

6901

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW

MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Laboratorium Kompatybilności Elektromagnetycznej - KEM

440
Główny wykonawca

BE 10

Wykonawcy mgr inż. Cz. Godzisz, techn. T. Jagóra, techn. E. Lachowicz

Konsultant

Nr zlecenia

S 1255

Opracowanie wybranych metod i unikających urządzeń dla rozszerzenia możliwości badań elektronicznych urządzeń automatyki i pomiarów.

Etap. 1. Budowa modelu symulatora wyładowań elektryczności statycznej /ESD/ wg IEC 801-2 /1991-04/

Sprawdzenie parametrów dynamicznych komutowanego prądu wyładowczego dla obu polaryzacji.

Zleceniodawca

Pracę rozpoczęto dnia 1 stycznia 1992

zakończono dnia 30.11.92

Labor. KEM

Z-ca Dyrektora

Kierownik Ośrodka

d/s Bad.-Rozwojowych

mgr inż. Cz. Godzisz

dr inż. J. Jabłkowski

mgr inż. K. Majdan

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1 - BOINTE

rysunków 12

Egz. 2 - OBN

fotografii

Egz. 3 - OBN

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6901

1.090

Analiza deskryptorowa

AUTOMATYKA I POMIARY PRZEMYSŁOWE:

KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA * ESD, * SYMULATOR

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie przedstawia wyniki pracy z budowy modelu symulatora wyładowań elektryczności statycznej /ESD/. opracowanego wg wymagań publikacji IEC 801-2 /1991-04/ zawiera wyniki pomiarów parametrów dynamicznych prądu wyładowczego komutowanego sterowanym łącznikiem w pistolecie symulatora. Sformułowano wnioski komunikacyjne i uwagi dotyczące nieprecyzyjnych sformułowań parametrów w publikacji IEC.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

PIAP 41/88 10000

-2

Spis treści

1. Wprowadzenie
2. Opis modelu symulatora SED - 3
 - 2.1. Zasilacz SED-3
 - 2.2. Pistolet SED-3
 - 2.3. Bocznik VHF 1R
3. Stanowisko pomiarowe
4. Wyniki pomiarów
5. Uwagi i wnioski

1. Wprowadzenie

W PIAP opracowano i wyprodukowano ok. 40 symulatorów wyładowania elektryczności statycznej ESD-2 spełniającego wymagania publikacji IEC 801-2 wydanie pierwsze z roku 1984. Potrzeba opracowania nowego symulatora ESD wynikła ze zmiany parametrów symulatora i metodyki badań odporności urządzeń podanych w publikacjach IEC 801-2 z kwietnia 1991r i wprowadzenia tych wymagań do norm europejskich EN.

Nowa publikacja IEC wprowadza następujące parametry techniczne różniące się od parametrów z 1984r podanych nawiasach:

- polaryzację dodatnią i ujemną wyładowania /tylko polaryzacja dodatnia/
- zwiększa wartość rezystancji rozładowania do $330\Omega/150\Omega/$
- wprowadza w obwód rozładowczy łącznik komutujący prąd wyładowania oraz elektrodę ostrzową do wyładowań bezpośrednich kontaktowych pozostawiając elektrodę kulistą i wyładowanie iskrowe inicjowane zbliżeniem elektrody do punktu pomiarowego,
- nowe poziomy odporności dla elektrody ostrzowej
- kształt i parametry prądu wyładowczego komutowanego łącznikiem z elektrodą ostrzową jako parametrów kalibrujących symulator /kształt wykładniczy prądu, amplituda: czasy zbocza i trwania impulsu prądowego/,
- konieczność zastosowania układu pomiarowego z bocznikiem zapewniającym pasmo częstotliwościowe 1 GHz /pasmo powyżej 100 MHz/

Dla zilustrowania różnic na rys.1 do 3 pokazano podstawowe układy symulatorów, układy pomiarowe prądu wyładowczego i kształty prądów wyładowczych dla obu publikacji.

Nowa publikacja wprowadza metodę symulacji wyładowań ESD pośrednich na płaszczyzny sprzęgające pionową i poziomą /HCP i VCP/ uziemiane przewodem z rezystancjami 470k.

Przy symulacji wyładowań bezpośrednich wykorzystuje się elektrodę ostrzową niszczącą warstwę lakieru i dającą bezpośredni kontakt z przewodzącą obudową badanego urządzenia.

Elektroda kulista i wyładowanie iskrowe^{jest} stosowane do badań urządzeń w których warstwa lakieru jest deklarowana przez producenta jako warstwa izolacyjna.

Ocena możliwości technicznych wykonania symulatora spełniającego nowe wymagania sprowadza się do wykonania pomiaru prądu wyładowawczego komutowanego łącznikiem z elektrodą ostrzową, w zalecanym układzie pomiarowym bardzo i ultra-wielkich częstotliwości /VHF, UHF/.

Pracę rozpoczęto od budowy modelu symulatora. Przy konstrukcji modelu wykorzystano doświadczenia z opracowania i wieloletniego użytkowania symulatora SED-2.

Przyjęto założenie że model nowego symulatora umownie oznaczonego SED-3 będzie składał się z:

- zasilacza WN, obu polaryzacji z układem sterowania łącznika prądu wyładowania, układami zadawania polaryzacji i kontroli wartości napięcia wyjściowego
- pistoletu, ze sterowanym układem rozładowawczym i gniazdem do elektrod kulowej i ostrzowej, trzymanego przez operatora, dla wygody manipulacji o minimalnej wadze i bezpiecznego dla obsługi.

Równolegle opracowano technologię wykonania bocznika VHF, oraz kondensatora WN o ~~minimalnej~~ minimalnej indukcyjności z płyty dwustronnie foliowanej miedzią.

W dalszych częściach zaprezentowano, w sposób skrótowy,

- zasilacz SED-3
- pistolet SED-3
- bocznik VHF-1 /rezystancji 1 om/
- stanowisko do pomiaru prądu
- wyniki pomiarów

Pełniejsze informacje konstrukcyjne zawiera szkiecowa dokumentacja. Przy pomiarach wystąpiły problemy braku doświadczenia i odpowiedniego oscyloskopu umożliwiającego wykonanie pomiarów w ^{GHz} paśmie częstotliwości /fale metrowe i decymetrowe/.

Wykryto również luki i nieprecyzyjne sformułowania wymagań w publikacji IEC.

2. Opis modelu symulatora SED-3

Symulator wyładowań elektryczności statycznej SED-3 składa się z:

- zasilacza SED-3
- pistoletu SED-3

2.1. Zasilacz SED-3

Zasilacz umieszczono w obudowie przyrządowej typu ZDB /292 x 250 x 127 mm/

Na rys.2.1 pokazano widok płyty przedniej i tylnej, opisano funkcjonalność umieszczonych elementów obsługowych. Schematy ideowe pokazano na rys.2.2. Podstawowe układy: zasilacz sieciowy, układ generacji sygnału do przekaźnika ~~komputerowego~~ komutującego prąd wyładowczy pistoletu, układ generacji impulsów do powielaczy telewizyjnych typu TPN 30. Źródłem WN o ujemnej polaryzacji jest przerobiony powielacz TPN 30. Zadawanie polaryzacji napięcia wyjściowego dokonuje się przełącznikiem wtykowym. Wartość napięcia wyjściowego jest regulowana potencjometrem i kontrolowana cyfrowym voltomierzem zbudowanym na układzie ICL 7107 /INTERSIL/ z wyświetlaczem LED.

Przy napięciu wyjściowym do $\pm 8\text{kV}$ jest sterowany przekaźnik w pistolecie, dla wyższych wartości do $\pm 15\text{kV}$, przekaźnik jestysterowany na stałe, umożliwia się symulację wyładowań przez zbliżenie elektrody kulowej.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa obsługi wprowadzono blokadę generacji WN w przypadkach:

- wyjęcia wtyku przełącznika polaryzacji
- braku przyłączenia kabla sterującego do pistoletu.

2.2. Pistolet SED-3

Konstrukcję pistoletu pokazano na rys.2.3. Jako elementu komutującego prąd wyładowczy użyto zestyk kontaktronowy próżniowy ZP-2 prod. DOLAM.

Karkas cewki przekaźnika wykonano z teflonu. Kondensator WN 150pF wykonano z płytki dwustronnie laminowanej miedzią o grubości 0,5 mm.

Kable przyłączeniowe pistoletu, wysokiego napięcia /współosiowy WL 50/ i sterujący przekaźnikiem /mikrofonowy w ekranie/ wprowadzono przez rączkę pistoletu i zakończono odpowiednimi wtykami.

W przedniej ścianie obudowy pistoletu umieszczono gniazdo do wkręcania elektrod ostrzowej lub kulistej.

Na dolnej ścianie obudowy umieszczono zacisk uziemiający do przyłączania kabla uziemiającego pomiarowego.

2.3. Bocznik VHF - 1R

Konstrukcję bocznika pokazano na rys.2.4. Bocznik o wartości rezystancji 1R zbudowano z równolegle połączonych²⁴ rezystorów o wartości 24R rozmieszczonych współosiowo.

Wyjście pomiarowe jest dopasowane do rezystancji 50R.

Bocznik jest przystosowany do montażu w płaszczyźnie przewodzącej.

3. Stanowisko pomiarowe

Szkic stanowiska pokazano na rys.3.1. Bocznik VHF 1R umieszczono centralnie w płaszczyźnie pionowej wykonanej z blachy aluminiowej o wymiarach 1m x 1m.

Podłoże stanowiska stanowi płaszczyznę ziemi odniesienia o wymiarach 2m x 1m.

Pistolet ESD-3 umieszczono na stałym^{2m} tak by elektroda pistoletu posiadała kontakt z wejściem bocznika i była prostopadła do płaszczyzny pionowej. Zacisk uziemiający pistoletu połączono krótkim^{2m} taśmowym przewodem z pionową płytą.

W celu zabezpieczenia wejścia oscyloskopu i dobrego dopasowania faliowego, połączenia wykonano kablem współosiowym WL50 i zastosowano kalibrowany tłumik sygnału o paśmie przeniesienia powyżej 2 GHz.

4. Wyniki pomiarów

Wstępne pomiary prądu wyładowczego wykonano oscyloskopem 2230 /TEK/ a następnie po ustaleniu parametrów oscyloskopem HP.

Oscylogramy przedstawione na rys. 41...44 zostały wykonane:

- przy repetycyjnym rodzaju pracy
- wyzwalanego z boczem sygnału wejściowego
- ustawionym progu wyzwalania na poziomie czułości 1 działki
- przy pomiarze powyżej 60 wyładowań /dla pełnego skompletowania punktów pomiarowych /ok.500/ dla rejestrowanego ~~przebiegu~~ przebiegu
- czułość mV/działkę dobierano proporcjonalnie do napięcia wyładowania /zapewnia to łatwą ocenę wzrokową charakteru przebiegu i jego powtarzalność/

Wstępna ocena oscylogramów pozwala na stwierdzenie, że uzyskano wymagane parametry amplitudowo, czasowe przebiegu prądu wyładowania ESD.

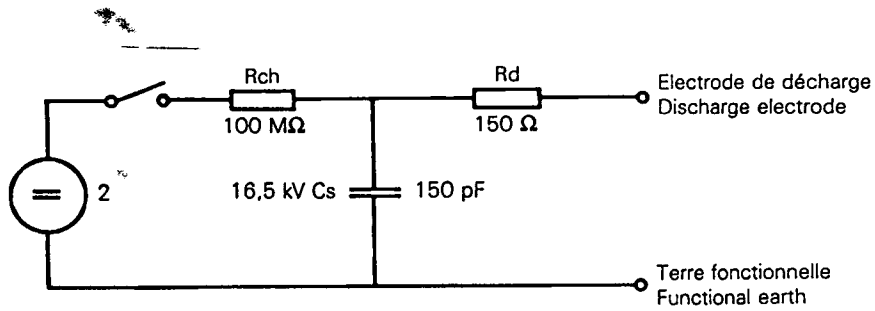
W czasie pomiarów stwierdzono dużą zależność przebiegów od położenia i długości przewodu uziemiającego pistolet SED-3. Przy krótkim przewodzie rejestrowano wyższą częstotliwość oscylacji nałożonej na przebieg wykładniczy. Podobne zmiany powodowały zmiany położenia tego przewodu względem ziemi odniesienia i wielkość pętli.

Fakt ten po udokumentowaniu dodatkowymi pomiarami, powinien być zgłoszony do autorów publikacji IEC, że układ pomiarowy kalibracji symulatora nie jest jednoznacznie określony.

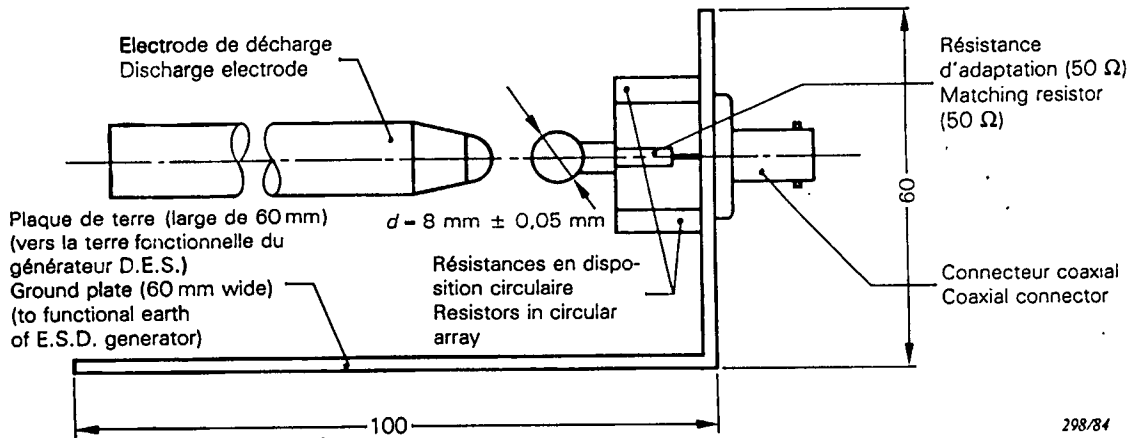
5. Uwagi i wnioski

1. Wykonany model symulatora SED-3 zapewnia uzyskanie wymaganych parametrów określonych w publikacji IEC 801-2 /1991/
2. Przy wykonywaniu pomiarów kalibracyjnych symulatora w układzie zalecanym w publikacji, stwierdzono duży wpływ długości przewodu i jego usytuowania względem ziemi odniesienia na przebiegi amplitudowo czasowe prądu wyładowania. Proponuje się wykonać dodatkowe pomiary oscyloskopem o paśmie powyżej 1 GHz w celu sprecyzowania zaleceń dotyczących układu kalibrującego i zgłoszenia ich w formie uwag dla autorów publikacji.

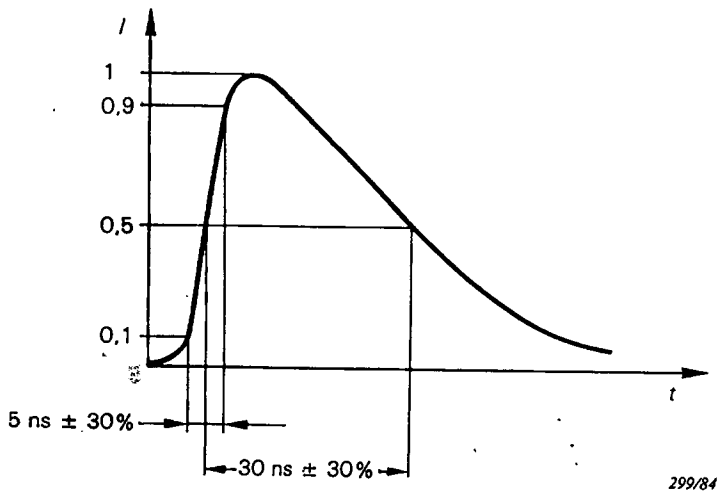
3. Po wstępnej eksploatacji modelu należy sprecyzować wymagania konstrukcyjne, wybrać rozwiązania konstrukcyjne, które mogą posłużyć do opracowania i ewentualnej małoseryjnej produkcji symulatorów w PIAP.



Simplified diagram of the E.S.D. generator.



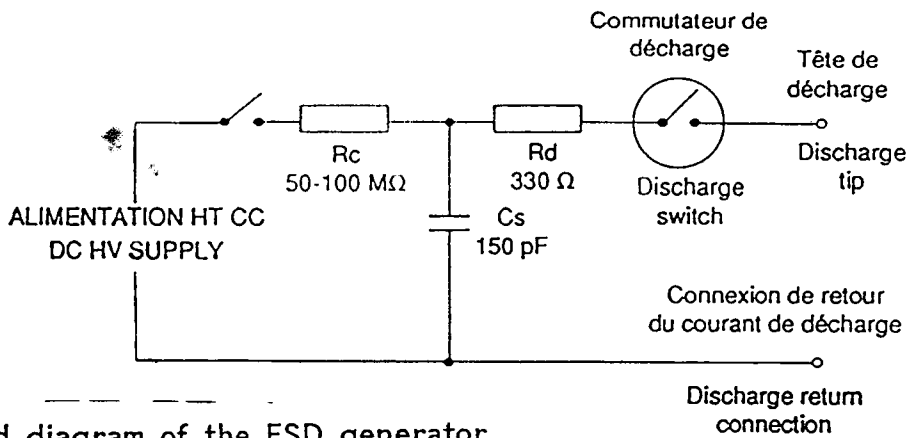
Constructional arrangement of the resistive load recommended for verifying the E.S.D. generator performances.



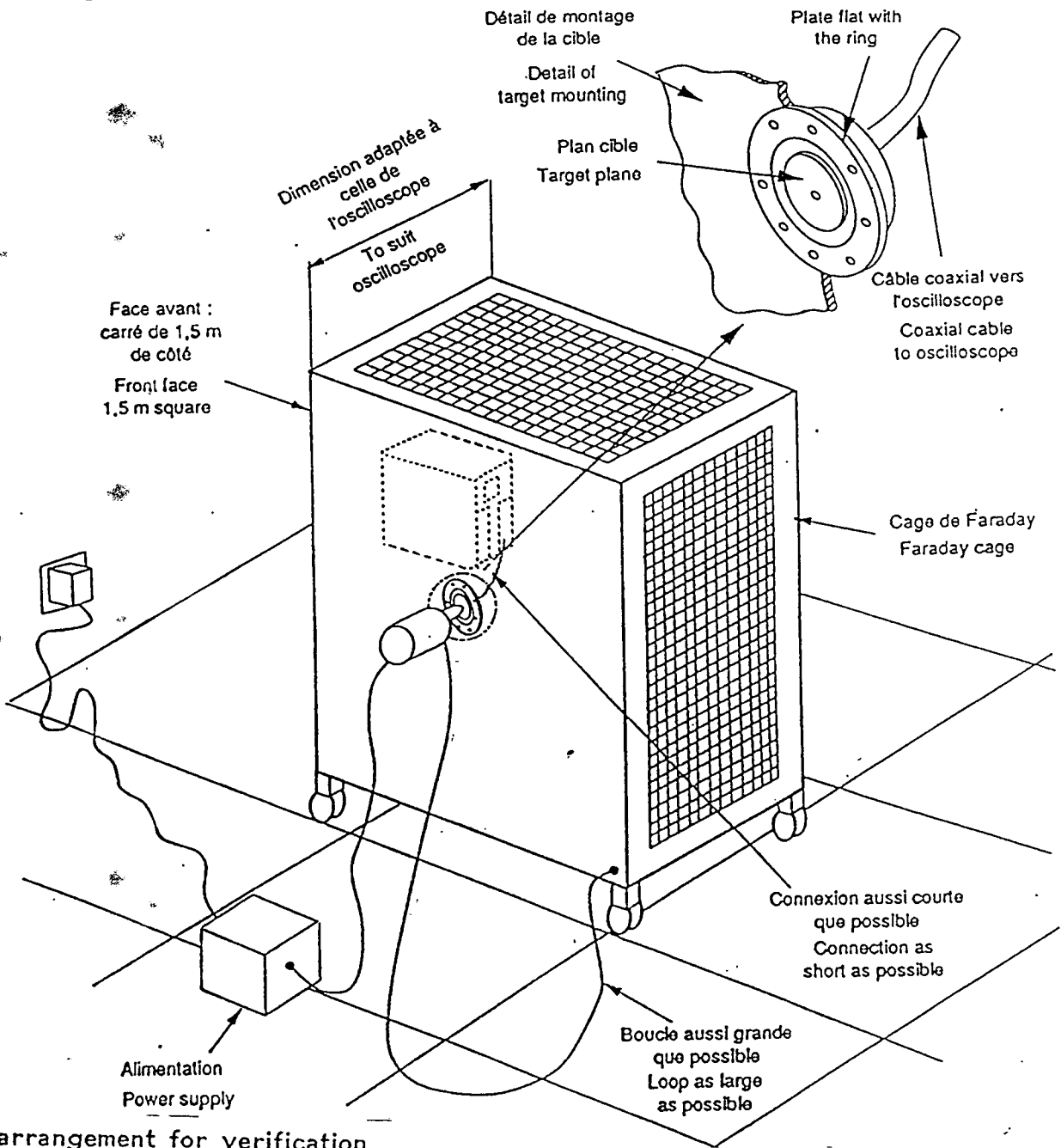
Typical waveform of the output current of the E.S.D. generator.

Rys. 1 Parametry symulatora wg IEC 801-2 (1984)

801-2 © CEI 1984



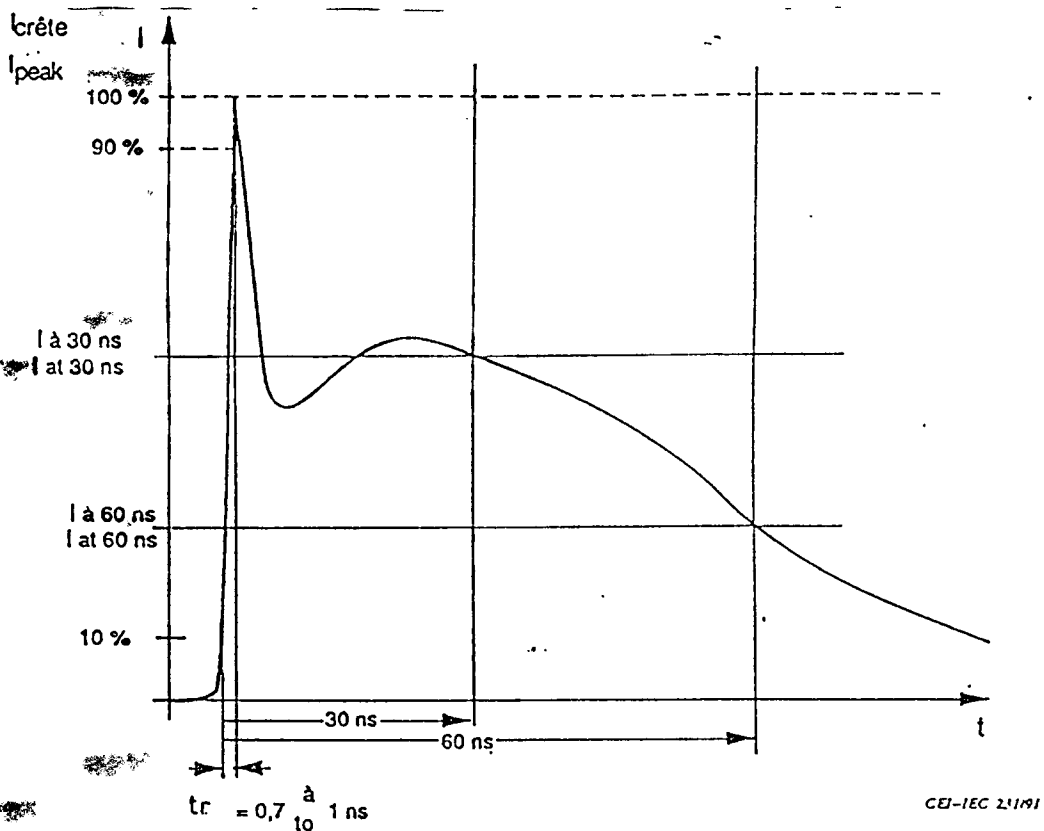
Simplified diagram of the ESD generator



Typical arrangement for verification of the ESD generator performance

Rys. 2. Parametry symulatora wg IEC 801-2 (1991)

11

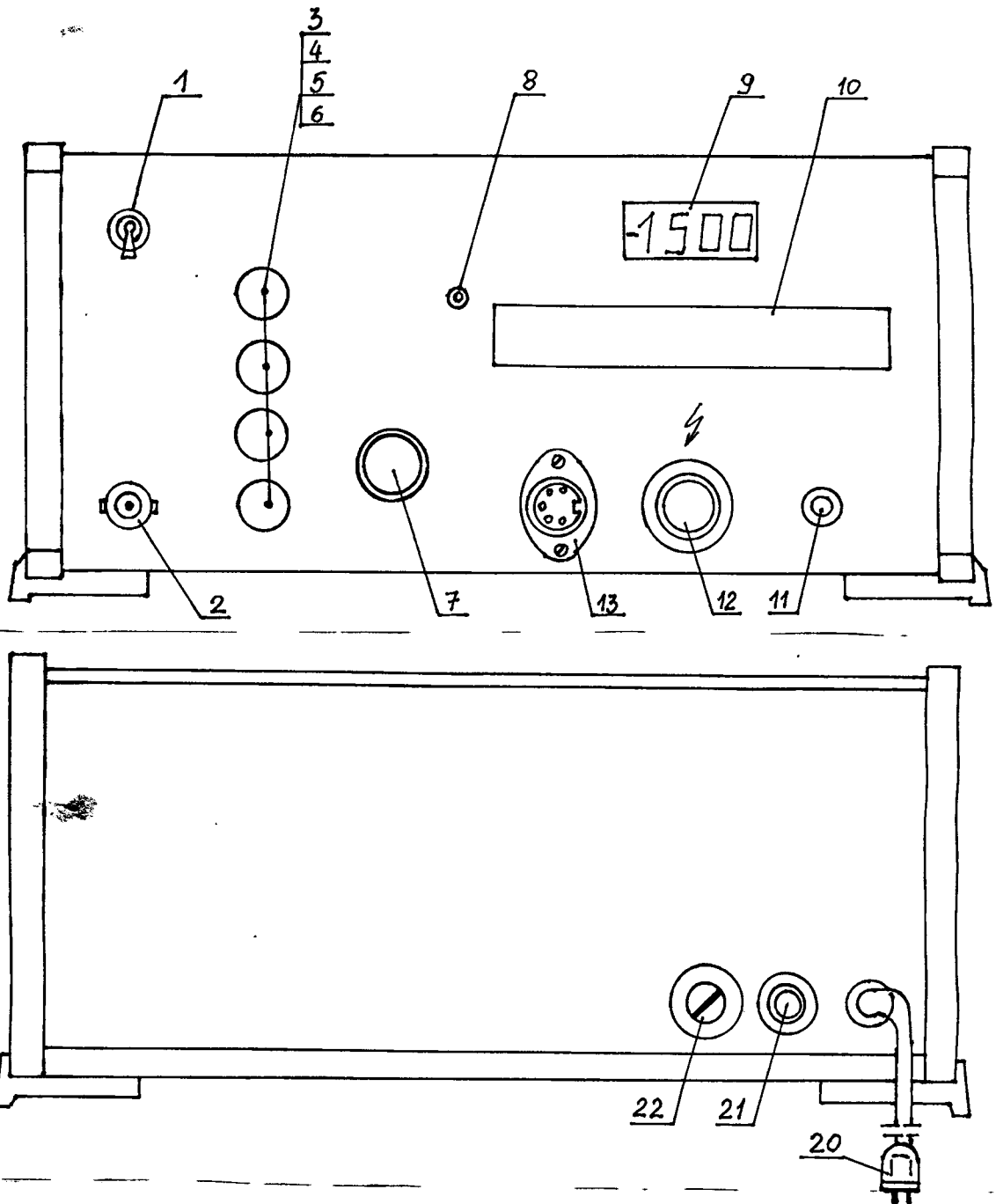


Typical waveform of the output current of the ESD generator

Table 2 - Waveform parameters

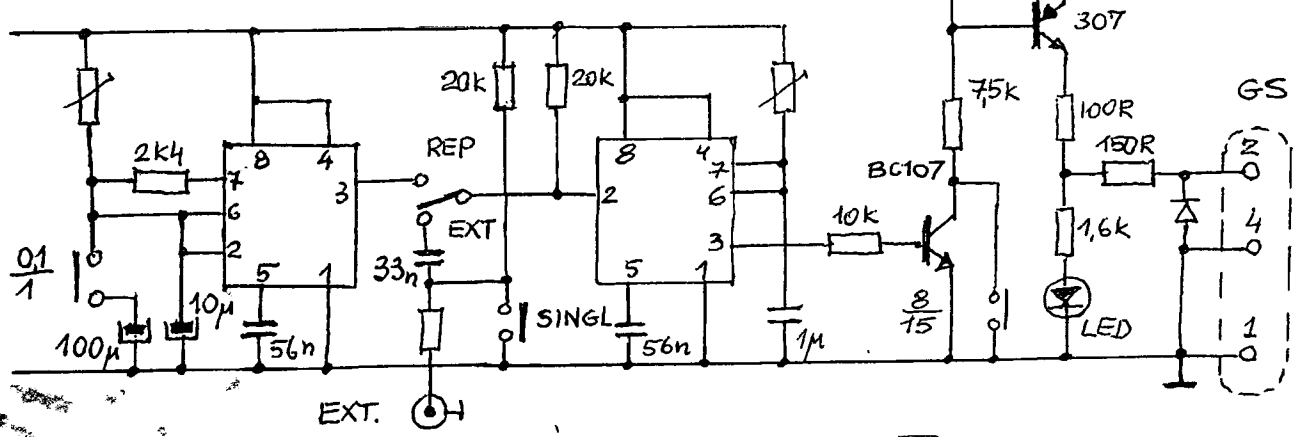
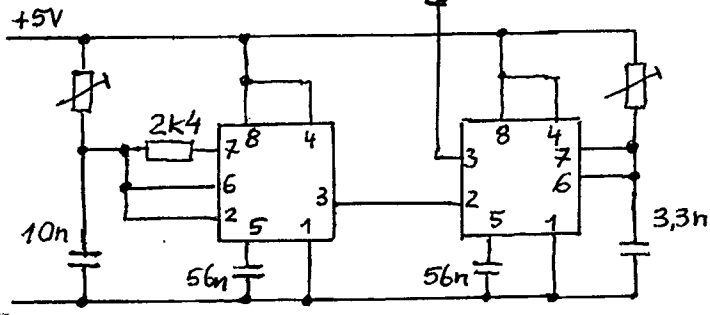
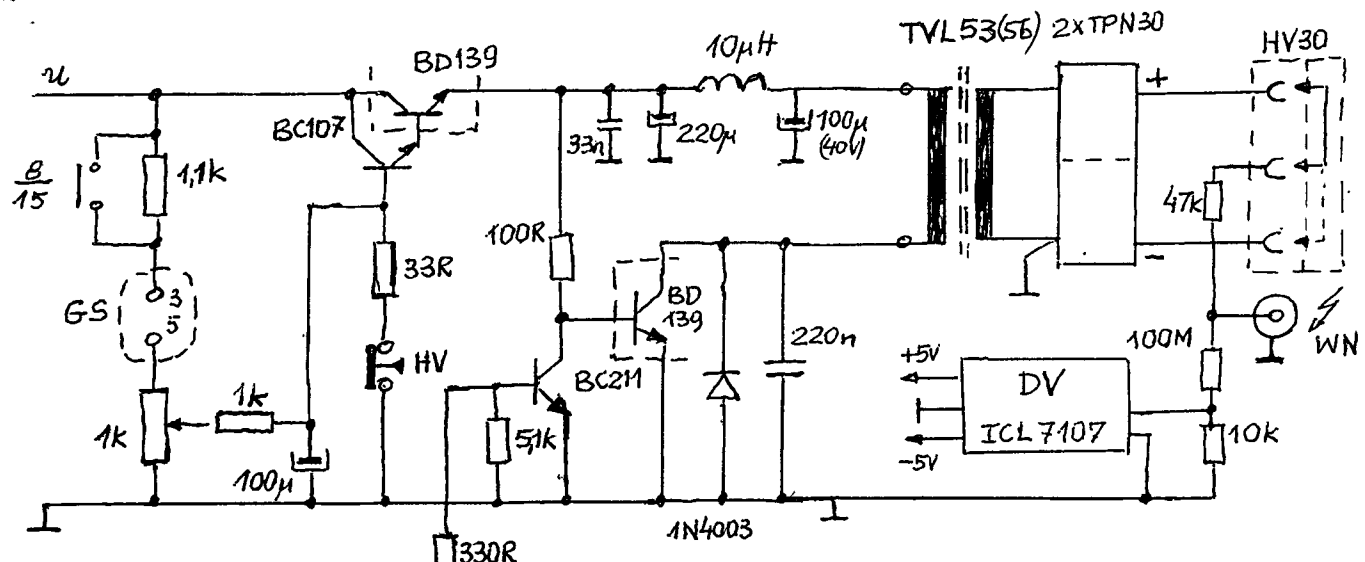
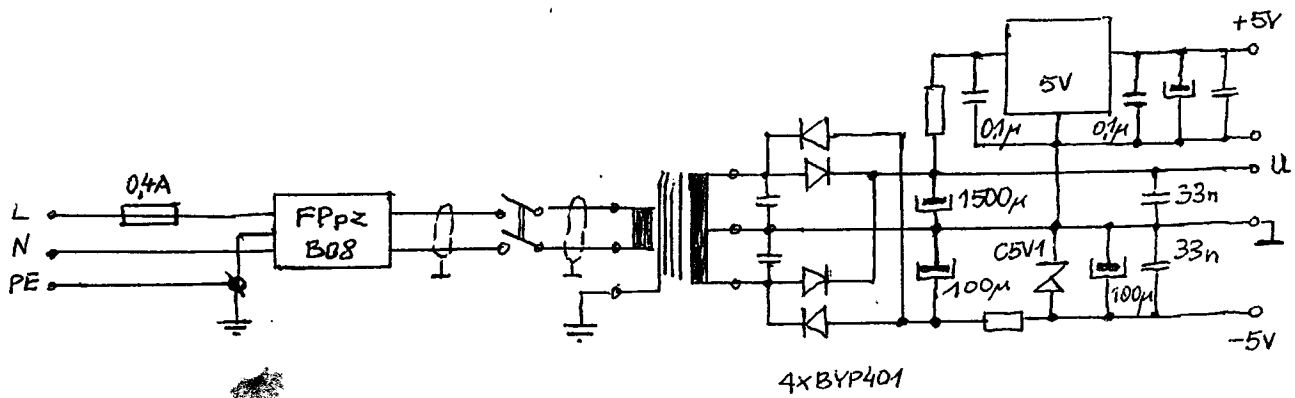
Level	Indicated voltage kV	First peak current of discharge $\pm 10\%$ A	Rise time t_r with discharge switch ns	Current ($\pm 30\%$) at 30 ns A	Current ($\pm 30\%$) at 60 ns A
1	2	7,5	0,7 to 1	4	2
2	4	15	0,7 to 1	8	4
3	6	22,5	0,7 to 1	12	6
4	8	30	0,7 to 1	16	8

Rys. 3. Parametry prądu wyładowania wg. IEC 801-2 (1991)



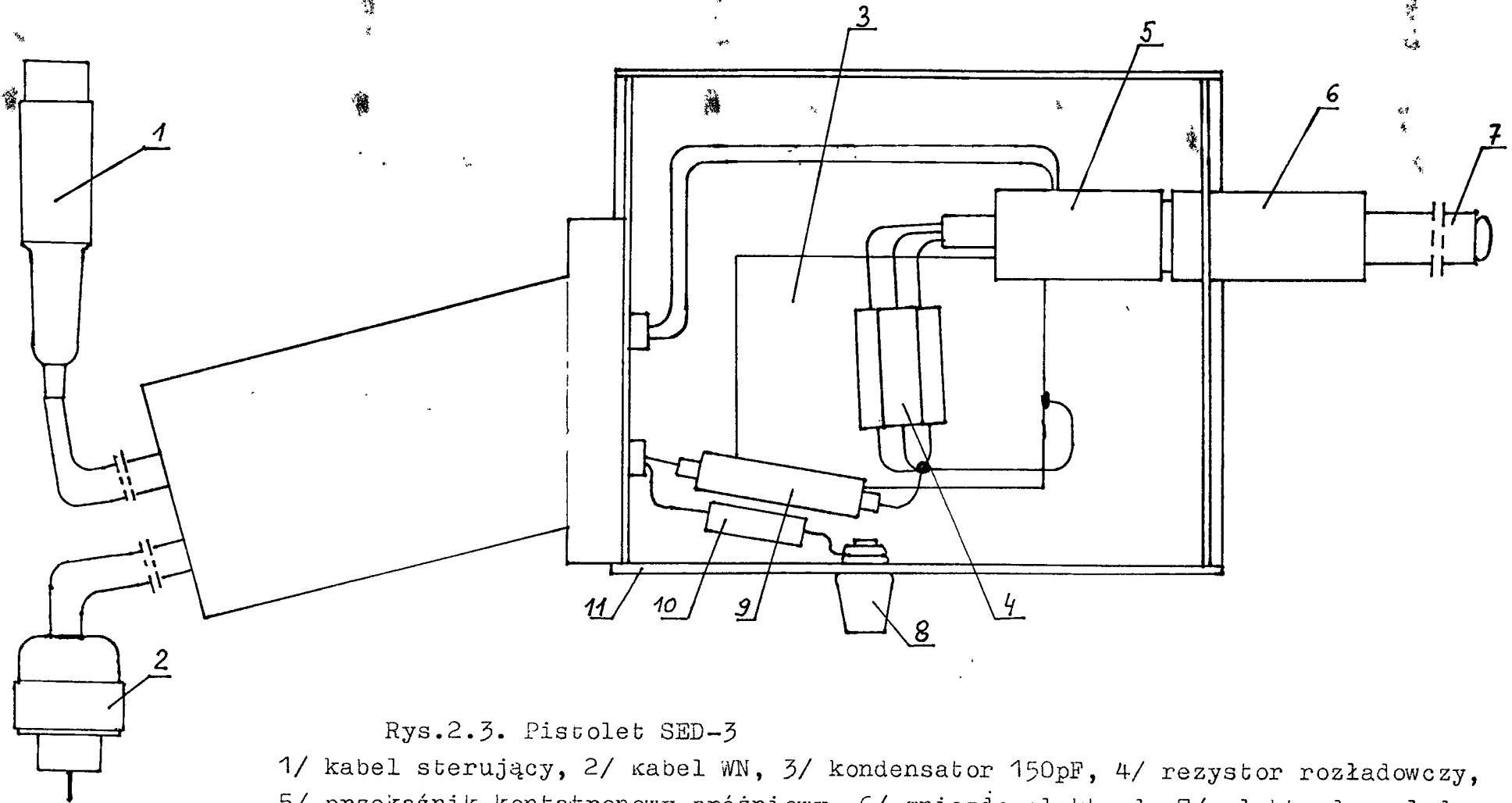
Rys. 2.1. Zasilacz SED-3 /płyta przednia i tylna/

- | | |
|--|--|
| 1 - wyłącznik sieciowy | 8 - symulacja załączenia przełącznika w pistolecie |
| 2 - wejście wyzwalań zewnętrznych | 9 - wyświetlacz wartości napięcia wyjściowego |
| 3 - przełączenie zakresu napięcia wyjściowego zależnie od elektrod, 8kV-do wyładowań kontaktowych z elektrodą ostrzową, 15kV - do wyładowań powietrznych z elektrodą kulistą | 10 - przełącznik polaryzacji |
| 4 - repetycja wyładowań dla elektrody ostrzowej | 11 - zacisk uziemiający |
| 5 - przełącznik wyzwalań zewnętrzny/repetycyjny | 12 - gniazdo napięcia wyjściowego WN |
| 6 - przycisk wyzwalań pojedynczego, ręcznego | 13- gniazdo sterujące do pistoletu |
| 7 - potencjometr regulacji napięcia wyjściowego | 20 - kabel sieciowy |
| | 21 - zacisk uziemiający |
| | 22 - bezpiecznik |



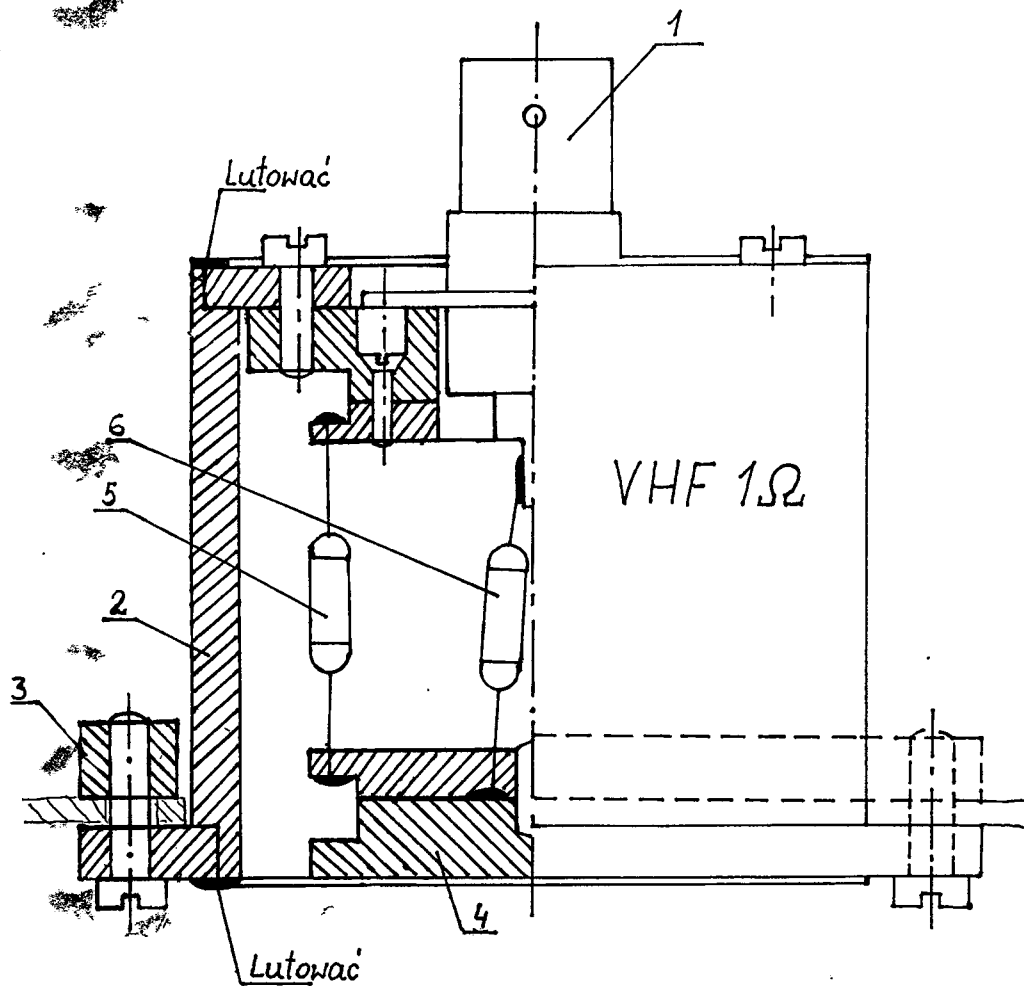
Rys.2.2 Schemat zasilacza SED-3

14



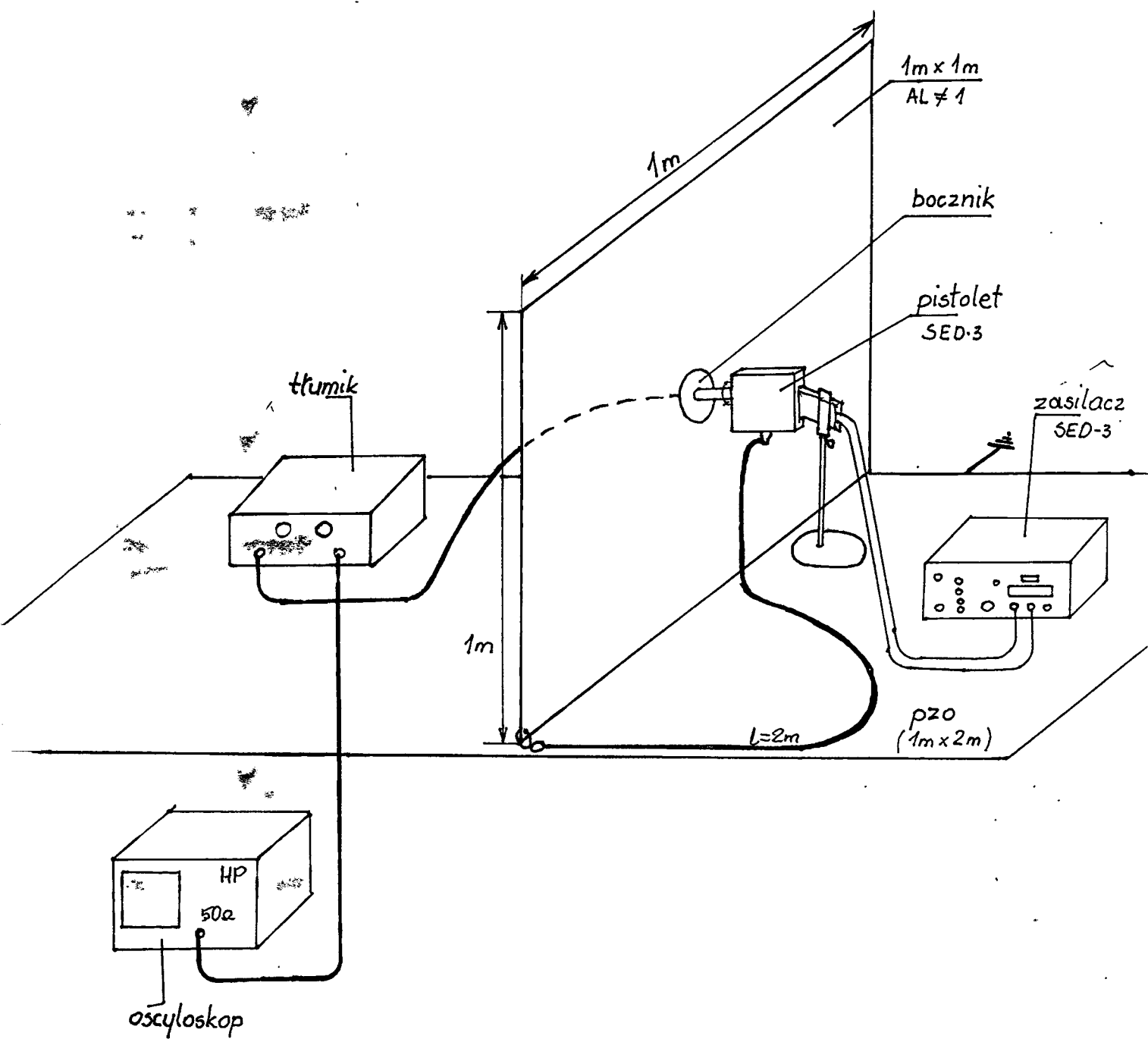
Rys.2.3. Pistolet SED-3

- 1/ kabel sterujący, 2/ kabel WN, 3/ kondensator 150pF, 4/ rezystor rozładowczy,
 5/ przekaźnik kontaktowy, próżniowy, 6/ gniazdo elektrod, 7/ elektroda wyładowcza,
 8/ zacisk uziemiający pomiarowy, 9/ rezystor 100M, 10/ dławik, 11/ obudowa.



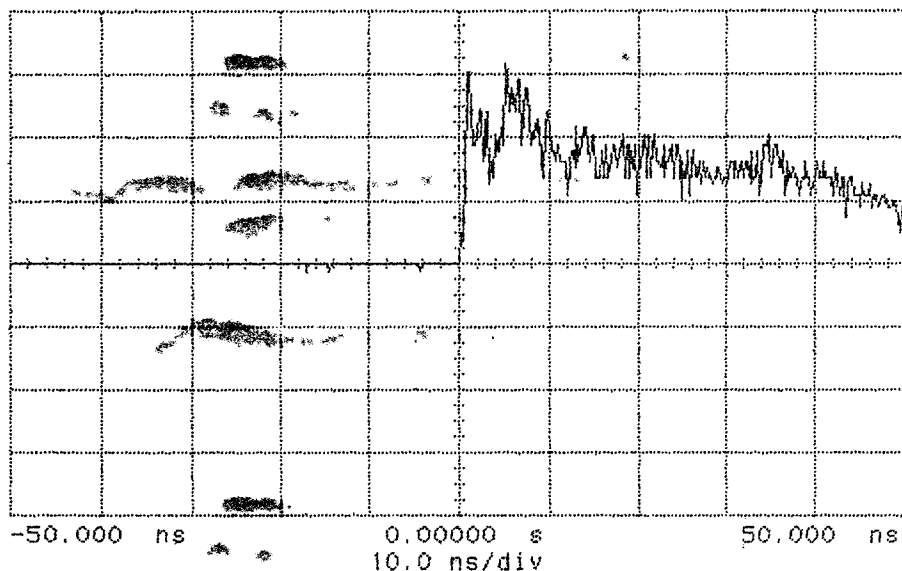
Rys. 2.4. Bocznik VHF-1R

- 1/ gniazdo BNC wyjściowe
- 2/ obudowa bocznika
- 3/ pierścień mocujący
- 4/ elektroda wejściowa bocznika
- 5/ rezystory 24 x 24R
- 6/ rezystor dopasowujący /4 x 200R/



Rys. 3.1. Szkic stanowiska pomiarowego.

h0 awaiting trigger

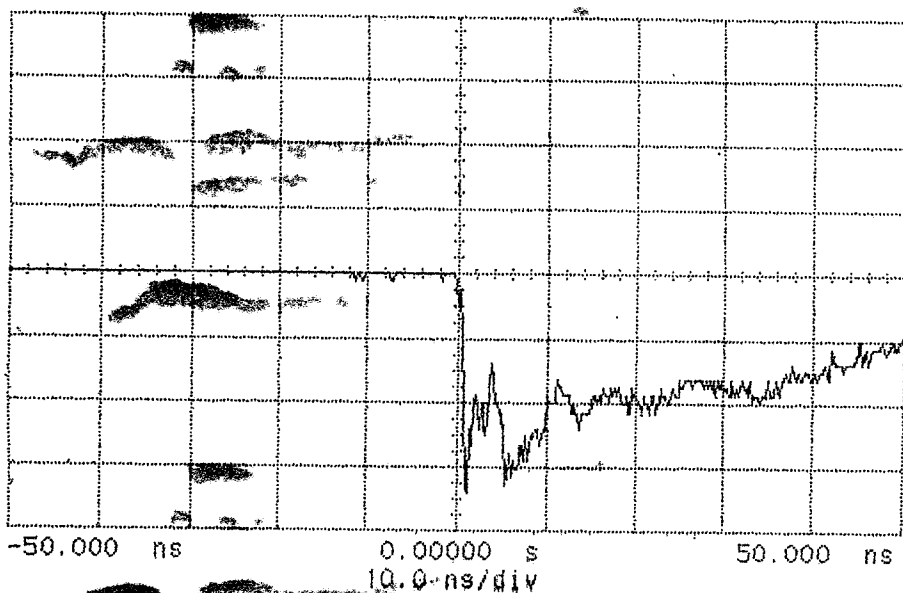


1 200 mV/div
offset: 0.000 V
1.000:1 50Ω dc

+4,2 kV
($\tau=20$ dB)

1 F 200.0 mV

h0 awaiting trigger



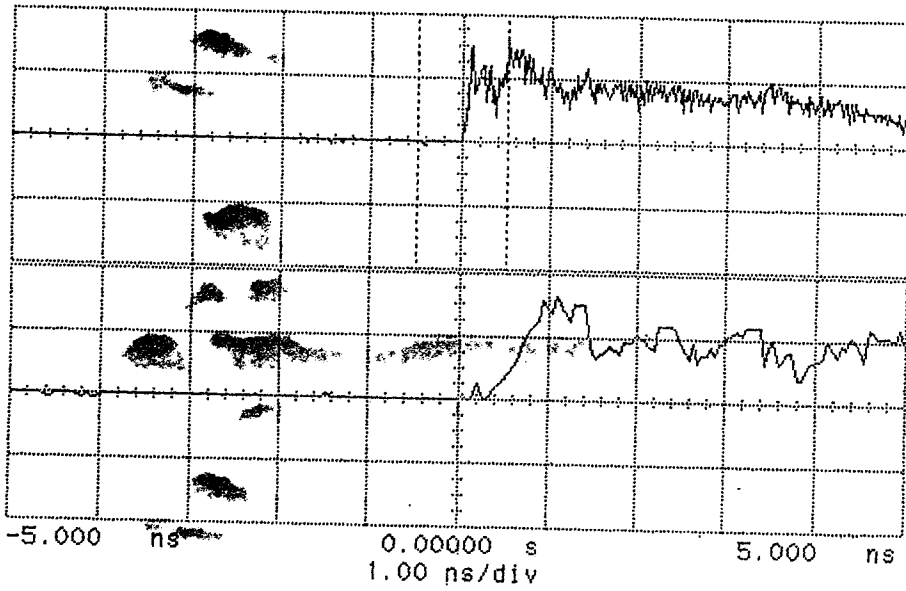
1 200 mV/div
offset: 0.000 V
1.000:1 50Ω dc

-4,2 kV
($\tau=20$ dB)

1 Z -200.0 mV

Rys 4.1

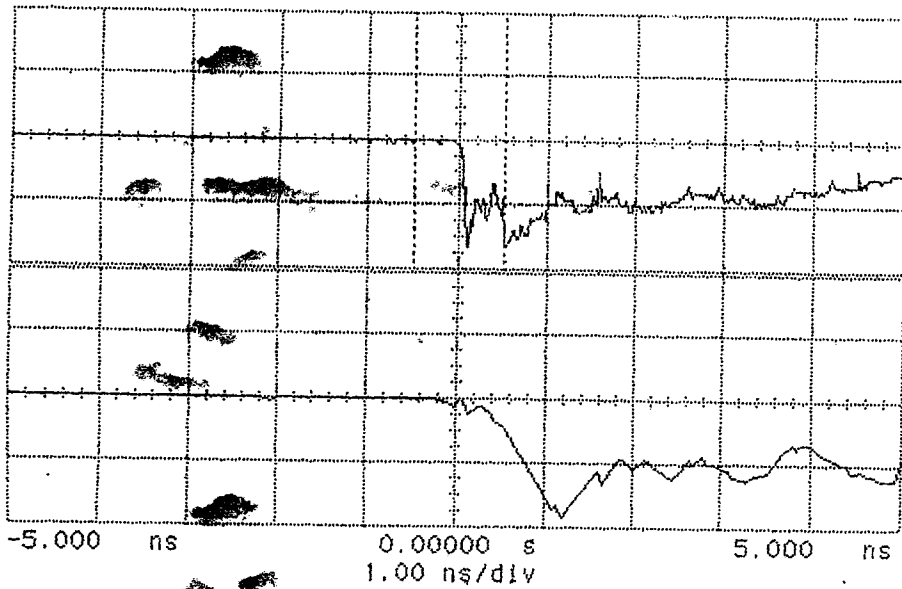
hp running



+4,2kV
($\tau=20dB$)

1 F 200.0 mV

hp awaiting trigger

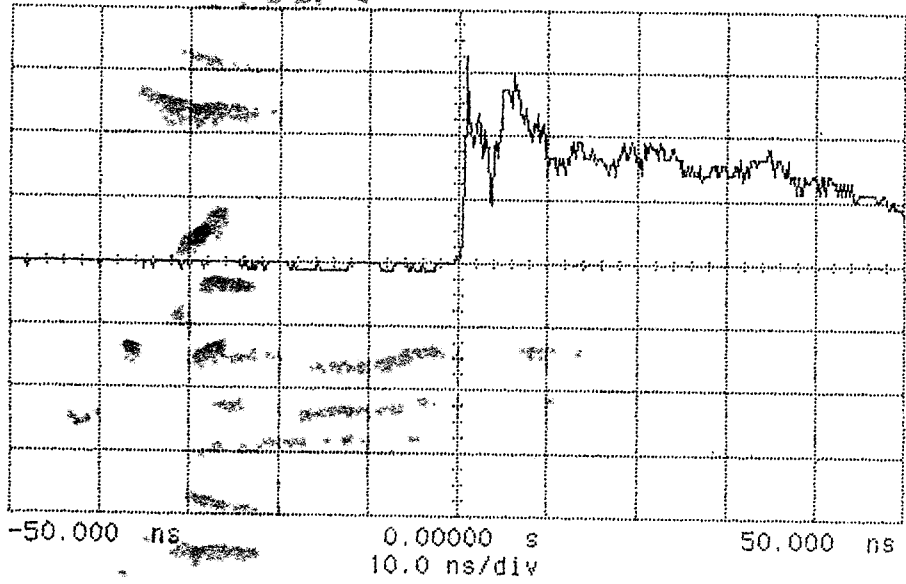


-4,2kV
($\tau=20dB$)

1 F -200.0 mV

Rys. 4.2

hp awaiting trigger

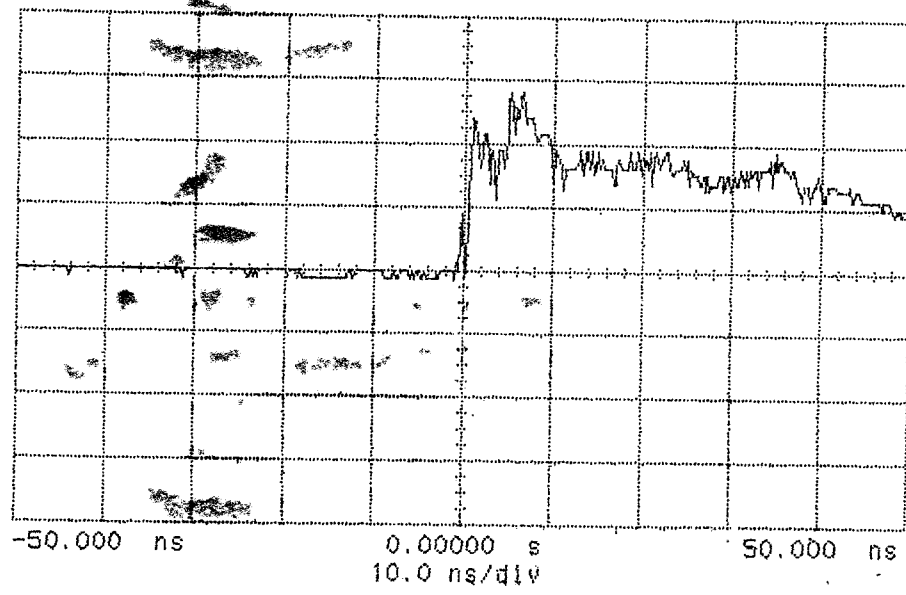


1 300 mV/div
offset: 0.000 V
1.000:1 50Ω dc

+6 kV
(T=20dB)

1 300.0 mV

hp awaiting trigger

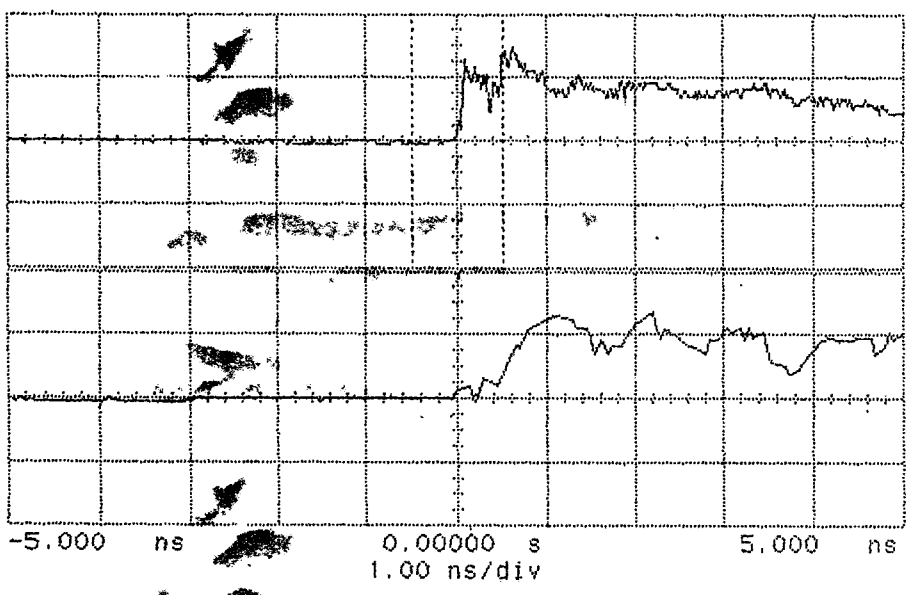


1 400 mV/div
offset: 0.000 V
1.000:1 50Ω dc

+8 kV
(T=20dB)

1 400.0 mV

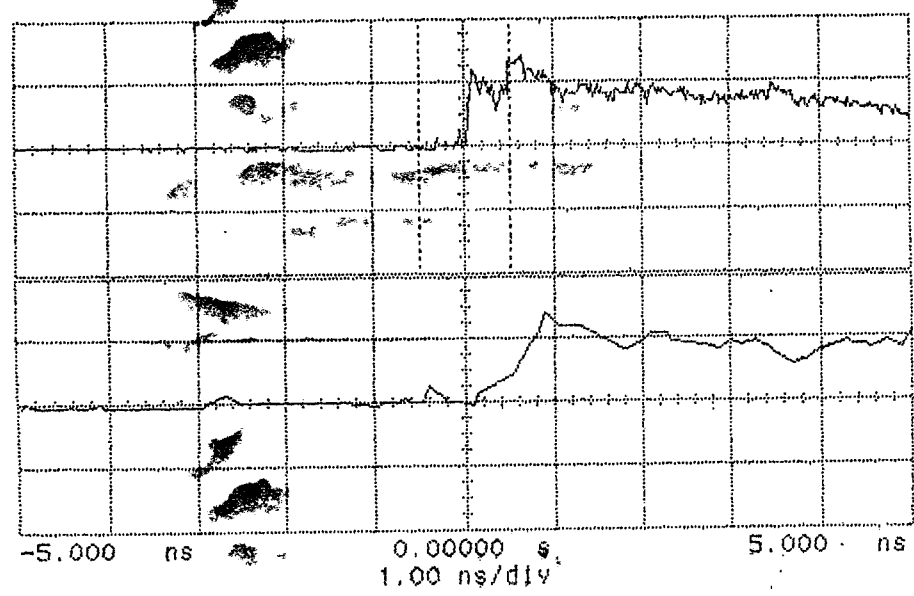
hp awaiting trigger



+6kV^{pk}
(T=20dB)

1 f 300.0 mV

hp awaiting trigger



+8kV
(T=20dB)

1 f 400.0 mV

Rys. 4.4

21