

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

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

074 Zespół Budowy Cyfrowych Urządzeń Systemowych A

Główny wykonawca mgr inż. Cz. Godzisz

Wykonawcy mgr inż. J. Siemaszewska, mgr inż. M. Słodczyk

Konsultant

Nr zlecenia  
U.23.01.01.H  
Etap 1b

Kompatybilność elektromagnetyczna  
urządzeń MIR-PROWAY.  
Metodyka badań i badania odporności  
urządzeń na zakłócenia elektromagne-  
tyczne.  
Badanie zakłócalności czterech  
pakietów przetwarzania danych  
MIR-PROWAY z zasilaczem JZW.

Zleceniodawca problem węzłowy 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 30.06.82

zakończono dnia 30.11.83

Kierownik Zespołu

p.o. Z-cy Dyr.  
d/s Automatyki

Kierownik Ośrodka

dr inż. A. Syrczyński

prof. dr inż. T. Missala

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 18

Egz. 1 BOINTE

rysunków 9

Egz. 2 OAE

fotografii

Egz. 3 OAE

tabel 1

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5165

## Analiza deskryptorowa

URZĄDZENIA KASETY MIR-PROWAY : KOMPATYBILNOŚĆ  
ELEKTROMAGNETYCZNA • BADANIA ZAKŁÓCALNOŚCI+ ZALECENIA

## Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera wyniki badań zakłócalności modeli pakietów M-800, M-730, M-740  $\times$  umieszczonych w kasecie MIR-PROWAY na zakłócenia impulsowe i krótkotrwałe zaniki napięcia sieci. We wnioskach podano zalecenia dotyczące konstrukcji pakietów, całej kasety oraz układu zasilania zapewniające podwyższenie odporności układu.

## Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Badania wstępne zakłócalności impulsowej zestawu PI z mikroprocesorem. Sprawozdanie MERA-PIAP nr rej. 2958, 1980.
2. Symulator zakłóceń sieciowych SZS-1.  
DTR. nr arch. 3582. 1978.
3. Symulator zakłóceń impulsowych NSG 222 SCHAFFNER.
4. Dokumentacja modelu pakietu M-800 jednostki centralnej z mikroprocesorem 8-bitowym. Sprawozdanie MERA-PIAP nr rej. 4605, 1981.

62-50 Teoria i podst. techn. k.  
regulacji i sterowania

Spis treści

1. Wstęp
2. Przedmiot i zakres badań
3. Układy pomiarowe i symulator
4. Programy testowe
5. Sposób prowadzenia badań
6. Wyniki badań zakłócalności impulsowej
7. Wyniki badania zasilacza 5V/40A
8. Wnioski

Spis rysunków

- Rys.1. Uproszczony schemat blokowy kasety MIR-PROWAY podanej badaniom zakłócalności.
- Rys.2. Układ pomiarowy do badań zakłócalności kasety MIR-PROWAY od impulsowych zakłóceń impulsowych.
- Rys.3. Kształt impulsu zakłócającego z symulatora NSG 222 w stanie otwartym.
- Rys.4. Charakterystyka zakłócalności dla testów TPW, SKOK-W, TIS, TIR układ 1.
- Rys.5. Charakterystyka zakłócalności dla testów TPZ, SKOK-Z, TMK układ 1 i TMK układ 2.
- Rys.6. Charakterystyka zakłócalności monitora ekranowego przy teście TMK.
- Rys.7. Układ pomiarowy do badania zakłócalności zasilacza od krótkotrwałych zaników napięcia sieci. Charakterystyczne przebiegi czasowe napięcia wyjściowego zasilacza dla różnych czasów trwania zaniku.
- Rys.8. Układ pomiarowy do określenia odpowiedzi zasilacza na załączenia napięcia sieci i typowa odpowiedź zasilacza.
- Rys.9. Układ pomiarowy do określenia dynamicznej impedancji wyjściowej zasilacza i charakterystyki częstotliwościowe impedancji wyjściowej zasilacza 5V/40A przy różnych obciążeniach statycznych.

## 1. Wstęp

Do podstawowych urządzeń przetwarzania danych stacji systemu MIR-PROWAY zalicza się: pakiet jednostki centralnej M800 (MM80), jednopłytkowy mikrokomputer współpracujący z innymi urządzeniami /pakietami/ poprzez interfejs magistrali kasety działającej na zasadzie wielodostępności.

- pakiet pamięci danych M-730 (ML-30),
- pakiet pamięci programu M-740 (ML-40),
- pakiet kontroli M-930 (MW-30).

*W nawiasach podano oznaczenia docelowe pakietów, bez nawiasów oznaczenia modeli*  
Urządzenie te umieszczane są na dowolnym stanowisku kasety

MIR-PROWAY. Kaseca zawiera 21 stanowisk połączonych magistralą kasety oraz blok zasilania. Blok zasilania zawiera wielowyjściowy zasilacz sieciowy z przetwarzaniem JZW wykorzystujący układy zasilacza typu SPS-1B, oraz baterię akumulatorów zapewniającą ciągłość zasilania pamięci danych przy zanikach i wyłączeniach napięcia sieci. Funkcje kontroli prawidłowości i ciągłości zasilania zapewnia pakiet M-930. Pakiet M-930 zapewnia również: kontrolę działania pakietu jednostki centralnej i systemu operacyjnego, kontrolę prawidłowości przekazu po liniach magistrali, oraz polaryzację linii magistrali kasety.

Celem badań zakłócalności było określenie odporności czterech podstawowych urządzeń /pakietów: M-800, M-730, M-740, M-930/ umieszczonych w kasecie MIR-PROWAY z wielowyjściowym zasilaczem na zakłócenia impulsowe i krótkotrwałe zaniki napięcia sieci. Badania przeprowadzono przy dołączonych do jednostki centralnej monitorze ekranowym, czytniku i dziurkarce taśmy. W takich warunkach możliwe jest określenie minimalnego poziomu odporności impulsowej badanych urządzeń.

Wynika to z dotychczasowych doświadczeń, że przyłączenie zewnętrznych urządzeń powoduje obniżenie poziomu odporności impulsowej. Ze względu na opóźnienie w opracowaniu wielowyjściowego zasilacza JZW i pakietu kontroli M-930, w badanym zestawie zastosowano zastępcze układy tych urządzeń. Zasilacz wielowyjściowy zestawiono z czterech zasilaczy typu SPS-1B i wprowadzono układy polaryzacji linii magistrali.

Dlatego badania koncentrowały się na badaniach zakłócalności impulsowej trzech pakietów M-800, M-730, M-740.

Dla oszacowania odporności urządzeń w zestawie docelowym z pakietem M-930 i zasilaczem wielowyjściowym JZN na krótkotrwałe

zaniki napięcia sieci przeprowadzono badania odporności zasilacza typu SPS-1B 5V/40A. Dodatkowo wykonano badania odpowiedzi zasilacza na załączenie napięcia sieci i pomiar impedancji wyjściowej zasilacza dla składowej zmiennej prądu obciążenia. Wyniki badania zasilacza wykorzystano przy projekcie układów kontroli napięć pakietu M-930, oraz projekcie magistrali zasilania kasety.

## 2. Przedmiot i zakres badań

Badania przeprowadzono dla następującego zestawu urządzeń:

1/ Modelu kasety MIR-PROWAY wyposażonej w magistralę kasety, pulpit operatora i zastępczy blok zasilania sieciowego, /bez baterii akumulatorów zasilanie rezerwowego/ zestawiony z zasilaczy typu SPS-1B /2x5V/40A, 1x12V/20A, 1x24V/10A/.

2/ Modelu pakietu jednostki centralnej M-800.

3/ Modeli pakietów pamięci zewnętrznej M-730 i M-740.

4/ Zastępczego układu pakietu M-930 zawierającego jedynie układy polaryzacji linii magistrali kasety.

5/ Urządzeń peryferyjnych: monitora ekranowego typu MDS CRT JNTEL, czytnika taśmy CT-2000, dziurkarki taśmy DT-105S.

Urządzenia peryferyjne dołączone są do pakietu jednostki centralnej, monitor ekranowy przez interfejs szeregowy V24, czytniki i dziurkarka przez interfejs równoległy.

Uproszczony schemat blokowy zestawu pokazano na rys.1.

Dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne urządzeń i wyniki badań odporności urządzeń na zakłócenia sieciowe wykazują, że istotnym parametrem charakteryzującym urządzenie z punktu widzenia zakłóceń jest odporność urządzenia na zakłócenia impulsowe określone przy przyłączonych urządzeniach zewnętrznych współpracujących. Dlatego badania koncentrowały się na badaniach odporności urządzeń na zakłócenia impulsowe w obwodzie sieciowym przy przyłączonych do jednostki centralnej urządzeniach peryferyjnych.

Ponieważ badania przeprowadzono dla pierwszego zestawu urządzeń kasety MIR-PROWAY, urządzeń o konstrukcjach znacznie różniących się od konstrukcji dotychczasowych stosowanych w systemie urządzeń INTEL DIGIT-PI, zdecydowano aby badania prowadzić wieloetapowo i niedopuszczyć do uszkodzenia urządzeń.

W pierwszym etapie badań skoncentrowano się na określeniu odporności pamięci, odporności przechowywania informacji w pamięciach wewnętrznej i zewnętrznej.

Przy niskim poziomie odporności pamięci, badania pozostałych urządzeń mogą być niewykonalne. Dlatego po pierwszym etapie badań przy stwierdzeniu niskiego poziomu odporności przewidziano prace podwyższenia odporności.

W drugim etapie badań określono odporność dla funkcji czytania i pisania informacji z/do pamięci wewnętrznej i zewnętrznej typu RAM.

W następnych etapach zdecydowano określić odporność dla realizacji prostego programu umieszczonego w pamięciach wewnętrznej i zewnętrznej, oraz odporności transmisji informacji przez interfejsy: szeregowy, równoległy i magistrali kasety jednostki centralnej. Przy badaniu odporności transmisji, przez interfejsy szeregowy i równoległy, wykorzystano możliwość ich pracy bez udziału urządzeń zewnętrznych peryferyjnych a mianowicie czytania informacji wyjściowej interfejsu przez wejście interfejsu /bezpośredniego połączenia wejścia i wyjścia odpowiednich interfejsów/. Przy badaniu odporności transmisji informacji przez interfejs magistrali kasety, badano również odporność transmisji informacji po magistrali kasety dla różnych stanowisk. Odbiornikiem i nadajnikiem informacji na stanowisku był pakiet pamięci zewnętrznej.

Jak już wyjaśniono we wstępie nie przeprowadzono badań odporności urządzeń na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci.

Zastępczo badania te wykonano dla typowego zasilacza 5V/40A typu SPS-1B stanowiącego podstawę rozwiązania konstrukcyjnego docelowego zasilacza wielowyjściowego JZW.

### ● Układy pomiarowe i symulator.

Badania zakłócalności impulsowej przeprowadzono w dwóch układach pokazanych na rys.2. W pierwszym układzie zakłócano obwody zasilania sieciowego kasety oraz czytnika i dziurkarki. W drugim układzie zakłócano obwody sieciowe wszystkich urządzeń. Dodatkowo sprawdzono odporność urządzeń w układzie drugim przy zastosowaniu wspólnego filtra sieciowego dla całego zestawu urządzeń typu FP 250/4 włączonego za symulatorem zakłóceń.

Konieczność badania dla dwóch układów wynika z tego, że monitor ekranowy CRT INTEL posiada wewnętrzne połączenie wejścia sygnału OV z obudową monitora, oraz posiada niski poziom odporności na zakłócenia impulsowe. Uniemożliwiało to poprawne wykonanie połączeń obudów i potencjałów OV układów w jednym punkcie, wymagało zasilania monitora z sieci dwuprzewodowej.

Dla określenia wpływu przyłączenia urządzeń peryferyjnych na poziom zakłócalności, przeprowadzono również badania przy odłączonych kablach interfejsowych od jednostki centralnej.

#### Symulator zakłóceń impulsowych

Badania zakłócalności impulsowej zestawu przeprowadzono stosując symulator zakłóceń impulsowych NSG 200 + NSG 222 firmy Schaffner [3].

Symulator wytwarza impulsy podawane jednocześnie na obydwa przewody fazowe R i O względem potencjału ziemi. Filtr znajdujący się w symulatorze standaryzuje impedancję sieci dla wysokich częstotliwości oraz zabezpiecza przed przedostaniem się zakłóceń z symulatora do sieci i niekontrolowanych zakłóceń z sieci do badanego urządzenia. Symulator w stanie nieobciążonym wytwarza impulsy zakłócające w czasie trwania 100ns i zadawanych: czasie narastania impulsu od 5 do 35ns oraz amplitudzie od 150V do 1500V. Kształt impulsu zakłócającego nieobciążonego symulatora i interpretacja jego parametrów przedstawione są na rys.2. Polaryzacja impulsów może być dodatnia lub ujemna. Symulator umożliwia generowanie zarówno pojedynczego impulsu jak i ciągu impulsów z częstotliwością około 12,5Hz. Generacja impulsu następuje w zadanej fazie napięcia sieciowego.

#### 4. Programy testowe

Badania zakłócalności urządzeń wykonano pod kontrolą następujących programów testujących:

##### 1. Test TPW - pamięć wewnętrzna

Program wpisuje bajt informacji 00 lub FF do rejestru D procesora. Następnie w pętli informacja z rejestru D wpisywana jest do komórek pamięci wewnętrznej RAM, czytana i porównywana z zawartością rejestru D. Jeżeli informacja przeczytana z komórki pamięci nie jest równa informacji znajdującej się w rejestrze D, a więc występuje błąd, to jest on zliczany przez programowy licznik błędów. Program pracuje repetycyjnie na obszarze 1/4K pamięci wewnętrznej RAM.



Przyjęto następujące kryteria odporności, sprawdzone po zakończeniu zakłócania:

- a/ poprawne stany lampek WAIT, RUN i BTMO na pulpicie operacyjnym obserwowane również w trakcie zakłócania;
- b/ poprawny bieg programu sprawdzony obserwacją sygnału C3 /w pętli programu umieszczono instrukcję LDA 3BFF/ - po zakończeniu zakłócania oscyloskop przyłączono do pinu 8 układu C3 na pakiecie M-800;
- c/ zerowy stan licznika błędów.

## 2. Test TPZ - pamięć zewnętrzna.

Test działa dla obszaru 1/4R pamięci zewnętrznej pakietu M-730. Konstrukcje testu i kryteria zakłóceń są takie same jak w teście TPW.

W porównaniu do testu TPW, test TPZ obejmuje układy pamięci pakietu M-730; magistralę kasety, układy interfejsowe magistrali kasety w pakiecie jednostki centralnej i w pakiecie pamięci zewnętrznej.

## 3. Test SKOK.

Program składa się z trzech instrukcji NOP oraz instrukcji skoku bezwarunkowego do początku programu, dzięki czemu pracuje repetycyjnie. Program zapisany jest na stałe ~~na~~ w pamięci EPROM. Kolejno został umieszczony w:

- a/ obszarze pamięci wewnętrznej: SKOK-W;
- b/ obszarze pamięci zewnętrznej: SKOK-Z.

Przyjęto następujące kryteria odporności sprawdzane po zakończeniu zakłócania:

- a/ poprawne stany lampek RUN, WAIT i BTMO na pulpicie operacyjnym obserwowane również w trakcie zakłócania;
- b/ poprawny bieg programu sprawdzony obserwacją na oscyloskopie sygnału DBIN procesora.

## 4. Test TMK - magistrala kasety.

Test wykorzystuje pakiet pamięci zewnętrznej jako odbiornik i nadajnik informacji przesyłanej po magistrali kasety.

Program jednorazowo przepisuje zmienioną informację, kolejne liczby, z rejestru B procesora do kolejnych komórek pamięci zewnętrznej. Następnie w pętli program czyta zawartość kolejnej komórki pamięci zewnętrznej i porównuje ją z zawartością rejestru B, gdzie jednocześnie umieszcza kolejne liczby. Jeżeli informacja przeczytana z komórki nie jest równa informacji znajdującej się

w rejestrze B, a więc występuje błąd, to jest on zliczany przez programowy licznik błędów.

Program pracuje repetycyjnie na obszarze 4k pamięci zewnętrznej: Przyjęto następujące kryteria odporności, sprawdzone po zakończeniu zakłócenia:

- a/ poprawne stany lampek WAIT, RUN i BTMO na pulpicie operacyjnym, obserwowane również w trakcie zakłócenia;
- b/ zerowy stan licznika błędów.

#### 5. Test TMK-ZO.

Program w pętli, wpisuje zmienną informację, kolejne liczby do rejestru B procesora, przepisuje ją do kolejnej komórki pamięci zewnętrznej, czyta i porównuje z zawartością rejestru B.

Jeżeli informacja przeczytana z komórki pamięci nie jest równa informacji znajdującej się w rejestrze B, a więc występuje błąd, to jest on zliczany przez programowy licznik błędów.

Program pracuje repetycyjnie na obszarze 4k pamięci zewnętrznej.

Testowanie wykonano dla dwóch stanowisk pakietu M-730:

stanowisko 07 i stanowisko 13. Stanowisko 07 bliższe jednostki centralnej.

Kryteria zakłóceń są takie same jak w teście TMK.

#### 6. Test TIS - interfejs szeregowy.

Program wysyła informację na wyjście szeregowe, czyta informacje i wejścia szeregowe, obie te informacje porównuje. Jeżeli informacje wysłane i odczytane są różne, a więc występuje błąd, to jest on zliczany przez programowy licznik błędów.

Zaraz po uruchomieniu testu program staje na czas 25 sek, aby operator odłączył kabel interfejsu szeregowego, od monitora ekranowego, a założył w to miejsce łączówkę o specjalnie połączonych pinach /C2 połączone krótkim przewodem z C3/.

Program pracuje repetycyjnie.

Przyjęto następujące kryteria odporności, sprawdzane po zakończeniu zakłócenia:

- a/ poprawne stany lampek WAIT, RUN i BTMO na pulpicie operacyjnym, obserwowane również w trakcie zakłócenia,
- b/ zerowy stan licznika błędów.

7. Test TIR - interfejs równoległy.

Przed uruchomieniem programu odłączono kable interfejsu równoległego tzn. kabel do czytnika CT-2100 ze złącza D oraz kabel do dziurkarki DT-105S ze złącza E. Na złącza D i E założono łączówki o specjalnie połączonych pinach /E20-D25, E17-D12, E18-D13, E19-D11, E15-D23, E2-D22, E14-D18, E16-D19/.

Program wysyła informację na bramę B interfejsu równoległego, czyta informację z bramy A interfejsu równoległego i obie te informacje porównuje. Jeżeli informacje wysłane i odczytane są różne, a więc występuje błąd, to jest on zliczony przez programowy licznik błędów. Program pracuje repetycyjnie.

Kryteria zakłóceń są takie same jak w teście TIS.

5. Sposób prowadzenia badań

Badaniami zakłócalności impulsowej objęto następujące główne funkcje:

- 1/ przechowywania informacji w pamięciach PROM i RAM oraz dynamicznego wpisu i odczytu informacji do określonego obszaru pamięci wewnętrznej jednostki centralnej i pamięci zewnętrznej na pakiecie M-730,
  - 2/ realizacji programu umieszczonego w pamięci wewnętrznej lub zewnętrznej typu RAM,
  - 3/ transmisji informacji poprzez interfejs szeregowy i równoległy jednostki centralnej,
  - 4/ transmisji informacji pomiędzy jednostką centralną i wybranym stanowiskiem kasety przy wykorzystaniu pakietu pamięci zewnętrznej M-730 umożliwiającego wpis i odczyt informacji wpisanej.
- Przy badaniach wykorzystywano metodykę i doświadczenia zgromadzone z badań zakłócalności urządzeń mikroprocesorowych systemu INTEL DIGIT-PI [1].

Przy badaniu zakłócalności przechowywania informacji w komórkach pamięci wykonywano następujące czynności:

1. Do dostępnego obszaru pamięci wewnętrznej i pamięci zewnętrznej wpisywano informację 00 lub FF. Wpisu informacji dokonywano testem TPW lub TPZ.
2. Dyrektywą "M" wyprowadzono na monitor ekranowy wartość informacji w komórkach pamięci zadanego obszaru i sprawdzano jej stan.

AA

3. Włączano zakłócenia o zadanej amplitudzie, czasie narastania i polaryzacji impulsów zakłócających.
4. Po czasie ok. 5 min. co odpowiada narażeniu na ok. 3750 impulsów, zakłócenia wyłączano.
5. Dyrektywą M jak w p.2 sprawdzano zawartość informacji w komórkach pamięci zadanego obszaru. Jeśli nie wykryto zmiany wartości — informacji zwiększano amplitudę impulsów zakłócających i powtarzano czynności p. 3,4,5.
6. Badania przeprowadzono dla zboczy impulsów zakłócających 5,15,25,35ns i obu polaryzacji impulsów. Poziom zakłócalności określano minimalną amplitudę impulsów zakłócających o polaryzacji dodatniej i ujemnej przy której wykryto zmiany wartości informacji w komórkach pamięci.

Przy pozostałych badaniach, wykorzystujących programy testowe działające repetycyjnie wykonywano następujące czynności:

1. Wczytywano odpowiedni program testowy, uruchamiano i sprawdzano poprawność jego działania. Poprawność działania testu sprawdzono metodą monitorowania odpowiedniego sygnału na pakiecie jednostki centralnej przy użyciu oscyloskopu.
2. Włączano zakłócenia o zadanej amplitudzie, czasie narastania i polaryzacji impulsu zakłócającego. Przyjęto czas zakłócania ok. 5 min, co odpowiada narażeniu na ok. 3750 impulsów zakłócających.
3. W czasie zakłócania obserwowano stany lampek na pulpicie operator skim RUN, WAIT, BTMO.
4. Po upływie 5 min., wyłączano zakłócenia i sprawdzano poprawność działania programu jak w p.1 oraz stan programowego licznika błędów /wyprowadzano dyrektywą M na monitor ekranowy zawartości odpowiednich komórek pamięci licznika/. Jeśli program testowy realizowany był poprawnie, stan programowego licznika błędów był zerowy, to zwiększano amplitudę impulsów zakłócających i powtarzano czynności 2,3,4.
5. Badania przeprowadzono dla czasów narastania impulsów 5,15,25,35ns dla ~~xxxxxxx~~ obu polaryzacji impulsów zakłócających. Poziom zakłócalności dla danego czasu zbocza określano minimalną amplitudę impulsów zakłócających o polaryzacji dodatniej lub ujemnej przy której wystąpiły: niepoprawna praca testu, błędy zarejestrowane w liczniku programowym.

Graficzne przedstawienie poziomu zakłócalności, charakterystykę zakłócalności dla poszczególnych testów utworzono z połączenia poziomów zakłócalności dla różnych czasów narastania zbocza impulsów zakłócających.

6. Wyniki badań zakłócalności impulsowej.

1. Nie stwierdzono zmian zawartości informacji w komórkach pamięci typu RAM wewnętrznej /umieszczonych na pakiecie jednostki centralnej M-800/ i zewnętrznej /umieszczonych na pakiecie M-730/ przy oddziaływaniu zakłóceń impulsowych najwyższych poziomach generowanych przez symulator zakłóceń. Ponieważ pomiary przeprowadzono przy przyłączonych urządzeniach peryferyjnych do jednostki centralnej powodujących obniżenie poziomu odporności impulsowej, można stwierdzić, że odporność pamięci typu RAM na pakietach M-800 i M-730 jest wyższa od poziomu zakłóceń stosowanych w badaniach.
2. Ponieważ po zakończeniu badań zakłócalności nie stwierdzono uszkodzeń komórek pamięci PROM umieszczonych na pakietach M-800 i M-740 można stwierdzenie p.1 rozszerzyć na pamięci wewnętrzne i zewnętrzne typu PROM. Uzasadnieniem takiego stwierdzenia jest fakt, że w czasie badań urządzeń łączny czas zakłócenia obwodu sieciowego kasety przy najwyższych poziomach generowanych przez symulator szacuje się na ok. 4 godzin, co odpowiada narażeniu na ok. 180 tys. impulsów najwyższego poziomu.
3. Pomierzone charakterystyki zakłócalności dla testów TPW, SKOK-W, TIS i TIR w układzie przy niezakłócanym obwodzie sieciowym monitora ekranowego /monitor zasilany z sieci niezakłócaniej/ podano na rys.4. Obserwowano następujące objawy zakłóceń:
  - zmiany stanów lampek RUN, WAIT, /jednocześnie zapalenie się lampek RAN i WAIT, miganie lampki WAIT/,
  - przerwanie pracy testu stwierdzone po wyłączeniu zakłóceń,
  - niezerowy stan programowych liczników błędów /za wyjątkiem testu SKOK-W/.Powyższe objawy występowały kolejno i łącznie w miarę zwiększania poziomu zakłóceń.

Jednostka centralna M-800 umieszczona w kasecie MIR-PROWAY i z przyłączonymi urządzeniami peryferyjnymi /ME,CT,DT/ zostaje zakłócona przez impulsy sieciowe o poziomie:

- dla testów TPW i TIR ok. 1050V/5ns/100ns, minimalny poziom 950V przy zboczu 15ns i teście TIR, oraz przy zboczu 25ns i teście TPW,
- dla prostego testu SKOK-W, ok. 1250V/5ns/100ns,
- dla testu TIS, ok. 1500V/5ns/100ns,
- dla testu TIS i odłączonych urządzeń peryferyjnych nie stwierdzono występowania zakłóceń przy najwyższych amplitudach generowanych przez symulator.

4. Pomierzone charakterystyki zakłócalności dla testów TPZ, SKOK-Z, TMK podano na rys.5. Obserwowano objawy zakłóceń podobne jak dla poprzedniej grupy testów /p.3/. Przy czym dla testu TMK w miarę zwiększania amplitudy zakłóceń wystąpiły błędy rejestrowane w programowych licznikach, a następnie, błędy i migotanie lampek, błędy i przerwanie działania testu.

Jednostka centralna M-800 z przyłączonymi urządzeniami peryferyjnymi i pakiet M-730 umieszczone w kasecie MIR-PROWAY zostają zakłócone przy następujących amplitudach impulsów zakłócających w obwodzie sieciowym:

- dla testu TPZ, ok. 900V/5ns/100ns,
- dla testu SKOK-Z, ok. 1100V/5ns/100ns /minimalny poziom ok. 875V przy zboczu impulsu 35ns/,
- dla testu TMK /monitor ekranowy niezakłócany/ ok. 1100V/5ns/100ns /minimalny poziom ok. 900V przy zboczu impulsu 15ns i stanowisku pakietu M-730 nr 13, oraz zboczu 35ns i stanowisku pakietu M-730 nr 7/,
- dla testu TMK /zakłócanie obwody sieciowe wszystkich urządzeń kasety, ME,DT,CT/, ok. 900V/5ns/100ns /minimalny poziom 800V przy zboczu impulsów 15ns i 35ns/,
- dla testu TMK odłączonych czujników i dziurkarce od M-800, niezakłócanym monitorze, ok. 1250V/5ns/100ns,
- dla testu TMK, zastosowanym filtrze sieciowym wspólnym dla wszystkich urządzeń odłączonych urządzeniach peryferyjnych od jednostki centralnej ok. 1500V/5ns/100ns,
- dla testu TMK przyłączonych urządzeniach peryferyjnych do jednostki centralnej i zakłócanych obwodach sieciowych wszystkich urządzeń /kasety, CT,DT i ME/ ok. 900V/5ns/100ns /minimalny poziom 800V przy zboczach impulsu 15ns i 35ns/.

5. Zmiana stanowiska pakietu M-730 w kasecie nie powoduje wyraźnych zmian poziomu odporności. Zaobserwować można przesunięcie się minimalnego poziomu odporności w stronę dłuższych czasów zbczcy przy zbliżaniu pakietu do jednostki centralnej, przy skracaniu magistrali kasety. Wyraźniejsza różnica w poziomie odporności występuje dla zbczcy impulsów zakłócających o czasie trwania krótszym od 5ns. Niższa odporność występuje przy oddalaniu pakietu od jednostki centralnej.
6. Dla zmodyfikowanego testu TMK-Z pomierzony poziom odporności jest wyższy przy dłuższych zbczczach impulsu zakłócającego.
7. Na rys.6 przedstawiono poziom zakłócalności monitora ekranowego pomierzony przy teście TMK. Obserwowano następujące objawy zakłóceń monitora, wyświetlanie błędnych znaków, znaki zniekształcone, zmiany wiersza, przesów pilota. Poziom zakłóceń monitora wynosi ok. 475V/5ns/100ns /minimalny 375V przy zbczcy 35ns/. Przy zastosowaniu filtra sieciowego dla wszystkich urządzeń, /wspólnego/ typu FP250/4, poziom zakłóceń wynosi 1250V/5ns/100ns. Dla zbczcy o czasach trwania powyżej 15ns nie występują zakłócenia monitora przy najwyższych poziomach generowanych przez ~~namy~~ symulator. Przy zastosowaniu filtra sieciowego nie stwierdzono zakłóceń testu TMK dla najwyższych amplitud impulsów generowanych przez symulator zakłóceń.
8. W trakcie badań zaobserwowano samoczynne uruchamianie czytnika i dziurkarki przy poziomie ok. 630V/5ns/100ns występujące w przypadku kiedy czytnik i dziurkarka były zasilane z sieci niezakłóconej, zakłócano obwód sieciowy kasety.
9. Sprawdzono, że test SKOK-Z umieszczony w ~~pakiecie~~<sup>pamięci</sup> PROM na pakiecie M-740 usytuowanym na stanowisku 7 kasety jest zakłócany przy takich samych poziomach zakłóceń jak test SKOK-Z umieszczony na pakiecie M-730.

## 7. Wyniki badania zasilacza 5V/40A.

Badania przeprowadzono dla egzemplarza zasilacza typ SPS-1B 5.40SC nr fabryczny 0719 produkcji ZDEMP Politechnika Gliwicka. Zakres badań obejmował:

- sprawdzenie odporności zasilacza na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci,
- określenie czasu odpowiedzi zasilacza na zakłócenie napięcia sieci,
- określenie dynamicznej impedancji wyjściowej zasilacza.

Pierwsze dwa badania wykonano przy wykorzystaniu symulatora zakłóceń sieciowych SZS-1 [2] /opracowanie MERA-PIAP/.

Symulator umożliwia zadawanie w sposób płynny czasu trwania zanku, zanik jest inicjowany od momentu przejścia prądu sieciowego przez wartość zerową. Przy badaniach odpowiedzi zasilacza na załączenie napięcia sieci, symulator umożliwia płynną regulację fazy załączenia napięcia sieci. Badanie przeprowadzono przy repetycyjnej pracy symulatora z częstotliwością 0,1Hz. Wyjście zasilacza obciążono rezystancją umożliwiającą zadawanie określonych prądów obciążenia. Parametry wyjścia zasilacza kontrolowano oscyloskopem.

Badania odporności zasilacza polegały na określeniu czasu trwania zanku napięcia sieci tj. przy którym na wyjściu zasilacza wystąpiły przepięcia lub obniżenia napięcia wyjściowego o amplitudzie przekraczającej 0,25V /5% $U_n$ /. Dodatkowo określono czas trwania zanku napięcia sieci tj. przy którym na wyjściu zasilacza wystąpiły krótkotrwałe zaniki napięcia wyjściowego. Dla pełnej ilustracji właściwości zasilacza, badania zasilacza przeprowadzono dla zaników przy nominalnym napięciu zasilania i przy obniżonym napięciu zasilania o 15%.

Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli. Na rys.7 przedstawiono układ pomiarowy i przebiegi czasowe napięcia wyjściowego zasilacza przy określonych czasach zaników napięcia sieci.



TABELA 1

Prąd obciążenia zasilacza [A]	Czas zaniku napięcia sieciowego				Odpowiedź zasilacza na załączenie		
	$t_z$ [ms]		$t_{zo}$ [ms]		czas opóźnienia odpowiedzi $t_o$ [ms]	Czas ustalenia napięcia wyjściowego $t_n$ [ms]	
	zmiany napięcia wyjściowego zasilacza 0,25V / 5% $U_n$		krótkotrwałe zaniki napięcia wyjściowego			załączenie 0/220V	załączenie 0/187V
	zanik 220V/0	zanik 187V/0	zanik 220V/0	zanik 187V/0			
20	64	48	90	54	80	60	-
32	60	36	85	52	82	100	-
37,5	48	30	80	42	95	150	250

12

Badania odpowiedzi zasilacza polegały na określeniu maksymalnych wartości czasu opóźnienia to i czasu ustalenia tu napięcia wyjściowego zasilacza. Czasy te określono na rys.8 przedstawiającym typową odpowiedź zasilacza. Badania przeprowadzono przy załączaniu nominalnego napięcia sieci oraz obniżonego napięcia sieci o 15% i przy kilku wartościach prądu obciążenia zasilacza.

Wyniki pomiarów podano w tabeli 1.

Impedancję wyjściową zasilacza określono z pomiarów przeprowadzonych w układzie pokazanym na rys.9. Układ umożliwia zadawanie składowej stałej prądu obciążenia oraz dodatkowo składowej zmiennej dynamicznej prądu obciążenia o określonej amplitudzie i częstotliwości. Składową dynamiczną prądu obciążenia wytwarzano wzmacniaczem tranzystorowym pracującym w klasie A wysterowanym sygnałem sinusoidalnym z generatora laboratoryjnego. Badania polegały na pomiarze składowej zmiennej napięcia wyjściowego zasilacza spowodowanej dynamiczną składową prądu obciążenia. Impedancję wyjściową zasilacza określono jako stosunek składowej zmiennej napięcia wyjściowego do składowej dynamicznej prądu obciążenia zasilacza przy określonej częstotliwości składowej zmiennej obciążenia i składowej stałej obciążenia.

Wyniki pomiarów przedstawiono na rys.9.

## 8. Wnioski

1. Badania zakłócalności kasety MIR-PROWAY z pakietami M-800 M-730, M-740 i zastępczym blokiem zasilania na zakłócenia impulsowe występujące w obwodzie sieciowym wykazały, że:
  - 1.1. Pamięci typu RAM i PROM umieszczane na pakietach M-800, M-730 i M-740 są odporne na zakłócenia 1500V/5ns/100ns. Poziom odporności jest wyższy od poziomu zakłóceń generowanych przez symulator.
  - 1.2. Pakiet jednostki centralnej z przyłączonymi urządzeniami peryferyjnymi wykonujący zadania programowe wewnętrzne jest odporny na zakłócenia impulsowe o amplitudzie niższej od 950V /rys.4/. Jest odporny na zakłócenia impulsowe o amplitudzie 1050V przy zboczu 5ns /1050V/ /5ns/100ns/. Wymieniony poziom odporności wyznaczają zadania programowe wewnętrzne realizowane przez testy

TPW i TIR, czytania i pisanie informacji do dostępnego obszaru komórek pamięci RAM, transmisji informacji przez interfejs równoległy przy bezpośrednim połączeniu wyjścia z wejściem.

1.3. Pakiet jednostki centralnej M-800 z przyłączonymi urządzeniami peryferyjnymi współpracujący z pakietem M-730 jako pamięć zewnętrzną jest odporny na impulsy zakłócające o amplitudzie niższej od 900V/5ns/100ns /rys.5/. Jest odporny na zakłócenia impulsowe o amplitudzie niższej od 800V.

Przy odłączonych urządzeniach peryferyjnych osiągany jest poziom odporności 1500V/5ns/100ns /rys.5/.

Przy zastosowaniu dodatkowego filtra sieciowego przeciwzakłóceńowego typu FP 250/4 wspólnego dla kasety i urządzeń peryferyjnych zapewnia się odporność 1500V/5ns/100ns dla wszystkich zadań programowych wykorzystywanych w badaniach /rys.5/.

2. Na podstawie wyników badań odporności zasilacza typu SPS 1B 5V/40A na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci można oszacować że urządzenie MIR-PROWAY będą odporne na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci o czasie trwania od 20ms do 25ms.

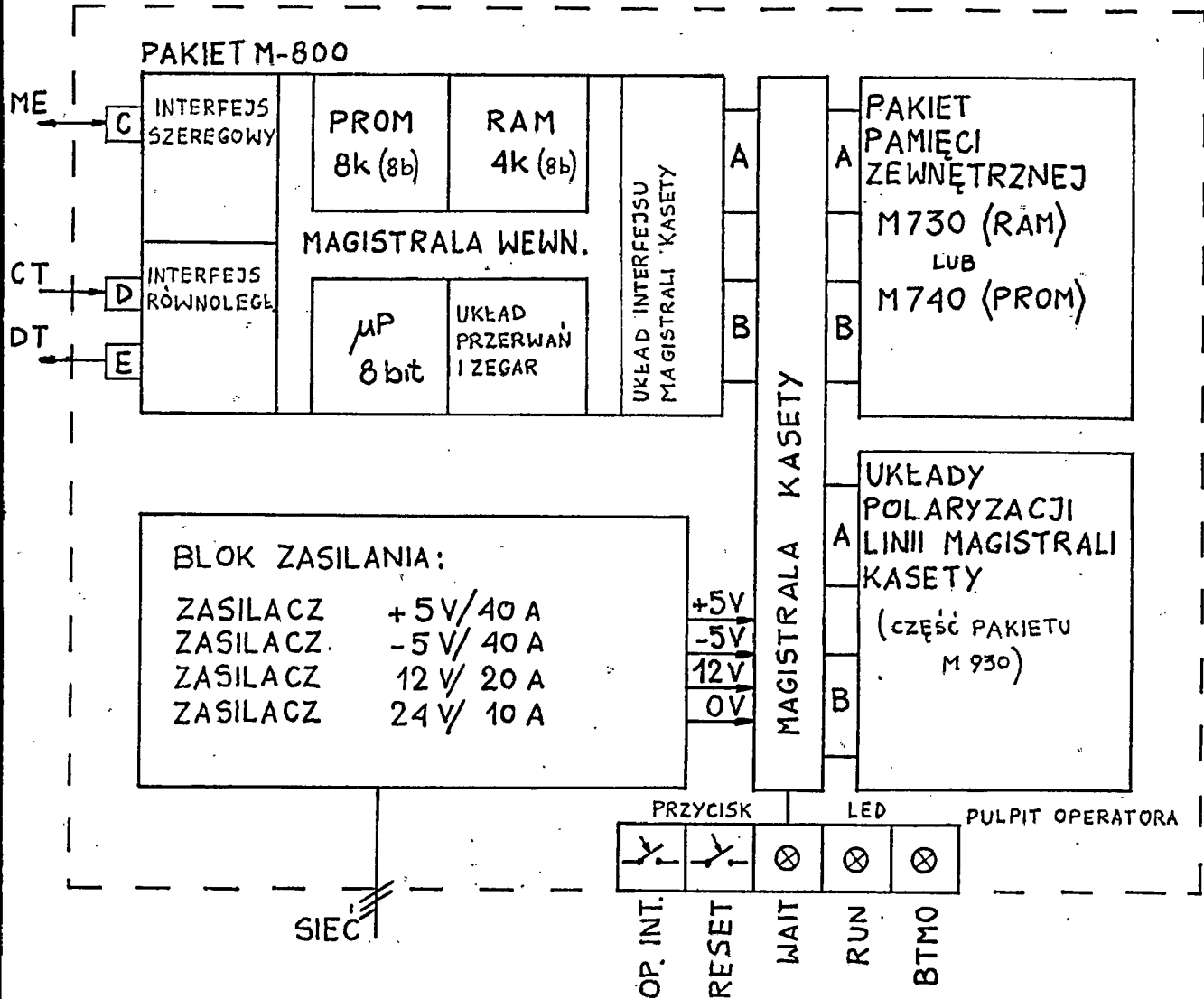
3. Przy wymaganej odporności urządzeń MIR-PROWAY na zakłócenia impulsowe sieciowe 1500V/5ns/100ns i na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci trwające 10ms, badane urządzenia nie spełniają wymagań na odporność impulsową przy przyłączonych urządzeniach peryferyjnych do jednostki centralnej. Osiągnięcie wymaganego poziomu odporności impulsowej możliwe jest przy zastosowaniu dodatkowego filtra sieciowego przeciwzakłóceńowego typu FP250/4.

4. Z przeprowadzonych badań modeli urządzeń MIR-PROWAY można sformułować następujące wnioski:

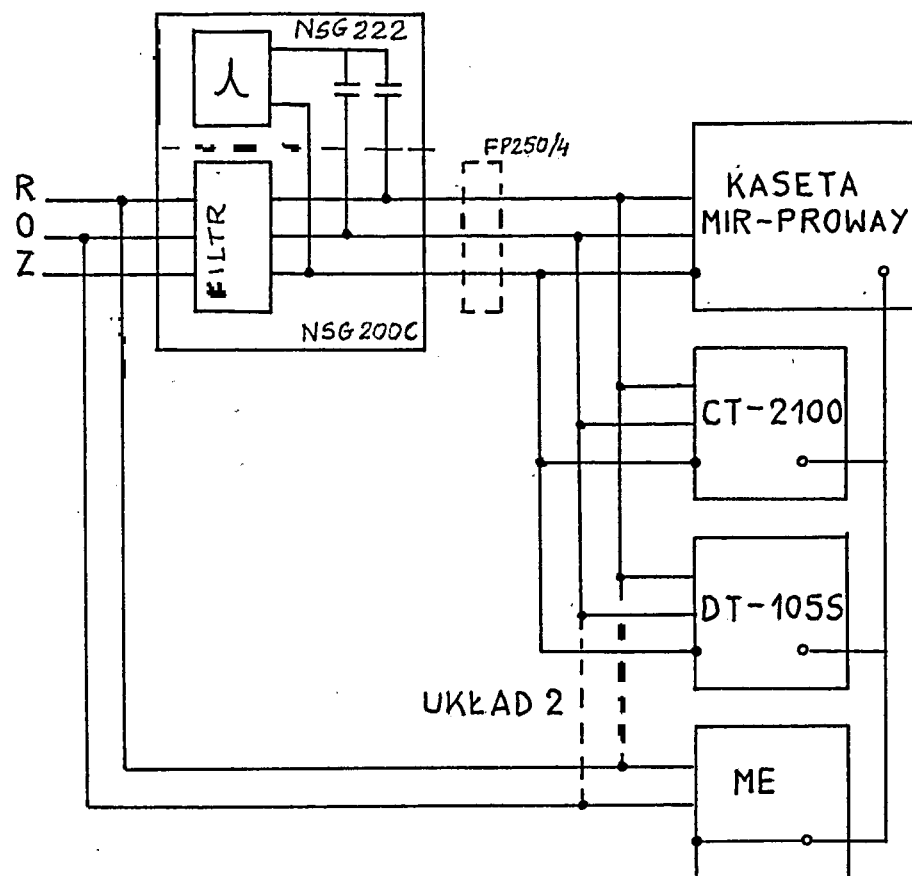
4.1. Dotyczące konstrukcji urządzeń

a/ W pakiecie M-800 [4] należy przeanalizować pracę układu wytwarzającego sztuczny sygnał potwierdzenia od adresowanego urządzenia i ewentualnie podnieść jego odporność na zakłócenia /elementy E11, C5, G11, wg.BTMO/. Przypuszcza się, że układ ten jest przyczyną występowania objawów zakłóceń lampek sygnalizacyjnych.

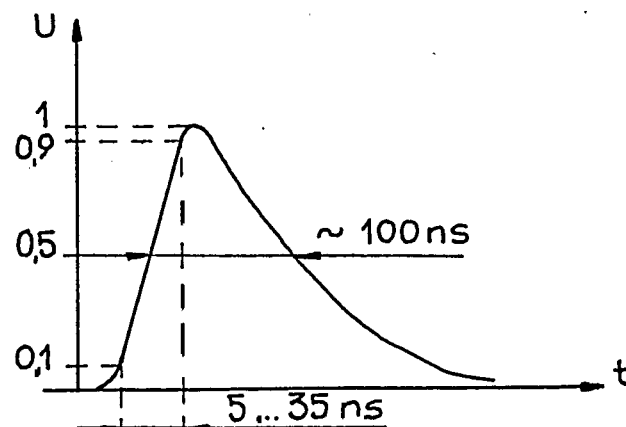
- b/ W konstrukcji magistrali kasety zwrócić uwagę na sposób prowadzenia linii magistrali, dążyć aby linie te były najkrótsze, prowadzone nad płaszczyzną o potencjale 0V. Dla linii zasilania, magistrali zasilania kasety, wprowadzić dodatkowe kondensatory blokujące, równomiernie rozmieszczone w celu zmniejszenia wpływu impedancji zasilacza i linii zasilania. Z badań wynika, że impedancja zasilacza wzrasta przy częstotliwościach 800Hz do 1kHz oraz powyżej częstotliwości 1MHz /rys.9/.
- c/ W konstrukcji układów pakietu M-930 należy uwzględnić znaczne czasy opóźnienia i ustalanie się wartości napięcia wyjściowego zasilacza od momentu załączenia napięcia sieci. Czujnik wykorzystujący zaniki napięcia sieci współpracujący z pakietem M-930 powinien wykrywać zaniki dłuższe od 10ns. Przy zwiększeniu czułości wykrywania zaników będą inicjowane nieuzasadnione przerwania.
- d/ W bloku zasilania przewidzieć wprowadzenie filtra przeciwzakłóceniewego na wejściu obwodu sieciowego.
- 4.2. Dotyczące urządzeń peryferyjnych. Należy określić sposób rozwiązania zasilania sieciowego urządzeń peryferyjnych stosowanych w systemie MIR-PROWAY. Przy precyzowaniu rozwiązań należy uwzględnić poziomy odporności tych urządzeń na zakłócenia sieciowe impulsowe i krótkotrwałe zaniki.
- 4.3. Dotyczące programów testowych i układów pomiarowych stosowanych przy badaniach zakłócalności. Badania należy przeprowadzać z przyłączonymi urządzeniami peryferyjnymi do jednostki centralnej i przy jednoczesnym zakłóceniu wszystkich urządzeń. Konstrukcja testów powinny odpowiadać rozwiązaniom przyjętym w testach TMK, TP, TIS, TIR. Testy powinny operować zmienną informacją i obejmować pełny dozwolony obszar adresowy.
5. Konieczne jest przeprowadzenie badań dla urządzeń prototypowych MIR-PROWAY.
- W badaniach należy ostatecznie określić wpływ usytuowania pakietów w kasecie na poziom odporności. W szczególności wpływ wzajemnego usytuowania jednostki centralnej, pakietów pamięci i pakietu M-930 na poziom odporności.



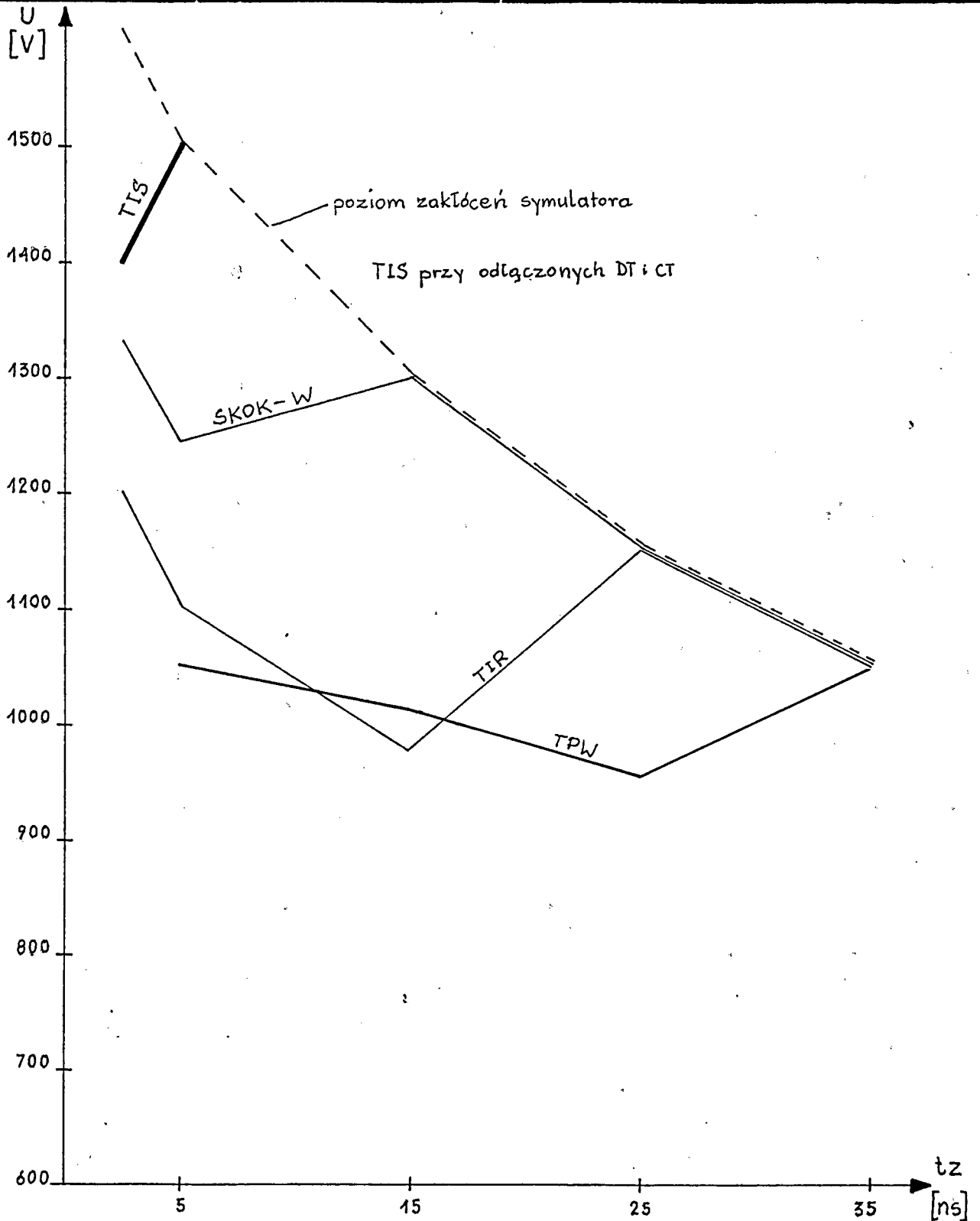
Rys.1. Uproszczony schemat blokowy kasety MIR-PROWXY poddanej badaniom zakłócalności.



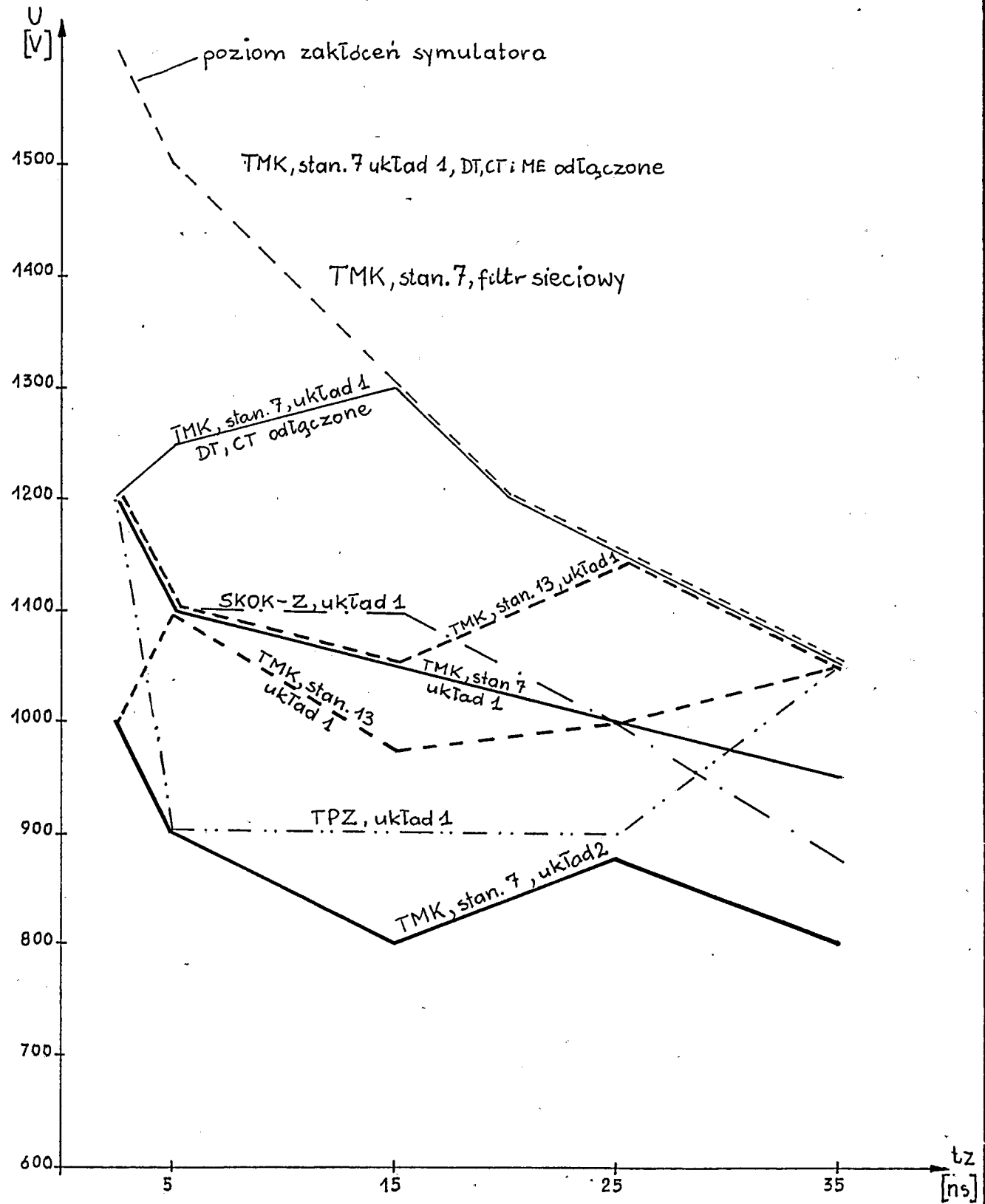
Rys.2. Układ pomiarowy do badań zakłócalności kasety MIR-PROWAY od impulsowych zakłóceń.



Rys.3. Kontur impulsu generowanego w symulatorze NSG 222 w stanie otwartym.

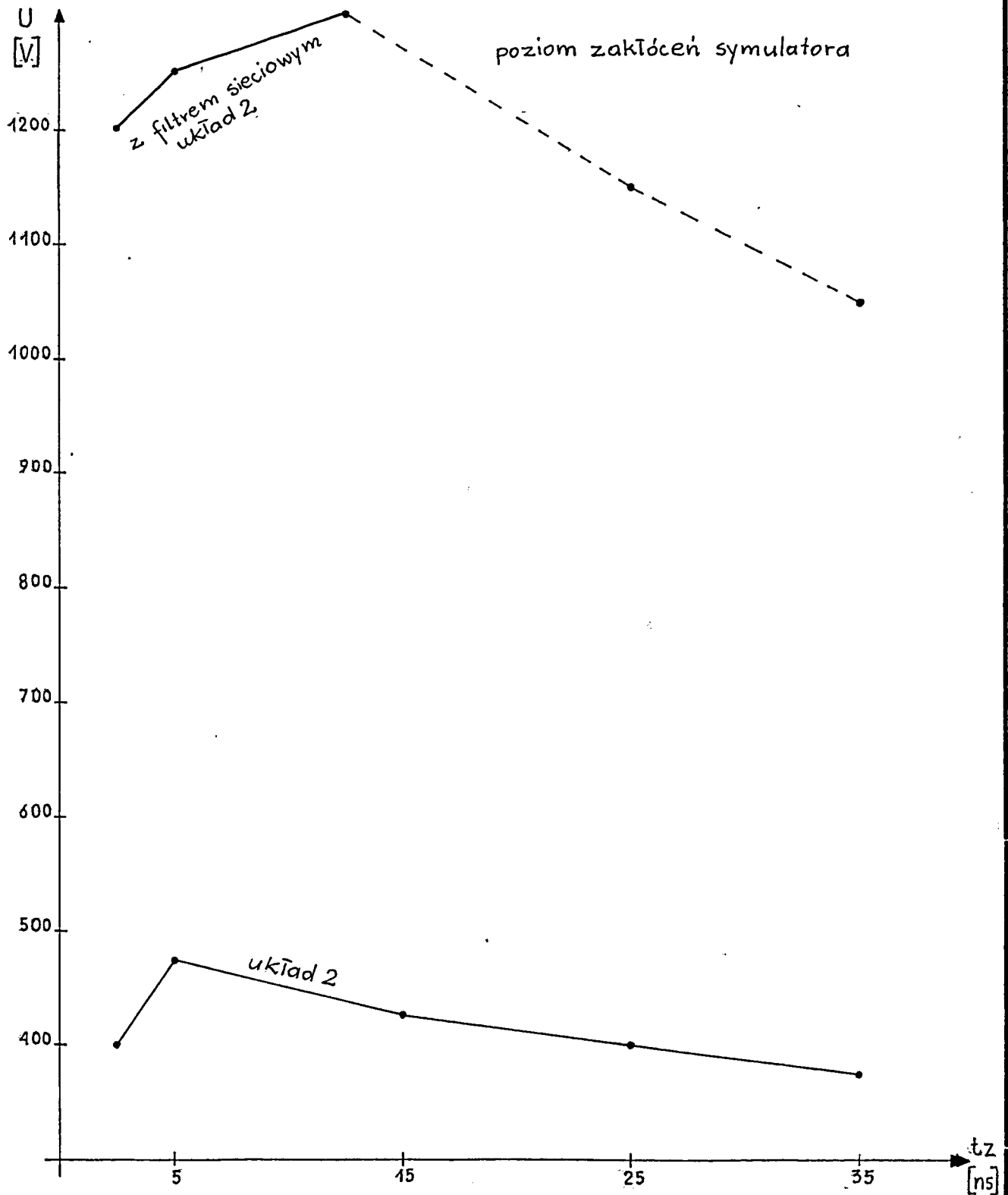


Rys.4. Charakterystyka zakłócalności dla testów TPW, SKOK W, TIS, TIR układ 1.

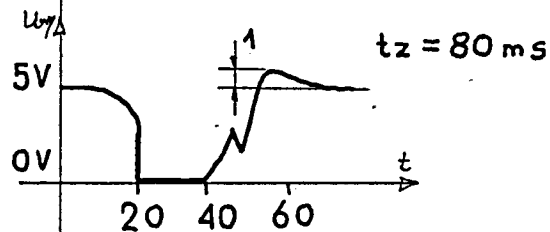
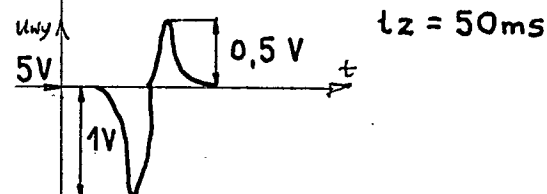
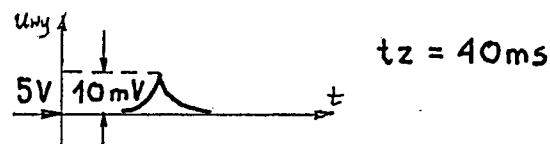
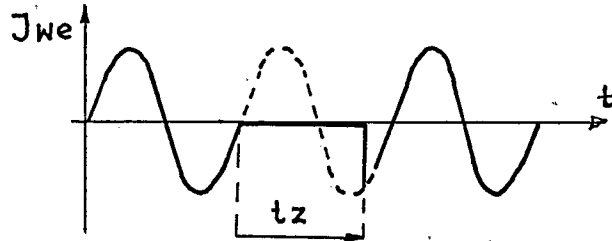
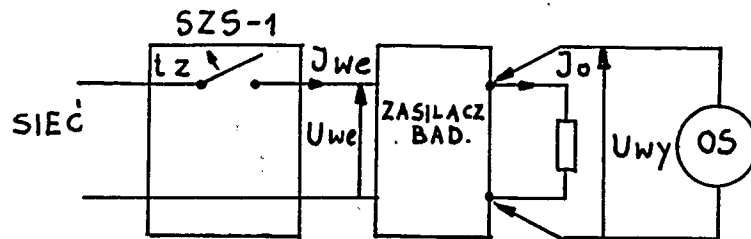


Rys. 5. Charakterystyka zakłócalności dla testów TPZ, SKOK Z, TMK układ 1 i TMK układ 2.



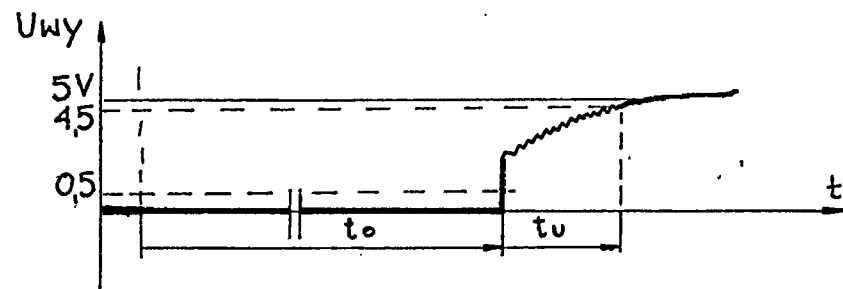
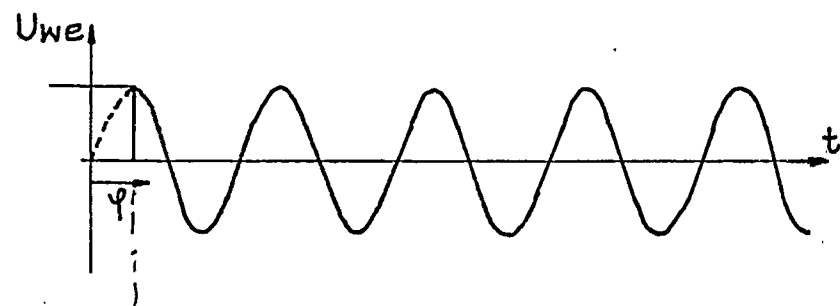
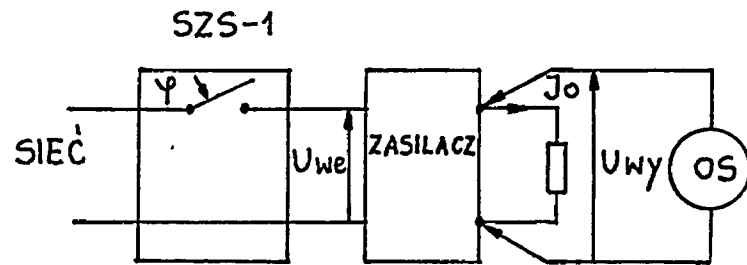


Rys.6. Charakterystyka zakłócalności monitora ekranowego przy teście TMK.

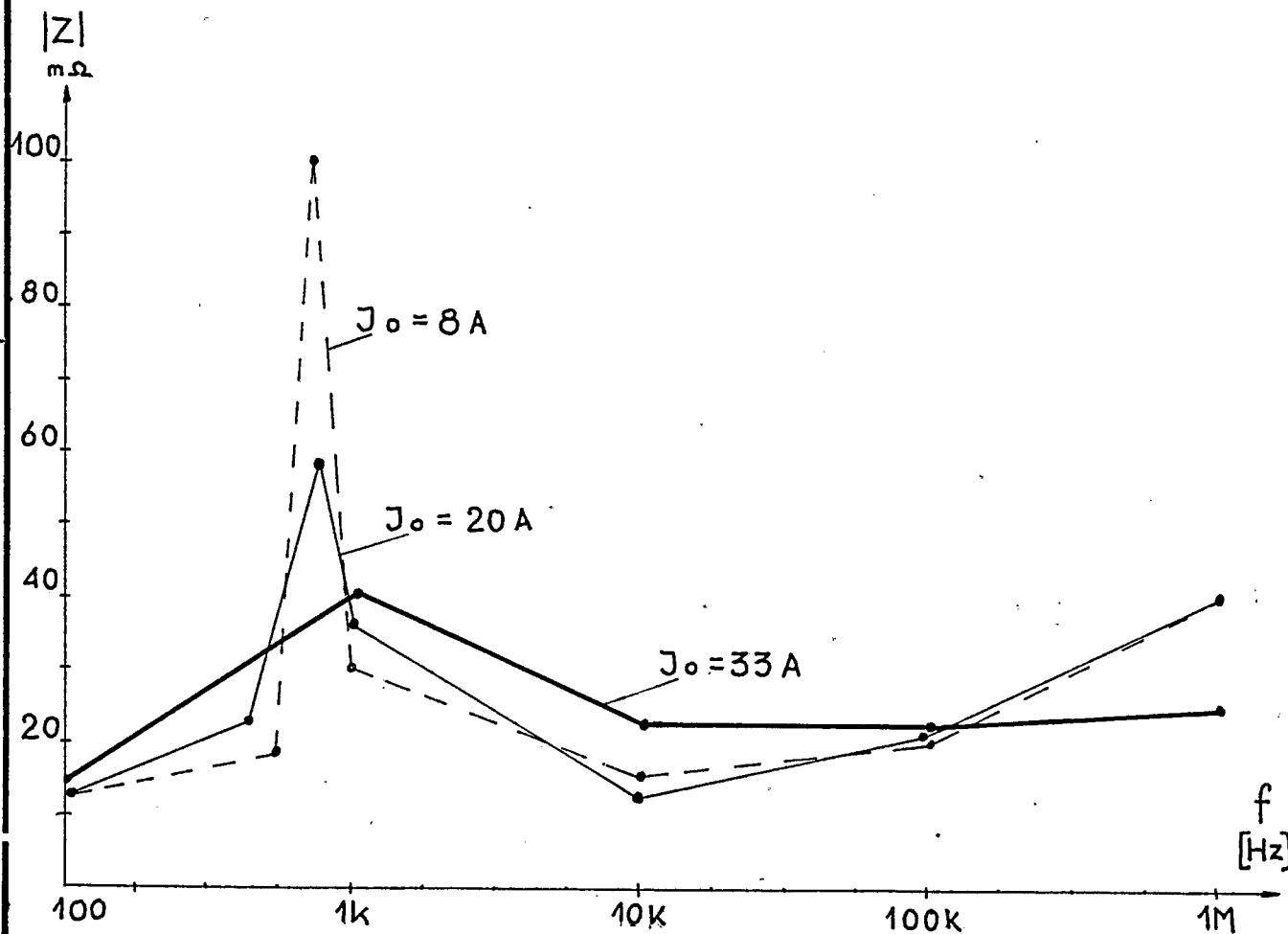
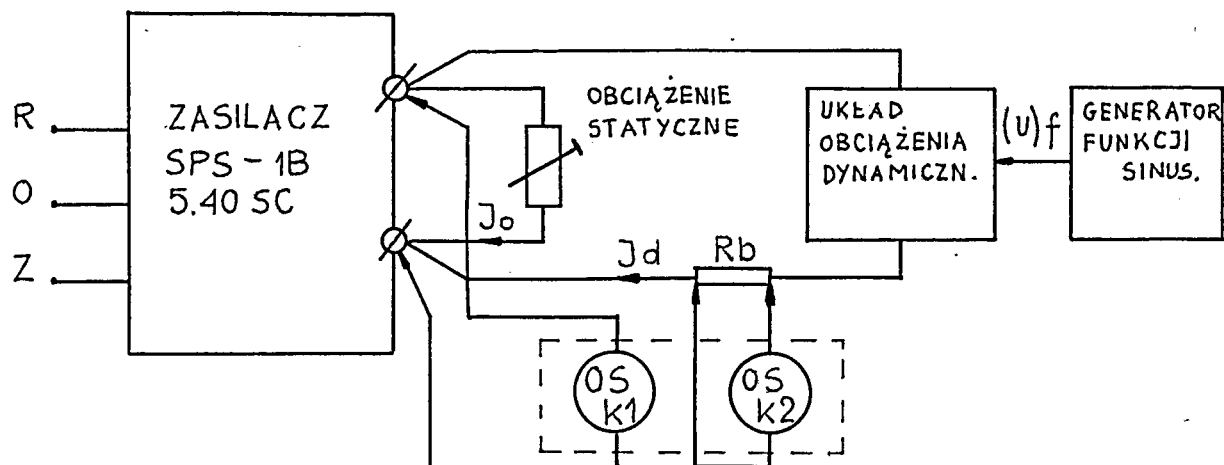


warunki pomiaru  $J_0 = 37,5\text{A}$   
napięcie przed zanikiem 220V

Rys.7. Układ pomiarowy do badania zakłócalności zasilacza od krótkotrwałych zaników napięcia sieci. Charakterystyczne przebiegi czasowe napięcia wyjściowego zasilacza dla różnych czasów trwania zaniku.



Rys.8. Układ pomiarowy do określenia odpowiedzi zasilacza na załączenie napięcia sieci i typowa odpowiedź zasilacza.



Rys.9. Układ pomiarowy do określania dynamicznej impedancji wyjściowej zasilacza i charakterystyki częstotliwościowo-impedancji wyjściowej zasilacza 5V/40A przy różnych obciążeniach statycznych.