



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Systemy mikroelektromechaniczne (MEMS), PG_00064021						
Kierunek studiów	Elektronika i telekomunikacja						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2025 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2024/2025		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć specjalnościowych 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	15.0	0.0	0.0	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_W10] zna i rozumie w pogłębionym stopniu podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych oraz metody wspomagania procesów i funkcji, specyficzne dla kierunku studiów		Zna i rozumie możliwości stosowania modułów MEMS dla projektowania bezpiecznych, wydajnych i zautomatyzowanych systemów i procesów.		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		
	[K7_U02] potrafi wykonywać zadania związane z kierunkiem studiów oraz formułować i rozwiązywać problemy z wykorzystaniem nowej wiedzy z fizyki i innych dziedzin nauki		Przyswojoną wiedzę z zakresu fizyki i chemii potrafi zastosować do modelowania działania nieznanymi wcześniej elementów MEMS.		[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_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		

Treści przedmiotu	<p>Wykłady:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie. Ewolucja systemów mikroelektromechanicznych i rynku zbytu.</li> <li>2. Metody wytwarzania i materiały wytwarzania wzorów, trawienie, osadzanie i kontrola naprężeń.</li> <li>3. Metody wytwarzania i materiały połączenia, integracja heterogeniczna, obudowy i właściwości mechaniczne</li> <li>4. Przegląd elementów MEMS i ich wytwarzania czujniki</li> <li>5. Przegląd elementów MEMS i ich wytwarzania aktuatory, źródła energii</li> <li>6. Zastosowania MEMS w motoryzacji i domach oraz w przetwarzaniu informacji i telekomunikacji</li> <li>7. Zastosowania MEMS biomedyczne i chemiczne</li> <li>8. Zastosowanie symulatorów układów elektronicznych dla łącznych symulacji elektromechanicznych analogie mechaniczno elektryczne: prąd-siła</li> <li>9. Zastosowanie symulatorów układów elektronicznych dla łącznych symulacji elektromechanicznych analogie mechaniczno elektryczne: napięcie-siła</li> <li>10. Projektowanie elementów mechanicznych belek i sprężyn</li> <li>11. Projektowanie elementów MEMS z belkami i sprężynami</li> <li>12. Projektowanie elementów MEMS z rezonansem mechanicznym</li> <li>13. Projektowanie elementów MEMS dla zastosowań elektronicznych przy wysokiej częstotliwości.</li> <li>14. Projektowanie elementów MEMS z piezoelementami.</li> <li>15. Scalanie MEMS i układów elektronicznych</li> </ol> <p>Lab:</p> <p>Badanie modelu rezonatora belkowego MEMS o sprzężeniu pojemnościowym  Zastosowania akcelerometrów w modelu skrzydła  Zastosowania czujników ciśnienia w modelu skrzydła  Badanie akcelerometrów, inklinometrów i żyroskopów MEMS  Stabilizacja częstotliwości przy pomocy rezonatorów MEMS</p>											
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="width: 33%;">Sposób oceniania (składowe)</th> <th style="width: 33%;">Próg zaliczeniowy</th> <th style="width: 33%;">Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kolokwia w czasie semestru</td> <td>50.0%</td> <td>50.0%</td> </tr> <tr> <td>Ćwiczenia praktyczne</td> <td>50.0%</td> <td>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	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">Podstawowa lista lektur</td> <td colspan="2" style="vertical-align: top;"> <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 &amp; 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> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Uzupełniająca lista lektur</td> <td colspan="2" style="vertical-align: top;"> <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> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Adresy eZasobów</td> <td colspan="2" style="vertical-align: top;">Adresy na platformie eNauczanie:</td> </tr> </table>			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 &amp; 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>		Uzupełniająca lista lektur	<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>		Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	
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 &amp; 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>											
Uzupełniająca lista lektur	<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>											
Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:											
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<p>Powierzchniowy i objętościowy micromachining w technologii krzemowej. Proces LIGA. Mikroczujniki i aktuatory w biochemii. Nanotechnologia i technologia MEMS w systemach optoelektronicznych. Wytwarzanie przestrzajanych kondensatorów w technologii MEMS. Mikrosilniki krzemowe. Dobór parametrów konstrukcyjnych i pomiary modelu rezonatora belkowego o sprzężeniu pojemnościowym</p>											
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy											

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.