

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Grupa Problemowa w/s Kompatybilności Elektromagnetycznej

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż.inż. Cz.Godzisz, G.Świtalski,
tech.tech. K.Tekieli, R.Zado.

Konsultant mgr inż.inż. W.Puchalski, M.Maruszak (IMP)

Nr zlecenia

5718

Badania odporności na zakłócenia
elektromagnetyczne robota RIMP-901Ex.

Zleceniodawca Instytut Mechaniki Precyzyjnej Warszawa

Pracę rozpoczęto dnia 31.11.88
Kierownik Gr.Probl.

mgr inż. Cz.Godzisz

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

dr inż. J.Winiński

zakończono dnia 15.12.88
Kierownik OBN

dr inż. St.Budzyński

Praca zawiera:

stron 17

rysunków 3

fotografii -

tabel -

tablic -

załączników -

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 IMP

Egz. 3 OBN

Egz. 4 IMP

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6183

Nie udostępniać bez zgody zleceniodawcy.

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE: KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA + BADANIA + RIMP-901.

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera wyniki powtórnych badań odporności robota malarskiego RIMP-901Ex na zakłócenia elektromagnetyczne. Zakres badań obejmował sprawdzenie odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe i dużej energii, sygnały sinusoidalne o częstotliwości sieci, krótkotrwałe zaniki napięcia sieci, wyładowania elektryczności statycznej ESD. Badania przeprowadzono metodami symulacji wg FN-86/E-06600. Sformułowano wnioski i zalecenia dotyczące wniesienia zmian konstrukcyjnych w celu osiągnięcia wymaganych poziomów odporności.

Tytuły poprzednich sprawozdań

- [1] Badania odporności na zakłócenia elektromagnetyczne jednego robota RIMP-901. - sprawozdanie WERA PIAP nr rej. 6067 /88r.

UKD

2 x, 5, 3 / 0, 1
631, 1, 1, 3, 2, 3
PIAP-252/83-6000

kompacty

m. l.

SPIS TRESCI

1. Wstęp
2. Warunki pracy robota w czasie badań
3. Urządzenia pomiarowe i układy
4. Wprowadzone zmiany w czasie badań
5. Wyniki pomiarów zakłócalności
6. Dodatkowe obserwacje
7. Stwierdzenia i wnioski

SPIS RYSUNKOW

- Rys.1 Usytuowanie urządzeń robota na stanowisku badawczym
- Rys.2 Plan wykonanych pomiarów
- Rys.3 Układy pomiarowe

1. Wstęp

Celem badań było sprawdzenie poziomu odporności robota malarskiego typ RIMP-901Ex (prod. IMP Warszawa) na zakłócenia elektromagnetyczne.

W związku z negatywnymi wynikami badań robota przeprowadzonymi w czerwcu br. powtórne badania przeprowadzono na egzemplarzu robota poprawionym przez konstruktorów i wyposażonym w komplet urządzeń umożliwiających pełne sprawdzenie funkcji użytkowych robota.

Badania zostały przeprowadzone zg. z PN-86/E-06600 w zakresie uzasadnionym w sprawozdaniu z poprzednich badań [1].

Wykonany zakres badań odpowiada zakresowi badań wykonywanych dla robota IRp (MERA PIAP).

W wyniku wprowadzonych zmian przed badaniami, jak i w trakcie badań, uzyskano poprawę odporności robota.

Na podstawie oceny wyników powtórnie przeprowadzonych sprawdzeń sformułowano warunkowe orzeczenie o pozytywnym wyniku badań.

2. Warunki pracy robota w czasie badań

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym w Laboratorium Badawczym Robotów LIP. Przygotowany do badań zestaw robota był usytuowany jak na szkicu sytuacyjnym pokazanym na rys.2.

Badany zestaw zawierał następujące urządzenia:

- urządzenie sterujące (szafa) typ RIMP-901Ex nr 06/88
- manipulator typ RIMP-901 nr 04/87
- zasilacz hydrauliczny typ RIMP-901 nr 1206/86
- urządzenie załączania zasilania UZZ rozmieszczone w dwóch skrzyniach (jedna zawierała styczniki i transformator 390/220 V, druga - układy elektroniczne).
- przystawkę do uczenia (bez oznaczenia) przyłączoną do gniazda 9x6
- pulpity pomocniczy (bez oznacz.) przyłączony do gniazda 9x9 (kabel typ YTLYekr 24x0,35 o długości ok. 10 m)
- cztery przełączniki typu ISOSFAT symulujące czujniki rozpoznania przedmiotu, przyłączone do gniazda 9x5 (kabel 4xSLIYp 2x0,5 o długości ok. 3 m)
- przycisk przyłączony do gniazda 9x4 kablem XMYp 2x0,5 o długości 3 m, symulujący czujnik startu

- obwód rozdzielacza pneumatycznego zasymulowany żarówką 24 V 5 W przyłączony do listwy zaciskowej (kabel SMYp 2x0,5 o długości 3 m)

Zasilanie zestawu robota przez urządzenie UZZ było wykonane kablem oponowym czterożyłowym o długości ok. 6 m zakończonym wtyczką siłową (plastykową). Zasilanie silnika zasilacza hydraulicznego wykonano kablem oponowym o długości ok. 8 m. Urządzenie sterujące (szafę) zasilano z UZZ kablem trzyżyłowym o długości ok. 2,5 m. Obwód sterujący z urządzenia sterującego do UZZ wykonano kablem SMY 2x0,75 o długości ok. 2,5 m. Zaciski ochronne manipulatora i szafy US połączono przewodem ochronnym LY6 o długości ok. 3,5 m. Zacisk ochronny szafy połączono przewodem ochronnym z zerem systemu energetycznego.

Ze względu na awarię systemu zasilania pneumatycznego w Laboratorium Zleceniodawca odłączył obwody kontrolne z szafy do UZZ i wykonał odpowiednie połączenia w UZZ umożliwiające załączenie zestawu robota. Z tego powodu rozdzielacz pneumatyczny do pistoletu był zasymulowany żarówką.

Przy wszystkich pomiarach zakłócalności robota wykorzystano układ sieci sztucznej SMZ6 (INCO adaptowanej zg. z Pn-06/4-06600 zał.1) włączonej w obwód zasilania. Usytuowanie sieci oraz trasy kabli pokazano na rys.2.

Kontrolę odwzorowanej programowo trajektorii i pozycji manipulatora dokonywano na podstawie obserwacji rucnów manipulatora względem linki rozciąganej między stojakami z oznaczonymi punktami pozycjonowania.

Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych, bez kontroli temperatury i wilgotności.

Zleceniodawca przygotował cztery programy testowe zapisane na kasecie pamięci kasetowej.

Badania zakłócalności wykonano dla dwóch programów testowych wybieranych układem steracji rozpoznania przedmiotów.

W uzgodnieniu z przedstawicielami zleceniodawcy wybrano programy 1 i 2 różniące się czasami realizacji jak i trajektoriami rucnów łatwymi do rozpoznania przez obserwatora. Czas realizacji 1 programu testowego wynosił ok. 75 s, a 2 programu ok. 35 s.

Procedura badań:

- po włączeniu US wprowadzano programy testowe do pamięci
- uruchamiano realizację wybranego programu przyciskiem start
- obserwowano realizację zaprogramowanej trajektorii dla obu programów testowych
- włączano zakłócenia o zadanych parametrach w badanym obwodzie robota
- wybierano program testowy przełącznikami rozpoznania przedmiotu
- uruchamiano realizację programu przyciskiem start
- obserwowano pojawiające się objawy zakłócenia na elementach sygnalizacyjnej klawiatury, pulpitu głównego i pomocniczego, realizacji zaprogramowanej trajektorii i włączeń oraz wyłączeń rozdzielacza pistoletu
- czas zakłócania (narażania zakłóceniami) oraz obserwacji obejmował dwukrotną realizację sekwencji programów testowych programu 1, a następnie programu 2.
- po realizacji wymaganej liczby programów testowych wyłączano zakłócenia i przeprowadzano obserwacje poprawności działania w warunkach bez zakłóceń
- po zmianie parametrów zakłóceń powtarzano czynności od włączenia zakłóceń do wyłączenia zakłóceń.

Przyjęte kryterium zakłócalności robota:

przy zadanych parametrach zakłóceń w realizacji sekwencji testów 1-2-1-2 nie występują objawy:

- a) zmian, zaprogramowanej trajektorii rucnów i drgań manipulatora, błąd pozycjonowania nie przekracza ± 40 mm
- b) zakłócenia sterowania rozdzielacza pneumatycznego w zadanych programowo momentach
- c) zakłócenia w realizacji funkcji rozpoznania przedmiotu i wyboru właściwego programu testowego (przyjmowania sygnałów z przełączników symulujących czujniki rozpoznania i z przycisku startu)
- d) zatrzymania realizacji programu
- e) zakłócenia informacji na lampkach i wyświetlaczu klawiatury, lampkach pulpitu głównego i pomocniczego
- f) uszkodzeń, utrudniających lub uniemożliwiających uruchomienie robota.

W trakcie badań w uzgodnieniu z przedstawicielami Zleceniodawcy kryterium a) ograniczono do obserwacji zgodności wykonania poszczególnych kroków programu i rejestracji jedynie przypadków występowania wyraźnych drgań manipulatora. Weryfikacja kryterium nastąpiła w wyniku stwierdzenia niesprawności manipulatora oraz wzrostu temperatury oleju.

3. Urządzenia pomiarowe i układy

Badania zakłócalności wykonano następującymi urządzeniami pomiarowymi:

- sieć sztuczna typ SMZ6 (INCO), adaptowana, zg. z PN-86/E-06600 zał.1
- symulator zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/50 ns typ NSG-225 + NSG-200 f-ny SCIAFFINER, zg. z Pn zał.1
- kłama pojemnościowa (PIAF) zg. z Pn zał.1
- generator impulsów dużej energii 1,2/50 μ s (8/20 μ s) (PIAF) zg. z Pn zał.3
- symulator wyładowań elektryczności statycznej S.M-2 (prod.PIAP) zg. z Pn zał.8
- symulator zakłóceń sieciowych SZS-2 (prod.PIAP) zg. z Pn zał.7
- symulator zakłóceń sinusoidalnych o częstotliwości sieci 0...50 A (Pn zał.5).

Na rys.2 pokazano punkty pomiarowe i podano oznaczenia stosowanych metod symulacji zakłóceń wg PN-86/E-06600. Na rys. 3 podano układy pomiarowe wykorzystywane w pomiarach zakłócalności.

4. Wprowadzone zmiany w czasie badań

- Z1. Uporządkowanie połączeń na płycie energetycznej szafy urządzenia sterującego
- Z2. Wprowadzono dodatkowe elementy na pakiecie PPO (typ 523). Do wejść R przyłączono kondensator 33 nF (we R - 0 V 5) oraz rezystor 12 k (we R - 5 V)
- Z3. W pakiecie PPP obsługującym wejścia i wyjścia pulpitu pomocniczego wlotowano brakujące rezystory
- Z4. Na listwie przyłączeniowej obwód sterujący rozdzielaczem pneumatycznym przyłączono dodatkowe kondensatory 0,22 μ F, Włączone pomiędzy osłobodę szafy i każdy przewód obwodu.

Docelowo należy zastosować te owe filtry sieciowe.

- Z5. Odłączono układy elektroniczne urządzenia załączającego zasilanie (UZZ) i wykonano odpowiednie połączenia krosujące w części stycznikowej UZZ. Zmianę wprowadzono po uszkodzeniu układów w próbie z zakłóceniami dużej energii 1,2/50 μ s.
- Z6. Ekran kabla do pulpitu pomocniczego połączono z obudową szafy urządzenia sterującego.

5. Wyniki pomiarów zakłócalności

W opisie zaobserwowanych objawów zakłóceń w działaniu robota wprowadzono następujące oznaczenia:

M - manipulator

R - rozdzielacz pneumatyczny

RPS - rozpoznanie przedmiotu i start

K - klawiatura urządzenia sterującego

W - zakłócenia wyświetlanej informacji polegające na przesuwaniu i wygaszaniu cyfr, wpisywaniu cyfr nieprawidłowych np.7

L - niekontrolowane zmiany stanów lampek K,A,U

PG - pulpit główny urządzenia sterującego zakłócenia stanów lampek: załączenia silnika zasilacza hydraulicznego, załączenia zasilania pistoletu, zezwolenia na przyjęcie sygnału startu

PP - pulpit pomocniczy, zmiany stanów lampek załączenia silnika zasilacza hydraulicznego oraz zasilania pistoletu

PU - przystawka do uczenia, miganie LED na przystawce

ZH - wyłączenie silnika zasilacza hydraulicznego.

5.1. Odporność robota na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50ns

5.1.1. Obwodu zasilania sieciowego i uziemienia

Metoda symulacji SN10 (zakłócenia niesymetryczne, wprowadzane na każdy przewód obwodu zasilania RSTO).

a) zakłócalność robota bez wprowadzonych zmian

amplituda zakłóceń /KV/ i faza		Objawy zakłóceń
$\pm 0,5$	RSTO	bez objawów zakłóceń
+1	R	R niekontrolowane wyłączenia, ZH wył.
-1		ZH wył.
+1	S	R i ZH wył.
-1		R i ZH wył.

+1	T	R niekontrolowane wyłączenie
-1		R niekontrolowane wyłączenie, ZH wył.
+1	0	R wył.
-1		R i ZH wył.

b) zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1, Z2, Z3

+0,5	RST0	bez objawów zakłóceń
+1	RST0	"
+2	R	K(W,L wył), PG wył. L
+2	S	bez objawów zakłóceń
+2	T	K(W,L wył), PG wył. L
+2	0	bez objawów zakłóceń
+4	R	K(W,Lwył lub migają), PG wył. L, PU
-4		M drgania +30 mm w poziomie, K(W,Lwył lub migają), PG wył. L, IU
+4	S	bez objawów zakłóceń
-4		K/W, Lwył), PG wył. L
+4	T	M drgania +30 mm w poziomie, K(W,Lwył), PG wył. L
-4		PU
+4	0	M drgania +30 mm w poziomie, K(W,Lwył), PG wył. L, PU

c) zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1, Z2, Z3, Z4, Z5

+0,5	RST0	bez objawów zakłóceń
+1	RST0	"
+2	R	K(W,Lwył.), PG wył. L
+2	S	bez objawów zakłóceń
+2	T	"
+2	0	"

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z4 opisanych w p.4 uzyskuje się następujące poziomy odporności robota na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns (metoda symulacji SK10) oddziaływujące w obwodzie sieciowym

1 kV	bez objawów zakłóceń
2 kV	przy kryterium dopuszczającym wystąpienie zakłóceń w informacji wyświetlanej na wyświetlaczu i sygnalizowanej lampkami klawiatury oraz sygnalizowanej na pulpicie głównym
4 kV	przy kryterium dopuszczającym występowanie zakłóceń w informacji wyświetlanej i sygnalizowanej na pulpicie głównym i klawiaturze oraz drgań manipulatora w poziomie amplitudy ok. 30 mm.

5.1.2. Obwodów do manipulatora

Metoda symulacji SE10 (zakłócenia bliskim polem elektrycznym wprowadzane na pancerz osłonowy kabli przy wykorzystaniu klamry pojemnościowej).

Zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z3:

$\pm 0,5$ kV	bez objawów zakłóceń
± 1 kV	"
± 2 kV	drżania manipulatora powodowane zakłóceniami głównie w poziomie o amplitudzie przekraczającej ± 100 nm

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z4 (opisanych w p.4) uzyskano poziom odporności robota $\overset{1\text{kV}}{5/50}$ ns (SE10) przy kryterium oceny bez objawów zakłóceń.

5.1.3. Obwodów do przystawki uczenia

Metoda symulacji SE10 (zakłócenia bliskim polem elektrycznym kabla przystawki uczenia przy wykorzystaniu klamry pojemnościowej)

Zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z3:

+0,5 kV	miga LED przystawki
-0,5 kV	bez objawów zakłóceń
+1,0 kV	miga LED przystawki
-1,0 kV	j.w. oraz zakłócenia wyświetlacza i lampek klawiatury

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z3 (opisanych w p.4) uzyskano poziom odporności 1 kV 5/50 ns (metoda symulacji SE10) przy kryterium oceny dopuszczającym występowanie zakłóceń informacji wyświetlacza i lampek klawiatury, poniżej 0,5 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny bez objawów zakłóceń.

5.1.4. Obwodów do czujników rozpoznania

Metoda symulacji SE10 (zakłócenia bliskim polem elektrycznym kabli do przełączników symulujących czujniki rozpoznania przy wykorzystaniu klamry pojemnościowej).

Zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z3:

+0,5 kV	zakłócona informacja na wyświetlaczu klawiatury K(W)
-0,5 kV	bez objawów zakłóceń
+1,0 kV	K(W,Lwył), PG wył.L
-1,0 kV	K(W,Lwył), PG wył.L, RPS utrudniony; gubi informację rozpoznania zadaną przed ukończeniem poprzedniego programu testowego
±2,0 kV	wyłączenie sieci urządzenia sterującego

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z3 uzyskano poziom odporności:

0,5 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny dopuszczającym występowanie zakłóceń informacji na klawiaturze i pulpicie głównym
poniżej 0,5 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny bez zakłóceń.

5.1.5. Obwodu do czujnika startu

Metoda symulacji SE10 (zakłócenia bliskim polem elektrycznym kabla do przycisku startu przy wykorzystaniu klamry pojemnościowej).

Zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z3:

±0,5 kV	bez objawów zakłóceń
+1,0 kV	-"-
-1,0 kV	K(W,Lwył), PG wył.L
±2,0 kV	wyłączenie sieci urządzenia sterującego

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z3 (opisanych w p.4) uzyskano poziom odporności 1,0 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny dopuszczającym występowanie zakłóceń informacji na klawiaturze i pulpicie głównym, 0,5 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny bez objawów zakłóceń.

5.1.6. Obwodu do rozdzielacza pneumatycznego

Metoda symulacji SE10 (zakłócenia bliskim polem elektrycznym kabla do rozdzielacza przy wykorzystaniu klamry pojemnościowej)

a) zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z3

±0,5 kV	K(W,Lwył i migają), PG wył.L, PU utrudniony start
+1,0 kV	K(W,Lwył i migają), PG wył.L, PU, R, niekontrolowane wyłączenia załączonego rozdzielacza, ZH wył.
-1,0 kV	K(W,Lwył i migają), PG wył.L, i migają, PU, R wył, PP miga lampka pistolet, utrudniony start

11

- b) zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z4
- | | |
|--------------|---|
| $\pm 0,5$ kV | bez objawów zakłóceń |
| $\pm 1,0$ kV | " " |
| $-1,0$ kV | K(W, Lwył), PG wył.L |
| $+2,0$ kV | K(W, Lwył i migają), PG wył.L, PU, R niekontrolowane wyłączenia załączonego rozdzielacza, utrudniony start, PP(Lmigają) |
| $-2,0$ kV | wyłączenie sieci urządzenia sterującego |

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z4 (opisanych w p.4) uzyskano poziom odporności 1 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny dopuszczającym występowania zakłóceń informacji na klawiaturze i pulpicie głównym, 0,5 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny bez objawów zakłóceń.

5.1.7. Obwodów do pulpitu pomocniczego

Metoda symulacji SE10 (zakłócenia bliskim polem elektrycznym kabla do pulpitu pomocniczego przy wykorzystaniu klamry pojemnościowej)

- a) zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z4
- | | |
|--------------|---|
| $\pm 0,5$ kV | bez objawów zakłóceń |
| $\pm 1,0$ kV | PU miga LED |
| $\pm 2,0$ kV | wyłączenie sieci urządzenia sterującego |
- b) zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z6
- | | |
|--------------|---|
| $\pm 0,5$ kV | bez objawów zakłóceń |
| $\pm 1,0$ kV | " " |
| $+2,0$ kV | PU, wyłączenie sieci urządzenia sterującego |
| $-2,0$ kV | wyłączenie sieci urządzenia sterującego |

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z4 i Z6 uzyskano poziom odporności 1 kV 5/50 ns (SE10) przy kryterium oceny bez objawów zakłóceń.

5.2. Odporność robota na zakłócenia impulsowe dużej energii

5.2.1. Obwodu zasilania sieciowego

Metoda symulacji SN30 (zakłócenia niesymetryczne wprowadzane na każdy przewód obwodu zasilania RST0)

- a) zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z4
- | | | | |
|------------|-----|----------|---|
| ± 2 kV | 4 J | fazy OTS | bez objawów zakłóceń |
| ± 2 kV | 4 J | faza R | wyłączenie sieci urządzenia sterującego, wyłączenie zasilania UZZ |

Stwierdzono uszkodzenie układów elektronicznych UZZ.

b) zakłócalność robota po odłączeniu układów elektronicznych UZZ (zmiana Z5)

± 2 kV 4 J fazy RSTO bez objawów zakłóceń
 $\pm 2,5$ kV 6,25J fazy RSTO bez objawów zakłóceń

Po zmianach Z1...Z4 (p. opis w p.4) przy poziomie zakłóceń 2 kV 1,2/50 μ s (8/20 μ s) (SM30) wystąpiło uszkodzenie układów elektronicznych UZZ.

Po odłączeniu układów elektronicznych UZZ (zmiana Z5) uzyskano odporność 2,5 kV 1,2/50 μ s (8/20 μ s) 6,25 J (S. 30) przy kryterium oceny bez objawów zakłóceń.

5.2.2. Obwodów zewnętrznych przyłączonych do urządzenia sterującego

Metoda symulacji SM30 (zakłócenia bliskim polem magnetycznym od przewodu testowego z prądem)

Zakłócalność robota po wprowadzeniu zmian Z1...Z5 (opisanych w p.4) przy poziomie zakłóceń 2 kV 8/20 μ s 4 J w przewodzie testowym owiniętym kolejno dookoła kabli obwodów

- manipulatora
- przystawki uczenia
- rozdzielacza pneumatycznego
- pulpitu pomocniczego
- przełączników rozpoznania przedmiotu
- przycisku startu

nie stwierdzono objawów zakłóceń robota.

Uzyskany poziom odporności powyżej 2 kV 8/20 μ s 4 J (SM30).

5.3. Odporność obwodów zewnętrznych przyłączanych do urządzenia sterującego robota na zakłócenia sinusoidalne 50 Hz

Metoda symulacji SM50 (zakłócenia bliskim polem magnetycznym od przewodu testowego z prądem)

Sprawdzono, że robot po wprowadzeniu zmian (Z1...Z5 opisanych w p.4) jest odporny na zakłócenia 45-50 A 50 Hz (SM50) oddziaływujące bliskim polem magnetycznym na kable obwodów

- manipulatora
- przystawki uczenia
- rozdzielacza pneumatycznego
- pulpitu pomocniczego

15

- przełączników rozpoznania przedmiotu
- przycisku startu

W czasie badań nie stwierdzono objawów zakłóceń robota.

5.4. Odporność na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci

W związku z uszkodzeniem układów elektronicznych UZZ nie było celowe sprawdzenie odporności na zaniki symulowane w obwodzie trójfazowym zasilającym robota.

Aktualne są wyniki pomiarów wykonane dla poprzedniego egzemplarza [1].

W zmienionym układzie zasilania robota urządzenie sterujące jest zasilane z UZZ obwodem jednofazowym 220 V.

Wykonano pomiary odporności urządzenia sterującego po zmianach Z1...Z5 na zaniki napięcia sieci. Zaniki symulowano z częstotliwością 0,1 Hz przez symulator SZS-2. Pomiary wykonano po odłączeniu obwodu sieciowego US od UZZ.

Stwierdzono, że przy zanikach napięcia sieci trwających:

- 1...10 ms nie występują objawy zakłóceń robota
- powyżej 13 ms występuje wyłączenie obwodu sieciowego urządzenia sterującego

Stwierdzono również, że przy zanikach trwających 13 ms i dłuższych występują udary prądowe przy załączaniu napięcia po zaniku. Udary prądowe powodują zadziałanie bezpiecznika 16 A w symulatorze.

Powtórzo próbę przy odłączonym zasilaczu KP3 urządzenia sterującego. Stwierdzono, że przy odłączonym zasilaczu udary prądowe są mniejsze.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów i analizy układów można stwierdzić, że odporność robota na zaniki w dwóch i trzech fazach jednocześnie wyniesie 10 ms. Należy przeprowadzić analizę rozwiązań zasilacza KP3 w celu wykrycia przyczyny występowania dużych uderzeń prądowych przy załączaniu.

5.5. Odporność na wyładowania elektryczności statycznej

Metoda symulacji SE80, wyładowania bezpośrednio na zewnętrzne powierzchnie szafy, elementy manipulacyjne dostępne przez operatora, na podstawę i ramię manipulatora. W pomiarach przyjęto za potencjał odniesienia zacisk ochronny szafy urządzenia sterującego lub manipulatora. Przy wykonywaniu pomiarów uwzględniono wyniki pomia-

14

rów poprzedniego egzemplarza robota. Wyładowania inicjowano na punkty pomiarowe o niskiej odporności.

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z6 (opisanych w p.4) stwierdzono, że wyładowania \pm SD bezpośrednio 2 kV, 4 kV, 6 kV

- na obudowę szafy, elementy manipulacyjne umieszczone na drzwiach szafy, płytę złącz, płytę energetyczną nie powodują występowania objawów zakłóceń robota
- na obudowę pulzitu pomocniczego nie powodują występowania objawów zakłóceń robota
- na obudowę manipulatora i ramię główne manipulatora nie powodują występowania objawów zakłóceń robota.

Po wprowadzeniu zmian Z1...Z4 i Z6 (opisanych w p.4) uzyskano poziom odporności robota na wyładowania elektryczności statycznej \pm SD 6 kV (SE80) przy kryterium oceny bez objawów zakłóceń.

6. Dodatkowe obserwacje

1. Programy testowe były realizowane przy wyłączeniu zasilacza hydraulicznego. Można było to zaobserwować na podstawie włączeń i wyłączeń rozdzielacza pneumatycznego.
2. Przy wystąpieniu zakłócenia informacji wyświetlanej na wyświetlaczu klawiatury obserwowano miganie segmentów cyfry wyświetlanej na drugiej pozycji w czterocyfrowym wyświetlaczu numeru programu. Na innych pozycjach wyświetlacza takie zjawisko nie występuje.
3. Obserwowano zjawisko przyspieszenia ruchu manipulatora na krótkich odcinkach trajektorii (szarpnięcia) w warunkach bez zakłóceń. Zjawisko to występowało częściej po kilkugodzinnej pracy robota, przy wzroście temperatury oleju. W badanym egzemplarzu manipulatora wystąpił wyciek oleju z siłownika ramienia.
4. Uszkodzenie układu elektronicznego UZZ przy sprawdzaniu odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii świadczy, że Zleceniodawca nie przeprowadził kontroli izolacji układów UZZ. Uszkodzenie wystąpiło w wyniku przebicia izolacji między świeżkami obwodów 300 V.
5. Brak rezystorów w pakiecie PIP przewidzianych w dokumentacji wskazuje na konieczność przeprowadzenia dokładniejszej kontroli wykonania elementów składowych urządzenia sterującego.

6. Rozwiązanie układowe pakietu PPO (523) powinno być zmienione w części dotyczącej jego współpracy z elementami klawiatury i pulpitu głównego przyłączonymi długimi (ok. 3,5 m) przewodami, rozgałęzioną wiązką. Z punktu widzenia zakłócalności obwodów konstrukcja wiązki jest niekorzystna. Wiązka prowadzi przewody obwodów wewnętrznych o niskim poziomie (przykładowo sygnały TTL do wyświetlacza) jak i obwody zewnętrzne o wyższym poziomie sygnałów.

7. Stwierdzenia i wnioski

1. Na podstawie badań KEM przeprowadzonych na egzemplarzu robota RIMP 901Ex o konfiguracji opisanej w p.2 i zmianami wprowadzonymi w trakcie badań opisanymi w p.4 można stwierdzić, że badany egzemplarz robota osiągnął następujące poziomy odporności. Przy opisie podano dwa poziomy odporności; pierwszy określa poziom odporności przy kryterium oceny "bez objawów zakłóceń" (boz), drugi poziom odporności podany w nawiasie określa poziom odporności przy kryterium oceny (KU) dopuszczającym występowanie zakłóceń wyświetlacza i lampek klawiatury oraz lampek na pulpitanie głównym i pomocniczym, przy zainicjowaniu zaprogramowanej funkcjonalności użytkowej robota.

- a) odporność robota na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50ns
- oddziaływujące na obwód zasilania sieciowego 1 kV (2 kV) przy metodzie symulacji SN10
 - oddziaływujące na obwody zewnętrzne urządzenia sterującego przy metodzie symulacji SE10
 - do manipulatora 1 kV (1 kV)
 - do rozdzielacza pneumatycznego 0,5 kV (1 kV)
 - do czujników rozpoznania przedmiotu poniżej 0,5 kV (0,5kV)
 - do czujnika startu 0,5 kV (1 kV)
 - do pulpitu pomocniczego 1 kV (1 kV) (przy zmianie Z6)
 - do przystawki uczenia poniżej 0,5 kV (1 kV) (metoda SE10)
 - do urządzenia załączającego zasilanie (zakłócalność nie była pomierzona)

b) odporność robota na zakłócenia impulsowe dużej energii 1,2/50 μ s (8/20 μ s)

- oddziaływujące na obwód zasilania sieciowego przy odłączonych układach elektronicznych urządzenia załączającego zasilanie 2,5 kV; 6,25 J przy metodzie symulacji SN30

- z urządzeniem UZZ poniżej 2 kV 4 J (Sm30) przy poziomie 2 kV 4 J (Sm30) wystąpiło uszkodzenie układów elektronicznych urządzenia UZZ
- oddziaływujące na obwody zewnętrzne urządzenia sterującego przy metodzie symulacji Sm50
 - do manipulatora 2 kV 4 J
 - do rozdzielacza pneumatycznego 2 kV 4 J
 - do czujników rozpoznawania przedmiotu 2 kV 4 J
 - do czujnika startu 2 kV 4 J
 - do pulpitu pomocniczego 2 kV 4 J
 - do przystawki uczenia 2 kV 4 J
 - do urządzenia załączającego zasilanie UZZ (zakłócalność nie była pomierzona)
- c) odporność robota na zakłócenia sinusoidalne o częstotliwości sieci oddziaływujące na obwody zewnętrzne urządzenia sterującego przy metodzie symulacji Sm50
 - do manipulatora, do rozdzielacza pneumatycznego, do czujników rozpoznawania przedmiotu, do czujnika startu, do pulpitu pomocniczego, do przystawki uczenia ok. 40 A 50 Hz.
 - Dla obwodu do UZZ zakłócalność nie była pomierzona
- d) odporność robota na krótkotrwałe zaniki napięcia zasilania sieciowego (metoda S370):
 - z urządzeniem UZZ - zakłócalność nie była pomierzona. Można przyjąć wyniki pomiarów z badań [1], w których określono odporność robota na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci o czasie trwania 10 ms występujące jednocześnie we wszystkich fazach
 - występujące w obwodzie zasilania urządzenia sterującego o czasie trwania 10 ms
- e) odporność robota na wyładowania elektryczności statycznej (metoda S380 wyładowania bezpośrednie)
 - wyładowania inicjowane na szafę urządzenia sterującego elementy manipulacyjne dostępne przez operatora MSD 8 kV
 - wyładowania inicjowane na podstawę i ramię główne manipulatora MSD 8 kV.

Zakres przeprowadzonych badań (sprawdzeń) odpowiada zakresowi badań KEM wykonywanych dla robota IRp. Zasadność przyjętego zakresu badań uzasadniono w sprawozdaniu [1] z badań poprzedniego egzemplarza robota RLM. Porównując wyniki sprawdzeń poprzed-

niego e_oz. robota z robotem obecnie badanym należy stwierdzić, że wprowadzone zmiany w badanym robocie zapewniają podwyższenie poziomów odporności. Przykładowo odporność robota od strony sieci dla impulsów nanosekundowych wzrosła czterokrotnie.

2. Przy ocenie wyników sprawdzeń wg wymagań ZN-86 (projekt IMP) oraz wymagań PN-86/¹-06600 na odporność urządzenia zakwalifikowanego do wykonania W2 należy stwierdzić, że badany egzemplarz robota przy kryterium oceny objawów zakłóceń "zaciowanie zaprogramowanej funkcjonalności użytkowej robota" (dopuszczenie zakłóceń informacji na klawiaturze i pulpitanach oraz błędów odwzorowania nie przekraczających ± 40 mm) spełnia wymagania powyższych norm za wyjątkiem:
 - a) odporności obwodu do czujników rozpoznawania przedmiotu przy zakłóceciach impulsowych nanosekundowych 5/50 ns. Przy wymaganiach poziomie występuje zakłócenia funkcji rozpoznania przedmiotu
 - b) odporności układu elektronicznego urządzenia zasilania (UZZ) dla zakłóceń impulsowych dużej energii 1,2/50 μ s, który uległ uszkodzeniu przy wymaganym poziomie zakłóceń
 - c) odporności robota na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci występujące jednocześnie w trzech fazach, lub jednofazowym obwodzie zasilania sieciowego urządzenia sterującego .
3. W celu wyjaśnienia przyczyn negatywnych wyników sprawdzeń proponuje się:

ad.6.2.a) przeprowadzić kontrolę poprawności montażu torów do czujników rozpoznania przedmiotu od złącza 9x5 do pakietu wejściowego z oddzieleniem galwanicznym umieszczonego w kasecie. Przy kontroli należy zwrócić uwagę na pakiety PPP obsługujące te obwody. Istnieją przesłanki o braku rezystorów, podobnie jak wprowadzonych zmianą Z3 w pakiecie PPP obsługującym pulpitan pomocniczy. Rozważyć możliwość wprowadzenia kondensatorów odsprzęgających dla obwodu zasilania i obwodów wejściowych od czujników za układami barier iskrobezpiecznych. W przypadku stwierdzenia poprawności wykonania obwodów i braku możliwości wprowadzenia kondensatorów odsprzęgających należy zalecić stosowanie ekranowanego kabla takiego typu jaki był zastosowany dla pulpitanu pomocniczego. Proponowane środki powinny zapewnić wymagany poziom odporności omawianych obwodów robota, jaki osiągnięto dla

innych obwodów.

ad.6.2.b) należy zwiększyć wytrzymałość elektryczną izolacji między ścieżkami druku obwodów sieciowych wprowadzonych na płytke drukowaną, względnie usunąć te obwody z płytki (przykładowo przez przeniesienie przełącznika sterującego styczniki poza płytke). Poprawność zmienionego wykonania należy sprawdzić próbą izolacji oraz powtórными badaniami kompletnego UZZ. Zakres powtórnych badań powinien obejmować sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii, zakłócenia impulsowe nanosekundowe oddziaływujące na obwody kontrolne do szafy urządzenia sterującego oraz wyładowania ESD. Badania UZZ mogą być przeprowadzone samodzielnie przy odpowiedniej symulacji obwodów umieszczonych w szafie US.

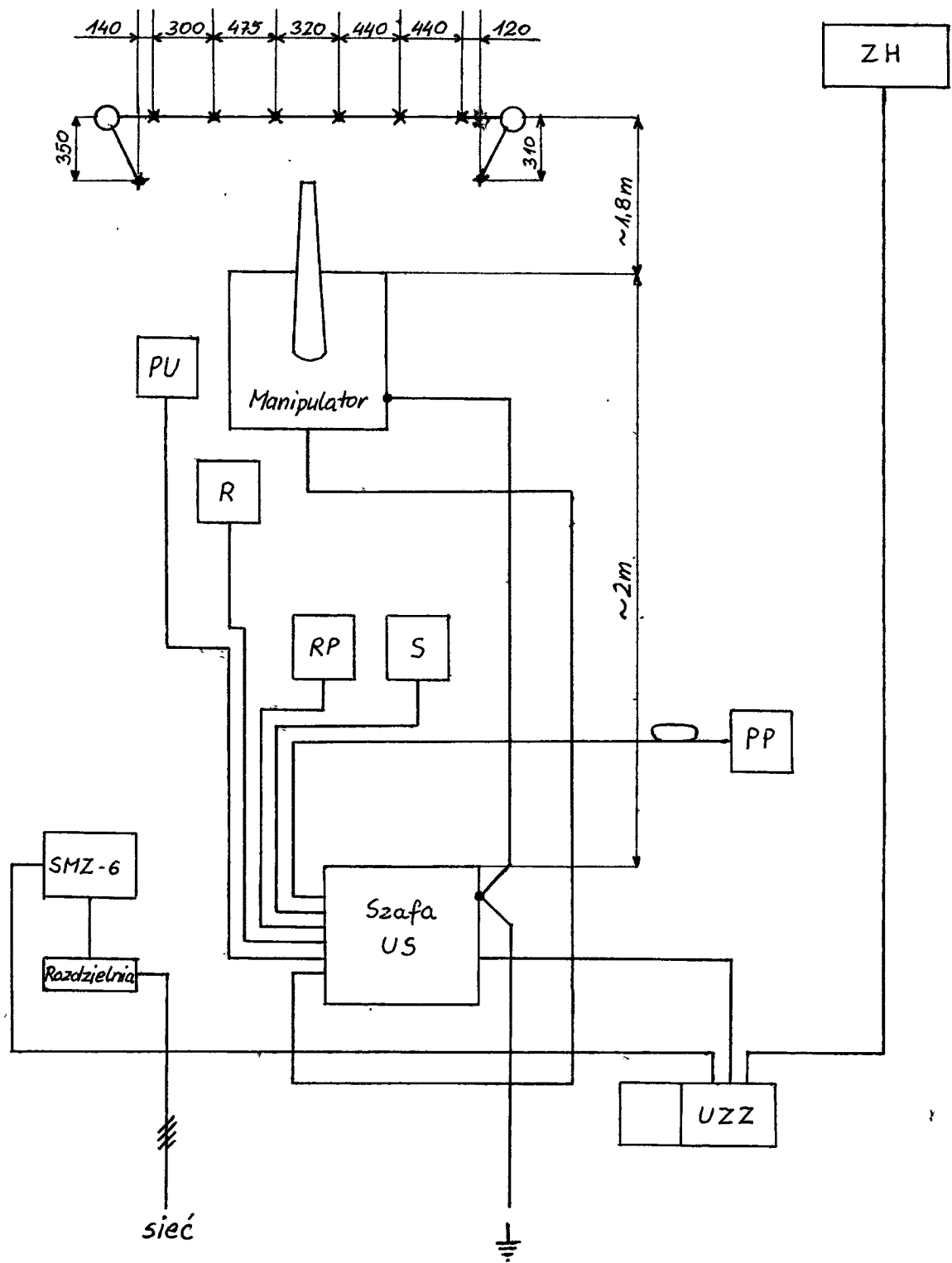
ad.6.2.c) należy przeanalizować obwód sieciowy urządzenia sterującego (US). Przy analizie należy zwrócić uwagę na:

- parametry czasowe użytych elementów komutacyjnych
- możliwe przyczyny występowania uderzeń prądowych przy załączeniu napięcia po zaniku. Udar prądowy może powodować zakłócenia impulsowe
- rozwiązania zasilacza KP3

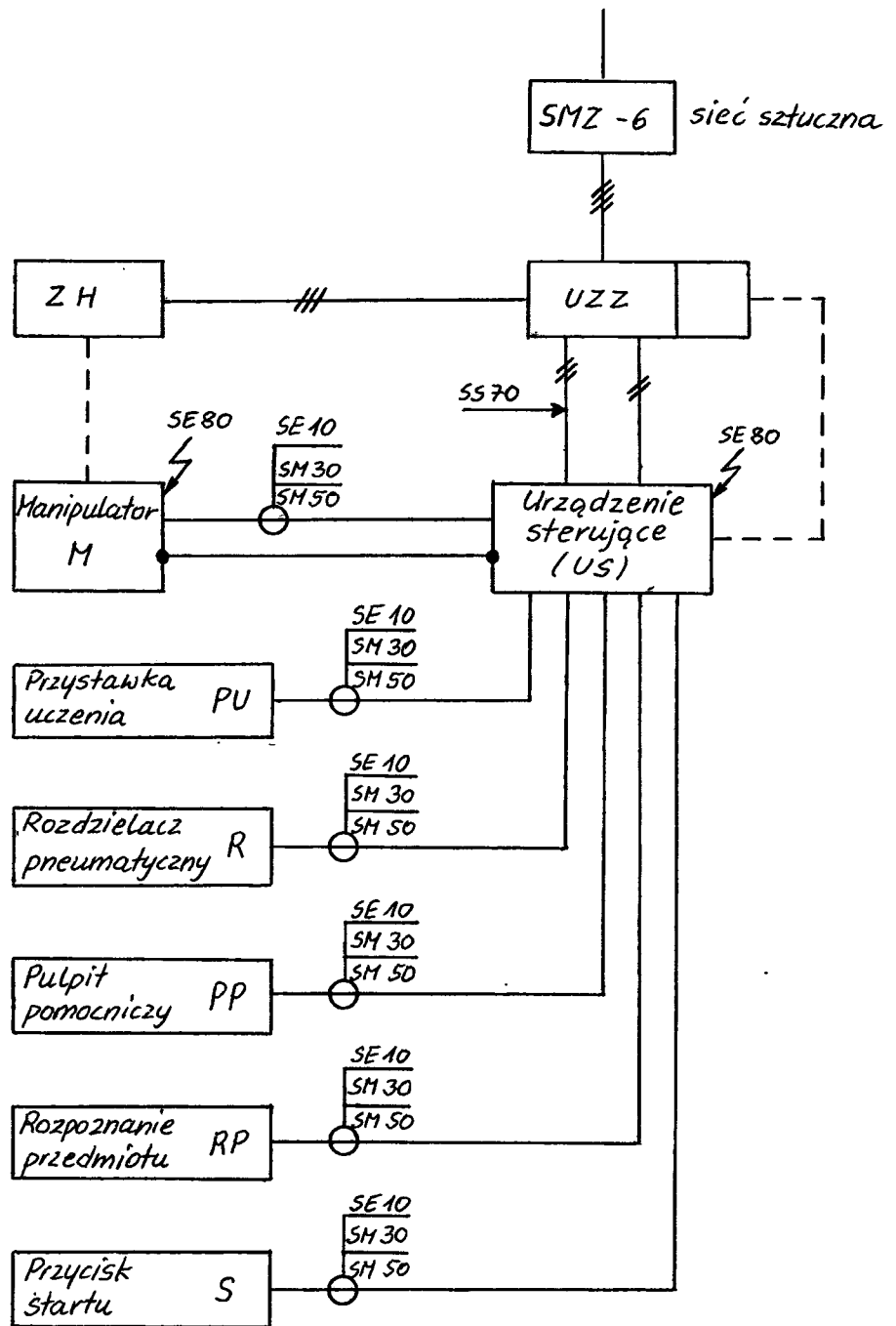
W przypadku potwierdzenia niemożliwości zwiększenia odporności na zaniki do 20 ms proponuje się zweryfikować wymagania w ZN na 10 ms.

4. Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników można stwierdzić, że robot RIMP-901Ex spełni wymagania ZN-86 dot. odporności na zakłócenia elektromagnetyczne pod następującymi warunkami:
 - a) wprowadzenia do dokumentacji robota zmian wniesionych w badanym egzemplarzu zarówno przed rozpoczęciem badań, jak i w trakcie przeprowadzania badań (p.4)
 - b) wprowadzenia do dokumentacji zmian wynikających z analizy przyczyn negatywnych wyników sprawdzeń omówionych w p. 5.3
 - c) uzyskania pozytywnych wyników badań poprawionego urządzenia załączającego zasilanie (UZZ) w zakresie podanym w p. 6.3 ad.6.2.o).
5. Na podstawie wyników badań obu egz. robotów, analizy wyników i obserwacji można sformułować następujące wnioski:
 - a) przygotowany do badań egzemplarz robota nie był wykonany zgodnie z dokumentacją, a procedura jego uruchamiania nie była wykonana poprawnie. Świadczą o tym: brak rezystorów w pakiecie P 1, uszkodzenie izolacji w układzie elektronicznym UZZ

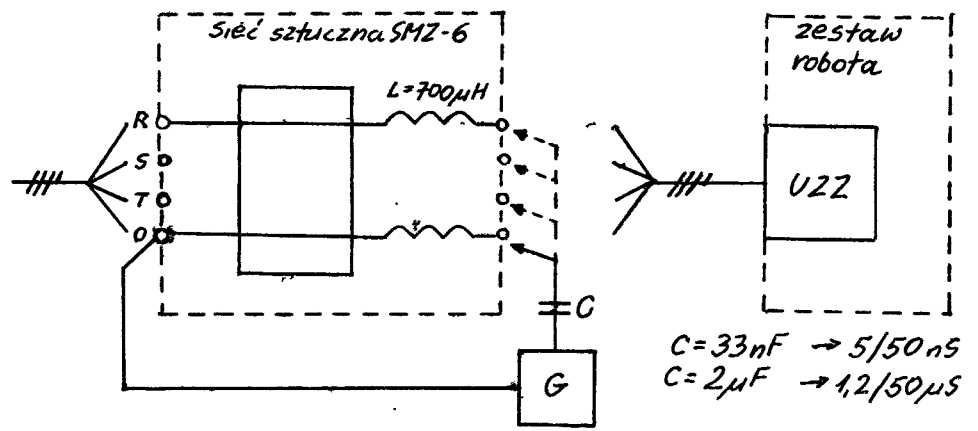
- b) w pracach przygotowawczych do badań nie uwzględniono wszystkich wniosków podanych w p. 6.5 sprawozdania z poprzednich badań robota
- c) w przyszłych pracach modernizacyjnych należy uwzględnić:
- zmiany w pakiecie typ 523 wynikające z faktu występowania długich przewodów do elementów współpracujących (klawiaturowy i pulpitu głównego),
 - wydzielenia ze wspólnej wiązki W1 przewodów obwodów o niskim poziomie sygnałów TTL do elementów współpracujących z pakietem typ 523,
 - przeniesienia obsługi elementów pulpitu głównego na pakiety we/wy z oddzieleniem galwanicznym zapewniających wyższą odporność,
 - zalecenia IEC 550 w zakresie sposobu realizacji we/wy, obie strony, zerowania obwodu zasilania typu we/wy,
 - zmiany programowe eliminujące zjawisko kontynuacji programu użytkownika przy wyłączonym zasilaczu hydraulicznym.



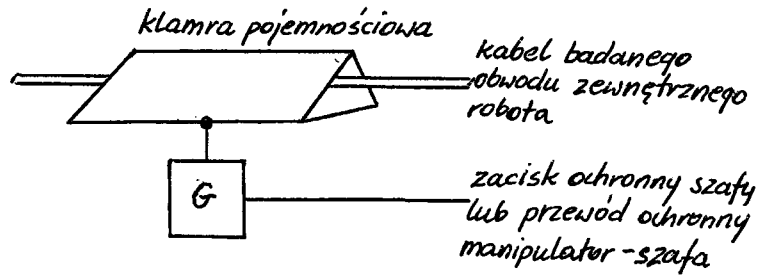
Rys.1. Usytuowanie urządzeń robota na stanowisku badawczym



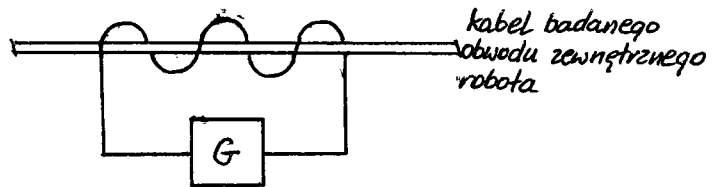
Rys.2. Plan wykonanych pomiarów



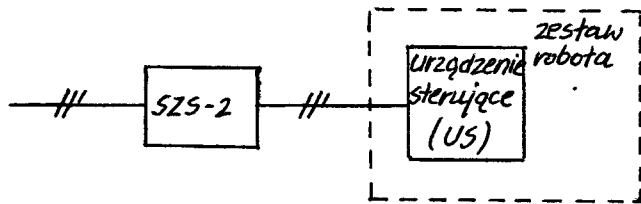
a/ metoda symulacji SN10 i SN30



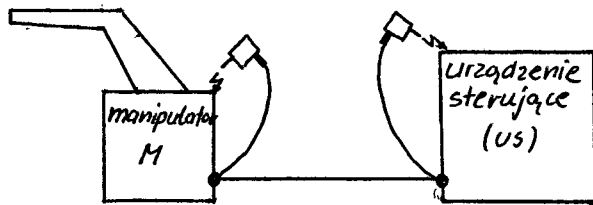
b/ metoda symulacji SE10



c/ metoda symulacji SM30 i SM50



d/ metoda symulacji zaników w obwodzie sieciowym urządzenia sterującego SS70



e/ metoda symulacji SE80

Rys.3. Układy pomiarowe