

# LABORATORIUM ELEKTROAKUSTYKI

## ĆWICZENIE NR 4

### Pomiary charakterystyk częstotliwościowych i kierunkowości mikrofonów i głośników

#### Cel ćwiczenia

Ćwiczenie składa się z dwóch części. Celem pierwszej części ćwiczenia jest zapoznanie się z metodyką pomiaru charakterystyk częstotliwościowych i kierunkowości głośników oraz realizacja tych parametrów.

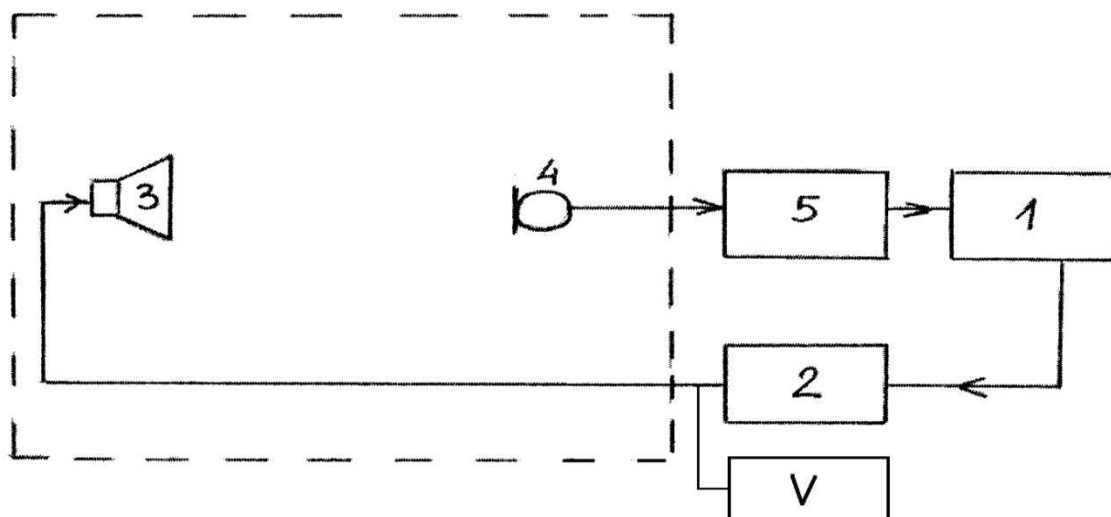
Celem drugiej części ćwiczenia jest poznanie podstawowych właściwości i parametrów mikrofonów o przełączalnych charakterystykach kierunkowości oraz metod pomiarów tych parametrów.

### I. Pomiary charakterystyk głośników

#### 1. Zadania laboratoryjne

##### 1.1. Pomiary częstotliwościowej charakterystyki odtwarzania

- Należy określić zależność poziomu ciśnienia akustycznego w funkcji częstotliwości zestawu głośnikowego mierzonego na osi odniesienia w warunkach pola swobodnego. Pomiary należy przeprowadzić w układzie jak na rys. 1. Pomiary wykonuje się w komorze bezchowej korzystając z programu Rejestrator poziomu (na pulpicie komputera nazwany jest jako „Poziom”).
- Przed rozpoczęciem pomiarów należy dokonać wzorcowania toru mikrofonu pomiarowego za pomocą pistonfonu lub kalibratora elektroakustycznego. Mikrofon powinien być umieszczony na osi odniesienia zestawu głośnikowego w odległości 1 m; moc wejściowa 1 W.



**Rys. 1. Układ do pomiaru częstotliwościowej charakterystyki odtwarzania zestawu głośnikowego:**

1 – komputer PC, 2 – wzmacniacz mocy typ LV101 RFT, 3 – badany zestaw głośnikowy, 4 – mikrofon pomiarowy, 5 - miernik poziomu ciśnienia akustycznego typ PSI 202, RFT, V – woltomierz.

Korzystając ze zmierzonej charakterystyki należy wyznaczyć:

- użyteczny zakres częstotliwości badanego zestawu głośnikowego (zakres częstotliwości, w którym częstotliwościowa charakterystyka odtwarzania nie spada więcej niż o 10 dB względem uśrednionego poziomu ciśnienia akustycznego w paśmie o szerokości jednej oktawy, leżącym w zakresie najwyższej czułości).
- efektywność zestawu głośnikowego dla częstotliwości 1 kHz (wartość poziomu ciśnienia akustycznego mierzonego na osi odniesienia zestawu głośnikowego w odległości 1 m przy mocy wejściowej 1 W).

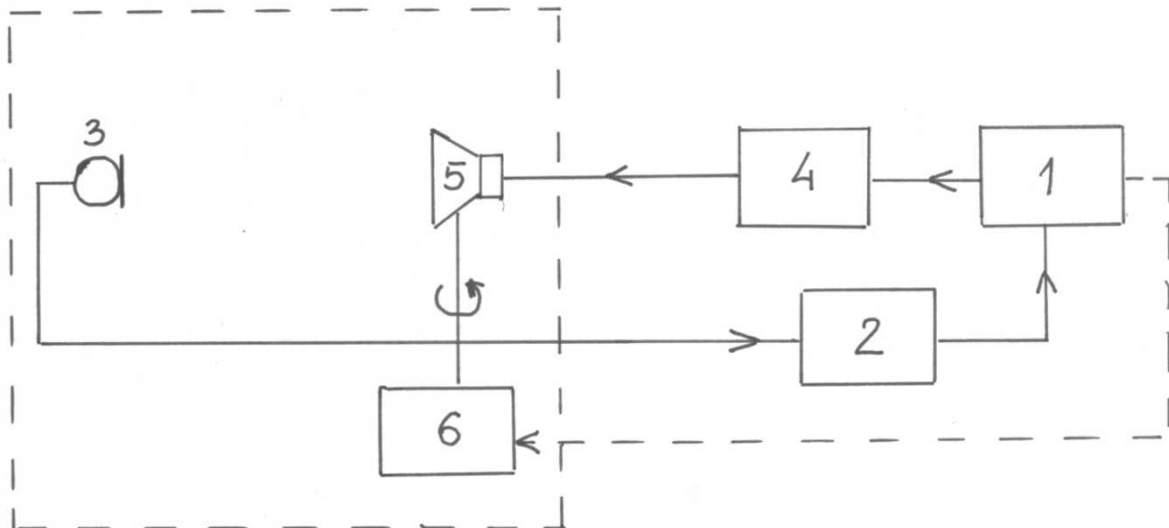
## 1.2. Pomiary charakterystyki kierunkowości zestawu głośnikowego

Pomiary charakterystyk kierunkowości zestawu głośnikowego należy przeprowadzić w układzie pomiarowym jak na rys. 2, dla częstotliwości: 250 Hz, 1 kHz i 4 kHz. Celem eliminacji ewentualnych zakłóceń w torze odbiorczym należy włączać filtr oktaowy o częstotliwości środkowej równej częstotliwości podawanej na głośnik. Do pomiarów wykorzystuje się program CHAK. Należy zapoznać się z jego instrukcją.

*Uwaga: 1<sup>o</sup> Pomiary charakterystyk kierunkowości zestawu głośnikowego należy wykonać w zakresie kątów 0<sup>o</sup> - 180<sup>o</sup>. Po wykonanym pomiarze dla danej częstotliwości należy uaktywnić powrót stolik do pozycji 0<sup>o</sup> za pomocą polecenia RESET w panelu sterowania stolikiem.*

*2<sup>o</sup> Zakładamy, że charakterystyka kierunkowości badanego zestawu głośnikowego jest symetryczna względem osi przechodzącej przez punkty 0<sup>o</sup> i 180<sup>o</sup>.*

Korzystając ze zmierzonych charakterystyk należy określić kąt promieniowania zestawu głośnikowego (kąt mierzony względem osi odniesienia, przy którym poziom ciśnienia akustycznego mierzony w ustalonej odległości pomiarowej w obrębie tego kąta zmniejsza się mniej niż o 10 dB w porównaniu do ciśnienia akustycznego na osi odniesienia).



**Rys. 2. Układ do pomiaru charakterystyk kierunkowości zestawu głośnikowego:**

1 – komputer PC, 2 – miernik poziomu ciśnienia akustycznego typ PSI 202 + filtr oktaowy OF 101, RFT, 3 – mikrofon pomiarowy, 4 – wzmacniacz mocy typ LV101 RFT, 5 – badany zestaw głośnikowy, 6 – stolik obrotowy B&K.

## II. Mikrofony o przełączalnych charakterystykach kierunkowości

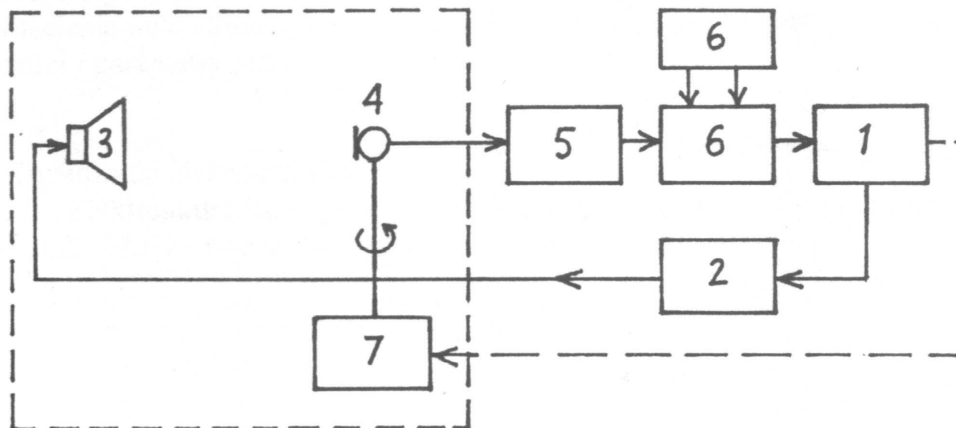
### 2. Zadania laboratoryjne

#### 2.1. Pomiary charakterystyk kierunkowości mikrofonu:

- jednokierunkowego,
- dwukierunkowego,
- wszechkierunkowego.

Pomiary charakterystyk kierunkowości mikrofonu, w zakresie kątów  $0^{\circ} - 360^{\circ}$ , należy przeprowadzić w układzie pomiarowym jak na rys. 3, dla dwóch częstotliwości: 250 Hz lub 500 Hz i 2 kHz lub 4 kHz. Celem eliminacji ewentualnych zakłóceń w torze odbiorczym należy włączać filtr oktawowy o częstotliwości środkowej równej częstotliwości podawanej na głośnik.

Do pomiarów wykorzystuje się program CHAK. Należy zapoznać się z jego instrukcją. Pomiary wykonuje się w polu swobodnym, w komorze bezdechowej.



**Rys. 3. Układ do pomiaru charakterystyk kierunkowości mikrofonu:**

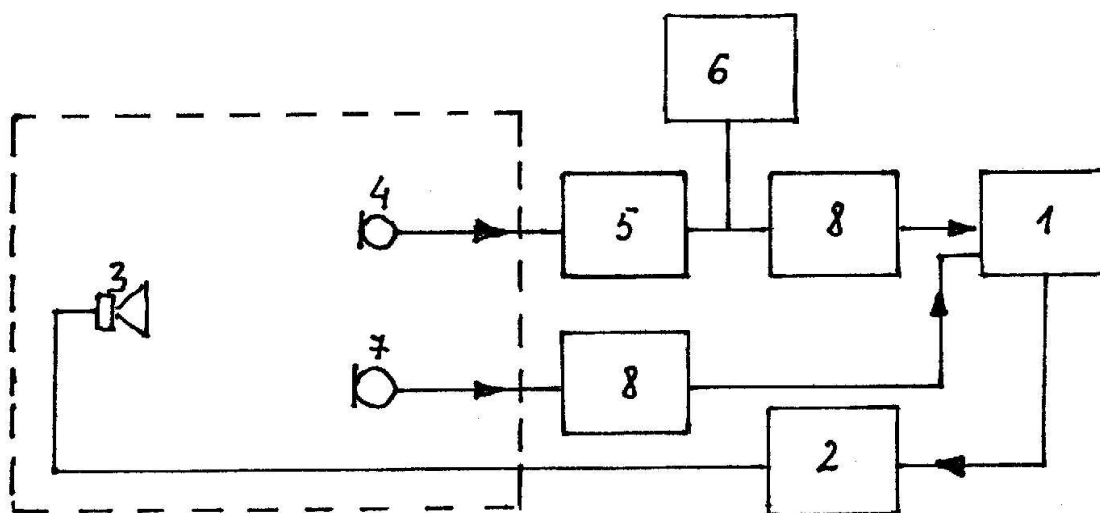
1 – komputer PC, 2 – wzmacniacz mocy typ LV101 RFT, 3 – źródło dźwięku, 4 – badany mikrofon „Neumann” typ UM 57 + zasilacz typ UN 61, 5 - wzmacniacz napięciowy typ M60T, 6 – miernik poziomu ciśnienia akustycznego typ PSI 202 + filtr oktawowy OF 101, RFT, 7 – stolik obrotowy.

Korzystając ze zmierzonych charakterystyk należy:

- wyznaczyć wskaźniki skuteczności badanego mikrofonu front – tył ( $0^{\circ} - 180^{\circ}$ ) wyrażone w dB;
- określić kąty dla których występuje minimum skuteczności badanego mikrofonu dla określonej charakterystyki kierunkowości;
- określić zakresy kątowe, dla których skuteczność w stosunku do skuteczności na osi odniesienia ( $0^{\circ}$ ) nie maleje więcej niż 6 dB;
- porównać otrzymane wyniki z wynikami teoretycznymi.

## 2.2. Pomiary częstotliwościowych charakterystyk skuteczności mikrofonu

Pomiary należy przeprowadzić w układzie jak na rys. 4, dla wszystkich typów charakterystyk kierunkowości mikrofonu i dla prostopadłego padania fali akustycznej ( $0^0$ ). Przed rozpoczęciem pomiarów należy dokonać wzorcowania toru mikrofonu odniesienia za pomocą pistonfonu lub kalibratora elektroakustycznego. Pomiary wykonuje się w komorze bezchowej korzystając z programu Rejestrator poziomy (na pulpicie komputera nazwany jest jako „Poziom”).



**Rys. 4. Układ do pomiaru częstotliwościowych charakterystyk skuteczności mikrofonu:**

1 – komputer PC, 2 – wzmacniacz mocy typ LV101 RFT, 3 – źródło dźwięku, 4 – badany mikrofon „Neumann” typ UM 57 + zasilacz typ UN 61, 5 - wzmacniacz napięciowy typ M60T, 6 – woltomierz, 7 - mikrofon odniesienia, 8 - miernik poziomu ciśnienia akustycznego typ PSI 202, RFT.

## 2.3. Wyznaczenie skuteczności mikrofonu

Skuteczność mikrofonu, to stosunek napięcia na zaciskach mikrofonu do ciśnienia akustycznego działającego na mikrofon.

Pomiary skuteczności należy przeprowadzić w układzie jak na rys. 4, dla wszystkich typów charakterystyk kierunkowości mikrofonu, dla częstotliwości 1000 Hz i dla prostopadłego padania fali akustycznej.

- Wytworzyć w miejscu umieszczenia badanego mikrofonu określoną wartość poziomu ciśnienia akustycznego, np. 94 dB (1 Pa); Ciśnienie określa się na podstawie pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego w torze z mikrofonem odniesienia. Poziom ciśnienia akustycznego wyraża się zależnością:

$$L_p = 10 \log \left( \frac{p}{p_o} \right)^2 = 20 \log \left( \frac{p}{p_o} \right) \text{ dB}$$

gdzie:  $p$  - wartość skuteczna ciśnienia akustycznego [Pa];

$p_0$  - ciśnienie odniesienia równe  $20 \mu\text{Pa}$  (za wartość ciśnienia odniesienia przyjęto wartość ciśnienia progowego dla tonu o częstotliwości  $1000 \text{ Hz}$ ), zatem poziom ciśnienia odpowiadający ciśnieniu odniesienia jest równy  $0 \text{ dB}$ .

- Odczytać na woltomierzu wartość napięcia na wyjściu toru badanego mikrofonu;
- Obliczyć wartość skuteczności badanego mikrofonu uwzględniając wzmocnienie wzmacniacza napięciowego.

### **3. Zagadnienia do przygotowania**

3.1. Zasada działania mikrofonów o regulowanych charakterystykach kierunkowości.

3.2. Właściwości i parametry mikrofonów.

3.3. Właściwości i parametry głośników

### **Literatura**

[1] Dobrucki A., Elektroakustyka, Wykład

[2] Urbański B., Elektroakustyka w pytaniach i odpowiedziach, WNT W-wa 1984, s. 57-80

[3] Żyszkowski Z., Miernictwo akustyczne, WNT W-wa 1987, s. 182-209

[4] Dobrucki A., Przetworniki elektroakustyczne, WNT W-wa 2007, rozdział 9

[5] PN-EN 60268-4 Urządzenia systemów elektroakustycznych – Część 4: Mikrofony

[6] PN-EN 60268-5 Urządzenia systemów elektroakustycznych – Część 5: Głośniki