

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

BE 10

Grupa Problemowa d/s Kompatybilności Elektromagnetycznej

442
Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż.inż. Cz.Godzisz, M.Nawrot,
tech. B.Drażus. *J. Nawrot*

Konsultant mgr inż.inż. R.Michlik, R.Patro./ZAP/

Nr zlecenia 5381

Protokół z badań zakłócalności
elektromagnetycznej zestawu sterowa-
nia PIM-20.

Zleceniodawca Zakład Produkcji Doświadczalnej Automatyki Elektry-
cznej i Hydraulicznej ZAP, ul.Krotoszyńska 35
Ostrów Wlkp.

Pracę rozpoczęto dnia 86.07.01

Kierownik Gr.Probl.

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

zakończono dnia 86.09.30

Kierownik OBN

Cz.Godzisz
mgr inż. Cz.Godzisz

St.Budzyński
dr inż. St.Budzyński

J.Waniecki
dr inż. J.Waniecki

Praca zawiera:

stron 16

rysunków 6

fotografii

tabel

tablic

załączników

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 ZPD ZAP

Egz. 3 OBN

Egz. 4 ZPD ZAP

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 5646

UWAGA: NIE UDOSTĘPNIAC DO WGLĄDU

Analiza deskryptorowa

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA: UKŁADY STEROWANIA, ZESTAW STEROWANIA PIM-20, KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA + BADANIA ZAKŁÓCALNOŚCI.

Analiza dokumentacyjna

Protokoł z badań zakłócalności elektromagnetycznej zestawu sterowania PIM-20.

Zakres badań obejmował sprawdzenie odporności na zakłócenia sieciowe impulsowe nanosekundowe /pojedyncze impulsy/i serie impulsów/, impulsowe dużej energii, krótkotrwałe zaniki napięcia sieci, zakłócenia obwodu interfejsowego, wyładowania elektryczności statycznej. Protokoł zawiera wyniki z badań i wnioski dot. poprawy odporności.

Badania wykonano stosując metody wg PN-86/E-06600 /projekt/.

Tytuły poprzednich sprawozdań Dokumenty normalizacyjne

- [1] PN-86/E-06600 /projekt/ Automatyka i pomiary przemysłowe. Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń. Ogólne wymagania i badania.

S P I S T R E Ś C I

	str.
1. Charakterystyka badanych urządzeń	1
2. Sposób przeprowadzenia badań	1
2.1. Wykorzystywane programy testowe i kryteria zakłócalności urządzeń	
2.2. Zakres i sposób przeprowadzenia badań	
3. Wyniki badań	3
4. Analiza wyników badań	8
5. Obserwacje i wnioski	9
Rysunki	12

1. Charakterystyka badanych urządzeń

Badany zestaw PIM-20 składa się z dwóch szaf:

- szafy nadrzędnej dyspozytorni typ SND-C6181 nr fabr. 084/96-SND

- szafy typu LD nr fabr. 082/86-LD

i monitora kolorowego typ TWMC-563.

Każda z szaf jest zasilana z sieci prądu przemiennego 220 V, 50 Hz.

Szafy są zasilane niezależnymi przewodami sieciowymi o długości ok.

3,5 m każdy. Nadmiar kabla sieciowego został zwinięty w pętlę o

średnicy ok. 40 cm i położony luźno na podłodze.

Szafy wykonane są jako urządzenia w I klasie ochronności.

Szafa SND posiada dodatkowe uziemienie w postaci przewodu GND o przekroju ok. 6 mm² przyłączonego bezpośrednio do skrzynki rozdzielczej.

Przed przystąpieniem do badań z testem współpracy /TWS/ uziemienie szafy LD dołączono do punktu uziemienia /GND/ szafy nadrzędnej.

W docelowej konfiguracji zestawu szafa nadrzędna współpracuje z 3 szafami /typu LD, SD1, SD2/ poprzez interfejsy szeregowy.

2. Sposób przeprowadzenia badań

2.1. Wykorzystywane programy testowe i kryteria zakłócalności urządzeń

W badaniach zakłócalności zestawu zostały wykorzystane programy testowe:

TP - test przerwania

PMO - test odczytu informacji z zadanego obszaru pamięci

PMZ - test zapisu informacji w zadanym obszarze pamięci

TMK - test monitora kolorowego

W-1800 /kroczące FF/ - test poprawności zapisu i odczytu informacji w zadanym obszarze pamięci. Polega na zapisie informacji FF w jednej z komórek pamięci, sprawdzeniu występowania informacji 00 w pozostałych komórkach zadanego obszaru pamięci i w przypadku pozytywnego wyniku przejściu do zapisu informacji FF w kolejnej komórce, i sprawdzeniu wyzerowania pozostałych

TWA - test wejść analogowych. Polega na odczycie wielkości analogowej zadanej na wejściu

TWS - test współpracy między szafami SND i LD. Polega na sterowanym przez procesory szaf przesyłaniu informacji pomiędzy pakietami pamięci wspólnej PK szaf wraz ze zwrotnym przesyłem potwierdzenia odbioru.

Wszystkie programy testowe umieszczono w pamięciach typu EPROM w pakiecie jednostki centralnej.

Jako kryterium zakłócalności zestawu przyjęto:

- błędne wykonywanie programu testowego w tym zasygnalizowanie błędu w transmisji /przy teście TWS/
- niekontrolowane przerwanie wykonywania programu testowego
- sygnalizacja utraty co najmniej jednego z napięć zasilających - układowych
- zamiana informacji zapisanej lub błędny odczyt co najmniej jednej z komórek pamięci
- zakłócenia obrazu kontrolnego monitora kolorowego polegające na niekontrolowanej zmianie, usunięciu lub dopisaniu dowolnego znaku /dla testu TMK/.

2.2. Zakres i sposób przeprowadzania badań

Zakres badań obejmował badania zakłócalności szaf zestawu PIM-20 dla obwodu sieciowego, obwodu wejść-wyjść, obwodu interfejsowego międzyszafowego oraz obudów szaf.

Badania przeprowadzono wykorzystując metody zalecane w projekcie PN/E [1] dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych pojedynczych oraz serii /szczotki/ impulsów, impulsowych dużej energii, dynamicznych zmian napięcia zasilania oraz wyładowań elektryczności statycznej.

W tabelicy 2.2.1 podano zestawienie urządzeń pomiarowych i urządzeń pomocniczych stosowanych w badaniach, oznaczenie metod symulacji oraz podano numery rysunków przedstawiających układy do symulacji zakłóceń.

Tablica 2.2.1

Obwód zakłócany	Symulator zakłóceń	Urządzenie pomocnicze		Oznaczenie metody wg PN-86/E-06600	Nr rys. układu symulacji	Parametry sygnału
		sprzęgające	oddzielające			
sieciowy	NSG-222	10 nF	NSG-200C	SN1	2	5/100 ns
	NSG-225	2x10 nF	NSG-200C	SN10	3	5/50 ns
	GZI-50	1 μ F	2,5 mH	SS30, SN30	4	0,2/50 μ s
	SZS-2	-	-	SS70	5	Un/0
interfejsowy i wejściowy	NSG-222	klamra pojemnościowa przewód testowy 2zw/m	-	SE1	1b/	5/100 ns
	NSG-225		-	SE10	1b/	5/50 ns
	GZI-50		-	SM30	1b/	0,2/50 μ s
obudowa szafy SND	SED-2	-	-	SE-80	6	

Ponieważ zalecany przez PN/E generator serii impulsów 5/50 ns wytwarza impulsy o poziomach odpowiednio 0,5 kV, 1 kV, 2 kV i 4 kV w celu dokładnego określenia poziomu odporności użyto dodatkowo generator impulsów pojedynczych 5/100 ns, który posiada regulację amplitudy co 100 - 150 V w zakresie do 1300 V.

Ponieważ od strony obwodu sieciowego wykonanie poszczególnych szaf jest identyczne, badania odporności na zakłócenia przeprowadzono /z wyjątkiem badania odporności na zaniki napięcia sieci zasilającej/ jedynie dla szafy SND. Dla testu współpracy TWS zakłócano od strony sieci obie szafy jednocześnie.

W każdym z przypadków punktami pomiarowymi były wtyczki kabli sieciowych szaf.

Od strony obwodu we/wy badano odporność na zakłócenia przez zakłócenie kabla dołączonego do odpowiedniego wejścia lub wyjścia. Urządzenie sprzęgające stanowiła klamra pojemnościowa dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych lub przewód testowy w przypadku zakłóceń impulsowych dużej energii.

Od strony obwodu interfejsowego badano odporność na zakłócenia przez zakłócanie kabla interfejsowego międzyszafowego. Urządzenia sprzęgające tak jak w zakłóceniach od strony obwodu we-wy.

Procedura badania zakłócalności polegała na zakłócaniu szafy lub szaf i na obserwacji efektów zakłócania wg ustalonego kryterium.

W celu określenia poziomu zakłócalności badania przeprowadzono od najniższych poziomów zakłóceń generowanych przez symulatory i generatory, stopniowo zwiększając poziom aż do wystąpienia efektów zakłóceń. Czas narażania zakłóceniami impulsowymi wynosił każdorazowo ok. 1 min co odpowiada wygenerowaniu:

dla zakłóceń typu pojedynczego - ok. 750 impulsów

dla zakłóceń typu seria impulsów - ok. 200 serii impulsów

Ogólne usytuowanie urządzeń na stanowisku przedstawiono na rys.1.

3. Wyniki badań

Wyniki badań zakłócalności szaf zestawu PIM-20

3.1. Zakłócalność szafy SND od strony obwodu sieciowego:

a/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/100 ns pojedynczych /metoda SN1/:

Test	Typ pamięci	Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
TP	-	± 1300 V	nie zaobserwowano
PMO	PP220	± 1300 V	"-
	PP210	± 1300 V	"-
	PK200	± 1300 V	"-
TMK	-	± 1300 V	nie zaobserwowano
W1800	PP210	± 1300 V	"-
	PK200	± 1300 V	"-
TWS	-	± 1300 V	"-

b/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/50 ns seria impulsów /metoda SN10/

Test	Typ pamięci	Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
TP	-	± 4 kV	nie zaobserwowano
PMO	PP220	± 4 kV	"-
TMK		± 4 kV	"- /patrz p.3.7/
W-1800	PP210	± 4 kV -4 kV	"- poprawna realizacja testu zaświecenie diody sygnali- zującej zanik napięcia -5 V na PS41
	PK200	± 4 kV -4 kV	nie zaobserwowano przerwanie realizacji testu przejście do stanu pracy niekontrolowanej
TWS		± 2 kV	przekłamanie a następnie przerwanie transmisji

c/ dla zakłóceń impulsowych dużej energii 0,2 /50 μ s /metody SS30, SN30/

Test	Typ pamięci /połączenie/	Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
TP	-	± 1000 V	nie zaobserwowano
PMO	PP220	± 1000 V	"-
TMK		± 1000 V	"- /patrz p.3.7/
W-1800	PP210	± 1000 V	"-
	PK200	± 1000 V	"-
	metoda SS30 połączenie	L1-N ± 1000 V L1-PE $+700$ V -800 V	"- przerwanie transmisji "-
	metoda SN30	N-PE $+750$ V -850 V	sygnalizacja zaniku napię- cia $+5$ V w szafie ID i przerwanie transmisji przerwanie transmisji

d/ dla krótkotrwałych zaników napięcia sieci Un/0 /metoda SS70/

dla szafy SND

Czas trwania zaniku	Objawy zakłócenia
poniżej 7 ms	nie zaobserwowano
powyżej 7 ms	sygnalizacja wystąpienia zaniku napięcia zasilającego /na pakiecie PS-41/
powyżej 53 ms	sygnalizacja zaniku napięcia +5 V, +12 V, -5 V, +5 VB
powyżej 108 ms	sygnalizacja zaniku napięcia, ale w wyniku zbyt długiego czasu trwania zaniku nie ma podtrzymania i dioda sygnalizująca zanik napięcia zasilającego - przestaje świecić /na pakiecie PS-41/

dla szafy LD

poniżej 7 ms	nie zaobserwowano
powyżej 7 ms	zadziałanie sygnalizacji wystąpienia zaniku napięcia zasilającego
powyżej 67 ms	sygnalizacja zaniku napięcia +5 V, +12 V, -5 V, +5 VB
od 67 ms do 77 ms	nie załącza napięcia +5 V mimo powrotu napięcia
powyżej 78 ms	sygnalizacja zaniku napięć i załączanie po powrocie napięcia przemiennego
powyżej 117 ms	objawy jak w szafie SND dla 108 ms

3.2. Zakłócalność szafy SND od strony obwodu wejść cyfrowych /listwa X22/ i wejść analogowych /listwa X14/

a/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/100 ns pojedynczych /metoda SE1/

Test	Wejście	Poziom zakłóceń	Objawy zakłócenia
TP	X22	± 1300 V	nie zaobserwowano
TWA	X14	± 1300 V	"-

b/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/50 ns - seria impulsów /metoda SE10/

Test	Wejście	Poziom zakłóceń	Objawy zakłócenia
TP	X22	± 2 kV	poprawna realizacja testu ale sygnalizacja zaniku nap.zasil.sieciodwego /pakiet PS41/
TWA	X14	± 2 kV	przekłamanie komutatora, komutator zgłasza zajętość

c/ dla zakłóceń impulsowych dużej energii 0,2/50 μ s /metoda SM30/

Test	Wejście	Poziom zakłóceń	Objawy zakłócenia
TP	X22	± 1000 V	nie zaobserwowano

3.3. Zakłócalność zestawu szaf SND-LD od strony obwodu interfejsowego międzyszafowego

a/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/100 ns pojedynczych /metoda SE1/

Test	Pamięć	Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
W1800	PK-200 szafy SND	+560 V	zakłócenie PK-200, zapisanie w co drugiej komórce wartości 39
		-800 V	"-
	PP-210	+800 V	poprawna realizacja testu, sygnalizacja występowania transmisji między PK szaf
		-800 V	"-
PMZ	PK-200 szafy SND	+630 V	przerwanie realizacji testu, przejście do pracy niekontrolowanej
		-800 V	"-
TWS		+320 V	występowanie zakłócenia przekazu sygnalizowanego przez LT1, LT2, przerwanie realizacji programu
		-320 V	realizacja programu, ale występowanie zakłóceń przekazu sygnalizowanego w szafie LD przez LT1, a szafie SND przez LT2
		+470 V	przerwanie transmisji
		-500 V	"-

b/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/50 ns - seria impulsów /metoda SE10/

Test	Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
TWS	±500 V	przerwanie transmisji

c/ dla zakłóceń impulsowych dużej energii 0,2/50 μ s /metoda SM30/

Test	Pamięć	Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
W1800	PK-200	±1000 V	nie zaobserwowano
TWS		±1000 V	"-

3.4. Zakłócalność szafy SND i LD dla wyładowań elektryczności statycznej na obudowę szaf względem ich podstawy /metoda SE80/

Test	Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
TWS	+2 kV /zakres minim/	zakłócenia przekazu, a następnie przerwanie transmisji

3.5. Dodatkowo wykonano badanie zakłócalności monitora kolorowego przy teście TMK. Zakłócalność wynosi:

a/ od strony ^{sieci/}zasilającej dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych pojedynczych 5/100 ns

Poziom zakłócenia	Objawy zakłócenia
± 1300 V	nie zaobserwowano - patrz p.3.7

b/ od strony kabla interfejsowego do monitora kolorowego dla zakłóceń impulsowych:

	Poziom za- kłócenia	Objawy zakłócenia
- nanosekundowych pojedynczych 5/100 ns	± 1300 V	nie zaobserwowano patrz p.3.7
- dużej energii 0,2/50 μ s	± 1000 V	"-

3.6. W trakcie uruchamiania zestawu wykorzystuje się monitor, który jest podłączony do zestawu przez interfejs szeregowy. Ponieważ na obiekcie zestaw będzie pracować bez monitora uruchomieniowego w badaniach zakłócalności po zainicjowaniu testu kabel interfejsowy do monitora był odłączany. Odłączanie interfejsu zapewniło także uzyskiwanie jednoznacznych i powtarzalnych wyników badań.

Wszystkie wyniki badań zawarte w p.3 zostały podane dla układu z odłączonym kablem interfejsowym do monitora.

Zaobserwowano, że przyłączenie interfejsu w większości przypadków wpływało na obniżenie poziomu odporności zestawu na zakłócenia /np. w badaniu zakłócalności szafy od strony obwodu sieciowego dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych - seria impulsów przy teście PMO dla PP220 poziom zakłócalności dla konfiguracji z odłączonym interfejsem wynosi powyżej ± 4 kV /patrz p.3.1.b/, przyłączenie interfejsu obniża poziom zakłócalności do wartości -1 kV i $+2$ kV/.

3.7. Podczas zakłóceń szafy SND a także bezpośrednio monitora kolorowego od strony obwodu sieciowego dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych przy teście monitora kolorowego TMK na ekranie monitora dały się zauważyć liczne białe kreseczki pojawiające się w takt generacji zakłóceń. Intensywność występowania tych zakłóceń rosła w miarę wzrostu poziomu zakłóceń. Przy wyższych poziomach zakłóceń /ok. 4kV/ zaobserwowano występowanie zrywania synchronizacji pionowej. Wszystkie w/w efekty zakłóceń poza nieznacznym zmniejszeniem czytelności informacji nie kwalifikowały się do zaliczenia ich jako efektów zakłóceń w myśl kryterium z p.2.1.

4. Analiza wyników badań

4.1. Na podstawie wyników pomiarów p.3 oraz kryterium z p.2.1 poziomy odporności szaf SND i LD zestawu PIM-20 wynoszą:

1. W obwodzie sieciowym szafy SND

- a/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych pojedynczych powyżej 1300 V 5/100 ns metoda SN1
- b/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych - seria impulsów w przedziale 1 kV a 2 kV 5/500 ns metoda SN10
- c/ dla zakłóceń impulsowych dużej energii powyżej 1000 V 0,2/50 μ s metoda SS30
600 V 0,2/50 μ s metoda SN30
- d/ dla krótkotrwałych zaników napięcia sieci 52 ms Un/0 metodą SS70

2. W obwodzie we-wy

- a/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych pojedynczych powyżej 1300 V 5/100 ns metoda SE1
- b/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych - seria impulsów w przedziale 1 kV a 2 kV metoda SE10
- c/ dla zakłóceń impulsowych dużej energii powyżej 1000 V 0,2/50 μ s metoda SM30

3. W obwodzie interfejsowym międzyszafowym

- a/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych pojedynczych 240 V 5/100 ns metoda SE1
- b/ dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych - seria impulsów poniżej 500 V 50 ns/15 ms/300 ms metoda SE10
- c/ dla zakłóceń impulsowych dużej energii powyżej 1000 V 0,2/50 μ s metoda SM30

4. Dla wyładowań elektryczności statycznej poniżej 2 kV metoda SE80

4.2. Zalecane poziomy odporności urządzeń przeznaczonych do automatyzacji i sterowania procesami produkcyjnymi, instalowanych w typowych pomieszczeniach przemysłowych gdzie nie zastosowano ochrony przeciwzakłóceńowej wg projektu PN/E [1] dla wykonania urządzenia W2 o podwyższonej odporności wynoszą:

11

- w obwodzie sieciowym:
 - a/ zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 na 2 kV /pojedyncze i seria impulsów/
 - b/ zakłócenia impulsowe dużej energii 1,2/50 μ s 2 kV
 - c/ krótkotrwałe zaniki napięcia sieci Un/0 20 ms
- w obwodzie interfejsowym i obwodzie we-wy
 - a/ zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns pojedyncze 1 kV i seria impulsów
 - b/ zakłócenia impulsowe dużej energii 1,2/50 μ s 1kV

Dla obudowy urządzenia wyładowania elektryczności statycznej 4 kV.

4.3. Przyjmując kryteria zakłócalności układu jak w p.2.1 w wyniku porównania zalecanych przez FN/E [1] i pomierzonych poziomów odporności można stwierdzić, że szafy SND i ID zestawu PIM-20:

od strony obwodu sieciowego

- nie spełniają wymagań na zakłócenia impulsowe nanosekundowe
- nie spełniają wymagań na zakłócenia impulsowe dużej energii
- spełniają wymagania na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci

od strony obwodu we/wy

- spełniają wymagania na zakłócenia impulsowe nanosekundowe
- spełniają wymagania na zakłócenia impulsowe dużej energii

od strony obwodu interfejsowego międzyszafowego

- nie spełniają wymagań na zakłócenia impulsowe nanosekundowe
- spełniają wymagania na zakłócenia impulsowe dużej energii

oraz nie spełniają wymagań na wyładowania elektryczności statycznej.

5. Obserwacje i wnioski

5.1. Kilkakrotnie w trakcie badań, na skutek zakłóceń impulsowych, występowała sygnalizacja zaniku napięcia sieciowego lub poszczególnych napięć układowych na pakiecie PS-41 /patrz p.3.1.b/.

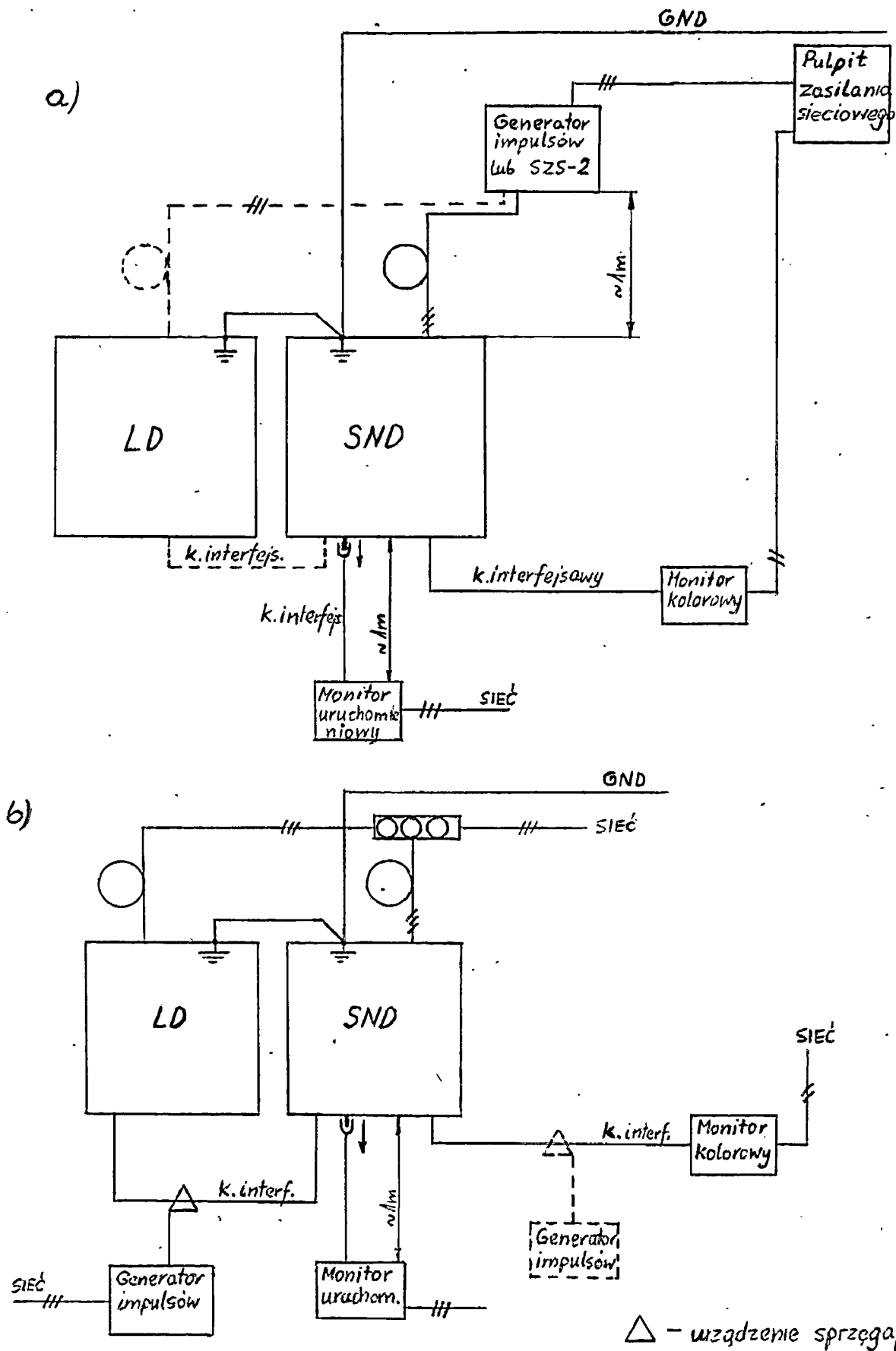
Można przypuszczać, że był to tylko błąd funkcjonowania sygnalizacji a nie rzeczywisty zanik, o czym świadczy dalsze poprawne wykonywanie programu testowego.

5.2. Podczas badania odporności szaf na zaniki napięcia zasilającego odkryto występowanie przy zanikach w granicach 67-73 ms "martwych pól" zasilacza. Objaw zakłócenia polegał na wyłączeniu zasilacza i braku załączenia napięć układowych mimo powrotu napięcia przemienne.

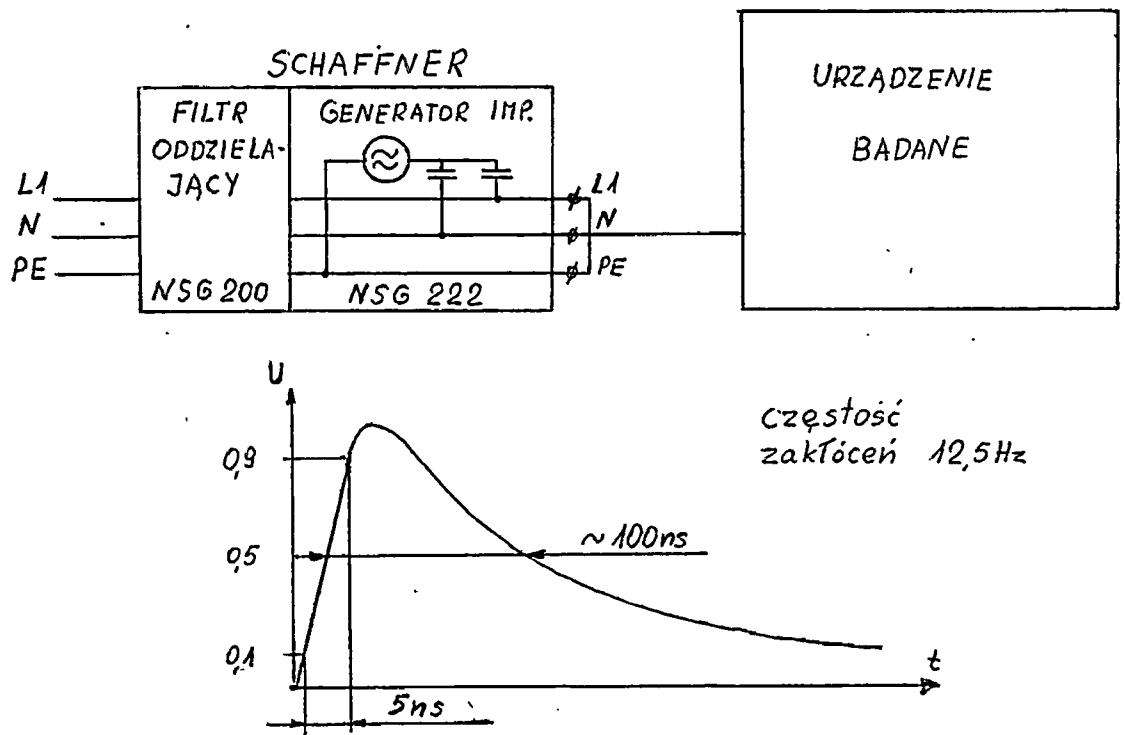
- 5.3. Najniższa odporność od strony obwodu wejściowego analogowego jest określona przez zakłócanie się komutatora PE-04, który zgłasza zajętość /patrz p.3.2.b/.
- 5.4. Dla obwodu sieciowego można zaobserwować niższą odporność dla impulsów o polaryzacji ujemnej, natomiast dla obwodu interfejsowego międzyszafowego dla impulsów o polaryzacji dodatniej.
- 5.5. Najniższe poziomy odporności zarówno przy zakłóceniach od strony obwodu sieciowego jak i interfejsowego występują podczas współpracy szaf SND i LD /dla testu TWS/. Można stwierdzić, że o poziomie odporności szaf zestawu PIM-20 od strony w/w obwodów decyduje odporność szaf przy teście TWS. Niski poziom odporności szaf przy teście TWS jest powodem nie spełniania wymagań odpornościowych szaf zestawu PIM-20 od strony obwodu sieciowego /patrz p.3.1/.
- 5.6. Ogólnie należy stwierdzić, że pojedyncze szafy zestawu PIM-20 charakteryzują się dobrą odpornością na zakłócenia. Odporność na zakłócenia znacznie maleje w przypadku współpracy dwóch szaf zestawu.
- 5.7. W celu podwyższenia poziomu odporności zestawu na zakłócenia elektromagnetyczne proponuje się:
- przeanalizować układy panelu kontroli napięć PS-41 pod kątem zakłócalności, poprawić odporność przez odsprężenie za pomocą kondensatorów napięć wykorzystywanych w panelu lub ewentualnie sygnałów tworzonych
 - przeanalizować pod kątem zakłócalności panel komutatora oraz przewodowanie sygnałowe i sieciowe w jego pobliżu
 - skrócić kabel interfejsowy międzyszafowy i uporządkować jego trasę głównie w stosunku do kabli zasilania sieciowego oraz wprowadzić ekranowanie kabla interfejsowego
 - w przypadku pojawiania się efektów zakłóceń należy zastosować środki przeciwzakłóceniewe zewnętrzne w obwodzie sieci zasilającej zestaw. Przykładowo stosować warystory usytuowane na zewnątrz zestawu w skrzynce przyłącza sieciowego. Aktualnie można stosować warystory tlenkowe serii LA lub RA produkowane przez PELELECTRIC, wytwórcę prywatnego mgr inż. Wojciecha Pytla. "Wytwarzanie Elementów Elektrotechnicznych i Elektronicznych" 54-409 Wrocław ul. Hiszpańska 21.
- Zastosowanie warystorów powinno zapewnić podwyższenie odporności impulsowej zarówno dla impulsów nanosekundowych jak i dla impulsów dużej energii

- zwrócić uwagę na prowadzenie przewodów zasilania sieciowego szaf zestawu i zapewnić maksymalną separację odległościową od innych kabli sieciowych, a szczególnie od kabli interfejsowych międzyszafowych.

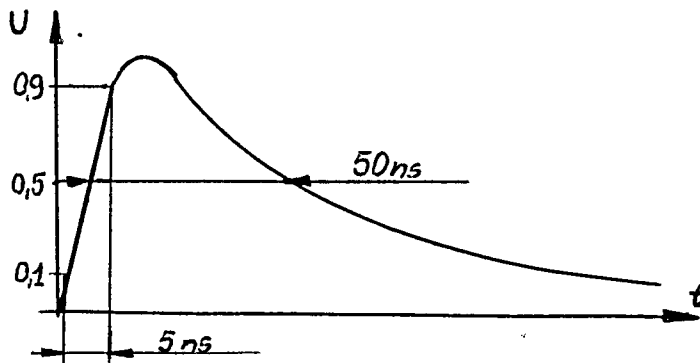
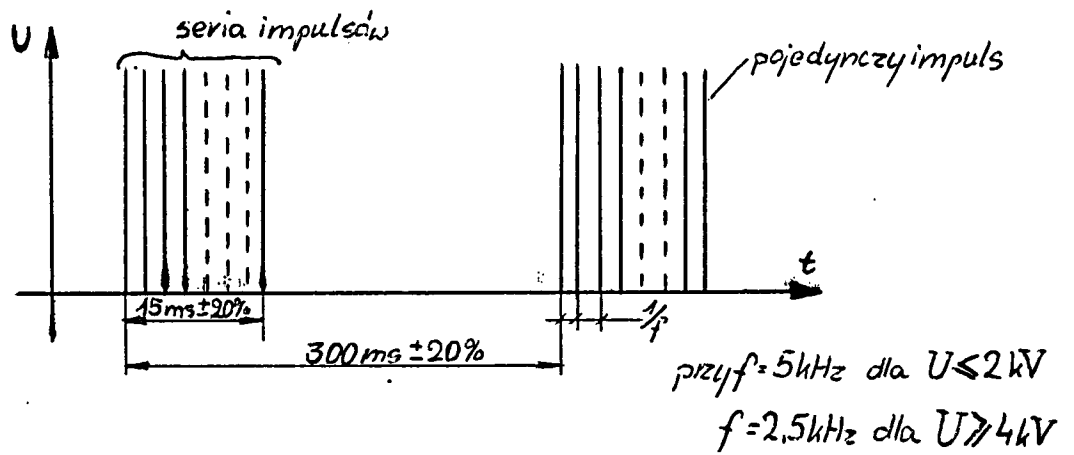
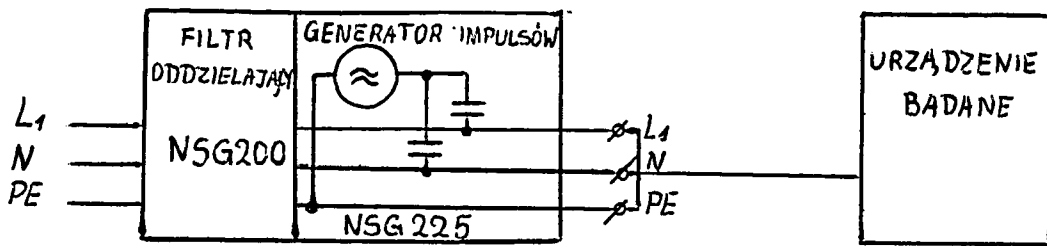
- 5.8. Na skutek braku pełnego oprogramowania oraz niedokończenia montażu pozostałych dwóch szaf niemożliwe było zbadanie zakłócalności zestawu PIM-20 w całości /tzn. dla zestawu 4 szaf jednocześnie/. Na podstawie dotychczasowych wyników pomiarów przewiduje się, że w wyniku przestrzennego rozszerzania się zestawu może nastąpić dalsze obniżenie poziomu odporności szczególnie na zakłócenia impulsowe nanosekundowe. W związku z tym należy opracować test współpracy lub wykorzystać test użytkowy sprawdzający funkcjonowanie całego zestawu PIM-20 i dla tego testu przeprowadzić badania uzupełniające niezbędne do uzyskania pełnej oceny odporności zestawu PIM-20 na zakłócenia.



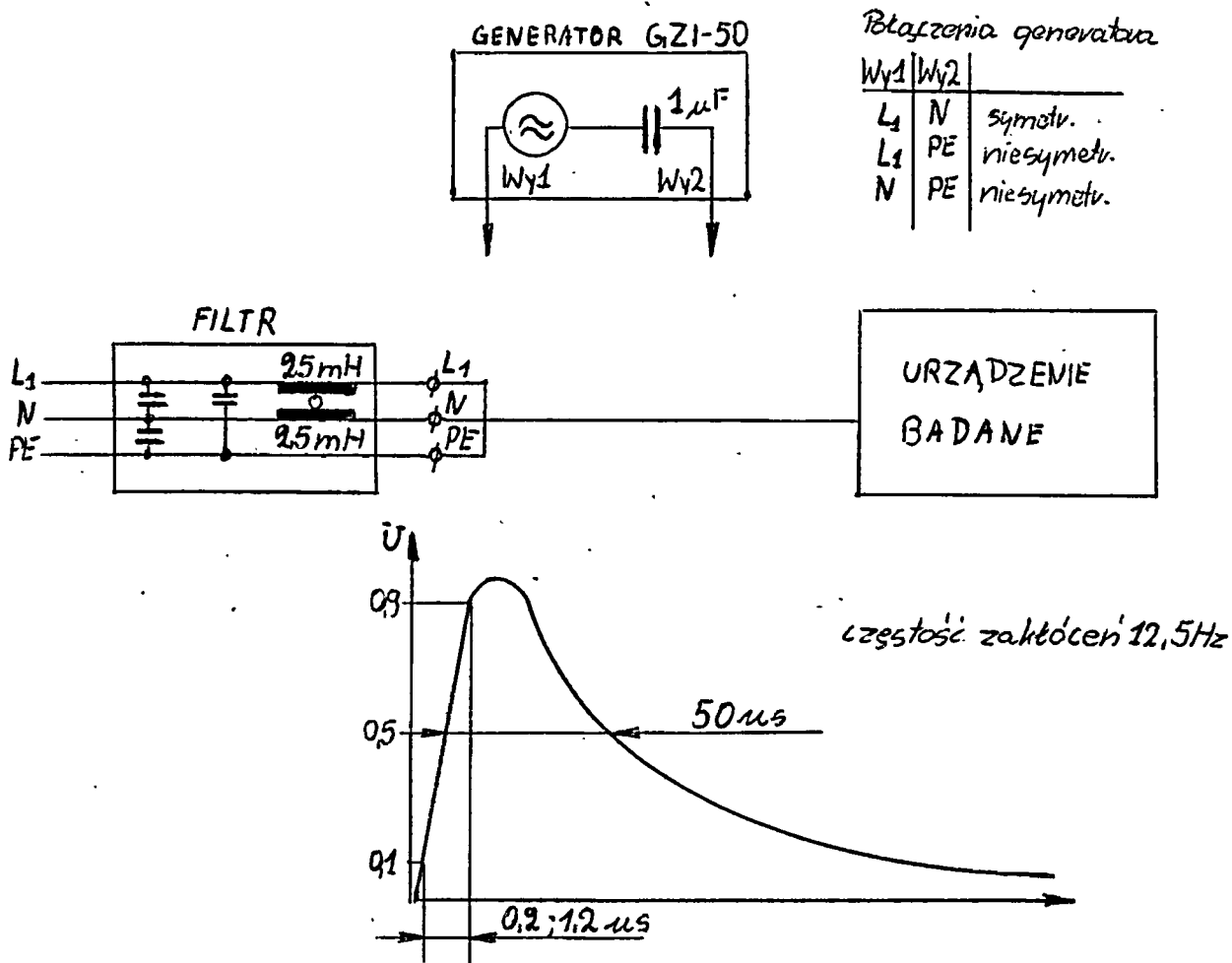
Rys.1 Konfiguracje i układy pomiarowe przy badaniu zakłócalności zestawu od strony: a/ obwodu sieciowego b/ obwodu interfejsowego



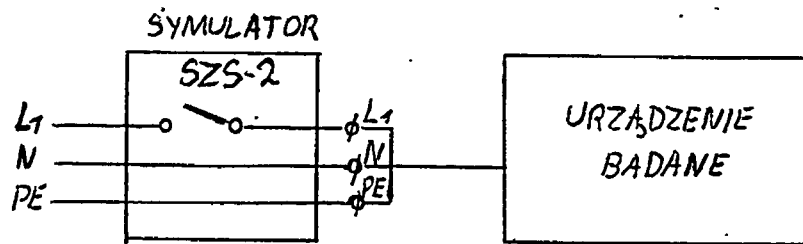
Rys.2 Układ do symulacji zakłóceń impulsowych nanosekundowych oraz kształt impulsu zakłócającego w obwodzie sieciowym.



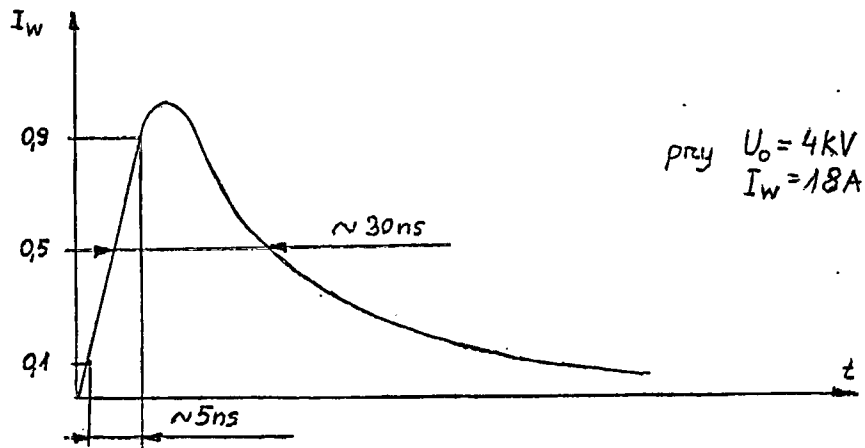
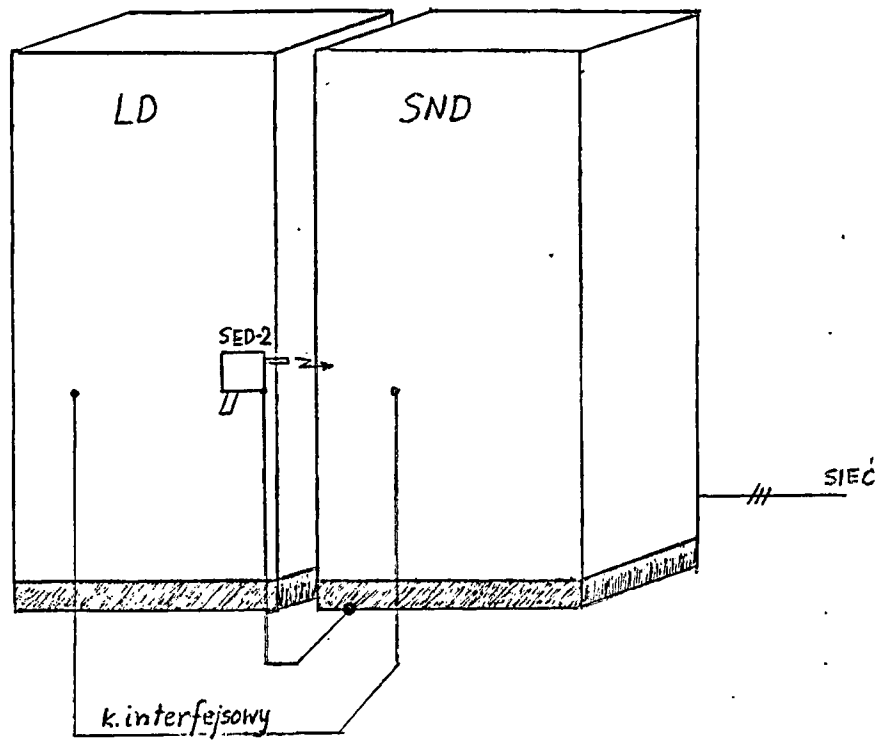
Rys.3 Układ do symulacji zakłóceń impulsowych nanosekundowych - seria impulsów. Parametry czasowe zakłócenia oraz kształt i parametry pojedynczego impulsu.



Rys.4 Układ do symulacji zakłóceń impulsowych dużej energii w obwodzie sieciowym i kształt impulsu zakłócającego.



Rys.5 Układ do symulacji krótkotrwałych zaników napięcia sieci zasilającej.



Rys.6 Układ do symulacji wyładowań elektryczności statycznej oraz kształt i parametry prądu wyładowania symulatora.