



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Systemy mikroelektromechaniczne (MEMS), PG_00048580						
Kierunek studiów	Elektronika i telekomunikacja						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2024 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2023/2024		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć		Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	1		Język wykładowy		polski		
Semestr studiów	1		Liczba punktów ECTS		2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki -> Katedra Systemów Mikroelektronicznych						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. inż. Piotr Płotka				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		dr hab. inż. Piotr Płotka				
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	0.0	0.0	15.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30		4.0		16.0	50
Cel przedmiotu	Zapoznanie z technologiami oraz przedstawienie najnowszych osiągnięć w produkcji MEMS, a także nauczanie wykorzystania narzędzi stosowanych w symulacji układów elektronicznych do projektowania MEMS						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U06] potrafi analizować działanie elementów, układów i systemów związanych z kierunkiem studiów oraz mierzyć ich parametry i badać charakterystyki techniczne, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	znając metody analizy obwodów elektronicznych i analogie elektryczno-mechaniczne, potrafi zastosować je do analizowania systemów zawierających zarówno elementy elektroniczne, jak i mechaniczne	[SU1] Ocena realizacji zadania
	[K7_U02] potrafi wykonywać zadania związane z kierunkiem studiów oraz formułować i rozwiązywać problemy z wykorzystaniem nowej wiedzy z fizyki i innych dziedzin nauki	potrafi przyswoić sobie niezbędną wiedzę z zakresu fizyki i chemii i zastosować ją do modelowania działania nieznanymi wcześniej elementów MEMS	[SU1] Ocena realizacji zadania
	[K7_U07] potrafi wykorzystać zaawansowane metody wspomagania procesów i funkcji, specyficzne dla kierunków studiów	potrafi zastosować komputerowo wspomagane narzędzia projektowania układów elektronicznych do projektowania złożonych systemów elektromechanicznych	[SU1] Ocena realizacji zadania
	[K7_W03] zna i rozumie w pogłębionym stopniu budowę i zasady działania komponentów i systemów związanych z kierunkiem studiów, w tym teorie, metody i złożone zależności między nimi oraz wybrane zagadnienia szczegółowe – właściwe dla programu kształcenia	zna i rozumie konstrukcje i zasady działania podstawowych elementów MEMS, typowych do zastosowań w rozmaitych dziedzinach	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K7_W05] zna i rozumie w pogłębionym stopniu metody wspomagania procesów i funkcji, specyficzne dla kierunku studiów	zna i rozumie metody wykorzystywane przez narzędzia symulacyjne dla projektowania układów elektronicznych, a stosowane również w projektowaniu MEMS	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej

Treści przedmiotu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie. Ewolucja systemów mikroelektromechanicznych i rynku zbytu. 2. Metody wytwarzania i materiały – wytwarzanie wzorów, trawienie, osadzanie i kontrola naprężeń. 3. Metody wytwarzania i materiały – połączenia, integracja heterogeniczna, obudowy i właściwości mechaniczne 4. Przegląd elementów MEMS i ich wytwarzania – czujniki 5. Przegląd elementów MEMS i ich wytwarzania – aktuatory, źródła energii 6. Zastosowania MEMS – w motoryzacji i domach oraz w przetwarzaniu informacji i telekomunikacji 7. Zastosowania MEMS – biomedyczne i chemiczne 8. Zastosowanie symulatorów układów elektronicznych dla łącznych symulacji elektromechanicznych – analogie mechaniczno elektryczne: prąd-siła 9. Zastosowanie symulatorów układów elektronicznych dla łącznych symulacji elektromechanicznych – analogie mechaniczno elektryczne: napięcie-siła 10. Projektowanie elementów mechanicznych – belek i sprężyn 11. Projektowanie elementów MEMS z belkami i sprężynami 12. Projektowanie elementów MEMS z rezonans mechanicznym 13. Projektowanie elementów MEMS dla zastosowań elektronicznych przy wysokiej częstotliwości. 14. Projektowanie elementów MEMS z piezoelementami. 15. Scalanie MEMS i układów elektronicznych 											
Wymagania wstępne i dodatkowe												
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Sposób oceniania (składowe)</th> <th style="text-align: center;">Próg zaliczeniowy</th> <th style="text-align: center;">Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kolokwia w czasie semestru</td> <td style="text-align: center;">50.0%</td> <td style="text-align: center;">50.0%</td> </tr> <tr> <td>Ćwiczenia praktyczne</td> <td style="text-align: center;">50.0%</td> <td style="text-align: center;">50.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Kolokwia w czasie semestru	50.0%	50.0%	Ćwiczenia praktyczne	50.0%	50.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej										
Kolokwia w czasie semestru	50.0%	50.0%										
Ćwiczenia praktyczne	50.0%	50.0%										
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>W. K. Schomburg, Introduction to Microsystem Design, Springer 2011</p> <p>V.K. Varadan, K.J. Vinoy, K. A. Jose, U. Zoelzer, RF Mems & Their Applications, Wiley 2002</p> <p>M. Esashi, Premium Tutorial, The 11th. Annual IEEE Int. Conf. on Nano/ Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS 2016), Matsushima and Sendai, Japan, 17-20 April, 2016</p>										

	<p>Uzupełniająca lista lektur</p>	<p>T. M. Adams, R. A. Layton, Introductory MEMS. Fabrication and Applications, Springer 2010</p> <p>B. Bhushan (ed.), "Springer Handbook of Nanotechnology", Springer-Verlag, 2004.</p> <p>H. J. de Los Santos, RF MEMS Circuit Design for Wireless Communications, Artech 2002</p> <p>N. Maluf, K. Williams, An Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering, 2 ed., Artech 2004</p> <p>S. Carrara, "Bio/CMOS Interfaces and Co-Design", Springer 2013</p> <p>Praca zbiorowa: "Procesy technologiczne w elektronice półprzewodnikowej", WNT Warszawa, 1980</p>
	<p>Adresy eZasobów</p>	<p>Adresy na platformie eNauczanie:</p> <p>Systemy Mikroelektromechaniczne MEMS - 2024 - Moodle ID: 32180 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=32180</p>
<p>Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania</p>	<p>Powierzchniowy i objętościowy micromachining w technologii krzemowej. Proces LIGA. Zastosowanie nanotechnologii i technologii MEMS do budowy systemów gromadzenia danych masowych. Mikroczipy i akulatory w biochemii. Nanotechnologia i technologia MEMS w systemach optoelektronicznych. Wykorzystanie stopów z pamięcią kształtu w technologii MEMS. Wytwarzanie przestrajanych kondensatorów w technologii MEMS. Mikrosilniki krzemowe.</p>	
<p>Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu</p>	<p>Nie dotyczy</p>	