

Grzegorz BŁĄD¹, Anna SZLACHTA²¹ POLITECHNIKA RZESZOWSKA, ZAKŁAD SYSTEMÓW ELEKTRONICZNYCH I TELEKOMUNIKACYJNYCH,² POLITECHNIKA RZESZOWSKA, ZAKŁAD METROLOGII I SYSTEMÓW POMIAROWYCH**System do wyznaczania charakterystyki kierunkowości przetworników elektroakustycznych****Dr inż. Grzegorz BŁĄD**

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Rzeszowskiej – specjalność automatyka i metrologia (1994). W 2006 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej elektrotechnika, specjalność układy hybrydowe. Adiunkt w Zakładzie Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych Politechniki Rzeszowskiej. Obszarami zainteresowania są m.in. mikro- i nanotechnologia wytwarzania struktur elektronicznych (MEMS) oraz modelowania w/w urządzeń w aspekcie termicznym.

e-mail: gblad@prz.edu.pl**Dr inż. Anna SZLACHTA**

Absolwentka Wydziału Elektrycznego Politechniki Rzeszowskiej – specjalność aparatura elektroniczna (1995). W 2006 r. uzyskała stopień doktora nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej elektrotechnika, specjalność metrologia elektryczna i elektroniczna. Adiunkt w Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych Politechniki Rzeszowskiej. Zajmuje się zagadnieniami analizy i przetwarzania sygnałów pomiarowych, w szczególności w zakresie pomiarów kąta przesunięcia fazowego sygnałów zakłóconych.

e-mail: annasz@prz.edu.pl**Streszczenie**

W artykule zostało przedstawione opracowanie systemu do pomiaru charakterystyki kierunkowości przetworników elektroakustycznych z wykorzystaniem nowoczesnych metod – mikrokontrolera, oprogramowania, wysokiej klasy urządzeń przetwarzania sygnałów akustycznych. Część praktyczną stanowią: koncepcja oraz realizacja praktyczna stanowiska do pomiaru charakterystyki kierunkowości głośników i mikrofonów. Stanowisko to stanowi system elektroniczny wraz z oprogramowaniem sterującym (środowisko LabView) stolikiem obrotowym oraz całym procesem pomiarowym wraz z wizualizacją wyników.

Słowa kluczowe: elektroakustyka, głośnik, mikrofon, charakterystyka kierunkowości.

Measuring system for determination of directional response pattern of electro-acoustic converters**Abstract**

The idea and practical realisation of a measuring system for directional response pattern determination of electro-acoustic converters are presented in this paper. Such a laboratory stand was realised using the modern methods, that is a microcontroller, software as well as signal converters of high class. It consists of a specially elaborated electronic system with software (made in LabView environment) that controls a rotary table and the whole measuring process (including data visualisation).

Keywords: electroacoustics, loud speaker, microphone, directional response pattern.

1. Wstęp

W ostatnich latach wraz z rozwojem systemów informatycznych, elektroniki powszechnego użytku i coraz większymi wymaganiami stawianymi tym urządzeniom można zaobserwować intensyfikację powstawania specjalistycznego oprogramowania wspierającego procesy pomiarowe. Także w obszarze akustyki i elektroakustyki pojawiły się na rynku profesjonalne programy umożliwiające pomiary i projektowanie (np. ustrojów akustycznych, pomieszczeń – studia, reżyserki itp.). Jednym z takich pakietów pozwalających na obiektowe tworzenie systemów sterujących pomiarowych jest LabVIEW.

Pomiar charakterystyki kierunkowości, która dla głośnika jest zależnością ciśnienia akustycznego wytworzonego przez głośnik od kąta zawartego między osią głośnika a osią mikrofonu pomiarowego, natomiast dla mikrofonu – przedstawia skuteczność mikrofonu w funkcji kąta, pod jakim pada nań fala dźwiękowa, stanowi dość poważny problem. Proces pomiarowy wymaga najczęściej zastosowania komory bezchowej i systemu umożliwiającego sterowanie procesem. Taki system został zaprezentowany w tym artykule.

2. Koncepcja systemu pomiarowego

Pomiar charakterystyki kierunkowości wymaga odpowiednich warunków – tzw. pola swobodnego. Należy przy tym zadbać o odpowiednią izolację przed dźwiękami z zewnątrz oraz zapewnić pochłanianie fal emitowanych przy pomiarach (nieodpuszczalne jest istnienie dźwięków odbitych).

W komorze bezchowej należy zapewnić odizolowanie od zewnętrznych zakłóceń wibroakustycznych [1, 2, 3]. Na rys. 1 zaprezentowano mini-komorę bezchową (znajdującą się w Laboratorium Podstaw Elektroakustyki Zakładu Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych Politechniki Rzeszowskiej).



Rys. 1. Stanowisko do pomiaru charakterystyki kierunkowości przetworników elektroakustycznych (Laboratorium Podstaw Elektroakustyki)

Fig. 1. Measuring stand for determination of directional response pattern of electro acoustic converters

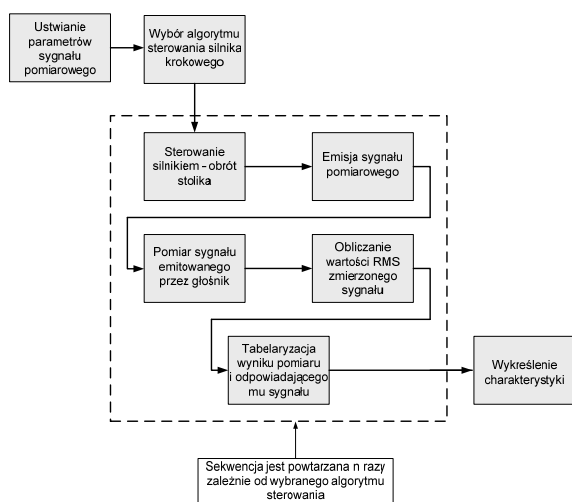
Jest ona zamkniętym pomieszczeniem mającym ściany, podłogi oraz sufit pokryte elementami pochłaniającymi dźwięk. Warunki panujące w komorach bezchowych są zbliżone do warunków panujących w przestrzeni nieograniczonej.

Oprogramowanie służące do pomiaru charakterystyki kierunkowości musi spełniać wiele funkcji – powinno umożliwiać generację sygnału pomiarowego o zadanych przez użytkownika właściwościach; pomiar sygnału akustycznego (wartości skutecznej); wykreślanie zmierzonego sygnału w funkcji kąta zawartego pomiędzy osiami głośnika i mikrofonu we współrzędnych biegunowych. Dla wygody użytkownika program powinien również umożliwiać wysyłanie komend sterujących silnikiem krokowym (ustalenie kroku pomiarowego) poprzez interfejs szeregowy.

Spełnienie tak wielu różnorodnych wymagań umożliwia program LabVIEW (ang. Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) firmy National Instruments. Oprogramowanie to umożliwia tworzenie aplikacji współpracujących z różnorodnymi interfejsami oraz kartami pomiarowymi. Wykorzystując te możliwości opracowano aplikację do sterowania procesem pomiaru charakterystyki kierunkowości przetworników elektroakustycznych.

W opracowanym systemie LabVIEW zostało wykorzystane do generowania sygnałów pomiarowych, sterowania silnika krokowego, pomiaru wartości skutecznej z przetwornika elektroakustycznego oraz do wizualizacji wyników pomiaru w postaci charakterystyki kierunkowości.

Na rysunku 2 przedstawiono blokowy schemat funkcjonalny opracowanej aplikacji do wyznaczania charakterystyki kierunkowości. Sekwencja pomiarowa jest wykonywana wielokrotnie; liczba powtórzeń zależy od kąta obrotu stolika, znajdującego się wewnątrz komory bezchowej.



Rys. 2. Schemat blokowy programu do pomiaru charakterystyki kierunkowości
Fig. 2. Block diagram of software for directional response pattern determination

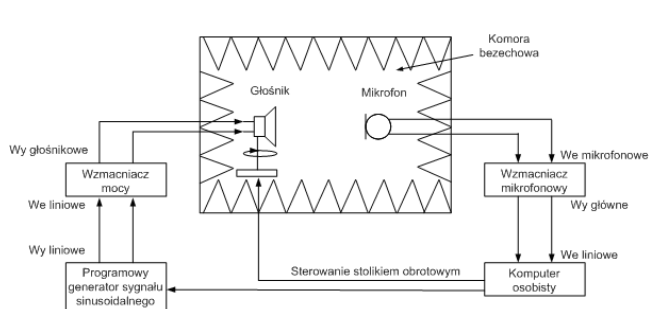
Jako sygnał pomiarowy wybrano sygnał sinusoidalny; aplikacja umożliwia dobór amplitudy oraz częstotliwości sygnału.

Pomiary charakterystyki kierunkowości danego przetwornika należy przeprowadzić dla kilku różnych częstotliwości. Jest to konieczne ze względu na to, że kształt charakterystyki jest silnie zależny od zastosowanej częstotliwości pomiarowej.

3. Pomiary charakterystyki kierunkowości

Pomiary charakterystyki kierunkowości wykonano dla głośnika WH – 656 firmy Alphard oraz dla mikrofonu pojemnościowego ECM8000 firmy Behringer.

Pomiar charakterystyki kierunkowości dla głośnika wykonano w układzie z rys. 3. Zdjęcie (rys. 4) przedstawia wnętrze komory bezchowej, na stoliku znajduje się badany głośnik WH – 656.



Rys. 3. Schemat blokowy systemu do pomiaru charakterystyki kierunkowości głośników
Fig. 3. Block diagram of speaker directional response pattern measuring system

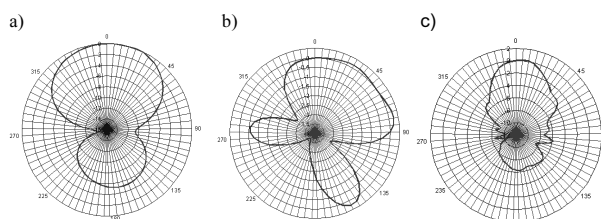
Do wysterowania głośnika, wzmocnienia sygnału z mikrofonu oraz zasilenia w układzie fantom zastosowano konsolę cyfrową EP8 firmy Alphard.



Rys. 4. Wnętrze komory bezchowej do pomiaru charakterystyki kierunkowości głośnika

Fig. 4. Anechoic chamber inside for measurements of speaker directional response pattern

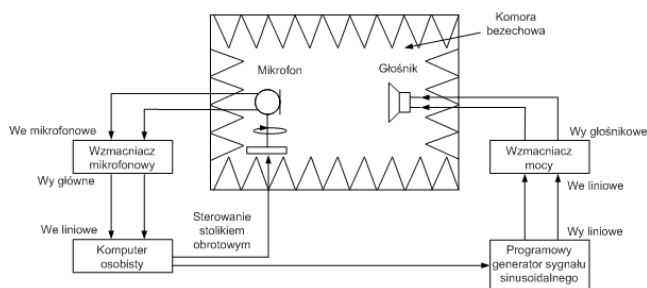
Na rysunku 5 przedstawione zostały wyznaczone charakterystyki kierunkowości głośnika dla różnych częstotliwości sygnału pomiarowego.



Rys. 5. Charakterystyka kierunkowości głośnika dynamicznego przy różnej częstotliwości sygnału pomiarowego: a) 700 Hz; b) 1 kHz; c) 5 kHz

Fig. 5. Directional response pattern of a dynamic speaker for different measurement signal frequency: a) 700 Hz; b) 1 kHz; c) 5 kHz

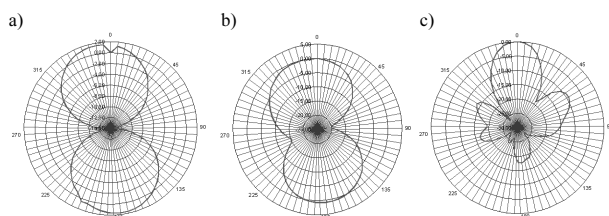
Przy pomiarze charakterystyki mikrofonu kierunkowości pojemnościowego wykorzystano wzmacniacz mocy oraz konsolę użyte przy pomiarach głośnika. Schemat blokowy systemu do pomiaru charakterystyki kierunkowości mikrofonu zaprezentowano na rysunku 6.



Rys. 6. Schemat blokowy systemu do pomiaru charakterystyki kierunkowości mikrofonu

Fig. 6. Block diagram of microphone directional response pattern measuring systems

Rysunek 7 przedstawia charakterystyki kierunkowości mikrofonu dla różnych częstotliwości sygnału pomiarowego.



Rys. 6. Charakterystyka kierunkowości mikrofonu pojemnościowego przy różnych

częstotliwościach sygnału pomiarowego: a) 700 Hz; b) 1 kHz; c) 5 kHz

Fig. 6. Directional response pattern of a microphone for different measurement signals frequency: a) 700 Hz; b) 1 kHz; c) 5 kHz

4. Wnioski

Przy użyciu tak skonstruowanego stanowiska wykonano pomiary charakterystyki kierunkowości głośnika dynamicznego WH 656 oraz mikrofonu pojemnościowego ECM8000 dla trzech częstotliwości sygnału pomiarowego: 700 Hz, 1 kHz, 5 kHz.

Opracowany system do wyznaczania charakterystyki kierunkowości jest funkcjonalnym prototypem i stanowi bazę do dalszej

rozbudowy. Przy analizie kształtu zmierzonych charakterystyk zauważono odbicia (a w efekcie wygaszanie się) fal dźwiękowych od ścian komory (komora własnej konstrukcji). Nasuwa to wniosek, iż konieczna jest zmiana warunków akustycznych panujących w komorze poprzez zastosowanie dodatkowych elementów tłumiących i rozpraszających dźwięk w celu poprawy parametrów komory.

5. Literatura

- [1] A. Dobrucki: Przetworniki elektroakustyczne. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2007.
- [2] Z. Żyszkowski: Miernictwo akustyczne. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1987.
- [3] J. Krajewski: Głośniki i zestawy głośnikowe. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2003.
- [4] Z. Żyszkowski: Podstawy elektroakustyki. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1984.

Artykuł recenzowany

INFORMACJE

Studia Podyplomowe

Wydział Elektryczny Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Instytut Metrologii, Elektroniki i Automatyki ogłasza nabór na Dwusemestralne Zaoczne Studia Podyplomowe

Sieci Komputerowe i Systemy Telekomunikacyjne (SKST)

Cel Studiów

Celem studiów jest przekazanie wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych w zakresie: budowy bezpiecznych i wydajnych sieci komputerowych, konfiguracji i eksploatacji sieci komputerowych ze szczególnym uwzględnieniem sieci korporacyjnych, diagnostyki i pomiarów w sieciach komputerowych.

Zajęcia prowadzone są na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach, w systemie zaocznym w każdą sobotę lub co drugi weekend (opcja do wyboru), przez dwa semestry. Zajęcia prowadzone są przez nauczycieli akademickich ze stopniem co najmniej doktora oraz przez zaproszonych Gości o uznanym dorobku i autorytecie. Studia obejmują 200 godzin dydaktycznych. Rozpoczęcie Studiów nastąpi po skompletowaniu odpowiedniej liczby kandydatów na dany rodzaj studiów.

Organizator studiów:

Instytut Metrologii, Elektroniki i Automatyki Politechniki Śląskiej, 44-100 Gliwice, ul. Akademicka 10, tel. 032 237 12 41, fax: 032 237 20 34, e-mail: re2@polsl.pl lub agnieszka.skorkowska@polsl.pl, http://imeia.elekt.polsl.pl

Kierownik studiów:

Dr hab. inż. Lesław TOPÓR-KAMIŃSKI, prof. Pol. Śl.

Profil uczestnika studiów

Studia przeznaczone są dla pracowników o różnych specjalnościach z wyższym wykształceniem o kierunku elektrycznym, elektronicznym, telekomunikacyjnym lub pokrewnym, zajmujących się bądź potencjalnie zainteresowanych administracją i eksploatacją komputerowych sieci telekomunikacyjnych.