0744 A

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Centralna Stacja Prób + Laboratorium Kompatybilności Elektromagnetycznej

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż.inż. Cz.Godzisz, K.Majdan,
tech.tech. H.Michniewicz, J.Antczak, T.Jagóra

Konsultant

Nr zlecenia	S1285	Interfejs magistrali szeregowej typu BITBUS do sterowników F-PLC. et.1 Badania pełne.
	S1259	Analogowe sprzężenie sterownika F-PLC z obiektem. et.1 Badania pełne.

Zleceniodawca KBN

Pracę rozpoczęto dnia
Kierow. KEM
mgr inż. Cz.Godzisz

zakończono dnia
Kierownik OBN
mgr inż. K.Majdan

Praca zawiera:		**Rozdzielnik - ilość egz:**
stron	12	**Egz. 1** BOINTE
rysunków	1	**Egz. 2** OAP
fotografii	—	**Egz. 3** OBN
tabel	2	**Egz. 4** OAP
tablic	—	**Egz. 5**
załączników		**Egz. 6**

Nr rejestr. 6218

Analiza deskryptorowa

STEROWNIKI MIKROPROCESOROWE + SIECI LOKALNE

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie z badań pełnych (w tym KEM) modułów:
-sprzężenia analogowego ANALOG I/O
- interfejsu magistrali szeregowej BITBUS
sterownika urządzeń technologicznych F-PLC.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Interfejs magistrali szeregowej typ BITBUS do sterowników F-PLC. - nr rej. 6813 / 1991 r.
2. Analogowe sprzężenie sterowników F PLC z obiektem. - nr rej. 6812 / 1991 r. (ze zmianami 03.92 r.).

UKD

PIAP 41/88 10000

2

1. Wstęp

1.1. Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań pełnych były moduły sterownika urządzeń technologicznych F-PLC.:
- moduł sprzężenia analogowego - ANALOG 1/O
- moduł (MB) interfejsu magistrali szeregowej BITBUS

W ramach badań pełnych wykonano badania środowiskowe /technoklimatyczne/ oraz badania KEM.

Obwody obiektowe i transmisyjne w/w modułów zostały odpowiednio połączone z urządzeniami zewnętrznymi:
- komputerem PC wyposażonym w kartę BITBUS
- źródłami napięć i prądów typu ADZ

oraz z wewnętrznym modułem jednostki centralnej z zapewnieniem właściwych warunków zasilania, wysterowania i przekazu sygnałów.

Badane moduły poddano próbom i sprawdzeniom wg ZN-90 (projekt).

W badaniach stosowano testy funkcjonalne badanych modułów zainstalowane odpowiednio:
- w pamięci sterownika dla modułu ANALOG 1/O
- w komputerze PC dla modułu BITBUS.

W ocenie wyników prób i sprawdzeń zastosowano ogólne kryteria wg ZN i norm związanych oraz kryteria wyników testowania podane w Instrukcji Uruchamiania i Testowania Sterownika.

1.2. Podstawa badań

1.2.1. Modułowy Sterownik Urządzeń Technologicznych - ZN-90- (proj.)

1.2.2. Instrukcja Uruchamiania i Testowania Sterownika

1.3. Aparatura do badań środowiskowych

- komora klimatyczna FEUTRON 3001
- megaomomierz induktorowy IMI-1
- próbnik przebicia TP5S
- autotransformator sieciowy
- 2 źródła sygnałów typu ADZ
- woltomierz, amperomierz cyfrowy.

1.4. Aparatura do badań KEM

- komora ekranowa EK1
- symulator NSG625 (Schaffner)
  symulator zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/50 ns metodą SN10 wg zał.1 PN-86/E-06600
- klamra pojemnościowa (PIAP) do symulacji zakłóceń metodą SE-10 wg zał.1 PN
- symulator zakłóceń sieciowych SZS-2 (PIAP) do symulacji krótkotrwałych zaników napięcia sieci metodą SS70 wg zał.7 PN
- symulator wyładowań elektryczności statycznej SED-2, do symulacji bezpośrednich wyładowań ESD metodą SE80 wg zał.8 PN
- filtr sieciowy typ FP250/4 (Miflex)
- wyposażenie dodatkowe i pomocnicze (klocki dystansowe, podkładki dystansowe, płaszczyzna ziemi odniesienia, itd).

2. Wyniki badań środowiskowych (technoklimatycznych)

2.1. Sprawdzenie wymagań konstrukcyjnych

Dokonano oględzin badanych modułów stwierdzając spełnienie wymagań p. 2.2.2, 2.2.3 i 2.2.5 ZN.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.2. Sprawdzenie poboru mocy czynnej

Zmierzona wartość poboru prądu z sieci zasilającej dla badanej konfiguracji sterownika wynosiła 187 mA.

2.3. Sprawdzenie odporności na zmiany napięcia zasilania

Stwierdzono poprawne działanie badanych modułów w warunkach zasilania sieciowego o napięciu obniżonym do 187 V oraz podwyższonym do 242 V.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.4. Sprawdzenie odporności na zimno

Wykonano próbę Ab wg PN-84/E-04601 Odporność na zimno w czasie 2 h pracy sterownika w stabilnych warunkach temp. $+5^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$ stwierdzając

poprawne wyniki testowania badanych modułów podczas narażenia.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.5. Sprawdzenie wytrzymałości na zimno

Wykonano próbę Ab wg PN-84/E-04601 wytrzymałości na przebywanie sterownika w czasie 8 h w stabilnych warunkach temp. -25°C ±3°C.
Po narażeniu i stabilizacji w warunkach otoczenia wykonano testy funkcjonalne badanych modułów - stwierdzając ich poprawną pracę.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.6. Sprawdzenie odporności na suche gorąco

Wykonano próbę Bb wg PN-84/E-04602 odporności na suche gorąco w czasie 2 h pracy sterownika w stabilnych warunkach temp.+40°±2°C.
Stwierdzono poprawne wyniki testowania badanych modułów podczas narażenia.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.7. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco

Wykonano próbę Bb wg PN-84/E-04602 wytrzymałości na przebywanie sterownika w stabilnych warunkach temp. +55°C ±2°C w czasie 8 h.
Po próbie i stabilizacji w normalnych warunkach otoczenia wykonano testy funkcjonalne stwierdzając poprawną pracę badanych modułów.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.8. Sprawdzenie odporności na wilgotne gorąco stałe

Wykonano próbę Ca wg PN-84/E-04603 odporności na wilgotne gorąco stałe podczas pracy sterownika w czasie 96 h w stabilnych warunkach klimatycznych: temp. +40°C ±2°C , wilgotność wzgl. 93 %.
W czasie próby oraz po stabilizacji w warunkach normalnych otoczenia stwierdzono poprawne działanie badanych modułów - jako rezultat bezbłędnie wykonanych testów funkcjonalnych.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.9. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe

Wykonano próbę Ca wg PN-84/E-04603 wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe w czasie 96 h przebywania sterownika w stabilnych warunkach klimatycznych: temp. +50°C ±2°C, wilgotność wzgl. 93 %.
Po narażeniu j.w. dokonano stabilizacji w normalnych warunkach otoczenia, włączono zasilanie i wykonano testy funkcjonalne stwierdzając poprawne działanie badanych modułów.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.10. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Stwierdzono wartość rezystancji izolacji obwodu zasilania sieciowego względem ziemi ochronnej oraz obudowy sterownika przy napięciu induktorowym 500 V - powyżej 20 Mom.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.11. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Wykonano próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji przykładając w obwodach - jak w p. 2.10 - napięcie 1500 V DC w czasie 1 min.
Nie stwierdzono przebicia ani przeskoku iskry.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.12. Sprawdzenie poprawności działania

Przed próbami narażeniowymi i po wykonaniu prób opisanych w pkt 2.3 - 2.11 sterownik poddano eksploatacji ciągłej w czasie 8 h jego pracy pod działaniem testów funkcjonalnych - stwierdzając poprawne (bezbłędne) działanie badanych modułów.
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.13. W uzgodnieniu z gł.wykonawcami zleceń badań odporności i wytrzymałości na drgania mechaniczne odpowiednio:
- odporności na wibracje - wg wymagań pkt 2.3.4 ZN
- wytrzymałości na wibracje - wg wymagań pkt 3.2 ZN
- wytrzymałości na udary - wg wymagań pkt 3.3 ZN

nie wykonywano.

3. Wyniki badań KEM

Sprawdzenia modułów dot. wymagań KEM przeprowadzono na stanowisku laboratoryjnym w EK1 w układach pomiarowych pokazanych na rys.1.
Czas obserwacji objawów zakłóceń i narażania zakłóceniami wynosił
- dla modułu MB ok.1 min, co odpowiada ok. 3658 poprawnym sesjom. Dla krótkotrwałych zaników co najmniej 10 zaników w zadanym czasie trwania zaniku symulowanego co 10 s,
- dla modułu analogowego odpowiadał pełnemu cyklowi testowania TOR2 i TOR3 lub TORØ I TOR1.

Za kryterium zakłócalności przyjęto:
- poprawną realizację programu testowego
- brak błędów dodatkowych pochodzących od narażeń,
- występowanie poprawnych stanów sygnalizacji na modułach i komunikatów do operatora
- brak objawów uszkodzeń.

Badania przeprowadzono oddzielnie dla każdego modułu, przy połączeniu bieguna zasilacza (-24 V) do pzo, oraz z wprowadzonym w obwód zasilania sieciowego zasilacza 24 V filtrem sieciowym.
Ze względu na obawę uszkodzenia komputera badania przeprowadzono przy poziomach zakłóceń, przy których wystąpiły pierwsze objawy zakłóceń.

3.1. Sprawdzenie odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe

Sprawdzenie wykonano pomiarami zakłócalności
- dla obwodu sieciowego metodą SN10
- dla obwodów interfejsowych metodą SE10

Wyniki sprawdzeń przedstawiono w tabl.1 dla modułu MB i w tabl.2 dla modułu analogowego.
Na podstawie pomiarów stwierdzono następujące poziomy odporności:

<u>Dla modułu MB</u>

- dla obwodu sieciowego	- bez filtru sieciowego	0,5 kV (<1 kV)
	- z filtrem sieciowym	2,0 kV (>2 kV)
- dla kabla transmisji	- bez filtru sieciowego	0,25 kV (~0,4 kV)
	- z filtrem sieciowym	0,25 kV (~0,4 kV)

<u>Dla modułu we/wy analogowych</u>

- dla obwodu sieciowego	- bez filtru sieciowego	1,0 kV (<2 kV)
	- z filtrem sieciowym	2,0 kV (>2 kV)
- dla wejść analogowych		1,0 kV (~0,9 kV)
- dla wyjść analogowych		0,5 kV (~0,6 kV)

Tabl.1

Zakłócalność modułu MB (BITBUS) dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych

zakłócalny obwód amplituda impulsu w /kV/	rodzaj wykr. błędów BPZ	BPO	BRZ	BRO	liczba błędnych sesji(BS)	uwagi
±0,5 LNZ	-	-	-	-	-	bez filtru sieciowego
+1,0 L	14	13	7	1	4	
N	5	8	3	3	4	
Z	3	9	213	215	216	
	lub zerwanie komunikacji					
-1,0 L	12	70	6	2	2	
N	8	13	5	2	3	
Z	4	14	4	4	4	
kabel interf.						
±0,2	-	-	-	-	-	
+ 0,4	8	1	-	2	1	
-0,4	2	5	1	2	2	
+0,42	zerwanie komunikacji					
-0,5	zerwanie komunikacji					
±0,5 LNZ	-	-	-	-	-	z filtrem w obwodzie sieciowym (FP250/4)
±1,0	-	-	-	1(z)	-	
±2,0	-	-	-	-	-	
kabel interf.						
±0,2	-	-	-	-	-	
±0,4	2	3(+)	-	1	1(-)	
±0,44	zerwanie komunikacji					
-0,58	zerwanie komunikacji					

BPZ błąd potwierdzenia przy zapisie

BPO -"- przy odczycie

BRZ błąd ramki przy zapisie

BRO -"- odczycie

BS liczba błędnych sesji (wykrycie niezgodności informacji zapisanej i odczytanej)

W czasie 1 min obserwacji wykonywane są średnio co 3658 sesji w rozumieniu programu testowego.

Objaw "zerwanie komunikacji" polegał na ciągłym ponawianym komunikacie o wykrytych błędach, wznowienie komunikacji wymagało wył/zał obwodu sieciowego MB.

Tabl.2

Zakłócalność modułu we/wy analogowych dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych

zakłócany obwód amplituda impul. kV	wykryty błąd pomiaru w bitach maksymalny				uwagi
	we (TORØ) 0...10V	we (TOR1) 0...20mA	wy - we (TOR2) 0...20mA	wy - we (TOR3) 0...10V	
±0,5 LNZ	-	-	-	-	bez filtru sieciowego
±1,0 LNZ	-				
+2,0 L	-	-	-	1	
N	-	-			
Z	-	-	>255	>255	
-2,0 L	-	-	-	-	
N	-	-	-	1	
Z	1	-	>255	>255	
±0,5 LNZ	—	—	—	—	z filtrem sieciowym typ FP250/4
±1,0	—	—	—	—	
±2,0	—	—	—	—	
kabel we/wy (TOR2 i TOR3)					bez filtru sieciowego (z filtrem sieciowym nie zaobserw. poprawy)
+0,5			1	1	
-0,5			-	-	
+1,0			-	-	
-1,0			>255	>255	
-0,7			>255	>255	
-0,6			-	-	
wszystkie kable we/wy jednocz.					
+0,5	1	2			
-0,5	1	1			
+1,0	1	>255			
-1,0	-	>255			
+0,9	1	1			
-0,9	1	1			

Wynik sprawdzeń negatywny.
Wymagany poziom odporności dla obwodu sieciowego 2 kV moduły osiągają przy zastosowaniu filtru sieciowego w obwodzie zasilania sieciowego zasilacza 24 V. Filtr przeciwzakłóceniowy sieciowy i dodatkowe elementy przeciwzakłóceniowe były stosowane w zestawach FPLC badanych poprzednio.
Dla modułu MB (BITBUS) nie osiągnięto wymaganego poziomu odporności 0,5 kV. Ostateczna ocena konstrukcji modułu będzie możliwa po sprawdzeniu pełnej transmisji informacji pomiędzy magistralami komputera i ISB modułu. Zalecenia w tej sprawie podano we wnioskach z badań KEM. Aktualnie proponuje się obniżyć wymagany poziom odporności do 0,25 kV.
Dla wejść modułu analogowego osiągnięto wymagany poziom odporności przy uwzględnieniu dopuszczalnej tolerancji sygnału zakłócającego. Podwyższenie poziomu odporności wejść jest możliwe przez zastosowanie kabli z parami skręcanymi lub/i ekranem, względnie wprowadzenie dodatkowych elementów przeciwzakłóceniowych w module (p.wnioski z badań KEM).
Dla wyjść modułu analogowego w aktualnej konstrukcji nie osiągnięto wymaganego poziomu odporności 1 kV. Proponuje się obniżyć wymagany poziom odporności do 0,5 kV i zalecić stosowanie kabli ekranowanych. Problematykę podwyższenia odporności wyjść analogowych omówiono we wnioskach z badań KEM.

3.2. Sprawdzenie odporności na krótkotrwałe zaniki napięcia zasilania sieciowego

Sprawdzenie wykonano metodą symulacji SS70. Przy zanikach o czasie trwania zaniku w (ms) symulowanych co 10 s obserwowano:

moduł analogowy

1...110 ms	bez objawów zakłóceń
110...180 ms	chwilowe przygaszenie LED POWER, realizacja programu poprawna, bez dodatkowych błędów
180...200 ms	j.w., dodatkowo przygaszanie LED Unom
powyżej 200 ms	przerwanie działania programu testowego, wygaszenie LED RUN, wznowienie programu testowego wymaga wył/ /zał obwodu sieciowego (wykonania resetu)

1

moduł MB

1...170 ms	bez objawów zakłóceń programu testowego, poprawna wymiana informacji MB - komputer
170...200 ms	wystąpienie błędnych sesji (błędy we wszystkich wykrywanych przypadkach)
powyżej 200 ms	zerwanie poprawnej komunikacji MB - komputer, ciągłe komunikaty o błędach, wznowienie poprawnej pracy wymaga wył/zał obwodu sieciowego MB

Wynik sprawdzenia pozytywny.

3.3. Sprawdzenie odporności na wyładowania elektryczności statycznej

Sprawdzenie wykonano przy inicjacji bezpośrednich wyładowań na obudowy modułów, metoda symulacji SE80, częstość wyładowań 1 s.
Wstępnymi pomiarami stwierdzono miejsca wyładowań ESD o najniższej odporności, są to płyty czołowe modułów w dolnej części, a mianowicie:

- dla modułu MB w pobliżu wkrętów mocujących płytę czołową
- dla modułu analogowego okolice przełączników funkcyjnych RS232/ISB oraz RUN/STOP

Następnie dokonano pomiarów dla serii 10 wyładowań w zadane miejsca pomiarowe o najniższej odporności.

Poziom ESD	Objawy
2 kV	bez objawów zakłóceń
4 kV	-"-
5 do 6 kV	wystąpiły błędy pomiarowe i zatrzymanie realizacji testu modułu analogowego, występowały błędne sesje i zerwania komunikacji MB - komputer, zaobserwowano powierzchniowe wyładowania między częściami obudowy

Wynik sprawdzenia pozytywny.

Proponuje się zwrócić uwagę konstruktorów na fakt występowania powierzchniowych wyładowań pomiędzy częściami obudowy (płytą czołową i wkrętami) świadczących o złej jakości połączeń pomiędzy częściami obudowy modułów.

3.4. Nie wykonano sprawdzeń:

- odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii 1,2/50 µs wg ZN p.2.3.13 z powodu obawy uszkodzenia modułów i komputera. Badane moduły były zasilane bezpośrednio z typowego zasilacza bez żadnych środków ochrony przepięciowej w obwodzie sieciowym. W typowym zestawie sterownika FPLC występują środki ochrony w obwodzie sieciowym.
- odporności na zakłócenia ciągłe sinusoidalne o częstotliwości sieciowej wg ZN p. 2.3.14 i
- odporności na pola magnetyczne impulsowe wg ZN p. 2.3.11 ze względu na pozytywny wynik sprawdzenia wg p. 2.3.9 ZN i dotychczasowego doświadczenia, że te typy badań nie są krytyczne dla konstrukcji modułów.

3.5. Wnioski i zalecenia z badań KEM

1. Dostarczony do badań zestaw sterownika FPLC, zawierający moduły BITBUS i we/wy analogowych cechował się:
   - brakiem środków ochrony przeciwzakłóceniowej w obwodzie sieciowym.
     W dotychczas badanych zestawach sterownika stosowano filtr sieciowy przeciwzakłóceniowy typ FP250/4 oraz warystory absorbujące energię impulsów zakłócających.
   - brakiem dostępnego zacisku ochronnego umożliwiającego poprawne wykonanie połączeń obudów modułów. W dostarczonym zestawie połączenia obudów z lakierowaną płytą bazową zapewniono jedynie przez dwa wkręty modujące, co nie zapewnia dobraj jakości połączeń.
   - montażem elementów obudów nie zapewniającym poprawnej dobrej jakości połączenia między skręcanymi częściami obudów.

   Złe jakościowo połączenia mechaniczne części obudów i brak możliwości poprawnego wykonania połączeń ochronnych obudów modułów spowodowały obniżenie odporności na wyładowania ESD w stosunku do wcześniej badanych zestawów i wystąpienie powierzchniowych wyładowań.

   W związku z powyższym zaleca się:
   - obowiązkowe stosowanie środków ochrony przeciwzakłóceniowych w obwodzie zasilania sieciowego zestawów, zg. z wcześniejszymi ustaleniami,

- zwrócić szczególną uwagę na poprawny montaż mechaniczny obudów modułów oraz wprowadzić technologiczne środki przy obróbce powierzchniowej elementów obudów zapewniające dobrą jakość połączeń elektrycznych pomiędzy częściami składowymi obudów
- konstrukcja służąca do mocowania modułów powinna być wyposażona w listwę z zaciskami ochronnymi umożliwiającymi poprawne wykonanie wszystkich połączeń ochronnych (obudów, biegunów -24 V zasilaczy, ekranów kabli itp.)
- do badań KEM powinny być dostarczane zestawy, w których część podstawowa zestawu (zasilacz, konstrukcja nośna) powinna być ta sama dla wszystkich badanych modułów. Zapewnia to powtarzalność i porównywalność wyników badań KEM dla różnych modułów.

2. Program testowy wykorzystywany do badań Modułu BITBUS nie obejmował obsługi wymiany informacji pomiędzy magistralą ISB modułu i procesorem komunikacyjnym BITBUS. Również konstrukcja testu zapewniająca w czasie rzeczywistym wyświetlanie informacji o wykrytych błędach, wygodna przy występowaniu pojedynczych błędów, nie jest przydatna przy badaniach z narażeniami zakłócającymi o dużej częstości występowania (serii impulsów nanosekundowych)była przyczyną występowania objawú nazwanego "zerwanie komunikacji" gdyż program zajęty jest generowaniem kolejnych komunikatów dla operatora.
   Fakt wykorzystania typowego pakietu komputera PC jako urządzenia współpracującego uniemożliwił pełne sprawdzenie MB przy założonych ostrościach z powodu obawy uszkodzenia komputera nie przystosowanego do warunków przemysłowych. Badania prowadzono przy poziomach, dla których wystąpiły pierwsze objawy zakłóceń.
   Zaleca się aby do ostatecznej oceny konstrukcji MB przyszłe badania wykonać:
   - przy zmienionym programie testowym obejmującym obsługę współpracy pomiędzy magistralami ISB i komputera bez fragmentu testu generującego na bieżąco komunikaty dla operatora o wykrytych błędach. Wykryte błędy powinny być zliczane i wydawane na żądanie operatora. W teście powinny być jednoznacznie sformułowane kryteria oceny wykrytych błędów
   - przy współpracy dwóch modułów MB co umożliwi sprawdzenia przy ostrościach narażeń występujących w warunkach przemysłowych
   - przy współpracy z pakietem BITBUS komputera PC dla sprawdzenia kompatybilności funkcjonalnej rozwiązań MB i oprogramowania z typowym standardowym interfejsem

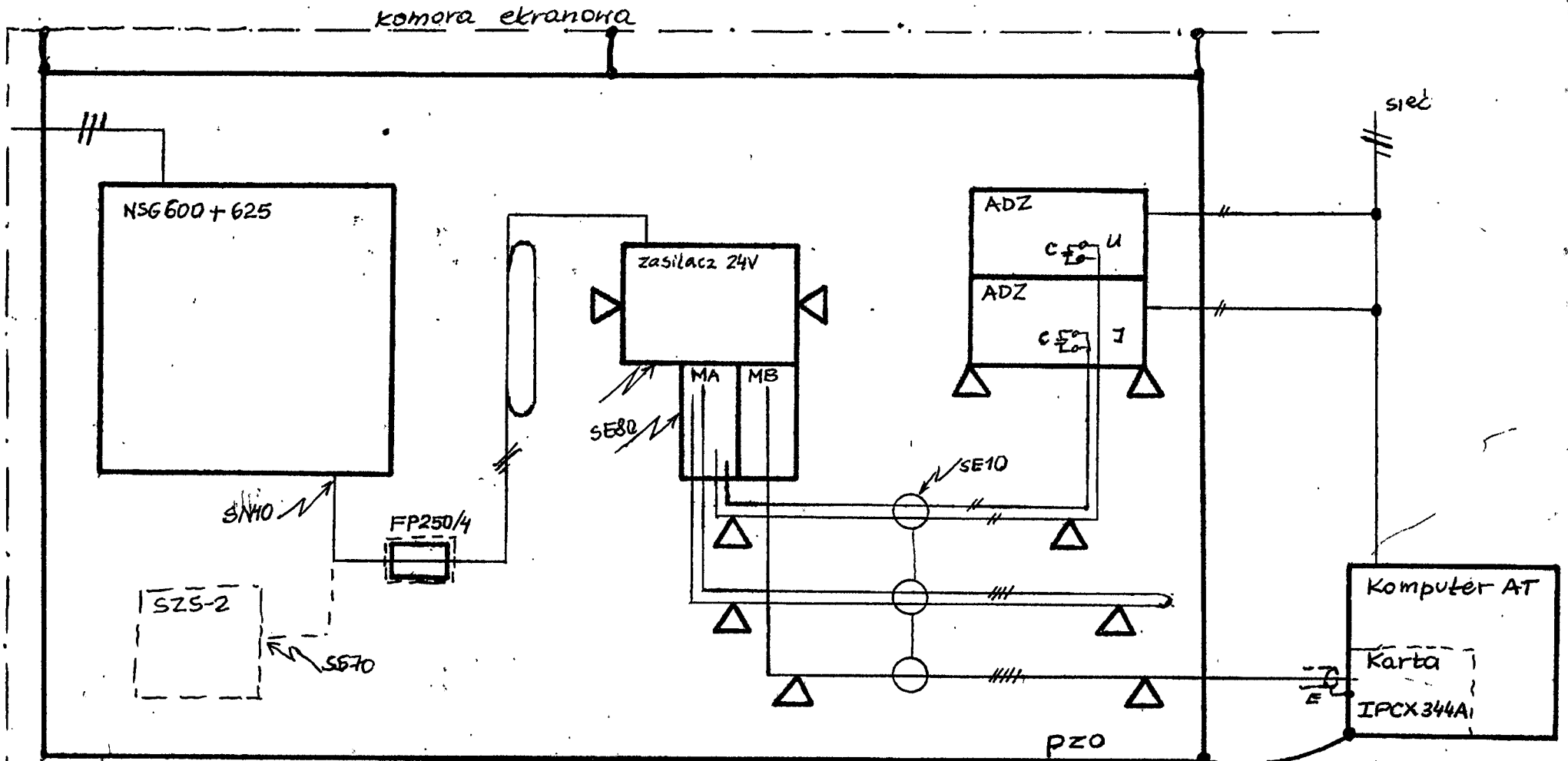
- do czasu wykonania w/w badań obniżyć wymagany poziom odporności interfejsu BITBUS do 0,25 kV

3. Przeprowadzone badania potwierdziły kompatybilność interfejsu BITBUS modułu FPLC ze standardowym urządzeniem handlowym produkcji zachodniej. Dotychczas opracowane w PIAP urządzenia do BITBUS nie były sprawdzane na współpracę z takim standardowym urządzeniem.

4. Problematyka odporności wyjść i wejść modułu analogowego wymaga analiz układowych poprawnego wykonania wprowadzonych zmian układowych i ewentualnego wprowadzenia do modułu dodatkowych środków przeciwzakłóceniowych. Przy stosowaniu modułu z aktualnym rozwiązaniem badanym zaleca się:
   - wprowadzić zalecenie dla użytkownika stosowania kabli ekranowanych dla wejść i wyjść modułu lub zewnętrznych środków przeciwzakłóceniowych
   - obniżyć wymagany poziom odporności dla wyjść do poziomu 0,5 kV
   - zalecić wprowadzenie do oprogramowania użytkowego fragmentów programów obróbki cyfrowej sygnałów mierzonych.

   Należy przypuszczać, że poprawne wykonanie wprowadzonych zmian w module zapewni podwyższenie poziomu odporności we/wy modułu.

5. Wnioski końcowe
   1) badane moduły sterownika FPLC interfejsu BITBUS (dok.nr rej. 6813) i wejść i wyjść analogowych (dok.nr rej. 6812 ze zmianami 03.92) przeszły badania z wynikiem pozytywnym pod warunkiem obniżenia wymaganego poziomu odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe dla obwodu interfejsowego BITBUS do poziomu 0,25 kV i dla wyjść analogowych w module I/O Analog do poziomu 0,5 kV oraz zastosowaniem co najmniej filtru przeciwzakłóceniowego w obwodzie sieciowym zasilacza 24 V zestawu
   2) przy weryfikacji dokumentacji modułów po badaniach należy uwzględnić wnioski i zalecenia z badań KEM
   3) stwierdzono, że moduł interfejsu BITBUS współpracuje ze standardowym urządzeniem handlowym produkcji zachodniej. Ostateczna ocena konstrukcji modułu będzie możliwa po uwzględnieniu wniosków i zaleceń po badaniach KEM
   4) w przyszłych badaniach urządzeń z interfejsem BITBUS należy przeprowadzić badania umożliwiające określenie wymagań na kabel i sposób połączeń interfejsu, zapewniające najwyższe poziomy odporności.



kondensator blokujący ADZ C = 1μF + 33nF

PZO – płaszczyzna ziemi odniesienia 1m × 1,8m

długości kabli:

TOR0 i TOR1 do ADZ $l = 2\,m$

pętla TOR2 i TOR3 $l = 2{,}5\,m$

interfejsu BITBUS $l = 5\,m$

Rys. 1. Rozmieszczenie urządzeń na stanowisku badań KEM