

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

BE 10

442

Grupa Problemowa d/s Kompatybilności Elektromagnetycznej

Główny wykonawca

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

Konsultant mgr inż. Modrzyński

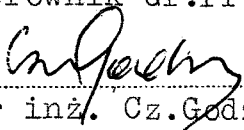
Nr zlecenia

5712

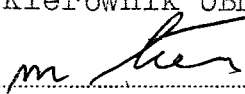
Badania specjalne KEM robota IRp-6.

Zleceniodawca ZAP, Ostrów Wlkp. ul. Krotoszyńska 35

Pracę rozpoczęto dnia 10.10.88
Kierownik Gr.Pr.


mgr inż. Cz. Godzisz

zakończono dnia 15.11.88 r.
Kierownik OBN


dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

stron 25

rysunków 2

fotografii

tabel

tablic

załączników

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 ZAP

Egz. 3 OBN

Egz. 4 ZAP

Egz. 5 OAE

Egz. 6

Nr rejestr. 6153

Analiza deskryptorowa

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA: ROBOTY + KOMPATYBILNOSC ELEKTRO-
MAGNETYCZNA: ROBOT IRp-6. BADANIA.

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera wyniki badań zakłócalności impulso-
wej robota IRp-6. Metoda badań zakłócalności została wyko-
rzystana do wykrycia wad produkcyjnych i podwyższenia nieza-
wodności układu sterowania robota. W wyniku przeprowadzonych
badań sformułowano zalecenia i wnioski dot. dokumentacji,
montażu i uruchamiania robota.

Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

338.45.62/69].002.1/2,001 - Roboty przemysłowe
- badania

UKD

SPIS TRESCI

1. Wstęp
2. Warunki badań
3. Wyniki prób i badań
 - 3.1. Wyniki badań robota A
 - 3.2. Wyniki badań robota B
 - 3.3. Wyniki badań robota C
 - 3.4. Dodatkowe spostrzeżenia
4. Wnioski i zalecenia
5. Wnioski końcowe

SPIS RYSUNKOW

- Rys.1 Usytuowanie urządzeń przy badaniu robota A i B
- Rys.2 Podstawowe układy pomiarowe

1. Wstęp

Celem badań specjalnych KEM robotów IRp-6 było zidentyfikowanie przyczyn niepoprawnego działania robotów, występujących w czasie prób funkcjonalnych.

Nieprawidłowe działanie robotów występowało przypadkowo i objawiało się niekontrolowanymi zmianami zaprogramowanej trajektorii stwierdzonej w kontrolnych punktach pozycjonowania oraz zatrzymaniu. Rzadkość i przypadkowość ich występowania uniemożliwiała identyfikację bezpośrednich przyczyn tych zdarzeń.

Dzięki wykorzystaniu kontrolowanego procesu zakłócania robota metodami stosowanymi przy pomiarach zakłócalności urządzeń dla impulsów nanosekundowych uzyskano jednocześnie zwiększenie intensywności występowania objawów zakłóceń robota jak i obiektywną ocenę wprowadzanych zmian wyrażoną poziomem zakłócalności.

Badania zasadnicze przeprowadzono na dwóch egzemplarzach robotów na stanowiskach uruchomieniowych ZAP. Dla potwierdzenia niektórych wniosków, w szczególności dotyczących pakietów MA70, przeprowadzono dodatkowe badania w PIAP na robocie złożonym z szafy (uruchomionej przez pracowników PIAP) współpracującej z częścią manipulacyjną produkcji PIAP.

W badaniach czynnie uczestniczyli pracownicy ZAP, wprowadzali zmiany, byli autorami specjalnych programów testowych.

W sprawozdaniu przedstawiono pełną procedurę postępowania składającą się z pomiarów, analizy wyników, wnioskowania z propozycjami zmian, oceną wprowadzonych zmian przez pomiary zakłócalności, sformułowaniem końcowych wniosków i zaleceń. Uzyskane wyniki potwierdzają przydatność metody pomiaru zakłócalności impulsowej do wykrycia i identyfikacji błędów konstrukcyjnych i montażowych złożonych urządzeń automatyki.

2. Warunki badań

Specjalne badania KEM przeprowadzono dla dwóch egzemplarzy robotów oznaczonych w niniejszym sprawozdaniu jak następuje:

"A" robot z częścią manipulacyjną prod. ZHC zamocowaną przy stole spawalniczym i sterowaną z szafy IRp-6 nr 87/11/001 z panelem programowania ASEA. Program testowy zawierał dwa punkty pozycjonowania. Czas realizacji pełnego cyklu programu wynosił ok. 30 s.

"B" robot z częścią manipulacyjną prod. ZHC sterowaną z szafy IRp-6 nr 88/05/001 z panelem programowania ASEA. Program testowy zawierał jeden punkt pozycjonowania z czasem realizacji pełnego cyklu programu wynoszącym ok. 15 s.

Dodatkowe badania w laboratorium PIAP przeprowadzono na egzemplarzu szafy sterowniczej IRp-6 87/07/003 współpracującej z częścią manipulacyjną i panelem programowania produkcji PIAP. Program testowy zawierał punkty kontrolnego pozycjonowania, a czas realizacji pełnego cyklu programu wynosił ok. 25 s.

W sprawozdaniu dla tego robota przyjęto oznaczenie "C".

Usytuowanie urządzeń na stanowiskach badawczych pokazano na rys.1. Podstawowe układy pomiarowe pokazano na rys.2.

Wykorzystana aparatura pomiarowa

Robot zasilono przez sieć sztuczną SMZ6 (INCO, adaptacja PIAP do wymagań PN 86/E-06600 zał.1). Zadaniem sieci sztucznej jako filtra dolnoprzepustowego było wytłumienie zakłóceń sieci oraz standaryzację impedancji sieci zasilającej.

Przy zakłócaniu obwodu zasilania sieciowego robota zakłócenia wprowadzano na poszczególne przewody przyłącza (R,S,T,0) poprzez pojemność sprzęgającą 33 nF. Zakłócenia na kable do manipulatora i panelu programowania wprowadzono metodą SE10 stosując klamrę pojemnościową.

Źródłem zakłóceń impulsowych był symulator f-my SCHIFFNER typ NSG 225 o parametrach spełniającym wymagania PN-36/E-06000 zał.1. Temperatura otoczenia w czasie badań robotów A i B zmieniała się w granicach ok. 16-25°C, wilgotność nie była kontrolowana.

Dla umożliwienia porównywania wyników ustalono czas narażenia zakłóceniami wyrażony liczbą cykli programu testowego wykonanych przez badany robot. Liczbę cykli dobierano tak aby czas narażenia wynosił ok. 2 min. Przy sprawdzaniu wpływu wprowadzanych zmian badania ograniczono do sprawdzania zakłócalności dla jednego przewodu zasilania sieciowego, zwykle przewodu zerowego (ochronnego).

W czasie zakłócania opowodu sieciowego i kabla od manipulatora panel programowania był umieszczony w kieszeni drzwi szafy, a kabel od niego był ^{owinięty} na wsporniku z lewej strony szafy.

3. Wyniki prób i badań

Przy opisie objawów zakłóceń robota wprowadzono następujące oznaczenia:

boz	- bez objawów zakłóceń
BWPP(x)	- błąd w punkcie pozycjonowania, w nawiasie podano oznaczenie osi, w której wystąpił błąd (jeżeli oś została jednoznacznie określona)
US	- utrata synchronizacji
STOP AW	- stop awaryjny
PANEL	- panel programowania
PULPIT	- sygnalizacja na pulpicie operatorskim szafy
(Δ)c	- numer cyklu, w którym (lub po którym) wystąpiło zdarzenie

Zarejestrowanym objawom US, STOP AW, PANEL, PULPIT towarzyszyło zatrzymanie robota.

3.1. Wyniki badań robota "A"

A1. Zakłócalność robota od strony sieci

W stanie pierwotnym (metodą SM10, czas obserwacji 3 cykle, badania wstępne)

±0,5 kV	RSTO	boz
+1 kV	R	BWPP(t)
	S	BWPP(t)
	T	boz
	O	BWPP(t)
-1 kV	R	BWPP(t)
	S	BWPP(t)
	T	BWPP(t)
	O	BWPP(t, θ, Δ)

A2. Zakłócalność robota od strony kabli do manipulatora (metoda SM10, czas obserwacji 3 cykle, badania wstępne)

±0,5 kV		bzo
+1 kV	US	reset systemu
-1 kV	US	PANEL załokowany

Wniosek A2

Uzyskano podwyższenie poziomu odporności robota i potwierdzenie słuszności wprowadzonych zmian. Należy wyjaśnić przyczynę występowania błędów pozycjonowania w osi t :

A5. Zakłócalność robota od strony przewodu zerowego sieci (metoda si10, czas obserwacji 5 cykli) w następujących warunkach:

- a) przy zamianie pakietów MA70 w osiach t i t^o
- +1 kV (0) BWPP(t), po próbie synchronizacji stały błąd w osi (t)
 - 1 kV (0) BWPP(t) po 4 c
- b) wykonano połączenie 0 V 5 i 0 V zasilacza silników z obudową szafy (połączono 10L1 z zaciskiem ochronnym)
- +1 kV BWPP(t) po 3 c, błąd zwiększa się po 5 c
 - 1 kV BWPP(t) po 3 c, błąd zmienia się w następnych cyklach
- c) wykonano bezpośrednie połączenie rezolwera osi t do pakietu MA70 osi t
- +1 kV (0) boz
 - +2 kV (0) BWPP(t) po 2 c, błąd zmienia się w następnych cyklach
 - 2 kV (0) BWPP(t) po pierwszym cyklu

Wniosek A3

Na podstawie badań A5 można wnioskować, że przyczyną błędnego działania osi t występuje poza pakietem MA70. Potwierdzenie tego wniosku uzyskano w badaniu A5c). Należy skontrolować pełny tor pomiarowy rezolwera w osi t .

Wyniki kontroli i oględzin

Na podstawie monitorowania sygnałów rezolwerów na pakietach MA70 (złącze 1a 2a) stwierdzono, że na pakiecie MA70 osi t występuje zakłócony sygnał rezolwerowy. Na sygnał sinusoidalny rezolwera nałożony jest sygnał o częstotliwości ok. 1 MHz.

W wyniku dalszej szczegółowej kontroli toru pomiarowego na płycie rozgałęźnej (krosowej) robota wykryto zwarcie ścieżek druku obwodu rezolwera z innym obwodem. Zwarcie to usunięto.

A6. Zakłócalność robota od strony sieci (metoda SN10, czas obserwacji 4 cykle) po następujących zmianach:

- po usunięciu zwarcia na płycie rozgałęźnej w torze pomiarowym położenia osi t
- po wprowadzeniu dodatkowego połączenia wyrównawczego między obudowami części manipulacyjnej i szafy

+1 kV	RSTO	boz
+2 kV	RSTO	boz
+4 kV	R	boz
+4 kV	0	US po 2 c

Dodatkowym pomiarem stwierdzono, że usunięcie połączenia wyrównawczego pomiędzy obudowami powoduje obniżenie odporności poniżej 2 kV.

Wniosek A4.

Uzyskano wymagany poziom odporności. Należy skontrolować jakość połączeń ochronnych pomiędzy manipulatorem i szafą.

Wyniki kontroli i oględzin

Przewód ochronny z kabla robota jest przykręcony blacnowkrętem do lakierowanego wsornika. mocowanie nie jest pewne w wyniku zerwanego gwintu.

A7. Zakłócalność robota od strony sieci (metoda SN10, czas obserwacji 4 cykle) przy następujących zmianach:

- jak w badaniu A6 oraz
- do szafy A wstawiono komplet pakietów A70 z szafy robota B

+2 kV	R, T	boz
+2 kV	S	BWPP po 5 c
-2 kV	S	BWPP(φ) po 2 c
+2 kV	0	US po 2 c
-2 kV	0	US w 1 c

- j.w. , ale na pakiety z szafy robota B przeniesiono pamięci z programem pakietów A i wykonano stosowne krosowania,
- na pakietach z szafy B w osiach φ i ⊙ wykryto i usunięto niesprawne przełączniki MP1

+1 kV	RSI	boz
+1 kV	0	US po 3 c, PANEL błąd 96
+2 kV	R	US po 3 c, PANEL błąd 96
+2 kV	S	boz
-2 kV	S	US po 4 c, PANEL błąd 96
+2 kV	T	US w 1 c, PANEL błąd 96
-2 kV	Tb	US po 2 c, PANEL błąd 96
+2 kV	0	zatrzymanie robota, PANEL (błąd 143 zawieszono programy w sterownikach osi
- zamieniono pakiety MA70 z kompletu B w osiach ψ i θ na pakiety z kompletu A		
+2 kV	T	boz
+2 kV	0	utrata synchronizacji, zawieszono działanie programów w panelu programowania i szafie

A8. Zakłócalność robota przy zakłócaniu przewodu zerowego sieci przy własnym komplecie pakietów MA70

+2 kV	0	US po 3 c, PANEL błąd 96
-2 kV	0	boz
+2 kV	0	w 4 c BŁĄD na PULPICIE, PANEL nie sygnalizuje błędu, zawieszono programy panelu programowania i szafy, pakiety MA70 sygnalizują rozsynchronizowanie osi

pomiary po kilkunastominutowym otwarciu drzwi szafy

+2 kV	0	boz w 10 cyklach
-------	---	------------------

zamknięto drzwi szafy i po ok. 1,5 minuty (3 cyklach) utrata synchronizacji, i zawieszono programy we wszystkich pakietach osi.

Wniosek A5

Pakiety MA70 stosowane w robotach A i B nie są jednakowe, nie spełniają wymagań zamienialności.

Pakiety MA70 z robota B posiadają lepsze parametry, zapewniają niższy poziom odporności.

Przeniesienia pamięci z programami z jednego kompletu pakietów do drugiego kompletu pakietów MA70 zmieniają poziom zakłócalności robota. Świadczy to o różnicach w programacji lub o tym, że wprowadzane dodatkowe przystosowujące krosowania nie są korzystne.

Jakość pakietu MA70 ma duży wpływ na poziom zakłócalności.

Wyniki oględzin i kontroli

Przy porównaniu pakietów MA70 z robotów A i B stwierdzono, że na pakietach robota A wprowadzono kilka dodatkowych kondensatorów odsprzęgających i blokujących zasilanie układów scalonych. Należy przeprowadzić analizę rozwiązań układowych pakietu MA70.

A9. Zakłócalność robota przy zakłócaniu przewodu zerowego sieci przy własnym komplecie pakietów MA70 i różnym robocia z obwodami sygnałów "STOP" i "ROBOT SYNCHR." na pakiecie MA70 w osi φ .

STOP ROBOT SYNCHR.

0 V	-	+2 kV	BWPP w 6 c błąd utrzymuje się w następnym cyklu
100 nF	-	+2 kV	BWPP() w 8 c utrata synchronizacji w 18 c, zablokowany panel programowania
0 V	100 nF	-2 kV	BWPP() po 1 c zatrzymanie, BŁĄD na PULPICIE, zawieszono programy w panelu i MM16
100 nF	100 nF	-2 kV	BWPP() w 3 c, PULPIT, błąd, PANEL błąd 143, po uruchomieniu w 7 c błąd 143, błędy pozycjonowania bez zmian, po ponownym uruchomieniu w 12 c utrata synchronizacji we wszystkich osiach, PANEL błąd 96
0 V	100 nF	-2 kV	BWPP w 3 c, w 5 c zatrzymanie, PULPIT błąd, programy panelu i szafy zawieszono
		-2 kV	zatrzymanie w 2 c, utrata synchronizacji, sygnalizowana na PULPICIE (na pakietach MA70 brak sygnalizacji)
		-2 kV	w 4 c panel programowania zablokowany w 7 c BWPP

Stwierdzono, że po wprowadzeniu kompletu pakietów MA70 z robota A i przy wymienionym panelu z kompletu pakietów A oraz przy STOP - 0 V i ROBOT SYNCHR - 100 nF w warunkach bez zakłóceń nie uzyskuje się poprawnej pracy robota. Po wystartowaniu wielokrotnie występowały zatrzymywania z sygnalizacją na panelu błędu 90.

Przy komplecie pakietów MA70 z robota A, ale przy wymienionym oprogramowaniu pakietu MA70 dla osi φ z robota B oraz przy STOP - 0 V uzyskano:

+2 kV 0 BWPP (⊗) w 5 c, stop w 10 c, zawieszono programy w panelu programowania.

A.1

Wniosek A6

Badania potwierdziły wniosek A5. o niejednakowości pakietów MA70 oraz duży wpływ ich jakości na poziom zakłócalności robota. Podejmowane próby lokalizacji układu mającego wpływ na poziom zakłócalności nie dały jednoznacznego wyniku. Wykryto, że sygnały STOP, ROBOT SYNCHRONIZACJA na pakiecie MA70 w osi ψ mają swój udział w zmianach poziomu zakłócalności robota. Problem wymaga analizy rozwiązań układowych pakietu.

A10. Zakłócalność ruchów poszczególnych osi przy zakłócaniu przewodu zerowego sieci (metoda SE10). Badanie przeprowadzono przy specjalnych programach umieszczonych na pakietach MA70 kompletu pakietów A. Czas obserwacji powyżej 10 cykli, obserwowano powtarzalność ruchów.

os ψ	± 1 kV	± 2 kV	boz
	± 4 kV		błędy w powtarzaniu, przeskok
os θ	± 2 kV		boz
	± 4 kV		błędy w powtarzaniu po kilku cyklach
	-4 kV		zatrzymanie robota
os α	± 2 kV		boz
	± 4 kV		błędy powtarzania po 10 c
	-4 kV		boz
os t	± 2 kV		boz
	± 4 kV		błędy powtarzania
	-4 kV		błędy powtarzania, zaolokowanie realizacji programu szafy.

A11. Zakłócalność ruchów poszczególnych osi jak w próbie A10 przy zakłócaniu kabla z obwodami rezolwerów (metoda SE10)

os t	± 1 kV		boz w osi t, ale ze zmianą położenia w osi ψ
	± 2 kV		boz
	-2 kV		boz w osi t, ale ze zmianą położenia w osi ψ
	± 4 kV		zmiany położenia w osiach α , θ , ψ
os θ	± 2 kV		boz
	± 2 kV		błędy w powtarzaniu osi θ
	-2 kV		zmiany położenia w osi ψ , boz w osi θ
os ψ	± 1 kV		boz
	± 2 kV		błędy w powtarzaniu w osi ψ .

A12. Przeprowadzono próbę j.w. z kompletem pakietów MA70 z robota B. Stwierdzono, że uzyskane prędkości ruchów poszczególnych osi są mniejsze. Pomiarów zakłócalności nie przeprowadzono.

Wniosek A7

W przypadku kiedy sterowanie poszczególnymi osiami jest realizowane bezpośrednio przez pakiet MA70 (bez wymiany informacji po magistrali kasety) uzyskano wyższe poziomy odporności przy zakłócaniu przewodu zerowego sieci.

Przy zakłócaniu kabla wiodącego sygnały pomiarowe z części manipulacyjnej uzyskano różne objawy zakłóceń przy tym samym poziomie zakłóceń. Zakłóceniu w powtarzaniu trajektorii badanej osi towarzyszyły objawy zakłócenia w osiach niewysterowanych. Przykładowo obserwowano zmiany położenia osi φ przy ruchu w osiach t i \ominus . Przy ruchu osi t zakłócenia w osi φ wystąpiły już przy poziomie 1 kV.

Biorąc pod uwagę wyniki pomiarów przy zakłóceniu przewodu zerowego i kabla do manipulatora można zauważyć niekorzystny wpływ osi t i \ominus na oś φ . Przy zakłócaniu przewodu zerowego sieci występujące zatrzymania mogą być spowodowane zakłócaniem się pakietu MA70 w osi φ .

Należy prześledzić sposób i występujące różnice w prowadzeniu i realizacji obwodów pomiarowych i sterowania do poszczególnych osi. Fakt ten może świadczyć również o wzroście poziomu wewnętrznych zakłóceń przy ruchach w osi t i \ominus , przykładowo w obwodach sterowania silników tych osi.

Próba A12. wykazała, że pakiety MA70 nie są jednakowe.

3.2. Wyniki badań robota B

B1. Zakłócalność robota od strony sieci w stanie pierwotnym
(metoda SN10, czas obserwacji 5 cykli, badania wstępne)

+0,5 kV	RSTO	boz
+1,0 kV	RSTO	boz
-1,0 kV	R	boz
	S	uskok w osi ↗
	F	BWPP (↗), STOP AW, US
	O	BWPP

B2. Zakłócalność robota od strony kabli do manipulatora (metoda SE10, czas obserwacji 5 cykli, badania wstępne)

+0,5 kV	boz
+1,0 kV	uskok w osi t
-1,0 kV	PULPIT błąd, program w szafie zaolokowany

B3. Zakłócalność robota od strony kabla do panelu programowania
(metoda SE10, czas obserwacji 5 cykli, badania wstępne)

+0,5 kV	reset systemu
-0,5 kV	US, trudności w uruchomieniu spowodowane pakietem MM16

Wniosek B1

Robot cechuje się niską odpornością na zakłócenia od strony sieci 0,5 kV, przy wymaganym poziomie 2 kV.

Występujące błędy pozycjonowania i uskoki w osi ↗ wymagają kontroli obwodów i urządzeń związanych z pomiarem położenia tej osi.

Wystąpienie resetu systemu oraz trudności przy uruchomieniu robota wskazują na konieczność poprawy pakietu MM16 w zakresie generacji sygnału reset.

Wymaga kontroli sfosób i realizacja obwodów zasilania wewnątrz szafy, połączeń ochronnych i połączeń wyrównawczych z obudową.

Wyniki oględzin i kontroli

W wyniku kontroli oscyloskopowej sygnałów rezolwera na pakiecie A70 (na złączu pakietu) stwierdzono zwarcie ścieżek w pakiecie A70 osi ↗. Zwarcie to usunięto. Stwierdzono, że obwody zasil-

14

nia sieciowego i zasilających wewnętrznych są prowadzone oddzielnymi wiązkami, obwody sieciowe są ekranowane. W szafie zastosowano listwę uziemiającą, co umożliwia poprawne wykonanie połączeń ochronnych.

Stwierdzono, że występuje połączenie bieguna 0 V 5 z obudową szafy choć nie wykryto odpowiedniego połączenia. Bliższe oględziny potwierdziły fakt występowania zwarcia radiatora prostownika zasilacza silników do blachy modułowej. Ze względu na trudności w usunięciu tego zwarcia nie wykonano wymaganego połączenia zacisku 10 listwy L1 do obudowy.

Brak jest połączenia wyrównawczego bieguna 0 / 24 z obudową szafy. W bloku zasilania sieciowego są odłączone warystory. Typ wlotowych warystorów nie jest zgodny z dokumentacją.

Blok zasilania sieciowego wykonano wg starej dokumentacji.

34. Zakłócalność robota od strony sieci (metoda SN10, czas obserwacji 5 cykli) po następujących zmianach:

- po usunięciu zwarcia w pakiecie MA70 osi α w obwodzie rezolwera
- po odłączeniu sygnałów kontroli zasilających z pakietu MW31.

+1 kV	RSTO	boz
+2 kV	RST	boz
+2 kV	0	BWPP (8), PANEL błąd 90, po uruchomieniu ponownie układ 90
-2 kV	0	BWPP (8) i wartość błędu nie uległa zmianie w następnych 10 cyklach
+2 kV	0	BWPP (7) w 6 c i wartość błędu nie ulega zmianie
+2 kV	0	BWPP (t) (8) w 1 c, BWPP (p) po 4 c, PANEL układ 90
+2 kV	0	PANEL błąd 90 po 10 c
-2 kV	0	boz po 10 c.

Wniosek B2

Wprowadzone zmiany spowodowały podwyższenie poziomu odporności. Występujące błędy i objawy zakłóceń przy zakłócaniu przewodu zerowego sieci są przypadkowe, i nie są bezpośrednim wynikiem oddziaływania zakłóceń.

Istnieją wątpliwości dotyczące jakości pakietów MA70 w zakresie realizacji sprzętowej i oprogramowania. Po odłączeniu sygnałów kontroli z pakietu MW31 nie wystąpiły resety systemu.

B5. Zakłócalność robota od strony sieci (metoda SN10, czas obserwacji 10 cykli) po wymianie kompletu pakietów MA70 na pakiety MA70 uruchomione przez PIAP/OAE.

+1 kV	RSTO	boz
+2 kV	RS	boz
+2 kV	T	US po 5 c, PANEL błąd 96
+2 kV	T	boz, przez 20 cykli
-2 kV	T	PANEL błąd 90 po 2 c, po ponownym uruchomieniu boz przez 12 cykli
+2 kV	O	boz
-2 kV	O	BWPP po 8 c, wartość błędu nie ulega zmianie w następnych 20 cyklach
+4 kV	R	BWPP po 3 c, PANEL błąd 90 po 5 c
	S	BWPP(φ) po 3 c, US po 5 c
	T	BWPP(φ) po 4 c, US po 8 c
	O	zatrzymanie po 1 c, PANEL zablokowany, nie ma sygnalizacji że robot stoi
-4 kV	R	zatrzymanie, PANEL błąd 90 po 3 c
	S	zatrzymanie, PANEL błąd 90 po 1 c BWPP
	T	PANEL błąd 90 po 1 c, po uruchomieniu błąd 143 (brak synchronizacji w osiach α i β)
	O	po 2 c program szafy zablokowany, uruchamia się pamięć kasetowa

B6. Zakłócalność robota od strony sieci (metoda SN10, czas obserwacji 10 cykli) porównie przy pierwotnym komplecie pakietów MA70 po wymianie sterownika osi φ

+2 kV	R	boz
	S	BWPP po 3 c i wartość nie zmienia się w następnych 13 c
	T	BWPP po 9 c i wartość ulega zmianom w następnych cyklach
-2 kV	R	BWPP po 4 c i wartość nie zmienia się w następnych cyklach
	S	PANEL błąd 90 po 1 c, uskok w osi β , programy szafy i panelu zawieszono
	T	PULPIT BŁĄD po 1 c, PANEL zablokowany
-1 kV	T	BWPP(φ) po 1 c i wartość nie ulega zmianie po 15 cyklach
+1 kV	T	boz
+1 kV	O	PANEL błąd 90 po 1 c
-1 kV	O	PANEL błąd 90 po 1 c.

Wniosek B3

Analizując wyniki można stwierdzić, że przy komplecie pakietów MA70 uruchomionym przez PIAP/OAE uzyskuje się wyższą odporność (porównanie wyników B5 i B6). W dalszym ciągu występują przypadkowe błędy pozycjonowania, które nie zmieniają się przy wydłużeniu czasu obserwacji i zakłócania (za wyjątkiem fazy T w B6). Można sformułować ogólny wniosek, że indywidualne cechy pakietów MA70 mają duży wpływ na właściwości całego robota. Nie jest zapewniona wymiennność tych pakietów. Potwierdzono to również w badaniu robota A z kompletem pakietów MA70 z robota B (próba A7 i A12). W próbie A12 wykryto niesprawne przełączniki MP1 na pakietach MA70 w osiach ψ i Θ . Z braku czasu nie przeprowadzono ponownego sprawdzenia robota B z własnym kompletem pakietów po wymianie przełączników.

3.3. Wyniki badań robota C

W badanej szafie obwody zasilania wewnętrznych i sieciowych są poprowadzone wspólnymi trasami i wiązkami. Obwody sieciowe do wentylatorów są poprowadzone w rynnie wspólnie z innymi obwodami sygnałów niskiego poziomu. Zespół sieciowy jest starej konstrukcji. Sprawdzono, że występują odpowiednie połączenia 0 V 5 i 0 V 24 z zaciskiem ochronnym szafy. W szafie jest przyłączony obwód restartu z przyciskiem, którego ^{kabel} zwinęto w pętlę i ułożono na dnie szafy. Do pakietu MW31 są przyłączone obwody kontrolne. Kable do manipulatora są wykonane z par skręconych i są bez ekranów.

C1. Zakłócalność robota od strony sieci (metoda SM10, czas obserwacji 4 cykle), własny komplet pakietów MA70

+2 kV	RST	boz
	0	BWIP (0,1) w 1 c, błąd zmienia się w następnych cyklach
-2 kV	R	BWPP (0,1) w 3 c, błąd nie ulega zmianie
	S	BWPP w 2 c, w 3 c wykasował błąd
	F	BWPP (0,1) po 1 c, błąd nie ulega zmianie
	0	boz
+4 kV	R	BWIP (0) po 2 c, BWPI (0,1) w 4 c błąd zmienia się
	S	BWPI (0,1) w 2 c, błąd zmienia się w następnych cyklach
	F	BWPP (0,1) w 1 c, błąd zmienia się w następnych cyklach
	0	BWPP (0) w 1 c, błąd zmienia się w następnych cyklach, PANEL progr.ster.
-4 kV	R	US, migają lampki na PULPICIE
	S	US, PANEL zablokowany
	F	US, migają lampki na PULPICIE
	0	US

C2. Próba j.w., dodatkowo połączono obwody manipulatora i szafy

+2 kV	RSTU	boz
+4 kV	RST	boz
	0	US w 3 c
-4 kV	R	w drugim cyklu minimalny obwód, który nie uległ zmianie w następnych cyklach
	S	boz
	F	BWPI (0,1), błąd nie ulega zmianie
	0	boz

Wniosek C1

Przy wprowadzeniu wyrównawczego połączenia obudów manipulatora ^{i szafy} uzyskano wymagany poziom odporności robota 2 kV. należy zauważyć, że poziom ten osiągnięto przy niepoprawnym montażu, wspólnych wiązkach obwodów sieciowych i obwodów zasilających wewnątrz szafy.

C3. Zakłócalność robota od strony sieci (metoda SIMO, czas obserwacji 4 cykle), komplet pakietów MA70 dostarczony przez ZAP i uruchomiony przez PIAP/OAE

+2 kV	R	BWPP (φ) w 2 c, BWPP (θ, α) w 3 c
	S	BWPI (α, θ, ν) w 3 c
	T	boz
	O	BWPP (φ) w 2 c, w następnych cyklach błąd w osi (α, θ) nie zmienia się
-2 kV	R	BWPP (φ, θ, α) w 1 c, w następnych cyklach błąd w osi (ν), zatrzymanie programu szafy
	S	BWPP (φ) po 3 c i błąd nie zmienia się w następnych cyklach
	T	BWPP (θ, α) po 1 c, w czwartym cyklu drgania w osi (ν)
	O	BWPP (φ) po 1 c, następnie błędy w osiach (θ, α) i US

C4. Zakłócalność robota jw., ale z wprowadzonymi zmianami dot. stabilizacji pracy oscylatora

+2 kV	R	boz
	S	BWPI (α, θ) w 1 c, błąd nie ulega zmianom w następnych cyklach
	T	BWPP ok. 2 mm w 3 c i nie ulega zmianie w następnych cyklach
	O	US w 1 c
-2 kV	R	BWPP (φ) w 1 c, błąd zmienia się w następnych cyklach (oś φ)
	S	BWPP (φ) w 2 c, błąd nie zmienia się w następnych cyklach
	T	BWPP (φ) w 1 c, błąd zmienia się w następnych cyklach
	O	BWPP (θ, α) w 3 c, US w 4 c (tzw. półstop)

C5. Zakłócalność robota jak w próbie C4, dodatkowo połączono obudowy manipulatora i szafy

+2 kV	AS10	boz
-2 kV	AS1	boz

19

- U US w 3 c (wszystkie osie)
- O US w 3 c (wszystkie osie)

C6. Zakłócalność robota jak w próbie C4 na pakietach wprowadzono kondensatory blokujące rezystory polaryzujące R12 i R14 oraz zasilania elementów 74123

- +2 kV R BWPP(θ, α) w 3 c, błąd zmienia się w następnym cyklu
- S BWPP(φ) w 2 c, błąd nie zmienia się w następnym cyklu
- T BWPP(θ, α) w 1 c, błąd zmienia się w następnym cyklu
- O JS w 1 c, PANEL zakłócona informacja
- 2 kV R BWPP(θ) w 3 c, błąd nie ulega zmianie w następnym cyklu
- S BWPP(θ) w 1 c, błąd zmienia się
- T BWPP(θ, α) w 3 c, błąd nie ulega zmianie
- O US w 1 s, PANEL zakłócona informacja

C7. Zakłócalność robota jak w próbie C6, dodatkowo połączono obudowy manipulatora i szafy

- +2 kV RST boz
- +2 kV O US w 3 c
- 2 kV O US w 3 c

Wniosek C2

Komplet pakietów MA70 dostarczony przez ZAP i uruchomionych w PIAI/OAE jest gorszy, nie zapewnia osiągnięcia wymaganej odporności. Aktualnie produkowane pakiety MA70 nie zapewniają wymienności. Należy przeprowadzić porównanie wykonanych pakietów.

wyniki oględzin

Przy oględzinach zwrócono uwagę na różnice montażowe oraz jakość druku w obu kompletach pakietów MA70.

20

Opis różnicy montażu	k o m p l e t									
	z szafy					ZAP (uruchamiany)				
	Os					Os				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
a) 100 nF na sygnale reset	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
b) stabilizacja oscylatora	-	2c	2c	-	-	2R	2R	2R	2R	2R
c) kondensatory blokujące zasilanie pamięci i 74405	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
d) kondensatory rurkowe w układach 123	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
e) kondensatory na zasilaniu 74123 i rezystorach R12 i R14	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
f) jakość druku po montażu	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
g) kondensatory 2x3,3 nF przy dekodерze	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Oględziny wykazały różnice w wykonaniu pakietów pokazane w zestawieniu.

Różnice b) e) były wprowadzone w trakcie badań na pakietach dostarczonych do uruchomienia. Po analizie pozostałych różnic najważniejsza jest ocena jakości druku. W dostarczonym komplecie druk na pakiecie osi 1 (φ) nie spełnia podstawowych wymagań technologicznych. Stwierdzono jasne narosta (plamy) na wszystkich punktach lutowniczych od strony elementów pokrywające również ścieżki przewodzące między nóżkami elementów.

W pakietach z kompletem stosowanego w szafie występuje większa liczba elementów scalonych z serii o podwyższonych parametrach CA04 i serii 54.

Wniosek C3

Proponuje się przeprowadzenie badań kompletu pakietów ZAP z wymienionym pakietem w osi pierwszej z kompletu pakietów stosowanego w szafie.

Cc. Zakłócalność robota jak w próbie C6 z wymienionym pakietem 1A70 w osi φ (bez połączenia obudów)

+2 xV	R	BWPF (θ, α) po 2c, błąd nie zmienia się w następnycy cyklach
	S	boz, PAREL zakłócony w 1 c
	F	BW i (θ, α) w 2 c i błąd zmienia się
	O	BWPF (θ, α) w 1 c i okład zmienia się

-2 kV	R	US w 1 c
	S	US w 1 c
	F	US w 1 c, reset programu
	O	US w 1 c, reset programu

C9. Zakłócalność robota j.w. z połączonymi obudowami manipulatora i szafy

+2 kV	RSTO	boz
+4 kV	R	boz
	S	boz, PANEL B31 w 2 c
	T	boz, PANEL reset w 3c
	O	US w 4 c, PANEL reset w 2 c
-4 kV	R	boz
	S	boz, PANEL B31, B29, w 3 c
	F	boz, PANEL B31 w 1 c
	O	boz, PANEL B31, B29 w 1 c

Wniosek C4

Po wymianie pakietu w osi Ψ (posiadającego druk i montaż złej jakości) na dobry z kompletu pierwotnego szafy uzyskano zadowalające wyniki. Należy nadmienić, że wyniki te uzyskano przy wspólnych wiązkach ośrodków sieciowych i zasilania wewnętrznych szafy.

Należy przeprowadzić o.dokładną kontrolę jakości druku oraz po montażu elementów należy wykonać operacje związane z czyszczeniem i zabezpieczeniem.

3.4. Dodatkowe spostrzeżenia

1. Stwierdzono, że obserwowane błędy w punkcie pozycjonowania są wielokrotnościami pełnych obrotów rezolwera. Świadczy to, że zakłócany jest proces śledzenia położenia osi. Należy przeprowadzić dokładniejszą analizę możliwości występowania takich przypadków.
2. Dla obu robotów A i B obserwowano pełzanie części manipulacyjnej po utracie synchronizacji. Świadczy to o nieprawidłowej regulacji sterowników mocy.
3. Dla robota A przeprowadzono badanie zakłócalności od strony obwodu zasilania 220 V. Symulator włączono pomiędzy transformator (uzwojenie wtórne) a zasilanymi układami. W czasie zakłócania sprawdzano działanie programów pakietów MA70. Stwierdzono, że nawet przy poziomie zakłóceń 4 kV 5/50 ns program był realizowany bez zatrzymań.
4. Zaobserwowano, że odporność robota maleje po dłuższym czasie pracy i przy wzroście temperatury zewnętrznej.

4. Wnioski i zalecenia

Wynikiem przeprowadzonych badań wykryto:

- luki w dokumentacji konstrukcyjnej posiadanej przez producenta wymagające uzupełnień
- brak powtarzalności montażowej szafy, w tym wykonawstwo niezgodne z posiadaną dokumentacją
- nieprawidłową procedurę urucniania i kontroli podzespołów (pakietów i podzespołów montażowych w szafie).

Na podstawie wyników badań, oględzin i analizy dokumentacji sformułowano wnioski i zalecenia dot. dokumentacji konstrukcyjnej wykonawstwa i montażu, kontroli i urucniania.

4.1. Dokumentacja konstrukcyjna szafy

Dokumentację szafy należy uzupełnić lub poprawić we fragmentach dotyczących:

- 1) sposobu wykonania koniecznych połączeń wyrównawczych pomiędzy listwą uziemiającą (obudową) a biegunem 0 V 5 i 0 V 24 obwodów wewnętrznych zasilania (odpowiednie połączenie zacisku 10L1 z listwą uziemiającą oraz 0 V 24 przy złączu we/wy)

- 2) sposobu wykonania połączeń obwodów zasilających wewnątrz szafy z zachowaniem separacji odległościowej wiązek obwodów sieciowych od pozostałych obwodów. Zaleca się wprowadzić ekran dla obwodów sieciowych do wentylatorów i zasilaczy.
- 3) wprowadzenia listwy uziemiającej zamiast dwóch zacisków ochronnych na dnie szafy.
- 4) sposobu wykonywania dobrej jakości połączeń zerujących (najkrótsze przewody zakończone końcówkami oczkowymi od strony listwy uziemiającej) oraz ciągłości połączeń skręcanych dla lakierowania elementów konstrukcyjnych szafy oraz podzespołów montowanych w szafie.
- 5) sposobu łączenia kabla sieciowego do zespołu sieciowego nowej konstrukcji (z właściwym typem warystorów).
- 6) gniazd sieciowych 220 V, przy gniazdam należy umieścić ostrzeżenie i informację "Maksymalne obciążenie XA; wykorzystywać jedynie do zasilania urządzeń serwisowych".
- 7) zapewnienia współpracy z dwoma typami paneli programowania; ASEA i konstrukcji ERA PIAF. Jeżeli zachodzi potrzeba zapewnienia współpracy z dwoma typami, to należy wprowadzić do dokumentacji odpowiednie opcje koniecznych połączeń.

4.2. Dokumentacje konstrukcyjne pakietów

Pakiet MW31

Po analizie rozwiązań pakietu i przyłączanych do niego obwodów, należy wprowadzić stosowne zmiany dot. sposobu zabezpieczenia niewykorzystywanych obwodów. Z badań robota B wynika, że przyłączenie do górnego złącza MW31 niewykorzystywanych wejść powoduje obniżenie poziomu odporności robota.

Pakiet MM16

Należy wprowadzić stosowne zmiany w układzie generacji sygnału reset aby zapewnić poprawną pracę jednostki centralnej przy włączaniu napięcia sieci. Badania wykryły niepewność działania tego układu przy włączaniu zasilania.

Pakiet MA70

Należy przeprowadzić dokładną analizę rozwiązań układowych pakietu. Przy analizie należy uwzględnić wykryte w badaniach fakty objawów niepoprawnej pracy robota związane z tym pakietem, a mianowicie:

- montaż i
- wykonanie pakietu nie zapewnia wymienności pakietów. Przykładowo wymiana kompletu pakietów z innego rosta zmienia poziom odporności rotota, może też spowodować zmiany w szybkości ruchu osi,
 - wartości błędów obserwowane w punkcie pozycjonowania są wielokrotnością pełnych obrotów rezolwera,
- oraz obserwacje producenta (zleceńdawcy):
- występują częste uszkodzenia elementów 74125,
 - współpraca pakietu w osi φ z pakietami pozostałych osi nie jest pewna.

Po wstępnej analizie układów pakietów przeprowadzonej na podstawie dokumentacji nr 4427-003 proponuje się następujące zmiany:

- a) wprowadzić bramkę separującą w tor sygnału CP. Aktualne rozwiązanie wprowadza obciążenie 3xTTL dla linii magistrali, sygnał z magistrali bezpośrednio wprowadzany jest na wejście zegarowe przerzutnika D9 i wejście bramkujące sygnał zliczany przez licznik położenia.
- b) wprowadzić kondensatory odsprzęgające i blokujące na zasilaczu układów scalonych (74123, 7493, 7474) oraz rezystorach polaryzujących wejścia.
- c) należy przeanalizować poprawność współpracy dołączonych elementów do linii magistrali wewnętrznej DB. W szczególności dotyczy to linii o zwiększonym obciążeniu przez dwa wejścia TTL (DB0, DB2) oraz jedno wejście TTL (DB1, DB3, DB7). należy rozważyć możliwość wprowadzenia rezystorów polaryzujących na linii magistrali oraz skrócenia linii magistrali.

4.3. Dokumentacja aplikacyjna

Należy wprowadzić zalecenie wykonywania połączenia wyrównawczego pomiędzy obudowami części manipulacyjnej i szafy sterowniczej.

4.4. Oprogramowanie

Wprowadzona do oprogramowania procedury sygnalizacji błędów nie są precyzyjne. Należy doskonalić te procedury stopniowo, w miarę gromadzonego doświadczenia.

Proponuje się opracowanie oprogramowania stosowanego przy uruchamianiu szafy z rozszerzoną diagnostyką.

4.5. Montaż i uruchomienie szafy

1. Należy zwrócić uwagę na zapewnienie powtarzalności montażu podzespołów w szafie, dotyczy to tras połączeń, długości i przekrojów przewodów. W badanych egzemplarzach robotów każda szafa była inaczej wykonana i wykazywały niezgodności z dokumentacją.
2. Wykryte zwarcia na płytach drukowanych (w pakietach MA70, płycie rozgałęźnej) świadczą, że nie jest prawidłowo przeprowadzana kontrola międzyoperacyjna. Do szafy są montowane zespoły i są wstawiane pakiety niesprawne. W rezultacie wydłuża się czas wyszukiwania usterek przy uruchamianiu szafy, często usterki są wykrywane dopiero w czasie długoterminowych prób funkcjonalnych całego robota.
3. Proponuje się, aby w czasie uruchamiania szafy zwrócić szczególną uwagę na poprawne wykonywanie następujących czynności kontrolnych:
 - kontrolę izolacji obwodów względem obudowy (zacisku ochronnego) po przerwaniu połączeń 0 V 5 i 0 V 24 omówionych w p. 4.1.1
 - kontrolę jakości połączeń zerujących, w tym kontrolę mechaniczną i elektryczną
 - kontrolę i regulację wartości napięć zasilania.
Należy wybrać punkty kontrolne, względem których powinny być dokonywane regulacje wartości napięć zasilających
 - kontrolę i regulację sterowników mocy poszczególnych osi (aby wyeliminować płynięcie części manipulacyjnej przy utracie synchronizacji)
 - kontrolę sygnałów rezolwera doprowadzonych do pakietu MA70
Kontroli oscyloskopowej powinna podlegać wartość i kształt napięcia na obu symetrycznych wejściach.

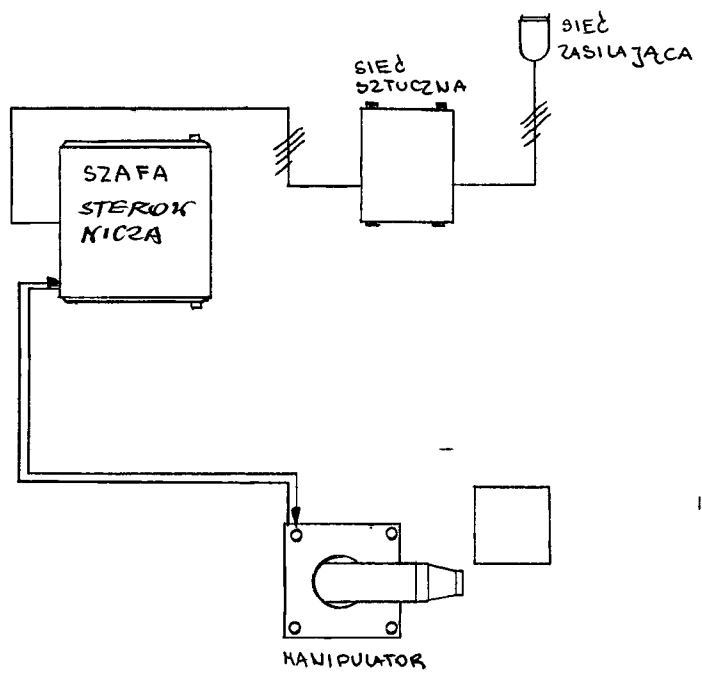
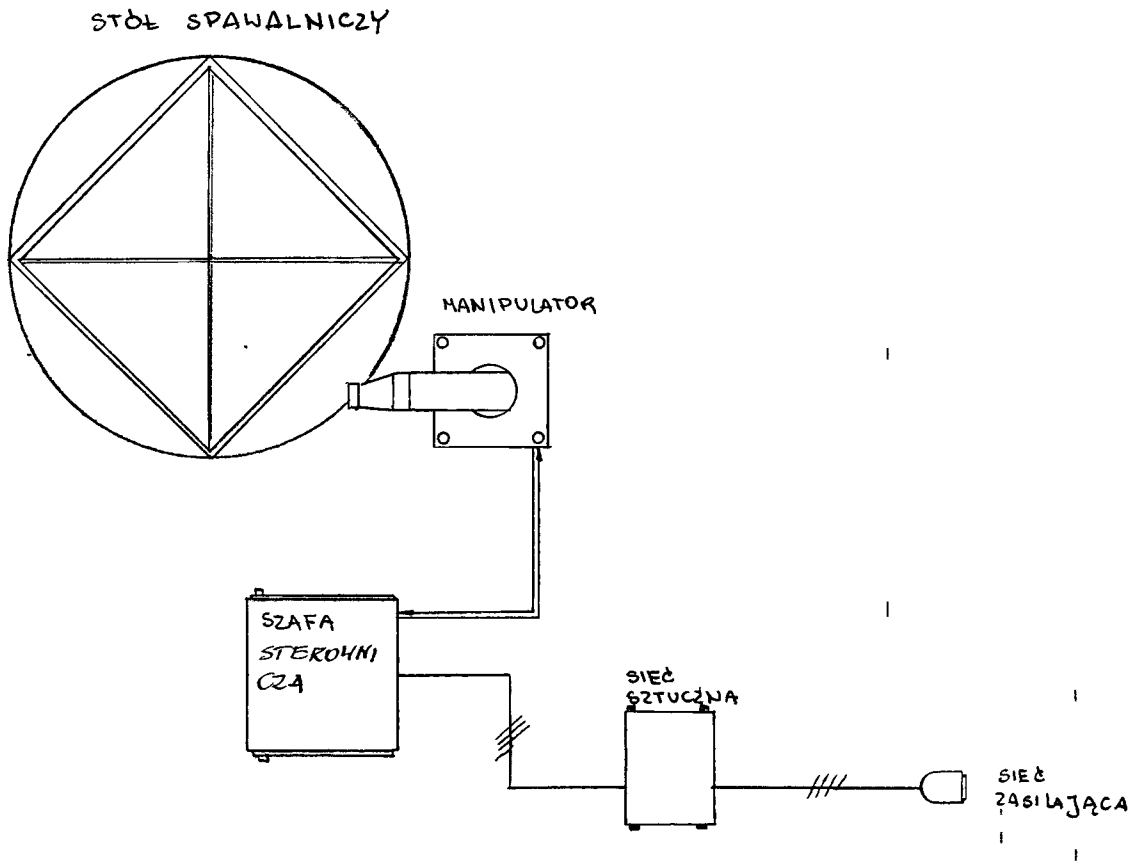
4.6. Część manipulacyjna

Należy wprowadzić kontrolę wykonania manipulatora. kontrola powinna obejmować sprawdzenie:

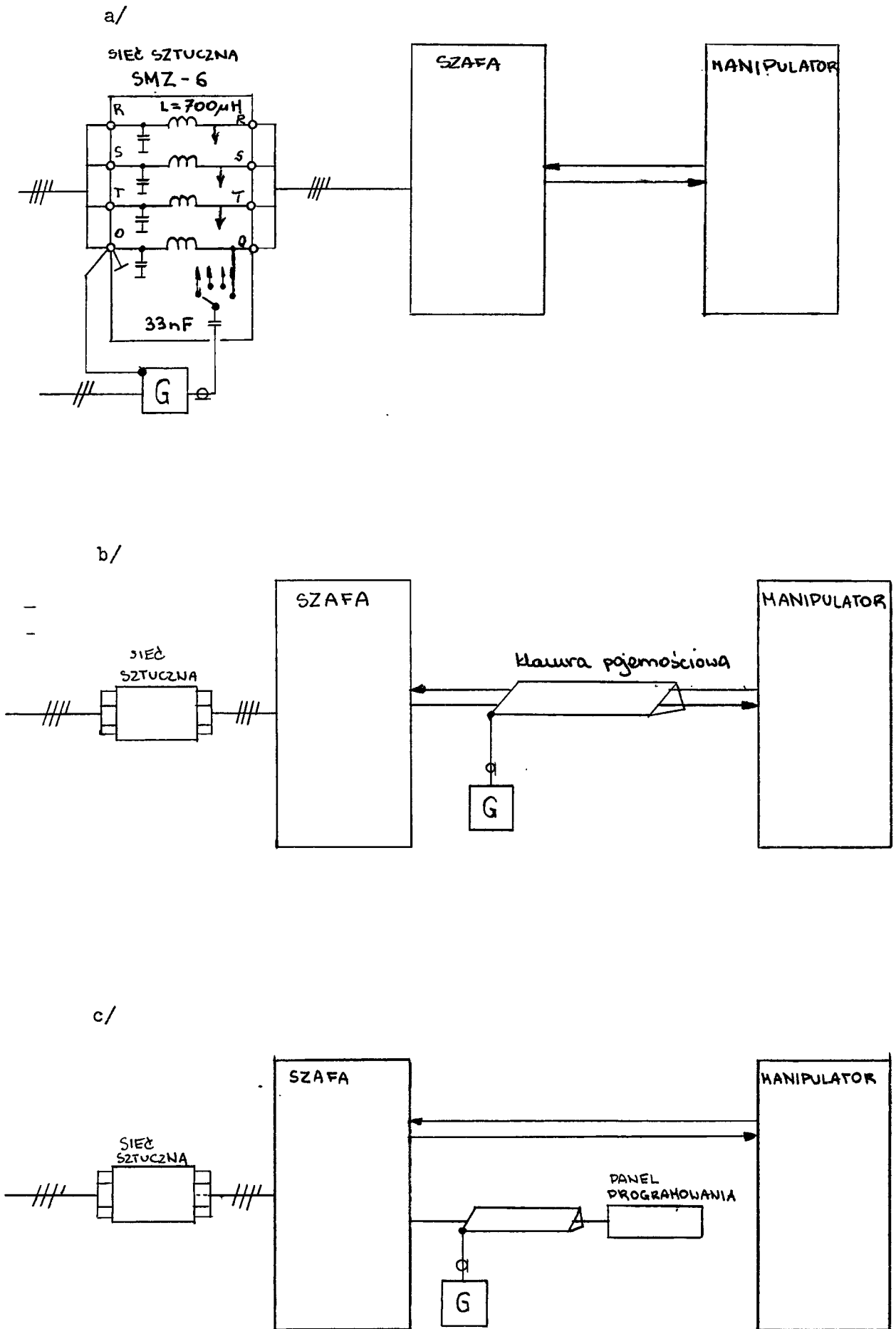
- rezystancji izolacji obwodów względem obudowy i między obwodami manipulatora
- ciągłości przewodu ochronnego przez pomiar rezystancji.

5. Wnioski końcowe

1. Przeprowadzone badania wykazały przydatność metod zakłócenio-
wych do wykrywania błędów montażowych i wydania ogólnej
oceny jakości wykonania robota, wyrażonej poziomem odporności.
W badaniach wykorzystano zakłócenia impulsowe nanosekundowe
5/50 ns oraz metody symulacji zakłóceń zg. z PN-86/E-06600.
2. Proponuje się wprowadzić do WTO sprawdzenie zakłócalności robo-
ta dla impulsów nanosekundowych.
Konieczna aparatura pomiarowa:
 - symulator zakłóceń 1.3G200C + 1.3G225 (SCHLAFFNER) względnie
generator udarowy prod. IKSAII (Wrocław)
 - sieć sztuczna o parametrach zakł.1 PN-86/E-06600 (względnie
adaptacja sieci sztucznej SMZ6 prod. IFCO)
3. W celu podwyższenia niezawodności robotów należy zrealizować
wnioski i zalecenia przedstawione w p. 4.



Rys.1. Usytuowanie urządzeń przy badaniu robotów A i B.



Rys.2. Podstawowe układy pomiarowe zakłócalności
 a/ od strony sieci, b/ kabla manipulator - szafa, c/ kabla do panelu programowania.