

**INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI**

**REFERATY  
PROBLEMOWE**

Zeszyt 71

Maria Jolanta Trzaskowska

KALIBRATOR POZIOMU DŹWIĘKU TYPU 815 IŁ



Warszawa 1986

621.395.665

WARSZAWA  
BIBLIOTEKA  
UL. POLSKA 5  
00-977

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Na prawach rękopisu

REFERATY PROBLEMOWE

Zeszyt 71

Maria Jolanta Trzaskowska

KALIBRATOR POZIOMU DZWIĘKU TYPU 815 IL

Warszawa 1986

S-9624

BIBLIOTEKA  
Instytutu Łączności  
Nr 5-9624

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sońta, mgr inż. Andrzej Stagrowski  
mgr inż. Krystyna Frączek

Opracowała:

mgr inż. Maria Jolanta Trzaskowska  
Zakład Elektroakustyki /Z-9/

Instytut Łączności

04-894 Warszawa, ul. Szachowa 1, tel. 128-325 lub 323

Praca 5/9-05

Opiniował: dr inż. Stanisław Sońta

Maszynopis dostarczono dnia 1986.04.07

Artykuł przedstawia kalibrator poziomu dźwięku typu 815 IŁ opracowany i wykonany w Instytucie Łączności w Warszawie. Akustyczne urządzenie kalibrujące typu 815 IŁ służy do skalowania wzorca telefonometrycznego, spełniającego aktualne zalecenia CCITT /Zielona Księga tom V, zalecenie P.42/ i Warunków Technicznych RWPG. Kalibrator może być szeroko stosowany do kalibracji aparatury elektroakustycznej. Artykuł zawiera opis konstrukcji, wyniki pomiarów i zastosowanie kalibratora poziomu dźwięku typu 815 IŁ.

Redaktor: mgr K. Juszkiewicz

Montaż tekstu: E. Czerwińska

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności  
w Warszawie, ul. Szachowa 1 dnia 1986.05.02.  
Nakład 70 egz.

Maria Jolanta Trzaskowska

KALIBRATOR POZIOMU DŹWIĘKU TYPU 815 IL

S P I S T R E Ś C I

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Opis konstrukcji kalibratora poziomego dźwięku typu 815 IL	2
2.1. Przetwornik elektroakustyczny	2
2.2. Generator akustyczny	3
2.3. Układ zasilający	6
3. Wyniki pomiarów	6
3.1. Zbadanie zasadniczych parametrów elektro- akustycznych i elektrycznych kalibratora	6
3.2. Zbadanie wpływu zmian napięcia zasilającego na parametry kalibratora	8
3.3. Zbadanie wpływu temperatury na parametry kalibratora	8
3.4. Badania wytrzymałości na wpływy klimatyczne	10
3.4.1. Zbadanie wytrzymałości na suche gorąco	10
3.4.2. Zbadanie wytrzymałości na zimno	10
3.4.3. Zbadanie wytrzymałości na wilgotne gorąco cyklicznie	10
3.5. Wnioski	11
4. Zastosowanie	12
5. Zakończenie	13
Wykaz literatury	14

Maria Jolanta Trzaskowska

## KALIBRATOR POZIOMU DŹWIĘKU TYPU 815 IŁ

### 1. WPROWADZENIE

Kalibrator poziomu dźwięku typu 815 IŁ jest lekkim, przenośnym urządzeniem elektroakustycznym, stanowiącym źródło dźwięku o stałym poziomie ciśnienia akustycznego i określonej częstotliwości. Akustyczne urządzenie kalibrujące typu 815 IŁ służy do skalowania, opracowanego i wykonanego w Instytucie Łączności w Warszawie, wzorca telefonometrycznego, spełniającego aktualne zalecenia CCITT /Zielona Księga tom V, zalecenie P.42/ oraz Wymagań Technicznych RWP. Przede wszystkim jednak kalibrator poziomu dźwięku jest szeroko stosowany do kalibracji aparatury do pomiarów elektroakustycznych, w której wyposażeniu znajduje się mikrofon.

Kalibrator poziomu dźwięku typu 815 IŁ może współpracować z mikrofonami pojemnościowymi produkcji polskiej typu MCO 52 o średnicy 21 mm i z 1-calowym mikrofonem firmy Bruel & Kjaer typu 4144.

Dzięki zastosowaniu różnych wykonania adaptera kalibratora, w postaci uszczelniającego pierścienia znajdującego się w osi urządzenia, możliwa jest kalibracja aparatury za pośrednictwem mikrofonów o innych średnicach, np. 1/2-calowych i 1/4-calowych.

Akustyczne urządzenie kalibrujące 815 IŁ jest zasilane z baterii /akumulatora/ o napięciu nominalnym 9 V, co ze względów eksploatacyjnych i użytkowych jest wygodnym rozwiązaniem.

Podstawowe parametry kalibratora poziomu dźwięku typu 815 IŁ to:

1. Poziom ciśnienia akustycznego: 94 dB względem ciśnienia

$2 \times 10^{-5} \text{ Pa} / 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ } \mu\text{bar}$  / z dokładnością  $\pm 0,5 \text{ dB}$  w zakresie temperatur  $10^\circ\text{C} \div 40^\circ\text{C}$ .

2. Częstotliwość: 1000 Hz z dokładnością  $\pm 2\%$  w zakresie temperatur  $10^\circ\text{C} \div 40^\circ\text{C}$  oraz w zakresie napięć zasilających  $8 \div 10 \text{ V}$ .
3. Zniekształcenia harmoniczne: mniejsze niż 3%.
4. Czas działania kalibratora: 30 s  $\pm 20\%$ .
5. Napięcie zasilające /zasilanie bateryjne/: 9 V.
6. Ciężar kalibratora: 280 g  $\pm 20\%$ .

## 2. OPIS KONSTRUKCJI KALIBRATORA POZIOMU DŹWIĘKU TYPU 815 IL

Kalibrator poziomu dźwięku typu 815 IL składa się z następujących zasadniczych części /rys. 1 i 2/:

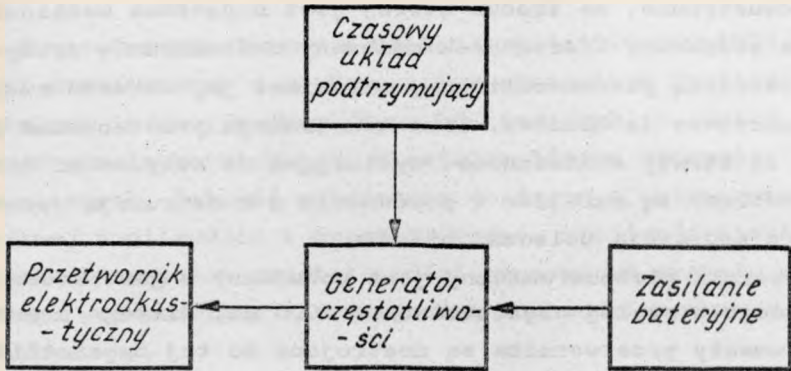
- a/ przetwornika elektroakustycznego,
- b/ generatora akustycznego,
- c/ układu zasilającego,
- d/ obudowy.

Podstawową cechą kalibratora poziomu dźwięku typu 815 IL jest stabilność jego parametrów /poziom ciśnienia akustycznego, częstotliwość, zniekształcenia harmoniczne/ oraz niewrażliwość na zmiany warunków zewnętrznych, w których pracuje urządzenie, tj. ciśnienia atmosferycznego, temperatury otoczenia, wilgotności powietrza.

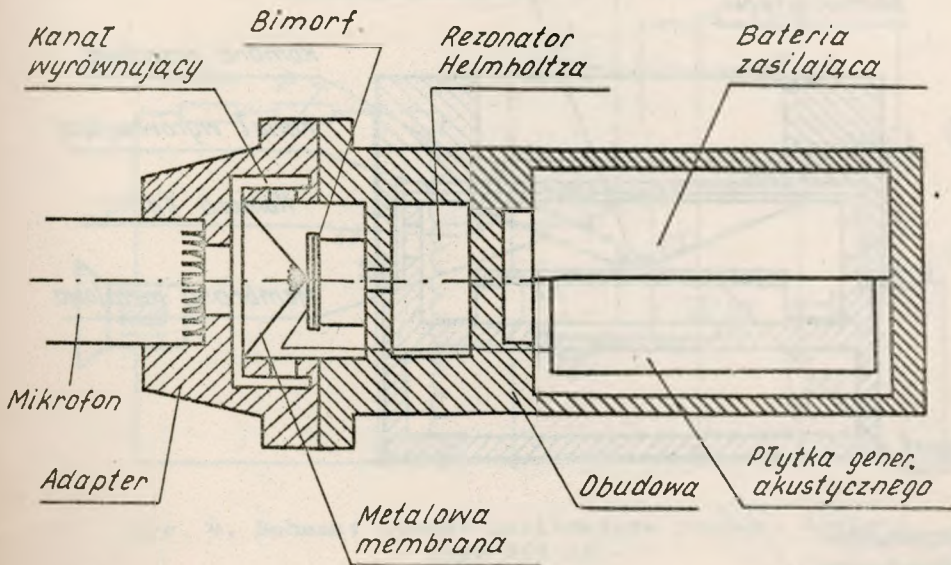
Poniżej podano opisy konstrukcji głównych części urządzenia.

### 2.1. Przetwornik elektroakustyczny

Przetwornik elektroakustyczny kalibratora 815 IL został skonstruowany z zastosowaniem materiału piezoceramicznego - bismorfu. Ze względu na skuteczność elektroakustyczną przetwornika korzystnym rozwiązaniem okazało się zastosowanie



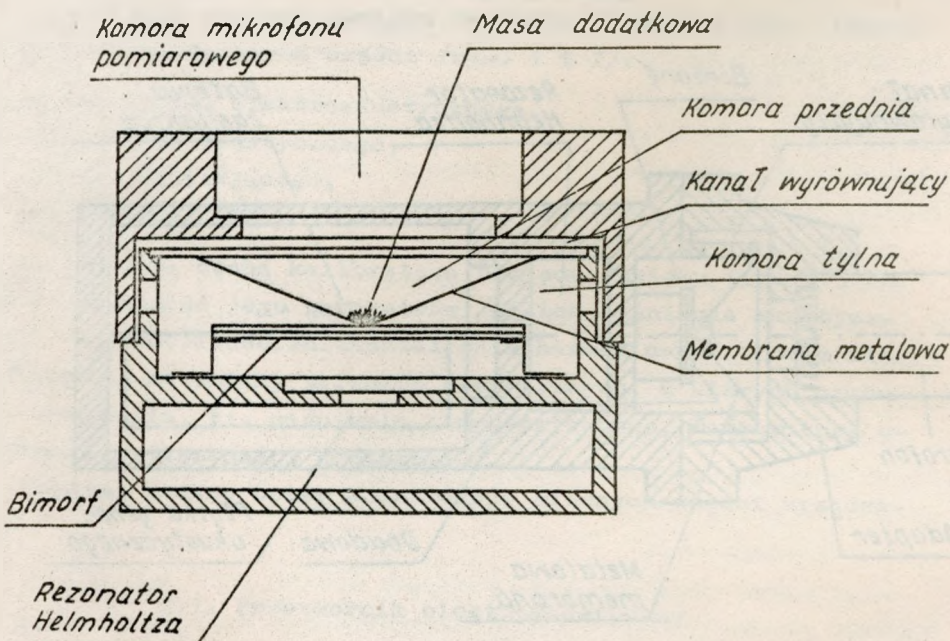
Rys. 1. Schemat blokowy kalibratora poziomu dźwięku typu 815 IL



Rys. 2. Konstrukcja kalibratora 815 IL

elementu piezoceramicznego w postaci beleczki swobodnie podpartej dwustronne, ze środka której jest napędzana metalowa membrana stożkowa. Wierzchołek membrany mechanicznie sprzężono z beleczką piezoceramiczną, natomiast jej obrzeże sztywno przymocowano do obudowy. Taka konstrukcja przetwornika powoduje, że straty skuteczności wynikające ze sztywności brzegowej membrany są mniejsze w porównaniu z konstrukcją jednostronnego podparcia beleczki bimorfu.

Przetwornik piezoceramiczny jest pobudzany z generatora akustycznego o stałej częstotliwości 1000 Hz, dlatego poszczególne elementy przetwornika są dostrojone do tej częstotliwości, tzn. wymagane są rezonanse elementu giętego membrany oraz komory Helmholtza, znajdującej się pod membraną /rys. 3/.

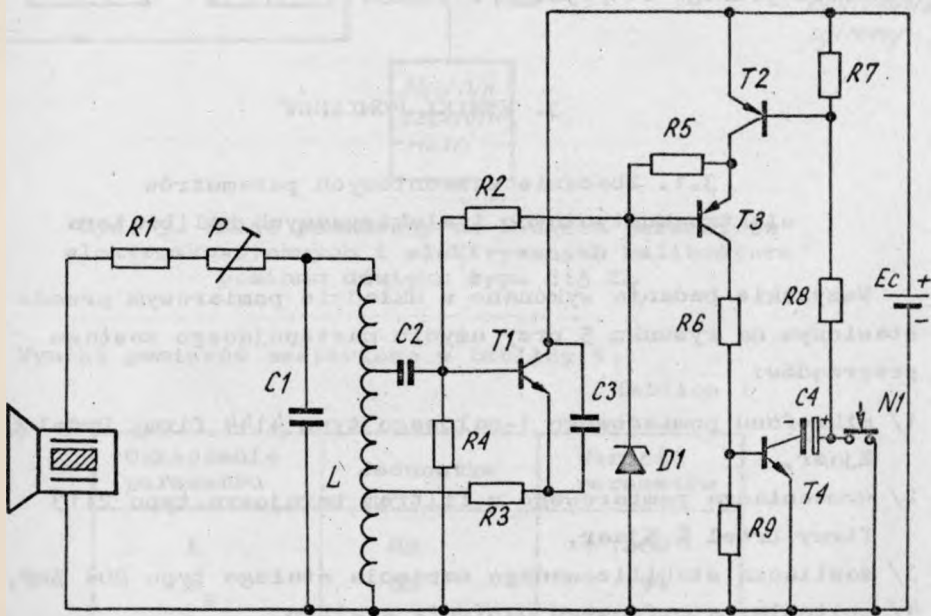


Rys. 3. Konstrukcja przetwornika elektroakustycznego kalibratora poziomego dźwięku typu 815 IL



## 2.2. Generator akustyczny

Generator akustyczny o stałej częstotliwości 1000 Hz został zrealizowany z zastosowaniem generatora Hartley'a z dzieloną indukcyjnością /typu LC/-por. rys. 4. Układ ten cechuje prosta konstrukcja, niewielka liczba elementów elektronicznych, łatwość pobudzenia do drgań elektrycznych o pożądanej amplitudzie i częstotliwości, możliwość niewielkiej korekcyjności wartości częstotliwości generatora sygnału elektrycznego przez zmianę indukcyjności w obwodzie rezonansowym LC /rys. 4/.



Rys. 4. Schemat ideowy kalibratora poziomu dźwięku typu 815 IL

Niewrażliwość generatora /stabilność amplitudy i częstotliwości/ na zmiany wartości napięcia zasilającego, zjawiska cieplne /wewnętrzne i zewnętrzne/ oraz wpływy klimatyczne zapewniają elementy i układy stabilizacyjne.

### 2.3. Układ zasilający

Kalibrator poziomu dźwięku typu 815 IL jest zasilany z baterii o napięciu nominalnym 9 V. Uwzględniając niewielki pobór prądu zasilającego w czasie aktywnej pracy kalibratora /około 3 mA/ okres użytkowania baterii będzie dostatecznie długi.

Dla ułatwienia obsługi kalibratora poziomu dźwięku zastosowano czasowy układ podtrzymujący, ograniczający czas jego aktywnej pracy do około 30 s. Regulację czasu działania generatora uzyskuje się przez zmianę wartości kondensatora elektrolitycznego C<sup>4</sup> /rys. 4/.

## 3. WYNIKI POMIARÓW

### 3.1. Zbadanie zasadniczych parametrów elektroakustycznych i elektrycznych kalibratora

Wszystkie badania wykonano w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku 5 przy użyciu następującego zestawu przyrządów:

- 1/ mikrofonu pomiarowego 1-ohmowego typu 4144 firmy Brüel & Kjaer,
- 2/ wzmacniacza pomiarowego z filtrem terejowym typu 2113 firmy Brüel & Kjaer,
- 3/ zasilacza stabilizowanego napięcia stałego typu 204 ZRP,
- 4/ woltomierza cyfrowego napięcia stałego,
- 5/ miliamperomierza,
- 6/ miernika częstotliwości,
- 7/ stopera,
- 8/ termometru laboratoryjnego.

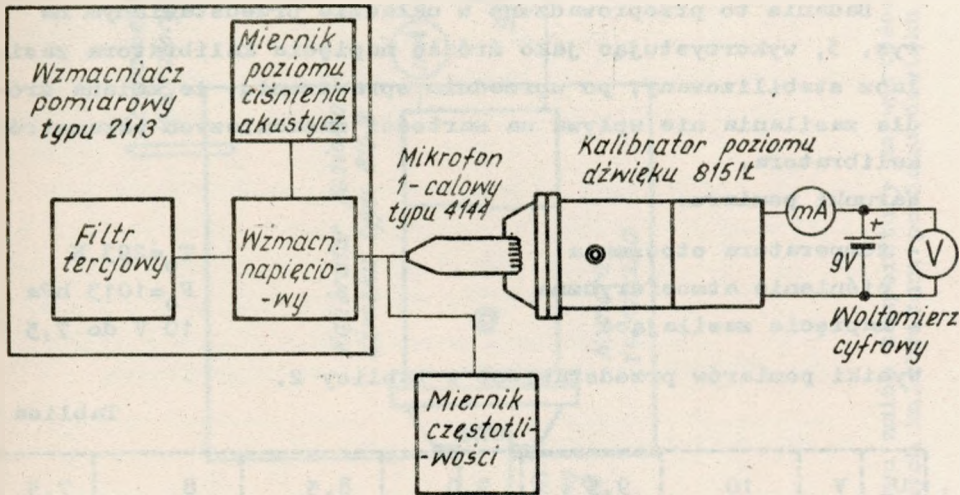
Warunki pomiaru:

- temperatura otoczenia
- ciśnienie atmosferyczne

$$T_0 = 293 \text{ K,}$$

$$P_0 = 1030 \text{ hPa,}$$

- wilgotność 80%
- napięcie zasilające /baterii/ 9 V +10%



Rys. 5. Układ pomiarowy do badania parametrów elektroakustycznych i elektrycznych kalibratora poziomu dźwięku typu 8151 IL

Wyniki pomiarów zestawiono w tabelicy 1.

Tabela 1

Oznaczenie parametru	Jednostka	Wartość parametru
f	Hz	1000
$L_p$	dB	94
$h_2$	%	2,7
$h_3$	%	0,17
$I_p$	mA	3,5
t	s	30

### 3.2. Zbadanie wpływu zmian napięcia zasilającego na parametry kalibratora

Badanie to przeprowadzono w układzie przedstawionym na rys. 5, wykorzystując jako źródło napięcia kalibratora zasilacz stabilizowany, po uprzednim sprawdzeniu, że zmiana źródła zasilania nie wpływa na wartości zasadniczych parametrów kalibratora.

Warunki pomiaru:

- temperatura otoczenia  $T_o = 293 \text{ K}$
- ciśnienie atmosferyczne  $P_o = 1013 \text{ hPa}$
- napięcie zasilające  $10 \text{ V do } 7,5 \text{ V}$

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 2.

Tablica 2

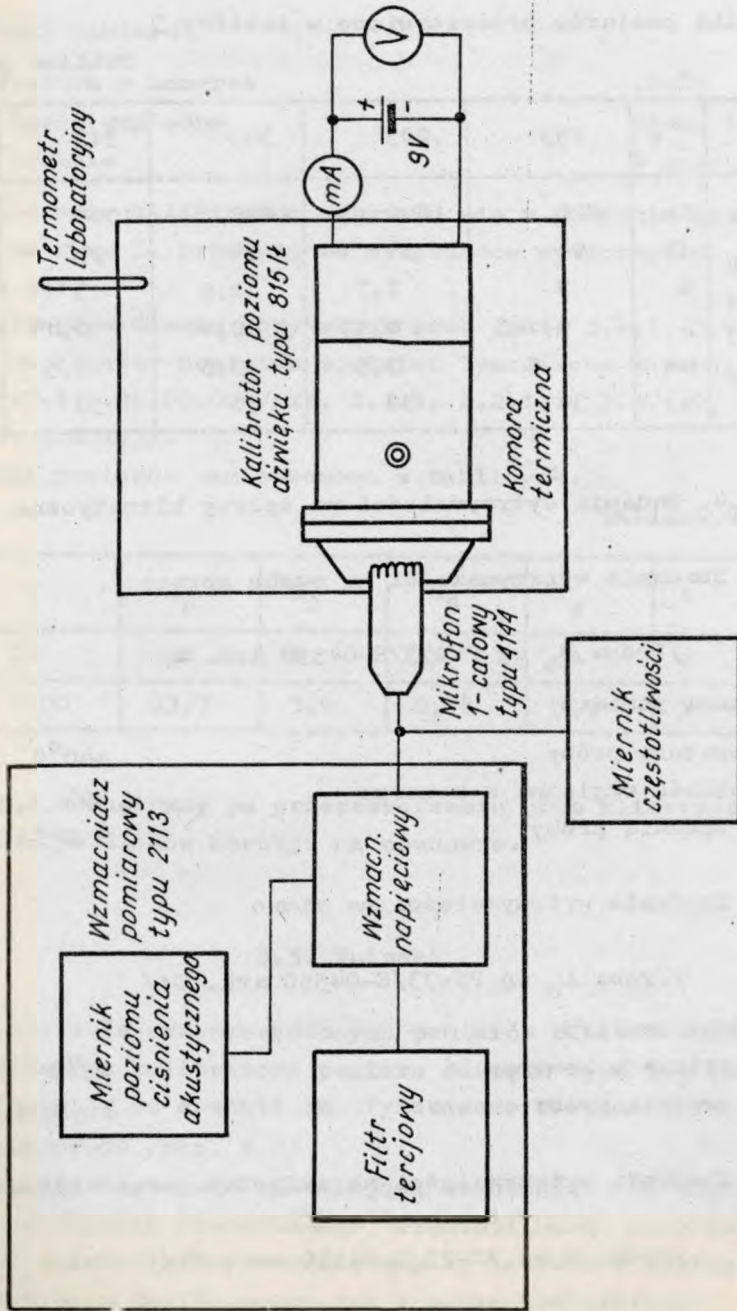
$U_z$	V	10	9,5	9,0	8,5	8	7,5
f	Hz	1000	1000	1000	1000	1000	1000
L	dB	94,4	94,2	94	93,7	93,6	93
$h_2$	%	2,78	2,75	2,7	2,75	2,63	2,6
$h_3$	%	0,19	0,18	0,17	0,16	0,155	0,15
$I_p$	mA	3,8	3,6	3,5	3,3	3,1	3,0
t	s	36	30	30	24	24	22

### 3.3. Zbadanie wpływu temperatury na parametry kalibratora

Badanie to przeprowadzono w układzie przedstawionym na rys. 6.

Warunki pomiaru:

- temperatura od  $283 \text{ K}$  do  $313 \text{ K}$
- ciśnienie atmosferyczne  $P_o = 1030 \text{ hPa}$
- napięcie zasilające  $U_z = 9 \text{ V}$



Fys. 6. Układ pomiarowy do zbadania wpływu zmian temperatury na wartości zasadniczych parametrów elektroakustycznych kalibratora poziomu dźwięku typu 815 IŁ.

Wyniki pomiarów przedstawiono w tablicy 3

Tablica 3

T	°C	283	293	303	313
f	Hz	1000	1000	1000	1000
$L_p$	dB	94	94	94	94
$h_2$	%	3	2,7	2,9	3
$h_3$	%	0,165	0,17	0,16	0,14
$I_p$	mA	3,5	3,5	3,5	3,5
t	s	30	30	30	30

#### 3.4. Badania wytrzymałości na wpływy klimatyczne

##### 3.4.1. Zbadanie wytrzymałości na suche gorąco

/Próba  $B_p$  wg PN-73/E-04550 ark. 2/

Warunki pomiaru:

- temperatura próby +40°C
- wilgotność względna w komorze 40%
- czas trwania próby 4 godziny

##### 3.4.2. Zbadanie wytrzymałości na zimno

/Próba  $A_p$  wg PN-73/E-04550 ark. 01/

Warunki pomiaru:

- temperatura w komorze 25°C
- czas trwania próby 4 godziny

##### 3.4.3. Zbadanie wytrzymałości na wilgotne gorąco cyklicznie

/Próba D wg PN-73/E-04550 ark. 04/

## Warunki pomiaru:

- temperatura w komorze +40°C
- wilgotność względna 95 do 100%
- czas trwania 4 godziny

Sprawdzenie kalibratora odbywało się w układzie przedstawionym na rys. 5, przy użyciu przyrządów wyszczególnionych w punkcie 3.1.

Po przeprowadzeniu powyższych prób /pkt. 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3/ kalibrator powinien spełniać Tymczasowe Warunki Techniczne WT-815.00.00.00 /pkt. 2.1.1, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.2.1.3, 2.2.1.6, 2.2.1,7/.

Wyniki pomiarów zamieszczono w tabelicy 4.

Tabela 4

f	L <sub>p</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	I <sub>p</sub>	t
Hz	dB	%	%	mA	s
1000	93,7	3,0	0,14	3,5	30

Wygląd zewnętrzny po przeprowadzeniu prób klimatycznych nie wykazuje śladów korozji na obudowie.

## 3.5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów elektroakustycznych prototypu kalibratora pomiaru dźwięku typu 815 IL stwierdza się, że spełnia on Tymczasowe Warunki Techniczne WT 815.00.00.00 /pkt. 2.2/.

Kalibrator wykazuje zadowalającą stabilność pod względem poziomu ośnienia akustycznego, częstotliwości generowanego sygnału, zniekształceń harmonicznych, zarówno w zakresie zmian napięcia zasilającego jak i zmian temperatury.

Kalibrator po próbach klimatycznych nie zmienił wartości

zasadniczych parametrów, a tym samym spełnił Wymagania Techniczne WF 815.00.00.00. Po przeprowadzonych badaniach akustyczne urządzenie kalibrujące oceniono pozytywnie, zarówno pod względem zadowalających wyników pomiarowych zasadniczych parametrów elektroakustycznych, jak i jego walorów użytkowych oraz eksploatacyjnych.

#### 4. ZASTOSOWANIE

Wszelkie pomiary elektroakustyczne przetworników i urządzeń elektroakustycznych, przeprowadzane w odpowiednich warunkach, tj. komora bezgłosowa, przestrzeń otwarta, pomieszczenia o dużym rozproszeniu, wymagają znajomości wartości ciśnienia akustycznego w danym punkcie pola akustycznego. Najprostszym sposobem określenia ciśnienia jest umieszczenie w punkcie pomiarowym pola mikrofonu o znanej i stałej skuteczności bezwzględnej w funkcji częstotliwości. Bezwzględna skuteczność mikrofonu wyrażona jest wzorem

$$S = \frac{U}{p} \left[ \frac{V}{Pa} \right]$$

Znając skuteczność  $S$  mikrofonu i napięcie  $U$  otrzymuje się drogą pośrednią wartość ciśnienia akustycznego  $p$ .

W przypadku stosowania mikrofonów o nieznannej skuteczności w całym mierzonym zakresie częstotliwości konieczne jest jego wysochowanie.

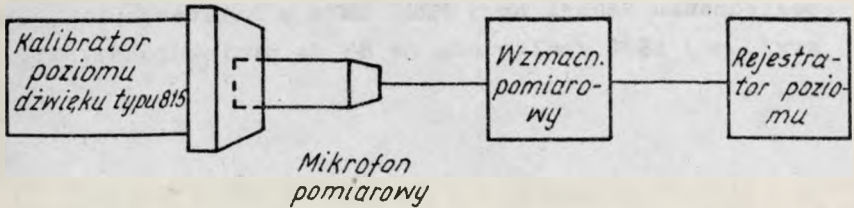
Obecnie znanych jest i stosowanych kilka metod kalibracji mikrofonów:

- 1/ metody ciśnieniowe /pistonfon, termofon, kalibrator poziomu dźwięku/,
- 2/ metoda elektrostatyczna w odniesieniu do mikrofonów pojemnościowych,
- 3/ klasyczna metoda pomiaru prędkości akustycznej  $V_a$  za pomocą krążka Rayleigha,
- 4/ metoda oparta na zasadzie wzajemności.



Kalibrator poziomu dźwięku typu 815 IŁ jest wzorcem ciśnienia akustycznego o stałym poziomie i częstotliwości i stosuje się go do skalowania mikrofonów metodą ciśnieniową.

Na rysunku 7 przedstawiono przykład zastosowania kalibratora do skalowania mikrofonu pomiarowego.



Rys. 7. Zastosowanie kalibratora typu 815 IŁ

## 5. ZAKOŃCZENIE

Kalibrator poziomu dźwięku typu 815 IŁ jest wygodnym, lekkim, przenośnym urządzeniem, za pomocą którego można łatwo i szybko przeprowadzić kalibrację mikrofonu stosowanego w pomiarach akustycznych. Z tych względów wzorzec ciśnienia akustycznego /kalibrator typu 815 IŁ/ może być stosowany w laboratoriach akustycznych jednostek naukowo-badawczych, zakładach produkcyjnych, wytwarzających urządzenia elektroakustyczne, pracowniach akustycznych przedsiębiorstw państwowych i prywatnych, gdzie wymagane jest przed przystąpieniem do pomiarów akustycznych, każdorazowe wycechowanie aparatury pomiarowej.

Dotychczas, wobec braku krajowych urządzeń tego typu i konieczności importowania ich z drugiego obszaru płatniczego, szczególnie cenna jest inicjatywa produkcji kalibratora poziomu dźwięku typu 815 IŁ, nie odbiegającego parametrami akustycznymi i cechami eksploatacyjnymi od światowych rozwiązań.

BIBLIOTEKA  
Instytutu Łączności  
Nr 5-9624

## WYKAZ LITERATURY

1. Zalecenia CCITT: Zielona Księga, tom V, Zalecenie P.42.
2. Warunki Techniczne na wzorzec telefonometryczny I-rzędu do pomiarów tłumienności odniesienia, zatwierdzone na posiedzeniu Sekcji Nr 1 KREP RWPG w Balatonseplak /Węgry/, maj 1982 /załącznik nr 83 do protokołu 37/82/.

Biblioteka

IX

S-9624