



Elektroakustyka

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria Akustyczna Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Poziom kształcenia Studia inżynierskie I stopnia Forma studiów Stacjonarne Profil studiów Ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2025/2026 Kod przedmiotu RIAKS.II8.02507.25 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Maciej Kłaczyński	
Prowadzący zajęcia	Maciej Kłaczyński, Grażyna Wszółek, Wiesław Wszółek, Artur Flach	
Okres Semestr 4	Forma zaliczenia Egzamin Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 28 Ćwiczenia laboratoryjne: 28	Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla przedmiotu

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

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
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	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Egzamin
W2	Ma poszerzoną wiedzę na temat przetworników elektroakustycznych, zasady ich działania, budowy i zastosowania.	IAK1A_W06, IAK1A_W08, IAK1A_W15, IAK1A_W17, IAK1A_W20	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
W3	Ma ogólną wiedzę z zakresu techniki nagłaśniania przestrzeni otwartej oraz pomieszczeń zamkniętych.	IAK1A_W12, IAK1A_W17, IAK1A_W19, IAK1A_W20, IAK1A_W21	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Egzamin
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Posiada umiejętności w zakresie techniki nagłośnieniowej, potrafi dobrać elementy składowe toru akustycznego, wykonać pomiaru testowe.	IAK1A_U08, IAK1A_U15, IAK1A_U24, IAK1A_U25	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie
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	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
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	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Sprawozdanie

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Elektroakustyka łączy w sobie elementy akustyki i elektroniki, zajmując się przetwarzaniem fali akustycznej na prąd elektryczny i na odwrót za pomocą przetworników elektroakustycznych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	28
Ćwiczenia laboratoryjne	28
Przygotowanie do zajęć	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	10

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 118
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 56

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
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	Wykład

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
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 bezdechowej), b) wyznaczenie poprawek pola swobodnego przy wykorzystaniu danych z laboratorium nr 2. Część III - Głośniki 1. Głośniki - pomiary podstawowe; 2. Głośniki - pomiary parametrów Thiel-Small; 3. Obudowy głośnikowe; 4. Zwrotnice; 5. Zestawy głośnikowe.	W2, W3, U1, U2	Ćwiczenia laboratoryjne

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Wykład, Metoda ćwiczebna (np. wykonywanie zadań przy tablicy), Dyskusja, Praca grupowa, Kształcenie zdalne, Mini wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie	Pozytywna ocena z egzaminu i laboratoriów.
Ćwiczenia laboratoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie	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.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

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.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych (50%), ocena z egzaminu (50%).

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Zasady wyrównywania zaległości ustala prowadzący każdą z trzech części zajęć laboratoryjnych. Wszystkie laboratoria muszą być zaliczone.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ogólna wiedza z matematyki, fizyki, mechaniki, automatyki, cyfrowego przetwarzania sygnałów, przetworniki i pomiary wielkości elektrycznych, podstawy metrologii.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: 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. Ćwiczenia laboratoryjne: 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.

Literatura

Obowiązkowa

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

Badania i publikacje

Badania

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

Publikacje

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., Wszolek 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., Wszolek W., Electroacoustic methods of determining the parameters of speech sound generator, *Vibroengineering Procedia*, vol. 3, s. 278-282, 2014
5. Wszolek 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. Wszolek G., All-weather microphones – calibration and uncertainty evaluation methods, *Acta Physica Polonica. A*, 2011 vol. 119 no. 6-A, s. 1081-1085
7. Wszolek 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., Wszolek 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 bezchowej, 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., Nadsceniczny 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. Kamiński 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>

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
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, w szczególności: podstawową wiedzę na temat ogólnych zasad fizyki, wielkości fizycznych, oddziaływań fundamentalnych; uporządkowaną wiedzę 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 wnętrza

Kod	Treść
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