

OSRODEK BADAŃ NIEZAWODNOŚCI I JAKOŚCI
LABORATORIUM PIAP-LAB

Główny wykonawca: mgr inż. Czesław Godzisz

Wykonawcy: tech. Tadeusz Jagóra, tech. Kazimierz Szewczyk

Konsultant:

Nr zlecenia:
S1450

Budowa wyposażenia i wdrożenie nowych
technik badawczych w zakresie badań KEM

Zleceniodawca:

Pracę rozpoczęto dnia: 94.01.01 zakończono dnia: 94.12.15

Kierownik OBN
mgr inż. K. Majdan

Z-ca Dyrektora
ds. Badawczo-Rozwojowych
dr inż. Jan Jabłkowski

Pełnomocnik Dyrektora
ds. Jakości
prof. dr inż. T. Missala

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz.

stron 19
rysunków 7
fotografii 6
tabel
tablic
załączników

Egz. 1 LABARCH
Egz. 2 OIN
Egz. 3 KLT
Egz. 4
Egz. 5
Egz. 6

Nr rejestr. 7164

Analiza deskryptowa

KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA: METODY SYMULACJI ZAKŁÓCEŃ +
+ WYPOSAŻENIE POMIAROWE I POMOCNICZE

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie opisuje wyniki prac wykonanych w zleceniu S1450. Wdrożoną metodę badań odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii, metody i wyposażenie pomiarowe do sprawdzania parametrów generatorów i symulatorów zakłóceń. Omawia zagadnienia wytwarzania pól elektromagnetycznych oraz problematykę ochrony środowiska i obsługi w czasie prób. Podaje szereg rozwiązań konstrukcyjnych wykonanego wyposażenia pomiarowego i pomocniczego.

Tytuły poprzednich sprawozdań

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 1
DR 02'07		Stron 19

Spis treści

1. Wprowadzenie
2. Modernizowane stanowiska, wyposażenie i metody
 - 2.1. Nowe zakupione wyposażenie
 - 2.2. Stanowiska pomiarowe i wyposażenie
 - 2.3. Procedury i instrukcje
3. Zagadnienia konserwacji i sprawdzania wyposażenia
4. Problemy badań odporności na pole EM
5. Planowany zakres dalszych prac

Spis rysunków

- Rys.1. Specjalny stół laboratoryjny
- Rys.2. Wsporniki do kabli i zacisk uziemiający
- Rys.3. Wózek laboratoryjny
- Rys.4. Wózek z układem symulacji dynamicznych zmian napięcia w obwodach jednofazowych prądu przemiennego.
- Rys.5. Układ CNI.
- Rys.6. Konstrukcja obudowy dla dzielników napięcia.
- Rys.7. Zestawienie obliczeń dzielników pomiarowych napięcia.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 2
DR 02'07		Stron 19

1. Wprowadzenie

Niniejsze sprawozdanie relacjonuje wyniki i przebieg prac wykonanych w ramach zlecenia S1450 " Budowa wyposażenia i wdrożenie nowych technik badawczych w zakresie badań KEM", w którym planowano dwa etapy:

1. Modernizacja stanowiska na hali 4A i wykonanie dodatkowego specjalistycznego osprzętu do badań zakłóceń dużej energii.
2. Budowa linii STRIPLINE lub komory TEM dla małych urządzeń. (realizacja uwarunkowana zakupem wzmacniacza mocy)

Wyniki realizacji prac wykonanych w ramach zlecenia są następujące:

1. Wdrożona i w pełni udokumentowana metoda badań odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii wg IEC801-5. Procedura TP2-05 i instrukcja użytkownika symulatora IN2-04 zostały sprawdzone w badaniach urządzeń systemów transmisji alarmów pożarowych.
2. Opracowano filozofię sprawdzania aparatury pomiarowej stosowanej do badań odporności w dziedzinie czasu i w dziedzinie częstotliwości opartą na uwierzytelnianiu w GUM dwóch urządzeń pomiarowych, tłumika i generatora sygnałowego. Pozostałe przyrządy pomiarowe stosowane do sprawdzeń takie jak oscyloskop, dzielniki pomiarowe, są sprawdzane w PIAP-LAB w oparciu o uwierzytelnione urządzenia. Zaprojektowano odpowiednie dzielniki pomiarowe o impedancji wejściowej 50Ω i $10k\Omega$.
3. Opracowano procedury sprawdzeń wyposażenia badawczego SKE przed użyciem i okresowych, ogólne zostały podane w instrukcji IN2-02, szczegółowe w każdej instrukcji użytkownika symulatorów i generatorów zakłóceń. Zweryfikowano instrukcje użytkowe wyposażenia uzupełniając je w podstawowe dane techniczne oraz układy i wzory protokołów sprawdzeń.
4. Zmodernizowano stanowiska pomiarowe i ich wyposażenie pomiarowe i pomocnicze. Wykonano szereg oryginalnych konstrukcji aparatury pomocniczej ułatwiającej przeprowadzanie badań odporności i montaż EUT na stanowisku pomiarowym.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 3
DR 02'07		Stron 19

5. W zakresie etapu drugiego, ze względu na opóźniony zakup wzmacniacza i systemu pomiarowego natężenia pola, prace ograniczono do przedstawienia problematyki badań odporności na pola elektromagnetyczne. W oparciu o dostępną literaturę, szczególną uwagę zwrócono na zagadnienia BHP i propozycję zakresu prac umożliwiającą optymalny wybór metody symulacji dla warunków PIAP-LAB.
6. Zgłoszono propozycje planu prac na 1995 r.

2. Modernizowane stanowiska, wyposażenie i metody

2.1. Nowe zakupione wyposażenie

1. Generator impulsów dużej energii (udarowych), typ VCS500, (EM TEST, Szwajcaria). Dostawa firmy UEI do PIAP z dnia 05.10.1994. Parametry impulsów zgodne z wymaganiami IEC801-5, wyjście generatora pływające, wbudowana sieć sztuczna dla obwodu zasilania jednofazowego.
2. Sieć sztuczna dla impulsów dużej energii, typ CNV503-25A, (EM TEST, Szwajcaria). Dostawa firmy UEI do PIAP z dnia 05.10.1994. Sieć dla obwodów 3-fazowych, obciążalność 25A.
3. Układ sprzęgający 4 linii interfejsowych dla impulsów dużej energii, typ CNV504, (EM TEST, Szwajcaria). Dostawa firmy UEI do PIAP z dnia 05.10.1994. Układ zawiera zespoły sprzęgające dla dwóch par linii interfejsowych.
4. Sieć sztuczna dla impulsów EFT/B, typ CNE503-25A, (EM TEST, Szwajcaria). Dostawa firmy UEI do PIAP z dnia 05.10.1994. Sieć dla obwodów 3-fazowych 5-cio przewodowa, obciążalność 25A.
5. Oscyloskop cyfrowy typ 9320 (LeCroy, USA). Dostawa firmy ELSINCO do PIAP z dnia 02.08.1994. Pasma pomiarowe do 1GHz, stacja dysku FD 3,5", sondy pomiarowe 1/10 z impedancją wejściową 500 Ω i 1M Ω , oraz certyfikat kontroli producenta.
6. Wzmacniacz szerokopasmowy typ 50W1000A (AMPLIFIER RESEARCH, USA). Dostawa firmy UEI do PIAP z dnia 16.11.1994. Pasma robocze 1MHz do 1GHz, moc wyjściowa 50W/50 Ω .
7. Układ sprzęgający do wzmacniacza szerokopasmowego typ DC3010 50W/40 dB, (AMPLIFIER RESEARCH, USA). Dostawa firmy UEI do PIAP z dnia 20.12.1994. Układ umożliwia pomiar sygnału wyjściowego wzmacniacza.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 4
DR 02'07		Stron 19

8. System pomiaru natężenia pola EM, typ FM2000, (AMPLIFIER RESEARCH, USA). Dostawa firmy UEI do PIAP z dnia 20.12.1994. System zawiera jednostkę centralną FM2000, jedną izotropową sondę pomiarową FP2000 ze stojakiem PS2000 i kablem światłowodowym 10m. Umożliwia pomiar natężenia pola elektrycznego od 1-300 V/m w zakresie od 10kHz do 1GHz dla trzech polaryzacji (X,Y,Z). W ostatnich dniach grudnia uzyskano zgodę DN na zakup drugiej sondy pomiarowej, co znacznie ułatwi wykonywanie pomiarów porównawczych i umożliwi wzajemną kontrolę sond w PIAP-LAB.

2.2. Stanowiska pomiarowe i wyposażenie.

Przeprowadzono modernizację trzech stanowisk pomiarowych usytuowanych na hali 4A (pomieszczenie nr 2).

Stanowisko TP2-00/01 w komorze ekranowej EK2, wykonano płaszczyznę ziemi odniesienia GRP na stołach o wymiarach 3,8m x 1,0m, którą połączono z konstrukcją komory.

Stanowisko TP2-00/02 i stanowisko TP2-00/03, na obu stanowiskach ułożono na podłodze płaszczyzny GRP o wymiarach 5m x 2m, które połączono z systemem ochronnym i metalowymi filarami konstrukcyjnymi budynku. Między stanowiskami, pod sufitem, podwieszono metalowe perforowane korytka dla prowadzenia kabli płączeniowych między stanowiskami, przy badaniach zestawów urządzeń wymagających użycia dwóch stanowisk pomiarowych. Przykładowo przy badaniach systemów transmisji alarmów pożarowych, urządzenia nadawcze są montowane na jednym stanowisku a urządzenia odbiorcze na drugim, połączenia między urządzeniami są ułożone w korytku.

Oba stanowiska wyposażono w specjalnej konstrukcji stoły drewniane (opracownie własne PIAP), o wymiarach blatu 0,9m x 3,4m i wysokości 0,8m (rys.1). Konstrukcja stołu zapewnia możliwość dostawiania dodatkowych segmentów blatu o wymiarach 0,85m x 1,14m z dowolnej strony stołu podstawowego. Ułatwia to optymalną aranżację stanowiska pomiarowego do badanego urządzenia i wymagań metod symulacji. Wysokość i w pełni drewniana konstrukcja stołu, umożliwia wykonywanie badań odporności na wyładowania ESD urządzeń ustawianych na stołach przy użyciu nawet dwóch płaszczyzn sprzęgających HCP (o wymiarach 0,8m x 1,6m). Parametry użytkowe stanowisk podano w instrukcji IN2-01.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 5
DR 02'07		Stron 19

Opracowano i wykonano **specjalizowane wyposażenie pomocnicze stanowisk** (o oryginalnej konstrukcji PIAP-LAB):

- trzy specjalnej konstrukcji stoły drewniane, (rys.1)
- wsporniki korytkowe do kabli, o różnej wysokości (100mm i 30 mm) i długości (0,5m, 1m, 1,5m), rys.2,
- zaciski uziemiające szczękowe do płaszczyzn GRP, zapewniające dobrej jakości kontakt z blachami GRP (o dużej powierzchni styku), rys.2,
- przewody uziemiające o różnej długości zakończone końcówkami oczkowymi z przecięciem,
- segmenty płaszczyzny ziemi odniesienia GPR (1m x2m), oraz płaszczyzny sprzęgające HCP i VCP dla wyładowań ESD,
- wózki z blatami metalowymi i drewnianymi (adaptacja stolika medycznego z blatem metalowym, oraz dwie konstrukcje podstaw od drukarek typu DZM), rys.3 i 4,
- w celu zapewnienia odpowiedniej jakości połączeń układów symulacji, sukcesywnie są wymieniane dotychczasowe nieoznakowane kable pomiarowe współosiowe 50Ω na kable typu RG58 C/U zakończone złączami BNC zaciskanymi, zostały złożone zamówienia na złącza typu BNC i N do kabli współosiowych w firmie SHUNER (Szwajcaria) do wymiany wyeksploatowanych złącz na wyposażeniu pomiarowym i pomocniczym,
- na wyposażenie sekcji SKE zakupiono pełny profesjonalny zestaw narzędzi monterskich umożliwiający poprawne wykonywanie prac konserwacyjnych wyposażenia i montaż obiektów badań na stanowiskach pomiarowych.

W zakresie dotyczącym budowy **wyposażenia badawczego** wykonano:

- a) ruchome stanowisko symulacji dynamicznych zmian napięcia w obwodach ac jednofazowych z prądem roboczym do 10A, wg TP2-02 zał.A. Na wózku (rys.4) umieszczono pełny układ symulacji z autotransformatorem i dodatkowym obciążeniem z żarówek. Dzięki takiej konstrukcji przeprowadzenie próby odporności nie wymaga każdorazowego montażu układu symulacji. Na konstrukcję nośną wózka wykorzystano podstawę od drukarek typu DZM 180 (MERA BŁONIE), odpowiednio zaadaptowanej w SKE. Rozwiązanie zostało wielokrotnie sprawdzone w czasie badań, spełnia oczekiwane wymagania użytkowe.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 6
DR 02'07		Stron 19

- b) opracowano, wykonano i uruchomiono układ sterowania siecią sztuczną dla impulsów EFT/B typ CNE 503-25A (EM TEST). Wprowadzenie do użytkowania tej sieci umożliwiło wycofanie dotąd stosowanej adaptowanej sieci sztucznej dla celów pomiaru zakłóceń radiowych SMZ6 (INK0). Wprowadzono stosowne zmiany w procedurze TP2-01.
- c) opracowano instrukcję użytkowania symulatora impulsów dużej energii typ VCS500 (EM TEST) oraz stosowne zmiany w procedurze TP2-05. Po okresie próbnej eksploatacji wprowadzono je do stosowania.

2.3. Procedury i instrukcje

W ramach prac wykonanych w zleceniu przeprowadzono weryfikację wszystkich instrukcji użytkowych generatorów i symulatorów zakłóceń. Zgodnie z zaleceniami auditu wewnętrznego instrukcje uzupełniono w podstawowe dane techniczne. W oparciu o opracowaną instrukcję IN2-02 dotyczącą sprawdzania wyposażenia badawczego i pomocniczego, instrukcje uzupełniono załącznikami określającymi układy pomiarowe parametrów i protokoły sprawdzeń.

W procedurach dotyczących badań odporności na zakłócenia impulsowe dużej energii (TP2-05) i zakłócenia impulsowe EFT/B (TP2-01) wprowadzono zmiany wynikające z nowego wyposażenia pomiarowego i badawczego.

3. Zagadnienia konserwacji i sprawdzania wyposażenia

Opracowano ogólną instrukcję sprawdzania wyposażenia pomiarowego i pomocniczego do badań odporności na zakłócenia w PIAP-LAB. Instrukcja (IN2-02) określa ogólny schemat postępowania z wyposażeniem użytkowym w sekcji SKE, ustala rodzaj i zakres sprawdzeń przed użyciem, kontroli w czasie użytkowania, konserwacji i napraw, sprawdzania parametrów, dokumentowania tych czynności.

Wyróżniono sprawdzenie parametrów :

- statycznych, które mogą być wykonywane przez pomiar wielkości elektrycznych klasycznymi miernikami (wartości napięcia, prądu, rezystancji),
- dynamicznych, które mogą być wykonywane pomiarami parametrów w dziedzinie czasu lub w dziedzinie częstotliwości.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 7
DR 02'07		Stron 19

Pomiary parametrów statycznych są wykonywane przyrządami posiadającymi pozytywne wyniki sprawdzeń wykonanych w PIAP-LGA. Pomiary parametrów dynamicznych w dziedzinie czasu są wykonywane oscyloskopem 9020 firmy LeCroy, posiadającym certyfikat producenta i sprawdzanym w SKE uwierzytelnionym w GUM generatorem sygnałowym typ 2030 firmy MARCONI (uwierzytelnienie obejmuje poziomy i częstotliwości sygnału wyjściowego).

Pomiary w dziedzinie częstotliwości są wykonywane w układach porównawczych, uwierzytelnionymi w GUM generatorem typ 2030 i tłumikiem typ TRM firmy INCO. Jako miernika (woltomierza) używa się oscyloskopu lub analizatora widma 7L14 firmy TEKTRONIX sprawdzanych w SKE uwierzytelnionymi generatorem i tłumikiem.

Zestaw stosowanych w SKE przyrządów podano w załączniku A do instrukcji IN2-02. Obejmuje on również specjalne wyposażenie pomiarowe, opracowane i częściowo wykonane w SKE a mianowicie:

- dzielnik napięcia 1/100 o impedancji wejściowej 10 k Ω , wykorzystywany do pomiarów parametrów impulsów generatorów dużej energii i impulsów EFT/B w stanie nieobciążonym,
- dzielnik napięcia 1/100 o impedancji wejściowej 50 Ω , wykorzystywany do pomiarów parametrów impulsów generatorów EFT/B w stanie obciążenia 50 Ω ,
- układ sprzęgająco-pomiarowy CNI (rys.5) dla impulsów dużej energii, umożliwiający pomiar parametrów impulsów w stanie nieobciążonego i zwartego wyjścia generatora (IN2-04) oraz sprzężenie generatora z układem symulacji bliskiego impulsowego pola magnetycznego i różnicy potencjałów między jednostkami EUT (TP2-05).
- bocznik VHF 1 Ω z płaszczyzną 1mx1m do pomiarów parametrów prądu wyładowania ESD,
- obciążenie 50 Ω /5W, przystosowane do współpracy z wyjściami generatorów EFT/B.

Opracowane układy dzielników zostały zaprojektowane tak, aby była możliwość wykonania sprawdzenia ich charakterystyk częstotliwościowych w układzie o impedancji charakterystycznej 50 Ω (rys.7). Do realizacji przyjęto dzielniki z układami typu La. Wykonane pierwsze egzemplarze dzielników nie spełniły wymagań częstotliwościowych, dlatego opracowano specjalną konstrukcję obudowy umożliwiającą odpowiedni montaż elementów zgodnie z zasadami wymaganymi dla wysokich częstotliwości (rys.6).

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 8
DR 02'07		Stron 19

Opracowano uproszczoną instrukcję użytkowania oscyloskopu 9020 LeCroy, która umożliwia wykonywanie pomiarów. Pełna instrukcja oscyloskopu z wykorzystaniem jego specjalistycznych właściwości powinna być opracowana po przeprowadzeniu pierwszych kompletnych pomiarów parametrów impulsów wykorzystywanych w SKE generatorów i symulatorów.

4. Problemy badań odporności na pola EM

Badania oddziaływania pól EM o częstotliwościach radiowych na urządzenia stwarzają szereg trudnych do rozwiązania problemów. Główne problemy wiążą się z zagadnieniami wytwarzania pola o kontrolowanym natężeniu w szerokim zakresie częstotliwościowym, ochroną środowiska oraz wykonawców badań przed oddziaływaniem symulowanych pól, kosztami koniecznego wyposażenia.

Badania wymagają wytworzenia i narażenia EUT jednorodnym polem o znanym natężeniu. Zwykle próbę przeprowadza się w kabinach ekranowych bezodbiciowych (o wymiarach od 3m x 6m x 2,5m do 7,5m x 7,5m x 3m), stosując antenę kierunkową zasilaną ze wzmacniacza mocy, dobranych odpowiednio do częstotliwości i wymaganego natężenia pola. Urządzenia o małych gabarytach można badać w specjalnych komorach TEM, których konstrukcje wykorzystują zasady linii transmisyjnych.

Dla niskich częstotliwości nie występują specjalne trudności w wytworzeniu pola i przeprowadzeniu próby. Dla częstotliwości powyżej 30 MHz występują problemy związane głównie ze zjawiskami odbicia fal od ścian komory, powstawania fal stojących, które to powodują lokalne zmiany natężenia pola 20-30 dB (dla gęstości mocy nawet od 1:100 do 1:1000). Wówczas antena pomiarowa, kontrolująca natężenie pola w czasie próby, usytuowana w węźle fali pomierzy wyższe natężenie niż występuje dla EUT i odwrotnie.

Powszechną metodą redukcji odbić jest wyłożenie ścian komory specjalnymi absorberami, w wyniku czego otrzymuje się *komorę bezodbiciową, komorę bezechową*. Stosuje się absorbery w postaci piramid wykonane z pianek z dodatkami grafitu, ferrytowe kratki (zwykle 0,1m x 0,1m) lub ich kombinacje. Zastosowany absorber powinien zapewniać co najmniej 10dB redukcję fali odbitej. Skuteczność absorbowania przez piramidę wzrasta wraz z jej wysokością (dokładniej kiedy maleje kąt wierzchołkowy).

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 9
DR 02'07		Stron 19

Przykładowo wynosi ok 10 dB dla wysokości piramidy odpowiadającej długości fali $\lambda/4$ (odpowiednio 20 dB dla $\lambda/2$, 30 dB dla $3\lambda/4$, 50 dB dla 10λ). Przykładowo dla częstotliwości powyżej 30MHz wysokość piramidy powinna być większa od 2,5 m, co zwiększa zewnętrzne wymiary komory o 5m przy zachowaniu tej samej przestrzeni użytkowej komory. Koszt wyłożenia komory o wymiarach 3,5m x 3,5m i wysokości 3m przekracza 370 tys \$ (koszt około 700\$/m²). Przy polach o wyższych natężeniach występują dodatkowe problemy związane z nagrzewaniem się wykładziny absorbera, występowaniem lokalnych zapłonów i wydzielaniem toksycznych mieszanin. Koszt wykładziny nie ulega zmianie przy zastosowaniu kombinacji wykładzin, piramid i ferrytowych krutek. Zastosowanie wykładzin ferrytowych wymaga zwiększenia wytrzymałości konstrukcji nośnej komory i zastosowania specjalnych rozwiązań mocujących, gdyż waga 1 m² wykładziny ferrytowej wynosi 40-60 kg.

Znane komory typu TEM, przykładowo największa produkowana komora przez firmę EMCO (USA) typ GTEM, zapewniają badania EUT o maksymalnych wymiarach do 1m x 1m x 0,5m. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość wykonywania pomiarów emitowanych zakłóceń przez EUT jak i prób wrażliwości EUT na pola EM. W komorze GTEM wytwarza się pole elektryczne o polaryzacji pionowej odpowiadające otwartej przestrzeni o jednorodności ± 4 dB. Komory GTEM otrzymały certyfikaty dopuszczenia na terenie USA oraz są stosowane w wielu europejskich laboratoriach. W Polsce komory GTEM zostały zakupione przez Państwową Agencję Radiokomunikacji i Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Pożarowej.

Najnowsza metoda wytwarzania pola narażeniowego dla badań odporności urządzeń wykorzystuje zjawiska odbić fal RF od ścian komory i dodatkowego ruchomego reflektora. Metoda opiera się o zasady opublikowane w MIL STD 1344A (Notice 1) i jest podobna do rozwiązań stosowanych w kuchenkach mikrofalowych. W zwykłej komorze ekranowej umieszcza się antenę promieniującą i w dowolnym miejscu obracający się, odpowiedniego kształtu reflektor (mieszadło). Przy odpowiednim doborze, szybkości omiatania częstotliwości RF, prędkości obrotowej reflektora i jego usytuowania względem ścian i sufitu, zapewnia się wystąpienie natężenia pola o powtarzalnej maksymalnej wartości w dowolnym punkcie komory.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 10
DR 02'07		Stron 19

Reflektor (mieszadło) jest wykonany z blachy aluminiowej o kształcie prostokąta z odpowiednio zagiętymi rogami (łopatkami) i obracany z prędkością 6-10 obr/min. Główną zaletą tej metody, zwanej "stirring" lub "paddle wheel", jest zminimalizowany koszt wyposażenia. Dalsze zalety wynikają z tego, że EUT jest narażane polem elektrycznym o różnej polaryzacji ze wszystkich stron, którego maksymalne natężenie pola jest jednoznacznie określone pomiarem w jednym punkcie. Nie jest wymagane obracanie EUT w celu narażenia wszystkich stron. Przykładowo wg IEC 801-3 należy przeprowadzić minimum 8 prób (narażać 4 ściany urządzenia badanego dla dwóch polaryzacji pola). Warunki narażeniowe są zbliżone do rzeczywistych występujących w miejscu zainstalowania urządzenia badanego. Opublikowane rezultaty pomiarów pola w komorze z zastosowaną wyżej metodą są zadawalające i zachęcające do wykorzystania (p *Wehling N. W. Repeatable low cost radiated susceptibility test in standard shielded enclosure*. Interference Technology Engineers' Master. ITEM. 1993.)

W literaturze fachowej są dyskutowane problemy powtarzalności wyników badań dla różnych metod. Często zmianom podlegają dokumenty normalizacyjne. Przykładowo pierwsze wydanie dokumentu IEC 801-3(1984): *Radiated electromagnetic field requirements*, określało wymagania dla zakresu częstotliwościowego 27-500 MHz i metodę kontroli natężenia pola w jednym punkcie blisko narażanego urządzenia. Aktualnie przyjęta wersja tego dokumentu rozszerza zakres częstotliwości do 1000 MHz, wymaga przeprowadzenia kalibracji stanowiska pomiarowego przed montażem urządzenia badanego w tak zwanej płaszczyźnie jednorodnego pola. Równomierność natężenia pola jest sprawdzana w 16 punktach powierzchni o wymiarach 1,5m x1,5m dla pełnego zakresu częstotliwościowego. W czasie narażania urządzeń kontroluje się natężenie pola w jednym punkcie usytuowanym w tej płaszczyźnie. Metoda jest krytykowana za to, że w sposób niedostateczny uwzględnia problematykę odbić wprowadzanych przez badane urządzenie, nie zapewnia powtarzalności wyników prób, że jest pracochłonna.

Zwiększają się wymagane poziomy odporności urządzeń i systemów do 20V/m, często do 200V/m, w branży militarnej spotyka się poziom 1000V/m. Uzyskanie takich natężeń pól wymaga stosowania generatorów RF o mocy wyjściowej powyżej 2kW.

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 11
DR 02'07		Stron 19

Przy natężeniu pola 200 V/m (gęstość mocy wynosi ok $10\text{mW}/\text{cm}^2$) obserwuje się zjawiska mięknienia izolacji na przewodach, świecenie małych żarówek nawet jeśli są one wyłączone, zapłon wyładowań łukowych od kabli do ziemi, uszkodzenia rezystorów, tranzystorów i elementów scalonych. Podstawowym zagadnieniem staje się bezpieczeństwo obsługi wykonującej badanie oraz ochrona środowiska. W oparciu o plan prac NKP nr 104 (ds KEM) można wnioskować, że problematyka oddziaływania pól EM na żywe organizmy jest w fazie końcowych opracowań dokumentów normalizacyjnych międzynarodowych (EN 50166-1, 2). W pracach prowadzonych w sekcji SKE powinny być one uwzględnione z najwyższym priorytetem.

Powyższe skrótowo omówione problemy zostały sformułowane w celu przedstawienia i uzasadnienia propozycji planowanych prac w sekcji SKE PIAP-LAB, prac dotyczących wyboru odpowiedniej metody symulacji i badań odporności urządzeń na pola elektromagnetyczne o częstotliwościach radiowych.

5. Planowany zakres dalszych prac.

Zakupiona w końcu bieżącego roku aparatura, wzmacniacz mocy i system monitorowania pola (p.2.1) pozwala na planowanie w 1995 r. następujących prac:

1. Dokończenie wdrażania badań odporności na zakłócenia sinusoidalne przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwościach radiowych wg IEC 801-6 (procedura TP2-4),
 - a) wykonać badania sprawdzające osiągnięcia poziomu narażenia 10V, określić poziom maksymalny osiągalny na posiadanym wyposażeniu, określić stopień zagrożenia dla obsługi i otoczenia w czasie prób.
 - b) wykonać wstępne badania określające możliwość budowy kłamy elektromagnetycznej i kłamy prądowej umożliwiającej wstrzykiwanie zakłóceń na kable wieloprzewodowe bliskim polem EM bez galwanicznego połączenia z obwodem symulującym jakie występuje przy stosowaniu układów sprzęgających typu CDN wtrącanych w badane obwody zewnętrzne urządzenia.
2. Dokończenie wdrożenia zasad sprawdzania wyposażenia wg IN2-02, szczególnie pełne wykorzystanie możliwości oscyloskopu 9020 (LeCroy), testowanie parametrów impulsów wg zadanego przebiegu wzorcowego (maski z dopuszczalnymi tolerancjami).

LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 12
DR 02'07		Stron 19

3. Opanowanie obsługi systemu monitorowania natężenia pola EM (system FM 2000), poznanie jego właściwości i możliwości. W szczególności:

- a) do monitorowania środowiska EM w pomieszczeniach laboratoryjnych, poziomu natężenia pola jako tła występującego w normalnych warunkach oraz w czasie badań, prób narażeniowych,
- b) do określania parametrów tłumieniowych (skuteczności ekranowania) kabin i pomieszczeń, powierzchni przewodzących (przykładowo zakupionej do celów ekranowania stanowisk tkaniny przewodzącej WOM-E z Instytutu Włókiennictwa w Łodzi),

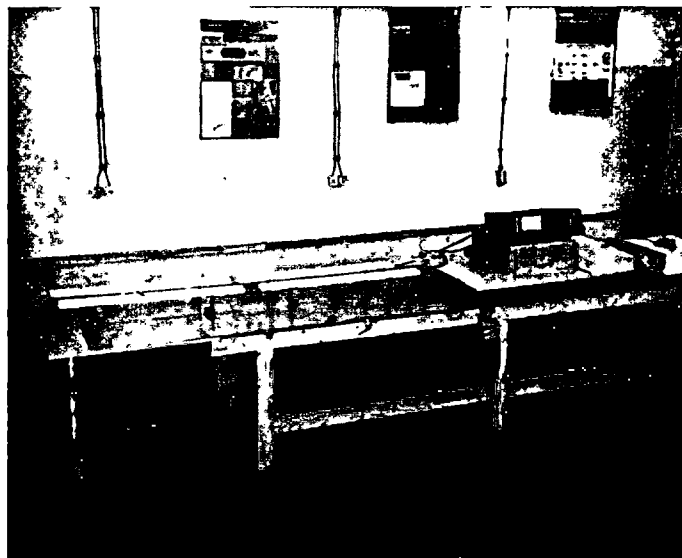
Opanowanie umiejętności ww pomiarów pozwoli na rozszerzenie oferty usługowej PIAP z dziedziny KEM.

4. Wykonanie wstępnych badań dotyczących wytwarzania pól EM narażeniowych w aktualnych warunkach PIAP-LAB. Badania te powinny dać odpowiedź czy należy budować specjalną bezechową komorę. W szczególności:

- a) czy wykorzystując metodę "RF stirring", komorę utworzoną z rozwieszonych tkanin przewodzących, będzie możliwe uzyskanie jakiegoś wymaganego przy narażaniu poziomu natężenia pola z jednoczesnym zachowaniem wymagań ochrony środowiska oraz BHP. Do przeprowadzenia badań będzie potrzebna odpowiednia antena kierunkowa, miernik mocy wprowadzanej do anteny (z interfejsem do komputera kontrolującego przebieg próby).
- b) wykonać komorę typu STRIPLINE (wg IEC801-3:1984 lub mniejszą i prostszą wg SAE J1113 AUG87), zaś komorę TEM wg zaleceń SAE J1448 JAN84, w celu opanowania metodyki uruchamiania takich urządzeń, sprawdzenia zagrożenia dla otoczenia przy badaniach EUT o małych gabarytach,

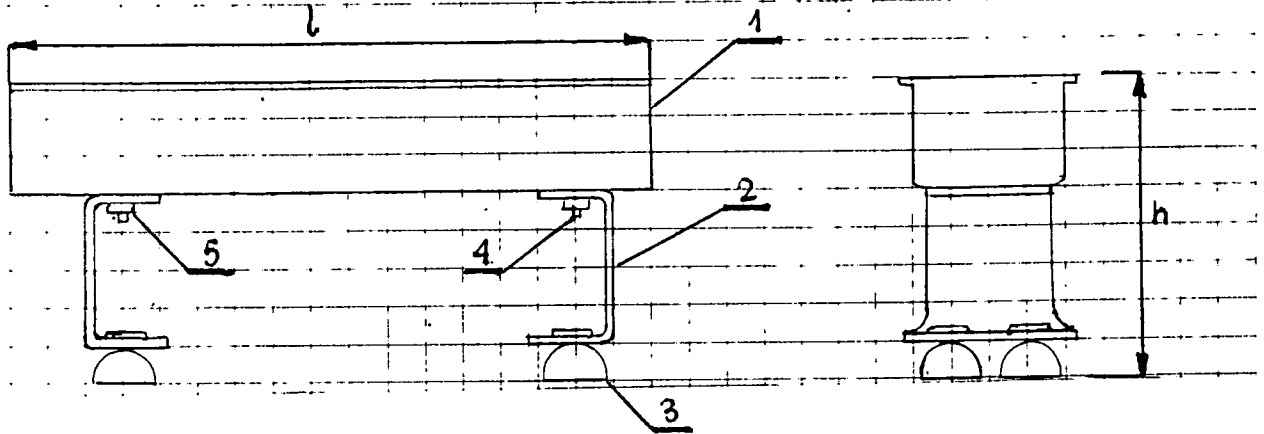
LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 13
DR 02'07		Stron 19

Rys.1. Specjalny stół laboratoryjny



LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 14
DR 02'07		Stron 19

Rys.2. Wspornik do kabli i zacisk uziemiający



Prowadnica - przewodów

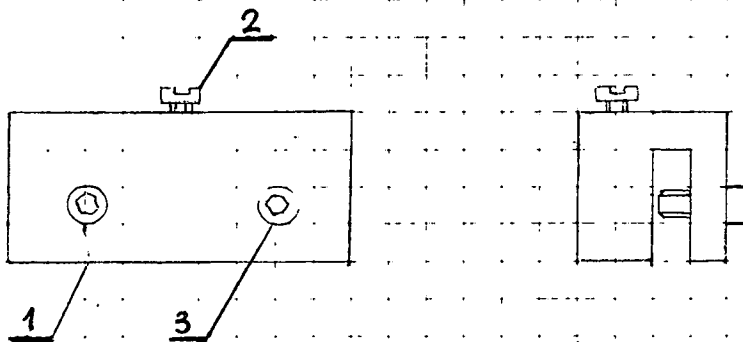
1. korytko plastikowe
2. Dystansownik
3. Ssawka gumowa
4. Wkręt $\phi 4$ plastik
5. Nakrętka $\phi 4$ plastik

Dla $h = 30 \text{ mm}$

$L = 0,25 \text{ m}$	- 5 szt
$L = 0,5 \text{ m}$	- 5 szt
$L = 1 \text{ m}$	- 5 szt

Dla $h = 100 \text{ mm}$

$L = 0,5 \text{ m}$	- 10 szt
$L = 1 \text{ m}$	- 10 szt
$L = 1,5 \text{ m}$	- 5 szt

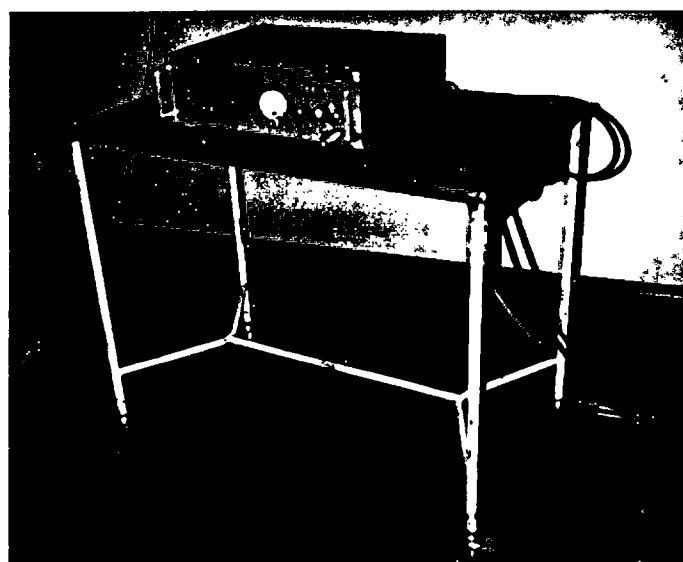
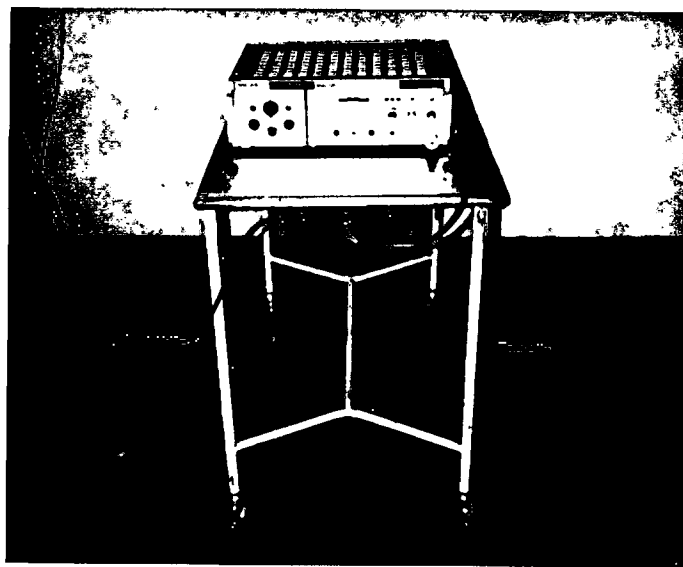


Uchwyt uziemiający

1. Korpus uchwytu
2. Wkręt M6
3. Śruba ampolowa M8

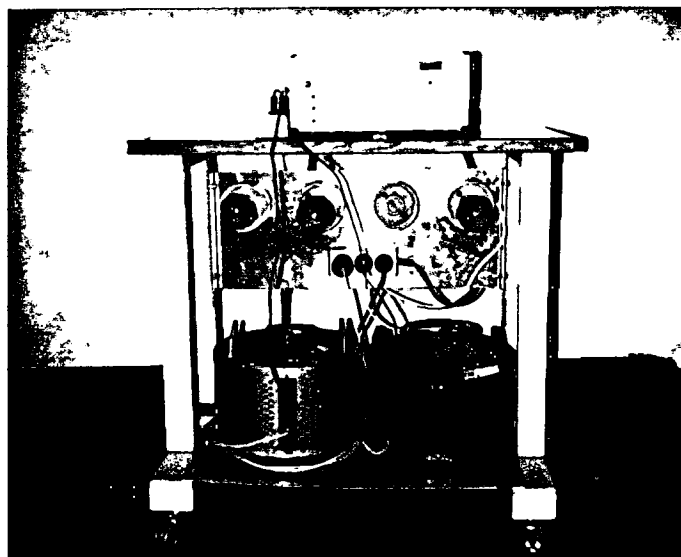
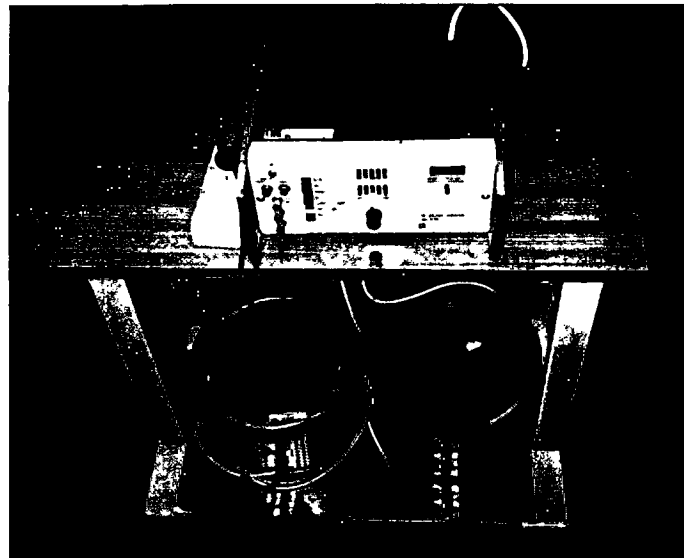
LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 15
DR 02'07		Stron 19

Rys.3. Wózek laboratoryjny



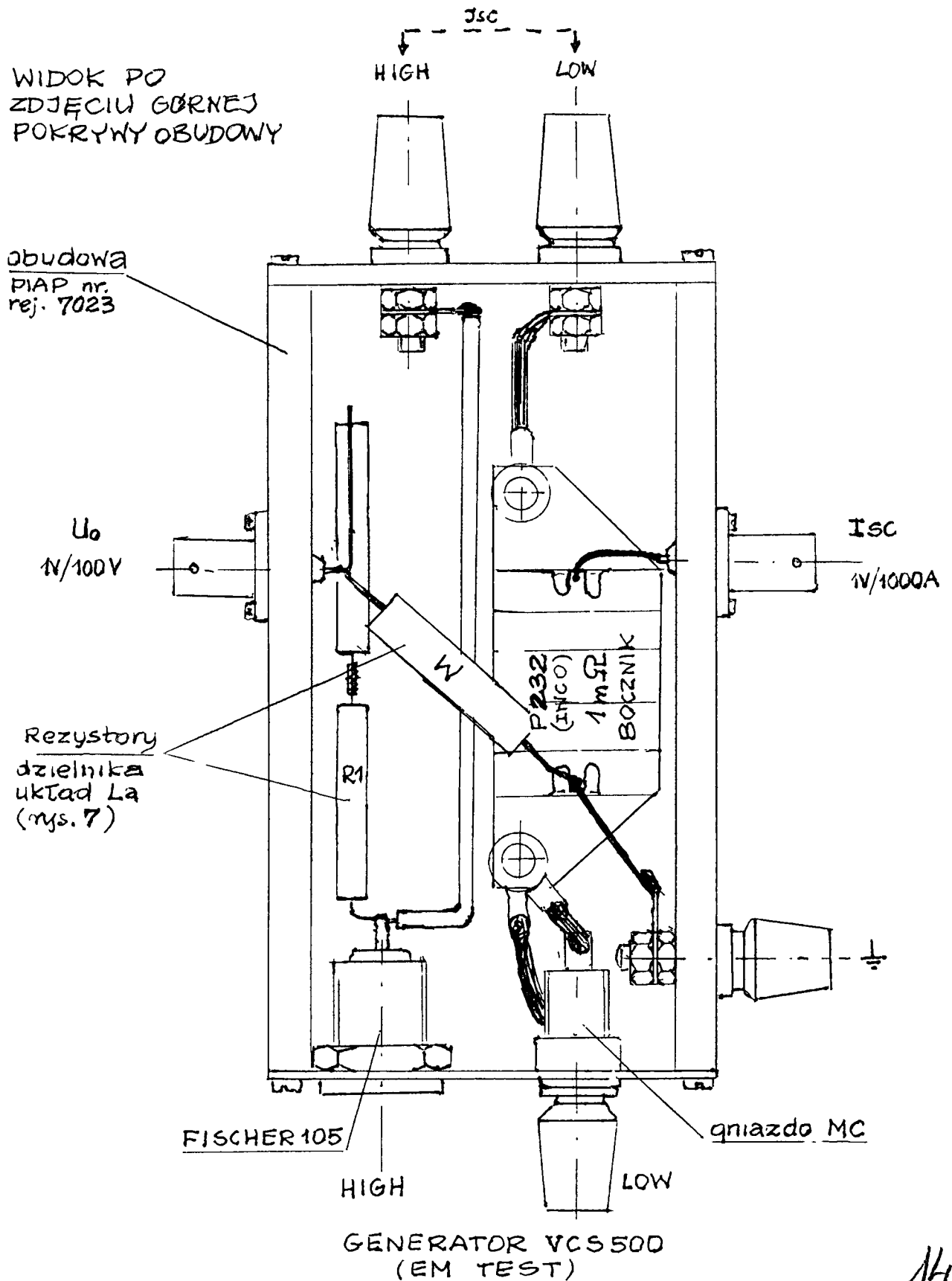
LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 16
DR 02'07		Stron 19

Rys.4. Wózek z układem symulacji dynamicznych zmian napięcia w obwodach jednofazowych prądu przemiennego



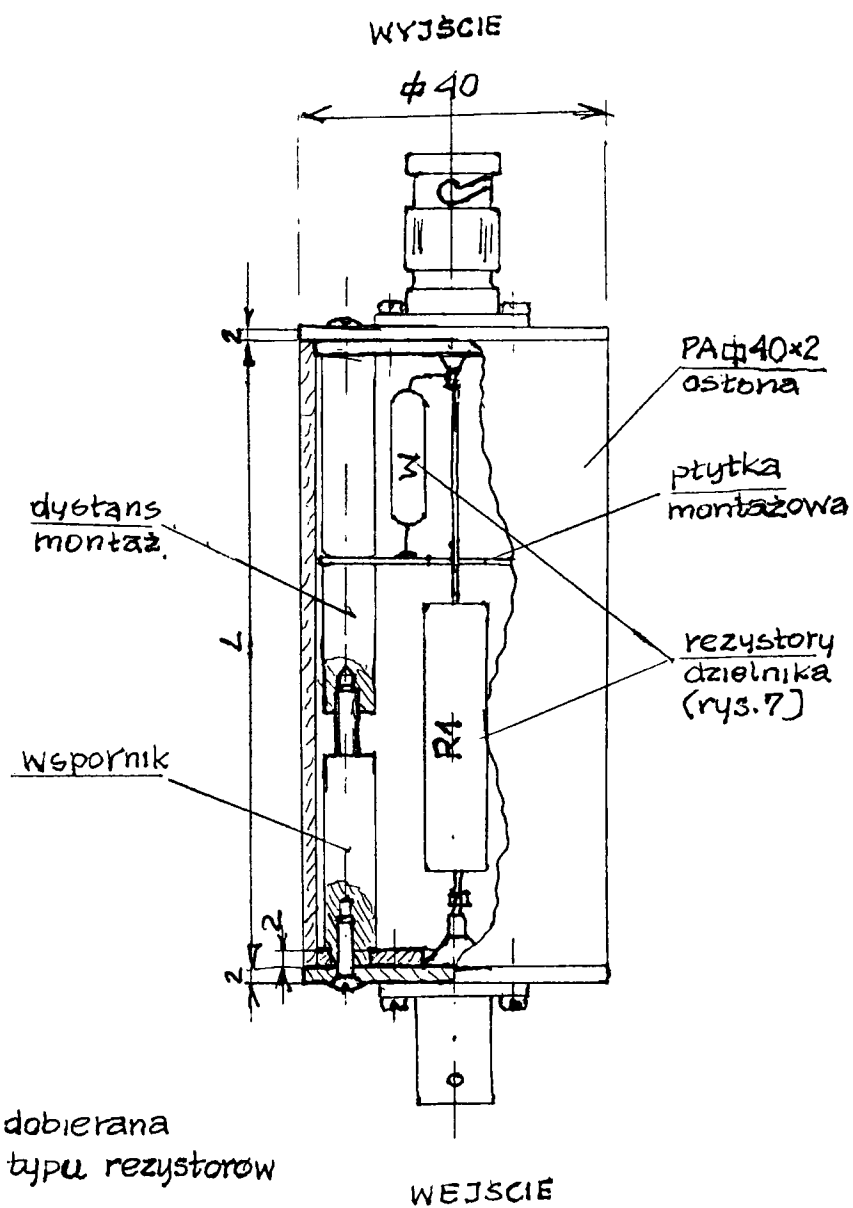
LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg. zlec. S1450	Data 1994.12.15
DR 1994		Strona 17
DR 02'07		Stron 19

Rys. 5. Układ CNI



LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 18
DR 02'07		Stron 19

Rys.6. Konstrukcja obudowy dla dzielników napięcia



LABBASE	PIAP-LAB	Wydanie 1.01
DIARAP	Sprawozdanie z prac wg.	Data 1994.12.15
DR 1994	zlec. S1450	Strona 19
DR 02'07		Stron 19

Rys. 7. Zestawienie obliczeń dzielników pomiarowych napięcia

Dzielniki

Układ	Z1 > Z2	Z1 = Z2 = Z	Z1 = Z2 = 50 Ω		Z1 = 10 kΩ		Z2 = 50 Ω		Z1 = Z2 = 50 Ω	
			200 Ω	40 Ω	200 Ω	40 Ω	200 Ω	40 Ω	200 Ω	40 Ω
	$R1 = \frac{Z1}{\operatorname{tg} \alpha} - W$ $R2 = \frac{Z2}{\operatorname{tg} \alpha} - W$ $W = \frac{\sqrt{Z1 Z2}}{\operatorname{sm} \alpha}$	$R = \frac{Z}{\operatorname{tg} \alpha}$ $W = \frac{Z}{\operatorname{sm} \alpha}$	40,82	49,00	49,90	—	9987,8	9998,59	16,6	33,34
			10,13	1,005	0,007	—	35,8	4,858	67,02	20,82
	$R1 = Z1 \frac{W \operatorname{tg} \alpha}{W - Z1 \operatorname{tg} \alpha}$ $R2 = Z2 \frac{W \operatorname{tg} \alpha}{W - Z2 \operatorname{tg} \alpha}$ $W = \sqrt{Z1 Z2} \frac{\operatorname{sm} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha}$	$R = \frac{Z}{\operatorname{tg} \alpha}$ $W = \frac{Z}{\operatorname{sm} \alpha}$	61,14	51,02	50,10	—	19969,18	10293,4	150,63	14,98
			246,85	2,9886	26876,8	—	50,06	50,007	37,30	100,073
	$R1 = Z1 (1 - \epsilon^2) \sqrt{\frac{Z2}{Z1}}$ $W = \frac{\sqrt{Z1 Z2}}{\epsilon \sqrt{1 - \epsilon^2}}$	$R1 = Z1 (1 - \epsilon^2)$ $W = \frac{Z}{\epsilon \sqrt{1 - \epsilon^2}}$	44,99	49,497	49,9196	—	9992,9	999912	2,992	40,005
			55,72	0,5077	0,09044	—	8,29	0,7229	80,32	12,9072

AINP-ARB5-0115