



Electroacoustics

Course description sheet

Basic information

Field of study Acoustic Engineering Major - Organisational unit Faculty of Mechanical Engineering and Robotics Study level First-cycle (engineer) programme Form of study Full-time studies Profile General academic		Didactic cycle 2025/2026 Course code RIAKS.II8.02507.25 Lecture languages Polish Mandatoriness Obligatory Block Core Modules Course related to scientific research Yes
Course coordinator	Maciej Kłaczyński	
Lecturer	Maciej Kłaczyński, Grażyna Wszółek, Wiesław Wszółek, Artur Flach	
Period Semester 4	Method of verification of the learning outcomes Exam Activities and hours Lectures: 28 Laboratory classes: 28	Number of ECTS credits 4

Goals

C1	Celem jest zapoznanie studentów z budową i zasadą działania mikrofonów, głośników, obudów głośnikowych, zestawów głośnikowych, zwrotnic elektrycznych, kolumn głośnikowych, głośników tubowych i słuchawek.
----	---

Course's learning outcomes

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
Knowledge - Student knows and understands:			
W1	Ma poszerzoną wiedzę z zakresu elektroakustyki, zna modele analogii mechanicznej, elektrycznej i akustycznej oraz syntezy tych modeli.	IAK1A_W04, IAK1A_W06, IAK1A_W07, IAK1A_W15	Activity during classes, Test, Examination
W2	Ma poszerzoną wiedzę na temat przetworników elektroakustycznych, zasady ich działania, budowy i zastosowania.	IAK1A_W06, IAK1A_W08, IAK1A_W15, IAK1A_W17, IAK1A_W20	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Test, Examination
W3	Ma ogólną wiedzę z zakresu techniki nagłaśniania przestrzeni otwartej oraz pomieszczeń zamkniętych.	IAK1A_W12, IAK1A_W17, IAK1A_W19, IAK1A_W20, IAK1A_W21	Activity during classes, Test, Examination
Skills - Student can:			
U1	Posiada umiejętności w zakresie techniki nagłośnieniowej, potrafi dobrać elementy składowe toru akustycznego, wykonać pomiaru testowe.	IAK1A_U08, IAK1A_U15, IAK1A_U24, IAK1A_U25	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Test, Examination, Report
U2	Posiada umiejętność w zakresie planowania, przeprowadzania i analizy wyników pomiarowych w zastosowaniu do oceny typowych przetworników elektroakustycznych.	IAK1A_U05, IAK1A_U07, IAK1A_U08, IAK1A_U17, IAK1A_U31	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Test, Examination, Report
Social competences - Student is ready to:			
K1	Potrafi współdziałać w grupie i pracować zespołowo w zakresie przygotowania, realizacji i raportowania wyników kontroli toru akustycznego stosowanego w technice nagłośnieniowej.	IAK1A_K01, IAK1A_K02, IAK1A_K05, IAK1A_K06	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Report

Student workload

Activity form	Average amount of hours* needed to complete each activity form
Lectures	28
Laboratory classes	28
Preparation for classes	30
Realization of independently performed tasks	20
Examination or final test/colloquium	2
Preparation of project, presentation, essay, report	10
Student workload	Hours 118
Workload involving teacher	Hours 56

* hour means 45 minutes

Program content

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
1.	Program wykładów:: Część I Wprowadzenie 1. Rys historyczny 2. Podstawowe pojęcia, modele i układy akustyczne wykorzystywane w projektowaniu przetworników elektroakustycznych (potencjał akustyczny, dipol akustyczny, tłok w odgradzie, falowody, tuby, rezonatory, impedancja akustyczna) 3. Drgania układów mechanicznych o jednym i wielu stopniach swobody (masa jednostkowa, struna, pręt, belka, membrana, płyta, powłoka) 4. Analogie wielkości i układów elektrycznych, mechanicznych i akustycznych Elementy układów mechanicznych i akustycznych (bezwładnościowe, podatnościowe, stratnościowe). 5. Dwójniki i czwórniki elektryczne, mechaniczne i akustyczne. Filtry Część II Mikrofony 1. Rodzaje i klasyfikacja mikrofonów. Rys historyczny. 2. Wielkości charakteryzujące właściwości mikrofonów i pomiary tych wielkości 3. Metody wzorcowania mikrofonów pomiarowych. 4. Kontrola metrologiczna mikrofonów i kalibracja akustycznych torów pomiarowych 5. Mikrofony pomiarowe do specjalnych zastosowań i ich akcesoria. Część III Głośniki 1. Przetworniki elektroakustyczne - Głośniki 2. Obudowy głośnikowe; 3. Zwrotnice; 4. Przegląd rozwiązań technicznych w budowie zestawów głośnikowych; 5. Wzmacniacze.	W1, W2, W3, K1	Lectures

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
2.	Program ćwiczeń laboratoryjnych:: Część I - Wprowadzenie 1-4. Ćwiczenia tablicowe i obliczeniowe związane z wykładami. Część II - Mikrofony 1. Wprowadzenie. Pokaz różnych typów mikrofonów, przed-wzmacniaczy, wzmacniaczy mikrofonowych, kalibratorów, pobudników elektrostatycznych, stanowiska kalibracyjnego firmy Norsonic typ 1504, akcesoriów (adaptery, osłony, itd.). 2. Wyznaczanie poziomu skuteczności ciśnieniowej mikrofonu metodą porównawczą z wykorzystaniem kalibratora wzorcowego. 3. Wyznaczanie charakterystyki częstotliwościowej skuteczności mikrofonu przy użyciu pobudnika elektrostatycznego. 4. Kalibracja akustycznego toru pomiarowego (mierników poziomu dźwięku) kalibratorem akustycznym do pomiarów w polu swobodnym i w polu dyfuzyjnym. 5. Wyznaczanie poprawek pola swobodnego mikrofonu pomiarowego; a) wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej mikrofonu w polu swobodnym (w komorze bezchowej), b) wyznaczenie poprawek pola swobodnego przy wykorzystaniu danych z laboratorium nr 2. Część III - Głośniki 1. Głośniki - pomiary podstawowe; 2. Głośniki - pomiary parametrów Thiele-Smalla; 3. Obudowy głośnikowe; 4. Zwrotnice; 5. Zestawy głośnikowe.	W2, W3, U1, U2	Laboratory classes

Extended information/Additional elements

Teaching methods and techniques :

Lecture, Practice method (doing tasks at the blackboard), Discussion, Group work, E-learning, Lectures

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Lectures	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Test, Examination, Report	Pozytywna ocena z egzaminu i laboratoriów.
Lab. classes	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Test, Examination, Report	Zaliczenie zajęć laboratoryjnych: uzyskanie pozytywnych ocen z każdej z III części, tj. I cz. - kolokwium, II i III cz. - sprawozdania i kartkówki. Zasady zaliczeń poprawkowych ustala prowadzący każdą część zajęć laboratoryjnych. Dopuszczenie do egzaminu: pozytywna ocena z zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych. Oceną z zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest średnia arytmetyczna z części I-III.

Rules of participation in given classes, indicating whether student presence at the lecture is obligatory

Lectures: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego. Laboratory classes: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Literature

Obligatory

1. M. Kleiner – Electroacoustics, CRC Press, 2013
2. F. Jacobsen – Sound intensity and its measurement and applications (dostępne w internecie),
3. L. Kinsler, A. Frey, A. Coppens, J. Sanders – Fundamentals of acoustics,
4. F. Fahy – Engineering Acoustics,
5. Handbook for sound engineers, part 3 – Electroacoustic devices, editor: G. Ballou,
6. Dobrucki A.: Przetworniki elektroakustyczne, WNT, 2007
7. Everest F.: Podręcznik akustyki, WSD Sp. z o.o., 2004
8. Żyszkowski Z.: Miernictwo akustyczne. WNT, 1987
9. Żyszkowski Z.: Podstawy elektroakustyki. WNT, 1984
10. Urbański B., Elektroakustyka w pytaniach i odpowiedziach, WNT, 1984

Scientific research and publications

Research

1. Wzorcowanie przyrządów do pomiarów akustycznych; kalibratorów akustycznych, mikrofonów pomiarowych, mierników poziomu dźwięku, filtrów pasmowych.

Publications

1. Kłaczyński M., Vibroacoustic methods in diagnosis of selected laryngeal diseases, Journal Of Vibroengineering, vol. 17, issue 4, pp. 2089-2098, 2015
2. Kłaczyński M., Identification of Aircraft Noise During Acoustic Monitoring by Using 3D Sound Probes, Acta Physica Polonica A, vol. 125, issue 4A, pp. 144-148, 2014
3. Kłaczyński M., Wszółek T., Detection and classification of selected noise sources in long-term acoustic climate monitoring, Acta Physica Polonica A, vol. 121, no. 1-A, 179-182, 2012
4. Kłaczyński M., Wszółek W., Electroacoustic methods of determining the parameters of speech sound generator, Vibroengineering Procedia, vol. 3, s. 278-282, 2014
5. Wszółek W., Kłaczyński M., Electroacoustic methods in the vocal tract diagnostics, 4-th international conference "From scientific computing to computational engineering", Athens, Greece, 7-10 July, 2010, s. 232-237.
6. Wszółek G., All-weather microphones – calibration and uncertainty evaluation methods, Acta Physica Polonica. A, 2011 vol. 119 no. 6-A, s. 1081-1085
7. Wszółek G., Barwicz W., Duminov S., Automatic measuring system for acoustical devices calibration in the free-field, Archives of Acoustics, 2006 vol. 31 no. 4 suppl., s. 397-402.
8. Engel Z., Wszółek G., Badania kontrolne przyrządów do pomiarów akustycznych, Przegląd Mechaniczny, 2002 R. 61 nr 3, s. 23-26.
9. Flach A., Chojnacki B., Identyfikacja zakłóceń wprowadzanych w trakcie pomiaru parametrów Thiele-Small'a głośnika dynamicznego, Postępy akustyki 2017, Polskie Towarzystwo Akustyczne. Oddział Górnośląski, 2017 s. 497-508
10. Zbrowski A., Samborski T., Kamiński T., Flach A., Felis J., Manipulator portalowy do pozycjonowania mikrofonu w komorze bezchłowej, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom ; Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, opis patentowy ; PL 224581 B1 ; Udziel. 2016-06-14 ; Opubl. 2017-01-31. — Zgłosz. nr P.406525 z dn. 2013-12-17. — tekst: <http://patenty.bg.agh.edu.pl/pelneteksty/PL224581B1.pdf>
11. Kamiński T., Szeląg A., Pilch A., Brawata K., Rubacha J., Zastawnik M., Flach A., Nadsцениczny panel refleksyjny, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, opis patentowy ; PL 227198 B1 ; Udziel. 2017-06-06 ; Opubl. 2017-11-30. — Zgłosz. nr P.407925 z dn. 2014-04-17. — tekst:

<http://patenty.bg.agh.edu.pl/pelneteksty/PL227198B1.pdf>

12. Kamisiński T., Flach A., Pilch A., Rubacha J., Zastawnik M., Układ do lokalizacji elektroakustycznych przetworników pomiarowych w przestrzeni pomieszczenia, zwłaszcza mikrofonów, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, opis patentowy ; PL 224727 B1 ; Udziel. 2016-07-07 ; Opubl. 2017-01-31. — Zgłosz. nr P.391882 z dn. 2010-07-19. — tekst: <http://patenty.bg.agh.edu.pl/pelneteksty/PL224727B1.pdf>

Learning outcomes prescribed to a field of study

Code	Content
IAK1A_K01	umie efektywnie pracować w zespole, korzystać efektywnie z wyników pracy innych jego członków, skutecznie przekazywać wyniki swojej pracy, potrafi też w razie potrzeby przejmować zadania innych członków zespołu
IAK1A_K02	ma świadomość zakresu swojej aktualnej wiedzy oraz rozumie potrzebę stałego samokształcenia i samorozwoju zawodowego (studia drugiego i trzeciego stopnia, studia podyplomowe, kursy) — podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych
IAK1A_K05	ma świadomość ważności i rozumie humanistyczny, kulturowo-społeczny wymiar działalności inżyniera-akustyka, w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje; kształtuje kulturę techniczną w swoim środowisku zawodowym
IAK1A_K06	skutecznie komunikuje się posługując się szerokim zakresem fachowej terminologii z zakresu akustyki, inżynierii dźwięku lub muzyki
IAK1A_U05	potrafi przeprowadzić podstawowe pomiary fizyczne oraz opracować i przedstawić ich wyniki, w szczególności - potrafi zbudować prosty układ pomiarowy z wykorzystaniem standardowych urządzeń pomiarowych, zgodnie z zadanym schematem i specyfikacją - potrafi wyznaczyć wyniki i niepewności pomiarów bezpośrednich i pośrednich - potrafi dokonać oceny wiarygodności wyników pomiarów i ich interpretacji w kontekście posiadanej wiedzy fizycznej
IAK1A_U07	potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami fizycznymi i zasadą uniwersalności rozwiązań matematycznych w celu opisu rzeczywistych układów akustycznych, mechanicznych i elektrycznych oraz wybrać odpowiedni model, w ramach którego przeprowadzi analizę układu
IAK1A_U08	potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem układów, urządzeń i oprogramowania akustycznego — integrować pochodzącą z różnych źródeł wiedzę z dziedziny akustyki, elektroniki, informatyki, mechaniki i innych dyscyplin
IAK1A_U15	potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu akustyki — dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym społeczne, środowiskowe i prawne
IAK1A_U17	umie przeprowadzić pomiary akustyczne i wibracyjne przy pomocy odpowiednich urządzeń i właściwych technik pomiaru oraz prawidłowo udokumentować ich wyniki
IAK1A_U24	potrafi wnioskować o parametrach i cechach użytkowych urządzeń elektroakustycznych na podstawie ich kart katalogowych lub dokumentacji oraz samodzielnie przeprowadzać testy tych urządzeń i pomiary ich podstawowych parametrów; umie dobrać odpowiedni zestaw urządzeń do danego zastosowania
IAK1A_U25	potrafi samodzielnie dokonać nagrania dźwiękowego, dobierając techniki mikrofonowe oraz parametry urządzeń do charakterystyki źródeł dźwięku oraz do pożądanego zakresu informacji o badanym obiekcie lub do pożądanego charakteru obrazu sceny akustycznej
IAK1A_U31	Potrafi napisać zrozumiały tekst informacyjny i argumentacyjny o tematyce ogólnej i branżowej, prowadzić korespondencję typową dla środowiska pracy oraz korzystać samodzielnie z materiałów dydaktycznych.
IAK1A_W04	ma wiedzę w zakresie fizyki klasycznej oraz podstaw fizyki współczesnej, w szczególności - podstawową wiedzę na temat ogólnych zasad fizyki, wielkości fizycznych, oddziaływań fundamentalnych - uporządkowaną wiedzę z mechaniki punktu materialnego i bryły sztywnej, ruchu drgającego i falowego, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki
IAK1A_W06	ma wiedzę w zakresie podstaw akustyki - zna podstawowe pojęcia pola akustycznego i zależności między nimi - zna podstawowe prawa wyprowadzone z zasad zachowania - zna podstawowe modele pól i układów akustycznych - zna analogie mechano-akusto-elektryczne
IAK1A_W07	ma uporządkowaną wiedzę w zakresie mechaniki w ujęciu Newtonowskim, niezbędną do budowy i wstępnej analizy modeli prostych układów mechanicznych, w tym układów drgających
IAK1A_W08	ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii, zna i rozumie metody i techniki pomiaru i estymacji podstawowych wielkości elektrycznych, akustycznych i mechanicznych
IAK1A_W12	zna prawa i zasady rządzące propagacją dźwięku w przestrzeni zamkniętej oraz zna zasady kształtowania parametrów akustycznych wewnątrz

Code	Content
IAK1A_W15	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zasad działania elementów elektronicznych, analogowych i cyfrowych układów elektronicznych oraz prostych systemów elektronicznych
IAK1A_W17	zna budowę i podstawy fizyczne działania podstawowych przetworników elektroakustycznych, a także sposoby pomiaru ich parametrów i efektywne sposoby ich wykorzystywania w inżynierii dźwięku
IAK1A_W19	zna elementy toru elektroakustycznego, rodzaje występujących w nim urządzeń i ich przeznaczenie, charakteryzujące je parametry i sposoby ich pomiaru
IAK1A_W20	zna i rozumie procesy rejestracji, przetwarzania, archiwizacji, transmisji i odtwarzania dźwięku
IAK1A_W21	zna zasady którymi musi się kierować inżynier dźwięku aby wykreować obraz sceny akustycznej o pożądanych cechach