodnie z 2.2.6.
- 4.2.13. Sprawdzenie wytrzymałości na narażenia mechaniczne występujące w czasie transportu
- a) sprawdzenie wytrzymałości na udary wielokrotne należy

wykonać w/g PN-85/E-04605/02. Rodzaj próby i parametry narażeń w/g PN-80/M-42020 p.2.3.7. Kierunek działania uderów - pionowy.

b) sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne należy wykonać w/g PN-86 /E-04606§03 stosując narażenie z przestrzajaniem częstotliwości.

Liczba cykli przestrzajania - 50.

Parametry wibracji w/g PN-80/M-42020 tabl. 6 odpowiednie dla lokalizacji N₂. Kierunek działania wibracji - pionowy.

Po narażeniach układ sterowania należy połączyć z częścią manipulacyjną IRp-60Z i podać następującym sprawdzeniom końcowym:

- oględziny w/g 4.2.2

- sprawdzenie działania w/g ISR-Z p.314.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli wyniki sprawdzeń końcowych są pozytywne.

W przypadku braku możliwości wykonania sprawdzeń a) i b) w warunkach laboratoryjnych dopuszcza się zastąpienie ich próbą.

Próba transportowa powinna polegać na przewiezieniu układu sterowania w opakowaniu transportowym samochodem ciężarowym z prędkością 20-40 km/h po drogach gruntowych na dystansie nie mniejszym niż 200km. Samochód powinien być obciążony nie mniej niż 70% jego ładowności.

Po próbie transportowej należy wykonać sprawdzenia końcowe i ocenę wyniku jak w przypadku badań laboratoryjnych.

4.2.14. Sprawdzenie odporności na temperatury i wilgotność otoczenia.

Należy wykonać sprawdzenia odporności na suche gorąco w/g PN-84/E-04602 próba Bd.

Układ sterowania, w stanie gotowości do pracy, należy umieścić w komorze klimatycznej o temperaturze $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pozostawiając część manipulacyjną w normalnych warunkach atmosferycznych.

Po uzyskaniu stabilności temperaturowej uruchomić i przeprowadzić program testowy zgodnie z ISR-Z p.5 w czasie 2h.

Wynik próby należy uznać za pozytywny, jeżeli nie nastąpi zakłócenie pracy robota.

4.2.15: Sprawdzenie wytrzymałości na temperatury i wilgotność otoczenia należy wykonać przeprowadzając trzy następujące próby:

a) sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco należy wykonać w/g PN-84/E-04602 próba Bd.

Układ sterowania należy umieścić w komorze klimatycznej o temperaturze $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ i po uzyskaniu stabilności temperaturowej przetrzymać w czasie 16h.

Po próbie należy dokonać oględzin zgodnie z p.4.2.2 i sprawdzenia działania układu sterowania z częścią manipulacyjną IRp-60Z w/g ISR-Z p.3 i 4.

Wynik próby należy uznać za pozytywny jeżeli spełnione są wymagania p.2.2.1 i układ sterowania działa zgodnie z ISR-Z.

b) sprawdzenie wytrzymałości na zimno należy wykonać w/g PN-84/E-04601 próba 16.

Układ sterowania należy umieścić w komorze klimatycznej w temperaturze $-25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ i po uzyskaniu stabilności temperaturowej przetrzymać w czasie 16h.

Po próbie należy dokonać oględzin zgodnie z p.4.2.2 i sprawdzenia działania układu sterowania z częścią manipulacyjną IRp-60Z w/g ISR-Z p.3 i 4.

Wynik próby należy uznać za pozytywny jeżeli spełnione są wymagania p.2.2.1 i układ sterowania działa zgodnie z ISR-Z.

c) sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stale należy wykonać w/g PN-84/E-04603. Czas narażenia 96h.

Po próbie należy wykonać oględziny zgodnie z p.4.2.2, sprawdzenie rezystancji izolacji w/g p.4.2.4 i sprawdzenie działania układu sterowania z częścią manipulacyjną IRp-60Z w/g ISR-Z p.3 i 4.

Wynik próby należy uznać za pozytywny, jeżeli spełnione są wymagania p.2.2.1, 2.2.3 i układ sterowania działa zgodnie z ISR-Z.

Wynik sprawdzenia wytrzymałości na temperatury i wilgotność otoczenia należy uznać za pozytywny, jeżeli wyniki

prób a), b) i c) są pozytywne.

4.3: Ocena wyników badań:

4.3.1: Ocena wyników badań pełnych i niepełnych: Wynik badań pełnych (lub niepełnych) należy uznać za pozytywny, jeżeli wszystkie próby badań zrealizowane zgodnie z tabelą 1 dały wynik pozytywny.

4.3.2: Ocena układu sterowania IRp-60Z: Układ sterowania IRp-60Z można uznać za zgodny z normą, jeżeli wynik badań został uznany za pozytywny.

INFORMACJE DODATKOWE

- 1: Instrukcja opracowująca normę - Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów MERA-PIAP, Warszawa
- 2: Normy związane - jak w ZN-88/MERA-018/256.
- 3: Dokumenty związane - jak w ZN-88/MERA-018/256

a dodatkowo:

Instrukcja Sprawdzania Robota IRp-60Z ISR - Z - aneks do ISR Irp:

Instrukcja Uruchamiania Robota IRp-60Z - aneks do IURP nr 4550-0004

ZN-88/MERA-018/256 - Robot przemysłowy IRp-60, wymagania i badanie:
Norma zakładowa MERA-PIAP.

INSTRUKCJA SPRAWDZANIA ROBOTÓW IRp-60Z

ISR - Z

Spis treści:

1. Czynności wstępne.
2. Załączenie, sprawdzenie wstępne.
3. Sprawdzenie pracy ręcznej.
4. Sprawdzenie programowania i pracy automatycznej.
5. Sprawdzenie pracy z programem testowym.
6. Sprawdzenie pracy przy wielokrotnym włączaniu i wyłączaniu robota.

Sprawdzenia opisane w niniejszej instrukcji powinny być wykonane w opisanej kolejności. Zapewnia to poprawne sprawdzenie pracy układu sterowania i usunięcie pomyłek.

1. Czynności wstępne:

Dołączyć szafę sterowniczą do sieci trójfazowej. Sprawdzić, czy do odpowiednich złącz zewnętrznych szafy dołączone są:

- panel programowania,
- zespół akumulatorów,
- część manipulacyjna robota IRp-60Z.

2. Załączenie, sprawdzenia wstępne:

Przy pomocy przełącznika z kluczem SIEĆ załączyć zasilanie sieciowe. Powinna zaświecić się żółta lampka SIEĆ ponad przełącznikiem. Następnie wcisnąć przycisk GOTOWOŚĆ. Jeśli wszystkie napięcia wewnętrzne są prawidłowe, powinna zaświecić się lampka w tym przycisku i świecić ~~ponim~~ puszczenia go. O prawidłowym wystartowaniu programu sterującego świadczy zapalenie się na okres 1s. lampek: START PROGRAMU, CZYTANIE PK-3, BŁĄD, SYNCHRONIZACJA. Następnie powinien zgłosić się panel programowania.

Po wykonaniu powyższych czynności należy wcisnąć przycisk PRACA - powinna zgasnąć lampka GOTOWOŚĆ, a zaświeci się lampka PRACA. Oznacza ona zasilanie układów napędowych. Miga lampka SYNCHRONIZACJA - oznacza brak synchronizacji.

3. Sprawdzenie pracy ręcznej:

Przy pomocy panelu programowania należy przełączyć układ na pracę ręczną, a funkcję joystick'a na pierwsze trzy osie robota.

Po wciśnięciu jednego z przycisków zezwolenia należy sprawdzić, czy wybrane osie robota są sterowane prawidłowo. Wychylenie joysticka w zależności od wybranego układu współrzędnych powinno powodować ruch 1, 2, 3 osi robota lub określony układem współrzędnych ruch w przestrzeni. Ponownie należy sprawdzić ruch drugiej grupy osi robota. Zwrócić uwagę na działanie przycisku zezwolenia - puszczenie go w trakcie ruchu powinno spowodować zatrzymanie robota.

Następnie należy zsynchronizować robota przez wciśnięcie przycisku SYNCHRONIZACJA. W czasie synchronizacji świeci się lampka w tym przycisku. Gaśnie ona po dojściu do położenia synchronizacji.

4. Sprawdzenie programowania i pracy automatycznej.

Przy pomocy panelu programowania sporządzić program zawierający kilka różnych punktów pozycjonowania oraz kilka "punktów zgrzewania" (z programem 0 - Podręcznik programowania robota IRp-60Z).

Następnie przełączyć robota na automatyczne wykonywanie programu i przyciskiem START uruchomić wykonywanie programu.

Sprawdzić czy program jest poprawnie wykonywany.

W celu sprawdzenia jednostki pamięci kasetowej, zapisać ułożony program na kasecie.

Wyłączyć zasilanie robota przy wyłączonym wyłączniku baterii, następnie ponownie włączyć. Po zsynchronizowaniu robota wczytać program z kasety i sprawdzić, czy jest on wykonywany poprawnie. W celu sprawdzenia działania zasilania bateryjnego, przy włączonym wyłączniku baterii wyłączyć zasilanie robota, następnie ponownie włączyć i po zsynchronizowaniu sprawdzić, czy ułożony program wykonywany jest poprawnie.

W trakcie automatycznego wykonywania programu należy sprawdzić poprawne działanie przycisków STOP i START na panelu programowania i pulpicie operacyjnym. Wciskanie ich powinno powodować odpowiednio zatrzymanie i uruchomienie wykonywania programu pracy.

Następnie należy wcisnąć przycisk STOP AWARYJNY na panelu programowania. Powinno nastąpić zatrzymanie pracy robota, przełączenie układu sterowania w stan gotowości (zgaśnięcie lampki PRACA, a zaświecenie lampki GOTOWOŚĆ) i zaświecenie lampki STOP AWARYJNY. Należy wcisnąć przycisk kasowania STOPU AWARYJNEGO - powinna zgasnąć lampka stopu awaryjnego.

Po sprawdzeniu należy zatrzymać robot przyciskiem STOP na pulpicie operacyjnym, a następnie wcisnąć przycisk STOP AWARYJNY na drzwiach układu sterowania. Powinno nastąpić przełączenie układu w stan stopu awaryjnego identycznego z opisanym powyżej. Następnie należy wyłączyć zasilanie sieciowe przełącznikiem z kluczem.

5. Sprawdzenie pracy z programem testowym.

Do jednostki pamięci kasetowej włożyć kasety z programem testowym T60-Z. Wcisnąć przycisk CZYTAJ KASETĘ na panelu operacyjnym. Powinna zaświecić się lampka w tym przycisku na czas przewijania taśmy i czytania z niej programu. Po odczytaniu programu lampka w przycisku gaśnie. Następnie należy przełączyć układ w stan pracy, zsynchronizować robota i przy pomocy panelu programowania włączyć układ w pracy automatycznej. Sprawdzić czy program wykonywany przez robota jest zgodny z opisem programu testowego.

6. Sprawdzenie pracy przy wielokrotnym włączeniu i wyłączeniu robota.

Uruchomić robota z programem testowym T60-Z. Zatrzymać wykonanie programu na instrukcji CZEKANIE 30 s. Zarejestrować położenie manipulatora. Kontynuować wykonanie programu. Po zakończeniu jednego całego cyklu zatrzymać robota i wyłączyć. Po odczekaniu ok. 2-3 min. ponownie włączyć, zsynchronizować i wczytać program T60-Z. Przy wykonywaniu instrukcji CZEKANIE 30s. porównać pozycję z uprzednio zarejestrowaną. Opisane czynności należy powtórzyć 10 razy. Program powinien być za każdym razem wykonywany w ten sam sposób - rejestrowana pozycja nie może się zmieniać.

ZALĄCZNIK 5.

Aneks do sprawozdania 6094.

Aneks do sprawozdania nr rej. 6094

W związku z nieprawidłowym działaniem funkcji STOP SYSTEMU w momencie wystąpienia przeciążenia mechanicznego dokonano następujących modyfikacji w oprogramowaniu układu sterowniczego robota IRp-60Z:

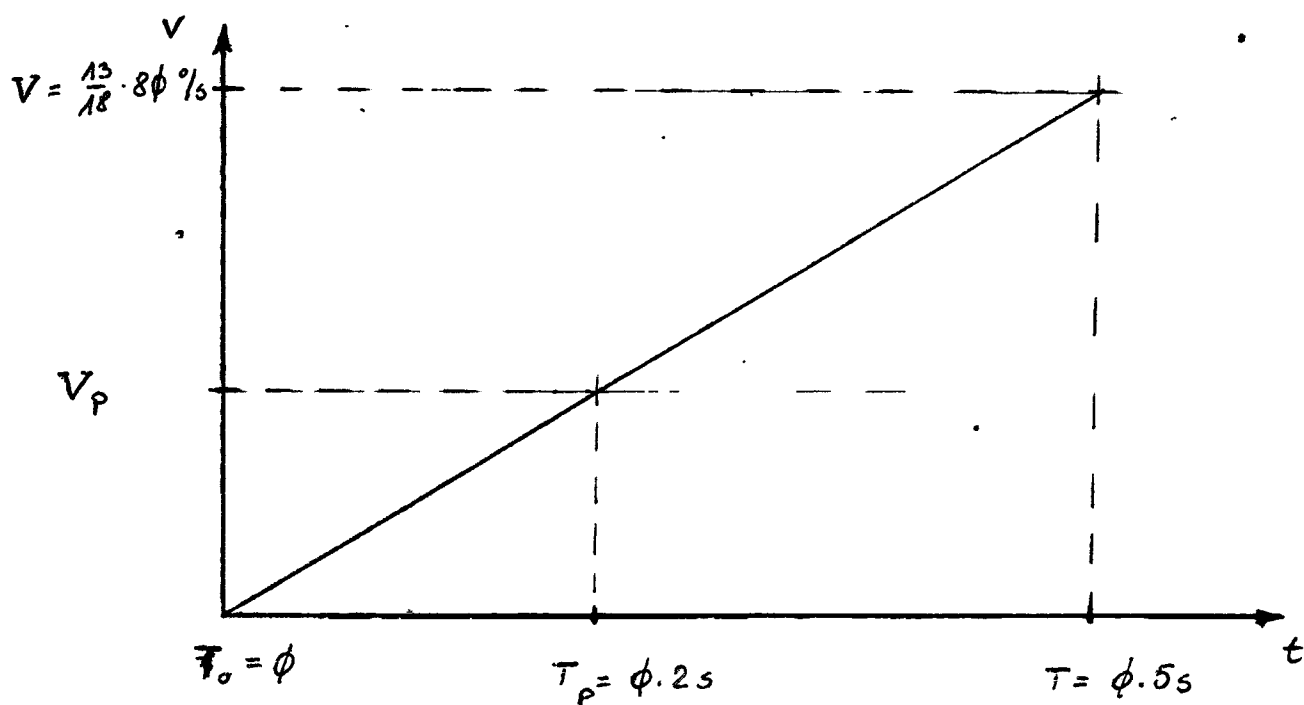
- 1) Wprowadzono wysłania "neutralnego" słowa sterującego ($\emptyset$) do sterowników położenia osi przed wysłaniem rozkazu zatrzymania wszystkich osi - podprogram STOPSYS.C86 .
- 2) Odczyt rzeczywistego położenia poszczególnych osi jest dokonywany dopiero po zatrzymaniu robota - podprogram STOPSYS.C86
- 3) wprowadzono opóźnienie odczytu starszych bitów rejestru stanu osi co ma na celu zwiększenie niezawodności odczytu położenia rezolwera - program sterujący dla sterowników położenia osi MA70.

Zmiany te zapewniły prawidłowe działanie badanej funkcji podczas wykonywania ruchów ze zgrzewaniem (ustalenie w instrukcji PARAMETRY numeru programu PR = 1, 2, 3, 4 lub 5). Dodatkowo wprowadzono badanie sprzęgła przeciążeniowego przy wykonywaniu instrukcji ZGRZEWANIE bez załączania zgrzewarki (PR = $\emptyset$) - tylko na początku ruchu. Jest to jedyny moment gdy może wystąpić faktyczne zagrożenie robota - instrukcja w tej postaci jest używana tylko przy odejściu robota od detalu zgrzewanego oraz gdy wymagane są szybkie przemieszczenia robota z dala od detalu.

Od strony realizacji programowej wygląda to tak, że stan sprzęgła jest badany w czasie wykonywania instrukcji ZGRZEWANIE przez jednostkę centralną tzn. do chwili wysłania ostatniej porcji inkrementów do sterowników położenia osi MA 70 (podprogram ZGRZEW.C86). W rzeczywistości w związku z występowaniem błędu dynamicznego faktyczny ruch robota trwa dłużej. Przebadanie wykrywania przeciążenia mechanicznego w tym przypadku ma charakter poznawczy.

W ramach omawianych prac dokonano również powtórnej analizy i ponownie przebadano działanie funkcji STOP SYSTEMU PRZYGRZEWANIE. Miało to na celu doprowadzenie do zmniejszenia drogi przebytej przez robot od momentu przygrzania szczęk do chwili wykrycia tego faktu przez układ sterowania. Zatrzymanie robota w miejscu przygrzania przy jednoczesnym wymuszaniu przez układ sterowania kolejnego przemieszczenia

proceeds to the increase of position error. This in turn causes a violent increase of the controlling current in the drives (regulator with integral action, which is subject to the feedback of speed and position), and hence also of the moments acting in the individual axes. If the overheating occurs too late, it can lead to damage to the robot or the cooperating devices. At the beginning, an estimate of the path traveled by the end of the robot in the first phase of movement - acceleration. For simplification, only the first degree of freedom φ is taken into account. The linear displacement of the end effector for a given angular displacement of the axis is in this case the largest - the longest radius of rotation. It should be noted here, that according to the assumptions, the time T_p from the start of movement to the moment of overheating is equal to 200 ms - on the basis of available materials of the ASEA company and work on the IRb-60Z robot. The tolerance, i.e. the magnitude of the path, whose travel within T_p is considered sufficient, in order to assume that the robot is not decelerated by external forces, has been determined experimentally as $TOLER = 160$ in. which in the case of axis φ amounts to approx. 1.124° . On the basis of recorded current and speed signals (from the tachogenerator) for axis φ ("Execution of tests of the control system IRp-60" report PIAP no. reg. 5841) it can be assumed that in the acceleration phase (approx. 0.5 s for axis φ) we have a uniformly accelerated movement - fig. 1.



Rys. 1. Faza rozpędzania osi φ .

Prędkość początkowa V_0 jest oczywiście zerowa. Tak więc droga przebyta przez oś wyraża się wzorem

$$S = \frac{1}{2} at^2$$

gdzie przyspieszenie

$$a = \frac{V - V_0}{T} = \frac{V}{T} = \frac{2 \cdot 13 \cdot 80}{18} = \frac{13 \cdot 80}{9} \quad [^\circ/s^2]$$

dla czasu $t = T_p = 0.2s$ otrzymujemy:

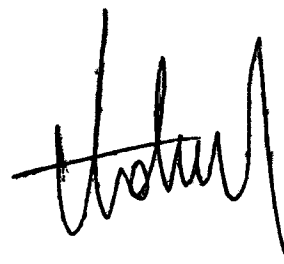
$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{13 \cdot 80}{9} \cdot (0,2)^2$$

$$S_p = \frac{13 \cdot 1.6}{9}$$

$$S_p = 2.311 \quad [^\circ]$$

W mierze łukowej odpowiada to ok. 0,04 rad co przy ramieniu równym 1.89 m (maksymalny wysięg robota) daje 7.56 cm. Uwzględniając dodatkowy osprzęt (wydłużenie ramienia) można przyjąć, że końcówka robocza przemieści się w czasie 0.2 s o ok. 8 - 10 cm. Trudno na drodze rozważań teoretycznych ocenić tę wielkość z punktu widzenia niebezpieczeństwa uszkodzenia robota lub urządzeń współpracujących. Trzeba pamiętać o elastyczności zgrzewadła jak i samego manipulatora. Jest jednak rzeczą oczywistą, że zmniejszenie wartości prawdopodobnego przemieszczenia wpłynie na zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzeń spowodowanych przygrzaniem. Aby to osiągnąć należy zmniejszyć czas, po którym jest badany warunek przygrzania. Przeprowadzono próbę mającą na celu ustalenie minimalnego czasu. To dolne ograniczenie jest związane z opóźnieniem rozpoczęcia ruchu przez oś robota w stosunku do momentu wysłania sterowania. Jest ono różne dla poszczególnych stopni swobody. Zależy też od aktualnego położenia osi (badania przeprowadzono przy obciążeniu robota masą 40 kg). Okazało się, że najwolniejszą jest oś czwarta - t, dla której czas T_p musi być większy niż 64 ms. Uwzględniając konieczny zapas ustalono czas badania warunku przygrzania $T_p = 100$ ms. Przeprowadzając obliczenia drogi analogicznie do wyżej przedstawionych otrzymujemy, że w tym czasie ruch przyspieszony osi φ wywoła przemieszczenie (kończówki roboczej) punktu roboczego o ok. 2-2.5cm

Uzyskano więc wyraźną poprawę. W wyniku kolejnych eksperymentów ustalono krytyczną wartość przemieszczenia osi we współrzędnych wewnętrznych TOLER = 32 inkrementy. Wartości te wprowadzono do programu sterującego robota IRp-60Z (procedura ZGRZEW.C86 - w załączeniu).



ZAŁĄCZNIK 6

Listingi procedur zmodyfikowanych.

```

        /*****
        *
        *      s e n d a b s
        *
        *****/
        /* 87.05.12 */
        /* MASTER */

/*
* Wyslanie bezwzględnego położenia na osie.
*/

/* Flagi wydruków testowych */
#define TEST 0
#define TEST1 0
#define DISPLAY 0

#include "master.h"
#include "sendabs.h"

readonly delta_kol = 2000;
readonly czas_kol = 10;
int kk;

sendabs (axis)

long axis [];
(
    extern alien cli(); /* blokowanie przerwan */
    extern alien delay(); /* opoznienie */
    extern BOOLEAN synchrdr; /* okresla czy robot jest zsynchronizowany */
    extern BOOLEAN supervision;
    extern BOOLEAN speed_ctrl;
    extern INCREMENTS *incp2; /* pointery do makroinkrementow */
    extern int tinterp; /* ilosc taktow zegara i przypadajaca na jeden okres */
    /* makrointerpolacji (na ogol = rate_2) */
    extern int search;
    extern int IL_OSI ; /* Ustawiane w joysticku - ZMIANA */
    extern long position []; /* rejestr aktualnej pozycji wewnętrznej */
    extern readonly long synchrpos []; /* rejestr pozycji synchronizacji */

    extern readonly long armvta, armvat;
    extern readonly long axis_5_revolution, axis_5_half_revolution;
    extern readonly long lower []; /* ograniczenie dolne dla wspolrz. wewn. */
    extern readonly long lower_ambiguity, upper_ambiguity;
    extern readonly long max_axis_5_increment; /* maksymalny przyrost polozenia
    osi v */
    extern readonly long upper []; /* ograniczenie gorne dla wspolrz. wewn. */
    extern readonly long maxinc; /* maksymalna wartosc inkrementu */
    int i;
    long axis_5_increment;
    long increment [6];

    int delta,delta_max,jj1,jj2,jj3,jj4;

    /* Sprawdź sygnał ERRORLIMR */
    if ((inword (2) & 1) == 0) { /* przekroczony maksymalny bład położenia */
        stop (); /* utrata synchronizacji */
        return (SENDABS_ERROR_LIMIT);
    }

    if (!synchrdr) {
        goto send;
    }

    /* Unormuj os 5 (UWAGA: docelowo bedzie to w procedurze przel6 !!!) */

```

```

while (axis [4] < lower [4])
    axis [4] += axis_5_revolution;
while (axis [4] > upper [4])
    axis [4] -= axis_5_revolution;
/* W tym momencie mamy: lower [4] <= axis [4] <= upper [4] */

if (! inrange (axis)) { /* Czy pozycja wyrażona przez axis znajduje się
                        w zakresie roboczym ? */
    return (OUT_OF_RANGE); /* Jeśli nie to wracaj */
}
/* Sprawdź czy axis [4] znajduje się w rejonie niejednoznaczności, i jeśli
   tak to dokonaj wyboru na podstawie aktualnej wartości position */
if (axis [4] < lower_ambiguity
    && position [4] - axis [4] > axis_5_half_revolution)
    axis [4] += axis_5_revolution;
else if (axis [4] > upper_ambiguity
    && axis [4] - position [4] > axis_5_half_revolution)
    axis [4] -= axis_5_revolution;

/* Sprawdź czy przyrost położenia osi 5 nie jest za duży */
axis_5_increment = axis [4] - position [4];
if (axis_5_increment > max_axis_5_increment
    || axis_5_increment < - max_axis_5_increment) {
    return (OUT_OF_RANGE);
}

send:

/* przygotuj struktury do mikrointerpolacji */
incp2->nosteps = tinterp;
for (i = 0; i < IL_OSI; i++) { /* przygotuj quotient, remainder, current */
    increment [i] = axis [i] - position [i];
    incp2->quotient [i] = increment [i] / incp2->nosteps;
    /* sprawdź ograniczenie prędkości */
    if (incp2->quotient [i] < - maxinc
        || incp2->quotient [i] > maxinc) {
        return (VELOCITY_CONSTRAINTS);
    }
    incp2->remainder [i] = increment [i] % incp2->nosteps;
    incp2->current [i] = 0;
    if (incp2->remainder [i] < 0) {
        incp2->remainder [i] += incp2->nosteps;
        incp2->quotient [i]--;
    }
} /* for i */

/* Ustaw adaptacyjność */
incp2->supervision = supervision;
incp2->speed_ctrl = speed_ctrl;
incp2->search = search;
/* Przekaz nowe inkreenty do realizacji */
cli(); /* zablokuj przerwania */
incp2->steps = incp2->nosteps;
enable(); /* odblokuj przerwania */
/* Czekaj, aż counter1 pobierze inkreenty do realizacji (przestawi pointer
   * incp2 na wolną strukturę */
while (!(incp2->steps == 0))
    ;
/* incp2->steps == 0 czyli mamy wolną strukturę na następne wejście do
   * sendabs */

/* warunek kolizji */
cli ();

outword (0,2);
delay (20);

```

```

outword (32,2);
delay (1);
delta_max = 0;
for (i = NAXIS - 1; i >= 0 ; i --)
{
    jj1 = inword(4*i); /* odczyt pozycji ze ster. pol. osi */
    jj2 = synchrpos [i];
    jj3 = jj1 + jj2 ; /* przeliczenie poz. na postac uzyw. w prog. glow. */
    jj4 = position [i] ;
    delta = jj3 - jj4 ; /* roznica pozycji */
    if (delta < 0) delta = - delta; /* bezwzgledna roznica pozycji */
    if (delta > delta_max ) delta_max = delta; /* max. roznica pozycji */
}
enable ();
if (delta_max > delta_kol)
    kk ++;
else
    kk = 0;
if (kk > czas_kol)
{
    stopsys ();
    return (KOLIZJA);
}

for (i = 0; i < IL_OSI; i ++ )
    position [i] = axis [i]; /* uaktualnienie pozycji wewnetrznej */
return (OK);
}

```

```

                /*****
                *
                *      stopsys
                *      21-JAN-88
                *
                *****/
                /* MASTER */

#include "zgrzew.h"
#include "master.h"
int ruch_stop = 0 ; /* ZMIANA !!! */
int j11 [6];

stopsys ()
{
    extern alien userout ();
    extern alien delay ();
    extern alien cli(); /* blokowanie przerwan */

    extern int lamps;
    extern INCREMENTS *incp1,*incp2; /* pointery do makroinkrementow */
    extern long position []; /* rejestr pozycji aktualnej */
    extern long set_position []; /* rejestr pozycji */
    extern long position [];
    extern readonly long synchrpos [];
    int i;

    /* zakaz dalszego ruchu - wyzerowanie liczby krokow do wykonania */
    cli ();
    incp1->steps = 0;
    incp2->steps = 0;

    outword (0,2);
    delay (20);

    /* wyslanie do sterownikow osi rozkazu zatrzymania silnikow */
    outword (0x28,2);
    delay (2);

    /* wlaczenie przekaznikow w sterownikach mocy */
    outword (lamps != 0x400 ,PANEL );

    /* zapalenie wyjścia dla uzytkownika */
    userout (1,15);

    /* zapalenie flagi ruch_stop */
    ruch_stop = 1;

    /* zapalenie lampki BLAD na panelu operacyjnym */
    light (8);

    /* czekanie na zatrzymanie wszystkich osi */
    while (!inpos ());

    /* uaktualnienie rejestru polozenia w sterownikach */
    outword (0,2);
    delay (20);

    /* wyslanie do sterownikow osi rozkazu zakazu zapisu */
    outword (0x20,2);
    delay (2);

    /* zapamietanie aktualnej pozycji */
    for ( i=5; i >=0; i--)
    {
        j11 [i] = inword ( 4*i );
        position [i] = synchrpos [i] + j11 [i];
    }
}

```

```

}

/* zgaszenie bitu stopu w sterownikach pol. osi */
outword (0,2);

enable ();

/* opoznienie na zadzialanie przekaznika w sterownikach mocy */
delay (1000);

/* zgaszenie podtrzymania przekaznika w sterownikach mocy */
/* teraz przekaznik ten mozna wylaczyc przyciskiem KAS.STOP,AW. */
outword (lamps &= (~0x400), PANEL);

}

```

```

=====
;
;
;                               Z E G A R
;
=====
;   Inicjalizacja licznika nr 0 układu timera 8253.
;
;   Z układu timera 8253 do celów transmisji wykorzystywany jest tylko
;   licznik o numerze 0. Wyjście tego licznika podłączone jest do wejścia
;   zegarowego USART-a i taktuje jego pracę.

;   Procedura jest przeznaczona do wywoływania z programów napisanych w MWC86.
;
;
; enable ()
CGROUP      NAME      ZEGAR
            GROUP     CODE
            ASSUME     CS:CGROUP

CODE        SEGMENT PUBLIC 'CODE'
PUBLIC      ZEGAR_
ZEGAR_      PROC      NEAR
            MOV        AL,36H
            OUT         OC9H,AL
            MOV        AL,8
            OUT         OC9H,AL
            MOV        AL,0
            OUT         OC9H,AL
            RET
ZEGAR_      ENDP
CODE        ENDS
            END

```

44

```

      /*****
      *
      *          zgrzewanie
      *
      *****/
      /* 88.01.14 */
      /* MASTER */

/*
* Wykonanie pozycjonowania ze zgrzewaniem.
*/

#include "master.h"
#include "instruct.h"
#include "zgrzew.h"
#include "inscodes.h"

#define ALL_LAMPS      15 /* wszystkie lampki naraz */
readonly long maxi = 624; /* maksymalna wartosc (w inkrementach) przyrostu
                           pozycji w ciagu 64 ms. = 75% predkosci
                           maksymalnej wynikajacej z konstrukcji silnikow */

readonly int toler = 32;
readonly int czas_zal = 4000;
readonly int czas_p = 1000;

zgrzew ()
{
    extern alien userout ();
    extern alien delay(); /* opoznienie */
    extern alien cli(); /* blokowanie przerwan */
    extern BOOLEAN external_position_valid;
    extern BOOLEAN synchrdr; /* okresla czy robot jest zsynchronizowany */
    extern BOOLEAN supervision;
    extern BOOLEAN speed_ctrl;
    extern BOOLEAN stop_interpreter; /* Okresla czy zatrzymac wykonywanie
                                       programu uzytkowego. */

    extern int search;

    extern ZGRZEW_INSTR *instruction; /* adres instrukcji */
    extern INCREMENTS *incp2,*incp1; /* pointery do makroinkrementow */
    extern long position []; /* rejestr pozycji aktualnej */
    extern long set_position []; /* rejestr pozycji */
    extern readonly long synchrpos []; /* pozycja synchronizacji */
    extern int strefa_z[6]; /* strefa zerowa */
    extern int prog_number; /* numer programu zgrzewania */
    extern int IL_OSI;
    long axis [6];
    long increment [6];
    long z,zmax;
    int i,result,czas;

    int j; /* numer osi najszybszej */
    int jj3,jj4,jj5,jj6;

    external_position_valid = NO; /* rejestr pozycji zewnetrznej
                                   stal sie nieaktualny */
/* sprawdzenie sprzegla przeciazeniowego */
    if (inword(PANEL) >> SPRZEGLO & 1 )
    {
        stopsys();
        IL_OSI = 5;
        return(ZGRZEW_4);
    }

/* obliczenie maksymalnego przyrostu polozenia jednej osi */

```

```

    zmax = 0;
    for ( i=0; i<6; i++ )
    {
        /* pozycja zadana */
        axis[i]=instruction->wewpoz[i];
        /* przyrost zadany */
        increment [i] = axis [i] - position [i];
        /* maksymalny przyrost zadany */
        z = (increment [i] > 0)? increment [i] : -increment [i] ;
        if (z > zmax) {
            zmax = z;
            j=i;
        } /* if */
    } /* for i */
    /* Sprawdzenie sygnału ERRORLIMR */
    if ((inword (2) & 1) == 0) { /* przekroczony maksymalny błąd położenia */

        stop (); /* utrata synchronizacji */
        return( ZGRZEW_3);
    }

    IL_OSI = 6;

    /* Czy pozycja wyrażona przez axis znajduje się w zakresie roboczym ? */
    if (! inrange (axis)) {
        IL_OSI = 5;
        return( ZGRZEW_1);
    }

    /* przygotowanie struktury do mikrointerpolacji */
    /* obliczenie liczby okresów (64 ms) w ilu zostanie zrealizowany ruch */
    incp2->nosteps = zmax/maxi + 1;
    /* przygotuj quotient, remainder i currem */
    for (i = 0; i < IL_OSI; i++) {
        incp2->quotient [i] = increment [i] / incp2->nosteps;
        incp2->remainder [i] = increment [i] % incp2->nosteps;
        incp2->currem [i] = 0;

        if (incp2->remainder [i] < 0) {
            incp2->remainder [i] += incp2->nosteps;
            incp2->quotient [i] --;
        } /* if */
    } /* for i */
    /* Ustawienie adaptacyjności */
    incp2->supervision = supervision;
    incp2->speed_ctrl = speed_ctrl;
    incp2->search = search;

    /* Przekazanie nowych inkrementów do realizacji */
    cli(); /* zablokuj przerwania */
    incp2->steps = czas = incp2->nosteps;
    enable(); /* odblokuj przerwania */
    /* Czekaj, aż counter1 pobierze inkreментy do realizacji (przestawi pointer
    * incp2 na wolną strukturę) */
    while (!(incp2->steps == 0))
    {
        /* sprawdzenie sprzęgła przeciążeniowego */
        if (inword(PANEL) >> SPRZEGLO & 1 )
        {
            stopsys();
            IL_OSI = 5;
            return(ZGRZEW_4);
        } /* if */
    } /* while */

    if ( zmax > (3*toler))

```

```

{
/* Badanie warunku przygrzania kleszczy po 100 ms. */

cli ();

outword (0,2);
delay (20);

outword (32,2);
delay (1);
jj4 = inword(4*j); /* odczyt polozenia ze ster. pol. osi */
inword (0); /* odblokowanie ster. pol. osi */
outword (0,2);
delay (20);
enable ();

delay (czas_p);

/* sprawdzenie sprzegla przeciazeniowego */
if (inword(PANEL) >> SPRZEGLO & 1 )
{
    stopsys();
    IL_OSI = 5;
    return(ZGRZEW_4);
}

cli ();

outword (0,2);
delay (20);

outword (32,2);
delay (1);
jj3 = inword(4*j); /* odczyt polozenia ze ster. pol. osi */
inword (0); /* odblokowanie ster. pol. osi */
outword (0,2);
delay (20);
enable ();

jj5 = jj3 - jj4 ; /* roznica pozycji */

jj6 = (jj5 > 0 )? jj5 : -jj5 ;

if (jj6 < toler)
{
    stopsys();
    IL_OSI = 5;
    return (ZGRZEW_2);
}
/* koniec sprawdzania warunku przygrzania */
} /* if ( zmax > (3*toler)) */

/* jesli prog_number = 0 to ruch bez zgrzewania */
if (prog_number != 0 )
{
/* czekanie na dojscie do punktu zgrzewania */
result =0;
while (result == 0)
{
    /* sprawdzenie sprzegla przeciazeniowego */
    if (inword(PANEL) >> SPRZEGLO & 1 )
    {
        stopsys();
        IL_OSI = 5;
        return(ZGRZEW_4);
    }
}
}

```

```

    }
    /* kontrola wejscia w strefe zerowa */
    outword (32,2);
    delay (1);
    result = 1;
    for (i=5; i>=0;i--)
    {
        if (((axis[i] - inword(4*i) - synchrpos[i]) > strefa_z[i])
            || ((inword(4*i) + synchrpos[i] - axis[i]) > strefa_z[i]))
        {
            result=0;
            inword (0); /* odblokowanie ster. pol. osi */
            break;
        } /* if */
    } /* for */
} /* while */

/* wlaczenie zgrzewarki */
userout (1,prog_number);

/* czekanie na potwierdzenie rozwarcia kleszczy
*   parametry funkcji is (a,b,c) :
*   a: int relation 0 - nierownosc
*   1 - rownosc
*   b: larg - lewy argument relacji typu ONE_BIT_OBJECT , tzn.
*   bity 7,6 - typ argumentu : 00 (0) stala
*   01 (1) flaga
*   10 (2) wejscie
*   11 (3) wyjscie
*   bity 5,...,0 - numer we/wy lub flagi , w przypadku
*   stalej jej wartosc.
*   c: rarg - prawy argument relacji analog. jak dla larg
*/

delay (czas_zal);
/* wylaczenie zgrzewarki */
userout (0,prog_number);
while (is(1,KLESZCZE,1))
{
    /* sprawdzenie sprzegla przeciazeniowego */
    if (inword(PANEL) >> SPRZEGLO & 1 )
    {
        stopsys();
        IL_OSI = 5;
        return(ZGRZEW_4);
    }
    if (intrrptd ())
    {
        stop_interpreter = 1;
        break;
    }
} /* while */

} /* if(prog_number) */
else
{
    while (incp1->steps > 1)
    {
        /* sprawdzenie sprzegla przeciazeniowego */
        if (inword(PANEL) >> SPRZEGLO & 1 )
        {
            stopsys();
            IL_OSI = 5;
            return(ZGRZEW_4);
        }
    } /* while */
} /* else (prog_number) */

```

```
/* uaktualnienie pozycji wewnętrznej */  
    for (i = 0; i < IL_OSI; i ++){  
        position [i] = axis [i];  
    }  
    IL_OSI = 5;  
    return (ZGRZEW_OK);  
} /* zgrzew */
```