

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

HH2

BE10

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. inż. Cz. Godzisz, K. Majdan, G. Świtalski,
tech. tech. T. Jągora, K. Tekieli

Konsultant

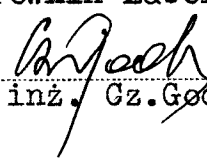
Nr zlecenia 5056

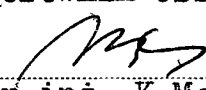
Wymagania i metody badań odporności
urządzeń sygnalizacji pożarowej na
zakłócenia elektromagnetyczne.

Zleceniodawca Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
Józefów k/Otwocka

Pracę rozpoczęto dnia 91.10.30
Kierownik Laboratorium

zakończono dnia 91.12.15
Kierownik Ośrodka


mgr inż. Cz. Godzisz


mgr inż. K. Majdan

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 75

Egz. 1 BOINTE

rysunków 41

Egz. 2 CNBOP

fotografii —

Egz. 3 CNBOP

tabel —

Egz. 4 CNBOP

tablic 14

Egz. 5 OBN

załączników 7

Egz. 6.

Nr rejestr. 6743

Analiza deskrytorowa . 0

SYSTEMY WYKRYWANIA POŻARU + OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA + URZĄDZENIA.
BADANIA. KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA

Analiza dokumentacyjna

Opracowanie zawiera dwie części. W części pierwszej opracowania przedstawiono problematykę oddziaływania zakłóceń EM na Autom-
tyczne Systemy Wykrywania Pożaru, analizę wymagań w oparciu o
dokumenty normalizacyjne EN, ISO, IEC. W drugiej części przed-
stawiono wymagania i badania urządzeń ASWP w formie projektu normy.

Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

CZEŚĆ A

PROBLEMATYKA ODDZIAŁYWANIA ZAKŁÓCEŃ EM NA SYSTEM
ASWP. ANALIZA WYMAGAŃ. ZESTAW APARATURY I STANO-
WISKA DO BADAŃ KEM.

CZĘŚĆ A PROBLEMATYKA ODDZIAŁYWANIA ZAKŁÓCEŃ EM NA SYSTEM
ASWP. ANALIZA WYMAGAŃ. ZESTAW APARATURY I STANO-
WISKA DO BADAŃ KEM.

1.	WPROWADZENIE.....	1
2.	ISTOTA KEM.....	1
3.	ODDZIAŁYWANIE ZAKŁÓCEŃ EM NA URZĄDZENIE ASWP.....	3
4.	CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ŹRÓDEŁ ZAKŁÓCEN.....	10
4.1.	Sieć energetyczna.....	10
4.2.	Wyładowanie elektryczności statycznej ESD.....	13
4.3.	Pola elektromagnetyczne.....	15
5.	ZAKRES WYMAGAŃ I BADAŃ KEM.....	18
6.	ZESTAW APARATURY I STANOWISKA DO BADAŃ KEM.....	21
7.	WNIOSKI.....	27

CZĘŚĆ A

1. WPROWADZENIE

Przy formułowaniu wymagań Kompatybilności Klektromagnetycznej (KEM) dla Automatycznych Systemów Wykrywania Pożaru (ASWP) wykorzystano:

- dostępne dokumenty normalizacyjne ISO, IEC, EN dotyczące ASWP
- bogate doświadczenie dotyczące urządzeń automatyki i pomiarów w tym i badań tych urządzeń w oparciu o PN-86/E-06600
- najnowsze materiały normalizacyjne lub projekty materiałów opracowywanych przez komitety TC65 i TC77 IEC, dotyczące wymagań odporności urządzeń na różne zakłócenia środowiskowe głównie środowiska przemysłowego zawarte w wieloczęściowym dokumencie IEC 801-X
- doświadczenia dotyczące systemów alarmowych włamaniowych, głównie dotyczących badań środowiskowych zawartych w dokumencie IEC 839-1...3.

W pracy sformułowano zakres wymagań KEM dla urządzeń ASWP który obejmuje wymagania występujące w dokumentach normalizacyjnych EN bądź IEC i ISO, z najwyższym priorytetem dla zaleceń EN. Zakres wymagań uzupełniono o wymagania wynikające z doświadczeń stosowania urządzeń w przemysłowych systemach pomiarów i automatyki. Głównie dotyczy to odporności urządzeń na sygnały sinusoidalne powyżej częstotliwości 9kHz. W zakres wymagań wprowadzono wymagania kontroliowania zakłóceń radioelektrycznych emitowanych przez urządzenia ASWP. Przy wyborze dopuszczalnego poziomu emitowanych zakłóceń zaproponowano poziom stosowany dla urządzeń i systemów, które nie podlegają restrykcjom ograniczającym ich stosowanie w ramach EWG.

Całość wymagań KEM dotycząca urządzeń ASWP sformułowano wzorem projektu normy i stanowi ona część B opracowania. W części A opracowania w sposób uproszczony przedstawiono problematykę oddziaływania zakłóceń EM na system ASWP. W tej części przedstawiono analizę wymagań na urządzenia ASWP występujące w różnych zaleceniach i dokumentach normalizacyjnych, podano zestaw aparatury koniecznej do budowy stanowisk KEM.

2. ISTOTA KEM

Pod pojęciem kompatybilności elektromagnetycznej (KEM) rozumie się zdolność urządzenia do poprawnej pracy w określonym (przez miejsce zainstalowania) środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania niedopuszczalnych zakłóceń elektromagnetycznych do tego środowiska lub innych urządzeń (systemów) istniejących w tym środowisku.

Osiągnięcie stanu KEM dla Automatycznych Systemów Wykrywania Pożaru (ASWP), pożądanego stanu niezakłóconego współistnienia ASWP w środowisku, jest istotnym wymaganiem technicznym. Od systemu ASWP wymaga się wysokiej niezawodności i pewności eksploatacyjnej, ponieważ błędne jego działanie wiąże się ze stratami ekonomicznymi, często zagrożeniem dla ludzi i otoczenia.

Przykładowo w środowisku przemysłowym urządzenia ASWP są instalowane w pobliżu urządzeń technologicznych. Urządzenia technologiczne wykorzystują coraz wyższe poziomy energetyczne sygnałów roboczych, z czym wiąże się wzrost poziomów sygnałów niepożądanych (zakłócających) towarzyszących podczas ich normalnej pracy. Wzrasta też liczba torów pomiarowych i sterowniczych do urządzeń technologicznych co sprzyja rozprzestrzenianiu zakłóceń. Urządzenia ASWP są narażane na oddziaływanie licznych źródeł zakłóceń o różnym charakterze i poziomie. Mogą to być źródła zakłóceń pochodzące od obwodów zasilania energetycznego urządzeń technologicznych, lokalną sieć radiofoniczną lub od zjawisk fizycznych związanych z obsługą (np. wyładowanie ładunku elektryczności statycznej nagromadzonego na ciele operatora), a także zjawiska fizyczne odległe (np. wyładowanie atmosferyczne na system energetyczny, praca stacji nadawczych radiowych i telewizyjnych).

Jednocześnie podstawowa baza elementowa stosowana w ASWP wykorzystuje coraz niższe poziomy sygnałów roboczych i coraz szersze pasmo częstotliwości, wzrasta czułość i dynamika elementów. Niepożądanym sygnałem zakłócającym może być sygnał prądu stałego, sygnał wąskopasmowy w zakresie małych i wielkich częstotliwości, pojedynczy impuls (sygnał szerokopasmowy). Poziom tych niepożądanych sygnałów wynika, przykładowo z rozdzielczości przetwornika analogowo - cyfrowego (rzędu μV i mV) lub z charakterystyk statycznych i dynamicznych bramek logicznych (rzędu pojedynczych V). Zjawisko niepożądanego oddziaływania zakłóceń EM występuje przy obecności trzech "elementów":

- a/ źródła zakłócenia, wytwarzającego pole EM lub sygnał elektryczny określone charakterem, poziomem i częstością wytwarzania, które są rozprzestrzeniane w środowisku w sposób zamierzony lub niezamierzony
- b/ obwodu zakłócanego wrażliwego na zakłócenia wytwarzane przez źródło, często zwanego "ofiara" oddziaływania zakłóceń, którego czułość na zakłócenia można określić w dziedzinie częstotliwości (charakterystyką przenoszenia, np. dla wejść analogowych) lub w dziedzinie czasu (odpowiedzią na impuls prostokątny, np. dla wejść cyfrowych)
- c/ toru przenoszącego energię (sygnał) zakłócający od źródła do obwodu zakłócanego o takim poziomie, że powoduje ona niepożądane zadziałanie całego urządzenia, uszkodzenia elementów. Zakłócenia rozprzestrzeniają się przez:
 - przewodzenie - bezpośrednie połączenie przewodem lub wspólną impedancją obwodów źródła zakłóceń i urządzenia zakłócanego
 - promieniowanie - rozpatrywane jako sprzężenie pojemnościowe lub indukcyjne dla bliskich pól elektrycznych lub magnetycznych, względnie jako propagacja fali elektromagnetycznej dla dalekich pól EM. Częstotliwość zakłóceń i wymiary źródła określają strefę pól bliskich i dalekich
 - kombinację wyżej wymienionych mechanizmów, najczęściej występujący przypadek w praktyce.

W wyniku oddziaływania zakłóceń środowiska w obwodach zewnętrznych przyłączonych do urządzenia ASWP występują sygnały zakłócające, składowe symetryczne zakłóceń (pomiędzy dwoma przewodami tego samego obwodu) i składowe niesymetryczne zakłóceń, (pomiędzy potencjałem ziemi i każdym przewodem). Obwody wewnętrzne urządzenia są narażane na zakłócające pola EM przenikające przez obudowę i obwody we/wy.

Charakter występujących w obwodach urządzenia zakłóceń jest określony przez źródło zakłóceń, zaś ich poziom przez poziom zakłóceń wytwarzanych przez źródło oraz skuteczność toru przenoszenia zakłócenia od źródła do obwodu zakłócającego.

Powyższe stwierdzenia wskazują na konieczność przeprowadzania indywidualnych analiz oddziaływania poszczególnych źródeł zakłóceń na obwody urządzenia z uwzględnieniem właściwości toru przenoszącego zakłócenia. Wskazują one na ogólne zasady problematyki KEM:

a/ zakłócenia EM oddziałują na urządzenia ASWP ich wewnętrzne układy przez:

- obwody zasilania
- obwody uziemienia
- obwody we/wy (interfejsowe)
- obudowę urządzenia

b/ osiągnięcie pożądanego stanu KEM dla ASWP można uzyskać, w uproszczeniu, poprzez następujące działania:

- redukcja poziomu zakłóceń wytwarzanych przez źródła (działania obejmują urządzenia technologiczne i energetyczne obiektu, ogólne systemy techniczne występujące na obiekcie)
- zmniejszenie skuteczności przenoszenia zakłóceń od źródła do obwodów urządzenia (działania dotyczą instalacji obiektowej, wyboru miejsca instalowania urządzeń ASWP, tras i rodzajów kabli dla obwodów zewnętrznych ASWP)
- podwyższenia odporności obwodów urządzeń ASWP na zakłócenia (działania obejmują poszczególne urządzenia ASWP)
- redukcja zakłóceń generowanych przez urządzenia ASWP i emitowanych do środowiska przez jego zewnętrzne obwody i obudowę, np. w zakresie częstotliwości radiowych w celu zapewnienia poprawnych warunków radiodifuzji.

Ostatnie dwa działania dotyczą urządzeń ASWP są wykorzystywane przy konstrukcji urządzeń od założeń do prototypu i badań KEM.

3. ODDZIAŁYWANIE ZAKŁÓCEŃ EM NA URZĄDZENIE ASWP

Dla ilustracji problematyki zostanie przeprowadzona uproszczona analiza:

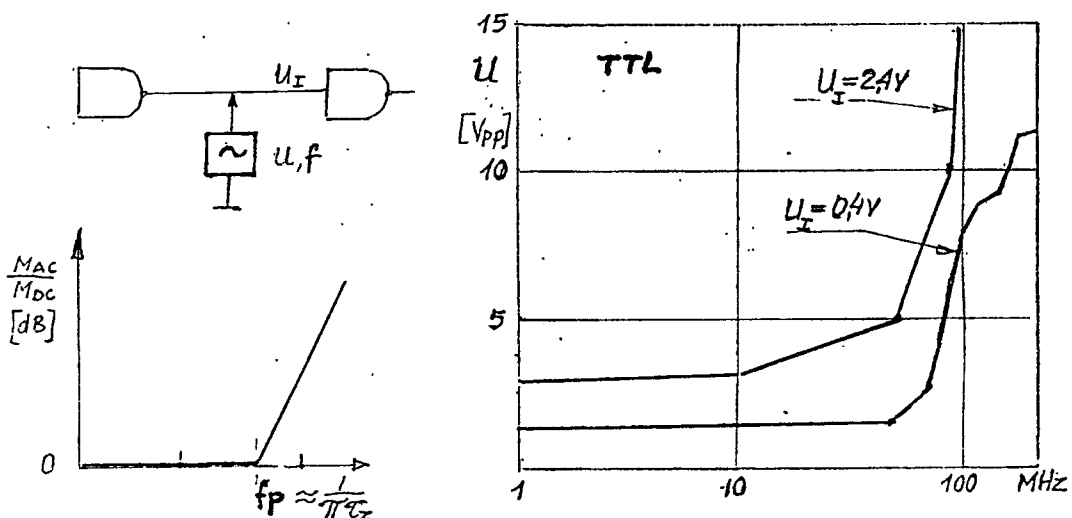
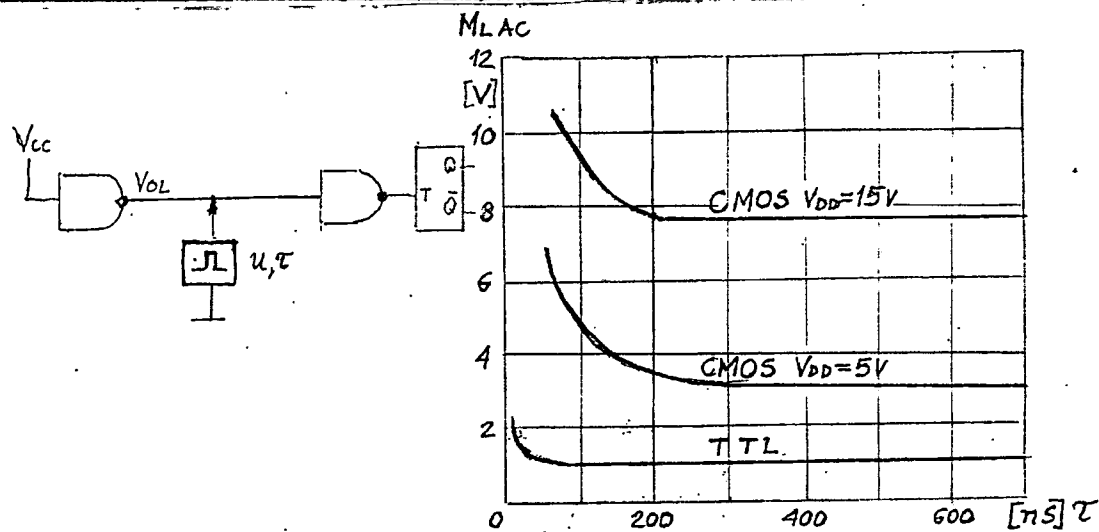
- wrażliwości urządzenia na zakłócenia przy założeniu, że jest ona co najmniej równa wrażliwości stosowanej bazy elementowej
- torów oddziaływania zakłóceń na zewnętrzne obwody urządzenia takiego jak centrala sygnalizacji pożarowej
- źródeł zakłóceń występujących w środowisku przemysłowym.

Można przyjąć, że podstawowe urządzenia systemu ASWP są budowane w oparciu o technikę cyfrową z fragmentami układów analogowych.

Na rys.1 przedstawiono typowe przebiegi marginesu zakłóceń dla wejścia bramki w stanie logicznym niskim w dziedzinie czasu i częstotliwości. Podobny charakter mają przebiegi dla wejścia bramki w stanie logicznym wysokim oraz dla obwodu zasilania. Z przytoczonych charakterystyk wynika, że dla układu cyfrowego niepożądanym sygnałem zakłócającym może być sygnał napięciowy o amplitudzie zbliżonej do statycznego marginesu zakłóceń, pojedynczy impuls, sygnał wąskopasmowy w zakresie częstotliwości od 0 do fp.

Dla wyższych częstotliwości i impulsów o krótszym czasie trwania od czasu propagacji bramki amplituda sygnału zakłócającego wzrasta.

	TTL	LPTTL	STTL	LSTTL	CMOS	
					5 V	15 V
amplituda sygnału wyjściowego (logiczna) U_0 (V)	3,4	3,5	3,4	3,4	5	15
DC marginesu M (V) (gwarantowany)	0,4	0,4	0,3	0,3	1	4,5
czas trwania zbocza τ_z (ns)	10	20/10	3/2,5	10/6	100	20
pasmo przenoszenia (widmo sygnału) $f_p = 1/\pi\tau_z$ (MHz)	32	21	120	40	3	6
minimalna energia impulsu zakłócającego [nJ]	2,5				1,5	13



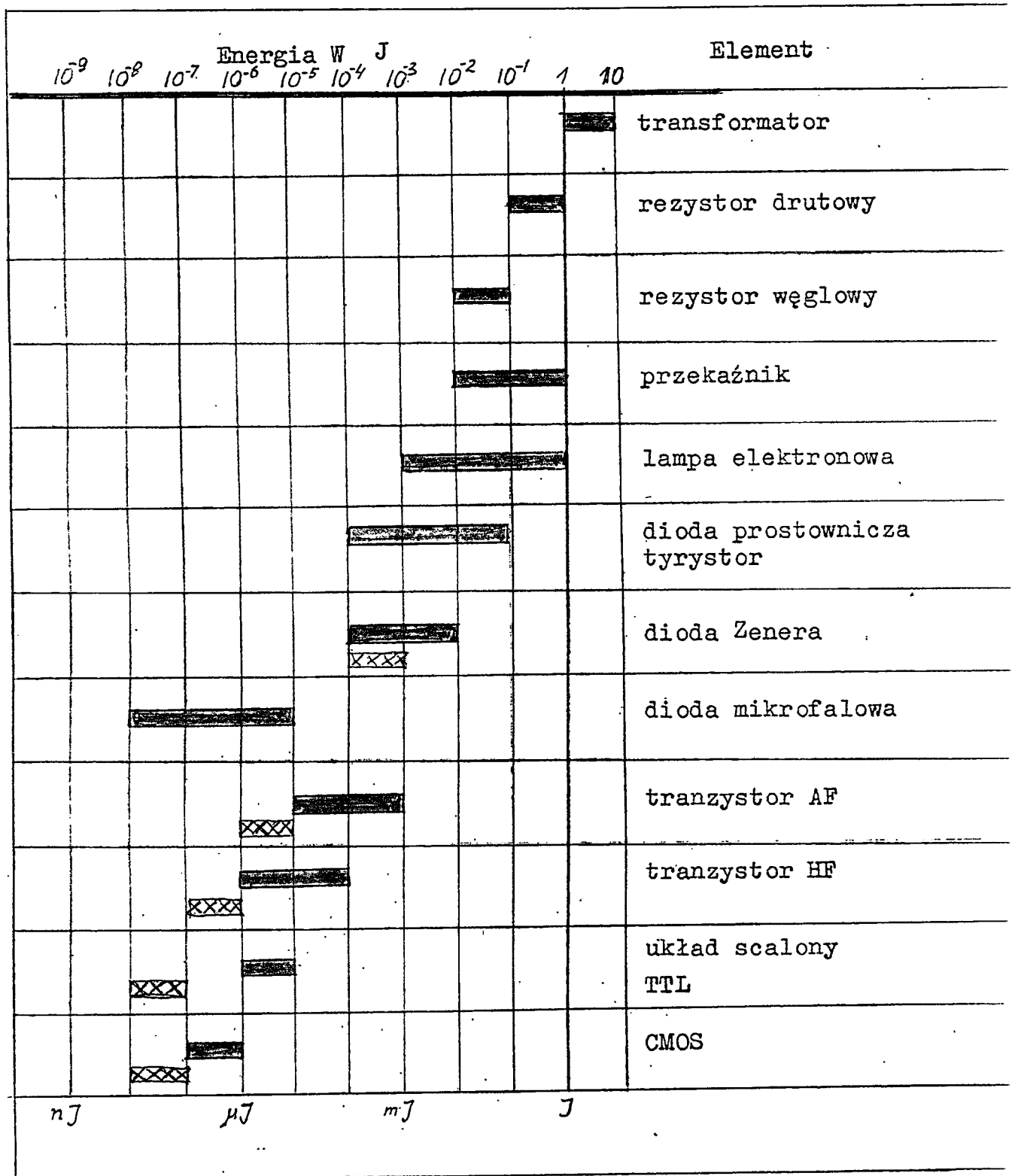
Rys.1. Typowe charakterystyki odporności bramki na zakłócenia.

Wnioskować można, że układy cyfrowe są wrażliwe na sygnały zakłócające w szerokim paśmie częstotliwościowym tym szerszym, im szybsze elementy są użyte do budowy układu.

Na rys. 2. pokazano energię impulsu powodującego trwałe zmiany parametrów lub uszkodzenia elementów elektronicznych.

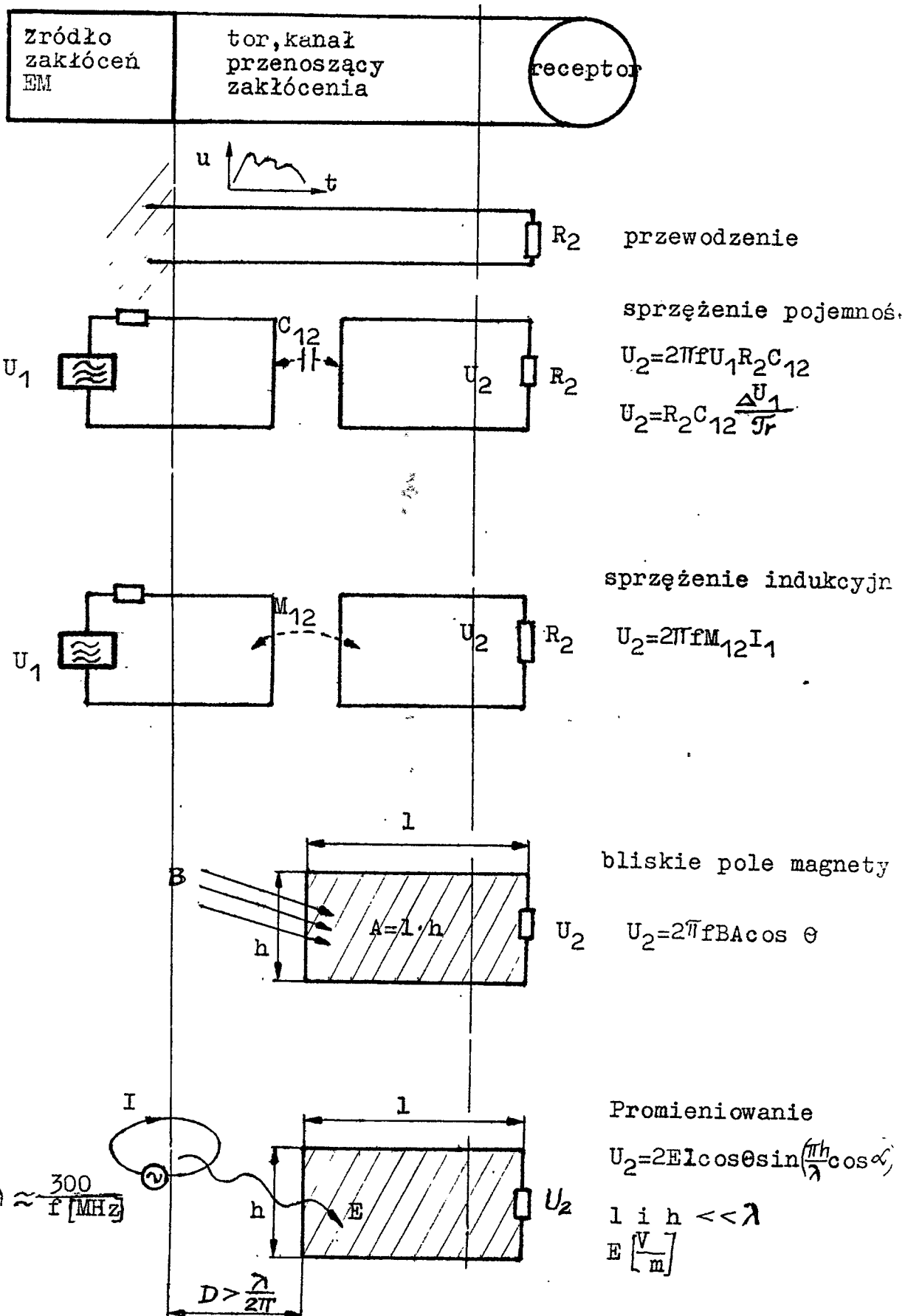
Mechanizm rozprzestrzeniania zakłóceń EM tworzy drugi istotny element w modelu oddziaływania zakłóceń na urządzenie. Na rys. 3. podano podstawowe mechanizmy propagacji zakłóceń od źródła zakłóceń do prostego obwodu we/wy urządzenia o rezystancji wejściowej R_2 . Podane uproszczone zależności wskazują na zależność poziomu zakłóceń od parametrów elektrycznych w obwodzie źródła zakłóceń, wymiarów obwodu zakłócanego, wzajemnego usytuowania obwodu zakłócanego i obwodu źródła.

W tablicy 1. zestawiono istotne i charakterystyczne dla środowiska przemysłowego źródła zakłóceń oraz występujące objawy zakłócania się urządzeń. Sposoby redukcji oddziaływania zakłóceń na urządzenie zestawiono w tablicy 2.



█ uszkodzenia
 ██████████ zmiana parametrów

Rys.2. Energia impulsu powodującego zmiany parametrów lub uszkodzenia elementów elektronicznych.



Rys.3. Oddziaływanie zakłóceń EM

Tablica 1. Zakłócenia elektromagnetyczne, źródła i oddziaływanie

Lp.	Środowisko		Oddziaływanie na obwody *)			Typowe objawy zakłócenia się urządzenia
	Charakter zakłóceń i umowny sygnał zakłócający wg *)	Typowe źródło zakłóceń	zasilania i uziemienia	interfejsowe we/wy	na obudowę	
1	Impulsowe nanosekundowe, pojedyncze impulsy i serie, impulsy o małej energii (0,1J) seria impulsów 5/50 ns 0,25 kV ÷ 4 kV (50Ω)	Komutacja obwodów iskrzącymi zestykami w obwodach sieci i sterowania	N	E N	E	Przekłamanie bitów informacji (danych), niekontrolowane przeskoki w realizacji programu, przekłamanie w transmisji informacji
2	Impulsowe oscylacyjne tłumione pojedyncze impulsy o małej energii (0,1J) impuls 1 MHz/6 μs 0,5 kV ÷ 2,5 kV (50Ω)	j. w., komutacja obwodów z pojemnościami i linii energetycznych	N S	E N	E	Uszkodzenia pojedynczych elementów
3	Impulsowe dużej energii do 40 J pojedyncze impulsy impuls 1,2/50 μs do 3 kV impuls 8/20 μs do 0,6 kA	Wyładowanie atmosferyczne, krótkotrwałe zwarcia, komutacja obwodów z indukcyjnościami	S N	M S	M	Zmiana i zatarcie danych, uszkodzenia elementów, wyłączenie urządzenia
4	Impulsowe b. dużej energii powyżej 40 J j. w. lub wg norm przedmiotowych	Bezpośrednie wyładowanie atmosferyczne, wyłączenie obciążeń o dużej indukcyjności	S N	M	M	Uszkodzenia elementów i układów oraz j. w.
5	Zakłócenia ciągłe sinusoidalne wąskopasmowe w zakresie 30 Hz do 1 GHz w tym o częstotliwości sieci i jej harmonicznych 30 Hz do 10 kHz i częstotliwości radiowych powyżej 10 kHz	Sieć energetyczna, nieliniowe obciążenia, niesymetria obciążeń faz, sterowniki mocy i przetworniki energii, emisji RTV, radar	S do 30 MHz N	S do 30 MHz N	E R M do 50 kHz	Zmiana danych, wzrost temperatury urządzeń, wyłączenie urządzenia, błędy dodatkowe pomiarów
6	Zakłócenia ciągłe niesinusoidalne, sygnał umowny ustala norma przedm.	Specjalne źródła	wg indywidualnej analizy			j. w.
7	Dynamiczne zmiany napięcia zasilania, krótkotrwałe obniżenie napięcia, zanik napięcia, podwyższenie napięcia	Włączanie i wyłączanie obciążeń, rozruch silników dużej mocy, zwarcia i wyłączanie zwarć	S	-	-	Zmiana i zatarcie danych, przegrzanie urządzenia, uszkodzenie dysków, wyłączenie urządzenia
8	Wyładowanie elektryczności statycznej ESD	Gromadzenie ładunku na ciele operatora	od prądu wyładowania		E	jak dla poz. 1 oraz utrata programów, uszkodzenie

* PN-86/E-06600

- S, N - zakłócenia przewodzone (składowa symetryczna i niesymetryczna)
 E, M - zakłócenia bliskim polem elektrycznym (sprężenie pojemnościowe) i bliskim polem magnetycznym (sprężenie indukcyjne)
 R - zakłócenia dalekim polem (propagacja fali EM)

12

Tablica 2. Wybrane środki techniczne wykorzystywane do realizacji KEM

Lp.	Środek techniczny	Zastosowanie	Ochrona przed zakłóceniami
1		3	4
1	Ekranowanie elektromagnetyczne	kable, złącza, układy, urządzenia, pomieszczenia	poła EM, E, M
2	Filtry elektryczne	zasilanie sieciowe, sygnałowe	przewodzonymi (składowe S, N)
3	Ograniczniki przepięć warystory, absorbery	zasilanie, sieć, układy we/wy	przewodzonymi (S, N) o charakterze impulsowym
4	Dławiki, kondensatory	obwody zasilania	przewodzonymi (składowe S,N) (szerokopasmowe)
5	Transformatory separujące i izolujące	obwody sieci	przewodzonymi (składowe N, S)
6	Oddzielenie galwaniczne, transoptory, transformatory, optozłącza, światłowody	linie transmisji informacji	przewodzonymi (składowe N, częściowo S) poła EM, E, M
7	Separacja odległościowa kabli, tras kabli i urządzeń	kable, trasy kablowe, urządzenia	poła E, M, EM
8	Uziemianie ochronne i pomiarowe	obudowy, ekrany, zasilanie	przewodzonymi (składowe N) poła EM
9	Klimatyzacja	pomieszczenia	ochrona przed wyładowaniem elektryczności statycznej personelu
10	Wykładziny antystatyczne	podłogi	
11	Pokrycia przewodzące metalizowane	obudowy urządzeń	
12	Specjalna konstrukcja kabli	linie sygnałowe	poła E i M
13	Symetryzacja toru nadajnika i odbiornika	linie sygnałowe	przewodzonymi (składowe N) poła E i M
14	Urządzenia bezprzerwowego zasilania	zasilanie sieciowe rezerwowe	praktycznie wolne od zakłóceń sieci
15	Układy wykrywania obniżeń i zaników	do zamrażania i restartu programu	zaniki i obniżenia napięcia zasilania
16	Zasilacze o podwyższonej odporności	urządzenia	odporne na zaniki do 20 ms przewozone składowe S
17	Wybór przyłącza sieci o niższym poziomie zakłóceń, trasa kabla odseparowana od innych obwodów zasilania lub kabel w ekranie	przyłącze sieci	występującymi w sieci
18	Racjonalny wybór tras kabli i miejsca instalowania	na obiekcie	niższe poziomy zakłóceń oddziałujących w pełnym zakresie
19	Racjonalna konstrukcja urządzenia (poziom sygnału, baza elementowa)	urządzenia	wyższe odporności
20	Operacyjny, wybór czasu pracy urządzenia w przedziałach czasowych wolnych od zakłóceń lub o znacznie niższym poziomie	do całego systemu	wymagane niezakłócone działanie jednostki centralnej
21	Kodowanie sygnału	transmisja informacji	poła EM

4. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ŹRÓDEŁ ZAKŁÓCEN

Przemysłowe środowisko elektromagnetyczne charakteryzuje się wielką różnorodnością zakłóceń i to zarówno co do charakteru, poziomu, intensywności występowania, jak i nierównomiernością w sensie lokalizacji. Brak jest dokumentów normalizacyjnych charakteryzujących typowe lokalizacje przemysłowe pod względem KEM w sposób ilościowy. W znanych dokumentach międzynarodowych, podobnie jak w PN-86/E06600 środowisko przemysłowe zostało sklasyfikowane jakościowo. Powodem takiego podejścia jest brak pełnej identyfikacji stanu środowiska. Aktualnie kilka komitetów IEC podjęło pracę w celu ustalenia metod pomiarów zakłóceń o charakterze impulsowym. Bardziej zaawansowane są opracowania dotyczące metod badań odporności urządzeń umownymi sygnałami zakłócającymi. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że w środowisku przemysłowym występują zakłócenia charakteryzujące się widmem od 0 do 1GHz. Dla urządzeń cyfrowych najgorsze są zakłócenia o charakterze impulsowym, gdyż powodują one przypadkowe przekłamanie w przetwarzaniu i transmisji, utratę właściwości funkcjonalnych, uszkodzenia (patrz tabl.1.).

4.1. SIEĆ ENERGETYCZNA

Uwzględniając doświadczenia krajowe i informacje literaturowe można stwierdzić, że głównym źródłem zakłóceń urządzeń cyfrowych jest sieć elektroenergetyczna. Jeżeli uszeregujemy występujące w sieci rodzaje zakłóceń poczynając od zakłóceń powodujących najliczniejsze zakłócenia pracy urządzeń cyfrowych, to otrzymamy:

- zakłócenia o charakterze impulsowym (pojedyncze impulsy i serie impulsów)
- dynamiczne zmiany napięcia sieci (obniżenia, zaniki, podwyższenia).

Z obserwacji firmy IBM wynika, że niepoprawne działanie komputerów spowodowane zakłóceniami w sieci zasilającej występowało przeciętnie 128,3 raza w miesiącu, w tym 88% przypadków od zakłóceń o charakterze impulsowym, 11% przypadków od obniżeń napięcia sieci trwających dłużej od pół okresu sieci, ok. 1% od zaników trwających powyżej okresu sieciowego.

Na rys.4. przytoczono informacje o częstości występowania zakłóceń impulsowych (przebiegach) w sieci energetycznej w zależności od amplitudy przebiegu. Można zauważyć, że częstość występowania przebiegów o wyższych amplitudach jest mniejsza. Zachowana jest ogólna zależność, że przebiegi o amplitudzie 1kV występują 100 razy częściej od przebiegów o amplitudzie 3kV. Przebiegi o wyższych amplitudach mają krótszy czas trwania. Przykładowo dla sieci o napięciu znamionowym 220V przebiegi o czasie trwania 1000 μ s (2,5kV) mają dwukrotnie niższą amplitudę od przebiegów o czasie trwania 5 μ s (5kV).

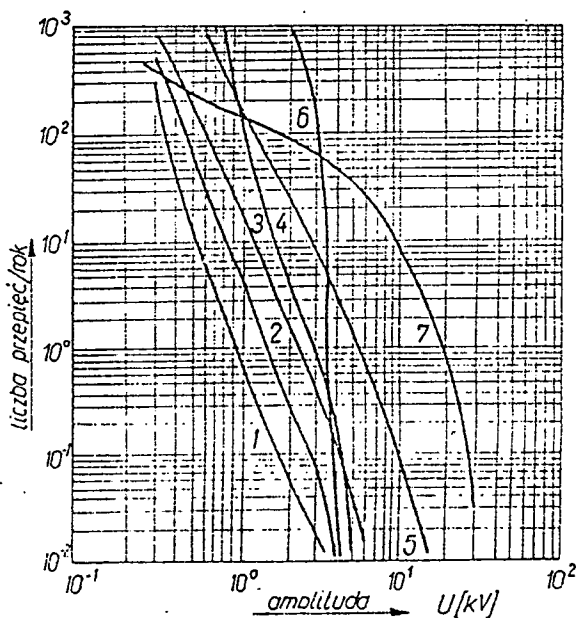
Statystyczne wyniki pomiarów zakłóceń impulsowych występujących w sieciach przemysłowych wykonane przez PIAP podaje rys.5.

141

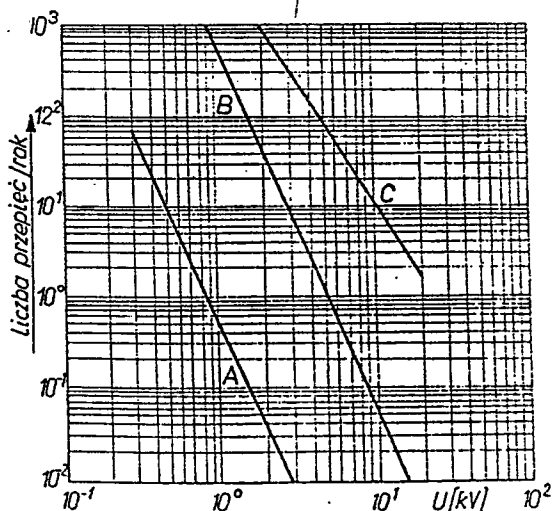
Układy zasilające:

- 1 – małą kotłownię
- 2 – pokój na 4 piętrze
- 3 – całe 2 piętro
- 4 – laboratorium
- 5 – cały budynek
- 6 – bank
- 7 – budynek na wsi

pkt 2, 3 i 5 dotyczy dużego budynku mieszkalnego



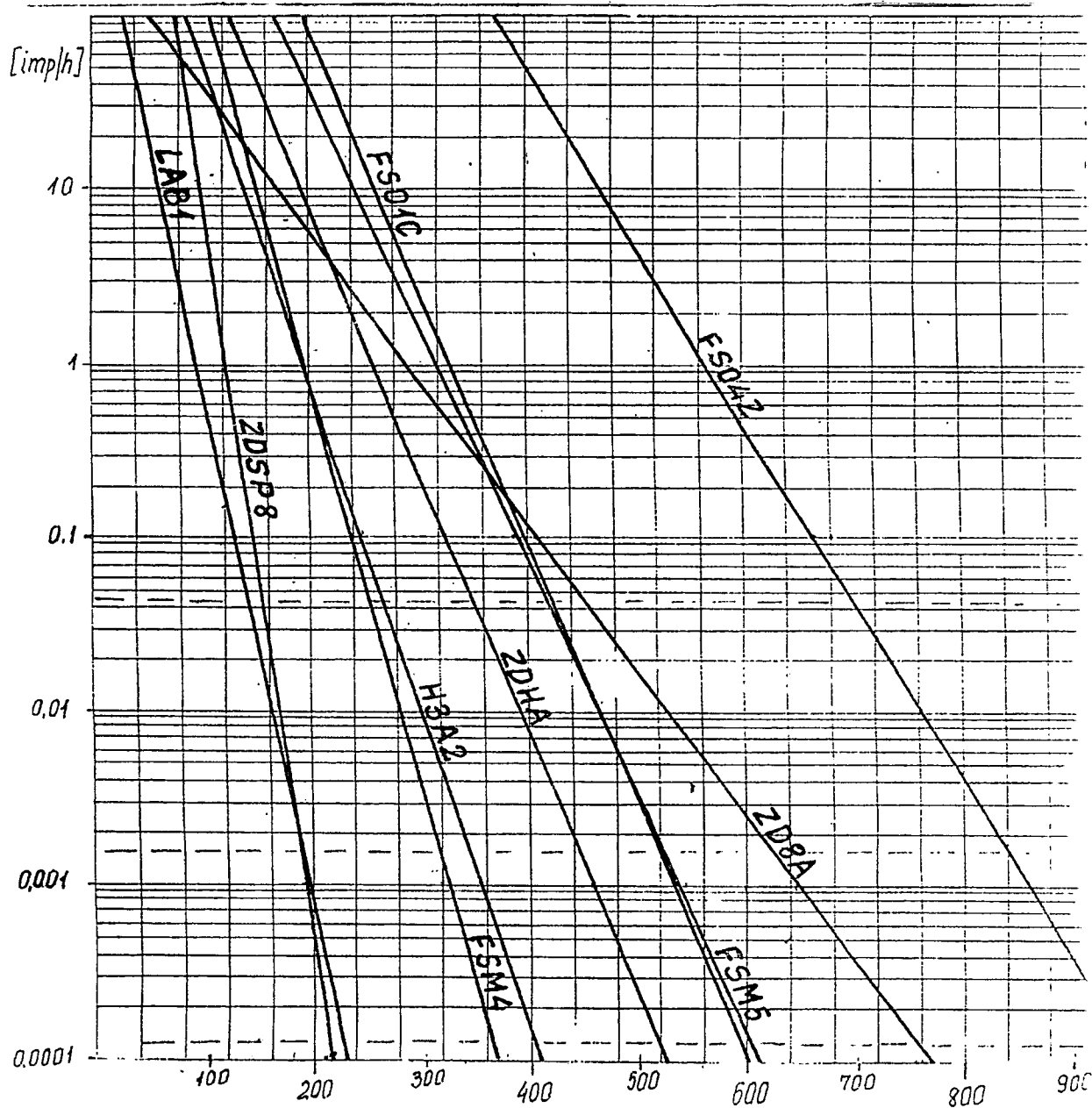
Liczby przebiegów o różnych amplitudach pojawiających się w ciągu roku w sieci zasilającej różne obiekty



Krzywe określające liczby przebiegów o różnych amplitudach wywołanych w ciągu roku w obwodach sieci zasilającej przez zewnętrzne źródła zakłóceń

- A – sieć kablowa w mieście
- B – Sieć kablowa z odcinkami napowietrznymi
- C – sieć napowietrzna teren niezabudowany

Rys.4. Częstość występowania przebiegów w sieciach NN



przemysł motoryzacyjny : wydział zgrzewania-FSM5,FS01c,FS04Z
 wydział tłoczni-FSM4
 zakład produkcji małoseryjnej
 rozdzielnia zasilająca-ZD8A
 wydział obróbki mechanicznej-ZDHA
 spawalnica - ZDSP8
 PIAP laboratorium - LAB1
 stacja prób - H3A2

Rys.5. Statystyczne wyniki pomiarów zakłóceń impulsowych w sieci przemysłowej.

Przykładowe środki przeciwzakłóceniewe stosowane w obwodach zasilania sieciowego urządzeń:

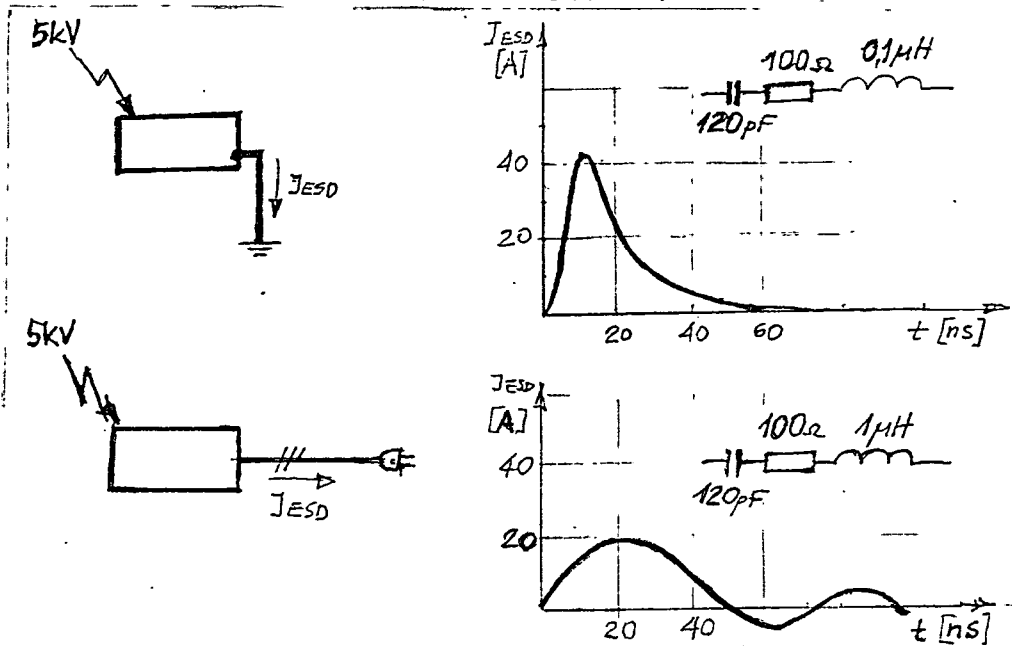
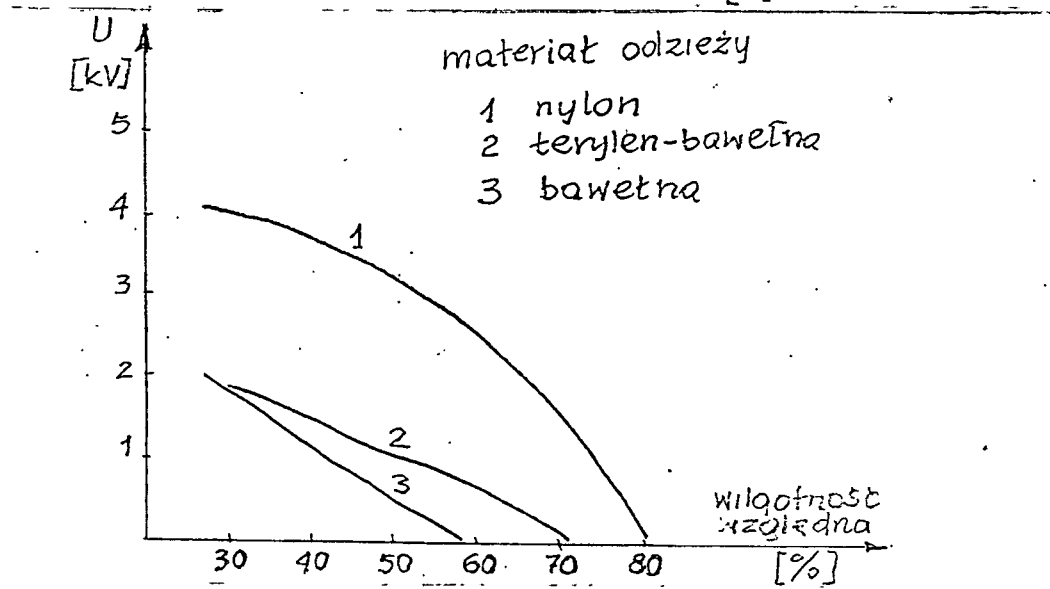
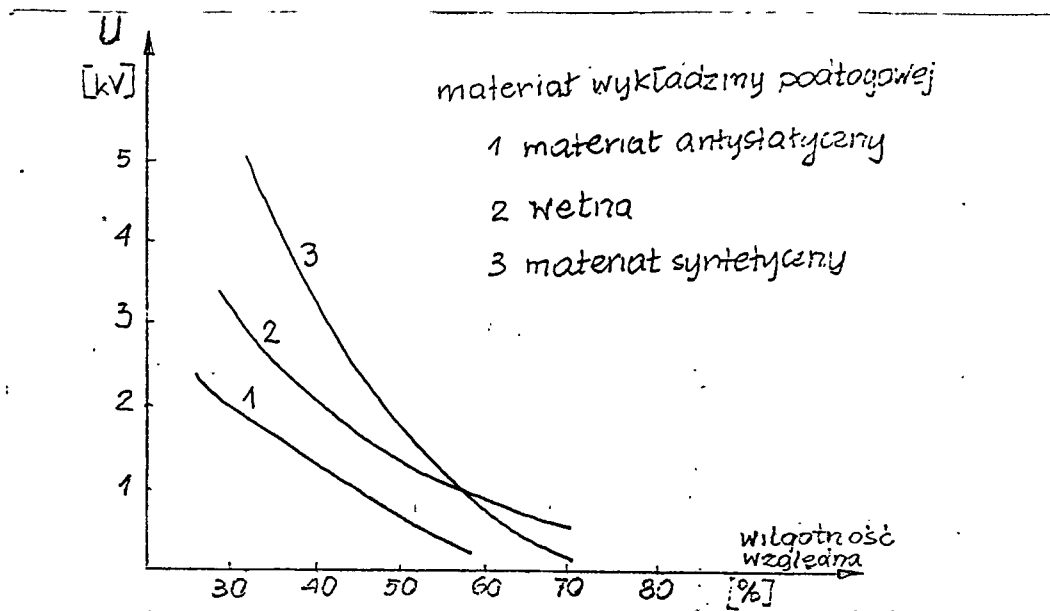
- filtr sieciowy - typu LC dolnoprzepustowy, tłumi zakłócenia przewodzone składowe symetryczne i niesymetryczne. Skuteczność filtra powyżej 60dB w paśmie tłumienia od 0,15 do 100MHz;
- ograniczniki przepięć - warystory i absorbery o zdolności pochłaniania energii od kilku do kilkuset dżuli i charakterystyce dynamicznej zapewniającej ograniczenie amplitud impulsów o czasie trwania powyżej 10ns;
- transformator izolujący - z wielokrotnymi ekranami o minimalnej pojemności pomiędzy wejściem a wyjściem (poniżej 1pF), zapewniający tłumienie zakłóceń impulsowych, głównie składowych niesymetrycznych. Przykładowe parametry, tłumienie zakłóceń symetrycznych 5dB (1kHz) do 40dB (powyżej 80kHz), tłumienie zakłóceń niesymetrycznych 140dB w paśmie od 10kHz do 1MHz;
- stabilizatory napięcia sieci - ferrorrezonansowe i elektroniczne;
- systemy zasilania bezprzerwowego - (tzw. UPS) z zasobnikami energii zapewniające źródła energii wolne od zakłóceń występujących w typowych sieciach energetycznych.

4.2. WYŁADOWANIE ELEKTRYCZNOŚCI STATYCZNEJ ESD

Operator ubrany w odzież z materiałów syntetycznych, poruszający się po podłodze z PCW lub dywanie ze sztucznego włókna gromadzi na ciele ładunek elektrostatyczny. Potencjał elektrostatyczny, do którego może naładować się operator zależy od właściwości materiałów, wilgotności powietrza. Na rys.6. podano przykładowe potencjały wytworzone przez odzież i przy chodzeniu.

Przy wyładowaniu zgromadzonego ładunku, w momencie dotknięcia przez operatora elementu manipulacyjnego lub obudowy urządzenia, przez przewody zasilania lub przewód ochronny przepłynie prąd o charakterze impulsowym. Amplituda tego prądu zależy od wartości napięcia elektrostatycznego operatora oraz parametrów obwodu rozładowczego. Przykładowo przy potencjale ESD 5kV i wyładowaniu na dobrze uziemioną obudowę (rys.6.) amplituda prądu może osiągnąć wartość 40A i czas trwania na połowie amplitudy ok.10ns. W przypadku wyładowania na nieprawidłowo uziemioną obudowę prąd wyładowania popłynie przez przewody zasilania, amplituda prądu będzie niższa, ok. 18A, ale czas trwania impulsu prądowego wydłuży się do ok. 30ns. Zakłócający wpływ wyładowania ESD występuje również w przypadku wyładowań w pobliżu urządzenia i na urządzenia sąsiednie. Wyładowania ESD mogą występować podczas niektórych procesów technologicznych, szczególnie w tych, w których występuje przemieszczenie produktów i tarcie między materiałami o różnych właściwościach w szeregu tryboelektrycznym. Przykładowe poziomy wyładowań ESD powodujące uszkodzenia elementów:

typ układu	napięcie ESD[V]
VMOS	30-1800
EPR0M	100
MOSFET	100-200
CMOS	250-3000
TTL	1000-2500
wzm. operacyjny	190-2500
tyrystor	680-1000
rezystor warstwowy	300-3000



Rys.6. Potencjały ES wytwarzane przy chodzeniu i odzieży operatora, prądy wyładowania ESD na dobrze i źle uziemioną obudowę.

Z punktu widzenia fizjologii człowieka, maksymalna energia zgromadzona na ciele operatora nie może przekraczać ok. 20mJ, gdyż przy takim wyładowaniu może wystąpić migotanie komory serca. Człowiek odczuwa wyładowanie ESD już przy poziomie 2kV, 7kV odczuwa w sposób dokuczliwy, a 10kV w sposób bolesny.

Podstawowymi środkami ochrony urządzeń przed ESD są środki stosowane w środowisku - mają one za zadanie zredukować napięcia ESD lub prawdopodobieństwo wyładowania ESD na urządzenie. Uzyskuje się to przez utrzymywanie zwiększonej wilgotności powietrza, stosowanie materiałów antystatycznych, zastosowanie uziemionych bransoletek dla obsługi. Środki przeciwwzakłóceń stosowane w urządzeniach wykorzystują odpowiednią technikę uziemienia, ekranowania oraz separacji galwanicznej i odległościowej obwodów. O odporności urządzenia na wyładowanie ESD decydujący wpływ mają: obudowa (konstrukcja i materiał), pokrycia zewnętrzne i wewnętrzne obudowy oraz rozwiązanie obwodów uziemień.

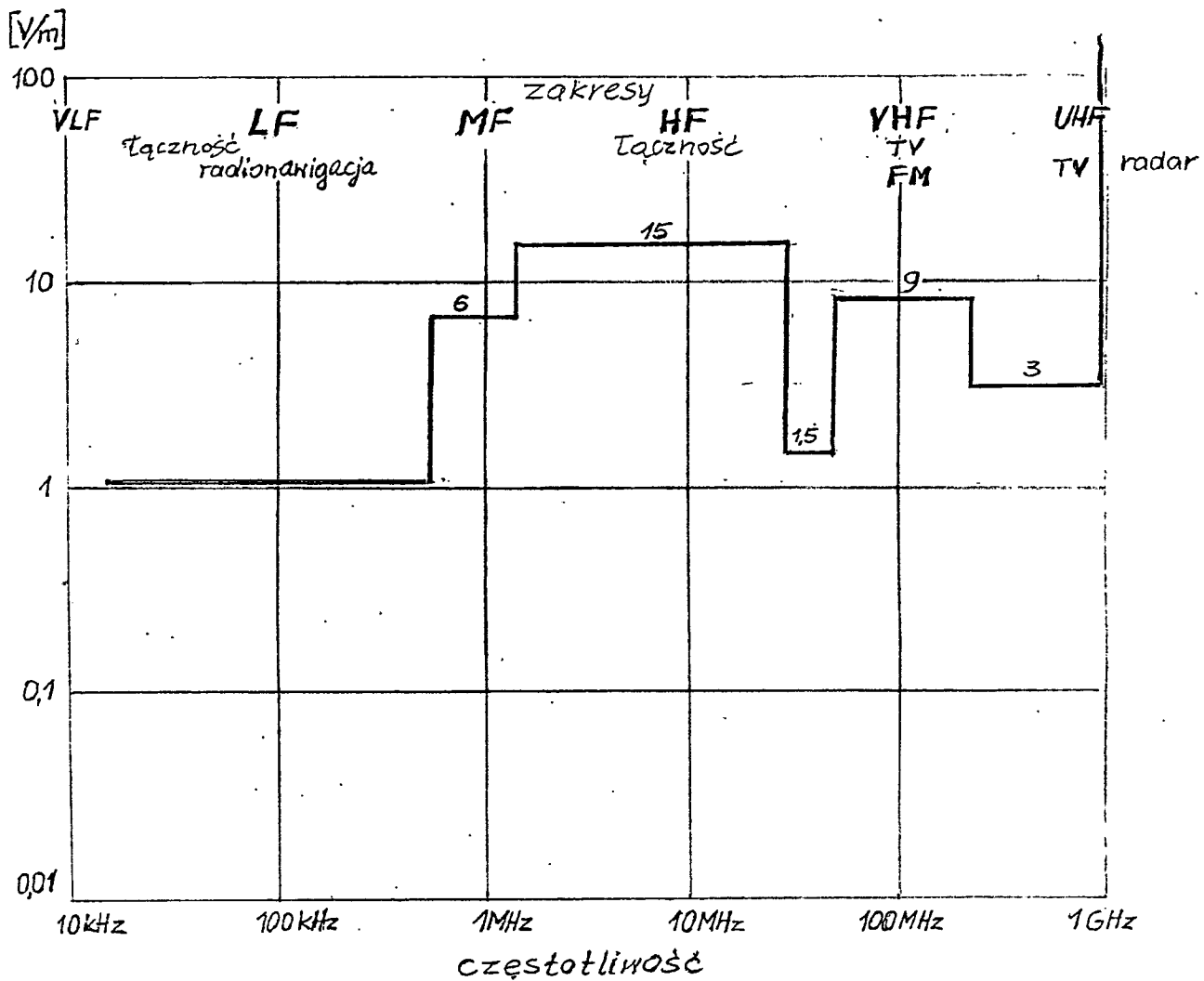
4.3. POLA ELEKTROMAGNETYCZNE

Na urządzenie oddziałują pola elektromagnetyczne pochodzące od odległych źródeł usytuowanych poza zakładem przemysłowym (stacja RTV, radarowa), jak i od lokalnych źródeł, którymi mogą być kable, urządzenia, nagrzewnica indukcyjna wielkiej częstotliwości, nadajnik radiotelefonu używany przez dozór techniczny.

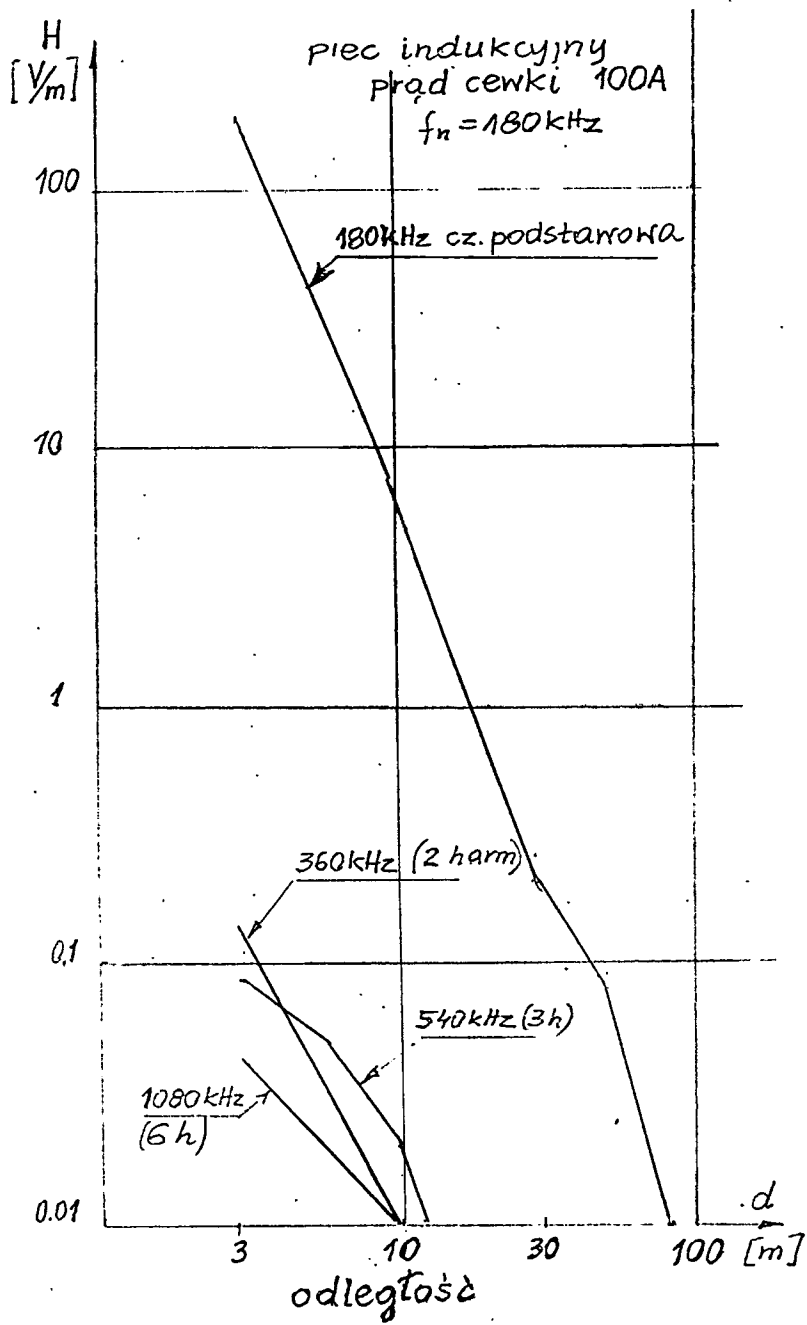
Przykładowo typowa stacja RTV w odległości ok. 1,5km wytwarza natężenie pola ok. 1V/m. W pobliżu przenośnego nadajnika stosowanego w łączności bezprzewodowej może wystąpić natężenie pola ok. 3V/m. Wysokie natężenie 10V/m może wytworzyć bliski nadajnik o wysokiej mocy. Zwykle zakres częstotliwościowy tych sygnałów obejmuje pasmo od dziesiątek kHz do 1GHz (rys.7.).

Lokalnie pola elektromagnetyczne są wytwarzane przez urządzenia technologiczne (rys.8.) i instalację obiektową (kable połączeniowe). Stanowią one istotne źródła niepożądanych zakłóceń ujawniających się podczas stanów nieustalonych w obwodach; komutacji dużych prądów lub wysokich napięć, włączania i wyłączania urządzeń, jak i przełączników czy styczników, w stanach awaryjnych obwodów energetycznych (zwarcia i przeciążenia oraz działania zabezpieczeń). Najczęstszym przypadkiem powstania sprzyjających warunków do propagacji tych zakłóceń są wspólne kable, wspólne trasy kablowe czy umiejscowienie wrażliwych urządzeń w bezpośredniej strefie oddziaływania tych pól.

Podstawowymi mechanizmami rozprzestrzeniania zakłóceń będą sprzężenia pojemnościowe i indukcyjne między obwodami. Skutecznym sposobem zmniejszenia tych sprzężeń jest separacja odległościowa obwodów bądź ekranowanie. Dla pól magnetycznych skuteczność ekranowania rośnie ze wzrostem częstotliwości. Przy niskich częstotliwościach należy stosować ekrany z materiałów magnetycznych. W widmie częstotliwościowym lokalnych pól dominuje częstotliwość sieci energetycznej oraz jej składowych harmonicznych, częstotliwość pracy urządzeń przetwarzających energię, przetwornic i zasilaczy impulsowych.



Rys.7. Masymalne przewidywane natężenia pola dla obszarów zamieszkałych w zakresie częstotliwości radiowych



Rys. 8. Pole magnetyczne od pieca indukcyjnego.

5. ZAKRES WYMAGAŃ I BADAŃ KEM

W tabelicy 3. przedstawiono zakres wymagań i badań odporności urządzeń występujący w dokumentach normalizacyjnych dotyczących urządzeń ASWP. W tabelicy 4. przedstawiono zakres badań odporności urządzeń zalecany w dokumencie IEC 77B (secr)38 dla urządzeń zasilanych z sieci niskiego napięcia w różnych miejscach zainstalowania. Dokument ten został opracowany z myślą stworzenia wytycznych dla opracowywania norm w zakresie KEM przez producentów, użytkowników i organizacji zajmujących się normalizacją.

Porównując zakresy z tabelic 3 i 4 można stwierdzić, że w zakresie badań odporności urządzeń ASWP instalowanych w przemyśle brakuje badań dotyczących zakłóceń:

- harmonicznycy sieci w obwodzie zasilania
- napięć zakłócających o częstotliwości sieci występujących w obwodach sygnałowych
- badań odporności na impuls burzowy $10/700\mu s$ jeżeli urządzenie współpracuje z linią telekomunikacyjną

Zwykle do podstawowych urządzeń systemu ASWP nie jest bezpośrednio przyłączona linia telekomunikacyjna, a jeśli już, to przez odpowiednie urządzenie transmisyjne (modem). Stąd można pominąć badanie odporności na ten sygnał zakłócający tym bardziej, jeżeli przewidziane są badania odporności na sygnał $1,2/50\mu s$.

Tabl. 3

Odporność urządzenia na zakłócenia	Wymagania na urządzenie ASWP wg			
	EN 54-2 (centrale)	ISO 7420-2 (centrale)	ISO/TC 2/ badania środowiskowe	ISO/TC 2/ pr 7240-7 czujka dymu
impulsy nanosekundowe 5/50ns (wg IEC 801-4)	(x) 2kV (#) 1kV	(x) 2kV (#) 1kV	(x) 2kV (#) 1kV	(#) 0,5kV każda linia (10s) 20 razy
impulsy dużej energii 1,2/50μs (8/20μs) wg IEC 801-5	do ustalenia	(x) 0,5...1kV (SS) (x) 0,5...2kV (SN) (#) 0,5...1kV (SN) (x) 8 imp. (+)i(-) (#) 20 imp. (+)i(-)		
ciągłe sinusoidalne 9-150 kHz 0,15-80 MHz (230MHz) wg IEC 801-3		patrz niżej	patrz niżej	
pole EM 26-500MHz (1GHz) wg IEC 801-3	10V/m 27MHz do 1GHz	10V/m 1MHz do 1GHz odległość pomiar. 1 i 3m	10V/m 1MHz do 1GHz odległość pomiar. 1 i 3m	10V/m 27MHz 500MHz
dynamiczne zmiany napięcia zasilania zaniki, obniżenia podwyższenia wg PN-86/E 06600	Un/0 0,1s	Un/0 1s 10 co 10s	Un/0 0,1s Un/0,5Un 0,2s co 10s	
wyładowanie elektryczności statycznej ESD wg IEC 801-2 (1984)	8kV	8kV po stabilizacji 23 °C±2 °C wilgotn. 10±5%	8kV	8kV

x -obwód zasilania

-obwody we/wy, zasilanie DC

Tablica 4. Zalecany zakres badań KEM dla urządzeń NN wg IEC 77B(SC)38.

Zakres badań odporności	Lokalizacja urządzenia		
	A	B	C
1. Zakłócenia niskiej częstotliwości w obwodzie zasilania			
a) harmoniczne	***	***	***
b) międzyharmoniczne	**	**	**
c) sygnały sterujące	**	**	**
d) zmiany napięcia	**	***	***
e) obniżenia i zaniki	***	***	***
f) niesymetria 3 faz	*	*	*
g) zmiany częstotliwości	*	*	*
h) składowe stałe		do uzgodnienia	
2. Zakłócenia impulsowe i wysokiej częstotliwości			
a) impuls przepięciowy 0,1/1,3ms	**	**	**
b) impuls 1,2/50μs (8/20μs)	x ***	x ***	x ***
	# **	# ** 1	# ** 1
c) impuls nanosekundowy, 5/50ns	***	***	***
d) impuls oscylacyjny 0,5μs/100kHz	**	**	**
	*	** 2	** 2
e) impuls oscylacyjny tłumiony 0,1 i 1MHz		**	*** 3
		**	*** 3
f) impuls wysokiej częstotliwości 0,01 do 1MHz		*	*
g) prądy w ekranach kabli		do uzgodnienia	
h) impuls 10/700μs (linie telekomunikacyjne)	**	***	***
3. Wyładowanie elektryczności statycznej	***	***	***
4. Zakłócenia magnetyczne			
a) pola o częstotl. sieci	**	**	***
b) pola impulsowe	*	*	**
c) pola impulsowe oscylacyjne tłumione			**
5. Pola EM	**	***	***
6. Inne			
a) napięcia o częstotliwości sieci w liniach sygnałowych	*	***	***
b) napięcia DC w liniach sygnałowych i sterujących		*	**

Oznaczenia: *** -badanie zalecane, ** -możliwe, * -w specjalnych przypadkach

- 1 -głównie dla urządzeń narażonych na wyładowania atmosferyczne
- 2 -stosować dla urządzeń lokowanych wewnątrz
- 3 -zalecany dla stacji średniego napięcia, dla stacji WN nie jest konieczny

- A -budynek mieszkalny, biuro i podobne
- B -przemysł, elektrownia
- C -stacje średniego i wysokiego napięcia

x
#

24

Z doświadczeń automatyki wynika, że sygnały zakłócające o częstotliwości sieciowej indukowane w liniach sygnałowych nie są krytyczne. W blisko ułożonym kablu sieciowym i sygnałowym można oczekiwać poziomu do 20V (50Hz) i do 1V w paśmie do 20kHz przy występowaniu harmonicznych i interharmonicznych. Pamiętając, że linie kabli obwodów, w zakresie badań odpowiednie sprawdzenia można zalecić do specjalnych przypadków. W propozycji wymagań cz.B tabl.3 pozostawiono sprawdzenie w zakresie częstotliwości poniżej 150kHz do ustalenia w normach przedmiotowych.

Biorąc pod uwagę względy ekonomiczne, wzrost kosztu badań przy znacznym rozszerzeniu, jak również doświadczenie, że ocenę urządzenia pod względem odporności można wydać na podstawie zredukowanej liczby sygnałów zakłócających, ostateczny zakres wymagań i badań zaproponowano w tabl.3. cz.B. Przy wyborze ostrości wymaganych poziomów odporności uwzględniono zarówno zalecenia norm międzynarodowych jak i zalecenia dla urządzeń automatyki i pomiarów (PN-86/E 06600).

Odrębnym problemem jest fakt braku w dokumentach międzynarodowych wymagań dotyczących pomiarów dopuszczalnych zakłóceń emitowanych przez urządzenie ASWP. Luka ta została wypełniona w niniejszych wymaganiach propozycją opartą na dokumentach EN i CISPR.

6. ZESTAW APARATURY I STANOWISKA DO BADAŃ KEM

Do wykonywania pomiarów KEM potrzebna jest następująca aparatura:

- mierniki zakłóceń, do pomiarów zakłóceń emitowanych przez urządzenie
- generatory (lub symulatory) umownych sygnałów zakłócających
- urządzenia pomiarowe pomocnicze (układy oddzielające i sprzęgające, aparatura pomiarowa kontroli parametrów itp.)

W opracowaniu pominięto aparaturę do wykonywania pomiarów zakłóceń emitowanych przez urządzenie. Zdaniem autorów pomiary takie powinna wykonywać Państwowa Agencja Radiowa (PAR, daw. Państwowa Inspekcja Radiowa), która jest upoważniona do wydawania atestu. Fakt ten jest podyktowany wysokim kosztem aparatury oraz odmiennymi warunkami pomiarów jak przy badaniach odporności urządzeń. Przy badaniach emitowanych zakłóceń konieczna jest ochrona urządzenia badanego na stanowisku pomiarowym przed zakłóceniami środowiska, wymagana jest duża przestrzeń o kontrolowanych parametrach. Przy badaniach odporności urządzeń występuje problem odwrotny ochrony środowiska przed zakłóceniami symulowanymi na stanowisku zwykle o kilka rzędów większymi niż w środowisku.

Zestawienie aparatury do badań odporności podano w tabl.5.

Dla zestawu aparatury do badań odporności na pola elektromagnetyczne konieczny jest krótki komentarz. Parametry aparatury takiej jak wzmacniacz mocy, zestaw anten oraz rozmiary komory bezodbiciowej są ze sobą ściśle powiązane i powinny być skoordynowane przy kompletacji stanowiska. Parametrem głównym przy kompletacji aparatury jest wymóg uzyskania ujednoczonego natężenia pola na kontrolnej powierzchni (p.zał.4).

Ostatnio w literaturze fachowej pojawiły się informacje o tzw. komorze TEM -specjalnej konstrukcji anteny tubowej spełniającej jednocześnie rolę komory ekranowej. Z materiałów reklamowych wy-

nika, że komora GTEM firmy EMCO (USA) może być stosowana do badań odporności oraz emitowanych zakłóceń w zakresie częstotliwości od 0Hz do 1GHz dla sygnałów ciągłych i impulsowych (rys.9.). Zapewnia ona wytworzenie natężenia pola do 135 (200)V/m z dokładnością ± 4 dB przy mocy wejściowej od 100 do 1000W. W zależności od wymiarów badanego urządzenia wybiera się odpowiedni model GTEM. Komora najmniejsza (model 5305) zapewnia badanie urządzeń o wymiarach do 0,5m, największa (model 5317) o wymiarach do 1,7m. Zdaniem autorów jest to rozwiązanie najlepsze, stwarza bowiem warunki stanowiska zarówno do badań odporności jak i emitowanych zakłóceń. Niestety pomimo wielokrotnych prób uzyskania informacji szczegółowych firma nie odpowiedziała ofertą.

Podczas wszystkich badań odporności na zakłócenia trzeba pamiętać o tym, że wywieramy wpływ nie tylko na badany obiekt, ale całe otoczenie otrzymuje część symulowanych zakłóceń. Stąd przy badaniach odporności trzeba chronić otoczenie. Obowiązują tutaj ogólne zasady:

- stanowisko badawcze powinno być oddalone od urządzeń podatnych na zakłócenia (komputery, ośrodki obliczeniowe, instalacja telefoniczna, urządzenia radiowe i TV)
- przyłącze sieciowe do stanowiska powinno być przeprowadzone przez dobry filtr sieciowy
- połączenia uziemiające powinny być odpowiednio zaplanowane i wykonane
- zwykle stanowiska badawcze umieszczane są w kabinach ekranowych

Na rynku krajowym dostępne są kabiny ekranowe typu EK-1 i EK-2 produkcji Zakładów Urządzeń Technologicznych UNITRA UNIMA Olsztyn. Zapewniają one usytuowanie jednego lub dwóch stanowisk pomiarowych. W zestawieniu aparatury występują urządzenia umożliwiające sprzężenie z komputerem. Dla generatorów impulsowych są to interfejsy RS 232C z łączami światłowodowymi, dla generatorów sygnałów ciągłych interfejsy przyrządowe HP lub IEEE 488 (GPIB).

Niektóre firmy oferują systemy komputerowe do pomiarów emitowanych zakłóceń i do badań odporności w zakresie częstotliwości 16Hz do 40GHz. Przykładowo system CCS 30 (9kHz-1GHz), CCS 130 (16Hz-1GHz) firmy ELECTRO-METRICS. Odpowiednie oprogramowanie umożliwia graficzne przedstawienie wyników pomiarów, korekcję wyników wprowadzanych przez użyte elementy i urządzenia, wydanie raportu.

Rozwiązanie konstrukcyjne stanowiska pomiarowego powinno być wybrane zależnie od ilości, różnorodności badanych urządzeń. Przy badaniu dużych ilości tego samego typu urządzeń celowe jest wprowadzenie specjalizowanego stanowiska dla danego rodzaju wyrobu. Przy dużej różnorodności badanych wyrobów stanowiska powinny zapewnić łatwość aranżacji układów pomiarowych zgodnie z wymaganiami i zapewnić bezpieczeństwo dla obsługującego personelu. Szczególnie dotyczy to badań odporności dla impulsów dużej energii oraz odporności na pola EM wielkiej częstotliwości.

Przykładowe stanowisko pokazano na rys.10.

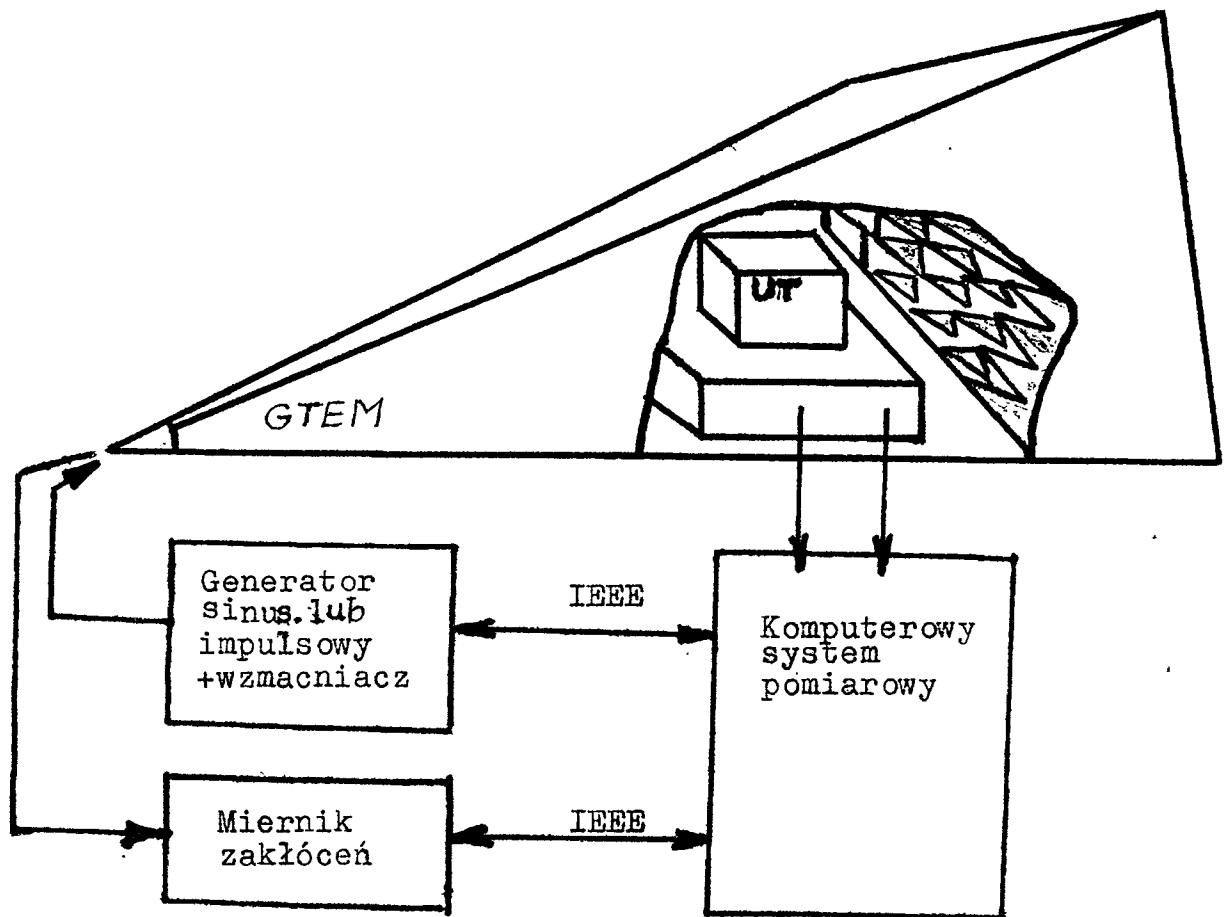
Tablica 5.

Lp.	Sygnał zakłócający (wymagane param. wg) urządzenie	Przykładowy	
		typ	producent
1	2	3	4
1	Zakłócenia impulsowe nanosekundowe (IEC 801-4, zał 1 cz. B)		
1.1	Symulator zakłóceń n*5/50ns	NSG 1025 *NSG 625 + NSG 600 NSG 225 + NSG 200	1 1 1
1.2	Sieć sztuczna 3 fazy	CDN 300	1
1.3	Klamra pojemnościowa	SL 400.071	1 (5)
1.4	Wyposażenie (kable, złącza)		
2	Zakłócenia impulsowe dużej energii (IEC 801-5, zał 2 cz. B)		
2.1	Generator 1,2/50µs (8/20µs)	NSG 587 *NSG 650	1 (7) 1
2.2	Sieć sztuczna 1 faza	CDN 100	1
2.3	Układy oddzielające dla obwodów interfejsowych	brak ofert	(5)
2.4	Transformator sprzęgający	brak ofert	
3	Zakłócenia ciągłe sinusoidalne (IEC 801-6, zał. 3 cz. B)		
3.1	Generator sygnałowy 0,1-500(1000)MHz automatyczne lub programowe przestrojenie	*SG 5030, HP 8662	2 (3)(8)
3.2	Wzmacniacz mocy zakres częst. jw. moc powyżej 10W/50Ω	50W1000	4
3.3	Układy oddzielające i sprzęgające typu M, AF, S, T	brak ofert	(5)(8)
3.4	Klamra EM	brak ofert	
3.5	Wyposażenie pomocnicze zależnie od wybranego typu generatora	duża dostępność	

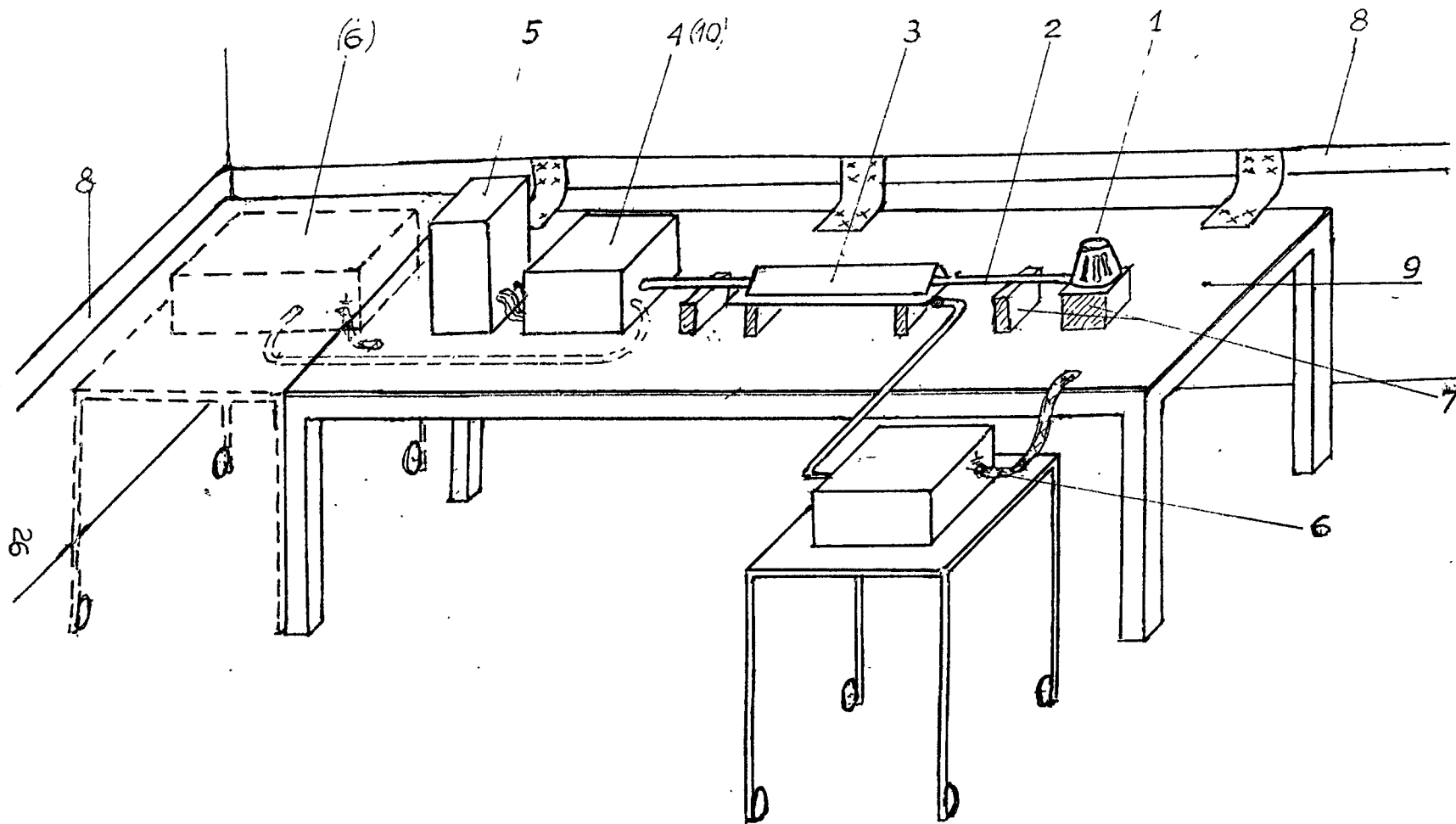
- 1) SCHAFFNER (Szwajcaria) 2) HEWLETT PACKARD (USA)
 3) RHODE & SCHWARZ (RFN) 4) AMPLIFIER RESEARCH (USA)
 5) MERA PIAP 6) IKSAIP Wrocław
 7) Politechnika Białostocka 8) ELECTRO-METRICS (USA)

d.c. tablica 5.

1	2	3	4
4	Dynamiczne zmiany napięcia zasilania (zał. 5. cz. B)		
4.1	Symulator sieciowy	NSG 203 + NSG 200E *NSG 603 + NSG 600 SZS-2	1 1 5
5	Wyładowanie elektryczności statycznej ESD (IEC 801-2, 1984 zał. 6 cz. B)		
5.1	Symulator ESD	NSG 433 SED-2	1 5
6	Komora ekranowa	EK-1 lub EK-2	UNIMA
7	Oscyloskop z pamięcią (cyfrowy) do 500MHz	HP54111D	2
8	Pole elektromagnetyczne (IEC 801-3, zał. 4. cz. B)		
8.1	Generator sygnałowy 26(0,1) do 1GHz (automatyczne i programowe przestrajanie i kontrola poziomu)	*HP 8645 *HP 8657 B *HP 8662 A	2 2 2
8.2	Wzmacniacz mocy moc wyjściowa ok. 100W/500 pasmo do 1GHz	50W1000 (lub zestaw wzmacniaczy)	4
8.3	Izotropowy miernik natężenia pola do 1GHz, 200 V/m (lub system pomiarowy)	*FM1000 + FP1000	4
8.4	Zespół anten odpowiedni do zakresu częstotliw.		4(3)(8)
8.5	Komora bezodbiciowa (zależy od wymiarów badanego urządzenia)	firmy USA	
9	Komora GTEM 0Hz do 1GHz oraz odpowiednie poz. 8.1, 8.2, 8.3, (8.4)	5305 lub 5317	EMCO(USA)



Rys.9. Stanowisko z komorą GTEM /EMCO/
/metody SR,ER/



Rys.10. Przykład stanowiska do badania odporności na zakłócenia nanosekundowe 5/50ns.

- 1-urządzenie badane, 2-kabel interfejsowy urządzenia, 3
 3-klamra pojemnościowa /metoda SE/, 4-urządzenie oddzielające,
 5-urządzenie kontrolne lub współpracujące, 6-generator zakł.,
 7-podkładki $h=0,1m$, 8- system uziemiający, 9-płaszczyzna ziemi
 odniesienia, 10- sieć sztuczna /metoda SN/

7. WNIOSKI

1. Opracowanie określa wymagania, zakres badań i metody badań KEM urządzeń ASWP odpowiednio do zaleceń norm EN, ISO, IEC. Przy formułowaniu metod badań odporności uwzględniono najnowsze projekty i dokumenty IEC, na które powołują się w/w dokumenty. Stąd dla zakłóceń impulsowych dużej energii oraz zakłóceń ciągłych sinusoidalnych obowiązująca w PN 86/E 06600 metodyka badań została zweryfikowana i przedstawiona w odpowiednich załącznikach części B opracowania.
2. Zdaniem autorów w pierwszej kolejności powinny być skompletowane stanowiska do pomiarów odporności urządzeń obejmujących zakres, bez zakłócających pól EM, (pozycje lp.1 do 7 tabl.5). Problem wyboru i kompletacji aparatury do badań odporności na pola EM powinien być rozstrzygnięty po analizie kosztów rozwiązań: rozwiązania klasycznego z komorą bezodbiciową o parametrach podanych w zał.4 cz.B i rozwiązania nowocześniejszego z komorą typu GTEM firmy EMCO. Aktualnie brak jest danych do dokonania racjonalnego wyboru, można się spodziewać, że rozwiązanie z komorą GTEM będzie efektywniejsze. Problem sprawdzania poziomu emitowanych zakłóceń autorzy proponują rozwiązać przez zlecenie badań komórkom usługowym Państwowej Agencji Radiowej PAR (dawniej PIR).
3. Przy kompletacji aparatury, wykonastwie i organizacji stanowisk, jak później przy badaniach, zleceńodawca powinien zapewnić stałą konsultację specjalistyczną z dziedziny KEM. Część aparatury pomiarowej nie jest oferowana przez firmy i wymaga własnego wykonastwa. Wydaje się celowe kompleksowe zlecenie całości spraw jednej firmie. Do oszacowania kosztów i wyboru rozwiązań stanowisk konieczne jest określenie typów i liczności urządzeń badanych w ciągu roku lub kwartału. Dane te mogą być przesłanką do kompletacji aparatury umożliwiającej skomputeryzowanie stanowisk i budowę specjalizowanych stanowisk. ✓

CZĘŚĆ B

CZĘŚCI SKŁADOWE AUTOMATYCZNYCH SYSTEMÓW WYKRYWANIA
POŻARU. KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ.
OGÓLNE WYMAGANIA I BADANIA.

CZĘŚĆ B CZĘŚCI SKŁADOWE AUTOMATYCZNYCH SYSTEMÓW WYKRYWANIA POZARU
 KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ. OGÓLNE WYMAGA-
 NIA I BADANIA.

1.	WSTĘP.....	1
1.1.	Przedmiot opracowania.....	1
1.2.	Zakres stosowania.....	1
1.3.	Określenia.....	1
1.4.	Punkty pomiarowe KEM.....	1
1.5.	Oznaczenie metod pomiarów i symulacji zakłóceń.....	2
2.	WYMAGANIA.....	2
2.1.	Dopuszczalny poziom zakłóceń emitowanych przez urządzenie.....	2
2.2.	Odporność urządzeń na zakłócenia.....	3
2.2.1.	Postanowienia ogólne.....	3
2.2.2.	Zalecany zakres wymagań i poziomy odporności.....	3
3.	BADANIA.....	5
3.1.	Program badań.....	5
3.2.	Warunki pracy urządzenia w czasie badań.....	5
3.2.1.	Postanowienia ogólne.....	5
3.2.2.	Program testowy.....	7
3.2.3.	Kryteria oceny poprawności działania oraz objawów i efektów zakłóceń.....	7
3.3.	Warunki badań.....	8
3.3.1.	Warunki klimatyczne.....	8
3.3.2.	Warunki elektromagnetyczne.....	8
3.3.3.	Warunki ogólne.....	8
3.3.4.	Usytuowanie urządzenia na stanowisku.....	9
3.3.5.	Płaszczyzna ziemi odniesienia (pzo).....	9
3.3.6.	Układ pomiarowy i urządzenia.....	9
3.3.7.	Sprawdzenie poprawności działania urządzenia w układzie pomiarowym.....	10
3.3.8.	Czas badania.....	10
3.3.9.	Zalecana procedura przeprowadzenia badania odporności.....	10
3.4.	Opis badań.....	11
3.4.1.	Sprawdzenie poziomu zakłóceń emitowanych przez urządzenie.....	11
3.4.2.	Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe.....	11
3.4.3.	Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii.....	12
3.4.4.	Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia ciągłe sinusoidalne.....	12
3.4.5.	Sprawdzenie poziomu odporności na pole elektromagnetyczne.....	12
3.4.6.	Sprawdzenie odporności na dynamiczne zmiany napięcia zasilania.....	12
3.4.7.	Sprawdzenie odporności na wyładowania elektryczności statycznej (ESD).....	13
3.5.	Protokół badań.....	13
3.6.	Ocena wyników.....	14

ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik 1. Zakłócenia impulsowe nanosekundowe
- Załącznik 2. Zakłócenia impulsowe dużej energii
- Załącznik 3. Zakłócenia ciągłe sinusoidalne
- Załącznik 4. Zakłócenia polem elektromagnetycznym
- Załącznik 5. Dynamiczne zmiany napięcia zasilania
- Załącznik 6. Wyładowania elektryczności statycznej
- Załącznik 7. Informacje dodatkowe
 - 1. Normy i dokumenty
 - 2. Określenia dotyczące KEM
 - 3. Oznaczenia stosowane na rysunkach

CZĘŚĆ B

CZĘŚCI SKŁADOWE AUTOMATYCZNYCH SYSTEMÓW WYKRYWANIA POŻARU. KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ. OGÓLNE WYMAGANIA I BADANIA.

1. WSTĘP

1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania są ogólne wymagania i badania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (KEM) części składowych automatycznych systemów wykrywania pożaru (ASWP) oznaczonych literowo od A do L w PN-92/M (EN 54/1) zwanych dalej urządzeniami (urządzeniami ASWP).

1.2. ZAKRES STOSOWANIA

Wymagania i metody badań podane w opracowaniu dotyczą KEM urządzeń ASWP instalowanych w budynkach, obowiązują przy projektowaniu, produkcji, odbiorze technicznym urządzeń, mogą być stosowane przy instalacji i eksploatacji systemów ASWP.

1.3. OKREŚLENIA

W opracowaniu stosuje się określenia wg PN-92/M-51...(EN 54), PN-86/E-06600 (załącznik 7 p.2)

1.4. PUNKTY POMIAROWE KEM

Dla badań KEM urządzeń ASWP przyjmuje się następujące punkty pomiarowe urządzenia:

- dla obwodu zasilania

zaciski przyłącza obwodu zasilania zwykle sieci prądu przemiennego lub prądu stałego, końcówki (wtyki i wtyczki) kabla przyłączeniowego jeżeli producent dostarcza urządzenie z nierozłącznym kablem zasilania

- dla obwodu uziemienia

zacisk uziemiający (ochronny), przewód uziemiający (ochronny)

- dla obwodów interfejsowych

zaciski i złącza, kable i przewody, ekrany kabli obwodów zewnętrznych służących do połączenia urządzenia z innymi urządzeniami systemu ASWP (sygnały i zasilanie systemowe niskiego napięcia)

- dla całego urządzenia

powierzchnie zewnętrzne obudów i osłon, elementy manipulacyjne i części dostępne dla obsługi w czasie normalnej eksploatacji, punkty w określonej odległości pomiarowej od obudowy urządzenia.

1.5. OZNACZENIE METOD POMIARÓW I SYMULACJI ZAKŁÓCEŃ

W opracowaniu wykorzystano dwuliterowe oznaczenie wg PN-86/E-06600

pozycja 1 - oznaczenie literowe określające metodę

E - metoda pomiaru zakłóceń emitowanych

S - metoda symulacji zakłóceń

pozycja 2 - oznaczenie literowe określające rodzaj zakłóceń podlegających pomiarowi lub symulacji

S - przewodzone o składowej symetrycznej

N - przewodzone o składowej niesymetrycznej

E - promieniowane bliskim polem elektrycznym

M - promieniowane bliskim polem magnetycznym

R - promieniowane polem elektromagnetycznym w strefie pól dalekich.

2. WYMAGANIA

2.1. DOPUSZCZALNY POZIOM ZAKŁÓCEŃ EMITOWANYCH PRZEZ URZĄDZENIE

Zakłócenia emitowane (wytwarzane) przez urządzenie powinny być ograniczone do poziomów tolerowanych (akceptowanych) przez środowisko w miejscu pracy urządzenia.

Norma przedmiotowa, w oparciu o uzgodnienia między użytkownikiem i producentem z uwzględnieniem istotności zakłóceń dla środowiska, powinna ustalić zakres, dopuszczalne poziomy metody i warunki pomiaru.

Zaleca się aby normy przedmiotowe podzielone na części takie jak: centralka sygnalizacji pożarowej (B); urządzenie zasilające (L); centrale odbiorcze (F,K); urządzenie transmisyjne (E,J) określały co najmniej poziomy dopuszczalnych zakłóceń radioelektrycznych w obwodzie zasilania i promieniowanych do otoczenia dla warunków normalnej pracy urządzeń w zakresie częstotliwości 0,15 do 1000MHz. Dla specjalnych zastosowań norma może ustalić dodatkowo dopuszczalne poziomy emitowanych zakłóceń radioelektrycznych dla obwodów interfejsowych i obwodów transmisyjnych.

Zalecane poziomy dopuszczalnych zakłóceń radioelektrycznych w obwodach zasilania sieciowego i promieniowanych wg Tabl.1 (CISPR 22 (1985) lub EN 55022 jak dla urządzeń klasy A i B)

- jak dla urządzeń klasy B; - o niższym poziomie dopuszczalnych zakłóceń radioelektrycznych przeznaczonych do instalowania bez ograniczeń w obszarach zamieszkałych w których stosuje się 10 m strefę ochronną (Tabl.1)
- jak dla urządzeń klasy A; - o wyższym poziomie dopuszczalnych zakłóceń radioelektrycznych przeznaczonych do instalowania na wydzielonych obszarach w których stosuje się 30 m strefę ochronną np. przedsiębiorstwa handlowe.

Tabl.1. Dopuszczalne poziomy zakłóceń w obwodzie zasilania

zakres częstotliwości MHz	poziom dB(μ V)		klasa urządzenia
	quasi-peak	Average	
0,15 do 0,5 0,5 do 30	79 73	66 60	A
0,15 do 0,5 0,5 do 5 5 do 30	66 do 56 56 60	56 do 46 46 50	B

Tabl.2. Dopuszczalne poziomy natężenia pola promieniowanego

zakres częstotliwości MHz	poziom dB(μ V/m) quasi-peak	klasa urządzenia
30 do 230 230 do 1000	30 37	A odległość pomiarowa 30m (10m)*
30 do 230 230 do 1000	30 37	B odległość pomiarowa 10m (3m)*

* dopuszcza się wykonanie pomiarów przy minimalnych odległościach pomiarowych

Metoda pomiaru wg CISPR22 (1985) urządzeniami pomiarowymi wg PN-77/T-06450.

2.2 ODPORNOŚĆ URZĄDZENIA NA ZAKŁÓCENIA.

2.2.1. Postanowienia ogólne.

Urządzenie powinno być odporne na oddziaływanie zakłóceń EM środowiska w miejscu jego użytkowania.

Norma przedmiotowa powinna ustalić zakres wymagań, poziomy odporności dla poszczególnych obwodów zewnętrznych urządzenia i umownych zakłóceń, metody i warunki pomiaru.

Zakres wymagań powinien dotyczyć charakteru zakłóceń dominujących w miejscu użytkowania urządzenia, których oddziaływanie na obwody zewnętrzne i urządzenie ma istotny wpływ na jego poprawną pracę. Zaleca się, aby zakres wymagań był uzgodniony między producentem i użytkownikiem.

2.2.2. Zalecany zakres wymagań i poziomy odporności wg Tabl.3.

Tabl. 3.

Lp	odporność urządzenia na zakłócenia umownego sygnału zakłócającego	poziom odporności (metoda symulacji)		
		dla obwodu zasilania i uziemia	dla obwodu we/wy sygnałowych, sterujących	całego urządzenia z kablami przyłącz.
1	impulsy nanosekundowe seria impulsów 5/50ns (złącznik 1)	1kVCSND 2kVCSND * X	0,5kVCSND 1kVCSND * X	
2	impulsy dużej energii 1,2/50 μ s (8/20 μ s) (złącznik 2)	0,5kVCSND 1kVCSND 1kV(CSS) * 2kVCSND X	0,5kVCSND 1kVCSND * X	
3	ciągłe sinusoidalne w zakresie częstotliwo- ści 9kHz - 1GHz w tym: w zakresie 9-150kHz w zakresie 0,15-80MHz (złącznik 3)	1VCSND 0,05Un * X 3VCSND 10V * X	1VCSND 0,05Un * X 3VCSND 10V * X	
4	pole elektromagnetycz- ne w zakresie często- tliwości 26-500MHz (1GHz) (złącznik 4)			3V/m 10V/m * X
5	dynamiczne zmiany napięcia zasilania w tym na: zaniki napięcia obniżenia napięcia (złącznik 5)	Un/0 0,1s(CSS) * Un/0 1s X Un/0,5Un 0,2s (CSS)		
6	wyładowania elektryczn. statycznej ESD (złącznik 6)			4kV 8kV * X

X - poziom ustala norma przedmiotowa

* - poziomy zalecane

3. BADANIA

3.1. PROGRAM BADAŃ

Badania KEM powinny być wykonane w ramach badań pełnych urządzenia a norma przedmiotowa powinna określić:

- zakres badań KEM, wybrany z badań podanych w Tabl.4., istotny dla konstrukcji i przeznaczenia urządzenia w systemie ASWP. Sprawdzenie poziomu emitowanych zakłóceń dotyczy urządzeń ASWP które w czasie normalnej pracy wytwarzają sygnały zakłócające, są źródłem zakłóceń dla otoczenia. Nie dotyczy urządzeń D, C, H oraz czujek A jeżeli nie zawierają układów przetwarzania sygnału. Dopuszcza się wykonywanie sprawdzenia poziomu emitowanych zakłóceń na innym egzemplarzu urządzenia. Zaleca się wykonanie badań odporności na sygnały sinusoidalne z zakresu od 150kHz do częstotliwości maksymalnej powyżej 80MHz umożliwionej przez metodę symulacji w szczególności, kiedy nie mogą być wykonane badania odporności na pola elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości
- kolejność wykonywania badań jeżeli norma nie określi inaczej jest dowolna
- liczbę badanych egzemplarzy urządzenia, procedurę ich oznaczenia oraz przeznaczenia do badań, odpowiednio do rodzaju wykonania urządzenia i zapewnienia określenia wpływu narażeń EM na trwałe zmiany podstawowych własności użytkowych, np. wpływu narażeń EN na zmianę progu zadziałania czujki.

3.2. WARUNKI PRACY URZĄDZENIA W CZASIE BADAŃ

Warunki pracy urządzenia powinny być określone w normie przedmiotowej. W miarę możliwości powinny odwzorowywać warunki pracy spotykane w normalnej eksploatacji.

Zaleca się:

- przeprowadzenie badań urządzeń w zestawach ASWP zawierających urządzenia współpracujące przewidziane i połączone zgodnie z zaleceniem producenta
- badanie pojedynczych (urządzeń) ASWP przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń kontrolnych uzgodnionych z producentem i opisanych w protokole badań
- badania przeprowadzać dla nominalnych warunków zasilania urządzenia.

3.2.1. Badania powinny być wykonane przy naturalnych źródłach sygnałów wejściowych i obciążeniach wyjść urządzenia takich jak: kable, przyrządy i urządzenia współpracujące stosowane podczas normalnej eksploatacji określone przez producenta w dokumentacji instalacyjnej i użytkowania.

Jeżeli stosowanie naturalnych źródeł i obciążeń jest kłopotliwe, należy stosować urządzenia kontrolne lub źródła i obciążenia sztuczne, określone w normie przedmiotowej.

Sztuczne źródła i obciążenia powinny zapewnić odtworzenie znamionowych warunków pracy i mieć odpowiednie jak dla naturalnego źródła i obciążenia impedancje symetryczne i niesymetryczne w zakresie częstotliwości zakłóceń stosowanych w badaniach.

Tabl. 4.

Lp.	Nazwa badania	wymaganie wg Tabl.3.	opis badań wg
1	Sprawdzenie poziomu zakłóceń radioelektrycznych w obwodzie zasilania i obwodach interfejsowych	p.2.1.	3.4.1.
2	Sprawdzenie poziomu zakłóceń radioelektrycznych promieniowanych do otoczenia	p.2.1.	3.4.1.
3	Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe	1	3.4.2.
4	Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii	2	3.4.3.
5	Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia ciągłe sinusoidalne w zakresie częstotliwości 9-150kHz oraz 0,15-80MHz	3	3.4.4.
6	Sprawdzenie poziomu odporności na pole elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości	4	3.4.5.
7	Sprawdzenie poziomu odporności na dynamiczne zmiany napięcia zasilania (zanik i obniżenie napięcia)	5	3.4.6.
8	Sprawdzenie poziomu odporności na wyładowania elektryczności statycznej ESD	6	3.4.7.

3.2.2 Program testowy

Urządzenie w czasie badań powinno realizować program funkcjonalny (testowy) umożliwiający sprawdzenie jego poprawnego działania, określony w normie przedmiotowej.

Jeżeli do sprawdzenia konieczne jest stosowanie zbioru programów (testów) to norma przedmiotowa powinna określić sekwencję ich stosowania.

Dla każdego programu powinny być ustalone kryteria oceny jego poprawnej realizacji.

Norma przedmiotowa powinna określić sposób (sekwencję czynności) dla jednoznaczego i powtarzalnego wprowadzenia urządzenia w stan realizacji programu. Zwykle do badań KEM wykorzystuje się programy funkcjonalne zredukowane, wybrane ze zbioru programów sprawdzających pełną funkcjonalność urządzenia.

Zaleca się aby programy umożliwiały sprawdzenie urządzenia w warunkach występujących w czasie dozoru, alarmu, uszkodzeń, wyłączenia niektórych funkcji (jeżeli jest to przewidywane), transmisji sygnałów alarmowych i uszkodzeniowych.

3.2.3. Kryteria oceny poprawności działania oraz objawów i efektów zakłóceń

Poprawność działania urządzenia ocenia się wg kryteriów poprawności realizowanych testów podanych w normie przedmiotowej. Objawy i efekty zakłóceń w czasie badań odporności oceniane są wg kryteriów uzgodnionych z użytkownikiem lub producentem.

Ogólne kryteria są następujące:

- nie występują objawy i efekty zakłóceń właściwości urządzenia
- występują chwilowe objawy i efekty zakłóceń właściwości urządzenia likwidowane samoczynnie nie dotyczą one podstawowych właściwości funkcjonalnych i nie powodują one zagrożenia oraz są dopuszczalne przez użytkownika
- występują objawy i efekty zakłóceń właściwości urządzenia do zlikwidowania których konieczna jest interwencja obsługi i mogą być niedopuszczalne przez użytkownika
- występuje trwała utrata właściwości urządzenia spowodowana uszkodzeniami elementów.

Zwykle dla urządzeń ASWP przyjmuje się następujące kryteria oceny w czasie badań (w czasie narażenia zakłóceniami):

- a/ program testowy jest realizowany poprawnie
- b/ nie występują stany fałszywego alarmu
- c/ wywołany stan alarmu nie jest upośledzony
- d/ nie występują stany wykrycia i sygnalizacji błędnego działania i uszkodzeń lub inne niezadane w teście
- e/ występują chwilowe samoczynnie likwidowane stany błędnego działania i sygnalizacji uszkodzeń
- f/ występują stany wykrycia i sygnalizacji błędnego działania i uszkodzeń, do likwidacji których potrzebna jest interwencja obsługi o określonej procedurze
- g/ występują trwałe uszkodzenia.

Norma przedmiotowa powinna wybrać odpowiednie kryterium d/, e/, lub f/.

3.3. WARUNKI BADAŃ

3.3.1. Warunki klimatyczne

Temperatura otoczenia 15-35 °C
Wilgotność względna 45-75 %
Ciśnienie atmosferyczne 680-1060 hPa

3.3.2. Warunki elektromagnetyczne

Badania powinny być przeprowadzone w ekranowanych kabinach i pomieszczeniach o kontrolowanym środowisku elektromagnetycznym takim, aby nie wpływało ono na wyniki badań.

Badania związane z polem elektromagnetycznym wielkiej częstotliwości należy przeprowadzić w ekranowanych i bezodbiornych pomieszczeniach. Przy symulacji pola elektromagnetycznego dla badań odporności należy zwrócić uwagę na zabezpieczenie obsługującego personelu przed oddziaływaniem dużej energii wielkiej częstotliwości.

3.3.3. Warunki ogólne

Jeżeli w normie przedmiotowej lub w metodzie badania dla określonego sygnału zakłócającego nie podano inaczej, to badania należy wykonać:

- w laboratorium w warunkach klimatycznych i elektromagnetycznych wg pp. 3.3.1. i 3.3.2.
- jeżeli wyniki badań zależą od poziomu sygnałów roboczych w obwodach zewnętrznych, od obciążenia badanego urządzenia, to badania należy wykonać przy takich poziomach sygnałów roboczych i obciążeniach, przy których poziom emitowanych zakłóceń jest najwyższy a poziom odporności jest najniższy
- przy stwierdzeniu zależności wyników od innych czynników związanych z badanym urządzeniem np. połączenia elementów regulacyjnych, typu i liczby urządzeń współpracujących itp., to badania należy przeprowadzić w warunkach najbardziej niekorzystnej kombinacji tych czynników na wynik pomiaru
- w przypadku stwierdzenia wpływu na wynik badania czynników nie związanych z badanym urządzeniem, np. warunków klimatycznych, usytuowania urządzenia na stanowisku itp., to w miarę możliwości należy je wyeliminować lub określić ich wpływ lub badania przeprowadzić przy określonych kontrolowanych parametrach charakteryzujących te czynniki
- dla zachowania jednoznaczności pomiarów badania powinny być przeprowadzone dla jednego punktu pomiarowego, jednego obwodu zewnętrznego i sygnału zakłócającego. Dopuszcza się jednoczesne badania kilku obwodów zewnętrznych tego samego rodzaju, kilku punktów pomiarowych tego samego obwodu. Warunki jednoczesnego badania powinny być określone w normie przedmiotowej w metodzie badań.

3.3.4. Usytuowanie urządzenia na stanowisku

Jeżeli metoda badań lub norma przedmiotowa nie określi inaczej, urządzenie badane powinno być umieszczone:

- na wysokości 0,1m nad płaszczyzną ziemi odniesienia (pzo) na podkładkach izolacyjnych
- w odległości co najmniej 0,1m od krawędzi pzo
- w odległości co najmniej 0,5m od ścian i konstrukcji metalowych pomieszczenia oraz urządzeń w pobliżu stanowiska
- na wysokości 0,8m nad pzo lub podłogą kabiny ekranowej w przypadku urządzeń instalowanych na stołach.

Kable obwodów zewnętrznych badanego urządzenia powinny być umieszczone na wysokości 0,1m nad pzo na podkładkach izolacyjnych i w odległości co najmniej 0,1m od krawędzi pzo.

3.3.5. Płaszczyzna ziemi odniesienia (pzo)

Ziemia odniesienia - płyta metalowa, miedziana o grubości minimum 0,25mm lub aluminiowa o grubości minimum 0,65mm, o wymiarach 2x2m lub większych co najmniej o 0,1m od każdego wymiaru rzutu poziomego badanego urządzenia i powierzchni co najmniej 1m², którą należy połączyć z systemem uziemiającym przewodem o długości maksymalnej 1m i impedancji poniżej 2,5mΩ.

Przy badaniu zestawu urządzeń dopuszcza się stosowanie indywidualnych ziem odniesienia o wymiarach jak wyżej, połączonych taśmą miedzianą o grubości minimum 0,3mm i szerokości 0,3m.

3.3.6. Układ pomiarowy i urządzenia

Stosowane urządzenia pomiarowe, ich usytuowanie na stanowisku, długość kabli połączeniowych, powinny spełniać wymagania metody badania dla danego charakteru zakłóceń i danego punktu pomiarowego badanego obwodu zewnętrznego urządzenia, podanych w załącznikach od 1 do 6.

Zaciski uziemiające i ochronne urządzeń pomiarowych powinny być połączone z pzo lub podłogą kabiny ekranowej przewodami o niskiej impedancji dla częstotliwości występujących w układzie pomiarowym. Zwykle są stosowane płaskie taśmy miedziane lub plecionka.

Kable (przewody) połączeniowe układu pomiarowego powinny być jak najkrótsze, impedancja charakterystyczna kabli współosiowych 50Ω, jeżeli nie podano inaczej.

Dopuszcza się nadmiar kabli łączących urządzenie badane z urządzeniami pomiarowymi, zwiąć w płaskie pętle o długości 0,3-0,4m, ułożone zgodnie z kierunkiem prowadzenia kabla. Szczególnie dotyczy to urządzeń dostarczanych z nierozłączalnymi kablami.

Jeżeli zapewni się otrzymanie takich samych wyników pomiarów, to dopuszcza się stosowanie urządzeń pomiarowych i usytuowania innych niż zalecane w załącznikach. W takich przypadkach parametry urządzeń pomiarowych, usytuowanie na stanowisku powinny być podane w normie przedmiotowej lub w protokole badań.

3.3.7. Sprawdzenie poprawności działania urządzenia w układzie pomiarowym

Przed przystąpieniem do badań należy sprawdzić poprawność działania urządzenia w układzie pomiarowym i w warunkach zalecanych dla danej metody badań. Sprawdzenie wykonuje się na podstawie oceny poprawnej realizacji programu testowego w czasie równym lub dłuższym czasowi badania. Dla metod symulacji sprawdzenie wykonuje się przy zerowym lub najniższym poziomie umownego sygnału zakłócającego.

Jeżeli przy sprawdzaniu stosuje się zbiór programów testowych, to sprawdzenie wykonuje się dla każdego programu testowego.

W przypadku negatywnego wyniku sprawdzenia należy stwierdzić przyczynę i podać ją w protokole badań.

Jeżeli wynik negatywny sprawdzenia związany jest z układem pomiarowym metody, to należy zastosować inną zalecaną metodę pomiaru lub symulacji.

Dopuszcza się stosowanie urządzeń oddzielających i sprzęgających dostosowanych do badanego urządzenia. W takim przypadku w protokole badań należy podać parametry zastosowanych urządzeń pomiarowych.

3.3.8. Czas badania

Przy badaniach odporności czas badania jest to czas narażenia urządzenia zakłóceniami określonego poziomu, polaryzacji, częstotliwości. Czas badania powinien zapewnić wystąpienie silnej korelacji między symulowanymi zakłóceniami i stanem (stanami) pracującego urządzenia.

Jeżeli norma przedmiotowa nie podaje inaczej to przyjmuje się:

- dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych czas badania od 10s do 1min dla każdej polaryzacji i punktu pomiarowego
- dla zakłóceń impulsowych dużej energii czas badania określony liczbą impulsów i częstotliwością ich generacji, zwykle od 3 do 10 impulsów każdej polaryzacji
- dla dynamicznych zmian napięcia zasilania czas badania określony liczbą zaników i obniżeń oraz częstotliwością ich generowania
- dla zakłóceń sinusoidalnych, pół EM czas badania wynika z prędkości przestrajania generatora lub czasem oddziaływania określonej częstotliwości przy krokowym przestrajaniu. Zwykle czas oddziaływania określonej częstotliwości wynosi ok. 1s.

Przy pomiarach zakłóceń emitowanych czas pomiaru i obserwacji wyniku wynosi ok. 15s dla każdej częstotliwości pomiarowej.

3.3.9. Zalecana procedura przeprowadzenia badania odporności

- a/ sprawdzić poprawność działania urządzenia w układzie pomiarowym wg p. 3.3.7.
- b/ wprowadzić urządzenie w stan działania wybranego testu (p. 3.2.2), każdorazowo stosować określoną procedurę zapewniającą jednoznaczne i powtarzalne wprowadzenie wybranego stanu
- c/ na punkt pomiarowy wprowadzić zadany poziom zakłóceń umownych na czas badania

- d/ w czasie badania (narażenia) obserwować i rejestrować objawy i efekty zakłóceń urządzenia wg kryteriów podanych w normie przedmiotowej (p.3.2.3.)
- e/ po upływie czasu badania wyłączyć zakłócenia, zaobserwować i ocenić działanie urządzenia wg p.3.2.3.
- f/ przeprowadzić sprawdzenie poprawności działania urządzenia w badanym teście
- g/ powtórzyć procedurę od b/ do f/ przy wyższym poziomie zakłóceń, poziom umownego zakłócenia należy zwiększać w sposób płynny lub skokowo od minimalnego poziomu występującego w metodzie symulacji
- h/ maksymalny poziom umownego sygnału zakłócającego, przy którym urządzenie działa zgodnie z kryteriami oceny p.3.2.3. stanowi zmierzony poziom odporności urządzenia dla danego punktu pomiarowego i testu
- i/ w podobny sposób zmierzyć poziom odporności punktu pomiarowego dla pozostałych testów funkcjonalnych przewidzianych w normie przedmiotowej
- j/ po zakończeniu badań dla danego sygnału zakłócającego należy przeprowadzić sprawdzenie funkcjonalne urządzenia w warunkach bez zakłóceń co najmniej w zakresie przewidzianym w p.3.3.7. lub wg normy przedmiotowej.

Urządzenie spełnia wymagania odporności dla danego sygnału zakłócającego jeżeli zmierzony poziom odporności dla przewidzianych normą punktów pomiarowych i programów testowych jest co najmniej równy wymaganemu.

W podobny sposób należy określić poziom odporności dla innych umownych sygnałów zakłócających przewidzianych w normie przedmiotowej.

3.4. OPIS BADAŃ

3.4.1. Sprawdzenie poziomu zakłóceń emitowanych przez urządzenie

Należy wykonać wg wymagań PN-78/T-04502 skorygowanych wymaganiami CISPR22 (1985), (EN 55022) i zmierzyć zgodnie z normą przedmiotową:

- poziom składowej niesymetrycznej zakłóceń dla obwodów zasilania i obwodów interfejsowych w zakresie częstotliwości od 0,15 do 30Mhz
- natężenie pola zakłóceń promieniowanych w odległości pomiarowej 10m (3m) określonej w normie przedmiotowej.

Do pomiaru stosować przyrządy pomiarowe i pomocnicze wg PN-77/T-06450 (CISPR 16 (1977)).

Sprawdzenie powinna przeprowadzić instytucja upoważniona do wykonywania badań i wydawania atestu np. Państwowa Agencja Radiowa.

3.4.2. Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe

Sprawdzenie należy wykonać:

- dla obwodu sieciowego i uziemienia urządzenia, metodą symulacji SN w układzie pomiarowym rys.Z1-5. z uwzględnieniem zaleceń wg p.4.Z1

- dla obwodów interfejsowych urządzenia metodą symulacji SE z kłami pojemnościową w układzie pomiarowym rys.Z1-6. lub rys.Z1-7 wybranym odpowiednio do badanego urządzenia zgodnie z zaleceniami p.4.Z1.

3.4.3. Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii

Sprawdzenie należy wykonać:

- dla obwodu sieciowego urządzenia metodą symulacji SS i SN w układzie pomiarowym rys.Z2-3. z uwzględnieniem zaleceń p.4.Z2
- dla obwodów interfejsowych z kablami bez ekranów metodą symulacji SS i SN lub tylko SN w układzie pomiarowym wybranym odpowiednio do właściwości badanych obwodów (linie niesymetryczne lub linie symetryczne) wg p.4.Z2
- dla obwodów interfejsowych z kablami w ekranie metodą symulacji SN, bezpośrednio na ekran kabla w układzie pomiarowym wybranym wg p.4.Z2.

3.4.4. Sprawdzenie poziomu odporności na zakłócenia ciągłe sinusoidalne

Pomiary należy wykonać kolejno dla każdego kabla obwodu zewnętrznego urządzenia badanego, określone w normie przedmiotowej. Jeżeli norma przedmiotowa nie określi inaczej, to pomiary wykonuje się przy symulacji składowej niesymetrycznej zakłóceń (SN). Dla częstotliwości powyżej 150kHz zaleca się stosować metody podane w załączniku 3 niniejszego opracowania. Dla częstotliwości niższych od 150kHz zaleca się stosować metody pomiarowe podane w PN-86/E-06600 załącznik 5.

3.4.5. Sprawdzenie poziomu odporności na pole elektromagnetyczne

Pomiary należy wykonać przy maksymalnym możliwym do wykonania zakresie częstotliwości wg załącznika 4.

Jeżeli urządzenie badane składa się z kilku jednostek lub występuje duża liczba kabli obwodów zewnętrznych przyłączonych do badanego urządzenia to metoda symulacji promieniowanych pól EM jest obowiązkowa.

Przy braku możliwości wykonania pomiarów metodą symulacji pól SR należy obowiązkowo wykonać pomiary odporności na sygnały ciągłe sinusoidalne wg załącznika 3.

3.4.6. Sprawdzenie odporności na dynamiczne zmiany napięcia zasilania

Pomiar należy wykonać dla obwodu zasilania sieciowego przy zastosowaniu symulatora wg załącznika 5 przy symulacji zaników i obniżen. Przy zadanych wartościach napięcia zasilania przed i w czasie zakłócenia, płynnie lub skokowo zwiększać czas trwania zakłócenia. Zalecana częstość inicjowanych zakłóceń 1/s (0,1/s). W pierwszej kolejności należy wykonać pomiary dla krótkotrwałych zaników napięcia zasilania.

Dla obwodów zasilania sieciowego wielofazowych pomiary wykonuje się dla każdej fazy oddzielnie i dla wszystkich faz jednocześnie.

Jeżeli urządzenie ma układy zabezpieczające przed zanikiem i obniżeniem napięcia zasilania to zaleca się wykonać pomiar ich statycznego progu zadziałania metodą określoną w normie przedmiotowej.

Jeżeli w czasie badań wystąpią zadziałania zabezpieczeń termicznych, to wynik sprawdzenia należy uznać za ujemny.

3.4.7. Sprawdzenie odporności na wyładowania elektryczności statycznej (ESD)

Należy wykonać metodą wg załącznika 6.

Dla urządzeń I klasy ochronności należy w pierwszej kolejności wykonać sprawdzenie odporności przy wyładowaniach bezpośrednich na zacisk uziemiający (ochronny) urządzenia, lub wyładowaniach inicjowanych w pobliżu zacisku. Następnie dokonać sprawdzenia odporności dla pozostałych punktów pomiarowych wg normy przedmiotowej.

Dla urządzeń w obudowach nieprzewodzących sprawdzenie odporności należy wykonać przy pośrednich wyładowaniach na płaszczyznę ziemi odniesienia (pzo).

Pomiary należy wykonać przy kablu uziemiającym symulatora połączonym z płaszczyzną ziemi odniesienia (pzo).

3.5. PROTOKÓŁ BADAŃ

Protokół badań powinien zawierać dane dotyczące badanego urządzenia oraz warunków przeprowadzania pomiarów, a w szczególności:

- opis badanego urządzenia z podaniem jego nazwy, producenta, typu, numeru i roku produkcji, znamionowych danych technicznych i ewentualnie schematu urządzenia
- szkic sytuacyjny urządzenia badanego (zestawu urządzeń) i urządzeń kontrolnych oraz połączeń na stanowisku
- warunki pracy urządzenia w czasie badań, wykorzystane programy testowe wraz z kryteriami oceny poprawności działania urządzenia, obciążenia i źródła sygnałów roboczych, uziemienia i inne
- warunki pomiarów, metody pomiarów i symulacji, czas badania oraz wykaz stosowanych urządzeń pomiarowych i pomocniczych; jeżeli zastosowano urządzenia pomiarowe niezgodne z zaleceniami wg załączników 1 do 6, to w protokole powinny być podane ich parametry techniczne
- wyniki pomiarów dla każdego obwodu zewnętrznego (punktu pomiarowego) i programu testowego zestawione zależnie od charakteru zakłóceń emitowanych lub umownego sygnału zakłócającego; wyniki pomiarów emitowanych zakłóceń radioelektrycznych powinny być przedstawione zgodnie z PN-78/T-04502
- ocenę wyników pomiarów wg normy przedmiotowej
- wnioski i uwagi.

3.6. OCENA WYNIKÓW

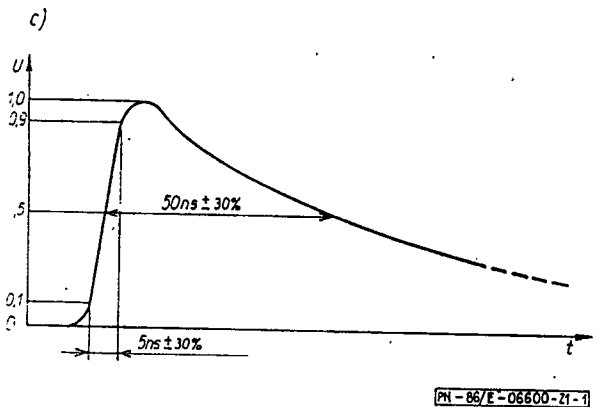
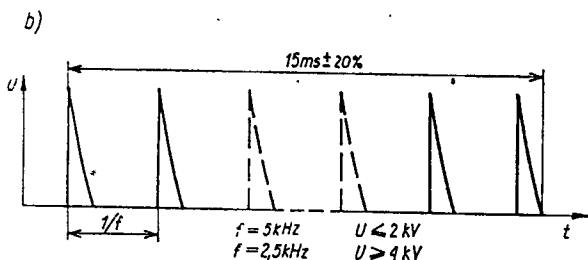
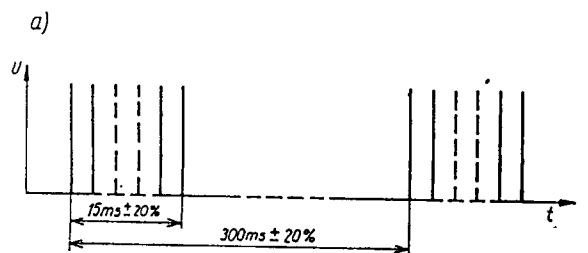
Wynik badania należy uznać za dodatni, jeżeli urządzenie przejdzie odpowiednio wszystkie badania z wynikiem dodatnim.

W przypadku badań pełnych, gdy urządzenie nie spełnia jednego lub większej liczby wymagań, badanie dotyczące tych wymagań należy powtórzyć na kolejnej próbkce urządzeń o co najmniej tej samej liczności.

Wynik badań powtórnych należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie urządzenia przejdą badania z wynikiem dodatnim.

ZAKŁÓCENIA IMPULSOWE NANOSEKUNDOWE

1. Umowny sygnał zakłócający oznaczony symbolem 5/50 ns — seria impulsów 5/50 ns wg rys. Z1-1 z generatora o parametrach określonych w niniejszym załączniku p. 3.1.



Rys. Z1-1. Umowny sygnał zakłócający 5/50 ns — seria impulsów 5/50 ns. b) częstotliwość impulsów w serii, c) pojedynczy impuls w serii przy obciążeniu 50 Ω

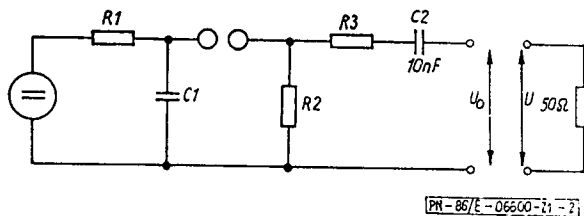
Zalecane poziomy — wg tabl. Z1-1.

Tablica Z1-1

Amplituda impulsu, kV	0,5	1	2	4	X
Tolerancja, %	±10				
Oznaczenie poziomu	1	2	3	4	X
Znakiem X oznaczono poziom specjalny, dla którego amplitudę impulsu wybraną z ciągu wg 2.1.3 ustala się w normie przedmiotowej.					

3. Urządzenia pomiarowe

3.1. Generator 5/50 ns. Parametry generatora — wg tabl. Z1-2. Uproszczony schemat generatora podano na rys. Z1-2.



Rys. Z1-2. Uproszczony schemat generatora 5/50 ns

Tablica Z1-2

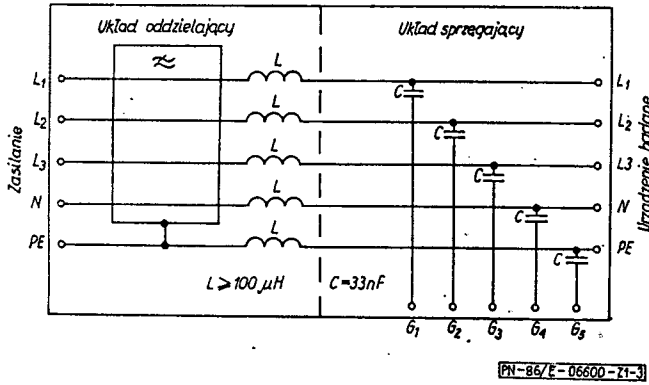
Parametr	Wartość parametru	Tolerancja %
Amplituda impulsu wyjściowego (bez obciążenia)	0,25; 0,5; 1; 2; 4 kV	±10
Polaryzacja impulsów	+/-	
Impedancja wyjściowa	50 Ω	±20
Kondensator wyjściowy	10 nF	±10
Parametry impulsów przy obciążeniu 50 Ω	wg rys. Z1-1	
— impulsu pojedynczego		
kształt	wykładniczy	
zbrocze narastające 0,1 ÷ 0,9 U	5 ns	±30
czas trwania impulsu 0,5 U	50 ns	±30
energia impulsu	max 4 mJ	
— serii impulsów		
częstotliwość impulsów w serii przy amplitudzie ≤ 2 kV	5 kHz	±20
częstotliwość impulsów w serii przy amplitudzie ≥ 4 kV	2,5 kHz	±20
czas trwania serii	15 ms	±20
okres repetycji	300 ms	±20

2. Poziom umownego zakłócenia wyraża się amplitudą impulsu nieobciążonego generatora.

cd. tabl. Z1-2

Parametr	Wartość parametru	Tolerancja %
Synchronizacja generacji względem napięcia zasilania Pasma przenoszenia układu pomiarowego parametrów impulsów	praca asynchroniczna ≥ 400 MHz	

3.2. Sieć sztuczna dla obwodów zasilania. Parametry sieci — wg tabl. Z1-3. Przykładowy schemat podano na rys. Z1-3.

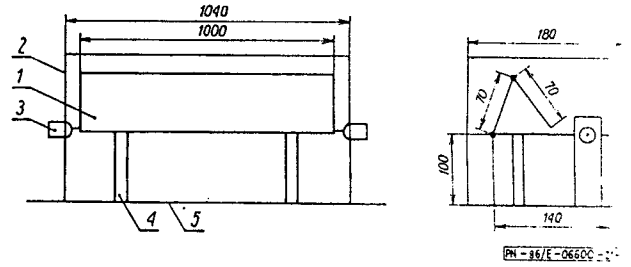


Rys. Z1-3. Sieć sztuczna dla obwodów zasilania prądu przemiennego i stałego

Tablica Z1-3

Parametr	Wartość parametru
Zakres częstotliwości	1 ÷ 100 MHz
Prąd roboczy	max 100 A
Kondensator sprzęgający	33 nF ±10%
Tłumienie układu oddzielającego	> 20 dB
Tłumienie układu sprzęgającego	< 3 dB
Tłumienie sygnałów pomiędzy sekcjami sieci	> 30 dB
Liczba sekcji sieci	liczba przewodów obwodu zasilania i przewodów uziemienia (ochronny)
Wytrzymałość izolacji	5 kV, 1,2/50 μs

3.3. Klamra pojemnościowa. Parametry klamry pojemnościowej — wg tabl. Z1-4. Przykład rozwiązania podano na rys. Z1-4.



Rys. Z1-4. Klamra pojemnościowa
1 — klamra pojemnościowa, 2 — osłona, 3 — gniazdo współosiowe
4 — wsporniki izolacyjne, 5 — ziemia odniesienia klamry

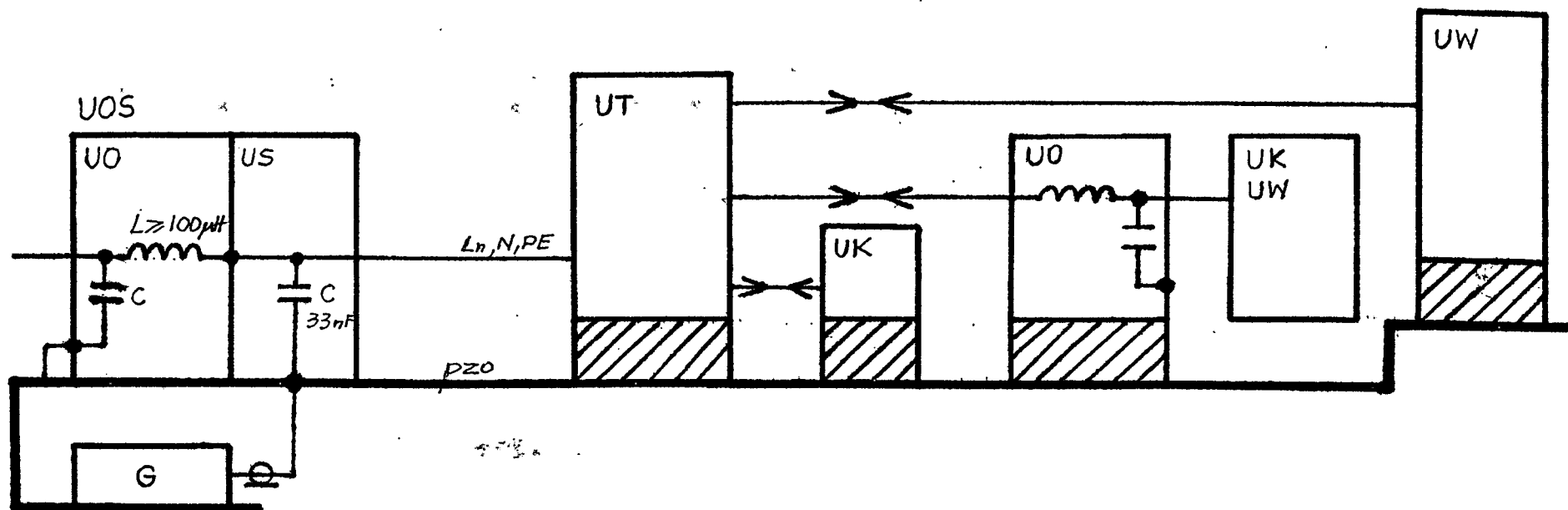
Tablica Z1-4

Parametr	Wartość parametru
Pojemność sprzężenia z kablem	50 ÷ 200 pF
Średnica kabla	4 ÷ 40 mm
Wysokość klamry nad ziemią odniesienia	0.1 m
Wymiary ziemi odniesienia klamry	≥ 1 m ² (wg 4.3.8.9)

4. UKŁADY POMIAROWE

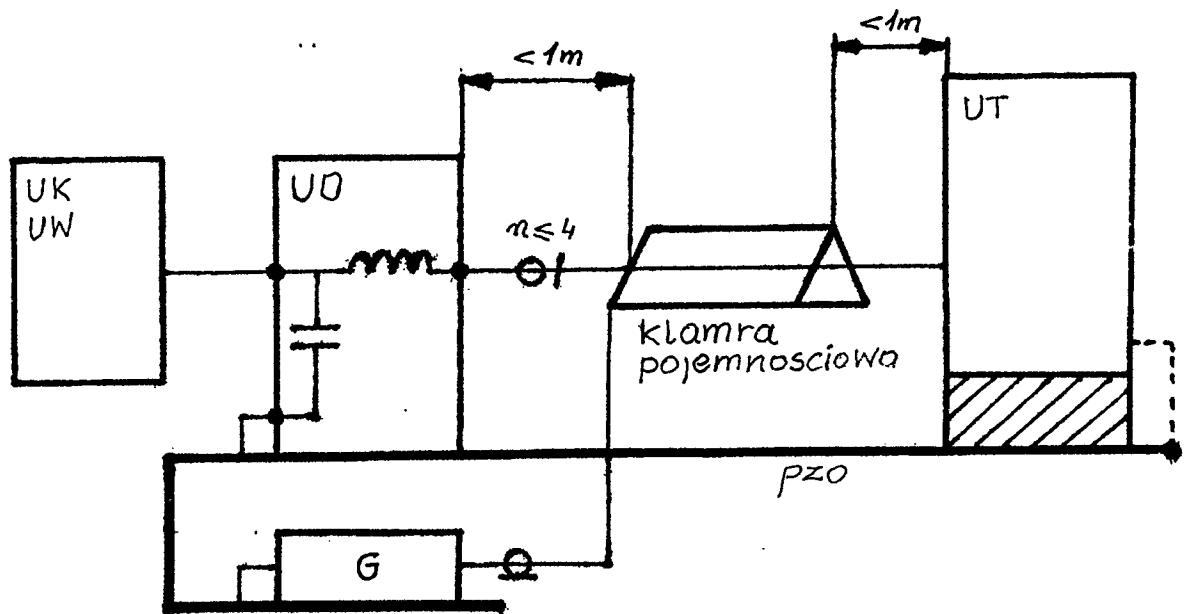
Sprawdzenie odporności:

- dla obwodu zasilania sieciowego (lub obwodu zasilania prądu stałego) oraz uziemienia należy wykonać w układzie pokazanym na rys. Z1-5., stosując sieć sztuczną o parametrach podanych w tabl. Z1-3. Zaleca się, aby podczas badania obwody zewnętrzne badanego urządzenia były przyłączone do odpowiednich urządzeń kontrolnych (UK) lub współpracujących (UW). Jeżeli urządzenie współpracujące nie podlega badaniu to obwody powinny być przyłączone przez układ oddzielający w celu zabezpieczenia przed zakłóceniami od urządzenia badanego (UT). Wszystkie kable i urządzenia współpracujące jeżeli nie są połączone przez urządzenie oddzielające powinny być umieszczone na wysokości 0,1m nad pzo. Układ jest zalecany dla central.
- dla obwodów interfejsowych badanie przeprowadza się w układzie pokazanym na rys. Z1-6., Z1-7.
Układ pomiarowy Z1-6. jest zalecany przy badaniu urządzenia pojedynczego, który w czasie badania współpracuje z urządzeniem testowym poprzez układ oddzielający o parametrach wg tabl. Z1-3. a liczba przewodów kabla interfejsowego nie przekracza 5. Układ jest zalecany przy badaniu czujek.
Układ pomiarowy Z1-7 jest stosowany gdy badane urządzenie współpracuje z urządzeniem współpracującym i nie jest możliwe zastosowanie układu oddzielającego. Oddzielenie uzyskuje się przez długi kabel tłumiący zakłócenia.

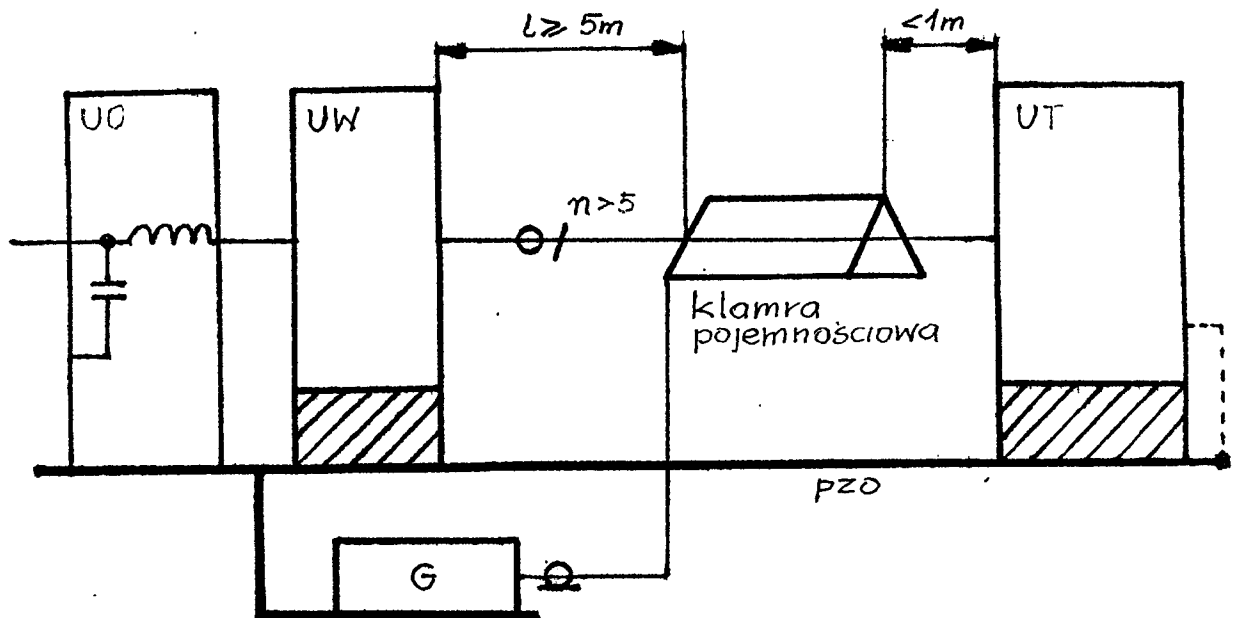


Rys. Z1-5 Układ pomiarowy dla obwodu zasilania i uziemienia urządzenia /zakłócenia impulsowe nanosekundowe/.

52



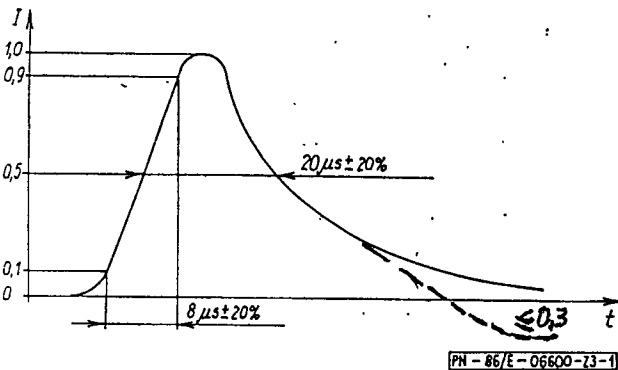
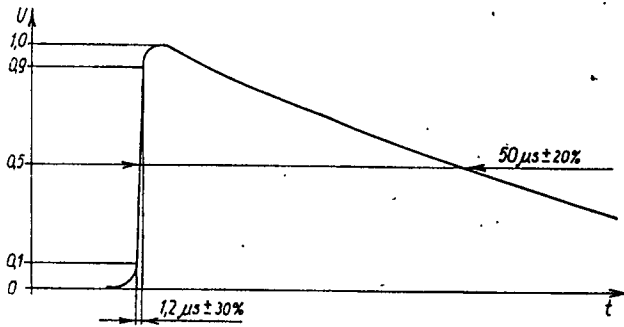
Rys. Z1-6 Układ pomiarowy dla obwodu interfejsowego urządzenia z układem oddzielającym /zakłócenia impulsowe nanosekundowe/.



Rys. Z1-7 Układ pomiarowy dla obwodu interfejsowego z urządzeniem współpracującym /zakłócenia impulsowe nanosekundowe/.

ZAKŁÓCENIA IMPULSOWE DUŻEJ ENERGII

1. Umowny sygnał zakłócający, oznaczony symbolem $1,2/50 \mu\text{s}$ ($8/20 \mu\text{s}$) — impuls napięciowy $1,2/50 \mu\text{s}$ lub impuls prądowy $8/20 \mu\text{s}$ wg rys. Z3-1 z generatora o parametrach wg niniejszego załącznika p. 3.1.

Rys. Z3-1. Umowny sygnał zakłócający $1,2/50 \mu\text{s}$ ($8/20 \mu\text{s}$)

2. Poziom umownego zakłócenia wyraża się amplitudą impulsu nieobciążonego generatora i energią impulsu. Zalecane poziomy napięciowe — wg tabl. Z3-1.

Tablica Z3-1

Amplituda impulsu, kV	0,5	1	2	4	X
Tolerancja, %	±10				
Oznaczenie poziomu	1	2	3	4	X

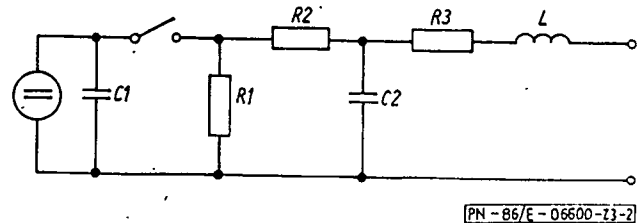
Znakiem X oznaczono poziom specjalny, dla którego amplitudę impulsu wybraną z ciągu wg 2.1.3 ustala norma przedmiotowa.

Energia impulsu — wg normy przedmiotowej. Zalecane poziomy energii należy wybierać z ciągu wg 2.1.3 z zakresu od 100 mJ do 40 J.

3. Urządzenia pomiarowe

3.1. Generator $1,2/50 \mu\text{s}$ ($8/20 \mu\text{s}$). Parametry generatora — wg tabl. Z3-2.

Uproszczony schemat generatora podano na rys. Z3-2.



PN-86/E-06600-73-2

Rys. Z3-2. Uproszczony schemat generatora $1,2/50 \mu\text{s}$ ($8/20 \mu\text{s}$)

Tablica Z3-2

Parametr	Wartość parametru	Tolerancja %
Amplituda impulsu wyjściowego	0,25; 0,5; 1; 2; 4 kV	±10
— bez obciążenia		
— przy zwarcie	125; 250; 500; 1000; 2000 A	±10
Polaryzacja impulsów	+/-	
Parametry impulsów		
a) bez obciążenia	wg rys. Z3-1	
— kształt impulsu wyjściowego	wykładniczy	
— zbocze narastające $0,1 \div 0,9 U$	$1,2 \mu\text{s}$	±30
— czas trwania $0,5 U$	$50 \mu\text{s}$	±20
b) przy zwarcie		
— zbocze narastające $0,1 \div 0,9 I$	$8 \mu\text{s}$	±20
— czas trwania $0,5 I$	$20 \mu\text{s}$	±20
Synchronizacja generacji impulsu z napięciem zasilania	$0 \div 360^\circ$ lub praca asynchroniczna	±10
Częstość generacji impulsu	pojedyncze lub	
	$\leq 12,5/\text{s}$	
Pasma przenoszenia układu pomiarowego parametrów impulsu	$\geq 10 \text{ MHz}$	

3.2. UKŁAD ODDZIELAJĄCY

Układ oddzielający pokazany na rys. Z2-3. i Z2-5. powinien zapewnić:

- tłumienie przesłuchu między liniami, dopuszcza się występowanie sygnału zakłócającego do 15% wartości na nietestowanej linii i odłączonym urządzeniu badanym
- tłumienie zakłóceń przenoszonych do wejścia układu oddzielającego do 10% wartości zakłócenia lub dwukrotnej szczytowej wartości napięcia zasilania przy odłączonym zasilaniu i urządzeniu badanym.

3.3. UKŁADY SPRZĘGAJĄCE

Wartość rezystorów i kondensatorów podano na rysunkach układów pomiarowych.

3.4. TRANSFORMATOR SPRZĘGAJĄCY

O parametrach:

rdzeń ferrytowy	$\mu=1700 - 2000$
uzwojenie pierwotne	3zw., 3mm^2
indukcyjność uzwojenia	$>100\mu\text{H}$
zdolność prądowa przy przekładni 1	1kA ($8/20\mu\text{s}$)

3.5. TRANSFORMATOR IZOLUJĄCY

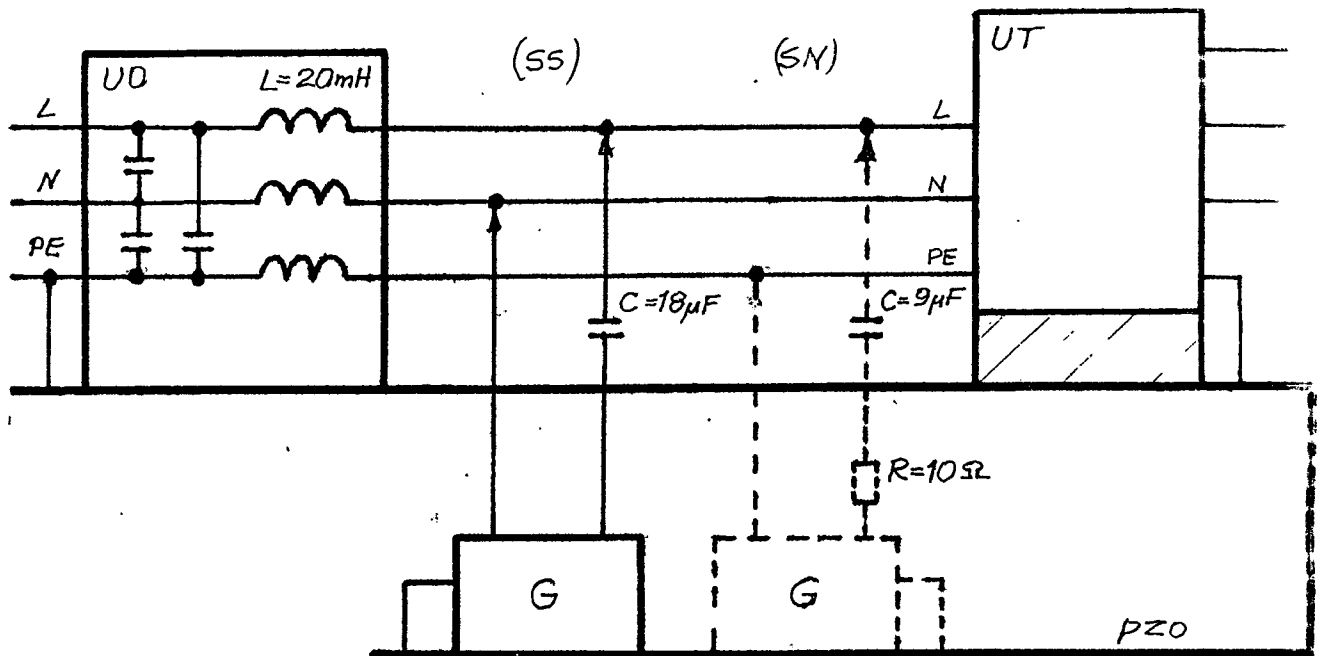
O parametrach:

przekładnia	1
moc	odpowiednia do zastosowania

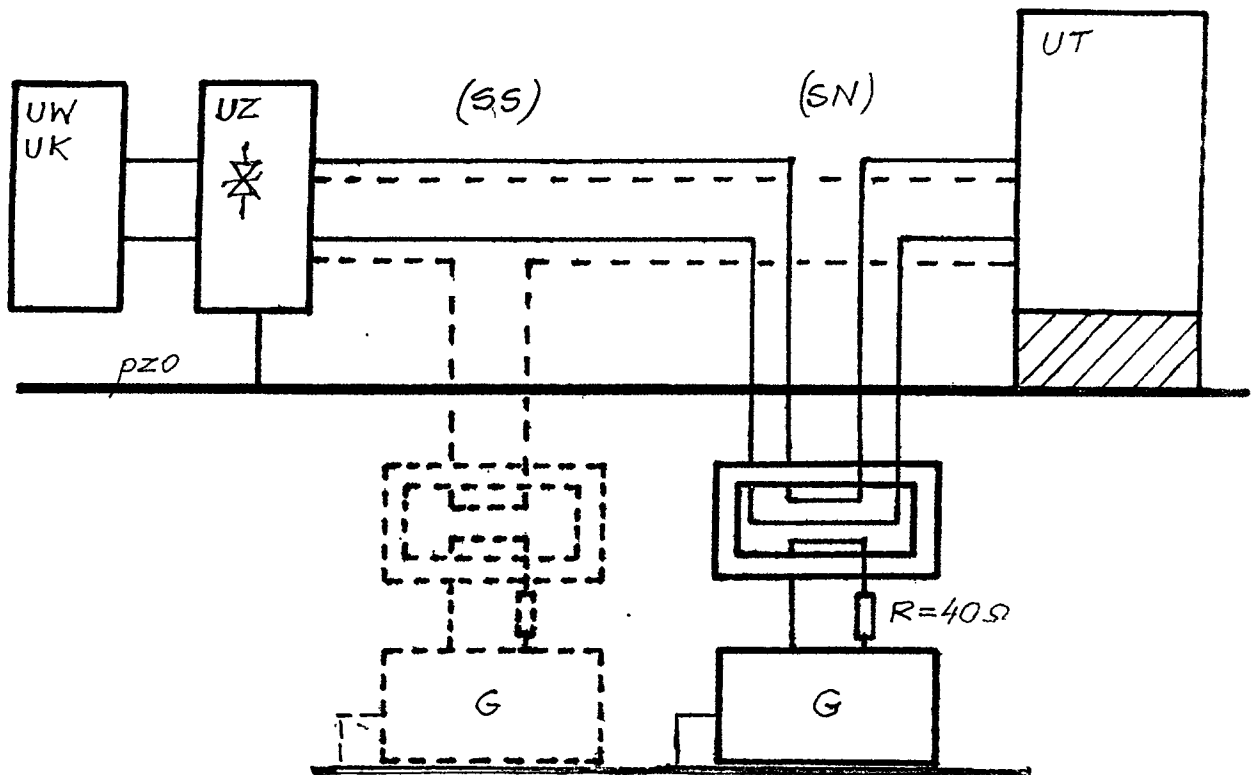
4. UKŁADY POMIAROWE

- Dla obwodu sieciowego.
Badanie przeprowadza się w układzie pokazanym na rys. Z2-3., stosując układ oddzielający (p.3.2.). Przy symulacji składowej symetrycznej (SS) stosuje się sprzężenie pojemnościowe $C=18\mu\text{F}$. Przy symulacji składowej niesymetrycznej (SN) stosuje się układ sprzęgający $R=10\Omega$ i $C=9\mu\text{F}$. Potencjałem odniesienia jest przewód uziemiający (ochronny).
- Dla obwodów interfejsowych.
Z kablem bez ekranu, z liczbą przewodów do 4, zaleca się stosować układ pomiarowy pokazany na rys. Z2-5. z układem oddzielającym o parametrach p.3.2. Przy symulacji zakłóceń stosuje się układ sprzęgający $R=40\Omega$ i $C=0,5\mu\text{F}$., potencjałem odniesienia dla składowej niesymetrycznej jest przewód uziemiający.
Z kablem bez ekranu wieloprzewodowym zaleca się stosować sprzężenie transformatorowe (p.3.4.) jak pokazano na rys. Z2-4.
Z kablem w ekranie zaleca się stosować układ pomiarowy pokazany na rys. Z2-6.
- zakłócenia wprowadza się bezpośrednio na ekran kabla, urządzenie badane jest zasilane przez transformator izolujący

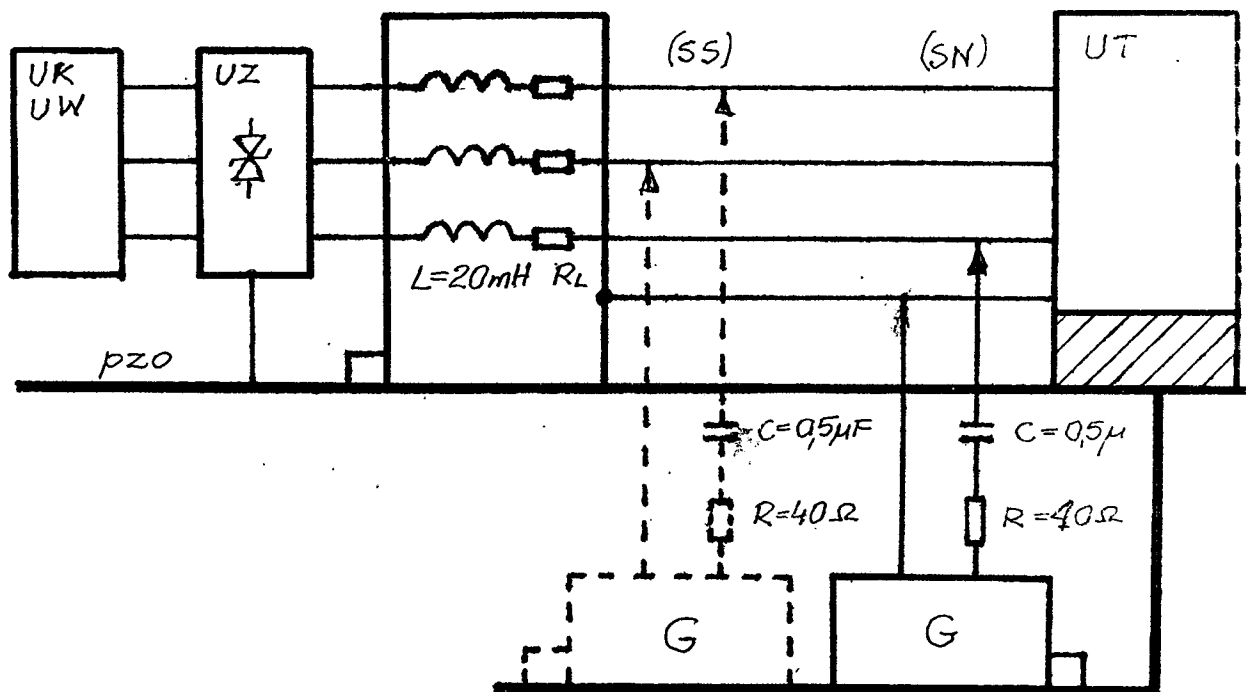
- zakłócenia wprowadza się na ekran kabla przez pojemność sprzęgającą o maksymalnej wartości 10nF lub określonej regułą 100pF na każdy metr kabla, lub zakłócenie wprowadza się pośrednio na ekran; urządzenie badane połączone z urządzeniem współpracującym dopuszcza występowanie różnych potencjałów obudów i osłon.



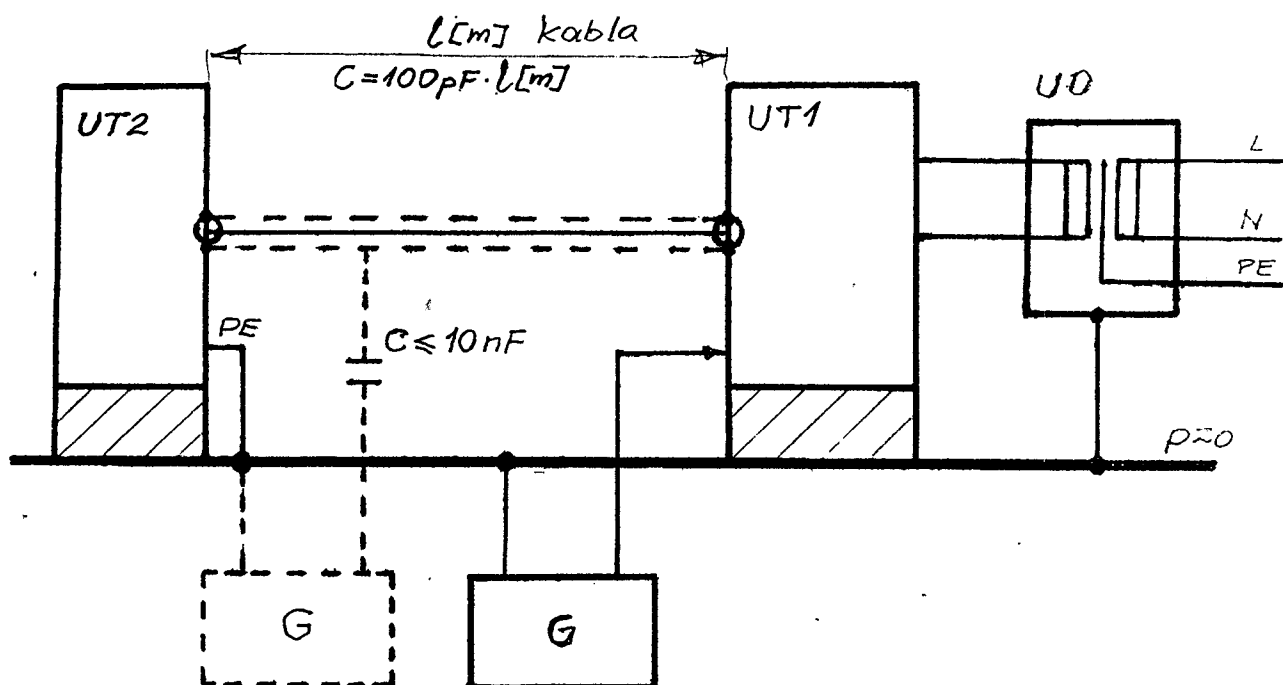
Rys. Z2-3 Układ pomiarowy dla obwodu zasilania /zakłócenia impulsowe dużej energii/.



Rys. Z2-4 Układ pomiarowy dla obwodu interfejsowego z kablem bez ekranu i transformatorem sprzęgającym /zakłócenia impulsowe dużej energii/.



Rys. Z2-5 Układ pomiarowy dla obwodu interfejsowego z kablem bez ekranu i liniami niesymetrycznymi /zakłócenia impulsowe dużej energii/.



Rys. Z2-6 Układ pomiarowy dla obwodu interfejsowego z kablem w ekranie /zakłócenia impulsowe dużej energii/.

ZAKŁÓCENIA CIĄGŁE SINUSOIDALNE

1. UMOWNY SYGNAŁ ZAKŁÓCAJĄCY

Sinusoidalny sygnał napięciowy lub prądowy w zakresie częstotliwości powyżej 9kHz do 230MHz. Zalecane oznaczenie sygnału - zakresem częstotliwości.

2. POZIOM UMOWNEGO ZAKŁÓCENIA I ZAKRES CZĘSTOTLIWOŚCI

Zalecane poziomy:

częstotliwość sygnału zakłócającego	poziom sygnału U_0 [V]	oznaczenie poziomu
9kHz do 150kHz	0,1 (100dB μ V)	1
	1 (120dB μ V)	2
	5% U_n wg normy przedm.	X
150kHz do 80MHz (280MHz)	1 (120dB μ V)	1
	3 (130dB μ V)	2
	10 (140dB μ V)	3
	X specjalny ustalany w normie przedm.	X

U_0 - napięcie wyjściowe nieobciążonego generatora

U_n - napięcie znamionowe, znamionowy sygnał roboczy badanego obwodu

X - podany poziom niemodulowanego sygnału, wartość skuteczna. Przy badaniu stosuje się 80% modulację amplitudy sygnałem sinusoidalnym 1kHz.

3. URZĄDZENIA POMIAROWE

3.1. GENERATOR SYGNAŁU SINUSOIDALNEGO

Zaleca się stosować układ podany na rys. Z3-1., który powinien zapewniać:

- uzyskanie sygnału o poziomie i zakresie częstotliwości wymaganej w badaniu
- zniekształcenia i zawartość harmoniczných poniżej 20dB
- impedancję wyjściową 50 Ω , VSWR \leq 1,2
- modulację amplitudy sygnałem 1kHz o głębokości do 80%
- sygnał wyjściowy co najmniej 10V, moc wyjściowa ok 10W
- automatyczne przestrajanie częstotliwości wolniejsze niż 1,5 \times 10⁻³ dekady/sekundę
- programowanie krokowe częstotliwości z krokiem 1% częstotliwości podstawowej i zadawanym czsem kroku

- ręczną obsługę
- możliwości zadawania poziomu sygnału wyjściowego z kontrolą mocy wyjściowej oraz wyłączenia sygnału zakłócającego.

3.2. TŁUMNIK

Tłumnik 6dB $Z_0=50\Omega$ odpowiedniej mocy do redukcji niedopasowania wzmacniacza do przyłączanego obwodu badanego, lokalizowany blisko układu sprzęgającego i oddzielającego.

3.3. URZĄDZENIA ODDZIELAJĄCE I SPRZĘGAJĄCE

Impedancja niesymetryczna układów oddzielających i sprzęgających powinna wynosić 150Ω . W szczególności impedancja niesymetryczna od strony badanego urządzenia (linii do ziemi, kabla bez ekranu oraz ekranu kabla do ziemi) powinna wynosić:

zakres częstotliwości	impedancja
150kHz do 26Mhz	$150\pm 20\Omega$
26MHz do 80MHz	$150+60/-45\Omega$

zarówno przy nieobciążonym jak i zwartym wyjściu do urządzenia współpracującego.

Przykładowe rozwiązania układów sprzęgająco-oddzielających pokazano na rys. Z3-2.

Oznaczenie urządzeń (wg 5 projektu IEC 801-6) i ich przeznaczenie:

- CDN - M - dla obwodów zasilania M2 i M3 i uziemienia M1
- CDN - AF - dla linii niesymetrycznych bez ekranu; AF2 - dwa przewody, AF4 - cztery przewody
- CDN - T - dla linii symetrycznych bez ekranu, głównie linii telekomunikacyjnych; T2 - jedna para symetryczna, T4 - dwie pary symetryczne
- CDN - S - dla linii z ekranem zarówno symetrycznych jak i niesymetrycznych; S1 - dla linii z kablem współosiowym, S2 - dla linii czteroprzewodowej.

3.4. UKŁAD SZTUCZNEJ RĘKI

Folia miedziana o powierzchni $0,3 \times 0,1\text{m}$ połączona z płaszczyzną ziemi odniesienia przez $C=220\text{pF}$ $R=610\Omega$.

3.5. KLAMRA ELEKTROMAGNETYCZNA

Urządzenie umożliwiające "wstrzyknięcie" zakłóceń w przewody badanej linii połączeniowej bliskim polem magnetycznym i elektrycznym jednocześnie. Konstrukcja urządzenia wg IEC 801-6. Klamra jest stosowana przy zakłócaniu linii wieloprzewodowych o liczbie przewodów powyżej 4, w szczególności dla wieloparowych symetrycznych linii. Przykładowy schemat klamry EM pokazano na rys. Z3-3.

4. WARUNKI BADAŃ

Metoda jest równoważna dla pól elektromagnetycznych w zakresie częstotliwości określonych przez długości kabli przyłączonych do urządzenia (dolny zakres częstotliwości) oraz wymiary urządzenia (górny zakres częstotliwości).

Przykładowo, dolny zakres częstotliwości przy długościach kabli przyłączonych wynosi 30m (1MHz), 10m (3MHz), 3m (10MHz), zaś górny zakres częstotliwości przy wymiarach urządzenia wynosi 0,3m (230MHz), 1m (150MHz), bez określenia (80MHz).

Urządzenie badane umieszcza się jak w p.3.3.4. Wszystkie linie zewnętrzne urządzenia przeprowadzone są przez odpowiednie układy oddzielające i sprzęgające umieszczone w odległości 0,1 do 0,3m od urządzenia. Przewody ochronne i uziemiające przechodzą przez urządzenie oddzielające typu 801-M1. Urządzenia normalnie trzymane przez operatora połączone z pzo przez układ sztucznej ręki. Narażany kabel umieścić na wysokości 30 do 50mm nad płaszczyzną pzo. Jeżeli urządzenie badane składa się z kilku jednostek a łączące je kable są krótsze od 1m, to takie urządzenie traktuje się jako jedną całość a kable nie są narażane.

Badanie przeprowadza się narażając kolejne kable zewnętrznych obwodów badanego urządzenia.

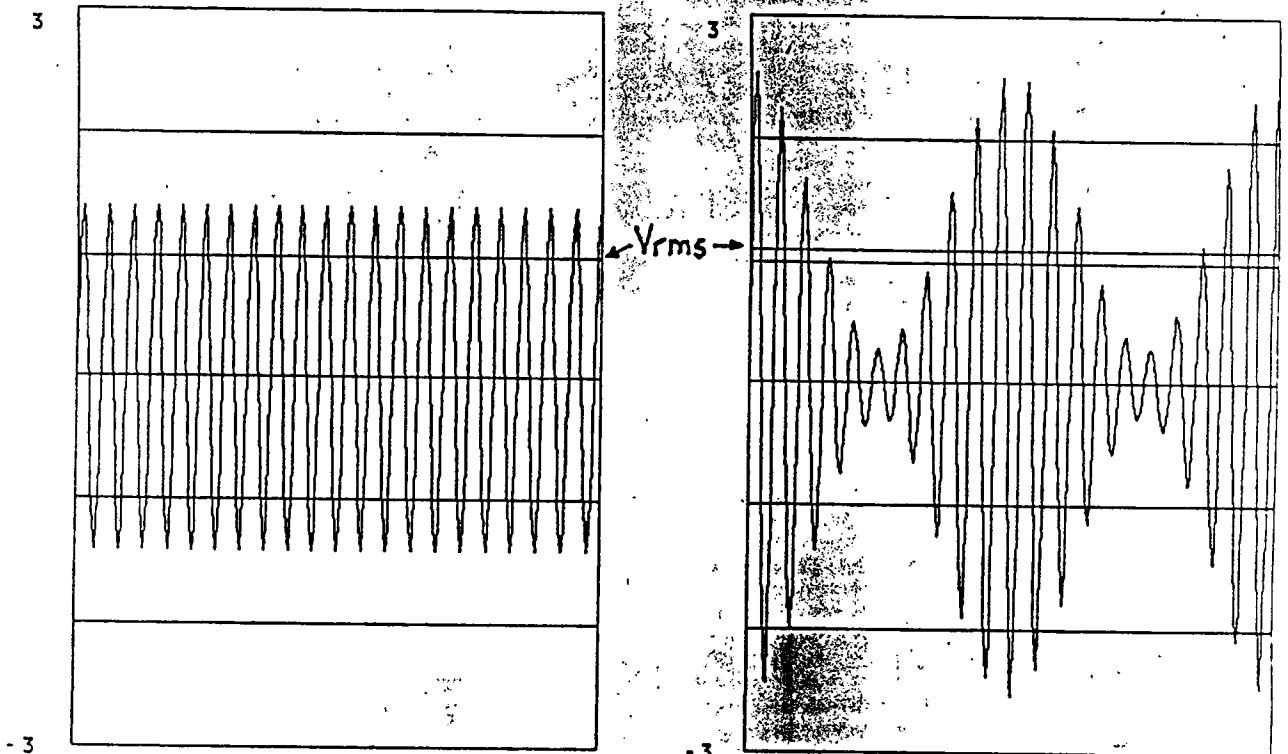
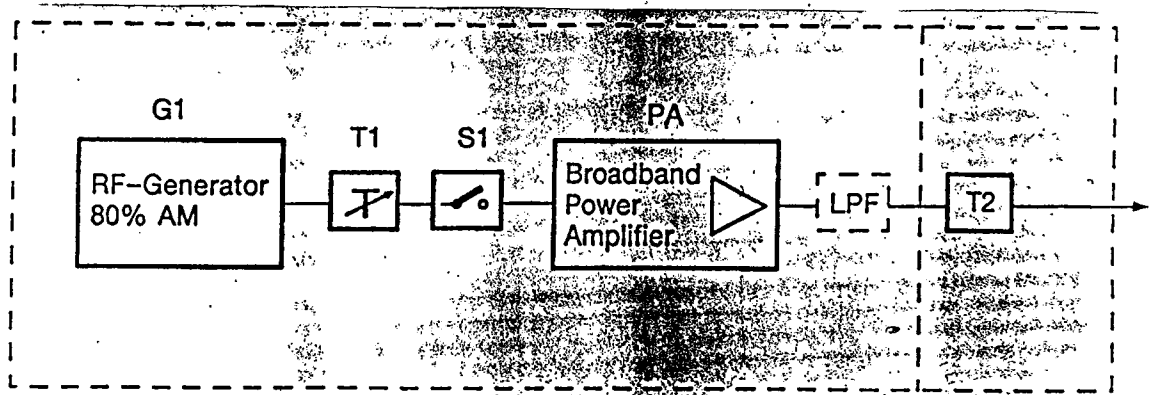
Jeżeli liczba przewodów w kablach nie przekracza 5 to należy stosować układy oddzielające i sprzęgające p3.3. Z3 i wybierać do narażenia kable o niższej odporności.

Jeżeli występują kable wielożyłowe i stosowanie układów oddzielających i sprzęgających jest utrudnione, należy stosować klamrę elektromagnetyczną p.3.5. Z3.

Przykładowy układ pomiarowy pokazano na rys.Z3-4.

5. UWAGI

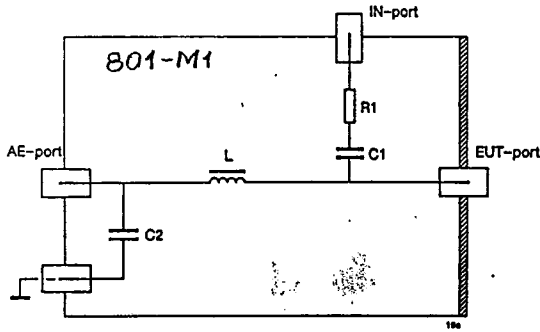
Dla zakresu częstotliwości poniżej 150kHz należy stosować układy pomiarowe zalecane w PN-86/E-06600 załącznik 5, odpowiednie do badanego obwodu i zakresu częstotliwości.



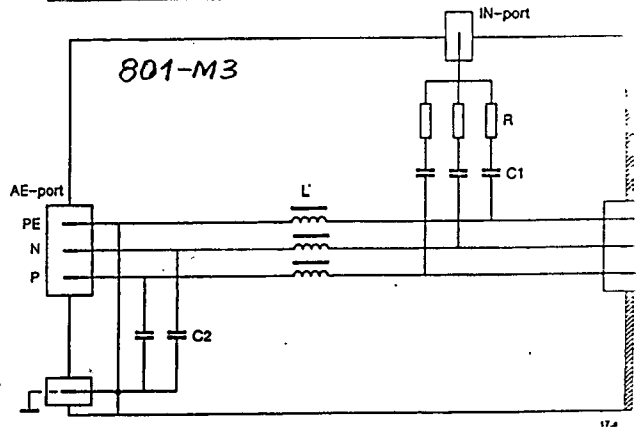
$$V_{p-p} = 2,8 \text{ V}, V_{rms} = 1,0 \text{ V.}$$

$$V_{p-p} = 5,1 \text{ V}, V_{rms} = 1,1 \text{ V.}$$

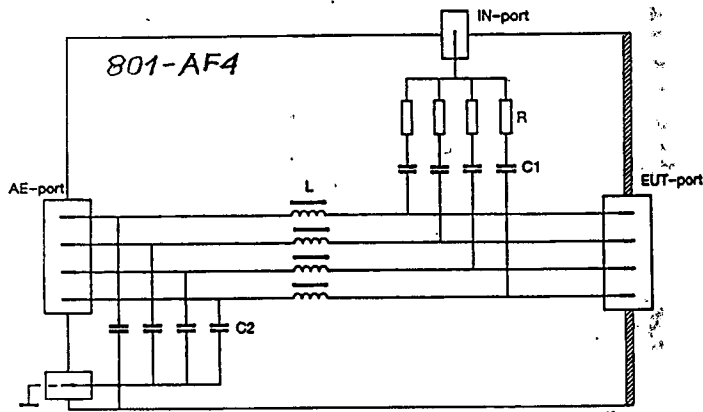
Rys. Z3-1 Generator i sygnał zakłócający: G1 -generator sygnałowy, T1 -tłumik regulowany, S1 -łącznik częstotliwości radiowych, PA -wzmacniacz mocy, T2 -tłumik 6 dB, LPF -filtr dolnoprzepustowy.



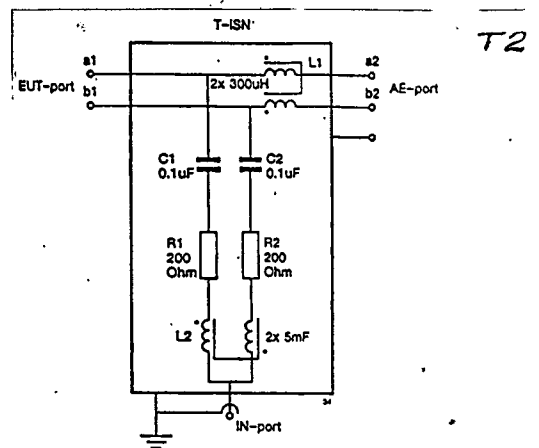
Simplified diagram for the circuit of CDN 801-M1.
 Note: $C_1(\text{typ}) = 22 \text{ nF}$, $C_2(\text{typ}) = 47 \text{ nF}$, $R = 100 \Omega$, $L \geq 280 \mu\text{H}$ at 150 kHz



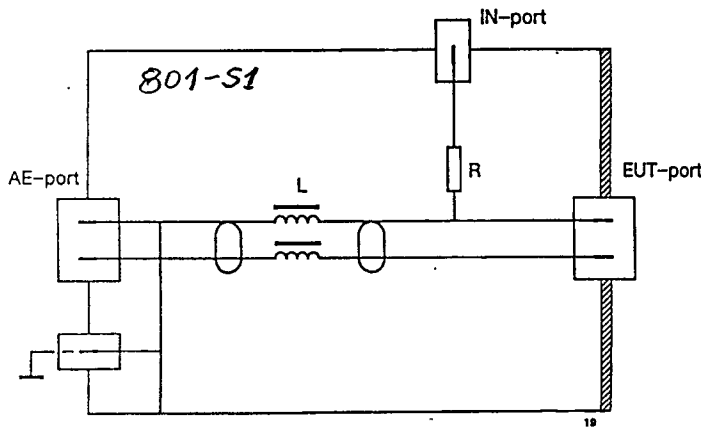
Simplified diagram for the circuit of CDN 801-M3.
 Note: $C_1(\text{typ}) = 10 \text{ nF}$, $C_2(\text{typ}) = 47 \text{ nF}$, $R = 300 \Omega$, $L \geq 280 \mu\text{H}$ at 150 kHz
 In case of M2, $R = 200 \Omega$



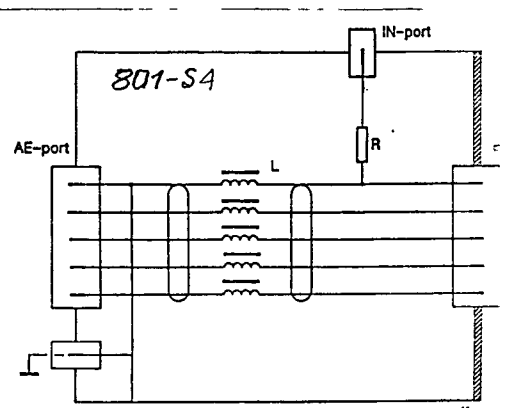
Simplified diagram for the circuit of CDN 801-AF4.
 Note: $C_1(\text{typ}) = 10 \text{ nF}$, $C_2(\text{typ}) = 47 \text{ nF}$, $R = 400 \Omega$, $L \geq 280 \mu\text{H}$ at 150 kHz
 In case of S2, $R = 200 \Omega$



Simplified diagram of a T2-network, used with high balanced pair.



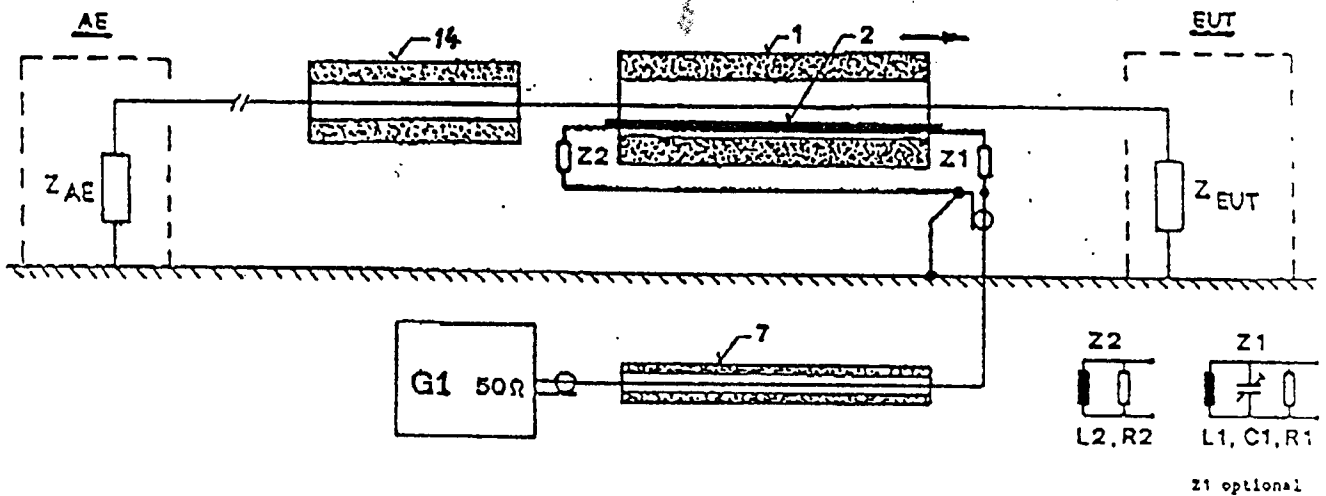
Simplified diagram for the circuit of CDN 801-S1.
 Note: $R = 100 \Omega$, $L \geq 280 \mu\text{H}$ at 150 kHz



Simplified diagram for the circuit of CDN 801-S4.
 Note: $R = 100 \Omega$, $L \geq 280 \mu\text{H}$ at 150 kHz

Rys. Z3-2 Przykłady urządzeń oddzielająco-sprzęgających.

64

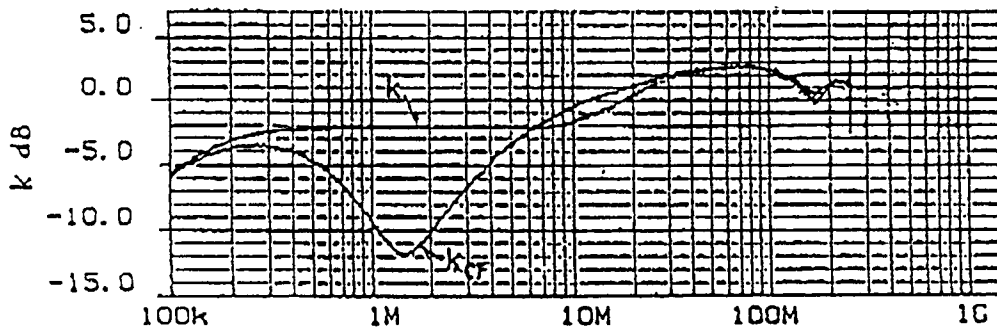


1. Ferrite tube (clamp) length 0,6 m, ϕ 20 mm, consisting of 10 rings, 4C65 ($\mu \approx 100$) at the EUT-side and 26 rings 3C11 ($\mu \approx 4300$) at AE-side.
 2. Semi-cylinder of copper foil
 7. Ferrite tube ($\mu \approx 100$) included in the EM-clamp construction
- Z1, Z2 built in to optimise the frequency response and directivity
- G1. Test generator
14. Additional ferrite tube (clamp) located close to the EM-clamp at the AE-side to improve the reproducibility of the tests.

This additional ferrite tube consists of 15 rings 4C65 and 25 rings 3C11.

Principle of the EM-clamp:

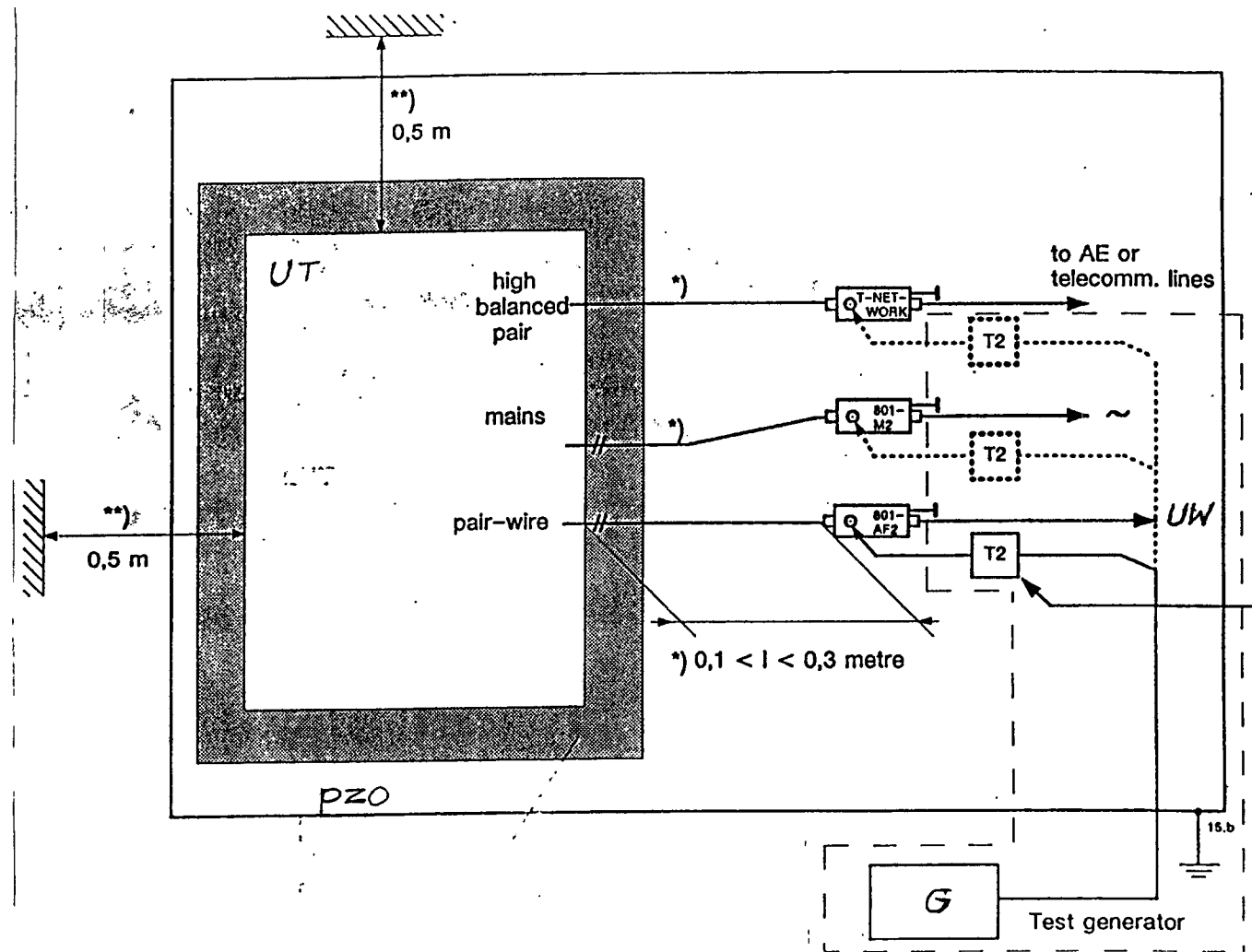
- magnetic coupling by the ferrite tube (pos.1),
- electric coupling by close proximity between EUT-cable and copper foil (pos.2)



Typical characteristics of a commercially available construction of the EM-clamp (type EM 101) with and without additional ferrite tube.

- Operating frequency range: 0,15 - 230 MHz
- Frequency response of the coupling factor of the EM 101, k : without ferrite tube (pos.14) and k_F with ferrite tube.
- Max.power rating (emf level acc. to table 1):
0,15 - 100 MHz; 140 Volt, max. 15 min.
100 - 230 MHz; 140 Volt, max. 5 min.
- Directivity and decoupling EUT/AE ≥ 10 dB beyond 10 MHz

Rys. Z3-3 Klamra elektromagnetyczna.



Rys. Z3-4 Układ pomiarowy dla zakłóceń ciągłych sinusoidalnych: PZO - płaszczyzna ziemi odniesienia, powierzchnia zacieniowana podkładka izolacyjna o wysokości 0,1 m, wszystkie układy sprzęgające nie podlegające badaniom zakończono dopasowa-

66

Z3.7

ZAKŁÓCENIA POLEM ELEKTROMAGNETYCZNYM

1. UMOWNY SYGNAŁ ZAKŁÓCAJĄCY

Umowny sygnał zakłócający - natężenie pola elektromagnetycznego w zakresie częstotliwości radiowych od 26 do 1000MHz. Zalecane oznaczenie sygnału - wartością natężenia pola V/m oraz zakresem częstotliwości.

2. POZIOM UMOWNEGO ZAKŁÓCENIA

Poziom umownego zakłócenia wyraża się wartością natężenia pola EM w V/m i zakresem częstotliwości.

Zalecane poziomy:

zakres częstotliwości od 26MHz do 1000MHz

oznaczenie poziomu	natężenie pola V/m
1	1
2	3
3	10
X	poziom specjalny, wartość natężenia pola ustala norma przedmiotowa

Przy symulacji zakłócającego pola EM stosuje się modulację amplitudy 80% sygnałem sinusoidalnym 1kHz. Podane poziomy natężenie pól bez modulacji.

3. URZĄDZENIA POMIAROWE

3.1. KOMORA BEZODBICIOWA, EKRANOWANA

Komora bezodbiciowa, ekranowana, o wymiarach odpowiednich do badanego urządzenia i zapewniająca uzyskanie jednolitego natężenia pola wymaganej wartości przed badanym urządzeniem. Warstwa pochłaniająca (bezodbiciowa) powinna zapewniać 10dB straty powyżej 100MHz dla składowej normalnej.

3.2. GENERATOR SYGNAŁU SINUSOIDALNEGO

Generator sygnału zakłócającego o zakresie częstotliwości radiowych od 26 do 1000MHz z modulacją amplitudy do 80% sygnałem sinusoidalnym o częstotliwości 1kHz.

Generator powinien zapewniać:

- automatyczne przestrajanie częstotliwości do $1,5 \cdot 10^{-3}$ dekad/s.
- programowane krokowe przestrajanie częstotliwości z krokiem do 1% częstotliwości podstawowej i zadawanym czasem trwania kroku
- obsługę ręczną
- impedancję wyjściową 50Ω , $VSWR \leq 1,2$
- zniekształcenie sygnału i zawartość harmonicznych poniżej 20dB
- wyjście z kontrolą poziomu sygnału ustawianego ręcznie lub programowo przystosowane do współpracy ze wzmacniaczem mocy.

3.3. WZMACNIACZ MOCY

Wzmacniacz mocy odpowiedni do generatora i anten zapewniający uzyskanie wymaganego natężenia pola.

3.4. ANTENY

Anteny [✓]dobrane odpowiednio do zakresu częstotliwości np. wg PN-77/T-06450. aktywne ✓

3.5. IZOTROPOWY MIERNIK NATĘŻENIA POLA

Izotropowy miernik natężenia pola z dipolem o długości ok. 10cm wyposażony w światłowodowe linie transmisyjne.

3.6. URZĄDZENIA DODATKOWE

Urządzenia dodatkowe do rejestracji i kontroli poziomu mocy koniecznych do uzyskania wymaganej wartości natężenia pola.

3.7. FILTRY PRZECIWKŁÓCENIOWE

Dodatkowe filtry przeciwzakłóceniewe dla obwodów zewnętrznych urządzenia badanego wyprowadzonych poza przestrzeń komory.

4. KALIBRACJA STANOWISKA POMIAROWEGO

Kalibracja polega na pomiarze jednolitości natężenia pola w punktach pomiarowych leżących w pionowej płaszczyźnie o wymiarach $1,5 \times 1,5$ m usytuowanej 0,8 metra nad podłogą (ziemią odniesienia) w odległości 3m od anteny i pokrywającej się z płaszczyzną ściany obudowy urządzenia badanego (rys. Z4.1.). Pomiary przeprowadza się przed ustawieniem urządzenia badanego, rejestrując poziom mocy wymagany dla uzyskania natężenia $3V/m$. w 16 punktach rozmieszczonych co 0,5m.

Pole uznaje się za jednolite jeżeli w 75% powierzchni (12 punktów pomiarowych) natężenie pola mieści się w granicach 0dB, +6dB wartości nominalnej. Dopuszcza się wartości większe niż +6dB. Jeżeli badania będą przeprowadzone przy mniejszej odległości anteny od urządzenia to kalibrację przeprowadza się dla tej odległości.

5. WARUNKI BADAŃ

Urządzenie badane wraz z kablami obwodów zewnętrznych, typu zalecanego przez producenta, umieszcza się wg p.3.3.4. tak, aby ścianka pionowa urządzenia pokrywała się z płaszczyzną jednolitego pola. Kable połączeniowe powinny być ułożone tak aby uzyskać najniższy poziom odporności.

Przykładowe stanowisko pokazano na rys. Z4-2.

Jeżeli nie są określone typy przewodów to stosuje się kable nieekranowane o równoległych przewodach.

Zalecana długość kabli narażonych polem wynosi 3m od urządzenia. Odcinki kabla powyżej 3m są chronione w rurach ferrytowych aż do przejścia przez ścianę komory. Dopuszcza się zwijanie długich kabli w płaskie pętle o długości 1m ułożonych wzdłuż prowadzenia kabla.

6. PROCEDURA BADAŃ

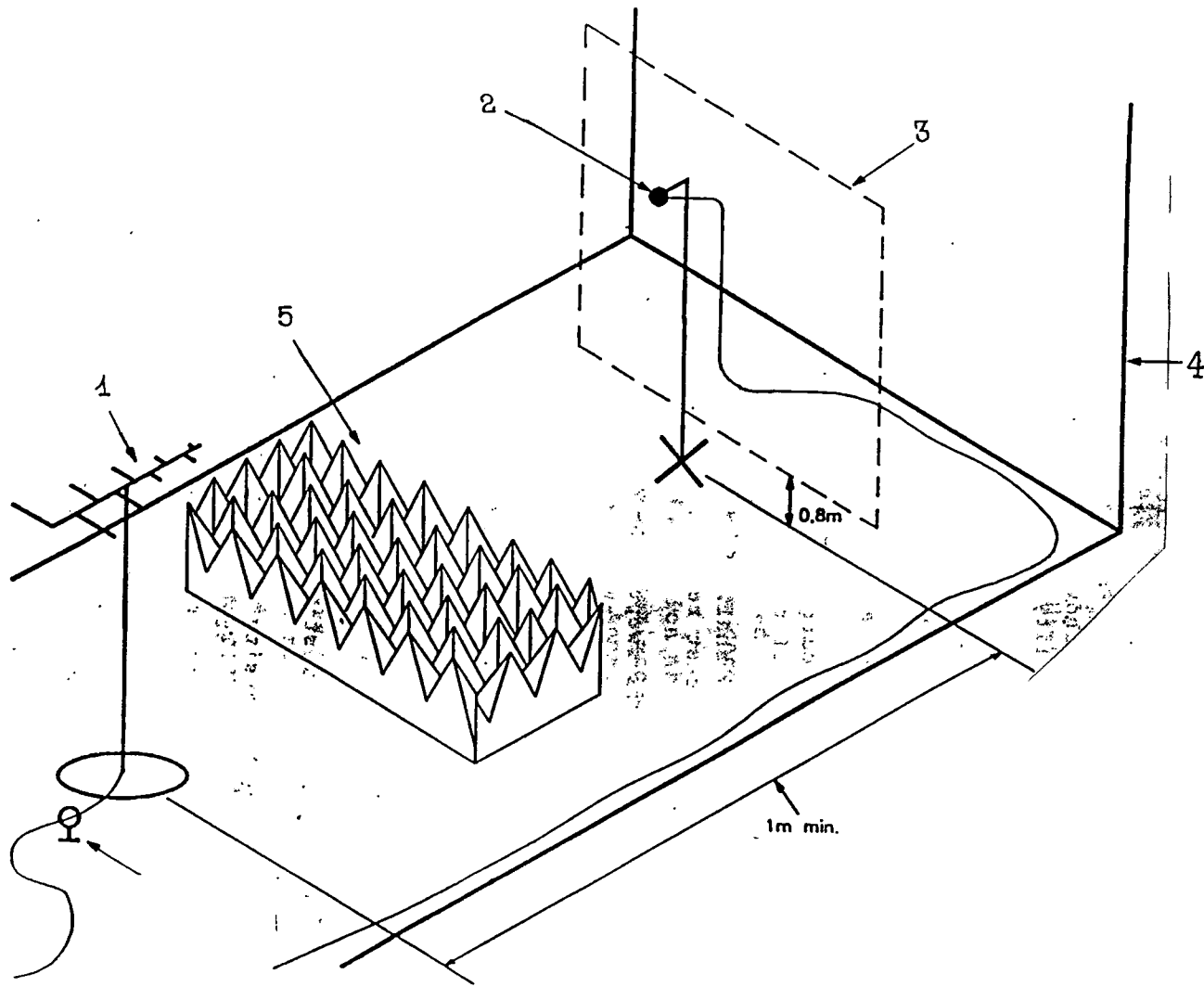
W czasie badań należy rejestrować temperaturę i wilgotność.

Sprawdzenie przeprowadza się:

- dla czterech położenia urządzenia jeżeli jest ustawione na stołach lub podłodze
- dla sześciu położenia gdy urządzenie nie ma określonego położenia normalnego
- dla składowej pionowej i poziomej pola EM
- dla częstotliwości zegara i jego harmonicznym pomiary należy przeprowadzić oddzielnie.

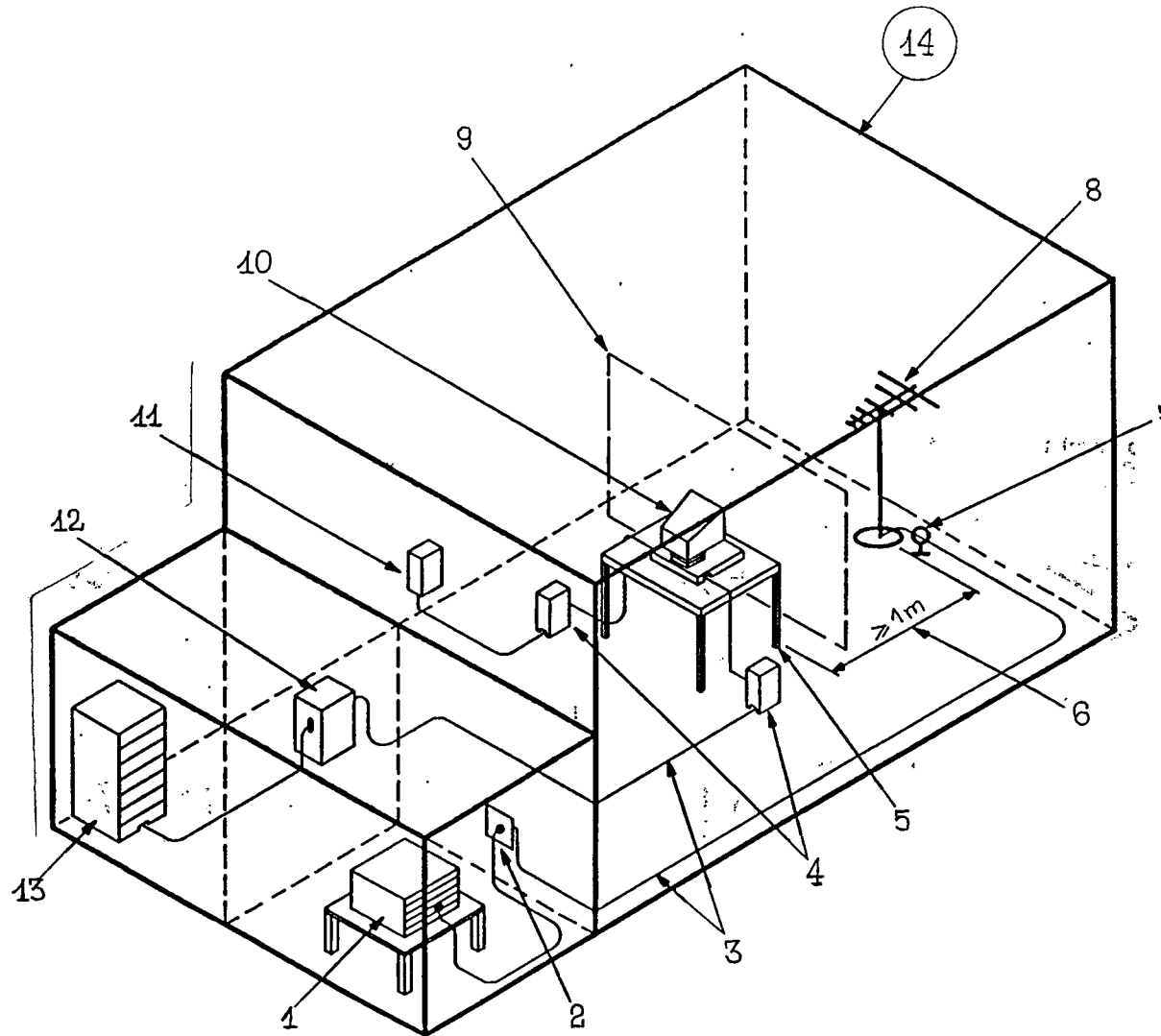
Dopuszcza się:

- przeprowadzenie badań przy usytuowaniu anteny w odległości 1m od badanego urządzenia pod warunkiem uzyskania wymaganej powierzchni jednolitego pola i kontroli natężenia pola w punktach leżących w płaszczyźnie narażanej ścianki urządzenia
- stosowanie innych rozwiązań zapewniających uzyskanie wymaganego poziomu natężenia pola i zakresu częstotliwości
- dla częstotliwości poniżej 80MHz, a w niektórych przypadkach poniżej 230MHz, ekwiwalentną metodą symulacji pól elektromagnetycznych jest metoda symulacji zakłóceń sinusoidalnych przewodzonych wg załącznika 5.



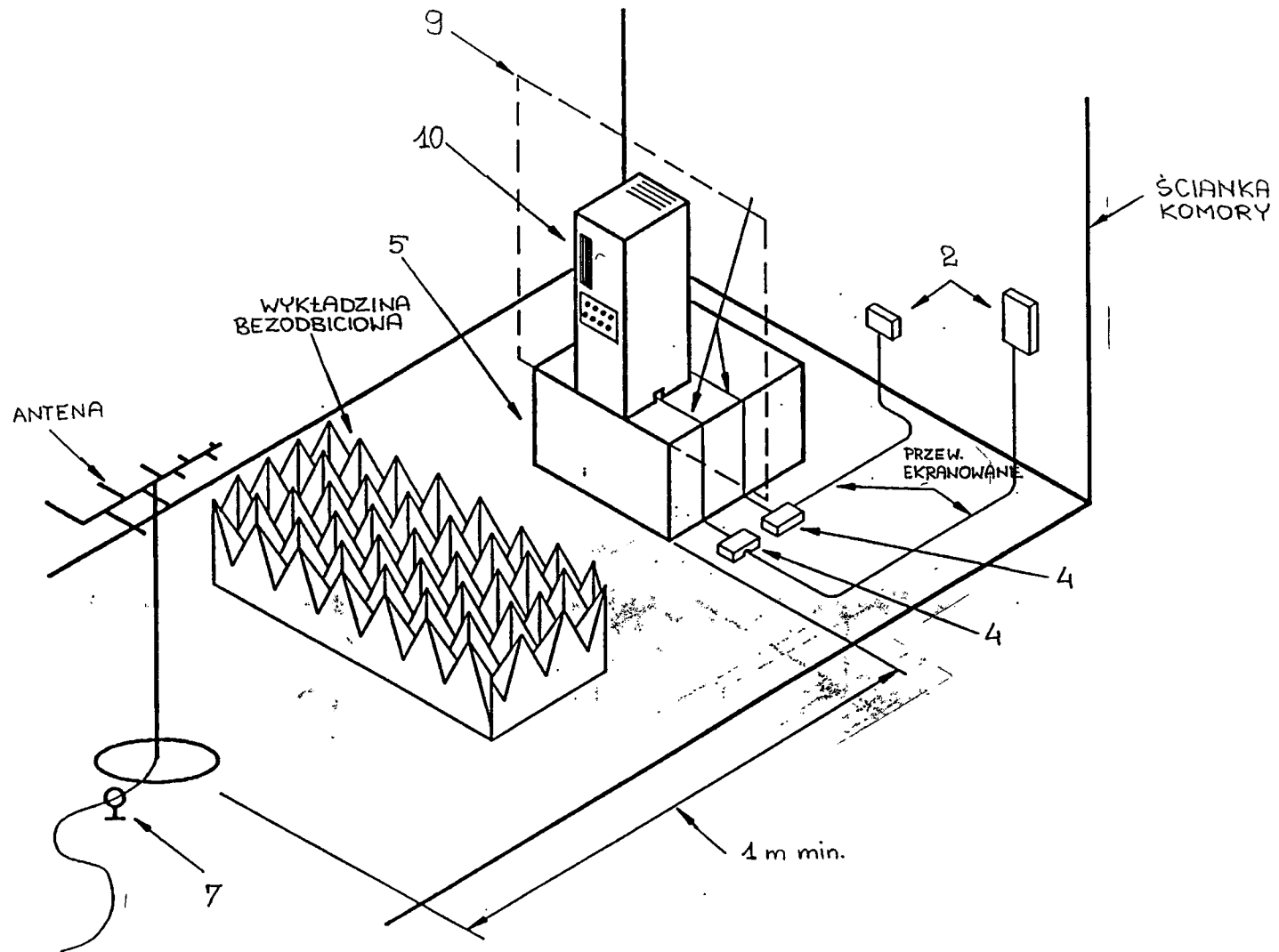
Rys. Z4-1 Kalibracja stanowiska pomiarowego: 1 - antena, 2 - izotropowy miernik natężenia pola, 3 - płaszczyzna i powierzchnia ujednoczonego natężenia pola, 4 - ścian-
 kładowa bezodbiornika na wszystkich ściankach

OK



Rys. Z4-2 Badanie urządzenia ustawianego na stołach: 1 -generator ze wzmacniaczem mocy, 2 -przejście przez ściankę komory, 3 -kable połączeniowe, 4 -filtry oddzielające, 5 -stojak o wysokości 0,8 m /nieprzewodzący/, 6 -odległość pomiarowa min. 1 m, 7 -uziemiaenie kabla anteny, 8 -antena, 9 -powierzchnia ujednoczonego natężenia pola, 10 -urządzenie badane, 11 -przyłącze sieciowe z filtrem, 12 -filtry przejściowe oddzielające, 13 -aparatura pomiarowa i kontrolna, 14 -wykładzina bezodbiiciowa na wszystkich ścianach komory /nie pokazana na rysunku/.

K/2



Rys. Z4-3 Badanie urządzenia normalnie ustawianego na podłodze. Oznaczenia jak na rys. Z4-2.

Handwritten initials

DYNAMICZNE ZMIANY NAPIĘCIA ZASILANIA

1. Umowny sygnał zakłócający:

- krótkotrwałe zanik napięcia zasilania;
- krótkotrwałe obniżenie napięcia zasilania;
- krótkotrwałe podwyższenie napięcia zasilania.

Początek inicjacji zakłócenia dla napięcia przemienicznego — przy naturalnym przejściu prądu urządzenia przez wartość zerową.

Częstość symulacji zakłóceń — poniżej 0,1/s powinna być podana w normie przedmiotowej. Zaleca się częstość symulacji wybierać z ciągu wg 2.1.3.

2. Poziom umownego zakłócenia wyraża się:

a) dla zaników

- wartością napięcia zasilania przed zanikiem; zalecane wartości — $U_n, 0,85 U_n$, minimalne dopuszczalne,
- czasem trwania zaniku.

Przykład oznaczenia: $U_n/0 \quad 20 \text{ ms}$

b) dla obniżeń

- wartością napięcia zasilania przed obniżeniem; zalecane wartości — $U_n, 0,85 U_n$,
- wartością napięcia zasilania w czasie obniżenia; zalecane wartości — $(0,85; 0,5) U_n$,
- czasem trwania obniżenia.

Przykład oznaczenia: $U_n/0,8 U_n \quad 100 \text{ ms}$

c) dla podwyższeń

- wartością napięcia zasilania przed podwyższeniem; zalecana wartość — U_n ,
- wartością napięcia zasilania w czasie podwyższenia; zalecane wartości — $(1,15; 1,2; 1,3; 1,5) U_n$,
- czasem trwania podwyższenia.

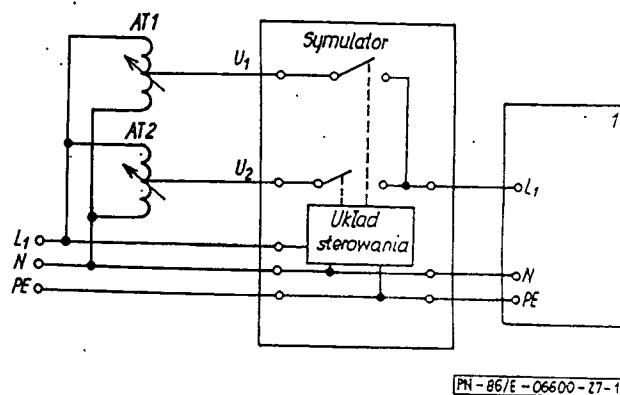
Przykład oznaczenia: $U_n/1,15 U_n \quad 1 \text{ s}$

Zalecane czasy zakłócenia w ms wg ciągu $(1; 2; 3; 4; 5; 6; 8) \cdot 10^n$ dla $n = 0, 1, 2, 3$.

Dla obwodów zasilania sieciowego czas zakłócenia może być określony odpowiednią liczbą półokresów lub okresów napięcia sieci.

3. Urządzenia pomiarowe

3.1. Symulator zakłóceń sieciowych. Parametry symulatora zakłóceń — wg tabl. Z5-1. Przykładowe rozwiązanie symulatora podano na rys. Z5-1.



PN-86/E-06600-27-1

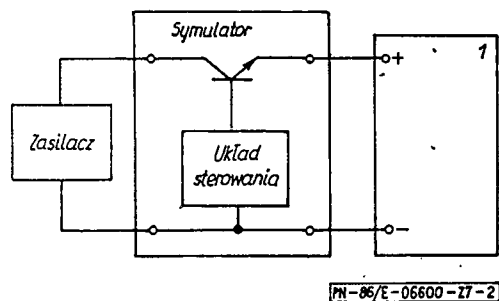
Rys. Z5-1. Układ pomiarowy dla metody SS70 i obwodu zasilania sieciowego jednofazowego

AT1, AT2 — autotransformatory, zanik napięcia $U_1/0$, obniżenie napięcia U_1/U_2 , gdy $U_1 > U_2$, podwyższenie napięcia U_1/U_2 , gdy $U_1 < U_2$, 1 — wg rys. 1

Tablica Z5-1

Parametr	Symulator zakłóceń sieciowych dla obwodu jednofazowego	Symulator zakłóceń dla obwodu zasilania prądu stałego
1	2	3
Prąd obciążenia	10 A	10 A
Napięcie wyjściowe U_1, U_2	$0,5 \div 1,5 U_n$ max 330 V	$0,5 \div 1,5 U_n$ max 120 V
Spadek napięcia na symulatorze	max 5 V	—
Czas zakłócenia: — dla zaników — dla obniżeń i podwyższeń	$1 \div 1000 \text{ ms}$ $1 \div 100$ półokresów napięcia sieci	$1 \div 1000 \text{ ms}$ $1 \div 1000 \text{ ms}$
Okres powtarzania zakłóceń	1, 2, 5, 10, 20 s	1, 10, 20 s
Czas narastania i opadania napięcia wyjściowego	—	$\geq 2 \mu\text{s}$ lub wg normy przedmiotowej
Moment rozpoczęcia zakłócenia	0 lub 180° prądu obciążenia	—
Wnoszone przesunięcie fazowe	$\leq 2^\circ$	—
Rodzaj pracy, generacji zakłóceń	pojedynczy i powtarzalny wyzwalany ręcznie lub sygnałem zewnętrznym	

3.2. Symulator zakłóceń dla obwodów prądu stałego. Parametry symulatora — wg tabl. Z5-1. Przykładowe rozwiązanie symulatora podano na rys. Z5-2.



Rys. Z5-2. Układ pomiarowy dla metody SS70 i obwodu zasilania prądu stałego
1 — wg rys. 1

4. Układy pomiarowe dla metody symulacji SS70:
— do badania obwodów zasilania prądu przemiennego, jednofazowych — wg rys. Z5-1,
— do badania obwodów zasilania prądu stałego — wg rys. Z5-2.

5. Warunki pomiaru. Jeżeli wymaga się tego w normie przedmiotowej, a obwód zasilania urządzenia jest wielofazowy, to należy symulować zakłócenia w każdej fazie oddzielnie oraz jednocześnie we wszystkich fazach.

WYŁADOWANIA ELEKTRYCZNOŚCI STATYCZNEJ

1. Umowny sygnał zakłócający oznaczony symbolem ESD — wyładowanie ładunku na punkt pomiarowy parametrach określonych przez symulator wg niniejszego załącznika p. 3.1.

2. Poziom umownego zakłócenia wyraża się napięciem wyjściowym symulatora wg niniejszego załącznika p. 3.1 przed wyładowaniem.

Zalecane poziomy napięcia wyładowania zależnie od wilgotności i rodzaju materiałów występujących w otoczeniu urządzenia — wg tabl. Z6-1.

Tablica Z6-1

Amplituda napięcia wyładowania, kV	2	4	8	15	X
Tolerancja, %	±10				
Oznaczenie poziomu	1	2	3	4	X
Wilgotność względna, %	≥35	≥10	≥50	≥10	

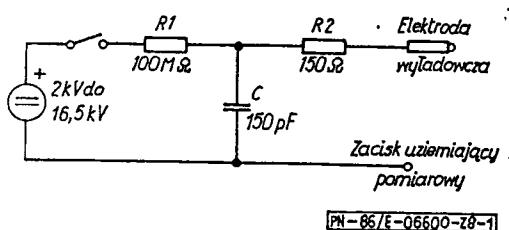
cd. tabl. Z6-1

Materiał w otoczeniu urządzenia					
antystatyczny	+	+	-	-	
syntetyczny	-	-	+	+	
<p>Znakiem X oznaczono poziom specjalny, dla którego amplitudę napięcia wyładowania wybraną z ciągu wg 2.1.3 ustala się w normie przedmiotowej.</p> <p>Znakiem + oznaczono występowanie materiału w otoczeniu.</p> <p>Materiał antystatyczny — materiał mający rezystancję powierzchniową od $10^9 \div 10^{14} \Omega$ i stosowany do ochrony przeciw ESD.</p> <p>Przy występowaniu innych materiałów w otoczeniu urządzenia takich jak np. drewno, cement, ceramika, metal, napięcie wyładowania elektryczności statycznej nie przekracza 4 kV.</p>					

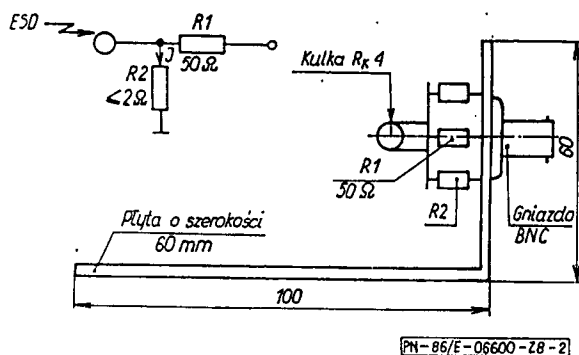
3. Urządzenia pomiarowe

3.1. Symulator wyładowań elektryczności statycznej. Parametry symulatora — wg tabl. Z6-2. Uproszczony schemat symulatora podano na rys. Z6-1.

Parametr	Wartość parametru	Tolerancja %
Napięcie wyjściowe	1 ÷ 16,5 kV	
Polaryzacja napięcia	+	
Układ wyładowczy	150 pF/150 Ω	±10
Rezystancja ładowania	100 MΩ	±10
Elektroda wyładowcza	wg rys. Z6-4	
Parametry prądu wyładowania przy 4 kV w układzie kalibracyjnym (kontrolnym) $R_o \leq 2 \Omega$		
— kształt	wg rys. Z6-3	
— czas trwania 0,5 I	30 ns	±30
— zbocze narastające 0,1 ÷ 0,9 I	5 ns	±30
— amplituda	18 A	±30
Amplitudy prądu wyładowania przy napięciu wyjściowym 2, 4, 8, 15 kV	odpowiednio 9, 18, 37, 70 A	±30
Rozpoczęcie wyładowania	zbliżenie elektrody do punktu pomiarowego	
Częstość wyładowań	1/s	
Maksymalna częstość wyładowań przy badaniach wstępnych	20/s	
Kabel uziemiający symulatora		
— rodzaj kabla	plaski izolowany przewód 20 × 0,1 mm	
— długość kabla	max 2 m	
Kontrolny układ rozładowczy	wg rys. Z6-2	

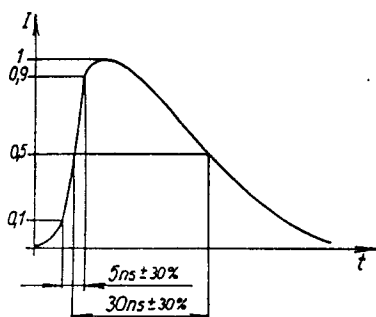


Rys. Z6-1. Uproszczony schemat symulatora ESD

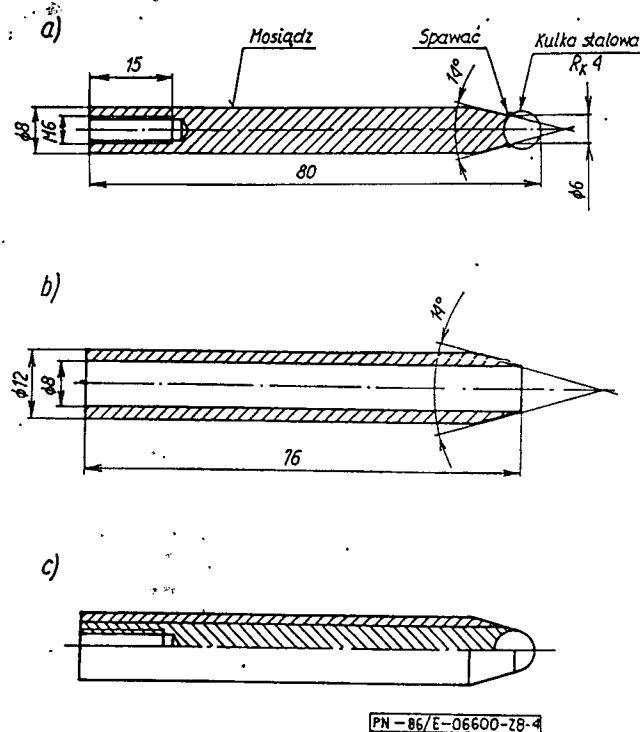


Rys. Z6-2. Kontrolny układ rozładowczy, schemat i przykładowa konstrukcja

R2 — co najmniej 5 rezystorów połączonych równolegle, równomiernie rozmieszczonych na obwodzie



Rys. Z6-3. Prąd wyładowania ESD



Rys. Z6-4. Konstrukcja elektrody wyładowczej
 a) elektroda; b) osłona izolacyjna, c) elektroda wyładowcza kompletna

4. Układy pomiarowe dla metody symulacji SE80 — wg tabl. Z6-3.

Tablica Z6-3

Badane urządzenie	Miejsce badania	Potencjał odniesienia dla ESD	Układ pomiarowy wg
Urządzenie instalowane na stołach z przewodem uziemiającym lub ochronnym w kablu przyłączeniowym zasilania	L	pzo ¹⁾	rys. Z6-5a)
	O	zacisk ochronny gniazda zasilającego urządzenie	rys. Z6-5b)
Urządzenie połączone z systemem uziemiającym (ochronnym) oddzielnym przewodem uziemiającym	L	pzo	rys. Z6-6a)
	O	zacisk uziemiający (ochronny) urządzenia	rys. Z6-6b)
Zestaw urządzeń, w tym jedno urządzenie uziemione (jeden punkt uziemiający dla zestawu)	L	pzo	rys. Z6-7a) ²⁾
	O	pzo	rys. Z6-7b) ²⁾
Zestaw urządzeń, w tym każde urządzenie uziemione	L	pzo	rys. Z6-8a) ²⁾
	O	zacisk uziemiający (ochronny) każdego urządzenia	rys. Z6-8b) ²⁾
Urządzenie w obudowie z materiału nieprzewodzącego (II i III klasa ochronności)	L i O	pzo	rys. Z6-9) ³⁾

Znakiem L oznaczono badanie przeprowadzane w laboratorium.

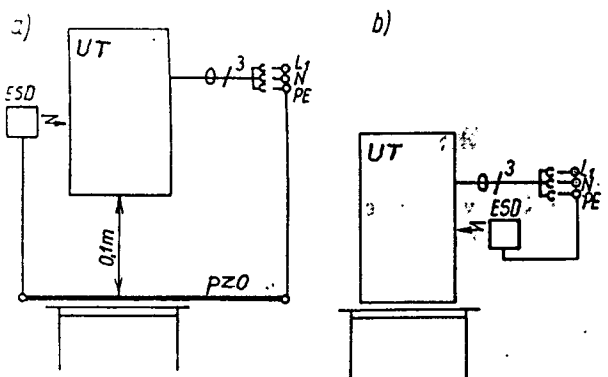
Znakiem O oznaczono badanie przeprowadzane na obiekcie — w miejscu zainstalowania urządzenia.

Znakiem pzo oznaczono potencjał ziemi odniesienia.

¹⁾ Ziemia odniesienia połączona z zaciskiem ochronnym gniazda zasilającego urządzenie.

²⁾ Badanie przeprowadza się przy wyładowaniach bezpośrednich inicjowanych na punkty pomiarowe urządzenia badanego i przy wyładowaniach pośrednich inicjowanych na punkty pomiarowe urządzenia współpracującego (sąsiedniego).

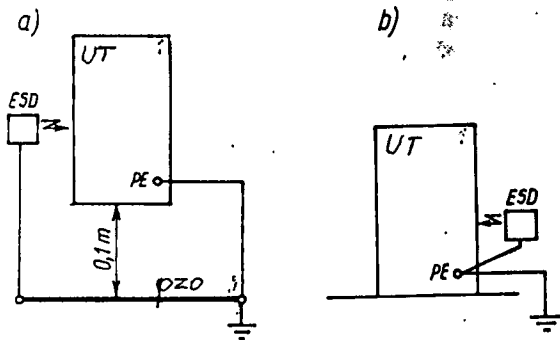
³⁾ Badanie przeprowadza się przy wyładowaniach pośrednich inicjowanych na ziemię odniesienia.



PN-86/E-06600-Z8-5

Rys. Z6-5. Układy pomiarowe do badania urządzeń instalowanych na stołach bez dostępnego zacisku uziemiającego lub ochronnego i przeprowadzanych w laboratorium, b) przeprowadzanych na obiekcie

1. ESD — symulator ESD

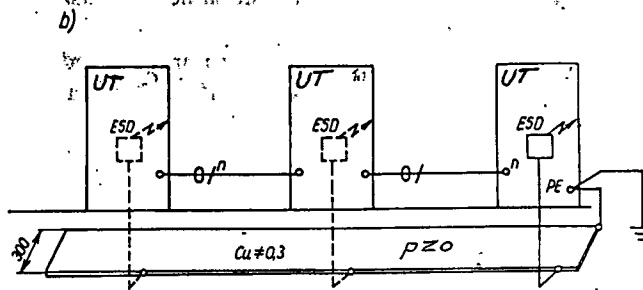
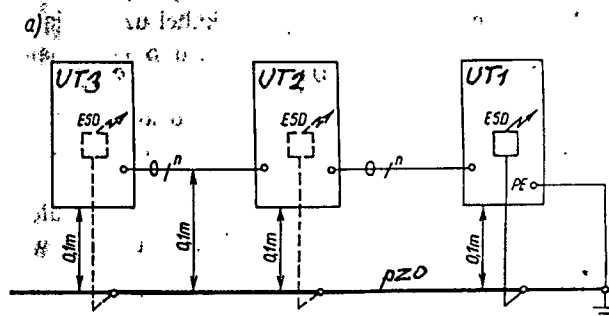


PN-86/E-06600-Z8-6

Rys. Z6-6. Układy pomiarowe do badania urządzeń połączonych z systemem uziemiającym (ochronnym)

a) i b) — wg rys. Z6-5

1. ESD — symulator ESD

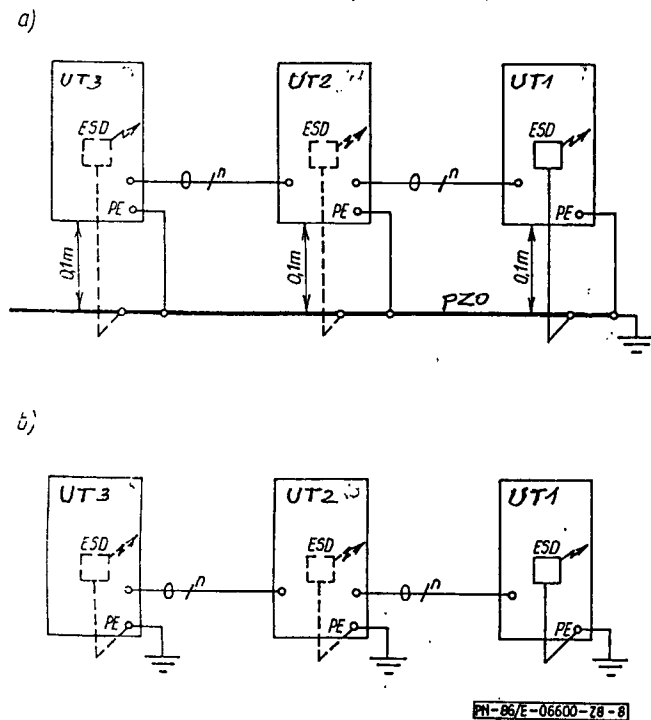


PN-86/E-06600-Z8-7

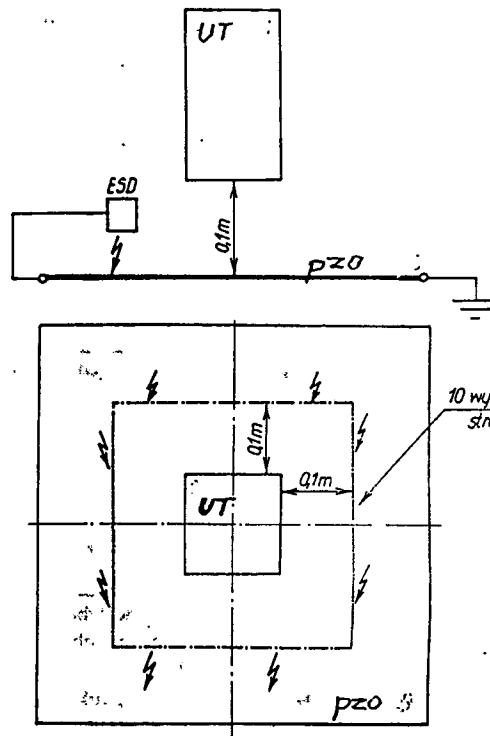
Rys. Z6-7. Układy pomiarowe do badania zestawów urządzeń z jednym punktem uziemiającym:

a) i b) — wg rys. Z6-5

UT_n — urządzenia zestawu, 1. ESD — symulator ESD



PN-86/E-06600-Z8-8



PN-86/E-06600-Z8-9

Rys. Z6-8. Układy pomiarowe do badania zestawów urządzeń z indywidualnymi uziemieniami:

a) i b) — wg rys. Z6-5

1. (UT_n) — urządzenia zestawu, ESD — symulator ESD

Rys. Z8-9. Układ pomiarowy do badania urządzeń przy wyładowaniach pośrednich

5. Warunki pomiaru. Jeżeli w normie przedmiotowej nie ustala się inaczej, to badania należy przeprowadzić w układzie pomiarowym, w którym kabel uziemiający symulatora jest przyłączony do punktu o potencjale odniesienia dla ESD wg tabl. Z8-3.

Zaleca się, aby w czasie przeprowadzania badań:

— kabel uziemiający symulator był usytuowany w odległości co najmniej 0,1 m od urządzenia,

— nadmiar kabla uziemiającego symulatora był ułożony na ziemi odniesienia z wyjątkiem układu wg rys. Z8-5a),

— wyładowanie powodować zbliżeniem elektrody wyładowczej symulatora do punktu pomiarowego do wystąpienia przeskoku iskry, a następnie ją oddalić; elektrodę wyładowczą kierować prostopadłe do płaszczyzny miejsca wyładowania,

— na punkt pomiarowy określony w normie przedmiotowej przeprowadzić co najmniej 10 wyładowań

z częstością wyładowań 1/s; w układzie pomiarowym wg rys. Z8-9 przeprowadzić co najmniej 10 wyładowań z każdej strony urządzenia lub co najmniej 40 wyładowań dookoła urządzenia na punkty ziemi odniesienia leżące w odległości 0,1 m od rzutu poziomego urządzenia badanego.

Dopuszcza się:

— częstość wyładowań do 20/s przy badaniach wstępnych urządzenia i przy określaniu punktów o najniższym poziomie odporności,

— przedstawienie wyników badania odporności w postaci szkicu powierzchni urządzenia z naniesionymi obszarami o jednakowej odporności na zakłócenia ESD,

— w badaniach przeprowadzanych na obiekcie stosowanie miedzianej taśmy o grubości 0,3 mm i szerokości 0,3 m ułożonej przed urządzeniem lub zestawem urządzeń jako ziemi odniesienia.

INFORMACJE DODATKOWE

1. NORMY I DOKUMENTY

Normy i dokumenty wykorzystane przy opracowaniu (w nawiasie zgodność z dokumentem (egv), częściowa zgodność (tegv)).

- | | |
|---|---|
| 1.1. PN-92/M-51...
(EN54)
(tegv) | Części składowe automatycznych systemów wykrywania pożaru.
cz.1. Wstęp
cz.5. Czujki temperatury - czujki punktowe z elementem ze statycznym progem zadziałania
cz.7. Czujki dymu - pracujące na zasadzie światła rozproszonego i światła przechodzącego oraz jonizacji
cz.9. Badanie przydatności |
| 1.2. PN-86/E-06600
(±tegv) | Automatyka i pomiary przemysłowe. Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń. Ogólne wymagania i badania. |
| 1.3. EN54/2 (1988)
(egv) | Control and indicating equipment. |
| 1.4. EN55022
CISPR 22 (1985)
(egv) | Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of Information Technology Equipment. |
| 1.5. ISO DP 7240
(egv)
(tegv)
(draft)(egv) | Fire detection and alarm systems.
1. - General and definitions
2. - Control and indicating equipment
7. - Point smoke detectors (ISO TC21/SC3 (1989)) |
| 1.6. ISO/TC21/SC3
(draft 1989)
(egv) | Catalogue of environmental tests. |
| 1.7. IEC 801 | Electromagnetic compatibility for industrial process measurement and control equipment (for electrical and electronic equipment).
2. - General introduction (1984) |
| 1.8. (pr EN55101-2)
(tegv) | 2. - Electrostatic discharge requirements (1984), (zmiana w 1991) |
| 1.9. (pr EN55101-3)
(egv)

(egv) | 3. - Radiated elektromagnetic field requirements (1984), (projekt zmian 65A/121 i 77B/88 z 1991)
4. - Electrical fast transient requirements (1988) |

draft
(egv)
draft
(egv)

- 5. - Surge immunity requirements (65(S)120, 77B(S) 1001)
- 6. - Immunity to conducted disturbances induced by Radio Frequency fields above 9kHz (65(WG4)13 1991)

1.10. IEC 839-1-3

Alarm systems. General requirements. Environmental testing.

2. OKREŚLENIA DOTYCZĄCE KEM

WG PN-86/E-06600

1.3. Określenia

1.3.1. urządzenie badane, urządzenie — urządzenie lub zestaw urządzeń systemu automatyzacji i pomiarów podlegający badaniom KEM.

1.3.2. obwód zewnętrzny, linia zewnętrzna urządzenia — tor przesyłania informacji (interfejs) lub energii zasilającej do lub od urządzenia.

1.3.3. punkt pomiarowy urządzenia — określony punkt obwodu zewnętrznego lub całego urządzenia, dla którego wykonywane są badania KEM.

1.3.4. potencjał odniesienia — potencjał umownego punktu przyjęty w badaniach KEM, zwykle potencjał ziemi odniesienia lub zacisku uziemiającego (ochronnego) urządzenia badanego.

1.3.5. urządzenie współpracujące — urządzenie stosowane w badaniach w celu odwzorowania warunków pracy badanego urządzenia w czasie jego normalnej eksploatacji i nie podlegające badaniom KEM.

1.3.6. urządzenie kontrolne (tester) — urządzenie stosowane w badaniach w celu sprawdzenia i oceny poprawności realizacji programu lub algorytmu testowego przez badane urządzenie, nie podlegające badaniom KEM, określone przez producenta badanego urządzenia.

1.3.7. program testowy, algorytm testowy — program lub algorytm funkcjonalny przeznaczony do sprawdzenia poprawnej pracy urządzenia w czasie badań KEM.

1.3.8. kryterium oceny poprawności działania urządzenia lub objawów i efektów zakłóceń — jakościowe i ilościowe określenie parametrów charakteryzujących poprawne działanie urządzenia przy wykonywaniu określonego programu testowego.

1.3.9. właściwości urządzenia — indywidualne metrologiczne i funkcjonalne właściwości lub parametry charakteryzujące poprawne działanie urządzenia.

1.3.10. zakłócenia elektromagnetyczne, zakłócenia EM — pole elektromagnetyczne lub sygnał elektryczny, które niezależnie od sposobu i celu ich wytwarzania oraz mechanizmu rozprzestrzeniania się mogą stanowić przyczynę niewłaściwego działania różnych elektrycznych urządzeń i systemów.

1.3.11. źródła zakłóceń — urządzenia i systemy elektryczne z sygnałami roboczymi, zakłócenia EM niezależne towarzyszące normalnej pracy tych urządzeń i systemów oraz zjawiskom fizycznym naturalnym działalności człowieka w środowisku.

1.3.12. mechanizm rozprzestrzeniania zakłóceń — zjawisko fizyczne przenoszące zakłócenia elektromagnetyczne.

Mechanizmami rozprzestrzeniania zakłóceń EM mogą być:

- przewodzenie i wspólne impedancje,
- indukcja od bliskich pól elektrycznych i magnetycznych, często rozpatrywana jako sprzężenie pojemnościowe i indukcyjne,
- propagacja fali elektromagnetycznej (dla dalekich pól elektromagnetycznych).

Dla źródeł o wymiarach znacznie mniejszych od emitowanych długości fali λ przyjmuje się, że bliskie pole elektromagnetyczne występuje w odległości mniejszej niż $\lambda/2\pi$.

Przy rozpatrywaniu sprzężeń między kablami przyjmuje się, że dla kabli krótszych niż $\lambda/16$ sprzężenie między kablami można rozpatrywać jako pojemnościowe i indukcyjne, a dla kabli dłuższych niż $\lambda/16$ i osiągających długości rezonansowe $\lambda/4$ i $\lambda/2$, zaleca się rozpatrywać mechanizm propagacji fali elektromagnetycznej.

1.3.13. środowisko elektromagnetyczne — miejsce użytkowania urządzenia określone poziomem i charakterem zakłóceń elektromagnetycznych, które mogą tam wystąpić od źródeł zakłóceń.

1.3.14. poziom zakłóceń — ilościowe określenie zakłóceń wartością napięcia, prądu, natężenia pola lub mocy zakłóceń, w danych warunkach pomiaru.

1.3.15. zakłócenie przewodzone — zakłócenie dochodzące do punktu pomiarowego przez przewodnik.

1.3.16. zakłócenie promieniowane — zakłócenie dochodzące do punktu pomiarowego jakąkolwiek drogą, wyłączając bezpośrednie połączenie przez przewodnik.

1.3.17. zakłócenie symetryczne, symetryczne napięcie zakłóceń, (zakłócenie normalne) — napięcie zakłóceń występujące między dwoma zaciskami lub liniami obwodu zewnętrznego w punkcie pomiarowym.

1.3.18. zakłócenie niesymetryczne, niesymetryczne napięcie zakłóceń, (zakłócenie wspólne) — napięcie zakłóceń, występujące między potencjałem odniesienia i każdym zaciskiem lub linią obwodu zewnętrznego w punkcie pomiarowym.

1.3.19. umowny sygnał zakłócający, zakłócenie umowne, zakłócenie standardowe — sygnał napięciowy, prądowy lub natężenie pola o określonych parametrach, symulujący charakterystyczne zakłócenie elektromagnetyczne występujące w rzeczywistości i stosowany w badaniach KEM.

1.3.20. kompatybilność elektromagnetyczna (KEM) — zdolność urządzenia do poprawnej pracy w określonym środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania zakłóceń elektromagnetycznych do tego środowiska lub innego urządzenia przez nie nietolerowanych.

1.3.21. odporność urządzenia na zakłócenia — zdolność pracującego urządzenia do zachowania swoich właściwości poprawnego działania, przy oddziaływaniu określonych zakłóceń elektromagnetycznych lub umownego sygnału zakłócającego.

1.3.22. podatność urządzenia na zakłócenia, zakłócalność — reakcja pracującego urządzenia na określone zakłócenia elektromagnetyczne lub umowne zakłócenie, wyrażona zmianami właściwości urządzenia w funkcji parametrów zakłócenia.

1.3.23. wytrzymałość urządzenia na zakłócenia — zdolność pracującego urządzenia do zachowania swoich

pierwotnych właściwości po ustąpieniu oddziaływania określonych zakłóceń elektromagnetycznych lub umownego sygnału zakłócającego.

1.3.24. poziom odporności lub podatności lub wytrzymałości — określenie odporności lub podatności lub wytrzymałości urządzenia na zakłócenia poziomym zakłóceń lub poziomym umownego sygnału zakłócającego.

1.3.25. badanie KEM — badanie zakłóceń EM emitowanych (wytwarzanych) przez urządzenie oraz badanie odporności, lub podatności lub wytrzymałości urządzenia na zakłócenia umowne.

1.3.26. badanie zakłóceń emitowanych — pomiar poziomu zakłóceń wytwarzanych przez pracujące urządzenie, wykonany dla określonego punktu pomiarowego urządzenia przy zastosowaniu odpowiednich metod pomiarów zakłóceń, uwzględniających właściwości badanego urządzenia.

1.3.27. metoda pomiaru zakłóceń emitowanych — określenie dla danego punktu pomiarowego sposobu i warunków pomiaru, układu pomiarowego, zestawu urządzeń pomiarowych umożliwiających pomiar zakłóceń emitowanych, przewodzących lub promieniowanych w sposób powtarzalny i porównywalny.

1.3.28. badanie odporności lub podatności lub wytrzymałości — pomiar poziomu odporności lub podatności lub wytrzymałości wykonany dla określonego punktu pomiarowego urządzenia przy zastosowaniu odpowiednich metod symulacji zakłóceń umownych, uwzględniających właściwości badanego urządzenia.

1.3.29. metoda symulacji zakłóceń — określenie dla danego punktu pomiarowego i zakłócenia umownego układu pomiarowego, zestawu urządzeń pomiarowych umożliwiających wytworzenie określonych poziomów zakłóceń przewodzonych lub promieniowanych w sposób powtarzalny lub porównywalny.

1.3.30. impedancja charakterystyczna układu pomiarowego — impedancja układu pomiarowego widziana z miejsca przyłączenia do punktu pomiarowego badanego obwodu.

1.3.31. generator zakłócenia umownego — urządzenie wytwarzające umowny sygnał zakłócający.

1.3.32. symulator zakłóceń — urządzenie przeznaczone do symulacji zakłóceń umownych dla określonego punktu pomiarowego, zawierające generator umownego zakłócenia i odpowiednie urządzenia oddzielające i sprzęgające.

1.3.33. urządzenie oddzielające — układ włączony w obwód zewnętrzny między punkt pomiarowy badanego urządzenia a źródło zasilania lub urządzenie współpracujące z tym obwodem, którego zadaniem jest zapewnienie określonej impedancji obwodu zewnętrznego w punkcie pomiarowym i odseparowanie punktu pomiarowego od obwodu zewnętrznego w czasie badań KEM.

1.3.34. urządzenie sprzęgające — układ, element zapewniający określoną impedancję przyłączenia miernika zakłóceń lub generatora sygnału umownego do punktu pomiarowego w czasie badań KEM.

1.3.35. sieć sztuczna — urządzenie pomiarowe dla określonego obwodu zewnętrznego, zwykle dla obwodu zasilania, zawierające układy oddzielające i sprzęgające

1.3.36. ziemia odniesienia — uziemiona, przewodząca płytą o określonych wymiarach stosowana w badaniach KEM w celu standaryzacji impedancji urządzeń i obwodów zewnętrznych względem ziemi.

1.3.37. środki ochrony, środki przeciwzakłóceniami — środki techniczne, konstrukcyjne i organizacyjne służące do zmniejszania poziomu zakłóceń elektromagnetycznych środowiska lub urządzenia.

1.3.38. wewnętrzne (standardowe) środki ochrony urządzenia — środki ochrony zastosowane przez producenta w celu osiągnięcia wymaganego poziomu odporności oraz ograniczenia poziomu zakłóceń wytworzonych przez urządzenie do poziomu dopuszczalnego.

1.3.39. zewnętrzne (dodatkowe) środki ochrony urządzenia — środki ochrony zastosowane w miejscu użytkowania urządzenia, w przypadku gdy gwarantowane przez producenta poziomy odporności urządzenia są niższe od poziomów zakłóceń występujących w konkretnym miejscu pracy urządzenia.

3. OZNACZENIA STOSOWANE NA RYSUNKACH

UT, EUT	- urządzenie badane (testowane)	
UW, AE	- urządzenie współpracujące	
UK	- urządzenie kontrolne lub testujące	
UO	- układ oddzielający	
US	- układ sprzęgający	
UOS	- układ oddzielająco-sprzęgający	(mp. sieci sztużno)
G	- generator zakłóceń	
pzo	- płaszczyzna ziemi odniesienia	
n	- liczba przewodów w kablu	
l	- długość kabla lub odległość pomiarowa	
uz	- układ zabezpieczający	✓