

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

440 Pracownia Diagnostyki i Badań Robotów. A

Główny wykonawca

Wykonawcy dr inż. St. Budzyński, mgr inż. inż. J. Skrzeczkowski,
M. Nawrot, tech. tech. Z. Leszczyński, E. Król, T. Jagóra,
H. Michniewicz.

Konsultant

Nr zlecenia
9513

Wprowadzenie zmian w prototypach
układów sterowania robotów IRp-6 i
IRp-60 oraz powtórne przeprowadzenie
niektórych badań.

Wykonanie badań układu sterowania
IRp-60 zgodnie z p. 5.5 protokołu
nr 45/86.

Zleceniodawca praca własna

Pracę rozpoczęto dnia 87.04.05
Kierownik Pracowni

zakończono dnia 87.04.24
Kierownik Ośrodka

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

mgr inż. J. Skrzeczkowski

dr inż. St. Budzyński

dr inż. J. Winiński

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 14

Egz. 1 BOINTE

rysunków 2.

Egz. 2 OAE

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel 5

Egz. 4 OAP

tablic

Egz. 5 WP

załączników (3, 4, 6, 7, 8 - BOINTE)

Egz. 6

Nr rejestr. 5841

Nie udostępniać

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE + UKŁAD STEROWANIA IRp-60: BADANIA

Analiza dokumentacyjna

W sprawozdaniu przedstawiono wyniki badań układu sterowania robota IRp-60 zgodnie z p. 5.5 Protokołu 45/86.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Układ bazowy z unifikowanych układów sterowania dla różnych robotów krajowych oraz układy sterowania dla robotów IRp. Badania 2 prototypów układów sterowania IRp-6 i IRp-60 w tym badania standardowe wg projektu normy zakładowej ZN-86/MERA-018. - nr rej. 5738.

338.45:62/69].002.1/2 Roboty przemysłowe
681.326 Sterowanie cyfrowe

UKD

MAP-252/03-6000

Aneks nr 1

do sprawozdania p.t. "Wprowadzenie zmian w prototypach układów sterowania robotów IRp-6 i IRp-60 oraz powtórne przeprowadzenie niektórych badań. Wykonanie badań układu sterowania IRp-60 zgodnie z p.5.5 protokołu nr 45/86"nr rej. 5841.

W celu wyjaśnienia przyczyn nie osiągnięcia prędkości maksymalnej przez osi \mathcal{L} - wartość prędkości była o ok. 12 % niższa od prędkości robota IRb-60, w czasie badania czasów rozruchu i hamowania /patrz w/w sprawozdanie pkt 2.2.2/ wykonano dodatkowe badania.

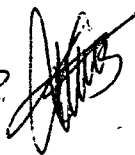
W wyniku przeprowadzonej analizy działania programu sterującego dla osi \mathcal{L} zaprogramowano ruch badanej osi \mathcal{L} dokładnie w zakresie 9984 inkrementów oraz minimalny czas ruchu 0,8 s.

W programie ruchu osi \mathcal{L} zwiększono również zadeklarowaną prędkość maksymalną z 1000 mm/s na 2000 mm/s.

Uzyskano wzrost prędkości ruchu osi \mathcal{L} .

Wartość napięcia prądnicy tachometrycznej dla prędkości maksymalnej ruchu wynosi $\pm 14,5$ V /patrz tabela 1/. W sprawdzeniu porównawczym dla robota IRb-60 z tą samą częścią manipulacyjną uzyskano +15 V i -15,5 V.

Z zarejestrowanego przebiegu napięcia prądnicy /p.załącznik 1/ odczytano czas rozruchu i hamowania. Czasy te są porównywalne z czasami odczytanymi dla robota IRb-60, co stanowi podstawę do uznania wyników badań robota IRp-60 za pozytywne.

NZ 

SPIŚ TREŚCI

	str.
1. Wstęp	1
1.1. Przedmiot badań	1
1.2. Dokumenty stanowiące podstawę badań	2
1.3. Aparatura użyta do badań	2
2. Wyniki badań układu sterowania robota IRp-60	2
2.1. Oględziny	2
2.2. Sprawdzenie serwomechanizmów	3
2.3. Sprawdzenie poziomu emitowanych zakłóceń radio- elektrycznych	5
2.4. Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektroma- gnetyczne	5
2.5. Sprawdzenie stałości parametrów	7
2.6. Sprawdzenie odchylenia od linii prostej oraz błędu zachowania orientacji narzędzia	8
2.7. Sprawdzenie błędu zachowania stałego położenia TCP .	10
2.8. Sprawdzenie stopnia ochrony obudowy	10
2.9. Sprawdzenie rezystancji izolacji pozostałych obwodów szafy	10
2.10. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji pozostałych obwodów szafy sterowniczej	11
2.11. Sprawdzenie odporności na zakłócenia impulsowe od strony wejść i wyjść poprzez kabel rozgałęziacza . .	11
2.12. Sprawdzenie poboru mocy za pomocą licznika energii elektrycznej	11
2.13. Sprawdzenie wytrzymałości robota na zimno -25°C . .	11
3. Wykaz badań i uzyskane wyniki	13
4. Wnioski	14

1. Wstęp

W ramach zlec. 9513 wykonano badania układu sterowania IRp-60 zgodnie z pkt II 5.5 protokołu nr 45/86 CPBR 7.1 cel 52.

Zakres badań obejmował:

- sprawdzenia i pomiary nie wykonane w trakcie pierwszych badań w 1986 r. na skutek uszkodzenia się układu sterowania, spowodowanego zwarcie transformatora sieciowego:
 - sprawdzenie poziomu emitowanych zakłóceń elektromagnetycznych
- sprawdzenia i pomiary, których wynik w pierwszych badaniach był negatywny:
 - 1/ oględziny
 - 2/ spr. serwo mechanizmów
 - 3/ spr. odporności na zakłócenia elektromagnetyczne
 - 4/ spr. stałości parametrów
 - 5/ spr. odchylenia od linii prostej oraz błędu zachowania orientacji narzędzia
 - 6/ spr. błędu zachowania stałego położenia TCP
 - 7/ spr. stopnia ochrony obudowy
- badania dodatkowe, nie przewidziane projektem ZN:
 - 1/ spr. wytrzymałości robota na zimno
 - 2/ spr. rezystancji izolacji pozostałych obwodów szafy
 - 3/ spr. wytrzymałości elektrycznej izolacji pozostałych obwodów szafy sterowniczej
 - 4/ spr. poboru mocy za pomocą licznika energii elektrycznej
 - 5/ spr. odporności na zakłócenia impulsowe od strony we/wy poprzez kabel rozgałęziacza.

1.1. Przedmiot badań

Badaniom poddano prototyp układu sterowania robota IRp-60 po usunięciu skutków pożaru spowodowanego zwarcie jednego z 3-ch transformatorów zasilających oraz po wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych i montażowych w oparciu o doświadczenia zgromadzone podczas badań tego układu w 1986 roku.

2.2. Sprawdzenie serwomechanizmów

Badania serwomechanizmów wykonano zg. z p. 4.2.8 projektu znowelizowanej ZN-86/MERA-018/ dla osi φ , θ , \mathcal{L} , t i V rejestrując przy pomocy rejestratora Galileo przebieg napięcia prądnicy tachometrycznej. Rejestracji dokonano podczas pracy AUTO robota nieobciążonego zaprogramowanego tak, aby badana oś robotą wykonywała powtarzalne ruchy w kierunku dodatnim i ujemnym w całym zakresie ruchu z prędkością maksymalną.

Na podstawie wykresów /p. zał. 2/1+5/ określono wartości czasów rozruchu i hamowania, przeregulowania prędkości oraz wartości amplitudy oscylacji sygnału prędkościowego.

2.2.1. Sprawdzenie wartości maksymalnych prędkości robota

Wartości maksymalnych prędkości robota wyznaczono dla osi φ , θ , \mathcal{L} , t i V robota nieobciążonego metodą bezpośrednią, zg. z p. 4.2.8.1 projektu znowelizowanej ZN. Wyniki sprawdzenia zamieszczono w tabeli 1.

Prędkość określona przez pomiar czasu przemieszczenia się przed fotodiodą odbijającą światło odcinka pomiarowego o znanej długości l stanowiącej $1/10$ zakresu ruchu. Fotodiody usytuowana była przed środkiem zakresu ruchu badanego ramienia w odległości $1/2$ długości odcinka pomiarowego l . Prędkość maksymalną ruchu nastawiano programując minimalny czas ruchu /co $0,1$ s/, przy którym program jeszcze startował.

Wobec znacznej różnicy prędkości dla osi \mathcal{L} wykonano sprawdzenie porównawcze z układem sterowania IRb-60. Zmierzona prędkość wynosiła $1,07$ m/s przy poziomie napięć z prądnicy tachometrycznej $+15,5$ V, -15 V /patrz zał. 1.1/. Po wykonanym strojeniu sterownika osi \mathcal{L} w układzie IRp-60 uzyskano wzrost prędkości z $0,7$ m/s do $0,85$ m/s przy poziomie napięcia z prądnicy $+14,5$ V /patrz zał. 1.2, 1.3/.

Dla osi θ i \mathcal{L} wykonano również pomiar prędkości maksymalnej w ruchu prostoliniowym /złożonym z ruchu osi θ i \mathcal{L} / i otrzymano odpowiednio $0,6$ m/s i $1,04$ m/s.

W związku z nieliniowym przebiegiem prędkości ruchu osi \mathcal{L} za miarę prędkości maksymalnej tej osi przyjęto maksymalny poziom napięcia prądnicy tachometrycznej /odczytany z rejestratora/. Biorąc pod uwagę, że w robocie IRp-60 nastawianie prędkości ruchu osi robota odbywa się przez ustalenie czasu ruchu, który może być nastawiany z dokładnością do $0,1$ s należy liczyć się z uzyskaniem maksymalnej prędkości ruchu robota IRp-60 o 10% mniejszej, niż w badaniach porównawczych z

układem sterowania IRb-60. Uzyskane wyniki badań porównawczych układu sterowania IRb-60 mieszczą się w podanej wyżej tolerancji i można uznać je za pozytywne.

2.2.2. Sprawdzenie czasów rozruchu i hamowania

Wartości czasów rozruchu i hamowania określono zg. z p.4.2.8.3 projektu znowelizowanej ZN-86/MERA-018 dla wszystkich stopni swobody robota dla prędkości maksymalnej.

Wyniki pomiarów podano w tabeli nr 2, a przebiegi napięć prądnic tachometrycznych stanowią załączniki nr 2.

Z przebiegów napięć wyznaczono czasy rozruchu i hamowania.

Dla osi φ , \mathcal{L} otrzymano czasy odbiegające od wymagań w ZN.

Dla osi φ czas rozruchu w kierunku dodatnim jest mniejszy od wymagań ZN o ok. 15 %.

Dla osi φ w sprawdzeniu porównawczym układu sterowania IRb-60 uzyskano czas rozruchu zgodny z ZN /patrz zał. nr 7/.

Z analizy przebiegów napięć prądnic tachometrycznej oraz badań porównawczych układu sterowania robota IRb-60 wynika, że przyczyną zbyt krótkiego czasu rozruchu w kierunku dodatnim osi φ jest prawdopodobnie nieprawidłowa nastawa wartości parametrów sterowników osi φ . Ostateczną ocenę można będzie otrzymać po przeprowadzeniu dodatkowych badań z prawidłowo zestrojonym sterownikiem.

Przyczyną otrzymania dla osi \mathcal{L} krótszych czasów rozruchu i hamowania /od wartości wymaganych ZN/ jest uzyskanie niższej wartości prędkości maksymalnej od wartości zaprogramowanej o ok. 17 % w porównaniu z prędkościami uzyskanymi w czasie badań przeprowadzonych w p. 2.2.1. Potwierdzają to badania porównawcze układu sterowania IRb-60 /patrz zał. nr 7/. Dla układu sterowania IRb-60 uzyskane czasy rozruchu i hamowania są dłuższe o 30 % od czasów dla układu sterowania IRp-60. Dla wyjaśnienia przyczyny nie osiągnięcia prędkości maksymalnej osi \mathcal{L} w czasie badań czasów rozruchu i hamowania konieczne jest przeprowadzenie dodatkowych badań.

Dla osi θ , V_{it} uzyskane wyniki badań są pozytywne.

2.2.3. Sprawdzenie maksymalnego przeregulowania prędkości serwomechanizmów

Maksymalne przeregulowanie określano z przebiegu napięcia prądnic tachometrycznej dla każdego stopnia swobody robota. Przeregulowanie wy-

stąpiło w ośi L w granicach dopuszczalnych zg. z p. 2.2.15.2 NZ-86/MERA-018/.

Dla pozostałych stopni swobody nie stwierdzono przeregulowania prędkości serwowymechanizmów.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.3. Sprawdzenie poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych

Sprawdzenie wykonała Państwowa Inspekcja Radiowa zg. z p. 4.2.12 ZN. Wynik przedstawiło w zał. nr 3 do sprawozdania.

Na podstawie protokołu nr 43 PIR z badań zakłóceń radioelektrycznych emitowanych przez prototyp robota IRp-60 stwierdza się przekroczenie dopuszczalnego poziomu napięcia zakłóceń przy częstotliwości tylko 150 kHz, natomiast nie stwierdza się przekroczeń wartości natężenia pola zakłóceń w całym badanym zakresie częstotliwości.

Przyczyną przekroczenia wartości napięcia zakłóceń jest najprawdopodobniej generowanie zakłóceń przez układy napędowe robota /przekroczenie występowało jedynie podczas ruchu robota/.

Dla sprawdzenia tej hipotezy — przeprowadzono badania porównawcze robota IRb-60, który posiada identyczne układy napędowe jak IRp-60. Wyniki w załączniku nr 8.

2.4. Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektromagnetyczne

Badania przeprowadzono po wprowadzeniu zaleceń zaproponowanych po badaniach pełnych z listopada 86 r. oraz po usunięciu niezgodności w montażu szafy robota zauważonych w trakcie pierwszej serii badań w marcu.

Badania przeprowadzono przy odłączonej baterii zasilania rezerwowego i przyłączonym testerze do we/wy obiektowych szafy sterowniczej. Robot zasilono z sieci 3-fazowej przez sieć sztuczną. Nadmiar kabla sieciowego ułożono w płaską pętlę. W czasie badań robot wykonywał program testowy zalecany przez ZN. Czas trwania jednego cyklu programu wynosił ok. 58 s.

Poprawność działania robota stwierdzono zgodnie z ZN na podstawie kontroli położenia części manipulacyjnej robota /narzędzia/ w punkcie pozycjonowania PP oraz obserwacji ruchów części manipulacyjnej. Badania przeprowadzono metodami zgodnymi z PN-86/E-06600.

2.4.1. Sprawdzenie odporności na zakłócenia impulsowe od strony sieci zasilającej

Sprawdzenie wykonano dla impulsów nanosekundowych 5/50 ns metodą SN10.

Poziom zakłóceń 5/50 ns /faza/ / +/- polaryzacja impulsu/ ±2 kV /R,S,T,0/	Działanie robota poprawne
---	----------------------------------

Wymagany poziom odporności wg p. 2.3.7 ZN dla wykonania W2 wynosi 2 kV 5/50 ns /SN10/

Wynik sprawdzenia pozytywny.

Dla zakłóceń 1,2 /50 us, 0,5 J dysponowano symulatorem o napięciu wyjściowym 1,1 kV, przy którym podczas poprzednich badań robot pracował poprawnie. Badań nie powtarzano.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.4.2. Sprawdzenie odporności na zakłócenia impulsowe od strony wejść i wyjść

Sprawdzenie wykonano dla impulsów nanosekundowych 5/50 ns metodą SE10 przy zakłócaniu kabla do testera przyłączonego do we/wy obiektowych szafy sterowniczej.

Poziom zakłóceń 5/50 ns 0,5 kV 1 kV	Działanie robota poprawne poprawne, ale niekontrolowane zmiany stanów wyjść testera
---	---

Wymagany poziom odporności wg p. 2.3.7 ZN dla wykonania W2 wynosi 1 kV 5/50 ns SE10.

Wynik sprawdzenia pozytywny /patrz zał. nr 4 p.3 i 4/.

2.4.3. Sprawdzenie odporności na wyładowania elektryczności statycznej

Sprawdzenie wykonano metodą SE80 przy inicjacji wyładowań bezpośrednich na szafę sterowniczą oraz na panel programowania. Przewód uziemiaczy symulatora przyłączono do zacisku ochronnego szafy sterowniczej.

Poziom zakłóceń 2 kV	Działanie robota poprawne
-------------------------	----------------------------------

Wymagany poziom odporności wg p. 2.3.7.3 wynosi 2 kV.

Wynik próby pozytywny.

2.4.5. Uwagi i wnioski dotyczące badań KEM układu sterowania robota IRp-60 - zamieszczono w załączniku nr 4 n/sprawozdania.

2.5. Sprawdzenie stałości parametrów

Sprawdzenie stałości parametrów wykonano zg. z p. 4.2.17 projektu znowelizowanej ZN-86/MERA-018/.

Podczas próby stałości parametrów robot pracował z programem T-60-1 i wykonał 19539 pełnych cykli o czasie trwania jednego cyklu 28 s. Na łączny czas próby ok. 152 h robot zatrzymał się 3 razy z następujących powodów:

- po 60,5 h - awaria bloku zasilacza MZ21R i pakietu MZ70 /zły styk na złączu/
- po 76,5 h - wysunięcie się układu scalonego z podstawki
- po 105 h - wymieniono potencjometr w sterowniku osi \emptyset

Po zakończeniu próby wykonano pomiary:

- napięcie tachogeneratorów - wyniki podano w tabeli nr 3
- prądów silników - wyniki podano w tabeli nr 3

Stwierdzono podwyższoną wartość napięcia prądnicy osi \emptyset dla kierunków ruchu w całym zakresie prędkości. Dla wyjaśnienia przyczyny zwiększonej wartości napięcia o 6,8 % dla prądnicy osi \emptyset należy zbadać jej charakterystykę. W sprawdzeniu porównawczym układu IRb-60 otrzymano wartość napięcia zgodną z wymaganiami ZN, jednak bardzo bliską /6,5 V/ górnej wartości dopuszczalnej / 6,55 V/.

Prawdopodobną przyczyną różnicy między wartościami napięć prądnicy osi θ /7 V dla robota IRp-60 i 6,5 V dla wzorcowego robota IRb-60/ jest niezgodne z tolerancją wykonanie prądnicy tachometrycznej i różnica w nastawach prędkości w układach sterowania IRb-60 i IRp-60 /różnica nastaw równa ok. 8 % mieści się w tolerancji dla układu sterowania/. Nie można jednak wykluczyć błędu w nastawie prędkości osi przez układ sterowania IRp-60. Dla ostatecznego wyjaśnienia tej sprawy należy przeprowadzić dodatkowe badania /w pierwszym rzędzie zdjęć charakterystykę prądnicy tachometrycznej/.

Prąd silnika osi \mathcal{L} przy ruchu w kierunku ujemnym przekracza wartości dopuszczalne ZN. Również przekroczenie wartości prądów silnika osi przy ruchu w kierunku ujemnym robota IRb-60 dowodzi, że przyczyną tego zjawiska są zwiększone opory tarcia w części manipulacyjnej /patrz zał. nr 7 tabelą 2/. Podczas trwania próby zaobserwowano nadmierne grzanie się silnika oraz drgania ramienia \mathcal{L} . Sprawdzenie kontrolne części manipulacyjnej wykonane przez pracowników pionu produkcyjnego nie przyczyniło się do ustalenia przyczyny złej pracy napędu tej osi.

Wymieniono sterownik mocy MAK-1 na nowy równoważny MAK-1A, w wyniku czego uzyskano poprawną pracę osi \mathcal{L} /bez drgań oraz przegrzewania się silnika/.

Przyczyną zatrzymywania się robota w czasie próby długotrwałej były uszkodzenia elementów elektronicznych oraz awaria zasilacza pochodzącego z kooperacji.

2.6. Sprawdzenie odchylenia od linii prostej oraz błędu zachowania orientacji narzędzia

2.6.1. Sprawdzenie odchylenia od linii prostej w ruchu prostoliniowym

Sprawdzenie odchylenia od linii prostej w ruchu prostoliniowym wykonano przy użyciu specjalnie zaprojektowanej i precyzyjnie wykonanej głowicy pomiarowej wyposażonej w dwa czujniki indukcyjne /rys. 1/. Głowica pomiarowa była osadzona w przyźmie specjalnej głowicy mocującej. Przy skalibrowanej osi \mathcal{V} przyzma ustalała dokładnie pionowe położenie osi jednego z czujników co pozwoliło na wpisanie do programu dokładnej definicji narzędzia pomiarowego. Do sprawdzenia jako wzorca liniowości użyto liniału /ławy/ o długości 1,6 m produkcji Zakładu Narzędzi Pomiarowych w Rawie Mazowieckiej. W ruchu prostoliniowym czujniki zajmowały kierunki prostopadłe do głównej i bocznej powierzchni ławy pomiarowej.

Czujniki podłączone do miernika wielkości mechanicznych skąd napięciowe sygnały wyjściowe proporcjonalne do przemieszczenia końcówek pomiarowych podane były na rejestrator XY f-my YOKOGAWA. Robot był zaprogramowany tak, że punkt TCP głowicy pomiarowej wykonywał ruch prostoliniowy wzdłuż powierzchni liniału wzorcowego między dwoma zapamiętanymi punktami X_1 i X_2 . Sprawdzenie odchylenia wykonano dla ruchu prostoliniowego poziomego i po przekątnej sześcianu zgodnie z instrukcją sprawdzania nowych funkcji. Odchylenia od linii prostej w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach dla różnych prędkości ruchu ilustrują przebiegi zamieszczone w załączniku 5.

Odchylenie w ruchu prostoliniowym wyraża się zależnością:

$$S = A_v \cdot k_c \cdot h$$

gdzie: S - odchylenie /mm/

A_v - stała rejestracja /czułość/ $[\frac{V}{cm}]$

k_c - stała czujnika $[\frac{cm}{V}]$

h - amplituda odczytana z przebiegu /mm/

Uzyskane wyniki badań odchylenia w ruchu prostoliniowym w funkcji prędkości ruchu robota przedstawione są w załączniku nr 5.

2.6.2. Sprawdzenie błędu zachowania orientacji narzędzia

Sprawdzenie błędu zachowania orientacji narzędzia w ruchu prostoliniowym wykonano zgodnie z instrukcją sprawdzania nowych funkcji przy pomocy metalowej tarczy pomiarowej o średnicy 100 mm osadzonej w przyłomie głowicy mocującej i poruszającej się wzdłuż 6 strun rozpiętych między prowadnicami ustawionymi na końcach liniału /wzorca liniowości 1,6 m/. Tarcza pomiarowa i prowadnice zostały wykonane w tolerancji $\pm 0,05$ mm. Przy skalibrowanej części manipulacyjnej zaprogramowano ruch prostoliniowy tej tarczy w przestrzeni ograniczonej przez dwie równoległe płaszczyzny wyznaczone przez pary strun oddalonych od tarczy o 1 mm. Dwie dolne środkowe struny wyznaczały tolerancję odchylenia narzędzia w kierunku równoległym do płaszczyzny tarczy. W probie sprawdzono łącznie odchylenie od linii prostej w ruchu prostoliniowym oraz błąd zachowania orientacji narzędzia. Sprawdzenie wykonano dla ruchu prostoliniowego poziomego i po przekątnej sześcianu. Uzyskane wyniki badań zestawiono w tabeli nr 4.

2.7. Sprawdzenie błędu zachowania stałego położenia TCP

Sprawdzenie błędu wykonano zg. z p.3 Instrukcji sprawdzania nowych funkcji robotów IRp /projekt/. Pomiaru wykonano przy użyciu głowicy z 3 czujnikami i kuli precyzyjnie osadzonej na trzpieniu dla 6 różnych położań osi trzpienia /narzędzia/ w zakresie ruchu 120° . Przy skali-browanej części manipulacyjnej wykonano sprawdzenie błędu zachowania stałego położenia TCP przy zmianie orientacji w płaszczyźnie pionowej ukośnej. Wyniki pomiarów zamieszczono w tabeli 5.

Na rys.2 przedstawiono ilustrację zmian położenia punktu TCP w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach. Uzyskane wyniki wskazują na wyraźną poprawę, to jest zmniejszenie błędu zachowania stałego położenia TCP w stosunku do wyników uzyskanych w poprzednich badaniach.

Podczas sprawdzenia stwierdzono, że w trakcie zmiany orientacji osi narzędzia występuje znaczny wzrost błędu zachowania położenia TCP, co jest spowodowane błędami dynamicznymi.

2.8. Sprawdzenie stopnia ochrony

W wyniku dokładnych oględzin stwierdzono, że w szafie układu sterowania IRp-60 występują te same wady w wykonaniu rygli zamków co w szafie badanego układu IRp-6. Do wnętrza badanego układu IRp-6 woda przedostawała się szczelinami w osłonie otworów pionowych rygli zamków przednich i tylnych drzwi. Dodatkowo w szafie układu IRp-60 stwierdzono odklejenie się miejscami uszczelek drzwi. Proponuje się dokonanie oceny stopnia ochrony szafy układu sterowania IRp-6, dla której w poprzednich badaniach uzyskano wynik negatywny, o identycznej konstrukcji jak szafa układu IRp-60.

2.9. Sprawdzenie rezystancji izolacji pozostałych obwodów szafy sterowniczej

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 4.2.3.1.b "Zmiany i uzupełnienia do projektu Norm Zakładowych ZN-86/MERA-018" po przygotowaniu szafy sterowniczej w następujący sposób:

- odłączono kabel robota i kabel rozgałęziacza we/wy od szafy sterowniczej
- do złącz Q1.02.X1-X5 dołączono zwory
- do Złącza Q1.A2.X1 dołączono zworę zwierającą wszystkie styki złącza za wyjątkiem styku 24 i 25
- odłączono przewody uziemiające od zacisków uziomowych G1, G2 szafy i zacisku \downarrow w zespole bezpieczników i styczników.

Następnie zmierzono rezystancję izolacji próbnikiem izolacji o napięciu 500 V łącząc jedną z końcówek próbника ze śrubą uziomową szafy a drugą kolejno do zwor.

Stwierdzono, że rezystancja izolacji jest większa od 50 M .

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.10. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji pozostałych obwodów szafy sterowniczej

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 4.2.4.1.b "Zmiany i uzupełnienia do projektu Norm Zakładowych ZN-86/MERA-018" po przygotowaniu szafy sterowniczej jak w p. 2.9 n/sprawozdania. Próbę przeprowadzono napięciem probierczym 500 V łącząc jedną z końcówek transformatora probierczego ze śrubą uziomową szafy, a drugą kolejno ze zworami.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.11. Sprawdzenie odporności na zakłócenia impulsowe od strony wejść i wyjść poprzez kabel rozgałęziacza

Opis wykonania sprawdzenia zawiera p. 2.4.2 n/sprawozdania. Sprawdzenie wykonano przy użyciu klamry pojemnościowej /patrz "Uwagi i wnioski dotyczące badań KEM" - zał. 4/. ~~str. 7~~

2.12. Sprawdzenie poboru mocy za pomocą licznika energii elektrycznej

Sprawdzenie poboru mocy za pomocą licznika energii elektrycznej zg. z p.4 Zmiany i uzupełnienia do projektu ZN wykonano w ramach badań uzupełniających zlec. RP52.2, a wynik był zamieszczony w załączniku nr 8 do sprawozdania nr rej. 5738.

Pobór mocy wynosił 6,6 kW.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.13. Sprawdzenie wytrzymałości robota na zimno

Sprawdzenie wytrzymałości robota na zimno wykonano zg. z p.5 "Zmiany i uzupełnienia

Po próbie wytrzymałości i regeneracji dokonano oględzin, następnie dokonano sprawdzenia rezystancji izolacji oraz sprawdzenia działania robota kompletnego.

Podczas oględzin stwierdzono, po otwarciu szafy, że nastąpiła kondensacja pary wodnej na elementach o dużych gabarytach /dużej pojemności cieplnej/ jak: transformatory sieciowe, dławiki. Aby wyeliminować w/w zjawisko należy w ZN ściśle określić - wydłużyć - czas regeneracji po tej próbie, biorąc pod uwagę fakt, że sprawdzenie wytrzymałości na zimno IRp-60 wykonywane było po raz pierwszy.

Sprawdzenie rezystancji izolacji po próbie wytrzymałości na zimno
Sprawdzenie rezystancji izolacji pozostałych obwodów sieciowych wykonano zg. z p. 4.2.3.1.b "Zmiany i uzupełnienia". Rezystancja izolacji została zmierzona próbnikiem izolacji o napięciu 500 V po przygotowaniu szafy jak w p. 2.9 n/sprawozdania.

Stwierdzono, że rezystancja izolacji większa jest od 50 M .

Wynik sprawdzenia pozytywny.

Wynik sprawdzenia wytrzymałości na zimno - pozytywny.

3. Wykaz badań i uzyskane wyniki

Lp.	Nazwa badania	Wynik
1	Oględziny	+
2	Spr. serwomechanizmów	- 1/
3	Spr. poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych	+ 2/
4	Spr. odporności na zakłócenia elektromagnetyczne	+
5	Spr. stałości parametrów	+
6	Spr. odchylenia od linii prostej oraz błędu zachowania orientacji narzędzia	+ 3/
7	Spr. błędu zachowania stałego położenia TCP	+ 3/
8	Spr. stopnia ochrony obudowy	x 4/
9	Spr. rezystancji izolacji pozostałych obwodów szafy	+
10	Spr. wytrzymałości elektrycznej izolacji pozostałych obwodów szafy sterowniczej	+
11	Spr. odporności na zakłócenia impulsowe od strony wejść i wyjść poprzez kabel rozgałęziacza	+
12	Spr. poboru mocy za pomocą licznika energii elektr.	+
13	Spr. wytrzymałości robota na zimno	+

+ wynik pozytywny

- wynik negatywny

1/ ocena badań ujemna z powodu nie osiągnięcia przez oś L prędkości maksymalnej, której wartość jest o ok. 12 % niższa od prędkości robota IRb-60.

2/ wynik oceny badania pozytywny dla układu sterowania
Przyczyną przekroczenia poziomu napięć zakłóceń radioelektrycznych są układy napędowe /p.3 załącznik 8 do n/sprawozdania/

3/ wynik pozytywny - patrz wniosek 2

4/ próba będzie wykonana dla szafy układu sterowania IRp-6.

4. Wnioski

1. Uzyskane wyniki badań układu sterowania robotów IRp-60 stanowią podstawę do stwierdzenia, że układy te spełniają wymagania projektu znowelizowanej normy zakładowej, oprócz wymagania dotyczącego wartości prędkości maksymalnej dla osi \mathcal{L} , której pomierzona wartość jest o ok. 12 % mniejsza od wartości uzyskanej dla robota IRb-60.

Dla wyjaśnienia i wyeliminowania przyczyny tej nieprawidłowości należy dokonać sprawdzenia poprawności działania programu sterującego dla osi \mathcal{L} .

2. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość realizacji przez robot nowych funkcji:

- zachowania stałego położenia punktu TCP,
- ruchu prostoliniowego ze stałą orientacją narzędzia.

Wymagania na powyższe funkcje w zakresie operacji technologicznych robota będą mogły być wprowadzone do ZN po przeprowadzeniu badań na kilku egzemplarzach robotów IRp.

3. Ujawnione podczas badań usterki układu sterowania oraz stosunkowo duża jego awaryjność były spowodowane niską jakością użytych elementów i zespołów oraz błędami montażu, wynikającymi z przestarzałych technologii stosowanych w MERA PIAP w zakresie elektroniki oraz braku wyposażenia dla kontroli wejściowej materiałów i komponentów.

Dla tego w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości i niezawodności na etapie produkcji układów sterowania robotów IRp-60 należy:

- stosować do budowy układów sterowania elementy i zespoły najwyższej jakości
- prowadzić selekcję elementów handlowych w oparciu o kontrolę wejściową dostaw
- w procesie produkcji stosować kontrolę międzyoperacyjną i końcową przy użyciu odpowiednich urządzeń testujących.

4. Opracowana w Instytucie dokumentacja układu sterowania robotów IRp-60 nadaje się do uruchomienia produkcji w przedsiębiorstwie przemysłowym.

Tabela 1 Maksymalne prędkości ruchu

L.p	człon (oś)	wymagania wg ZN	V_{max} IR6-60 (z napędami IEL)	V_{max} IRp-60 (z napędami IEL)
1	ϕ obrot	90%	79.1%	80%
2	$\Theta^{1)}$ poziomy ruch ramienia	$1 \frac{m}{s}$	$0.98 \frac{m}{s}$	$0.84 \frac{m}{s}$
3	$d^{2)}$ pionowy ruch ramienia	$1.3 \frac{m}{s}$	$0.96 \frac{m}{s}$	$0.85 \frac{m}{s}$
4	t pochYLENIE przegubu	90%	89%	81%
5	v skręcenie przegubu	150%	152%	138%

1), 2) prędkości nieliniowe (nie występuje prędkość ustalona)
mierzone po chwili w środku zakresu ruchu

Sprawdzenie porównawcze

Robot IRb-60

Tabl. 1

Os	Prędkość $V=100\%$							
	zmierzone		wg. 2N		zmierzone		wg 2N.	
	tp+ [s]	tp- [s]	tp+ [s]	tp- [s]	th+ [s]	th- [s]	th+ [s]	th- [s]
φ	0,44	0,50	0,41 ÷ 0,66	0,41 ÷ 0,66	0,64	0,63	0,44 ÷ 0,71	0,44 ÷ 0,71
\mathcal{L}	0,26	0,25	0,38 ÷ 0,61	0,24 ÷ 0,39	0,46	0,45	0,38 ÷ 0,61	0,38 ÷ 0,61

06

Oś	tp [s]		th [s]	
	tp wym.	tp zmierz.	th wym.	th zmierz.
φ	+	+	+	+
	0,41 0,66	0,35 ^x	0,44 0,71	0,57
	-	-	-	-
	0,41 0,66	0,45	0,44 0,71	0,62
$Q^{1)}$	+	+	+	+
	0,34 0,55	0,45	0,34 0,56	0,46
	-	-	-	-
	0,22 0,36	0,30	0,38 0,62	0,50
$d^{2)}$	+	+	+	+
	0,38 0,61	0,20 ^x	0,38 0,61	0,31 ^x
	-	-	-	-
	0,24 0,39	0,19 ^x	0,38 0,61	0,31 ^x
t	+	+	+	+
	0,24 0,39	0,37	0,37 0,60	0,54
	-	-	-	-
	0,24 0,39	0,37	0,37 0,60	0,54
V	+	+	+	+
	0,23 0,38	0,33	0,37 0,60	0,52
	-	-	-	-
	0,23 0,38	0,35	0,37 0,60	0,52

1), 2) nie występuje maksymalna prędkość ustalona
 czasu określono przyjmując maksymalną amplitudę
 napięcia prędkości

Tabela 2

Sprawdzenie czasów rozruchu i hamowania osi ψ i d

Oś	Czasy zmierzone			
	t_{p+} [s]	t_{h+} [s]	t_{p-} [s]	t_{h-} [s]
ψ	0,43	0,59	0,45	0,59
d	0,22	0,37	0,22	0,21
Oś	Czasy wymagane ZN			
	t_{p+} [s]	t_{h+} [s]	t_{p-} [s]	t_{h-} [s]
ψ	$0,41 \div 0,66$	$0,44 \div 0,71$	$0,41 \div 0,66$	$0,44 \div 0,71$
d	$0,38 \div 0,61$	$0,38 \div 0,61$	$0,21 \div 0,34$	$0,38 \div 0,61$

Tabl. 3.

Sprawdzenie po próbie statyczności parametrów IRp-60

Os	Prędkość $V=31\%$		Prędkość $V=5\%$				Prędkość $V=50\%$				Uwagi:
	U tachoprądnicy		I silnika [A]				I silnika [A]				
	[V]		zmierzone		wg. ZN		zmierzone		wg. ZN		
	zmierzone	wg. ZN	+J	-J	+J	-J	+J	-J	+J	-J	
φ	+ 6,2 - 5,7	4,95 -6,55	3,5	4,0	6,5	5,5	4,5	5,0	8,5	7,5	
θ /25° /50°	(+7,0) -7,0	4,95 -6,55	2,5	7,0	4,0	13,0	—	—	—	—	Prąd mierzony jest tylko przy 5% V_{max} , przy kącie odchylenia od pionu 25° i 50°
\mathcal{L}	+ 5,8 - 5,8	4,95 -6,55	10,5	(3,5)	12,0	1,0	12,0	(5,5)	15,0	5,0	Prąd mierzony jest przy poziomym ustaleniu ramienia i przeciwwadze 120kg.
t	+ 6,5 - 5,8	4,95 -6,55	1,8	2,3	6,0	6,0	4,8	5,3	8,0	8,0	
v	+ 5,9 - 5,9	4,95 -6,55	1,8	2,3	6,0	6,0	4,0	5,0	8,0	8,0	

Prędkość [mm/s]	Kierunek ruchu	Odległość od punktu początkowego przy której występuje I sygnalizacja zwarcia narzędzia ze strunami						Uwagi:
		A	B	C	D	E	F	
2	d → g	-	-	-	-	-	-	Przekątna szescianu.
	g → d	-	-	-	-	-	-	
10	d → g	-	-	-	-	-	-	
	g → d	-	-	-	-	-	-	
25	d → g	+	-	-	-	-	-	
	g → d	-	+	-	+	+	+	
50	d → g	+	+	-	-	+	-	
	g → d	-	+	+	+	+	+	
75	d → g	+	+	-	-	+	-	
	g → d	-	+	+	+	+	+	
100	d → g	+	+	-	-	+	-	
	g → d	-	+	+	+	+	+	
2	p → k	-	-	-	-	-	-	Ruch poziomy ZH
	k → p	-	-	-	-	-	-	
10	p → k	-	-	-	-	-	-	
	k → p	-	-	-	-	-	-	
25	p → k	+	+	-	-	-	-	
	k → p	-	-	-	-	+	-	
50	p → k	+	+	-	-	-	+	
	k → p	-	-	+	+	+	+	
75	p → k	+	+	-	-	-	+	
	k → p	-	-	+	+	+	+	
100	p → k	+	+	-	-	-	+	
	k → p	-	-	+	+	+	+	

Sprawdzenie błędu zachowania stałego położenia TCP - IRp-60 - pionowo ukośnie

Tabl. 5

Nr instr	Pomiar 1			Pomiar 2			Pomiar 3			Pomiar 4			Pomiar 5		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
60	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,14	0,00	0,00	0,15	-0,01	-0,01	0,15	-0,02	0,00	0,15	0,00
80	-0,03	-0,50	-0,79	-0,03	-0,50	-0,80	-0,10	-0,50	-0,79	-0,10	-0,49	-0,80	-0,10	-0,50	-0,80
100	0,25	-0,24	-1,53	+0,25	-0,25	-1,50	0,23	-0,25	-1,52	0,17	-0,24	-1,52	0,16	-0,24	-1,52
120	0,12	-0,08	-1,86	0,12	-0,05	-1,92	0,12	-0,05	-1,92	0,12	-0,05	-1,92	0,12	-0,05	-1,92
140	-0,50	-0,31	-0,07	-0,51	-0,31	-0,09	-0,56	-0,29	0,01	-0,54	-0,30	0,04	-0,54	-0,30	0,04
160	-1,24	-0,40	+1,72	-1,25	-0,42	+1,75	-1,23	-0,41	1,82	-1,19	-0,41	1,84	-1,20	-0,40	1,84
	Pomiar 6			Pomiar 7			Pomiar 8			Pomiar 9			Pomiar 10		
60	-0,01	0,15	0,00	-0,03	0,16	0,01	-0,02	0,16	0,00	0,00	0,17	0,02	-0,01	0,17	0,02
80	-0,10	-0,49	-0,80	-0,10	-0,49	-0,80	-0,10	-0,48	-0,80	-0,10	-0,48	-0,80	-0,10	-0,47	-0,80
100	0,17	-0,22	-1,52	0,17	-0,21	-1,53	0,17	-0,21	-1,51	0,21	-0,20	-1,64	0,22	-0,21	-1,65
120	0,05	-0,05	-1,92	0,05	-0,03	-1,95	0,06	-0,01	-1,95	0,05	-0,01	-1,97	0,06	0,00	-1,98
140	-0,54	-0,29	0,05	-0,56	-0,28	0,16	-0,57	-0,28	0,16	-0,55	-0,28	0,19	-0,55	-0,26	0,18
160	-1,22	-0,41	1,95	-1,26	-0,39	1,94	-1,21	-0,39	1,98	-1,29	-0,39	2,08	-1,25	-0,39	2,08

Tabela 1

Sprawdzimy ^{charakterystyki} prądnicy tachometrycznej osi Q

Vobr [obr/min]	U ↑ [V]	Upp ↑ [mV]	ΔW ↑ [%]	U ↓ [V]	Upp ↓ [mV]	ΔW ↓ [%]
200	1,43	30	1,04	1,39	34	1,22
400	2,86	52	0,91	2,79	56	1,00
600	4,31	75	0,87	4,17	80	0,96
800	5,75	95	0,83	5,56	110	0,99
1000	7,16	135	0,94	6,96	130	0,93
1200	8,61	170	0,99	8,33	160	0,96
1400	10,07	200	0,99	9,73	190	0,98
1600	11,51	200	0,87	11,12	210	0,94
1800	12,97	220	0,85	12,51	220	0,88
2000	14,42	240	0,83	14,13	260	0,92
2200	15,87	260	0,82	15,56	280	0,90
2400	17,34	290	0,84	17,01	315	0,92
2600	18,80	340	0,90	18,58	360	0,97
2800	20,30	380	0,93	20,20	440	1,09
3000	21,70	400	0,92	21,70	480	1,10
3200	23,10	500	1,08			

Uwaga:

↑ - oznacza pomiar przy zmianie Vobr od 0 do max
 ↓ - -||- -||- -||- -||- -||- -||- od max do 0

Sprawdzenie porównawcze

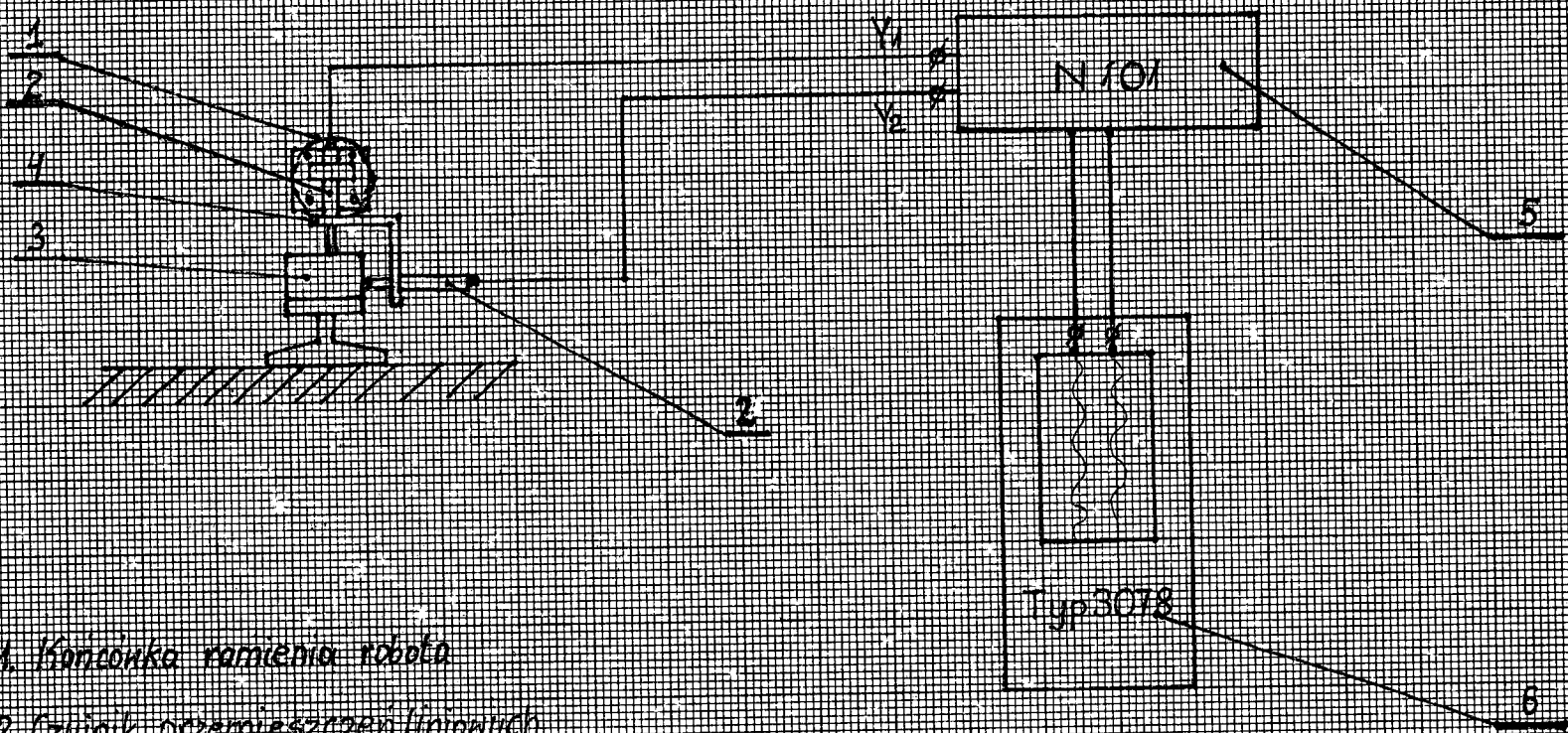
Robot IRb-60

Tabl. 2 ?

0s	Prędkość V=31%		Prędkość V=5%				Prędkość V=50%				Uwagi	
	U tachoprądnicy		I silnika				I silnika					
	[V]		zmierzone		wg. Z.N		zmierzone		wg. Z.N			
	zmierzone	wg. Z.N	J+	J-	J+	J-	J+	J-	J+	J-		
25° 0 50°	+ - 6,5	4,95 ÷ 6,55	—	—	4,0	13,0	—	—	—	—	Prąd mierzony jest tylko przy 5% Vmax, przy kącie odchylenia od pionu 25° i 50°	
ℓ	+ - 5,5	4,95 ÷ 6,55	12,0	3,2	12,0	1,0	12,0	6,0	15,0	5,0		Prąd mierzony jest przy poziomym ustawieniu ramienia i przeciwwadze 120 kg.

10.5 3.5

170



- 1. Kończanka ramienia robota
- 2. Czujnik przemieszczeń liniowych
- 3. Liniak pomiarowy
- 4. Głowica do zamocowania czujnika
- 5. Miernik wielkości mechanicznych
- 6. Rejestратор X-Y

Stano*wisko do pomiaru prostokątności*

Rys. 1

Załącznik 3b

Protokół nr 43b / 1 / 87

PAŃSTWOWA INSPEKCJA RADIOWA

OKRĘGOWY INSPEKTORAT

w Warszawie

Pomiar natężenia pola zakłóceń radioelektrycznych

Nazwa urządzenia Robot przemysłowy

typ IRp-60

nr fabr. prototyp

rok. prod.

Producent Mera-Piap

Właściciel Mera-Piap

Przyrządy pomiarowe:

1 Miernik zakłóceń typ ULMZ-4 nr fabr. 747

2 typ nr fabr.

3 typ nr fabr.

4 typ nr fabr.

Zasilanie

Częstotliwość pracy

Miejsce pomiaru pomieszczenie producenta

Metoda pomiarowa wg PN 78 / T 04502

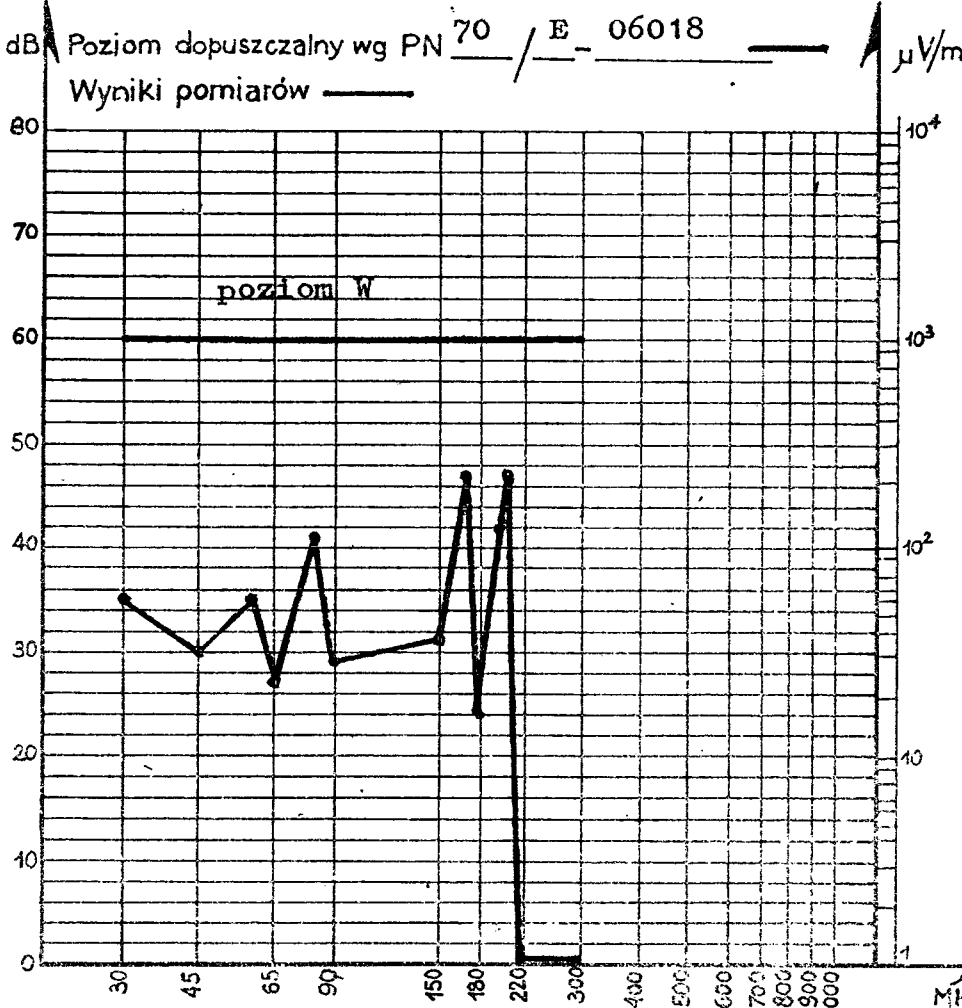
Moc urządzenia

WNIOSKI:

Przebadany egzemplarz nie spełnia wymagań normy PN-70/E-06018.

/patrz protokół nr 43a/1/87/

UWAGI:



Pomiary wykonali:

1 M. Karmański

2 Z. Szelięga

3

4

Zatwierdzenie OKRĘGOWY INSPEKTOR

mgr inż. Teodor Smiałkowski
Data 07.05.79

25

Załącznik 3a

PROTOKÓŁ Nr 43 a 1 87

PAŃSTWOWA INSPEKCJA RADIOWA

OKRĘGOWY INSPEKTORAT

w Warszawie

napięcia
Pomiar zakłóceń radioelektrycznych

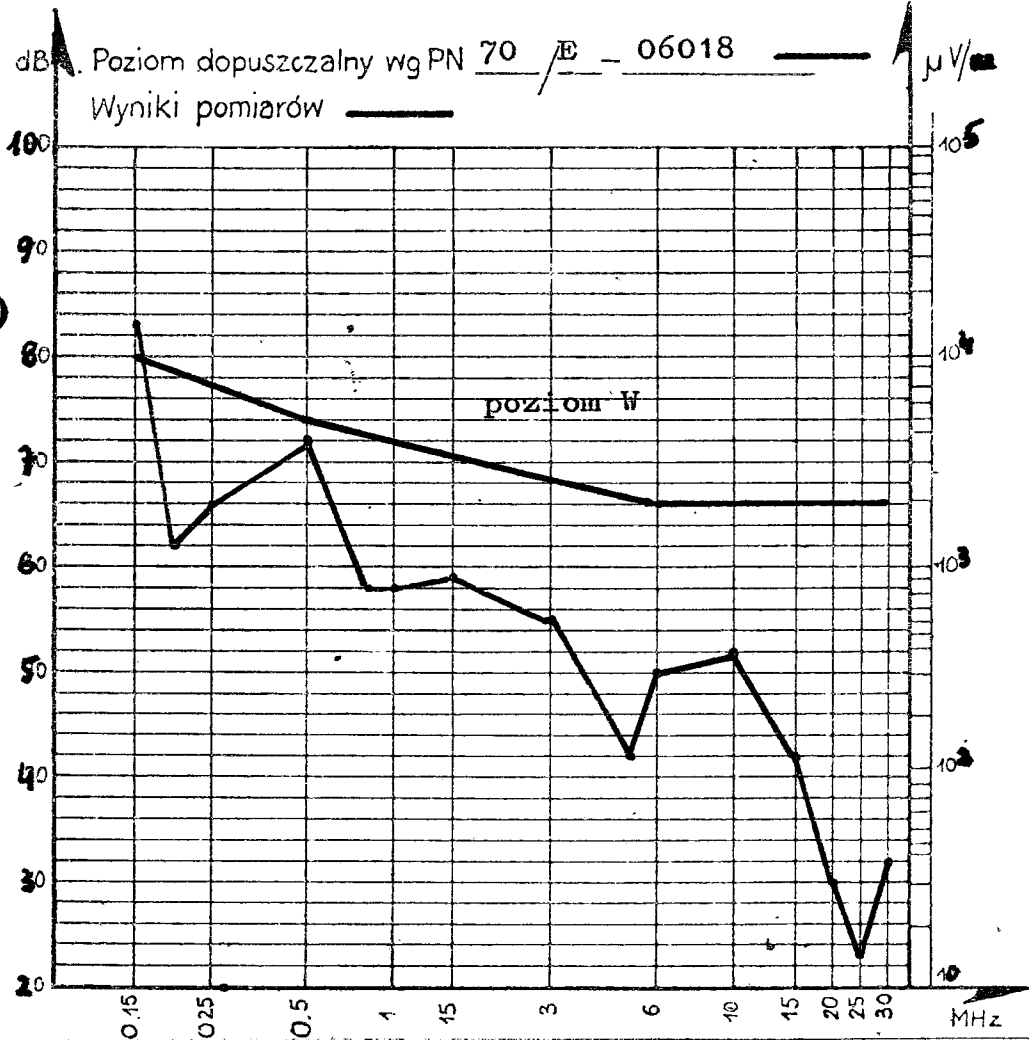
Nazwa urządzenia Robot przemysłowy
typ IRP-60 nr fabr. prototyp rok prod.
Producent Mera-Piap
Właściciel Mera-Piap

Przyrządy pomiarowe:
1 Miernik zakłóceń typ LMZ-4 nr fabr. 1108
2 Sieć sztuczna typ SMZ-6 nr fabr. 1114
3 typ nr fabr.
4 typ nr fabr.
Miejsce pomiaru pomieszczenie producenta
Metoda pomiarowa wg PN 78 / T - 04502

Zasilanie
Częstotliwość pracy
Moc urządzenia

WNIOSKI: Przebadany egzemplarz nie spełnia wymagań normy PN-70/E-06018.

szczegóły na odwrocie!



UWAGI:

Pomiary wykonali:
1 M. Karmański
2 Z. Szeliga
3
4
mgr inż. Teodor Smiałkowski
Data 87.01.19

Uwagi i wnioski dotyczące badań KEM układu sterowania robota IRp-60

1. W badaniach zakłócalności elektromagnetycznej obwodów we/wy używano w dalszym ciągu ~~łtak~~ jak przy pierwszych badaniach/ jako urządzenia sprzęgającego klamry pojemnościowej. Wynikało to z braku zalecanego przez ZN rozgałęziacza obw. we/wy. Użycie rozgałęziacza wg ZN nie powinno pogorszyć odporności po wprowadzeniu kondensatora odsprzęgającego na złączu we/wy /p.2./
2. Po pierwszej serii badań wykonanych w marcu przekazano konstruktorom uwagi o niezgodnościach w montażu szafy robota. Niezgodności zostały usunięte. Następnie w ramach badań KEM dokonano odsprężenia napięcia obiektowego 24 V na złączu wyjściowym SzR, co podniosło poziom odporności tych obwodów z poniżej 500 V do więcej niż 1000 V. Użyto kondensatora ceramicznego o poj. 47 nF.
3. Badane urządzenie spełnia wymagania na poziom odporności wykonania W2 /wg PN-86/E-05600/ od strony obwodu sieciowego oraz od strony obwodów interfejsowych we/wy przy wprowadzeniu kondensatora odsprzęgającego 47 nF w obwód zasilania 24 V, przyłączanego na złączu we/wy.

W trakcie badania układu sterowania IRp-60 wystąpiły następujące usterki:

1. Podczas realizacji próby stałości parametrów, po ok. 60 h uszkodzeniu uległ blok zasilacza MZ21R - blok zasilacza został wymieniony na nowy
 2. Wymiana płyty MZ-70 - zasilacza rezolwerów
 3. Przyczyną kolejnej złej pracy układu sterowania było wysuwanie się układów scalonych z podstawek oraz poluzowanie - wysunięcie płyt z przewodnic i złączy - płyty nie były zamocowane wkrętami. Objawem złej pracy był ciągle wyświetlany błąd nr 29 i 30, którego nie można było skasować. Po dociśnięciu płyt lub układów scalonych układ sterowania pracował prawidłowo.
 4. Naprawa sterownika mocy MAK-1 osi φ - wymieniono potencjometr
 5. Usunięto zwarcia w obwodzie PK-01
 6. Naprawa 2 szt. kabli wstążkowych - wysunięcie złącza
- Wyżej wymienione usterki wystąpiły podczas sprawdzania stałości parametrów.
7. Podczas wykonywania dalszych sprawdzeń robot zmieniał pozycję poprzednio zaprogramowaną. Przyczyną złej pracy była przerwa w kablu łączącym uzwojenia wyjściowe rezolwera osi α ze złączem ZR1X14 /w części manipulacyjnej/ - zaszła konieczność wymiany kabla
 8. Wystąpiła zła praca joysticka - po zdemontowaniu stwierdzono rozgięcie krzyżaka i spowodowany tym obrót drążka z krzyżaku
 9. Wymiana MAK-1A i dławika osi t w układzie sterowników mocy
 10. Uszkodzeniu uległy: potencjometr $C\Pi$ -5-14 10 k , transoptor CNMP-63, układy scalone UCY 7851 i K155A18.

Sprawdzenie porównawcze układu sterowania IRb-60

Z przeprowadzonych sprawdzeń porównawczych układu sterowania IRb-60 wynika , że:

- dla osi φ uzyskano czas rozruchu zgodny z wymaganiami ZN oraz podobną do układu sterowania IRp-60 niesymetrię czasów w kierunku dodatnim i ujemnym
- dla osi ω zmierzona wartość napięcia prądnicy jest zgodna z wymaganiami projektu znowelizowanej ZN. Czas rozruchu w kierunku dodatnim dla V_{max} jest za krótki. Ponownie stwierdzone przekroczone wartości prądu silnika dla 5 % i 50 % prędkości maksymalnej w kierunku ujemnym.



PROTOKÓŁ Nr 102 / 1 / 87

PAŃSTWOWA INSPEKCJA RADIOWA w Warszawie

napięcia
Pomiar zakłóceń radioelektrycznych

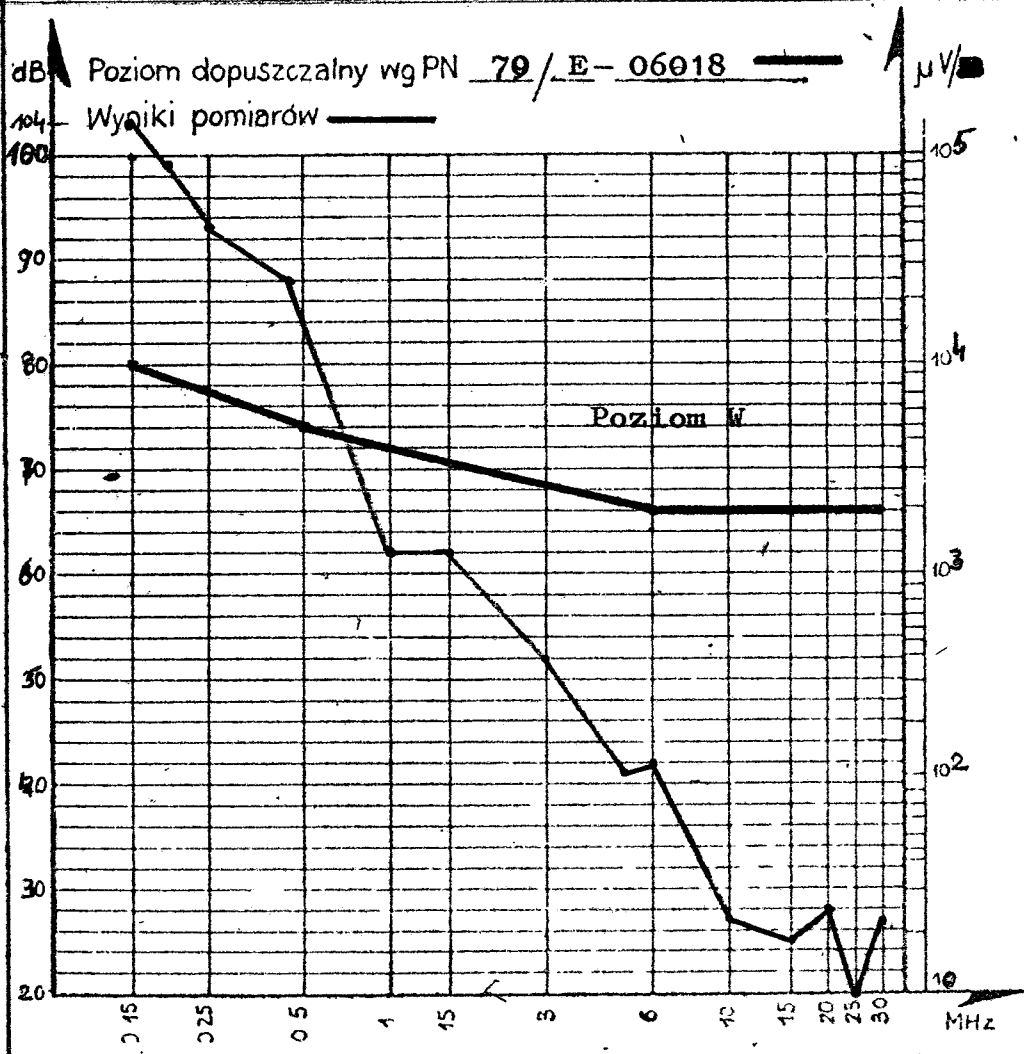
Nazwa urządzenia Robot przemysłowy
typ IRb-60 nr fabr. b.n. rok. prod. 1987
Producent MERA-PIAP
Właściciel J.w.

Przyrządy pomiarowe:
1 Miernik zakłóceń typ LMZ-4 nr fabr. 1108
2 Sieć sztuczna typ SMZ-6 nr fabr. 1114
3 typ nr fabr.
4 typ nr fabr.

Zasilanie 3x220 V
Częstotliwość pracy
Moc urządzenia

Miejsce pomiaru Pomieszczenie producenta
Metoda pomiarowa wg PN 78/T - 04502

WNIOSKI: Przebadany egzemplarz nie spełnia wymagań normy PN-70/E-06018.



UWAGI:

Pomiary wykonali:
1 Z. Szeliga
2
3
4

Zatwierdzam
OKRĘGOWY INSPEKTOR
mgr inż. Andrzej Szalkowski

Sprawdzenia dodatkowe układów sterowania IRp-60, IRb-60

1. Sprawdzenie charakterystyki prądnicy tachometrycznej osi \ominus

Badanie prądnicy tachometrycznej osi \ominus przeprowadzono w celu wyjaśnienia przyczyny zawyżonej wartości napięcia tej prądnicy, podczas sprawdzenia po próbie stałości parametrów robota IRp-60.

Sprawdzenie charakterystyki prądnicy tachometrycznej wykonano po uprzednim wymontowaniu zespołu napędowego osi \ominus z robota IRp-60 i podłączeniu do zasilacza o regulowanej wartości napięcia wyjściowego. Mierząc prędkość obrotową zespołu napędowego za pomocą multitachometru, sprawdzono wartość napięcia stałego indukowanego w prądnicie w zależności od prędkości obrotowej $U = f/V_{obr}$. Sprawdzono również pulsację napięcia indukowanego w prądnicie

$$\Delta W[\%] = \frac{U_{pp}}{2U} \cdot 100\%$$

Wyniki pomiarów zawiera tabela nr 1 zał. 8.

Według danych Instytutu Elektrotechniki dotyczących prądnicy tachometrycznej PAT062-07R stała napięciowa tej prądnicy $K_E = 6V/1000 \frac{obr}{min}$ $\pm 10\%$, a pulsacja napięcia $\Delta W = 1\%$.

Na podstawie wyników pomiarów stwierdza się, że stała napięciowa badanej prądnicy wynosi $7,2 V / 1000 \frac{obr}{min}$ i przekracza o $+10\%$ zakładaną przez producenta tolerancję. Pulsacja napięcia indukowanego w prądnicie nie przekracza 1% w zakresie od 400 do 2600 obr/min. Uzyskane wyniki badań potwierdziły słuszność przypuszczenia /p.2.5 n/sprawozdania/, że przyczyną przekroczenia wartości napięcia prądnicy tachometrycznej w osi \ominus jest zła jej charakterystyka.

2. Sprawdzenie czasów rozruchu i hamowania osi Φ i α

Badania przeprowadzono w celu wyjaśnienia przyczyn zbyt krótkiego czasu rozruchu w kierunku dodatnim osi Φ oraz krótszych czasów rozruchu i hamowania od wartości wymaganych ZN dla osi α , uzyskanych podczas sprawdzenia serwomechanizmów wykonanego w ramach badań układu sterowania robota IRp-60.

Powtórne sprawdzenie czasów rozruchu i hamowania wykonano po regulacji sterowników mocy osi Φ i α przez konstruktorów z OAE.

Wyniki pomiarów podano w tabeli nr 2 zał. nr 8, a przebiegi napięć

prędnic tachometrycznych stanowią załączniki nr 8/1, 8/2. Na podstawie wyników pomiarów stwierdza się, że czas rozruchu t_p w kierunku dodatnim osi ϕ zwiększył się o 80 ms i spełnia wymagania ZN, natomiast czasy rozruchu i hamowania osi α w dalszym ciągu są zbyt krótkie i nie spełniają wymagań ZN. Przyczyną zbyt krótkich czasów rozruchu i hamowania dla osi α jest nieosiągnięcie przez tę oś wymaganej wartości prędkości maksymalnej. Pomierzona wartość prędkości maksymalnej /p.2.2.1 n/sprawozdania/ jest o ok. 12 % mniejszą od wartości prędkości maksymalnej robota IRb-60. Z uwagi na to, że poprzez regulację sterownika mocy osi α nie udało się uzyskać wyższej prędkości proponuje się sprawdzenie poprawności działania programu sterującego tej osi.

3. Sprawdzenie porównawcze poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych

Badania porównawcze przeprowadzone z układem sterowania robota IRb-60 i tą samą częścią manipulacyjną wskazują, że powodem przekroczenia poziomu napięć zakłóceń radioelektrycznych są układy napędowe /układy napędowe tj. silniki + sterowniki mocy są w obu robotach IRp-60 i IRb-60 identyczne/. Po wyłączeniu zasilania układów napędowych poziom zakłóceń dla robota IRb-60 spadł do ok. 60 dB. Zalecenia obniżenia poziomu zakłóceń zostały przekazane do konstruktora i producenta układów napędowych robotów IRb-60 i IRp-60, tj. do Instytutu Elektrotechniki.

