

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

074 Grupa Problemowa d/s Kompatybilności Elektromagnetycznej A

Główny wykonawca

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

Konsultant

Nr zlecenia
RP-207 zad. 2.1.b

Identyfikacja zakłóceń i określenie
wymagań kompatybilności elektromagne-
tycznej (KEM) dla obwodu zasilania
robotą przemysłowego.

2.1.b. Wykonanie aparatury pomocniczej
oraz zestawienie i uruchomienie kom-
pletnego stanowiska pomiarowego.

Zlecniodawca CPBR 7.1.

Pracę rozpoczęto dnia 88.05.01
Kierownik Gr. Probl.

mgr inż. Cz. Godzisz

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

dr inż. J. Winiecki

zakończono dnia 88.12.15
Kierownik OBN

dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

stron 22

rysunków 8

fotografii -

tabel -

tablic -

załączników -

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 OBN

Egz. 3 OBN

Egz. 4

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6190

Nie udostępniać.

Analiza deskryptorowa

AUTOMATYKA I POMIARY PRZEMYSŁOWE: ROBOTY PRZEMYSŁOWE: KOMPATYBILNOŚĆ
ELEKTROMAGNETYCZNA + ZASILANIE + POMIARY ZAKŁÓCEŃ I APARATURA

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera opis uruchomionych zestawów pomiarowych do pomiarów zakłóceń występujących w obwodach sieci energetycznej.

Pierwszy zestaw pomiarowy wykorzystuje monitor zakłóceń PLDM3600 LIBERT (USA), i umożliwia pomiar i rejestrację na dysku parametrów zakłóceń zaników, obniżeń i podwyższeń napięcia sieci, zmian częstotliwości oraz zakłóceń impulsowych o czasie trwania powyżej 1 μ s o amplitudzie 50...1500 V.

Drugi zestaw wykorzystuje oscyloskop z pamięcią cyfrową i umożliwia pomiary zakłóceń impulsowych o czasie trwania powyżej 0,1 μ s i amplitudzie powyżej 2 V do 12,5 kV.

Wyniki pomiarów są rejestrowane na dysku elastycznym 3,5 lub 5,25 cala

Tytuły poprzednich sprawozdań

- [1] Analiza stosowanych metod i aparatury do pomiaru zakłóceń EM w obwodzie zasilania robota. Określenie wymagań na komplectowaną aparaturę. sprawozdanie MIRA FIAP nr rej. 5/34/80.

UKD

684. 2:0 1. 2.4
2-811-162/691.000
FIAP-252/83-6000

SPI3 PRESCI

1. Wprowadzenie
2. Przygotowanie monitora PLDM 3600 do pracy w zestawie pomiarowym
 - 2.1. Sprzężenie monitora z drukarką D100
 - 2.2. Sprzężenie monitora z pamięcią dyskową
 - 2.3. Sprawdzenie właściwości pomiarowych zestawu pomiarowego z monitorem
 - 2.4. Wstępna instrukcja obsługi
3. Zestaw pomiarowy z oscyloskopem 2230 do rejestracji zakłóceń impulsowych
 - 3.1. Przystawka pomiarowa
 - 3.2. Układy sprzężenia wejścia oscyloskopu z badanym obwodem sieciowym
 - 3.3. Wybór sposobu pracy oscyloskopu
 - 3.4. Sprzężenie oscyloskopu z pamięcią dyskową
4. Wnioski

SPI3 RYSUNKI

- Rys.1 Schemat zestawu pomiarowego z monitorem
- Rys.2 Warianty pracy monitora z komputerem
- Rys.3 wyniki pomiarów zakłóceń symulowanych
- Rys.4 Wykorzystanie oscyloskopu 2230 (PEI) do rejestracji zakłóceń impulsowych
- Rys.5 Schemat ideowy przystawki pomiarowej
- Rys.6 Przystawka pomiarowa
- Rys.7 Układ, sprzęgające wejście oscyloskopu z obwodem sieciowym
- Rys.8 Czas obsługi zestawu pomiarowego z oscyloskopem 2230

1. Wprowadzenie

W ramach etapu 2.1a zlecenia RP-207 zakupiono:

- monitor zakłóceń sieciowym FIDM 3600A f-my LIBERT (USA)
- oscyloskop z pamięcią cyfrową 2230 f-my TEKTRONIX (USA).

Niniejsze sprawozdanie prezentuje prace wykonane w ramach zadania 2.1b "Wykonanie aparatury pomocniczej oraz zestawienie i uruchomienie kompletnego stanowiska pomiarowego".

Wykonane w tym zadaniu prace dotyczyły:

- opracowania i wykonania aparatury pomocniczej umożliwiającej bezpieczne przyłączenie wejść pomiarowych monitora oraz wejścia oscyloskopu do przemysłowej sieci energetycznej w miejscu pomiaru
- opracowania sprzężenia monitora i oscyloskopu z przenośnym komputerem SVI 738 (SPECTRA VIDEO) tworzącego zestawy pomiarowe umożliwiające zapisanie danych pomiarowych na dyskietkę 3,5 lub 5,25 cala do dalszej statystycznej obróbki informacji pomiarowej
- uruchomienia obu zestawów pomiarowych i opracowania wstępnych instrukcji obsługi i użytkowania. Dla zestawu pomiarowego z monitorem wykonano sprawdzenie właściwości pomiarowych dla symulowanych zakłóceń.

Wynikiem prac są narzędzia pomiarowe umożliwiające przeprowadzenie pomiarów zakłóceń występujących w przemysłowych sieciach energetycznych i zarejestrowanie wyników pomiarów na wygodnym nośniku informacji (dyskietce).

Zestaw pomiarowy z oscyloskopem umożliwia rejestrację szybkich zakłóceń impulsowych w dziedzinie czasu z rozdzielczością 100 ns. Zestaw pomiarowy z monitorem umożliwia rejestrację zakłóceń wolniejszych; zaników, obniżen i podwyższeń napięcia sieci, zmian częstotliwości oraz zakłóceń impulsowych o czasie trwania powyżej 1 μ s.

2. Przygotowanie monitora PLDM do pracy w zestawie pomiarowym

2.1. Sprzężenie monitora z drukarką D-100

Monitor (rejestrator) PLDM3600A wyposażony jest w drukarkę termiczną, drukującą informacje o zakłóceniach na papierze termicznym o szerokości rolki 2,7 cala. Kłopoty z nabyciem papieru o powyższym formacie sprawiły, że postanowiono wykorzystać wyjścia szeregowo RS232C rejestratora do współpracy z drukarką D100 posiadającą również interfejs szeregowy.

Zgodnie z instrukcją obsługi rejestratora złącze szeregowo RS232C (wyprowadzone na gniazdo złącza 25 pinowego) posiada następujące dane transmisji:

- 10-cio bitowy format słowa w tym: jeden bit startu, 7 bitów danych, 2 bity stopu
- prędkość nadawania danych: 9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300, 150 bodów, wybierana przełącznikiem typu DIP
- dane wysyłane formatowane są w bloki znaków ASCII i w przypadku zakończenia transmisji zaopatrywane w kod EOF (end of transmission). Bloki te stanowią gotowy tekst informacji o zakłóceniach zapisanych zg. z konkluzją przyjętą w instrukcji obsługi rejestratora
- Zalecane połączenie PLDM z odbiornikiem danych:

Nr pinu w LIBERCLE	I/O	Nazwa sygnału w odbiorniku danych
2	-	TxD
3	O	RxD
4	O	RTS
5	R	CTS
6	R	DSR
7	-	S.GND
8	R	DCR
20	I	DTR

Piny 5, 6, 8 utrzymywane są na potencjale +10 V przez opornik $R = 22 \text{ k}\Omega$.

Wszystkie dane wysyłane na drukarkę termiczną (drukującą z prędkością 20 znaków/sek) transmitowane są równocześnie na wyjście szeregowo rejestratora. W celu wyłączenia drukarki należy przełącznikiem danych wybrać pozycję SPECIAL i wpisać wartość "1.0". Od tej pory dane monitora wysyłane będą tylko na złącze szeregowo. Dokładne oględziny gniazda RS232C monitora wykazały, że pin nr 2 oraz wszystkie inne nie wymienione w tabeli powyżej, a uwzględnione

w standardzie złącza szeregowego zostały fizycznie usunięte. Po zdjęciu obudowy okazało się również, że rejestrator nie jest zaopatrzony w przełącznik nastawiania prędkości przesyłania danych, posiada w zastępstwie trudno dostępną stałą zwornię ustalającą prędkość na 9600 bodów.

Do współpracy z drukarką D-100 zmieniono prędkość przesyłania danych na 300 bodów.

Interfejs szeregowy drukarki D100 jest wyprowadzony na wtyk 25 pinowego złącza. Roznieszczenie sygnałów jak niżej:

nr pinu	Sygnał
1	1.GND
2	TxD
3	RxD
4	RTS
5	CTS
6	DSR
7	S.GND
8	DCR
20	DTR

Kabel połączeniowy wykonano skręcanymi parami przewodów FLY 15x0,15, długość kabla ok. 1 m. Dla zapewnienia współpracy drukarki z PLDM, wejścia 5, 6, 8 interfejsu drukarki spolaryzowano potencjałem +45V uzyskanym z baterii 3xR20. Pobór prądu z baterii wynosi ok. 3 mA.

Bezpośrednie połączenie tych wejść z PLDM uniemożliwiało poprawną pracę drukarki, gdyż poziom sygnałów był niższy od 3 V. Przewody kabla osłonięto węzłem PCW 10, a złącza osłonięto plastikowymi typ 03 (osłona prosta).

Połączenia kabla sprzęgającego

PLDM 3600	Drukarka D100	
złącze 871.025 (wtyk)	złącze 881.025 (gniazdo)	
pin złącza	pin złącza	
3	3	para
7	7	skręcana
20	20	- "
7	7	- "
	5,6,8,	+baterii 6V
	7	-baterii 6V
osłona 05/25	osłona 03/25	

2.2. Sprzężenie monitora z pamięcią dyskową

Złącze szeregowo RS232C można wykorzystać również do zapisywania na dyskietce danych uzyskanych z rejestratora. Wyjodem tego wariantu polega na możliwości zapisania dużej ilości danych na jednej dyskietce oraz możliwości późniejszego wyświetlania ich na monitorze bez potrzeby uruchomienia drukarki. Do realizacji tego zadania wykorzystano następujące urządzenia (patrz rys. 1):

- rejestrator FLOW 3600A f-my Libert
- komputer SVI-738 f-my Spectra Video
- napęd dyskietek 5 1/4 cala Bondwell model 112B
- monitor Philips.

Wszystkie urządzenia są przenośne.

Komputer SVI-738, oparty na mikroprocesorze Z80A i zegarze 3,58 MHz, posiada 64 kb. pamięci dynamicznej RAM oraz pamięć masową - stację dysków 3 1/2 cala. Posiada złącze szeregowo RS232C jak również:

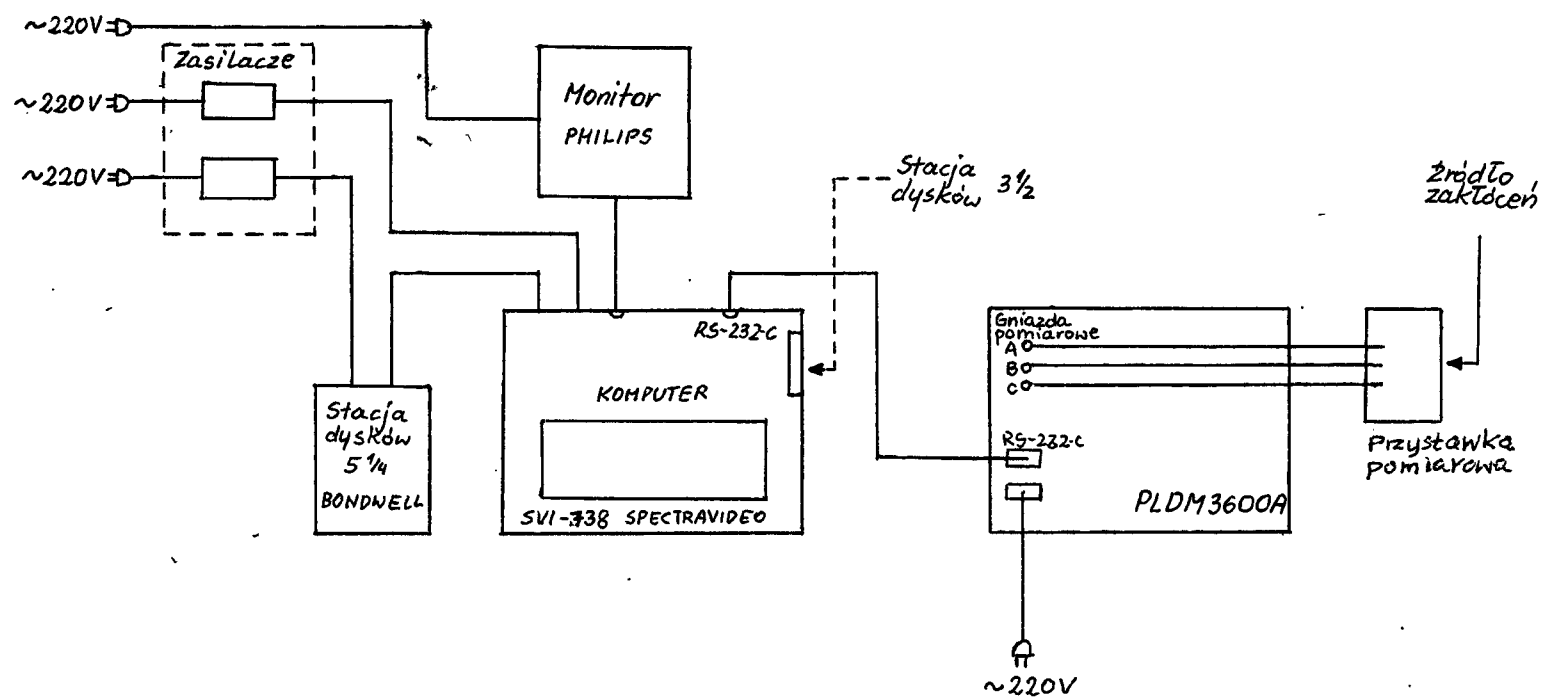
- wyjście równoległe do drukarki standardzie IBM
- wejścia/wejścia do współpracy z drugą stacją dysków
- wyjście na odbiornik telewizyjny
- wyjście/wejście na pamięć kasetową
- wyjście na dwa joysticki
- wyjście audio i video na monitor.

Z komputerem na stałe współpracuje stacja dysków 5 1/4 cala firmy Bondwell oraz monitor Philips.

Dyskietki 5 1/4 cala oraz 3 1/2 cala formatowane są w systemie IBM-a. w komputerze port RS232C wyprowadzany jest na gniazdo złącza 9-cio pinowego.

Sygnalizacja złącza RS232C komputera podano niżej:

Nr pinu	WE/WI	Funkcja
1	-	P.GND
2	O	TxD
3	I	RxD
4	O	RTS
5	I	CTS
6	I	DSR
7	-	S.GND
8	I	DCR
9	O	RIIR



Rys.1. Schemat połączeń zestawu pomiarowego z monitorem

W celu sprzężenia rejestratora PLDM 3600A z komputerem SVI-738 wykonano kabel połączeniowy. Połączenie między złączami wykonano parami skręcanym przewodom 2x TLY 15x0,15, długość kabla ok.1 m. Przewody kabla zaizolowano plecionką PL10 i osłonięto węzłem PCW-10, złącza osłonięto plastikowymi osłonami odpowiednio typu 02 lub 03.

Połączenia kabla sprzęgającego

PLDM 3600	SVI-738
złącze 871.025 wtyk	złącze 871.009 wtyk
3 7	3 para 7 skręcana
20 7	9 7
4 7	8 7
ekran PL10	1
osłona 03/25	osłona 02/09

Inicjalizacja złącza szeregowo w PLDM 3600A odbywa się tak jak w przypadku współpracy z drukarką D100 z tą różnicą, że można wykorzystywać wyższe prędkości transmisji z prędkością 2400 włącznie, bez obawy o wprowadzanie błędów przez komputer.

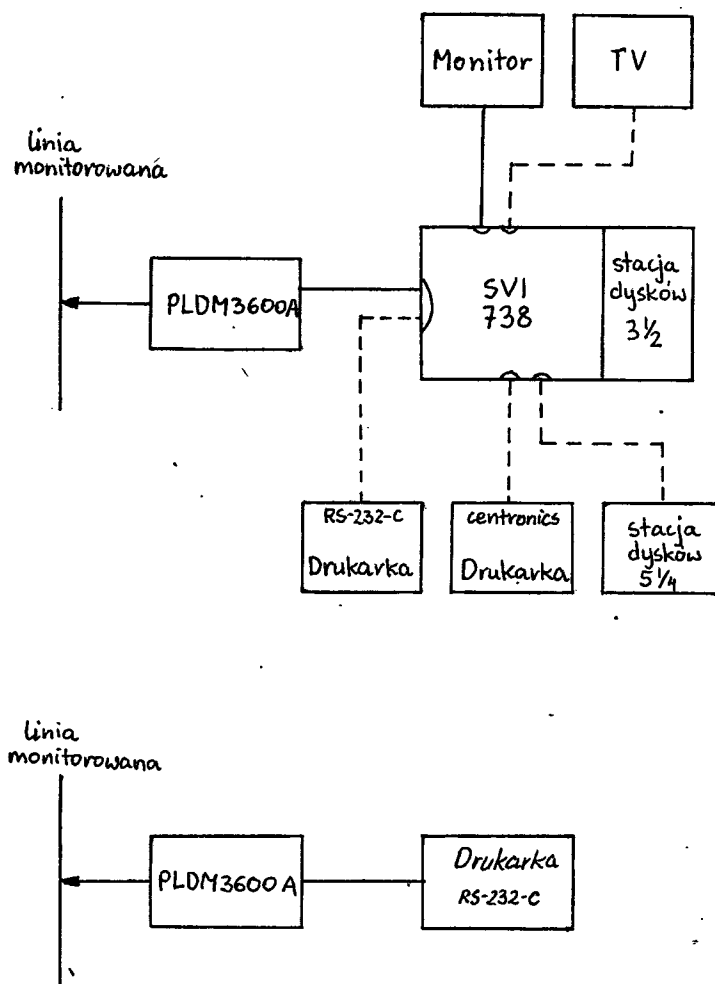
Inicjalizacja złącza szeregowego w komputerze odbywa się wyłącznie drogą programową.

Komputer może współpracować z rejestratorem w dwóch zasadniczych wariantach (p.rys.2):

- jako terminal
- jako pamięć zewnętrzna gromadząca wszystkie dane przesłane złączem szeregowym z rejestratora.

W pierwszym przypadku możemy jedynie przeglądać na monitorze komputera bieżąco napływające z rejestratora pomiary zakłóceń bez możliwości zapisania ich na dyskietce. Program przydatny jest np. podczas wstępnego przygotowywania zestawu do pracy na nowym miejscu pomiarowym.

W drugim przypadku możemy gromadzić w pamięci RAM komputera wszystkie dane napływające z rejestratora, następnie zapisać je na dyskietce, po czym odtworzyć je na monitorze bądź wydrukować na



Rys.2. Warianty współpracy monitora z komputerem

drukarce (z wejściem szeregowym lub równoległym). Oczywiście monitor może być zastąpiony odbiornikiem telewizyjnym z wejściem video.

Programy

Program pierwszy (terminal) napisany jest w języku BASIC i jest niezwykle prosty, gdyż wykorzystuje systemowe podprogramy przekształcające komputer w terminal oczekujący na przybycie danych w postaci znaków ASCII.

Dwie podstawowe instrukcje wyjaśniające działanie programu:

```
      :  
      :  
nn CALL `COMLNI` ("Ø:7N2XHNNN",3ØØ,3ØØ,Ø)  
      :  
      :  
mm CALL COMTERM
```

Instrukcja nn inicjalizuje złącze szeregowe do pracy z określonymi parametrami. W tym przypadku uruchamiany jest kanał Ø, długość danych 7 bitów, bez sprawdzania parzystości, 2 bity stopu, prędkość nadawania i odbioru 300 bodów. Pozostałe parametry są nieistotne dla transmisji z rejestratorem.

Instrukcja mm powoduje, że dane odbierane są ze złącza RS232 i są wyświetlane na monitorze.

Oba podprogramy są standardem w MSX BASIC-u.

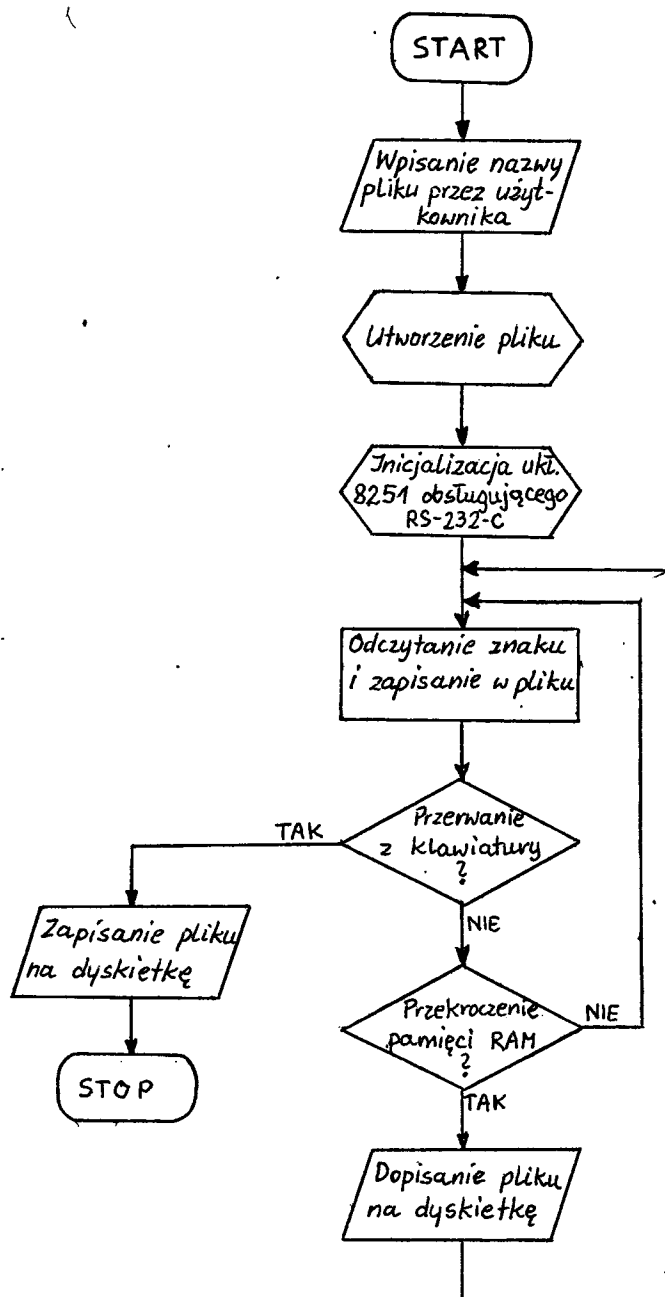
Drugi program (dysk) napisany jest w assemblerze dla mikroprocesora Intel 8080. Program uruchamiany jest pod systemem CP/M, pod którym może pracować komputer Spectravideo.

Po uruchomieniu program rezerwuje obszar pamięci RAM w komputerze i lokuje tam napływające znaki. Plik ten opatrzony jest nazwą nadaną mu przez użytkownika (max 8 znaków). Jeśli transmisja danych przekroczy objętością ten obszar, wówczas program sam ładuje plik na dyskietkę i następne dane zapisuje od początku zarezerwowanej pamięci. Doniesienie ich na dyskietkę może nastąpić bądź po wykonaniu przerwania z klawiatury, bądź po kolejnym przekroczeniu objętości zarezerwowanych RAM-ów.

Zapisanie danych na dyskietkę odbywa się pod systemem CP/M.

Możliwe jest przeglądanie uzyskanego zbioru na monitorze i na odbiorniku telewizyjnym. Można ten zbiór wydrukować na drukarce o interfejsie szeregowym bądź równoległym, jak również można prze-

ALGORYTM PROGRAMU



pisać ten zbiór na dyskietkę pod systemem MSX DOS i pod tym systemem poddawać go dalszej obróbce programowej.

Poniżej podane są zasady uruchomienia obydwu programów.

Program (terminal) przekształcający komputer w terminal uruchamiamy w sposób następujący:

- 1) włączamy rejestrator PLDM 3600A, nastawiamy mod pracy obsługujący tylko wyjście szeregowo (wczytujemy wartość 1.0 na pozycji SPECIAL), ustalamy pozostałe warunki pracy i podłączamy kable pomiarowe do źródła zakłóceń
- 2) włączamy monitor, następnie stację dysków 5 1/4 cala i potem dopiero komputer
- 3) po zgłoszeniu się systemu MSX BASIC znakiem zachęty "OK" wsuwamy dyskietkę 5 1/4 oznaczoną "MSX BASIC FORMAT" i uruchamiamy program instrukcją LOAD "B: LIEBERT03" ENTER . Uruchomienie programu zasygnalizuje komunikat "SVI CZEKA NA PRZESYŁKĘ"
- 4) przerwanie pracy programu następuje po równoczesnym wciśnięciu przycisków CTRL i STOP.

Program (Dysk) obsługujący pamięć dysków elastycznych uruchamiamy następująco:

- 1) uruchamiamy Lieberta jak w punkcie 1 powyżej
 - 2) włączamy monitor, do stacji dysków 3 1/2 cala w komputerze wkładamy dyskietkę oznaczoną: "CP/M FORMAT, OBSŁUGA LIEBERT , ORYGINAL". Następnie uruchamiamy komputer
 - 3) po zgłoszeniu się systemu znakiem zachęty "A>" wpisujemy literę Z i wciskamy ENTER . Uruchomienie programu oznajmi komunikat: "Podaj nazwę zbioru (max 8 znaków)". Wpisujemy nazwę zbioru i wciskamy ENTER . Od tej pory wszystkie dane wysłane z rejestratora umieszczane będą w pamięci RAM komputera i przesyłane na dyskietkę zgodnie z zasadami podanymi w opisie programu.
 - 4) przerwanie pracy komputera następuje po wciśnięciu równoczesnym przycisków CTRL i C.
 - 5) dane zapisane na dyskietce możemy przejrzeć na monitorze pisząc po znaku "A ":
- TYPE nazwa zbioru . RFR
- i wciskamy ENTER.
- 6) wydrukowanie danych na drukarce szeregowej rozpoczynamy wpisaniem komendy PIP (po znaku "A>") i wciśnięciu ENTER . Dalej wpisujemy:
- PUN: = nazwa zbioru . RFR
- i wciskamy ENTER.

Uwaga: Drukarka szeregową musi mieć następujące nastawy:
300 bodów, 8 bitów danych, 2 bity stopu, sprawdzenie nieparzystości (standard CP/Li)

Jeśli po wykonaniu komendy PIP wykonamy instrukcję:

LSF: = nazwa zbioru . RFR i ENTER

wówczas zbiór wysłany będzie na złącze równoległe do drukarki równoległej.

7) powrót do systemu wykonujemy wciskając CTRL i C .

UWAGA: Nie wyłączać komputera przed wyjęciem dyskietki z napędu.

2.3. Sprawdzenie właściwości pomiarowych zestawu pomiarowego z monitorem

Rejestrator PLDM 3600A f-my Liebert przeznaczony jest m.in. do wykrywania i mierzenia wybranych zakłóceń napięcia sieci, prądu zmiennego.

Monitor umożliwia dokonywanie równoczesnych pomiarów na trzech fazach sieci trójfazowej, gdyż zaopatrzony jest w trzy niezależne analogowe kanały wykrywania i klasyfikacji zakłóceń.

Monitor mierzy i rejestruje następujące zakłócenia:

- obniżenia i podwyższenia napięcia dla napięć wejściowych w zakresie $50 \div 800$ V prądu zmiennego, mierzonych w odniesieniu do zadanego ograniczenia z przedziału $50 \div 800$ V
- impulsy o wartości $50 \div 100$ V wykrywane na poziomie zadanego ograniczenia z przedziału $50 \div 1500$ V
- zmiany częstotliwości w zakresie od 40 do 80 Hz wykrywane na poziomie zadanego ograniczenia przedziału 40 do 80 Hz.

Rejestrator dostarcza następujących informacji odnośnie:

a) obniżenia (dla podwyższenia podobnie):

- czas, w którym nastąpiło (data, godzina, minuta, sekunda) i na której fazie
- najmniejsze napięcie jakie wystąpiło w trakcie tego obniżenia
- jak długo trwało obniżenie (w sensie przekroczenia i ponownego powrotu do zadanego ograniczenia) w przedziale $10 \div 990$ ms z dokładnością co 10 ms, zaś powyżej 1 s z dokładnością do 1 s

b) impulsu:

- czas, w którym wystąpił (data, godzina, minuta, sekunda) i na której fazie
- znak (polaryzacja) impulsu (w sensie zwiększania bądź zmniejszania własną amplitudą wartości chwilowej napięcia sieci
- wielkość amplitudy dla impulsów o czasie trwania $0,3 \mu s + 1 \mu s$ oraz $150 \mu s + 1 ms$ z dokładnością $\pm 50 \%$ oraz amplitud impulsów o czasie trwania $1 + 150 \mu s$ z dokładnością $\pm 10 \%$. Amplituda jest wyrażana w Voltach z dokładnością $\pm 1 V$.
- czas trwania impulsu w przedziale $0 + 999 \mu s$ z dokładnością $\pm 1 \mu s$

c) zmiany częstotliwości (mierzone tylko na fazie A):

- kiedy wystąpiła zmiana częstotliwości (data, godzina, minuta, sekunda) i czy był to wzrost czy spadek częstotliwości
- jaką największą lub najmniejszą wartość osiągnęła ta zmiana oraz czas trwania zmiany w milisekundach bądź sekundach.

Rejestrator PLDM 3600A poddany został próbie sprawdzenia jego możliwości pomiarowych niektórych klas zakłóceń, na które wymagana jest odporność urządzeń elektrycznych i elektronicznych określona polskimi normami zakłócalności.

Wzięto pod uwagę następujące klasy zakłóceń:

- 1) zaniki napięcia sieci do $0 V$ o czasie trwania od $5 ms$ do $100 ms$, szczególnie w zakresie $5 + 20 ms$
- 2) zakłócenia impulsowe o charakterystyce czasowej (czas narastania/czas trwania):
 $100 ns/10 \mu s$, $35 ns/3 \mu s$, $25 ns/1 \mu s$, $5 ns/0,1 \mu s$
i amplitudzie z zakresu $100 + 1500 V$
- 3) zakłócenia impulsowe $5/50 ns$ (wg PR-86/E-06600) o amplitudach $500 V$ i $1000 V$, potocznie zwane "szczotkowymi".

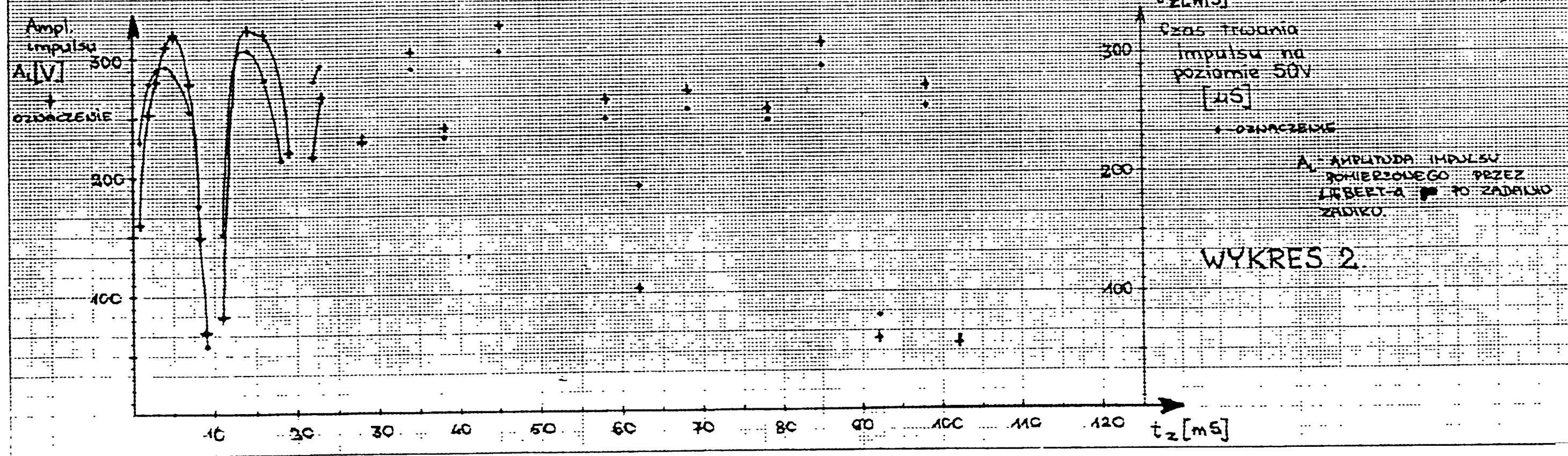
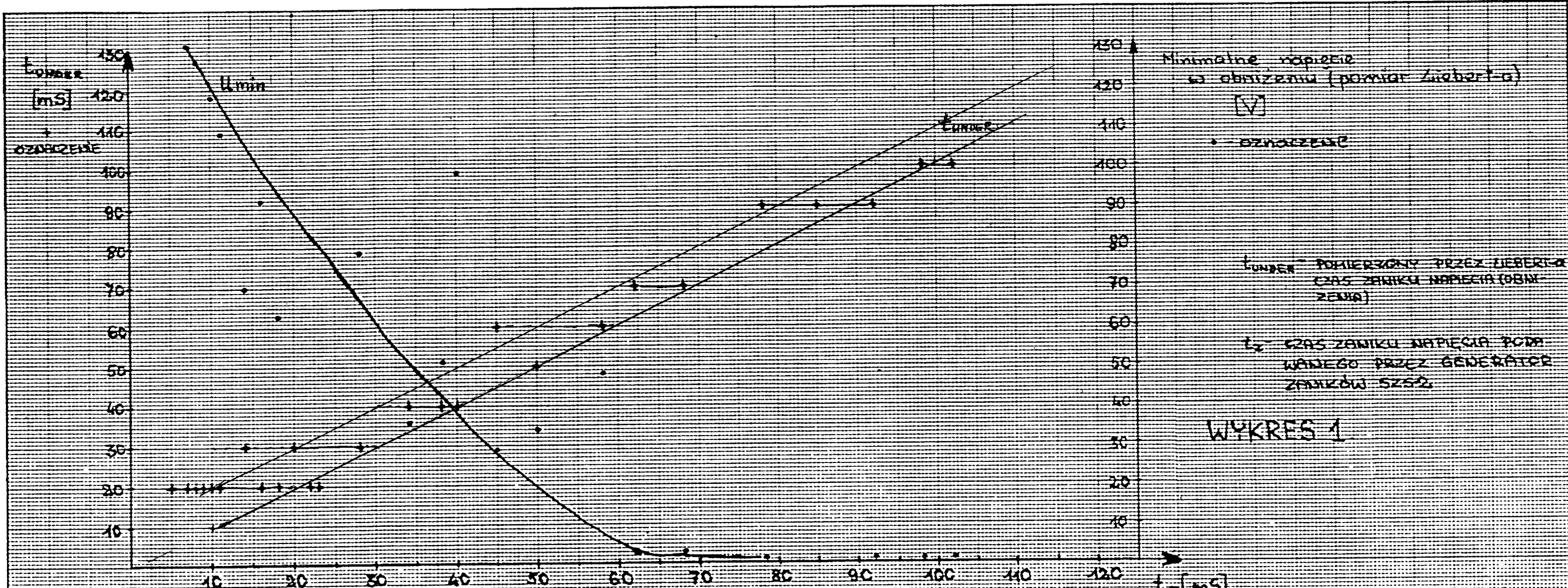
Wyniki pomiarów symulowanych zakłóceń zarejestrowanych przez monitor PLDM ilustrują wykresy 1-8 podane na rys.3.

Niżej podane jest zestawienie wyników dla poszczególnych klas.

2.3.1. Rejestracja zaników napięcia

Próba ta polegała na zadawaniu jednokrotnego zaniku napięcia do $0 V$ o określonym czasie trwania zaniku z przedziału $5 + 100 ms$. Tak więc dziedziną wykresów 1 i 2 jest czas zaniku t_z wyrażony w milisekundach.

Rejestrator PLDM 3600A traktował zaniki jako obniżenia napięcia.



Rys.3 wykresy 1,2

Ponieważ czas zaniku rejestrator podaje z dokładnością do 10 ms należało się spodziewać, że wykres zarejestrowanych czasów obniżenia napięcia będzie krzywą schodkową o długości schodka w dziedzinie t_z równej 10 ms. Dane doświadczalne (p. wykres 1) potwierdziły przypuszczenie, jednak widoczne są również odchylenia od teoretycznego przebiegu np. dla wartości $t_z = 5, 7, 8, 9, 20$ i in. Rejestrator podaje również wartość najmniejszego napięcia w czasie obniżenia. Pomiaru te odnotowano na wykresie 1. Ponieważ faktyczne obniżenia uzyskane z generatora zaników SZ3-2 wynosiło 0 V należy stwierdzić, że rejestrator dopiero od wartości $t_z = 60$ ms podaje poprawne wielkości zaniku. W najbardziej interesującym zakresie czasów zaniku napięcia $10 \div 20$ ms PLDM wykazuje jedynie obniżenia $60 \div 120$ V.

W zależności od tego, w której fazie przebiegu prądu przemiennego następował powrót napięcia po zaniku, rejestrator odnotowywał również pojawienie się impulsu. Impuls, jak wspomniano, charakteryzują dwie wielkości: amplituda i czas trwania impulsu. Odnotowane na wykresie 2 wielkości pomierzonej przez rejestrator amplitudy w przedziale $0 \div 20$ ms, gdzie wykonano dostatecznie dużo prób, ułożyły się zgodnie z przewidywaniami w kształcie sinusoidy.

W punktach $t_z = 10, 20$ ms równych połowie okresu prądu przemiennego rejestrator prawidłowo nie wykazywał zaistnienia impulsu. Fakt zarejestrowania impulsu (którego faktycznie nie było) należy tłumaczyć tym, że ponowne włączenie napięcia po zaniku generowane przez symulator mogło być interpretowane przez RLM jako zboczony impuls.

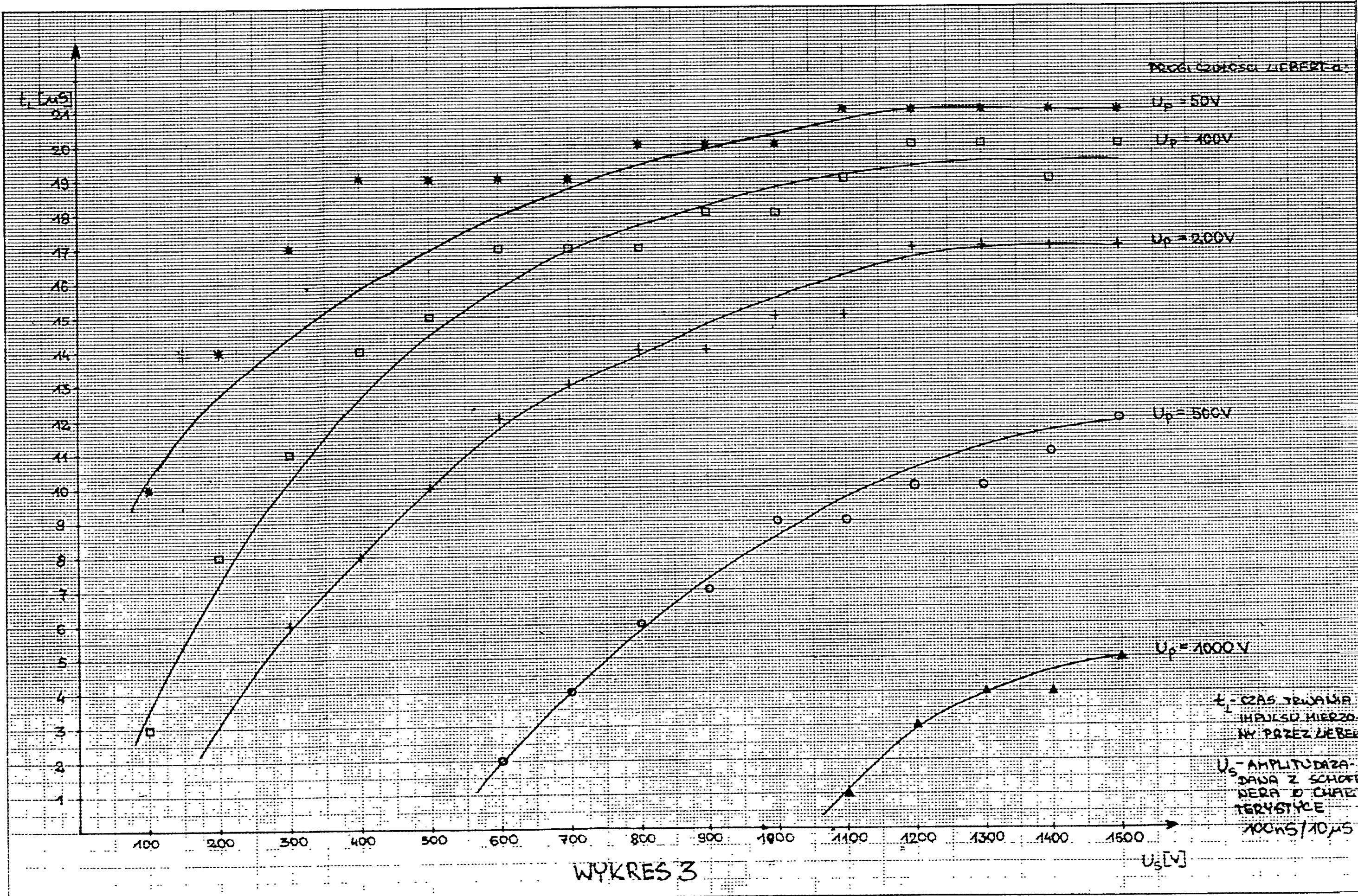
Potwierdza to kształt wykresu zależności czasów trwania domniemanych impulsów od czasu zaniku (fazy włączenia napięcia po zaniku).

2.3.2. Rejestracja zakłóceń impulsowych

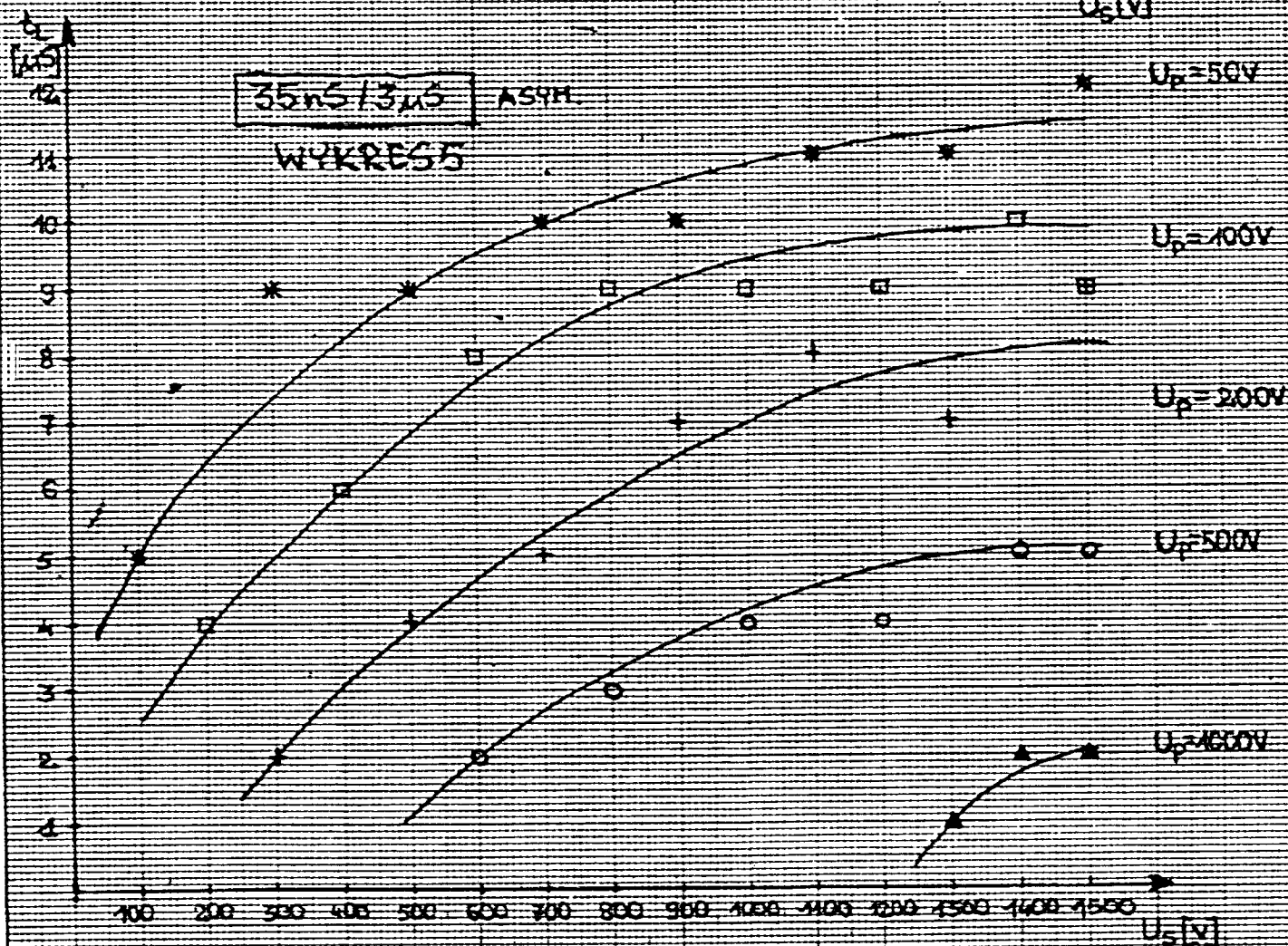
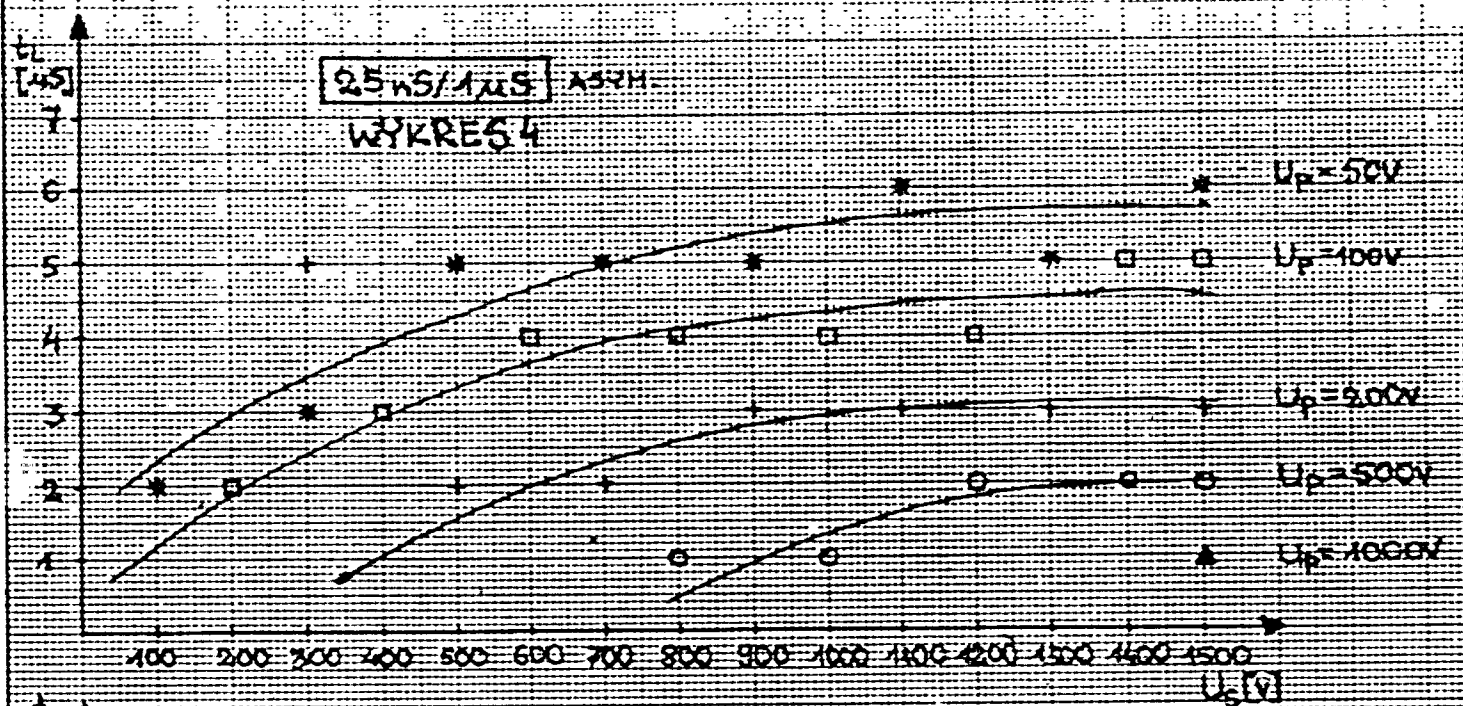
W próbie tej poddano ocenie zdolność wykrywania przez rejestrator pojedynczych impulsów o parametrach podanych w punkcie 2.3.

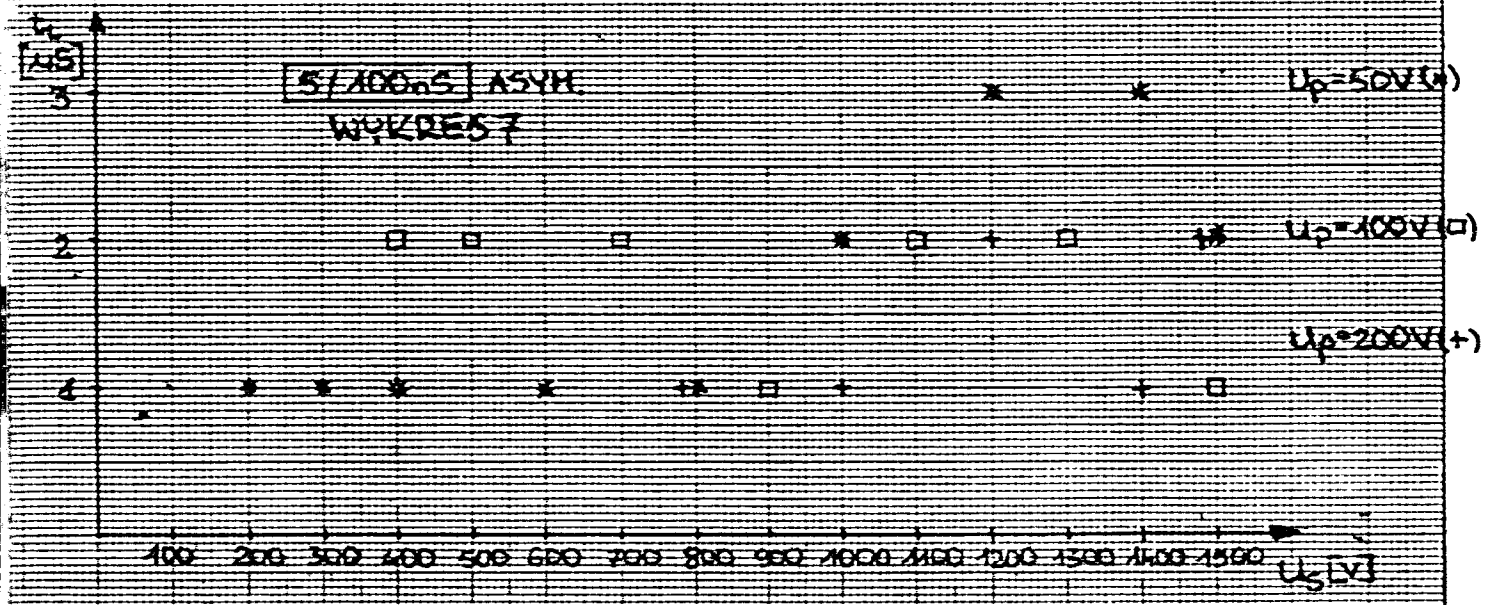
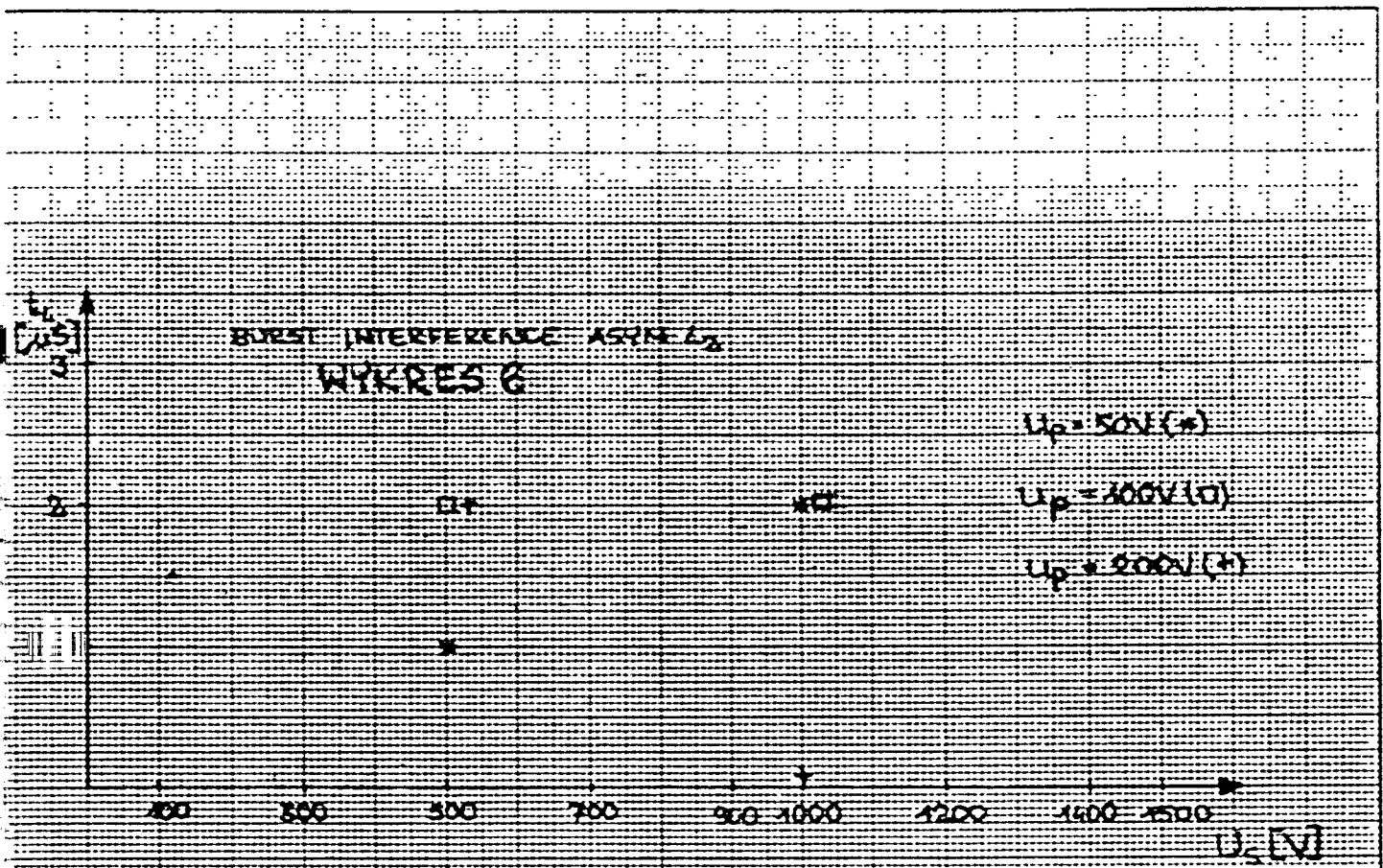
Wszystkie cztery kategorie impulsów ($100 \text{ ns}/10 \mu\text{s}$, $35 \text{ ns}/3 \mu\text{s}$, $25 \text{ ns}/1 \mu\text{s}$, $5 \text{ ns}/0,1 \mu\text{s}$) należą praktycznie do dolnego zakresu pomiarowego rejestratora. W praktyce jednak należą one do najważniejszych przy wyznaczaniu odporności urządzeń na zakłócenia.

Wyniki badań przedstawiają wykresy 3, 4, 5, 7 na rys. 3.



Rys. 3 wykres 3

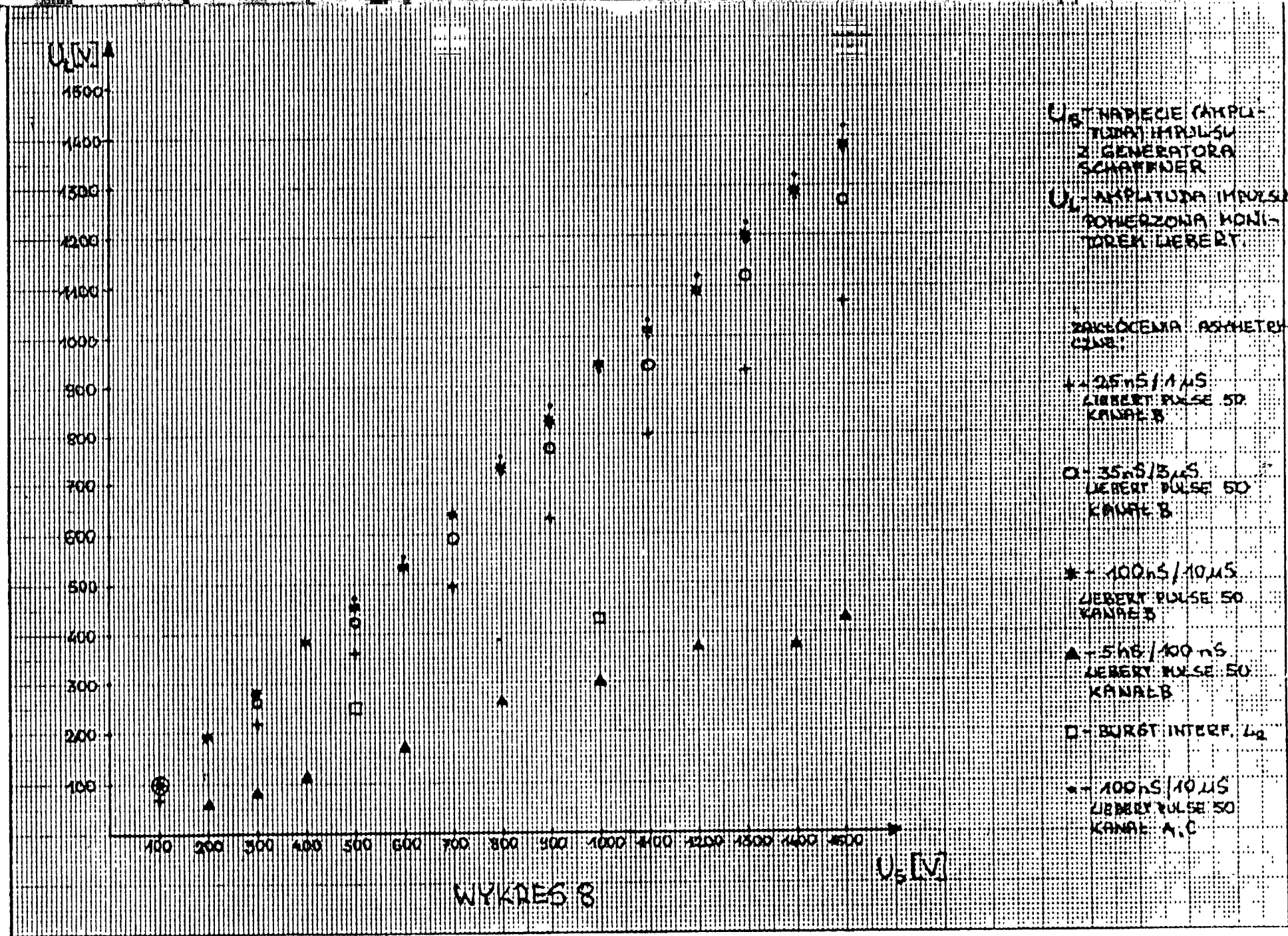




Rys 3. Wykresy 6, 7

Rys. 3 wykres 8

-21



-12d-

Dziedziną wykresów jest amplituda zaćawanych impulsów, zaś wartością parametry zarejestrowane przez FIDM 2600A. Ponadto zmieniane były progi czułości rejestratora, tzn. wzięto pod uwagę progi 50, 100, 200, 500 i 1000 V.

Na wykresach 3, 4, 5 zaobserwować można dość dużą regularność pomiarów czasów trwania impulsów układających się w rodzinę przesuniętych równolegle krzywych w zależności od nastawionego progu czułości.

Rozbieżność w otrzymanym czasie t_z a czasami 10 μ s, 3 μ s, 1 μ s wylikają stąd, że t_z jest mierzone na poziomie progu czułości, zaś czasy wygenerowanych impulsów są określane na połowie wysokości amplitudy.

Wykres 7 dowodzi, że impuls 5 ns/100 ns leży już poza zakresem pomiarowym Lieberta, gdyż otrzymane pomiary są w dość przypadkowy sposób sklasyfikowane przez rejestrator.

Na wykresie 6 naniesione są wartości amplitudy impulsów zanotowanej przez rejestrator w zależności od amplitudy generowanej przez symulator. W zakresie dokładności pomiarowej Lieberta podanej w instrukcji mieści się jedynie krzywa dla impulsu 100 ns/10 μ s. Dla impulsów 35 ns/3 μ s wyniki nie znajdują pokrycia w dokładności gwarantowanej w instrukcji (± 10 %), zaś dla impulsów 25 ns/1 μ s wyniki mieszczą się w tolerancji pomiaru (± 50 %).

Zakłócenia impulsowe 5/50 ns (wg PN-86/E-06600)

Próba z zakłóceniami "szczotkowymi", których wykrywania konstrukcja rejestratora nie przewiduje, stanowią próby uzupełniające. Część zadanych zakłóceń była dla rejestratora niezauważalna, zaś te, które odnotowano na wykresie 6 wskazują na przypadkowy charakter pomiarów.

Można przyjąć, że rejestrator dostrzegł zakłócenia, lecz źle je sklasyfikował.

2.4. Wstępna instrukcja obsługi zestawu pomiarowego

W celu dokonania pomiarów zakłóceń sieci należy podłączyć rejestrator do źródła zakłóceń poprzez przystawkę pomiarową ułatwiającą bezpieczne podłączenie kabli rejestratora do mierzonej sieci. Rejestrator podłączamy do zasilania, ustawiamy kluczyk w pozycji SET, dokonujemy niezbędnych nastaw pracy, tzn.:

- 1) wprowadzamy bieżącą datę i czas (rok, miesiąc, dzień, godzinę, minutę, sekundę)

- 2) w pozycji SPECIAL wczytujemy wartość 1.0 w celu uruchomienia tylko złącza szeregowego RS232C (bez drukarki termicznej)
- 3) wprowadzamy progi czułości rejestratora dotyczące wykrywania zakłóceń, tzn.:
 - a) dolny zakres zmian częstotliwości np. 49.9 Hz
 - b) górny zakres zmian częstotliwości np. 50.1 Hz
 - c) zdolność wykrywania impulsu np. 50 V
 - d) górny dopuszczalny zakres napięcia sieci np. 242 V ($U_n + 10\%$)
 - e) dolny dopuszczalny zakres napięcia sieci np. 187 V ($U_n - 15\%$)
- 4) przekreślamy kluczyk w pozycję RUN.

Następnie łączymy monitor PLDM 3600A z komputerem kablem złącza szeregowego tak, aby stały możliwie najdalej od siebie.

Uruchomienie komputera odbywa się w kolejności: monitor, napęd dyskieta Bondwell (jeśli potrzebny) i na końcu komputer.

Programy uruchamiamy zgodnie z informacjami zamieszczonymi w rozdz.2.2.

Uruchomienie pomiarów odbywa się dopiero po wciśnięciu trzech przycisków A,B,C, umieszczonych w prawym dolnym rogu rejestratora i oznaczonych PLASE A,B,C. Od tej pory rejestrator wysyłać będzie zaformatowane w postaci tekstu dane dotyczące pomierzonych zakłóceń, jeśli oczywiście wystąpiły.

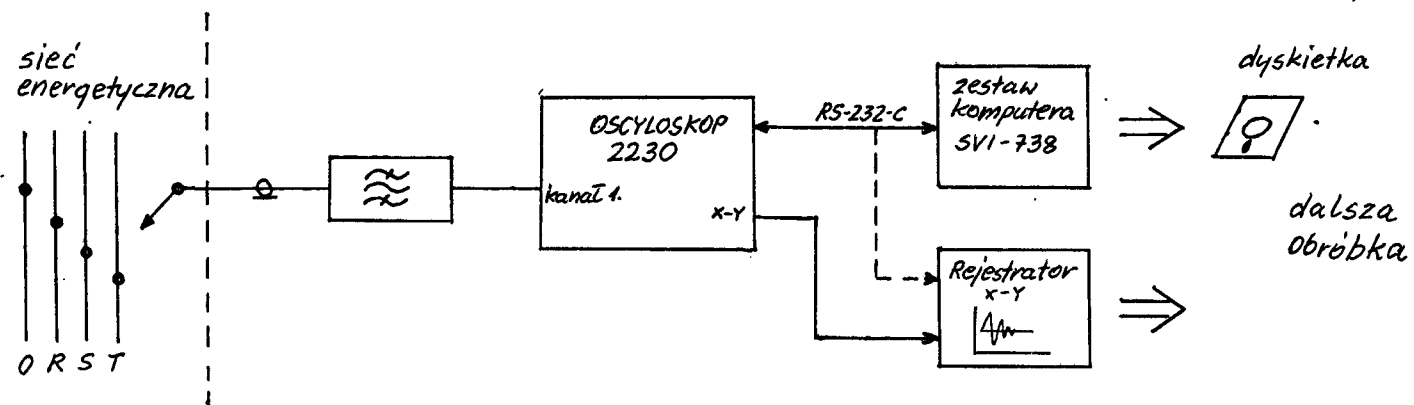
W zestawieniu drukarki z monitorem nieistotna jest kolejność włączenia urządzeń.

3. Zestaw pomiarowy z oscyloskopem 2230 do rejestracji zakłóceń impulsowych

Koncepcja wykorzystania oscyloskopu z pamięcią cyfrową do pomiarów zakłóceń w obwodzie sieciowym została przedstawiona w opracowaniu [1].

Zestaw urządzeń, w którym oscyloskop cyfrowy można wykorzystać do rejestracji i pomiarów parametrów zakłóceń o charakterze impulsowym pokazano na rys.4. W skład zestawu wchodzi:

- przystawka pomiarowa, zapewniająca bezpieczne przyłączenie obwodu pomiarowego do obwodu sieciowego
- filtr pasmowy, zapewniający tłumienie sygnałów niskiej częstotliwości, w tym o częstotliwości sieci oraz sygnałów wysokiej częstotliwości w paśmie częstotliwości leżącym powyżej zdolności pomiarowych oscyloskopu. W układzie filtra zawarto odpowiedni tłumik



Rys.4. Wykorzystanie oscyloskopu 2230 /TEK/ do rejestracji zakłóceń impulsowych

- oscyloskop 2230 z odpowiednio wybranym programem pracy
- urządzenie zapisu informacji w postaci cyfrowej na dysku elastycznym, lub w postaci analogowej na rejestratorach XY
- zestaw urządzeń wspomagających operatora przy obróbce zapisanych informacji w celu określenia parametrów zakłóceń.

W niniejszym opracowaniu zostaną przedstawione opracowane i wykonane rozwiązania urządzeń, aparatury pomocniczej, zapewniającej sprzężenie wejścia oscyloskopu z obwodem sieciowym (przystawka pomiarowa i filtr pasmowy) oraz wyjścia oscyloskopu przez interfejs RS232C ze stacją dysków, zestawem komputera SPECTRA VIDEO przedstawionym w poprzednim rozdziale. Będą przeprowadzone analiza i wybór odpowiednich modów pracy oscyloskopu.

3.1. Przystawka pomiarowa

Przystawka została wykonana w celu zapewnienia bezpiecznego przyłączenia obwodów pomiarowych rejestratora PLDM 3600 oraz oscyloskopu 2230 do badanego obwodu sieciowego.

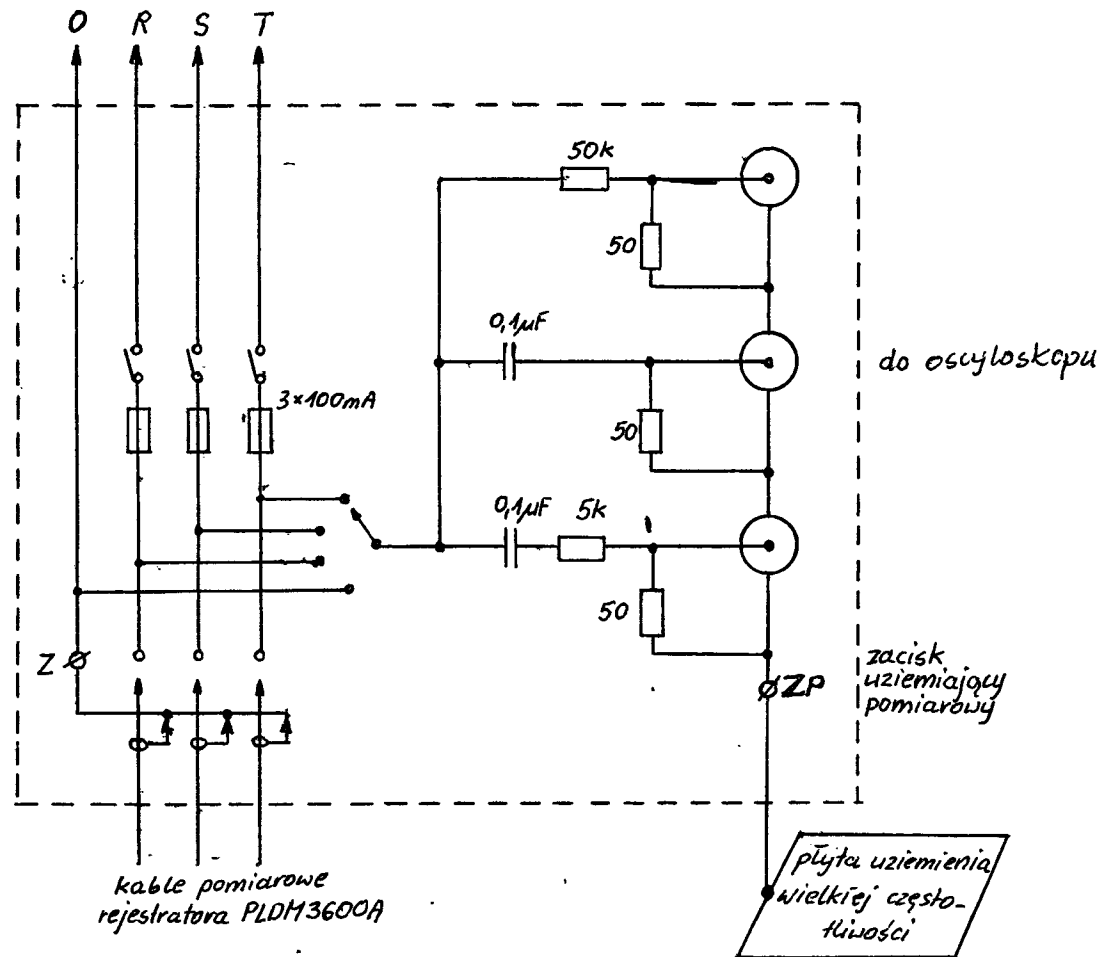
Schemat ideowy oraz konstrukcję przystawki pokazano na rys.5 i 6. Instalacja przystawki w miejscu pomiarowym polega na trwałym przyłączeniu przewodów wejściowych przystawki do punktów pomiarowych sieci energetycznej.

Po ustawieniu wyłączników w stan wyłączony do listwy można przyłączyć kable rejestratora PLDM 3600. Do wybranego gniazda typu BNC można przyłączyć obwód pomiarowy do oscyloskopu. Przystawka zawiera trzy gniazda BNC, które przełącznikiem obrotowym można przyłączyć do jednego przewodu sieciowego R,S,T,0.

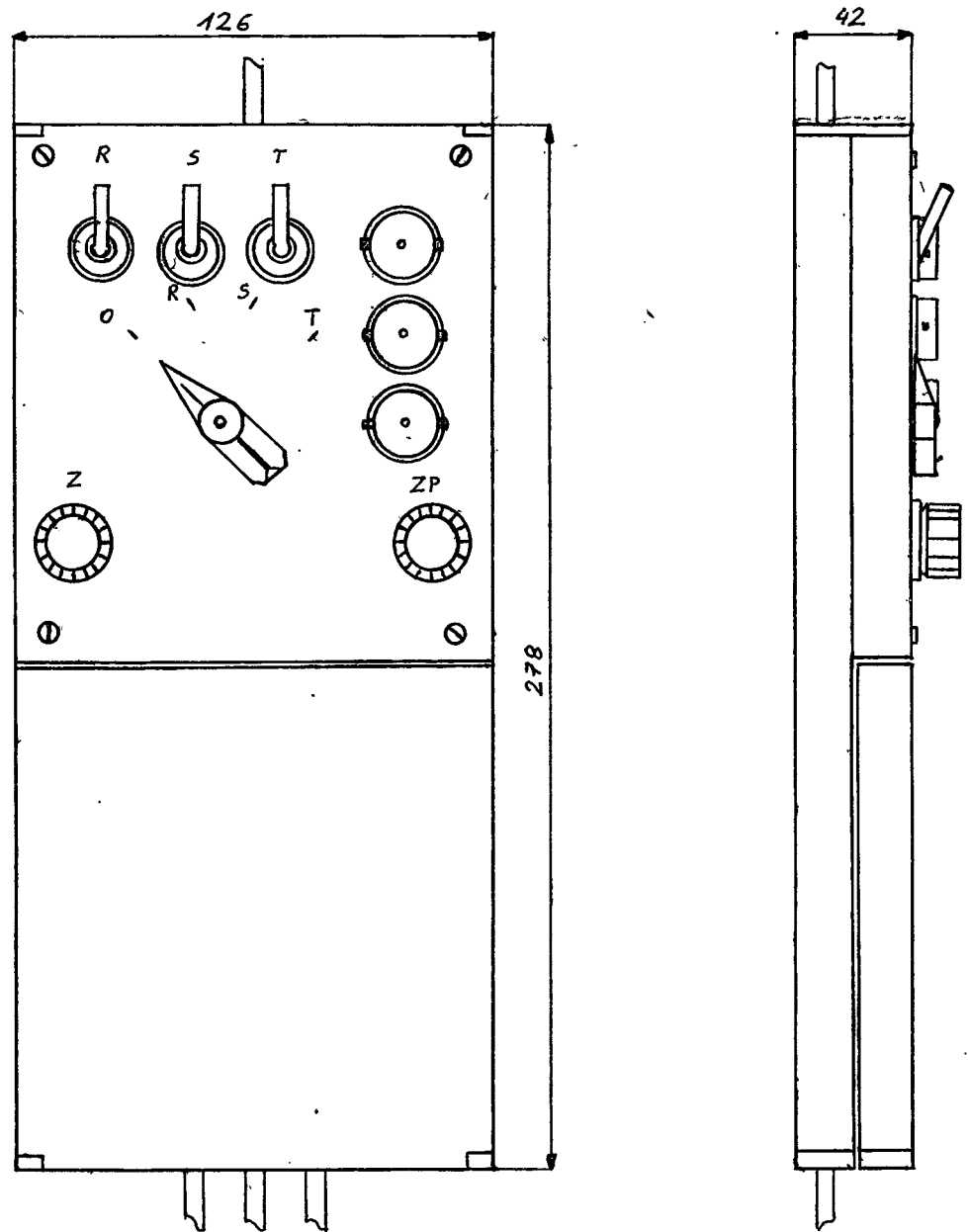
Sygnały z gniazd BNC posiadają izolowany zacisk zerowy, łączony z zaciskiem zerowym przyłączonego przyrządu pomiarowego lub uziemieniem pomiarowym. Wielkiej częstotliwości (płyta uziemiająca). Każdy przewód fazowy jest zabezpieczany bezpiecznikiem 100 mA. Przystawka jest wyposażona w uchwyty do mocowania przyłączanych kabli pomiarowych.

3.2. Układy sprzężenia wejścia oscyloskopu z badanym obwodem sieciowym

Sposób przyłączenia wejścia oscyloskopu z badanym punktem pomiarowym w obwodzie sieci jest pokazany na rys.7.



Rys.5. Schemat ideowy przystawki pomiarowej



Rys.6. Przystawka pomiarowa - widok ogólny

przedstawione rozwiązanie spełnia wymagania:

- bezpiecznego przyłączenia obwodu pomiarowego do sieci (przystawka)
- oddalenia oscyloskopu od punktu pomiarowego
- stosowania typowych kabli współosiowych o impedancji charakterystycznej 50Ω
- ukształtowania odpowiednich charakterystyk częstotliwościowych toru pomiarowego
- uniwersalności polegającej na wykorzystaniu lub nie typowych sond pomiarowych FETRONIX.

Podstawową częścią układu sprzęgającego jest filtr pasmowy. W przedstawionym rozwiązaniu część wejściowa filtra jest umieszczona w przystawce pomiarowej, pozostałe elementy filtra są usytuowane w pobliżu oscyloskopu.

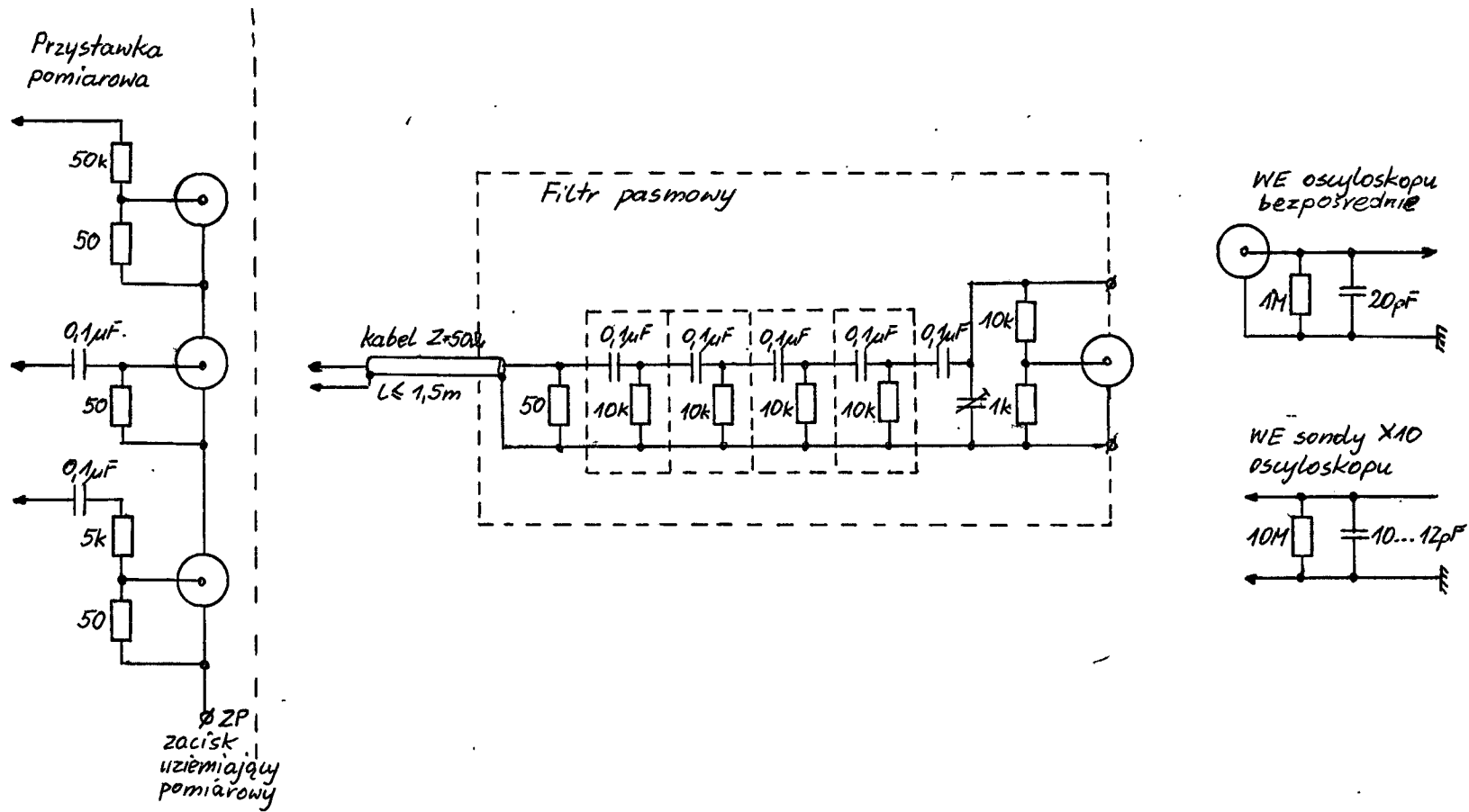
Przy projektowaniu układów sprzęgających uwzględniono następujące parametry:- założono, że amplituda zakłóceń impulsowych występujących w obwodzie sieciowym może osiągać wartość do $4+5\text{ kV}$. Przy dopuszczalnej amplitudzie sygnału na wejściu oscyloskopu $12,5\text{ V}$ należy w paśmie pomiarowym wprowadzić tłumienie sygnału powyżej 400 razy;

- zakres czułości układu odchyłania pionowego oscyloskopu można zmieniać od 2 mV/dz do 50 V/dz w ekspansji 1-2-5. Poprawne zadziaływanie układu wyzwalania A TRIG wymaga sygnału powyżej $0,35\text{ dz}$. Przy założeniu, że czułość toru będzie tak dobieierana aby uzyskać co najmniej przebieg o amplitudzie 1 dz , a współczynnik tłumienia wynosi $\times 1000$ zapewnia się możliwość rejestracji impulsów o amplitudzie od 2 V do 5 kV . Przy przebiegu o amplitudzie zapisu $2,5\text{ dz}$ zapewnia się możliwość rejestracji od 5 V do $12,5\text{ kV}$;

- górna częstotliwość graniczna filtra powinna wyeliminować występowanie zjawiska dwuznaczności pomiarów przy próbkowaniu sygnału mierzonego. Przy częstotliwości próbkowania 20 MHz górna częstotliwość graniczna filtra powinna wynosić 10 MHz (reguła Nyquista);

- dolna częstotliwość graniczna filtra wynika z konieczności wytłumienia w sygnale mierzonym składowych o częstotliwości sieci, a to w celu eksponowania zakłóceń o charakterze impulsowym o małych amplitudach;

- układ filtra będzie złożony z 4 do 5 jednakowych członów (ogniw). Maksymalna pojemność kondensatorów będzie ograniczona do



Rys.7. Układy sprzęgające wejście oscyloskopu z obwodem sieci

wartości $0,1 \mu\text{F}$, co pozwoli zastosować kondensatory typu KSF lub KSPz. Przedstawione na rys.7 rozwiązanie układów sprzęgających zapewnia:

- częstotliwościowe pasmo przenoszenia na poziomie 3 dB od 4 kHz do 30 MHz przy wystąpieniu rezonansu przy częstotliwości 15 MHz
- ustalenie współczynnika tłumienia w paśmie rodoczym od 10 do 1000.

Ostateczna charakterystyka przenoszenia układu sprzęgającego będzie ustalona po serii próbnych pomiarów zakłóceń sieciowych.

3.3. Wybór sposobu pracy oscyloskopu

Ogólnie wiadomo, że częstość występowania zakłóceń impulsowych jest przypadkowa. Zależy od wielu czynników zewnętrznych (przykładowo od intensywności wyładowań atmosferycznych) jak i od czynników związanych z charakterem obciążenia sieci, rodzaju użytkowników, rozwiązań układowych systemu energetycznego.

Stwierdzono, że większe jest prawdopodobieństwo wystąpienia impulsu o niższej amplitudzie niż impulsu o wyższej amplitudzie. Fakt ten determinuje sposób wykorzystania oscyloskopu do rejestracji zakłóceń o charakterze impulsowym, podstawowym kryterium zarejestrowania impulsu może być jedynie amplituda. Konkretniej, proces zapisu powinien być uruchamiany faktem przekroczenia przez monitorowany sygnał zadanego progu napięciowego.

Powyższe warunki spełnia układ wyzwala oscyloskopu pracujący w trybie NORL lub SGL SWL.

Przy sposobie wyzwala NORL podstawa czasu może być wyzwolana sygnałem wejściowym w momencie przekroczenia progu napięciowego zadanego potencjometrem ATRIG LEVEL. Sposób jest stosowany przy małej częstotliwości sygnału. Zapamiętany i wyświetlony na ekranie przebieg trwa aż do następnego wyzwolenia. Poziom wyzwolenia jest pokazany na przebiegu symbolem T.

Przy sposobie wyzwala SGL SWP następuje jednorazowe wyzwolenie podstawy czasu w momencie i przy poziomie jak w sposobie NORL.

Porównanie przygotowanie podstawy czasu do wyzwolenia uzyskuje się przyciskiem READY lub programowo rozkazem (SGL) przesłanym interfejsem RS232.

Lampka sygnałizacyjna READY świeci od czasu ustawienia gotowości do czasu zarejestrowania pełnego przebiegu w pojedynczym rozciągu.

Jeżeli częstość występowania impulsów jest wysoka, czas pomiędzy kolejnymi impulsami jest mniejszy od czasu potrzebnego do pełnej obsługi, to jest zapisu przebiegu w pamięci dyskowej lub na rejestratorze XY, należy preferować sposób SGL SWP.

Na rys.8 pokazano parametry czasowe pełnej obsługi zapisu przebiegu przy sposobie SGL SWP.

Na podstawie powyższych parametrów można oszacować, że oscyloskop może zarejestrować impulsy występujące nie częściej niż 0,5 do 1 min. Głównym ograniczeniem szybkości rejestracji impulsów jest czas potrzebny na przesłanie informacji z oscyloskopu do zewnętrznej pamięci dyskowej, lub czas potrzebny do rejestracji przebiegu w rejestratorze XY.

W przyszłości przy nagromadzeniu większej liczby danych pomiarowych uzyskanych z pomiarów PLDM 3600 należy rozważyć inne sposoby pracy oscyloskopu, przykładowo AVERAGE, PEAK DET.

Poziom wyzwalać triggera A może być ustawiony z dokładnością 1/25 działki odchylenia pionowego w zakresie $\pm 2,5$ działki od środkowej linii ekranu. Czujność triggera wynosi od 0,35 do 1,5 działki przy częstotliwości sygnału 100 MHz.

Usytuowanie triggera w rozciągu podstawy czasu może być zmieniane skokowo przyciskiem PRETRIG/POSTTRIG. W pozycji POST przed punktem wyzwolenia zapisane jest 1/8 przebiegu, w pozycji PRE 7/8 przebiegu. Inne położenie punktu wyzwolenia może być zadane programowo.

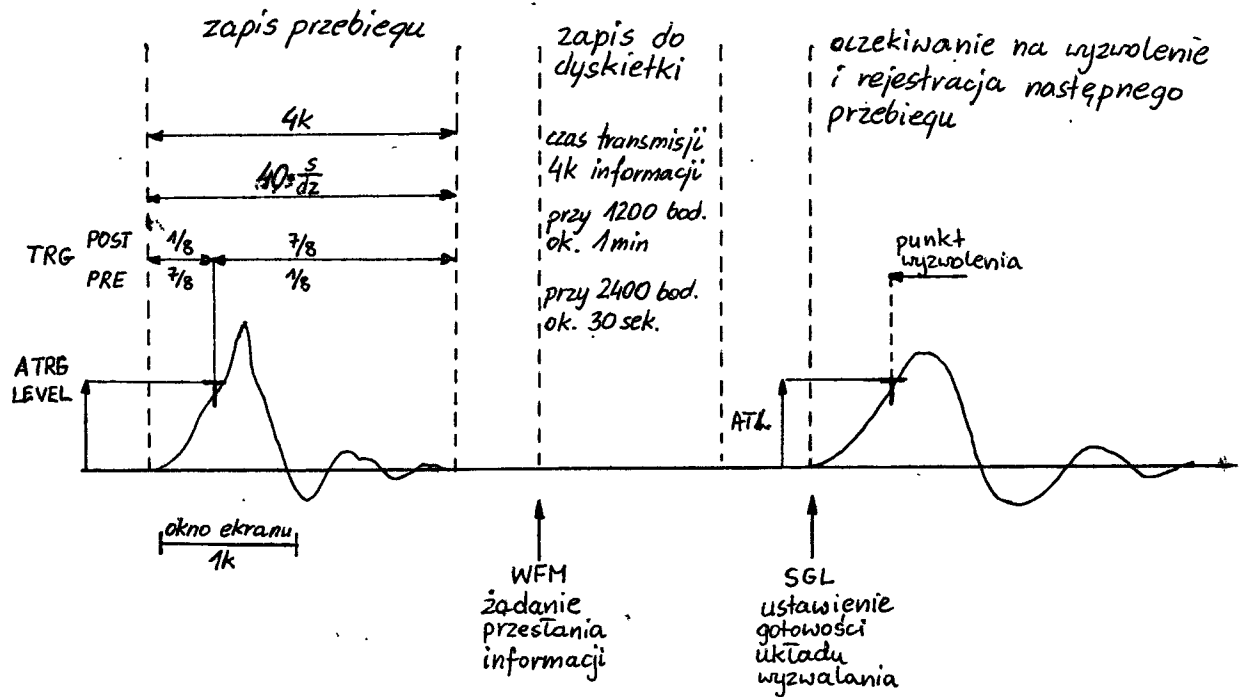
pozostałe nastawy parametrów oscyloskopu są podane we wstępnej instrukcji obsługi.

3.4. Sprzężenie oscyloskopu z pamięcią dyskową

Do sprzężenia oscyloskopu z pamięcią dyskową 3,5 cala lub 5,25 cala wykorzystano zestaw ^{SVI 738 i interfejs} komputerowy RS 232-C w obu urządzeniach.

Zasada pracy tak utworzonego zestawu pomiarowego polega na:

- uruchomieniu i przygotowaniu oscyloskopu do pomiarów w trybie pracy z pamięcią (połączeniu wejścia kanału 1 do źródła zakłóceń, ustaleniu parametrów układu odczytania pionowego i poziomego, zadaniu sposobu wyzwalać zapisu w oscyloskopie)
- uruchomieniu i przygotowaniu komputera do przyjmowania informacji z interfejsu szeregowego
- oczekiwania przez komputer na zgłoszenie przez oscyloskop żądania obsługi (w sposobie programowej pracy zestawu) lub zainicjowania



Rys.8. Czas obsługi zestawu pomiarowego z oscyloskopem

- wania przez operatora zapisu zarejestrowanego przez oscyloskop zakłócenia (w sposobie pracy pod nadzorem operatora)
- uruchomieniu programu transmisji informacji do komputera i następnie do pamięci dyskowej
 - po zakończeniu zapisu danych na dyskietce ponowne ustawienie gotowości oscyloskopu do zarejestrowania następnego zakłócenia (programowo lub przez operatora).

Zaproponowana zasada pracy wynika z wykorzystania najprostszycy algorytmów oprogramowania. W przyszłości, po zebraniu doświadczeń praktycznych, możliwe są zmiany zmierzające w kierunku zarówno skrócenia czasu obsługi widzianej od strony wejścia pomiarowego jako czas martwy, jak i wprowadzenia odpowiednich algorytmów wstępnej obróbki informacji wykorzystujących możliwości oscyloskopu i komputera.

Program obsługi oscyloskopu przez komputer SVT 738 napisany jest w języku MSX BASIC i posiada nazwę "PEK+3". Program inicjalizuje złącze RS-232C w formacie zgodnym ze złączem oscyloskopu, umożliwia obustronną komunikację urządzeń. Program przyjmuje mnemoniczne rozkazy zgodne ze standardem "Tektronix Standard Codes and Formats". Ze względu na szybkość przekazywania informacji transmisja odbywa się w kodzie binarnym. Informacja przesyłana z oscyloskopu zapisywana jest w buforze zorganizowanym w pamięci RAM mikrokomputera z możliwością przesłania jej na pamięć stałą (dysk) w celu zabezpieczenia danych i dalszej obróbki informacji.

Ustalone parametry interfejsu RS232 w oscyloskopie na przełączniku

pozycja przełącznika	stan	parametr
1	1	szybkość transmisji
2	1	1200 baudów
3	1	dla 2400 baudów
4	0	(0101)
5	0	bez bitu parzystości
6	x	słowo 8 bit
7	x	wybór parzystości
8	1	CR-LF jako terminator linii
9	x	format zapisu dla określo-
10	x	nego typu plotera XY

Parametry transmisji interfejsu RS232 komputera SVI738 są ustawiane programowo.

Fizyczną realizację sprzężenia obu urządzeń zrealizowano kablem łączącym złącze D15 oscyloskopu ze złączem RS232 SVI.

Kabel połączeniowy o długości 1m, wykonano skręcanymi parami przewodów FLY15x0,15. Kabel zabezpieczono ekranem wykonanym z plecionki PL15 i osłonięto wężykiem PCW 20. Złącza zabezpieczono osłonami plastikowymi typ 03.

oscyloskop 2230	komputer SVI-738
złącze 881.25 (gniazdo)	złącze 871.09 (wtyk)
2	3 para
7	7 skręcana
3	2 "-
7	7
4-5	8 "-
7	7
6	9 "-
7	7
8	4-5 "-
7	7
20	6 "-
7	7
1	1 ekran PL15
osłona złącza 02/25	osłona złącza 02/09

3.5. Wstępna instrukcja obsługi

1. Do wybranego punktu pomiarowego przyłączyć przystawkę pomiarową. Włączyć wyłączniki i wybrać odpowiednią fazę na przełączniku. Komputer i oscyloskop połączyć kablem interfejsowym.
2. Uruchomić komputer i wczytać programy obsługi "PEK 3"
3. Włączyć oscyloskop, do kanału 1 w stanie GND przyłączyć filtr pasmowy bezpośrednio lub przy wykorzystaniu sondy pomiarowej x10. Wejście filtru przyłączyć do wybranego gniazda BNC na przystawce pomiarowej
4. Ustawić następujące parametry pracy IAVEFORM REFERENCE
4 k (lub 1 k jeżeli zapis wystarczy)
CONTINUE
VERTICAL MODE CH1

VOLTS/DIV (wg wymagań)

POSTTRIG (jeżeli wystarczy 1/8 zapisu przed punktem wyzwolenia)

SEC/DIV (wg wymagania)

SED/DIV VARIABLE w pozycje CAL (zatrząsk)

ATRIGGER: NORM, SGL SWP, SLOP (zbocze dodatnie lub ujemne wg wymagania)

A,B INT CH1

A SOURCE INT

Wyregulować jaskrawość i ostrość obrazu

Wyregulować poziom wyzwalań A TRIG LEVEL na wymagany poziom

5. Sprawdzić poprawność transmisji między komputerem i oscyloskopem wysyłając rozkaz ID? lub EVE?
6. Przez zwiększenie czułości toru pomiarowego doprowadzić do zarejestrowania przebiegu próbnego. Na przebiegu sprawdzić poziom wyzwalań i ewentualnie skorygować ATRIG LEVEL
7. Ponownie ustawić wymaganą czułość toru pomiarowego (V/dz)
8. Z komputera wysłać rozkaz SGL, powinna zaświecić lampka READY
Oscyloskop oczekuje na sygnał wyzwalający, na ekranie pozostaje przebieg z poprzedniego zapisu
9. Po zapisie nowego przebiegu lampka READY gaśnie, operator weryfikuje otrzymany przebieg i jeżeli chce zapisać go na dysku wysyła rozkaz WR? w czasie przesyłu informacji do komputera na ekranie oscyloskopu pojawia się sygnalizacja FICT.
10. Po zakończeniu transmisji informacji do komputera operator może wysłać rozkaz SGL ustawiający układ wyzwalań oscyloskopu w stan gotowości do następnej rejestracji przebiegu.

4. Wnioski

1. Dzięki wykonanym pracom uzyskano nowoczesne narzędzia do pomiarów i rejestracji zakłóceń występujących w sieciach energetycznych na terenie obiektu przemysłowego.

Zestaw pomiarowy z monitorem PLDM 3600A zapewnia pomiar i rejestrację parametrów zaników, obniżień i podwyższeń napięcia sieci, zakłóceń impulsowych o czasie trwania powyżej 1 μ s, zmian częstotliwości sieci. Pomiaru są wykonywane dla trzech faz jednocześnie. Dla każdego zarejestrowanego zakłócenia podawany jest czas rzeczywisty wystąpienia z dokładnością 1 s.

Zestaw pomiarowy z oscyloskopem 2230 przeznaczony jest do rejestracji pojedynczych zakłóceń o charakterze impulsowym w dzie-

- dzinie czasu, zapewnia wykrycie i rejestrację pojedynczego impulsu o czasie trwania powyżej 100 ns, amplitudzie powyżej 2 V.
2. Dodatkowo opracowane bezpośrednie sprzężenie monitora z drukarką D100 eliminuje konieczność zakupu papieru do drukarki termicznej. Zapewnia uzyskanie kilku kopii zarejestrowanych wyników.
 3. W trakcie uruchamiania zestawu pomiarowego z monitorem wykryto niesprawność interfejsu RS232 monitora. Niesprawność ta występuje po kilkugodzinnej pracy i objawia się przekłamaniami w transmitowanej informacji. Złożona reklamacja u producenta została uznana. Producent dostarczył elementy, które należy wymienić. Naprawa monitora powinna być wykonana przed wprowadzeniem go do praktycznego użytkowania.
 4. Dalsze prace doskonalące właściwości użytkowe zestawów pomiarowych powinny być wprowadzane sukcesywnie w miarę nabywanych praktycznych doświadczeń pomiarowych. Pierwsze doświadczenia pomiarowe w warunkach obiektowych proponuje się przeprowadzić na terenie wydziału produkcyjnego DW.
 5. Napotkano duże trudności realizacji sprzężeń między urządzeniami przy wykorzystaniu standardowych kanałów transmisji RS232C. Trudności te wynikały z różnic realizacyjnych interfejsów, szczególnie w monitorze PLDM 3600 oraz drukarce D100.
 6. Równolegle z przeprowadzaniem pomiarów zakłóceń na wybranych obiektach należy opracować specjalizowane oprogramowanie do statystycznej obróbki danych. Problem ten jest sygnalizowany dlatego, że do obróbki planowano wykorzystanie lub adaptację istniejących programów komputerów IBM. Wstępne rozeznanie przeprowadzone na terenie Instytutu wykazało brak takich programów w posiadanych bibliotekach programów.