

1. Nazwa przedmiotu: ZINTEGROWANE CZUJNIKI POMIAROWE		2. Kod przedmiotu:		
3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2012/2013				
4. Forma kształcenia: studia drugiego stopnia				
5. Forma studiów: studia stacjonarne				
6. Kierunek studiów: AUTOMATYKA I ROBOTYKA; WYDZIAŁ AEiI				
7. Profil studiów: ogólnoakademicki				
8. Specjalność: Systemy pomiarowe				
9. Semestr: 1				
10. Jednostka prowadząca przedmiot: Instytut Automatyki, RAu1				
11. Prowadzący przedmiot: dr inż. Roman Wyżgolik				
12. Przynależność do grupy przedmiotów: przedmioty specjalnościowe				
13. Status przedmiotu: obowiązkowy				
14. Język prowadzenia zajęć: polski				
15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne: Zakłada się, że student przed rozpoczęciem nauki niniejszego przedmiotu posiada przygotowanie w zakresie: podstaw miernictwa oraz podstaw elektroniki.				
16. Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z czujnikami pomiarowymi wykonanymi w różnych technologiach. Zaznajomienie obejmuje omówienie technologii wykorzystywanych do budowy czujników pomiarowych – głównie technologii mikroobróbki krzemu; prawa fizyczne opisujące zasadę działania czujników, ich budowę, własności metrologiczne, zastosowania.				
17. Efekty kształcenia:				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
W1	Ma podstawową wiedzę na temat technologii produkcji współczesnych czujników pomiarowych .	EU	WM, WT	K_W20/3
W2	Ma wiedzę na temat budowy, zasady działania i układów pomiarowych różnorodnych czujników wielkości fizycznych i chemicznych.	EU	WM, WT	K_W2/2; W20/2
U1	Potrafi zbadać lub wyznaczyć parametry metrologiczne czujników pomiarowych.	CL, PS, OS	L	K_U11/2
U2	Potrafi stworzyć system pomiarowy dla przeprowadzenia zadania kalibracji czujników pomiarowych.	CL, PS, OS	L	K_U11/2
K1	Potrafi dobrać odpowiedni czujnik do konkretnej aplikacji pomiarowej.	SP	L	K_K5/3
18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin) W. : 30 L.: 30				
19. Treści kształcenia:				
Wykład				
Konwencjonalne i zintegrowane czujniki pomiarowe: zasadnicze różnice, obszary zastosowań, przykłady czujników konwencjonalnych i zintegrowanych. Objasnienie pojęć: Mikrosystemy, MEMS, MOEMS, μ TAS. Własności mechaniczne krzemu, podstawowe metody jego mikroobróbki: Bulk Silicon Micromachining, Surface Micromachining. Wytwarzanie krzemowych i krzemowo szklanych struktur wielowarstwowych: metody łączenia krzem-krzem, krzem-szkło. Przykładowe struktury wielowarstwowe.				
Wprowadzenie do techniki światłowodowej: elementy toru światłowodowego, propagacja fali świetlnej w światłowodzie, rodzaje światłowodów, detektory i nadajniki.				

Przegląd czujników rezystancyjnych i termoelektrycznych wykonanych w technologii konwencjonalnej. Technologia grubo i cienkowarstwowa w produkcji czujników rezystancyjnych platynowych. Półprzewodnikowe czujniki temperatury z rezystancją rozproszoną.

Półprzewodnikowe czujniki temperatury bazujące na złączu p-n oraz zintegrowane, czujniki typu PTAT: zasada działania, własności metrologiczne, stopień integracji z układami peryferyjnymi.

Nietypowe rozwiązania czujników temperatury: czujniki ultradźwiękowe, światłowodowe, typu „ciało czarne”.

Detektory promieniowania termicznego: model matematyczny detektora promieniowania termicznego, własności metrologiczne. Wybrane detektory promieniowania termicznego: bolometry, termostosy, detektory piroelektryczne. Przykładowe konstrukcje i zastosowania.

Półprzewodnikowe czujniki ciśnienia: pojemnościowe, piezorezystancyjne (efekt piezorezystancyjny). Badanie własności metrologicznych.

Czujniki zbliżeniowe: indukcyjne, fotoelektryczne, światłowodowe, pojemnościowe. Czujniki wielkości geometrycznych – drogi, kąta, odchylenia od pionu. Czujniki mikroprzepływu.

Czujniki przyspieszenia: model matematyczny czujnika przyspieszenia, kompensacja siły. Piezoelektryczne czujniki przyspieszenia: zjawisko piezoelektryczne, rodzaje piezoelektryków, własności metrologiczne czujników, konstrukcje mechaniczne, układy pomiarowe. Wzorcowanie czujników przyspieszenia.

Półprzewodnikowe czujniki przyspieszenia: sposoby detekcji przyspieszenia, czujniki pojemnościowe, piezorezystancyjne i termiczne. Przykłady rozwiązań komercyjnych, własności metrologiczne, zastosowania, układy pomiarowe.

Czujniki chemiczne: ogólna zasada działania czujnika chemicznego, czujniki konduktometryczne gazów, czujniki z falą akustyczną, czujniki światłowodowe. Czujniki wilgotności: podstawowe pojęcia, czujniki półprzewodnikowe, czujniki z akustyczną falą powierzchniową, detektory punktu rosy. Przykładowe konstrukcje, własności metrologiczne.

Wybrane metody badania czujników mikromechanicznych.

Zajęcia laboratoryjne

1. Półprzewodnikowe czujniki ciśnienia.
2. Czujniki gazów.
3. Bezstykowy pomiar temperatury.
4. Czujniki przyspieszenia.
5. Czujniki wilgotności.
6. Czujniki i pomiary ultradźwiękowe.

20. Egzamin: tak

21. Literatura podstawowa:

1. Dziuban J. A.: Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo-szklanych w technice mikrosystemów, wyd. II popr., Wyd. Pol. Wroclawska 2004
2. Bielecki Z., Rogalski A.: Detekcja sygnałów optycznych, WNT, Warszawa 2001.
3. Brzózka Z., Wróblewski W.: Sensory chemiczne, Oficyna Wyd. Pol. Warszawskiej 1998.
4. Zakrzewski J.: Czujniki i przetworniki pomiarowe, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2004
5. Laboratorium zintegrowanych czujników pomiarowych – praca zbiorowa. Skrypt nr 2055, Pol. Śląskiej, Gliwice 1997.

22. Literatura uzupełniająca:

1. L. Michalski, K. Eckersdorf: Pomiary temperatury, WNT, Warszawa, 1986
2. Czujniki w pojazdach samochodowych. Informatory techniczne Bosch. Praca zbiorowa, WKiŁ, 2002.
3. C. Liu.: Foundation of MEMS, Prentice-Hall, 2006.
4. S. Lishevsky: Nano- and microelectromechanical systems : fundamentals of nano- and microengineering – 2nd ed., CRC Press, 2005.

23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1	Wykład	30/10
2	Ćwiczenia	0/0
3	Laboratorium	30/30
4	Projekt	0/0
5	Seminarium	0/0
6	Inne	5/15
	Suma godzin	65/55

24. Suma wszystkich godzin: 120

25. Liczba punktów ECTS: 4
26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 2
27. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty): 2
26. Uwagi:

Zatwierdzono:

.....
(data i podpis prowadzącego)

.....
(data i podpis dyrektora instytutu/kierownika katedry/
Dyrektora Kolegium Języków Obcych/kierownika lub
dyrektora jednostki międzywydziałowej)