

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mikrosystemy (MEMS)**

Nazwa w języku angielskim: **Microsystems (MEMS)**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechatronika**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MCD036001**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		1.4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

C1. Zapoznanie studentów z podstawami technologii mikromaszyn z elementami nanotechnologii, z podstawami konstrukcji i aplikacji nowoczesnych mikroczipów, mikrosystemów MEMS i MEOMS, mikroakuatorów i mikromaszyn oraz wybranych rozwiązań mikro i nanorobotów
C2. Zdobywanie umiejętności pracy z wybranymi mikrosystemami

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie działania, budowy oraz podstawowych parametrów mikromechanicznych aktuatorów, sensorów i wybranych mechaniczno-elektrycznych mikrosystemów.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - PEK_U01 Potrafi sformułować zasadę działania wybranych mikrosystemów, dobrać i zastosować właściwe

sensory do pomiarów różnych wielkości fizycznych i użytkować je w systemach pomiarowych, monitoringu, sterowaniu

PEK_U02 Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski

PEK_U03 Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne

PEK_U04 Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie przyjmując w niej różne role.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, historia mikrosystemów, rola i pozycja rynkowa.	2
Wy2	Podstawy materiałowe i technologiczne; przegląd procedur planarnych.	2
Wy3	Podstawy technologiczne	2
Wy4	Konstrukcje krzemowe 3 D; wykorzystanie w budowie mikro sensorów i aktuatorów.	2
Wy5	Podstawy technologiczne: LIGA i nie-fotolitograficzne metody mikroformowania 3D	2
Wy6	Czujniki ciśnienia: od chipu do obudowanego sensora; konstrukcja parametry, rodzaje „zasadki” techniczne.	2
Wy7	Ruch w mikroskali: mikrokonstrukcje statyczne i dynamiczne.	2
Wy8	Czujniki przyspieszenia, wibracji, siły, przemieszczenia, żyro” etc. Konstrukcja, wykorzystanie.	2
Wy9	Złożone systemy MEMS, MEOMS.	2
Wy10	Podstawy mikrofluidyki, mikromechaniczne elementy do sterowania i pomiaru przepływów; dozowniki, mieszalniki, mikropompy, zawory etc.	2
Wy11	Od mikroreaktorów do lab-chipów bio/med i systemów point-of-care.	2
Wy12	Zastosowanie mikrosystemów w technice; motoryzacja, awiacja, techniki wojskowe, AGD etc.	2

Wy13	Mikromaszyny; od prostych mikrokonstrukcji statycznych do mikrorobotów.	2
Wy14	Nanosystemy; podstawy technologiczne, przykłady rozwiązań, nanoelektronika 3D.	2
Wy15	Podsumowanie, rozwój w perspektywie 10 lat. Kolokwium	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: modelowanie membrany krzemowej, podstawowego elementu piezorezystancyjnego czujnika ciśnienia	3
Lab2	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: pomiar ugięcia membrany krzemowej przy wykorzystaniu światłowodowego miernika odległości	3
Lab3	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: pomiar i wyznaczenie parametrów metrologicznych czujnika i przetwornika ciśnienia	3
Lab4	Zarządzanie przepływami w mikroskali: mikropompka gazu	3
Lab5	Optyczny przełącznik światłowodowy MEMS	3
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Tradycyjny wykład z prezentacjami i dyskusja
N2. Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych i praca w grupie
N3. konsultacje
N4. Praca własna - przygotowanie kolokwium i do egzaminu
N5. Analiza uzyskanych wyników i opracowanie sprawozdania

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	Kolokwium sprawdzające,
F2	PEK_W01	egzamin
$P = 0,5 \cdot (F1 + F2)$		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01-PEK_U04, PEK_K01	Kartkówki rozpoczynające laboratorium, dyskusje,
F2	PEK_U01-PEK_U04, PEK_K01	Oceny ze sprawozdań z ćwiczeń
$P = 0,5 \cdot (F1 + F2)$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. J. Dziuban, Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo-szklanych w technice mikrosystemów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2002

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Introduction to microsystem technology, Wiley, 2010
2. MacDoug, MEMS Handbook, MC, New York, 2009

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Anna Gorecka-Drzazga email: anna.gorecka-drzazga@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mikrosystemy (MEMS)**

Name in English: **Microsystems (MEMS)**

Main field of study (if applicable): **Mechatronics**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MCD036001**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		1.4		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. No requirements

SUBJECT OBJECTIVES

C1. Familiarizing students with the basics of micromachines technology with elements of nanotechnology, the basics of design and application of the modern microsensors, microsystems MEMS, MEOMS, microactuators and micromachines, also chosen solutions micro- and nanorobots

C2. Acquiring skills in working with selected microsystems

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student has structured and theoretically founded knowledge of the operation, construction and basic parameters of the micromechanical actuators, sensors and certain mechanical and electrical microsystems

II. Relating to skills:

PEK_U01 - PEK_U01 The student is able to formulate the principle of operation of selected micro, select and apply appropriate sensors to measure various physical quantities and use them in systems of measurement, monitoring, control

PEK_U02 The student is able to plan and carry out experiments, including measurements and computer simulations, interpret the acquired results and draw conclusions

PEK_U03 The student is able to use the analytical, simulation and experimental methods for formulating and solving engineering tasks

PEK_U04 The student is able to see system and non-technical aspects of engineering tasks during their formulating and solving

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Able to interact and work in a group, taking in the different roles

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	The scope of the lecture, the history of microsystems, the role and position in the market. Materials and technological basics: a review of the planar procedures	2
Lec2	Materials and technological basics: a review of the planar procedures	2
Lec3	Technological basics cont.: a review of procedures of the deep silicon micromechanics	2
Lec4	3D silicon structures: the use in the construction of micro-sensors and actuators	2
Lec5	Technological basics: LIGA and non-photolithographic methods microforming 3	2
Lec6	Pressure sensors from a chip to encapsulated sensor: design, parameters, types, technical	2
Lec7	Movement in a microscale: static and dynamic microstructures	2
Lec8	The accelerometers, sensors of vibration, force, displacement, construction and usage	2
Lec9	Complex systems MEMS, MEOMS	2
Lec10	Basics of microfluidics, micromechanical components for the control and flow measurement; dispensers, mixers, micropumps, valves, etc	2
Lec11	From microreactors to bio/med lab-chips and point-of-care systems	2
Lec12	The use of microsystems in technics: automotive, aviation, military technology, household appliances, etc.	2
Lec13	Micromachines; from simple static micro constructions to micro robots	2

Lec14	Nanosystems; technological base, examples of solutions, nanoelectronics 3D	2
Lec15	Summary, the development in the next 10 years. Test	2
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	The piezoresistive pressure sensor: modeling of silicon membranes, the basic element piezoresistive pressure sensor	3
Lab2	The piezoresistive pressure sensor: measuring the deflection of the membrane of silicon using a fiber optic meter distance	3
Lab3	The piezoresistive pressure sensor: measurement and determination of metrological parameters of the sensor and pressure sensor	3
Lab4	Microscale flow management: gas micropump	3
Lab5	Fiber optical MEMS switch	3
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture with presentation and discussion. N2. Prepare for laboratory, short test the knowledge N3. tutorials N4. Own work - prepare for the test and the exam N5. Analysis of the results and prepare of the report		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01	Test
F2	PEK_W01	Exam
P = 0,5*(F1+F2)		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01-PEK_U04, PEK_K01	Short tests at the beginning of the exercises, discussion.
F2	PEK_U01-PEK_U04, PEK_K01	Evaluation of the reports of the exercises
$P = 0,5 \cdot (F1 + F2)$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. J. Dziuban, Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo-szklanych w technice mikrosystemów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2002

SECONDARY LITERATURE

1. Introduction to microsystem technology, Wiley, 2010
2. MacDoug, MEMS Handbook, MC, New York, 2009

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Anna Gorecka-Drzazga email: anna.gorecka-drzazga@pwr.edu.pl