

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Zarządzanie małą firmą**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Small Enterprise Management**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W10ESM-SM0026W**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Posiada ogólną wiedzę o systemach społecznych i gospodarczych
2. Umiejętność krytycznej oceny schematów organizacyjnych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie zasad rozpoczynania działalności gospodarczej, podstaw zarządzania i marketingu
 C2 Zdobywanie umiejętności zaplanowania działalności gospodarczej
 C3 Uzyskanie przeświadczenia o sensowności podejmowania działalności gospodarczej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje pojęcia prawne, rachunkowe, organizacyjne konieczne do prowadzenia działalności gospodarczej

PEU_W02 opisuje zasady kierowania organizacją

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do podejmowania inicjatyw oraz działań związanych z zakładaniem przedsiębiorstwa

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Małe i średnie przedsiębiorstwo w gospodarce rynkowej	2
Wy2	Zasady prawne i rachunkowe prowadzenia działalności gospodarczej	2
Wy3	Zasady kierowania organizacją	2
Wy4	Problemy przywództwa i jego oddziaływanie na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	2
Wy5	Zasady sporządzania umów	2

Wy6	Organizacja firmy - wymiar ludzki i globalny	2
Wy7	Zarządzania ludźmi	2
Wy8	Zarządzanie majątkiem	2
Wy9	Wskaźniki finansowe i ekonomiczne kondycji firmy	2
Wy10	Źródła finansowania działalności gospodarczej	2
Wy11	Zasady sporządzania biznesplanu	2
Wy12	Znaczenie marketingu	2
Wy13	Zasady prowadzenia negocjacji-techniki negocjacyjne	2
Wy14	Zagadnienia komunikacji i perswazji	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład problemowy
N2. Prezentacja multimedialna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Niezbędnik przedsiębiorcy. Praca zbiorowa; Agora 2009

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] W. Sasin; Zarządzanie małą firmą; AW InterFart Łódź 1994

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Leszek Nakoneczny, e-mail: leszek.nakoneczny@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Systemy elektroniczne w mechatronice**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Electronic systems in mechatronics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Systemy elektroniczne mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0001**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	egzamin			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			0,7	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstaw konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem implementacji rozwiązań mechatronicznych
- C2 Nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów elektronicznych dla mechatroniki, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C3 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i analizy układów elektronicznych, w szczególności w aplikacjach mechatronicznych
- C4 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych układów elektronicznych
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach z zakresu wykorzystania konstrukcji mechatronicznych w badaniach w mili-, mikro- i nanoskali.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia dotyczące obszarów zastosowań i charakterystyk układów mechatronicznych oraz podstawowych pojęć z zakresu konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów mechatronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobrać techniki i potrzebne dane do wykonania zadania projektowego

PEU_U02 potrafi samodzielnie wykonać projekt układów mechatronicznych

PEU_U03 potrafi współpracować z innymi osobami oraz konsultować problemy podczas wykonywania projektu układu mechatronicznego

Z zakresu kompetencji społecznych:
 PEU_K01 wykazuje gotowość do uzupełniania wiedzy z zakresu układów mechatronicznych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Część organizacyjna wykładu: ustalenie zakresu kursu i wymagań do zaliczenia, omówienie materiałów do wykładu, podanie wykazu literatury. Wykład: Zasady ustalania założeń technicznych i konstrukcyjnych.	2
Wy2	Elementy sensorowe i sterujące w układach mechatronicznych.	2
Wy3	Aktuatory, przetworniki energii, łączenie elementów – zasady implementacji układów elektronicznych w obwodach sterowania.	2
Wy4	Wybrane napędy mechatroniczne w budowie maszyn – piezoelektryczne, skokowe, serwonapędy – układy kontroli i sterowania.	2
Wy5	Napędy elektryczne – zasada działania oraz układy elektroniczne kontroli i sterowania. Metody odzyskiwania energii.	2
Wy6	Pomocnicze układy wykonawcze w układach mechatronicznych – podziały, zastosowania i metody sterowania.	2
Wy7	Zasady projektowania w układach mechatronicznych o podwyższonym poziomie bezpieczeństwa.	2
Wy8	Podsumowanie wykładu.	1
Suma godzin		15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Ustalenie podstawowych założeń techniczno-projektowych dla poszczególnych projektów studenckich. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr2	Analiza funkcji realizowanych przez projektowany układ mechatroniczny. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr3	Analiza danych katalogowych i przystosowanie zdobytych informacji do potrzeb projektu. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr4	Projekt układu mechatronicznego spełniającego założenia techniczno-projektowe na podstawie dotychczasowej wiedzy i umiejętności. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr5	Projekt układu elektromechanicznego dla przygotowywanego projektu. Symulacja działania podzespołów. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr6	Projekt obwodu drukowanego dla przygotowywanego projektu. Projekt konstrukcji mechanicznej i układów sensorycznych. Ocena parametrów. Dyskusja wyników.	2
Pr7	Opracowanie kodów sterujących opracowanymi systemami mechatronicznymi. Przygotowanie dokumentacji projektowej.	2
Pr8	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat.	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami N2. Pokazy oprogramowania służącego do projektowania i analizy układów elektronicznych N3. Przykładowe analizy kart katalogowych układów optoelektronicznych N4. Materiały do wykładu i projektu on-line N5. Zadania projektowe do samodzielnego wykonania N6. Wspólne dyskusje otwarte na zajęciach na różnych etapach nauki N7. Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną N8. Praca własna studenta – przygotowanie do projektu studenckiego

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		

F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U2 PEU_U3 PEU_K1	udział merytoryczny w dyskusjach otwartych i aktywność na zajęciach
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U2 PEU_U3 PEU_K1	wykonanie i prezentacja zadania projektowego
$P(\text{Pr}) = 0,3 \cdot F1(\text{Pr}) + 0,7 \cdot F2(\text{Pr})$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Godfrey Onwubolu, Mechatronics Principles and Applications, Elsevier Science, 2005
- [2] David Bradley & David W. Russell, Mechatronics in Action: Case Studies in Mechatronics - Applications and Education, Springer 2010
- [3] David G. Alciatore, Michael B. Histand, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, Fourth edition, McGrawHill, 2011
- [4] A. Milella, D.Di Paola, G. Cicirelli, Mechatronic Systems Applications, InTech2010
- [5] MartínezAlfaro H. (ed.) Advances in Mechatronics, InTech 2011
- [6] Devdas Shetty, Richard A.Kolk, Mechatronics System Design, SI Version, Cengage Learning 2010
- [7] Christoph Schenk, Ulrich Tietze, Układy półprzewodnikowe, Wydawnictwa Naukowo Techniczne WNT, 1997
- [8] Sztuka elektroniki, Horowitz Paul, Hill Winfield, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, 2018
- [9] Andrzej Dębowski, Automatyka. Napęd elektryczny, WNT Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2017

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Ryszard Jabłoński & Mateusz Turkowski & Roman Szewczyk, Recent Advances in Mechatronics, Springer 2007
- [2] Klaus Janschek, Mechatronic Systems Design: Methods, Models, Concepts, Springer 2012
- [3] Ganesh R. Naik (ed.), Intelligent Mechatronics, InTech 2011
- [4] Czasopisma: Elektronika praktyczna, Elektronizacja, Przegląd Telekomunikacyjny itp. oraz katalogi branżowe

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Andrzej Sikora, prof. uczelni, e-mail: andrzej.sikora@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Konstrukcja aparatury elektronicznej**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim:

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Elektroniczne systemy mechatroniki**

Specjalność (jeśli dotyczy): **n/d**

Poziom i forma studiów: **II stopień / stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **W12ESM-SM0002**

Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

C1 Opanowanie wiedzy teoretycznej w zakresie konstruowania i wytwarzania aparatury elektronicznej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia ogólne w zakresie konstruowania i wytwarzania aparatury elektronicznej

PEU_W02 opisuje problemy dotyczące wpływu materiałów i środków stosowanych w montażu aparatury elektronicznej na środowisko naturalne

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp; podstawowe typy aparatury elektronicznej	1
Wy2	Ogólne zasady konstruowania aparatury elektronicznej	2
Wy3	Komputerowe wspomaganie procesu konstruowania	1
Wy4	Materiały stosowane w konstrukcjach aparatury elektronicznej	1
Wy5	Moduły i standardy w aparaturze elektronicznej	1
Wy6	Ergonomia, odbiór informacji, sterowanie	1
Wy7	Narażenia środowiskowe oddziałujące na aparaturę	2
Wy8	Odprowadzanie ciepła	1
Wy9	Kompatybilność elektromagnetyczna aparatury elektronicznej	2
Wy10	Projektowanie proekologiczne, recycling	2
Wy11	Kolokwium zaliczeniowe przedmiotu	1

Suma godzin	15
-------------	-----------

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusja
 N2. Konsultacje
 N3. Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Felba, R. Kisiel, Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2015

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Felba, Montaż w elektronice, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010
 [2] R. Kisiel, Podstawy technologii dla elektroników, Wydawnictwo BTC Korporacja, 2012
 [3] Z. Krakowski, M. Wozniak, Zasady konstrukcji elektronicznej aparatury pomiarowej, Wrocław, 1976
 [4] J. Kijak, Konstruowanie urządzeń elektronicznych, WNT, 1975
 [5] T. Więckowski, Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych, Oficyna Wydawnicza PWr, 2001

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Wojciech Macherzyński, e-mail: wojciech.macherzynski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Modelowanie 2D/3D**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** 2D/3D modelling**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0003**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przygotowanie do projektowania mikrosystemów
- C2 Poznanie oprogramowania komputerowego wykorzystywanego do projektowania mikrosystemów
- C3 Poznanie oprogramowania komputerowego wykorzystywanego do prowadzenia symulacji pracy mikrosystemów
- C4 Przygotowanie do realizacji projektów mikrosystemów wykorzystujących druk 3D

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje i wyjaśnia zagadnienia na temat możliwych do wykorzystania narzędzi do modelowania pracy mikrosystemów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi odpowiednio dobrać narzędzia oraz metody analityczne i symulacje do rozwiązywania zagadnień inżynierskich; potrafi modelować właściwości i pracę mikrosystemów

PEU_U02 potrafi interpretować wyniki otrzymanych symulacji komputerowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do samodzielnego uzupełniania wiedzy w zakresie narzędzi modelowania 2D/3D

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Symulacje numeryczne - wprowadzenie	2
Wy2	Modelowanie mikrosystemów	2

Wy3	Przepływ cieczy w mikroskali	2
Wy4	Zagadnienia termiczne w mikrosystemach	2
Wy5	Analiza rodzajów aktuacji w mikroskali	2
Wy6	Materiały wykorzystywane w mikrosystemach	2
Wy7	Optymalizacja w modelowaniu mikrosystemów	2
Wy8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Platforma do symulacji komputerowych COMSOL (moduł MEMS), oprogramowanie z rodziny AutoCad - wprowadzenie	1
La2	Modelowanie aktuacji mikrobjelki – porównanie dwóch środowisk symulacyjnych	6
La3	MEMS Energy harwester – modelowanie pracy elementów drukowanych 3D	3
La4	Wielostrumieniowy mikromieszalnik cieczy	3
La5	Zajęcia podsumowujące i zaliczenie	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem komputerów
 N2. Konsultacje
 N3. Praca własna, przygotowanie do kartkówki i zaliczenia

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – pozytywna ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	sprawozdania z laboratorium
P(La) – średnia arytmetyczna ocen F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Przykłady dostępne z pakietem COMSOL
 [2] Przykłady dostępne z pakietem AutoCad – Inventor
 [3] Instrukcje laboratoryjne

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Czasopisma naukowe dostępne w bazie czasopism Politechniki Wrocławskiej

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Patrycja Śniadek, e-mail: patrycja.sniadek@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Programowanie graficzne w mechatronice**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Graphical programming in mechatronics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0004**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			30		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z zakresu programowania, elektroniki i mechatroniki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć umiejętności z zakresu graficznego programowania prostych układów lub systemów kontrolno-pomiarowych stosowanych w mechatronice
- C2 Zdobyć wiedzy i umiejętności w zakresie zastosowania wirtualnych instrumentów w opracowaniu wybranych układów lub systemów mechatronicznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zasady budowania i testowania wirtualnych instrumentów

PEU_W02 wyjaśnia zastosowanie wirtualnych instrumentów do programowania wybranych systemów kontrolno-pomiarowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi przeanalizować funkcje i zastosowanie wirtualnego instrumentu

PEU_U02 potrafi zbudować i testować wirtualny instrument do obsługi wybranego systemu kontrolno-pomiarowego

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zastosowanie LabVIEW w aplikacjach kontrolno-pomiarowych	3
La2	Projektowanie wirtualnych instrumentów z obsługą kart DAQ	3
La3	Projekt indywidualny	3

La4	Projekt indywidualny	3
La5	Ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Zajęcia laboratoryjne z przykładami i zadaniami praktycznymi
 N2. Praca własna – przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i sprawdzianów wiedzy
 N3. Praca własna – opracowanie i prezentacja projektu indywidualnego
 N4. Praca własna – platforma e-learningowa
 N5. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(La)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01	oceny ze sprawdzianów wiedzy
F2(La)	PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02	oceny z realizacji zadań laboratoryjnych i projektów
$P(La) = 0,5 \cdot (F1(La) + F2(La))$ średnia arytmetyczna ocen ze sprawdzianów wiedzy i realizacji zadań laboratoryjnych i projektów		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Instrukcje laboratoryjne
 [2] Platforma e-learningowa (www.ni.com)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Essik, Hands-on instruction to LabVIEW for scientist and engineers, Oxford University Press, 2012
 [2] W. Tłaczała, Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo, WNT, Warszawa, 2014
 [3] M. Chruściel, LabVIEW w praktyce, BTC, Legionowo, 2008

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Wojciech Kubicki, e-mail: wojciech.kubicki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Informatyka kwantowa
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Quantum Computing
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki
Specjalność (jeśli dotyczy): nie dotyczy
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: W12ESM-SM0005
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		60
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5		0,6		1,2

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość fizyki, a w szczególności mechaniki kwantowej.
2. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego.
3. Znajomość podstaw fizyki metali, półprzewodników, dielektryków i nadprzewodników.
4. Znajomość podstaw informatyki klasycznej.
5. Znajomość elementów analizy i algebry matematycznej.
6. Znajomość liczb zespolonych.
7. Ukończenie całego bloku kursów Fizyki.
8. Ukończenie kursu Kwantowe przetwarzanie danych.
9. Zdolność samodzielnego wykorzystania nabytej wiedzy i zastosowania posiadanych umiejętności w celu realizacji powierzonych zadań wynikających z treści przedmiotu.
10. Zdolność realizacji powierzonych zadań samodzielnie, bądź w grupie.
11. Zdolność komunikatywnego zwerbalizowania odpowiedzi, jak i pytań.
12. Zdolność pracy pod presją czasu.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie praktycznej i teoretycznej wiedzy z zakresu mechaniki kwantowej do zastosowań związanych z rozwojem komputerów kwantowych i informatyki kwantowej.
- C2 Zapoznanie się formalizmami matematycznymi i fizycznymi stosowanymi w opisie zagadnień związanych z informatyką kwantową.
- C3 Zapoznanie się z fizycznymi realizacjami komputera kwantowego.
- C4 Przeprowadzanie doświadczeń umożliwiających zobrazowanie idei działania komputera kwantowego.
- C5 Przedstawienie (omówienie) wybranego aspektu związanego z mechaniką, bądź informatyką kwantową w formie samodzielnego wystąpienia.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia teoretyczne i praktyczne z zakresu mechaniki kwantowej

PEU_W02 opisuje przykładowe fizyczne realizacje komputerów kwantowych w nawiązaniu do dzisiejszych możliwości technologicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi rozwiązywać zadania oraz przeprowadzić eksperymenty myślowe i obliczeniowe związane z mechaniką oraz informatyką kwantową

PEU_U02 potrafi przeprowadzić doświadczenia laboratoryjne zmierzające do unaocznienia czym jest informatyka kwantowa

PEU_U03 potrafi samodzielnie prezentować zagadnienia dotyczące mechaniki i informatyki kwantowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 wykazuje gotowość do pogłębiania wiedzy w zakresie zagadnień informatyki kwantowej

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Formalizmy matematyczne i fizyczne w mechanice kwantowej	2
Wy2	Bity, a QuBity. Multi-qubity. Sfera Bloch-a. Pozyskiwanie odpowiedzi z komputera kwantowego.	2
Wy3	Logiczne bramki kwantowe. Bramki jedno- i wielo-qubitowe.	2
Wy4	Obwody kwantowe. Kwantowa transformata Fourier.	2
Wy5	Algorytmy wykorzystywane w informatyce kwantowej. Algorytm Grovera. Algorytm Shora i inne.	2
Wy6	Co, to takiej informacja kwantowa?	2
Wy7	Przybliżenie idei teleportacji i kryptografii kwantowej.	2
Wy8	Kolokwium I	2
Wy9	Czy jest możliwa fizyczna realizacja komputera kwantowego?	2
Wy10	Qubity – pułapki jonowe.	2
Wy11	Qubity – nadprzewodniki.	2
Wy12	Qubity – półprzewodzące kropki kwantowe.	2
Wy13	Qubity – nanodrut topologiczne.	2
Wy14	Qubity – defekty, luki w ciele stałym.	2
Wy15	Kolokwium I	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne	1,5
La2	Zobrazowanie i przybliżenie prawa Malusa.	4
La3	Polaryzacja światła (a może fotonu?), jako przykład Qubitu.	4
La4	Ewa podsłuchuje Boba i Alicję. Czy to już kryptografia kwantowa?	4
La5	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa	1,5
	Suma godzin	15

Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Zajęcia wprowadzające. Przydzielenie tematów, które będą prezentowane przez studentów.	2
Se2	Mechanika kwantowa. Postulaty mechaniki kwantowej. A po co nam ten formalizm matematyczny i fizyczny?	2
Se3	Od klasycznych do kwantowych bramek logicznych. Różnice, czy podobieństwa?	2
Se4	Co to takiego, ta kwantowa transformata Fouriera? Konfrontacja kwantowej transformaty Fourier z klasyczną.	2
Se5	Co z tymi algorytmami kwantowymi?	2
Se6	Czy będziemy się teleportować, czy też nie Panie „Scotty”?	2
Se7	Szyfrować, czy nie szyfrować? Kryptografia klasyczna, a kwantowa. Może to droga do nowej Enigmy?	2
Se8	Czy jest możliwa fizyczna realizacja komputera kwantowego?	2

Se9	A może pułapki jonowe?	2
Se10	Co z tymi nanodrutami topologicznymi?	2
Se11	Czy nadprzewodniki, to przyszłość komputerów kwantowych?	2
Se12	Półprzewodzące nanokropki kwantowe i defekty w ciele stałym, jako źródło qubitów?	2
Se13	Pogadanka między Alicją i Bobem. Czy Ewa zawsze będzie podsłuchiwać bez konsekwencji?	2
Se14	Zagrożenia, a korzyści związane z budową komputera kwantowego.	2
Se15	Podsumowanie. Dyskusja.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Sprawdzian przygotowania do zajęć laboratoryjnych przeprowadzony w formie kartkówki, interaktywnego testu, bądź rozmowy.
- N2. Konsultacje dotyczące uzyskanych wyników pomiarowych i czynników wpływających na dokładność przeprowadzonych pomiarów.
- N3. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
- N4. Wspomaganie wykładu metodami e-learningu
- N5. Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
- N6. Praca własna – przygotowanie do wykładu wybranych zagadnień
- N7. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
- N8. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
- N9. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do seminarium i wystąpienia
- N10. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
F2(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – średnia arytmetyczna ocen z kolokwiów lub ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	kartkówki przed zajęciami laboratoryjnymi, dyskusje w trakcie prowadzonych pomiarów, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
P(La) – średnia arytmetyczna poszczególnych ocen F1(La)		
F1(Se)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U03	aktywność na zajęciach, udział w dyskusji, prezentacja
P(Se) – średnia arytmetyczna poszczególnych ocen F1(Se)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Feynmana Wykłady z Fizyki, Tom 3, Mechanika Kwantowa, ISBN 978-83-01-17786-7 t. .3, Wydanie 6 poprawione, Warszawa 2014.
- [2] Lew D. Landau, Jewgienij M. Lifszyc, Mechanika Kwantowa, Teoria nierelatywistyczna, ISBN 978-83-01-16780-6, PWN 2012, Warszawa.
- [3] Witold Jacak, Wojciech Donderowicz, Janusz Jacak, pod redakcją Lucjan Jacak, Wstęp do informatyki i kryptografii kwantowej, ISBN 978-83-7493-604-0, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- [4] Colin P. Williams, Explorations in Quantum Computing, Springer, 2nd edition 2011, ISBN 978-1-84628-886-9
- [5] Artykuły naukowo-badawczo-rozwojowe odnośnie możliwości fizycznej realizacji komputera kwantowego.
- [6] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Podstawy fizyki", PWN, Warszawa 2007.
- [7] Leszek Adamowicz, Mechanika Kwantowa Formalizm i Zastosowania, ISBN 837207-526-3, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.

- [8] Mika Hirvensalo, Algorytmy Kwantowe, ISBN 83-02-09155-3, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna, Warszawa 2004.
- [9] G. Alber, T. Beth, M. Horodecki, P. Horodecki, R. Horodecki, M. Rotteler, H. Weinfurter, R. Werner, Z. Zeilinger, Quantum Information An Introduction to Basic Theoretical Concepts and Experiments, Springer ISBN 3-540-41666-8.
- [10] Edward L. Wolf, Quantum Nanoelectronics An Introduction to Electronic Nanotechnology and Quantum Computing, Wiley ISBN 978-3-527-40749-1.

LITERATURA UZUPELNIAJĄCA:

- [1] Michel Le Bellac, Wstęp do informatyki kwantowej, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2011, ISBN 978-83-01-16570-3.
- [2] Vladimir V. Mitin, Cmitry I. Sementsov and Nizami Z. Vagidov, Quantum Mechanics for Nanostructures, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-76366-0.
- [3] Eric R. Johnston i inni, Komputer kwantowy Programowanie, algorytm kod, Helion SA, ISBN 978-83-283-6778-4.
- [4] Yuli V. Nazarov and Jeroen Danon, Advanced Quantum Mechanics, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-76150-5
- [5] Eduard Prugovecki, Quantum Mechanics in Hilbert Space, Academic Press, ISBN 0-12-566060-X
- [6] F.C. Crawford, "Fale", PWN, Warszawa 1975.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Marcin Palewicz, e-mail: marcin.palewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Technika światłowodowa

Nazwa przedmiotu w języku angielskim:

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki

Specjalność (jeśli dotyczy): n/d

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu: W12ESM-SM0006

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowe wiadomości z fizyki i optyki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z najważniejszymi właściwościami i parametrami światłowodów
 C2 Zdobywanie wiedzy o podstawowych technikach wytwarzania światłowodów i elementów światłowodowych
 C3 Zdobywanie podstawowych umiejętności pomiaru i wytwarzania elementów światłowodowych
 C4 Udział studentów w badaniach prowadzonych na Wydziale w zakresie techniki światłowodowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie techniki światłowodowej, w tym zagadnienia dotyczące fizycznych podstaw działania światłowodów i systemów telekomunikacji optycznej

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi

PEU_U02 obsługuje aparaturę pomiarową i montuje systemy pomiarowe w zakresie techniki światłowodowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 wykazuje gotowość do samodzielnego zdobywania wiedzy w zakresie techniki światłowodowej

PEU_K02 dba o przestrzeganie zasad BHP przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi i instruuje inne osoby w tym zakresie

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie – klasyfikacja i zastosowania światłowodów	2
Wy2	Podstawowe właściwości światłowodów	2

Wy3	Analiza propagacji fali świetlnej w światłowodzie	2
Wy4	Wytwarzanie światłowodów planarnych	2
Wy5	Wytwarzanie światłowodów włóknistych	2
Wy6	Montaż elementów światłowodowych i optoelektronicznych	2
Wy7	Łączność światłowodowa	1
Wy8	Test - kolokwium	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne / Pomiar apertury numerycznej światłowodów jedno- i wielomodowych.	3
La2	Pomiar tłumienia światłowodów plastikowych	3
La3	Przygotowanie światłowodów i pomiar różnych złączy światłowodowych	3
La4	Pomiar linii wykonanych na bazie jedno- i wielomodowych światłowodach za pomocą reflektometru optycznego	3
La5	Podsumowanie zajęć, możliwość uzupełnienia zaległości i ewaluacja końcowa	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Wspomaganie wykładu metodami e-learningu
N3.	Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
N4.	Praca własna – przygotowanie do wykładu wybranych zagadnień
N5.	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
N7.	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	kartkówki, dyskusje, wykonanie ćwiczenia
P(La) – średnia arytmetyczna ocen F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] Skrypt, S. Patela, Podstawy Techniki Światłowodowej.
[2] R.S. Romaniuk, Miernictwo światłowodowe, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2001, ISBN: 978-83-916022-2-5.
[3] J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1997.
[4] A. Smoliński, Optoelektronika światłowodowa, WKŁ, 1985.
[5] M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej, WNT, 1992.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] Gang-Ding Peng Redaktor, Handbook of optical fibers. Vol. 1/ Vol. 2/ Vol. 3, Springer 2019, ISBN: 9789811070853;ISBN: 9789811070877;ISBN: 9789811070860.
[2] Moh Yasin Redaktor; Sulaiman W Harun Redaktor; Hamzah Arof Redaktor, Optical fiber communications and devices, Rijeka : InTech, 2012, ISBN 9789533079547.
[3] B. Ziętek,, Optoelektronika, UMK, 2004
[4] J. E. Midwinder , Y. L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
opiekun wykładu: dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl
opiekun laboratorium: dr inż. Marcin Palewicz, e-mail: marcin.palewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrosystemy i mikronapędy
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Micromachines and Microactuators
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki
Specjalność (jeśli dotyczy): n/d
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: W12ESM-SM0007
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	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		0,7		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zalecane wysłuchanie kursów na temat podstaw techniki mikrosystemów. Możliwe jest przyswojenie materiału na podstawie ogólnej wiedzy technicznej, pod warunkiem wzmoczonej pracy własnej z odpowiednią literaturą przedmiotu (podręczniki wprowadzające w technikę mikrosystemów)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Głównym celem przedmiotu jest przyswojenie przez słuchacza wiedzy na temat nowo rozwijanej grupy mikrosystemów których główną funkcją jest wytwarzanie i przenoszenie sił i ruchu, tak, aby nastąpiło zrozumienie podstaw materiałowo-konstrukcyjnych, zasad działania, wytwarzania i wykorzystania technicznego mikromechanizmów i mikronapędów (z zaznaczeniem roli i rozwoju nanomechanizmów)
- C2 Celem dodatkowym jest umiejętność prawidłowego doboru mikromaszyn i mikronapędów wykorzystywanych w praktyce
- C3 Udział studentów w prowadzonych badaniach naukowych nad mikromaszynami i mikronapędami

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zasady wykorzystania mikromechanizmów i mikronapędów w technice i życiu codziennym

PEU_W02 wyjaśnia zjawiska fizyczne istotne z punktu widzenia działania i wytwarzania mikromechanizmów i mikronapędów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 dokonuje prawidłowego doboru mikromaszyn i mikronapędów do zastosowań praktycznych

PEU_U02 potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy, posłużyć się właściwie dobranymi przyrządami i systemami pomiarowymi, oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawy: techniki mikro inżynieryjne, najważniejsze mikromechanizmy i mikronapędy	2
Wy2	Wytwarzanie i wykorzystanie ruchu w mikrouządzeniach	2
Wy3	Statyczne i dynamiczne mikromaszyny objętościowe; czujniki i akulatory	2
Wy4	Mikromaszyny powierzchniowe; czujniki, akulatory, mikronapędy	2
Wy5	Mikromaszyny LIGA: mikrosilniki, mikronapędy, narzędzia	2
Wy6	Mikro-urządzenia do wytwarzania energii elektrycznej (energy harvesting), mikrosystemy zero-energetyczne	2
Wy7	Zarządzanie przepływem płynów w mikro i nano skali; wstęp do techniki lab-chipów; mikromaszyny fluidyczne	2
Wy8	Mikrosamochody, mikro samoloty i inne mikromechanizmy zdolne do ruchu	2
Wy9	RF MEMSY	2
Wy10	Mikrooptyka; części i złożone instrumenty optyczne	2
Wy11	Mikromaszynowe czujniki dla pojazdów	2
Wy12	Mikromaszyny dla bio-medycyny	2
Wy13	Mikromaszyny i mikrosystemy kosmiczne	2
Wy14	Perspektywy rozwoju mikrouządzeń do 2020 rok; autonomiczne systemy mikromaszynowe	2
Wy15	Nanomaszyny; terażniejszość i spodziewany rozwój	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Mikrosilniki i mikroprzekładnie	3
La2	Filtry i przełączniki mikroelektromechaniczne RF	3
La3	Platforma wieloparametryczna MEMS dla awioniki	3
La4	Mikropompy, mikrozawory; sterowanie mikrofluidyczne	3
La5	Układy wibrujące; czujniki wybranych wielkości mechanicznych	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład
N2.	Laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	wykonanie poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych; sprawozdanie
P(La) – średnia arytmetyczna ocen cząstkowych		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1]	Jan A Dziuban; Bonding in microsystem technology, Springer 2007
[2]	Nadim Maluf, Kirt Williams, An introduction to Microelectromechanical Systems Engineering, Artech House, 2004
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1]	Wolfgang Menz and others, Microsystem Technology, Wiley-VCH 2001

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
prof. dr hab. inż. Rafał Walczak, e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Projektowanie układów przetwarzania sygnałów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Design of signal processing systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0008**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza z zakresu układów logiki cyfrowej
2. Umiejętność programowania w języku C
3. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki i przyrządów półprzewodnikowych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studenta z ideą mikroprocesorów sygnałowych oraz technikami programistycznymi umożliwiającymi analizę i przetwarzanie sygnałów w czasie rzeczywistym
- C2 Nauczenie umiejętności implementacji podstawowych algorytmów przetwarzania sygnałów w układach mikroprocesorów sygnałowych (przetwarzanie online)
- C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi liniowymi i nieliniowymi układami elektronicznymi
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach w dziedzinach powiązanych z przetwarzaniem sygnałów pochodzących z układów MEMS/NEMS

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia z zakresu analogowych liniowych i nieliniowych układów elektronicznych

PEU_W02 opisuje zagadnienia z zakresu architektury procesorów sygnałowych, technik programistycznych i wsparcia sprzętowego dla algorytmów przetwarzania sygnałów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaimplementować algorytmy cyfrowej filtracji i syntezy sygnałów z wykorzystaniem buforów kołowych.

PEU_U02 potrafi zaimplementować efektywną akwizycję sygnałów z wykorzystaniem układu kontroli przerwań i układu bezpośredniego dostępu do pamięci

PEU_U03	potrafi zaproponować architekturę liniowego i nieliniowego układ elektronicznego tak aby spełniał założenia projektowe
---------	--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Projektowanie układów na bazie wzmacniaczy operacyjnych - podstawowe układy	2
Wy2	Przetworniki AC i CA-klasyfikacja, właściwości i zastosowania	2
Wy3	Konstrukcje układów różnicowych i podstawowych układów akwizycji danych	2
Wy4	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 – układy, konstrukcje i zastosowania	1
Wy5	Projektowanie systemów przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem układów mikroprocesorów sygnałowych – od problemu do rozwiązania	1
Wy6	Akwizycja sygnałów, obsługa urządzeń zewnętrznych, popularne rozwiązania techniczne	2
Wy7	Optymalizacja procesu akwizycji sygnałów – metody buforowania danych	2
Wy8	Metody analizy i przetwarzania sygnałów – algorytmy, złożoność obliczeniowa i wsparcie sprzętowe	2
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 – sygnały	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzeni do środowiska programistycznego Code Composer Studio, organizacja grup projektowych i omówienie tematów projektów	3
La2	Konstrukcja układów ze wzmacniaczami operacyjnymi	3
La3	Zastosowania i charakterystyka układów wzmacniacze mocy	3
La4	Projekt filtrów sygnałowych	3
La5	Zastosowania układów z pętla synchronizacji fazowej PLL	3
La6	Dyskusja i uzgodnienie koncepcji akwizycji sygnałów	3
La7	Dyskusja i uzgodnienie koncepcji algorytmów przetwarzania i analizy sygnałów	3
La8	Testy opracowanego rozwiązania, weryfikacja założeń lub optymalizacja	3
La9	Prezentacja i ocena opracowanego rozwiązania.	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja ustna z użyciem środków audiowizualnych
N2.	Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem zestawu dydaktycznego do programowania procesorów sygnałowych na bazie makiety dydaktycznej firmy Texas Instruments oraz urządzeń do generacji i obserwacji sygnałów
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium nr 1
F2(Wy)	PEU_W02	kolokwium nr 2
P(Wy) – średnia arytmetyczna ocen z kolokwium nr 1 oraz kolokwium nr 2; przy czym obydwa kolokwia muszą być ocenione na ocenę pozytywną		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena opracowanego projektu systemu przetwarzania sygnałów

F2(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena opracowanego projektu układu elektronicznego
P(La) – średnia arytmetyczna ocen składowych F1(La) oraz F2(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Kuta: Układy elektroniczne, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- [2] J. Baranowski, G. Czajkowski: Układy analogowe nieliniowe i impulsowe, WNT, Warszawa
- [3] TMS320C67x/C67x+ DSP CPU and Instruction Set Reference Guide, Texas Instruments 2006
- [4] TMS320C6000 Programmer's Guide, Texas Instruments 2011
- [5] TMS320C6000 Peripherals Reference Guide, Texas Instruments 2001

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Dokumentacja techniczna procesorów DSP dostępna na stronach producentów

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: tomasz.piasecki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Elementy układów przetwarzania sygnałów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Elements of signal processing systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0009**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza z zakresu układów logiki cyfrowej
2. Umiejętność programowania w języku C
3. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki i przyrządów półprzewodnikowych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studenta z ideą mikroprocesorów sygnałowych oraz technikami programistycznymi umożliwiającymi analizę i przetwarzanie sygnałów w czasie rzeczywistym
- C2 Nauczenie umiejętności implementacji podstawowych algorytmów przetwarzania sygnałów w układach mikroprocesorów sygnałowych (przetwarzanie online)
- C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi liniowymi i nieliniowymi układami elektronicznymi
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach w dziedzinach powiązanych z przetwarzaniem sygnałów pochodzących z układów MEMS/NEMS

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia z zakresu analogowych liniowych i nieliniowych układów elektronicznych

PEU_W02 opisuje zagadnienia z zakresu architektury procesorów sygnałowych, technik programistycznych i wsparcia sprzętowego dla algorytmów przetwarzania sygnałów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaimplementować algorytmy cyfrowej filtracji i syntezy sygnałów z wykorzystaniem buforów kołowych.

PEU_U02 potrafi zaimplementować efektywną akwizycję sygnałów z wykorzystaniem układu kontroli przerwań i układu bezpośredniego dostępu do pamięci

PEU_U03	potrafi zaproponować architekturę liniowego i nieliniowego układ elektronicznego tak aby spełniał założenia projektowe
---------	--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wzmacniacz operacyjny - układy	2
Wy2	Przetworniki AC i CA-klasyfikacja i właściwości	2
Wy3	Układy różnicowe i układy akwizycji danych	2
Wy4	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 - układy	1
Wy5	Mikroprocesorowe układy akwizycji danych – aspekty programistyczne, system przerwań, układ DMA	2
Wy6	Buforowanie danych – bufory kołowe i bufory „ping-pong”	2
Wy7	Filtracja sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	2
Wy8	Cyfrowa synteza sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	1
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 - sygnały	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia wprowadzające, wprowadzenie do środowiska programistycznego Code Composer Studio firmy Texas Instruments	3
La2	Wzmacniacze operacyjne	3
La3	Wzmacniacze mocy	3
La4	Filtry sygnałowe	3
La5	Pętla synchronizacji fazowej PLL	3
La6	Algorytmy przetwarzania i analizy sygnałów	3
La7	Akwizycja danych - układ kontroli przerwań, układ DMA	3
La8	Filtracja sygnałów w czasie rzeczywistym	3
La9	Cyfrowa synteza sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja ustna z użyciem środków audiowizualnych
N2.	Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem zestawu dydaktycznego do programowania procesorów sygnałowych na bazie makiety dydaktycznej firmy Texas Instruments oraz urządzeń do generacji i obserwacji sygnałów
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium nr 1
F2(Wy)	PEU_W02	kolokwium nr 2
P(Wy) – średnia arytmetyczna ocen z kolokwium nr 1 oraz kolokwium nr 2; przy czym obydwa kolokwia muszą być ocenione na ocenę pozytywną		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	ocena przygotowania do laboratoriów
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	ocena realizacji zadań laboratoryjnych
P(La) – średnia arytmetyczna ocen składowych F1(La) oraz F2(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| [1] Kuta: Układy elektroniczne, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków. |
| [2] J. Baranowski, G. Czajkowski: Układy analogowe nieliniowe i impulsowe, WNT, Warszawa |
| [3] TMS320C67x/C67x+ DSP CPU and Instruction Set Reference Guide, Texas Instruments 2006 |
| [4] TMS320C6000 Programmer's Guide, Texas Instruments 2011 |
| [5] TMS320C6000 Peripherals Reference Guide, Texas Instruments 2001 |

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|---|
| [1] Dokumentacja techniczna procesorów DSP dostępna na stronach producentów |
|---|

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: tomasz.piasecki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Cyfrowa wymiana danych**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Digital data exchange**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0010**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			1,2	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych
3. Elementarna wiedza z zakresu budowy i funkcjonowania sieci komputerowych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy o interfejsach cyfrowych stosowanych w mechatronice
- C2 Umiejętność doboru, skonfigurowania i uruchomienia cyfrowego interfejsu komunikacyjnego w projekcie mechatronicznym
- C3 Umiejętność użycia stosów protokołów oraz wykonania dedykowanego oprogramowania w celu realizacji komunikacji cyfrowej
- C4 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu zawierającego podsystem komunikacji cyfrowej
- C5 Przygotowanie studentów do udziału w badaniach w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności protokołów i interfejsów telekomunikacyjnych w elektronice

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zasadę działania, kluczowe cechy i kryteria doboru cyfrowego interfejsu komunikacyjnego

PEU_W02 opisuje budowę i sposoby użycia stosów protokołów dla zaawansowanych interfejsów cyfrowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaprojektować i wykonać układ elektroniczny realizujący komunikację przy użyciu odpowiedniego do tego celu interfejsu cyfrowego

PEU_U02 potrafi wykonać oprogramowanie realizujące komunikację cyfrową

PEU_U03 potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Szeregowa, asynchroniczna transmisja danych RS232/RS485/UART	2
Wy2	Kontrola przepływu i weryfikacja spójności danych w interfejsach znakowych asynchronicznych	2
Wy3	Znakowo zorientowane szeregowo magistrale synchroniczne	2
Wy4	Bezprzewodowe, cyfrowe interfejsy komunikacyjne małej mocy	2
Wy5	Interfejsy cyfrowe o zwiększonym zasięgu i podwyższonej odporności na zakłócenia	2
Wy6	Interfejsy rodziny IEEE 802.3 zorientowane pakietowo – warstwa 1 i 2 modelu ISO/OSI	2
Wy7	Szeregowa magistrala USB - specyfikacja, tryby pracy, klasy urządzeń	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia organizacyjne. Konfiguracja środowiska programistycznego i zestawów ewaluacyjnych	2
Pr2	Konfiguracja portów GPIO oraz wejść analogowych	4
Pr3	Komunikacja z wykorzystaniem interfejsu szeregowego (UART lub USB)	4
Pr4	Wprowadzenie do praktycznego zastosowania magistrali SPI i I ² C	4
Pr5	Praktyczne zastosowanie wybranego interfejsu bezprzewodowego (RF lub Ir lub Bluetooth)	8
Pr6	Wprowadzenie do tworzenia prostych sieci czujników – IoT (ang. Internet of Things). Projekt końcowy	8
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją	
N2. Konsultacje	
N3. Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami	
N4. Oprogramowanie komputerowe	
N5. Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny	
N6. Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	realizacja projektu
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	dokumentacja projektu (sprawozdania)
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	terminowość realizacji projektu
P(Pr) – średnia ważona ocen cząstkowych $0,5 \cdot F1(Pr) + 0,3 \cdot F2(Pr) + 0,2 \cdot F3(Pr)$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] W. Mielczarek; Szeregowe interfejsy cyfrowe, 1994

- [2] M. Chruściel; Programowalne moduły Ethernetowe w przykładach, 2012
- [3] W. Mielczarek; USB: uniwersalny interfejs szeregowy, 2005
- [4] M. Peczarski; Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet w przykładach, 2011

LITERATURA UZUPELNIAJACA:

- [1] K. Wojtuszkiewicz; Urządzenia techniki komputerowej [Dokument elektroniczny]. Cz. 2, Urządzenia peryferyjne i interfejsy
- [2] R. Chromik; RS 232 w przykładach na PC i AVR, 2010
- [3] T. Bilski; Interfejsy i urządzenia zewnętrzne; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Mirosław Gierczak, e-mail: miroslaw.gierczak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Interfejsy cyfrowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Digital interfaces
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki
Specjalność (jeśli dotyczy): n/d
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12ESM-SM0011
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			1,2	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć wiedzę o interfejsach cyfrowych stosowanych w mechatronice
 C2 Umiejętność doboru, skonfigurowania i uruchomienia cyfrowego interfejsu komunikacyjnego w projekcie mechatronicznym
 C3 Umiejętność użycia stosów protokołów oraz wykonania dedykowanego oprogramowania w celu realizacji komunikacji cyfrowej
 C4 Przygotowanie studentów do udziału w badaniach w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności protokołów i interfejsów telekomunikacyjnych w elektronice

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zasadę działania, kluczowe cechy i kryteria doboru cyfrowego interfejsu komunikacyjnego
 PEU_W02 opisuje budowę i sposoby użycia stosów protokołów dla zaawansowanych interfejsów cyfrowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi wybrać, skonfigurować i przetestować cyfrowy interfejs komunikacyjny na potrzeby realizowanego projektu mechatronicznego
 PEU_U02 potrafi wykonać oprogramowanie realizujące komunikację cyfrową
 PEU_U03 potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Szeregowa, asynchroniczna transmisja danych RS232 / RS485 / UART	2
Wy2	Komendy AT. Zastosowanie modemów GSM/GPRS w telemetrii	2
Wy3	Magistrale SPI oraz I2C	2
Wy4	Cyfrowa komunikacja bezprzewodowa krótkiego zasięgu	2
Wy5	LIN i CAN w motoryzacji i automatyce	2
Wy6	Ethernet w automatyce domowej	2
Wy7	Magistrala USB. Klasy HID, CDC i MSD	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia organizacyjne. Konfiguracja środowiska programistycznego i zestawów ewaluacyjnych	4
Pr2	Wykonanie oprogramowania klienta oraz serwera terminala znakowego	4
Pr3	Moduł GSM/GPRS/Bluetooth: zastosowanie komend AT	4
Pr4	I2C w komunikacji mikrokontrolera z układami peryferyjnymi	4
Pr5	SPI w komunikacji mikrokontrolera z układami peryferyjnymi	4
Pr6	Implementacja algorytmów dekodera sygnałów podczuwieni RC5 oraz odbiornika OOK	4
Pr7	Realizacja bezprzewodowej sieci czujników w topologii gwiazdy	4
Pr8	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Konsultacje
N3.	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
N4.	Oprogramowanie komputerowe
N5.	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
N6.	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	realizacja projektu
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	dokumentacja projektu (sprawozdania)
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	terminowość realizacji projektu
P(Pr) – średnia ważona ocen cząstkowych $0,5 \cdot F1(Pr) + 0,3 \cdot F2(Pr) + 0,2 \cdot F3(Pr)$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| [1] W. Mielczarek; Szeregowe interfejsy cyfrowe, 1994 |
| [2] M. Chruściel; Programowalne moduły Ethernetowe w przykładach, 2012 |
| [3] W. Mielczarek; USB: uniwersalny interfejs szeregowy, 2005 |
| [4] M. Peczarski; Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet w przykładach, 2011 |

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|--|
| [1] K. Wojtuszkiewicz; Urządzenia techniki komputerowej [Dokument elektroniczny]. Cz. 2, Urządzenia peryferyjne i interfejsy |
| [2] R. Chromik; RS 232 w przykładach na PC i AVR, 2010 |
| [3] T. Bilski; Interfejsy i urządzenia zewnętrzne; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007 |

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr inż. Mirosław Gierczak, e-mail: miroslaw.gierczak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Laboratorium otwarte – projekt zespołowy**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Open Laboratory – team project**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0012**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia				zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				2	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zalecana jest znajomość zagadnień z zakresu przyrządów półprzewodnikowych, techniki analogowej, metrologii, układów elektronicznych, optoelektroniki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przygotowanie do prowadzenia samodzielnych prac projektowych i konstrukcyjnych w zakresie analogowych układów elektronicznych
- C2 Zdobycie umiejętności samodzielnego zaprojektowania, wykonania i pomiarów analogowych układów elektronicznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia teoretyczne związane z działaniem oraz eksploatacją projektowanego układu elektronicznego

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi projektować, uruchamiać i testować układy elektroniczne z zachowaniem zasad BHP oraz sporządzić kosztorys projektu

PEU_U02 potrafi zastosować karty charakterystyk elementów elektronicznych oraz opracować dokumentację projektową

PEU_U03 potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 organizuje własną pracę oraz ustala podział obowiązków w ramach zespołu

PEU_K02 planuje swoje działania w sposób kreatywny, określa priorytety i kolejność działań, bierze odpowiedzialność za wykonane zadania

PEU_K03 zachowuje się w sposób profesjonalny i przestrzega zasady etyki zawodu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Symulacja komputerowa układu wybranego do realizacji (program: LT SPICE)	7
La2	Projekt obwodu drukowanego - PCB (program: EAGLE)	5
La3	Wykonanie płytki PCB (druk, trawienie, wiercenie otworów)	3
La4	Montaż układu (powierzchniowy lub przewlekany)	3
La5	Uruchomienie i pomiary układu	9
La6	Opracowanie i oddanie sprawozdania	3
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Praca własna – przygotowanie do zajęć
N2.	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(La)	PEU_W01	odpowiedź - wiedza z zakresu tematu projektu w kontekście wymagań wstępnych przedmiotu
F2(La)	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	ocena umiejętności wykonania – staranność montażu
F3(La)	PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K03	sprawozdanie (dokumentacja techniczna) – opis działania układu, przedstawienie przeprowadzonych testów
P(La) – średnia ocen F1(La), F2(La) oraz F3(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1]	J. Izydorzyczyk, PSPICE, komputerowa symulacja układów elektronicznych, Helion, 1993
[2]	H. Wieczorek, Eagle, pierwsze kroki, BTC, 2007
[3]	S. Bolkowski, Elektrotechnika, WSiP, 2005
[4]	A. Chwaleba, B. Moeschke, G. Płoszajski, Układy Elektroniczne, część I, układy analogowe liniowe, WNT, 2003
[5]	S. Kuta, Elementy i układy elektroniczne, AGH, 2000
[6]	P. Górecki, wzmacniacze operacyjne, BTC, 2004
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1]	Forum dyskusyjne LTSpice, http://tech.groups.yahoo.com/group/LTspice/ , Internet
[2]	P. Horowitz, W. Hill, Sztuka Elektroniki, WKiŁ, 2018

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Artur Wiatrowski, prof. uczelni, e-mail: artur.wiatrowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Programowanie systemów wbudowanych w mechatronice

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Programming of embedded systems in mechatronics

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki

Specjalność (jeśli dotyczy): n/d

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu: W12ESM-SM0013

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	egzamin			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5			1,2	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych
3. Elementarna wiedza z zakresu budowy i funkcjonowania sieci komputerowych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy o budowie, zastosowaniach i sposobach użycia systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice
- C2 Znajomość zasad tworzenia i testowania oprogramowania o wysokiej niezawodności
- C3 Umiejętność zaprojektowania i oprogramowania systemu wbudowanego w celu uzyskania założonej funkcjonalności końcowego układu
- C4 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje metodykę projektowania i oprogramowania elektronicznych systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice

PEU_W02 wyjaśnia zasadę działania i celowość stosowania systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaprojektować, wykonać i uruchomić system wbudowany

PEU_U02 potrafi zaprojektować system wbudowany spełniający podwyższone wymogi niezawodności

PEU_U03	potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
PEU_K02	potrafi pracować w grupie, realizując zadania zawarte w programie przedmiotu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Zastosowania i implementacje systemów wbudowanych	2
Wy2	Mikrokontrolery i mikroprocesory w systemach wbudowanych	2
Wy3	Metodyka tworzenia oprogramowania w systemach wbudowanych	2
Wy4	Programowanie sterowane zdarzeniami	2
Wy5	Implementacja maszyny stanów w mikrokontrolerze oraz w FPGA	2
Wy6	Zastosowania i metody programowania układów peryferyjnych	2
Wy7	Wbudowany system plików FAT	2
Wy8	Mikroprocesorowa realizacja kontrolera PID	3
Wy9	Wbudowany stos TCP/IP i serwer WWW	2
Wy10	Protokół HTTP w systemach wbudowanych	2
Wy11	Implementacja serwisu sieciowego typu RESTful	2
Wy12	Zastosowania systemów operacyjnych czasu rzeczywistego	2
Wy13	System Linuks na komputerze jednopłytkowym	3
Wy14	Programowanie GUI w systemie Linuks	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Wybór tematu projektu i zdefiniowanie wstępnych założeń	4
Pr2	Opracowanie koncepcji rozwiązania: dobór sprzętu, systemu operacyjnego, oprogramowania	8
Pr3	Przygotowanie części sprzętowej systemu	10
Pr4	Wykonanie oprogramowania i uruchomienie systemu wbudowanego	8
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Konsultacje
N3.	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
N4.	Oprogramowanie komputerowe
N5.	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
N6.	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Terminowość realizacji etapów projektu
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena realizacji projektów

F3(Pr)	PEU_U03	Ocena dokumentacji projektów (sprawozdań)
średnia ważona ocen liczona ze wzoru: $P(\text{Pr}) = 0,2 \cdot F1(\text{Pr}) + 0,5 \cdot F2(\text{Pr}) + 0,3 \cdot F3(\text{Pr})$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Ł. Skalski, Linux : podstawy i aplikacje dla systemów embedded, 2012
- [2] M. Bis, Linux w systemach embedded, 2011
- [3] R. Dubey, Introduction to Embedded System Design Using Field Programmable Gate Arrays, 2010
- [4] B.P. Douglass, Design patterns for embedded systems in C [Dokument elektroniczny]: an embedded software engineering toolkit, 2011
- [5] R. Zurawski, Embedded systems handbook. [vol. 1], Embedded systems design and verification, 2009
- [6] R. Zurawski, Embedded systems handbook. [vol. 2], Networked embedded systems, 2009

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Riley, Inteligentny dom : automatyzacja mieszkania za pomocą platformy Arduino, systemu Android i zwykłego komputera, 2013
- [2] G. Stringham, Hardware/firmware interface design: best practices for improving embedded systems development, 2010
- [3] R. Sass, Embedded systems design with platform FPGAs: principles and practices [Dokument elektroniczny], 2010

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Bartłomiej Paszkiewicz, e-mail: bartlomiej.paszkiewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Techniki druku 3D
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	3D printing techniques
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Elektroniczne systemy mechatroniki
Specjalność (jeśli dotyczy):	n/d
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	W12ESM-SM0014
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Dostarczenie wiedzy na temat wybranych technik wytwarzania addytywnego elementów mechanicznych i elektronicznych, w tym zasady działania, przygotowywania projektów komputerowych, wady i zalety, ograniczenia i możliwości wykorzystania do wytwarzania prototypowych i niskoseryjnych komponentów.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia na temat różnych technik addytywnych (druk 3D) stosowanych w przemyśle, elektronice, mechatronice oraz laboratoriach badawczych

PEU_W02 wymienia zasady stosowania, zalety i wady oraz ograniczenia różnych technik addytywnych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobrać technikę druku 3D do zadanego zastosowania w mechatronice i elektronice

PEU_U02 potrafi przygotować dokumentację elektroniczną (CAD) modelu do druku oraz przeprowadzić wydruk prototypu wybraną techniką druku 3D

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 wykazuje dbałość o wykonanie powierzonych zadań

PEU_K02 wykazuje gotowość do samodzielnego pogłębiania wiedzy w zakresie nowoczesnych technik druku 3D

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do technik addytywnych, definicje, wpływ społeczny i ekonomiczny	2

Wy2	Zasady projektowania i przygotowania dokumentacji CAD	2
Wy3	Stereolitografia.	2
Wy4	Druk strumieniowy	2
Wy5	FDM	2
Wy6	Druk warstw i materiałów funkcjonalnych	2
Wy7	Elektronika drukowana	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, przepisy BHP, zasady pracy w laboratorium.	2
La2	Projekt elementów mechatronicznych	4
La3	Drukowanie techniką FDM	6
La4	Drukowanie techniką STL	6
La5	Drukowanie techniką strumieniową	6
La6	Druk obwodów elektronicznych	6
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja multimedialna - wykład
N2.	Laboratorium i krytyczna analiza rezultatów laboratoriów (praca własna)
N3.	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	Ocena końcowa z pisemnego kolokwium zaliczeniowego. Aby zaliczyć wykład należy uzyskać ponad połowę punktów z podstaw teoretycznych. Jeśli powyższe jest spełnione, to skala ocen jest następująca: P - Suma punktów w procentach. Zakres P : Ocena 100 – 91% : 5,0 (bardzo dobry) 90 – 81% : 4,5 (dobry plus) 80 – 71% : 4,0 (dobry) 70 – 61% : 3,5 (dostateczny plus) 60 – 51% : 3,0 (dostateczny) 50 - 0% : 2.0 (niedostateczny)
P(Wy) = F1(Wy)		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena z raportów przygotowywanych po każdym etapie prac laboratoryjnych (4 etapy, oceny w skali 2.0 - 5.0)
P(La) – pozytywne oceny z kolejnych sprawozdań opracowanych na podstawie zajęć laboratoryjnych; średnia arytmetyczna poszczególnych ocen F1(La).		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Helena Dodziuk, Druk 3D - zastosowania oraz skutki społeczne i gospodarcze, WD PWN, 2019
- [2] G. Budzik, P. Siemiński, Techniki przyrostowe. Druk 3D. Drukarki 3D, Politechnika Warszawska 2015
- [3] Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker, Additive Manufacturing Technologies, 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, Springer 2015

LITERATURA UZUPELNIAJACA:

- [1] Czasopisma w języku angielskim: Sensors and Actuators, Journal of Micromechanics and Microengineering, Microsystem Technology, Additive Manufacturing i podobne.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. inż. Rafał Walczak, e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Niezawodność w mechatronice**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Reliability in mechatronics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0015**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw matematyki z zakresu analizy matematycznej, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z zagadnieniami z zakresu diagnostyki i niezawodności elementów i urządzeń wchodzących w skład złożonych systemów mechatronicznych
- C2 Nabycie umiejętności analizy problemów związanych z uszkodzeniami i niezawodnością systemów mechatronicznych.
- C3 Wstępne przygotowanie do prowadzenia badań naukowych wykorzystujących analizę niezawodności elementów stosowanych w mechatronice

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia dotyczące teorii niezawodności, testowania i diagnostyki oraz modeli uszkodzeń systemów mechatronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi samodzielnie rozwiązywać problemy dotyczące zagadnień związanych z niezawodnością, diagnostyką uszkodzeń, analizą danych pomiarowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 rozumie potrzebę wykorzystania wiedzy matematycznej do analizy zagadnień technicznych

PEU_K02 jest świadomy potrzeby wprowadzania regularnych testów i analiz niezawodności w przedsiębiorstwach produkcyjnych w celu poprawy jakości produkowanych elementów/podzespołów mechatronicznych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, literatura, warunki zaliczenia	1
Wy2	Wprowadzenie do zagadnień związanych z teorią niezawodności i eksploatacji systemów mechatronicznych	2
Wy3	Podstawowe wskaźniki opisujące niezawodność. Modele matematyczne obiektów nieodnawialnych	2
Wy4	Niezawodność systemów prostych i złożonych	3
Wy5	Metody testowania niezawodności systemów oraz analiza charakterystyk doświadczalnych	3
Wy6	Klasyfikacja uszkodzeń, zjawiska fizyczne wpływające na uszkodzenia. Wpływ warunków pracy na niezawodność	3
Wy7	Sprawdzian pisemny	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do zajęć, zasady zaliczenia.	1
La2	Analiza podstawowych modeli stosowanych do rozwiązywania problemów niezawodnościowych występujących w zagadnieniach technicznych	2
La3	Analiza niezawodności systemów prostych i złożonych	2
La4	Analiza niezawodności na podstawie danych doświadczalnych dla wybranych przypadków	6
La5	Test kompetencji: analiza wybranego problemu w złożonym systemie mechatronicznym	2
La6	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej i z dyskusją
N2.	Laboratorium – samodzielne rozwiązywanie zadań z zakresu niezawodności
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna studenta: opracowanie raportu z samodzielnie wykonanej analizy niezawodnościowej

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	dyskusje, rozwiązywanie wybranych zadań samodzielne i w grupie
F2(La)	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	samodzielna analiza niezawodnościowa na podstawie danych doświadczalnych
Średnia ocen uzyskanych w trakcie semestru za zadania cząstkowe oraz za projekt indywidualny $P(La) = 0,5 \cdot F1(La) + 0,5 \cdot F2(La)$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] F. Grabski, J. Jaźwiński, Funkcje o losowych argumentach w zagadnieniach niezawodności, bezpieczeństwa i logistyki, WKŁ, W-wa 2009
[2] H. Gładysz, E. Peciakowski, Niezawodność elementów elektronicznych, WKŁ, W-wa 1984
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] F. Grabski, J. Jaźwiński, Metody bayesowskie w niezawodności i diagnostyce, WKŁ, W-wa 2001
[2] S. Firkowicz, Statystyczne badanie wyrobów, WNT, W-wa

- | | |
|-----|--|
| [3] | Godfrey Onwubolu, Mechatronics Principles and Applications, Elsevier Science, 2005 |
| [4] | Realibility assessments, F.R. Nash, CRC Press, 2016 |

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

prof. dr hab. inż. Jarosław Domaradzki, e-mail: jaroslaw.domaradzki@pwr.edu.pl
--

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Czujniki chemiczne i światłowodowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Chemical and optoelectronic sensors**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0016**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		90		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw chemii
2. Znajomość podstaw optyki geometrycznej i falowej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć wiedzy o konstrukcjach i czujnikach chemicznych, biochemicznych i nosach elektrochemicznych
- C2 Zdobyć wiedzy o elektrolitach, a w szczególności o elektrolitach stałych i czujnikach elektrochemicznych do pomiaru stężenia gazów
- C3 Zdobyć wiedzy o specyficznych właściwościach wody i metoda określania wilgotności
- C4 Zdobyć wiedzy o światłowodowych systemach czujnikowych stosowanych w pomiarach wybranych wielkości fizycznych i chemicznych
- C5 Uczestniczenie w badaniach czujników opracowywanych na Wydziale

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 opisuje i wyjaśnia metody detekcji lotnych substancji oraz gazów, zjawiska wykorzystywane w pracy czujników wilgotności, elektrochemicznych, biosensorach oraz nosach elektronicznych
- PEU_W02 opisuje i wyjaśnia zagadnienia w zakresie optyki geometrycznej i falowej, zjawisk wykorzystywanych w pracy czujników światłowodowych takich jak odbicie, absorpcja, rozpraszanie, interferencja

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 potrafi określić odpowiedni rodzaj czujnika i za jego pomocą określić stężenia różnych substancji chemicznych oraz przeprowadzić dyskusję wyników pomiarowych podając czułość i dokładność pomiarową

PEU_U02	potrafi przeprowadzić dyskusję wyników pomiarowych pozwalających określić czułość i dokładność pomiarową światłowodowych układów czujnikowych oraz zaproponować usprawnienia konstrukcji badanych głowic światłowodowych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę pogłębiania wiedzy w zakresie stosowania czujników do pomiarów różnych substancji chemicznych i biochemicznych w celu ochrony środowiska i w medycynie
PEU_K02	jest otwarty na innowacyjne rozwiązania służące realizacji pomiarów parametrów fizycznych i chemicznych ważnych dla współczesnej techniki, medycyny

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Czujniki chemiczne definicja, rodzaje, techniki wytwarzania, obszary zastosowań	1
Wy2	Procesy fizykochemiczne zachodzące w chemicznych czujnikach gazu i parametry czujników	2
Wy3	Właściwości fizykochemiczne wody i metody detekcji wilgotności	2
Wy4	Nosy elektroniczne i biosensory	2
Wy5	Charakterystyka światłowodowych systemów pomiarowych	2
Wy6	Sposoby modulacji parametrów fali świetlnej stosowane w czujnikach światłowodowych	2
Wy7	Zastosowania światłowodowych siatek Bragga w układach czujnikowych	1
Wy8	Światłowodowe systemy czujnikowe stosowane w przemyśle chemicznym, energetyce, medycynie i ochronie naturalnego środowiska	2
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium	3
La2	Charakteryzacja rezystancyjnych czujników gazu	3
La3	Charakteryzacja czujników wilgotności	3
La4	Charakteryzacja czujników elektrochemicznych ze stałym elektrolitem	3
La5	Charakteryzacja czujnika konduktometrycznego cieczy	3
La6	Odbiciowy czujnik przemieszczeń liniowych	3
La7	Światłowodowy czujnik przemieszczeń kątowych	3
La8	Pomiar charakterystyki przetwarzania czujnika mikrougięciowego	3
La9	Zastosowania siatek Bragga w układach czujnikowych	3
La10	Termin odrębny	3
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami
N2.	Konsultacje dotyczące treści prezentowanych na wykładzie
N3.	Praca własna - samodzielne studia przygotowujące do egzaminu.
N4.	Kartkówki przed laboratorium
N5.	Konsultacje dotyczące wyników pomiarowych uzyskanych w czasie ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna - przygotowanie do zajęć laboratoryjnych w tym pozytywnego napisania kartkówki i sprawnego przeprowadzenia pomiarów pod kierunkiem prowadzącego zajęcia

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	dyskusje i kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	kartkówki z laboratorium, sprawozdania
P(La) – średnia ocen F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] L. Hozer, Półprzewodnikowe materiały ceramiczne z aktywnymi granicami ziaren, PWN, 1998
- [2] Okada, Christopher T., Humidity Sensors : Types, Nanomaterials, and Environmental Monitoring, 2011
- [3] W. Jakubowski, Przewodniki superjonowe, Właściwości fizyczne i zastosowania, WNT 1988
- [4] W. Gopel, J. Hesse, J. N. Zemel, Sensors, VCH Publ. INC, New York 1989
- [5] Francis T. S. Yu, Shizhuo Yin, Marcel Dekker, Fiber Optic Sensors, Inc. 2002
- [6] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. 1, Artech House 1988
- [7] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: systems and applications, vol. 2, Artech House 1988
- [8] Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa 2006
- [9] Helena Teterycz, Grubowarstwowe chemiczne czujniki gazów na bazie dwutlenku cyny, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Materiały konferencyjne z międzynarodowej konferencji Eurosensors
- [2] Materiały konferencyjne z krajowej konferencji Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. inż. Helena Teterycz, e-mail: helena.teterycz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** MOEMSy**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** MOEMS**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0017**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza na temat techniki mikrosystemów

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Celem wykładu jest zapoznanie studentów z rodziną podzespołów i instrumentów mikrosystemowych, w których wprowadzone są funkcje optyczne, noszące wspólną nazwę urządzeń mikro-elektrycznych-mechaniczno-optycznych MEOMS. Student, po wysłuchaniu wykładu, będzie rozumiał jak zbudowane i wytwarzane są MEOMS'y, będzie rozumiał działanie i zastosowanie MEOMS'ów w nowoczesnej technice
- C2 Udział w prowadzonych badaniach naukowych nad MOEMS'ami

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje konstrukcję, technologię i możliwości wykorzystanie w nowoczesnej technice urządzeń mikro-elektrycznych-mechaniczno-optycznych (MOEMS)

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 dokonuje prawidłowego doboru MOEMSów do zastosowań praktycznych

PEU_U02 potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy, posłużyć się właściwie dobranymi przyrządami i systemami pomiarowymi, oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 samodzielnie rozszerza wiedzę na temat budowy i działania MOEMSów

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zbieżność konstrukcji i technologii MEMS-MEOMS, klasyfikacja MEOMS-ów, pole zastosowania, rynek i producenci, rys historyczny i przewidywany rozwój	2

Wy2	Nieruchome komponenty mikro optyczne: sprzęgacze i mikrosoczewki, siatki dyfrakcyjne 1-D i 2-D, mikro-ławy optyczne i inne	2
Wy3	Modulatory i filtry, mikro-spektrofotometry LIGA. Ruchome komponenty mikro optyczne: lustra, elementy mikro-optyki adaptatywnej., Rzutniki DMD, mikroskopy konfokalne i SNOM on-chip, pamięć optyczno-mechaniczna	2
Wy4	Mikro-czujniki wielkości fizycznych i chemicznych typu MEOMS, mikroczujniki w mikro-analityce. Mikro-czujniki fotometryczne VIS i NIR w chemii, biologii i medycynie.	2
Wy5	Mikro-czujniki fluorymetryczne: czynnik skali, chromofory, źródła światła wzbudzającego i detektory. Zastosowanie w DNA-chipach i innych instrumentach	2
Wy6	Zintegrowany mikro zegar atomowy z wykorzystaniem zjawiska CPT	2
Wy7	Magnetometry optyczne i interferometry zintegrowane on-chip.	2
Wy8	Podsumowanie wykładu	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie, specyfika eksperymentów	3
La2	Przełącznik MOEMS światłowodowy	3
La3	Mikroprojektor matrycowy DMD	3
La4	Mikrospektrometr zintegrowany VIS/NIR	3
La5	Analizator MOEMS absorbancyjny cieczowy VIS I VIS/NIR	3
La6	Analizator MOEMS fluorymetryczny	3
La7	Optyczna komórka cezowa MOEMS dla mikrozegara atomowego	3
La8	Detektor MOEMS ciśnienia/promieniowania	3
La9	Mikrosystem DNA z optyczną detekcją CCD	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład
N2. Laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	kartkówka, dyskusja na zajęciach, sprawozdanie
P(La) – średnia arytmetyczna ocen cząstkowych z poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Manouchehr E. Motamedi; MOEMS, SPIE Press, 2005

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Stephen A. Campbell; The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication, Oxford University Press, 2001

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. inż. Jan Dziuban, e-mail: jan.dziuban@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Programowalne układy logiczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Programmable Logic Devices
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki
Specjalność (jeśli dotyczy): n/d
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12ESM-SM0018
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki
2. Znajomość VHDL oraz podstawowa umiejętność programowania układów FPGA
3. Wiedza z zakresu podstawy techniki cyfrowej, protokołów, interfejsów i projektowania VLSI
4. Umiejętność opisu działania układów cyfrowych kombinacyjnych i sekwencyjnych
5. Umiejętność korzystania z dokumentacji technicznej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Rozszerzenie wiadomości na temat projektowania specjalizowanych układów cyfrowych, języka VHDL, techniki programowania układów FPGA
 C2 Przygotowanie do samodzielnego projektowania nowoczesnych układów cyfrowych
 C3 Przygotowanie do samodzielnego uruchamiania i testów rozwiązań układowych na bazie FPGA

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 przedstawia zagadnienia na temat projektowania specjalizowanych układów cyfrowych i programowalnych układów logicznych FPGA

PEU_W02 opisuje metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu programowalnych układów logicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Posiada umiejętność kodowania w języku VHDL i programowania nowoczesnych cyfrowych układów FPGA na potrzeby inteligentnych urządzeń elektronicznych

PEU_U02 Potrafi zaprojektować oraz zrealizować nowoczesny układ cyfrowy, używając właściwych metod, technik i narzędzi

PEU_U03	Potrafi przeprowadzić podstawowe testy zaimplementowanego rozwiązania układowego i potwierdzić uzyskanie planowanych funkcjonalności
---------	--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do platformy FPGA	2
Wy2	Implementacja transmisji danych w układach FPGA	2
Wy3	Analiza czasowa, analiza mocy i optymalizacja	2
Wy4	Implementacja przetwarzania sygnałów w strukturach FPGA	2
Wy5	Implementacja procesorów osadzonych w strukturach FPGA	2
Wy6	Biblioteki wspomagające wybrane procesy	2
Wy7	Wybrane zastosowania układów FPGA	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, omówienie środowiska projektowego oraz platformy sprzętowej. Rozdanie tematów projektów indywidualnych.	4
La2	Implementacja obsługi przetworników A/C i C/A	4
La3	Implementacja przetwarzania sygnałów	4
La4	Realizacja sterowania z wykorzystaniem PWM	4
La5	Weryfikacja postępów i konsultacje projektu indywidualnego.	4
La6	Weryfikacja postępów i konsultacje projektu indywidualnego.	4
La7	Weryfikacja postępów i konsultacje projektu indywidualnego.	4
La8	Projekt indywidualny – ewaluacja końcowa.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład z dyskusją
N2.	Praca własna - przygotowanie do kolokwium
N3.	Praca własna - projekt indywidualny

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	sprawdziany przygotowania do zajęć
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	oceny wykonania zadań
F3(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	ocena projektu indywidualnego

$P(La) = 0,2 \cdot F1(La) + 0,2 \cdot F2(La) + 0,6 \cdot F3(La)$, przy czym wszystkie oceny formujące muszą być pozytywne

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|---|
| [1] M. Zwoliński, Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL, WKŁ, 2007 |
| [2] J. Majewski, P. Zbysiński, Układy FPGA w przykładach, Wydawnictwo BTC, 2007 |
| [3] Kevin Skahill, Język VHDL : projektowanie programowalnych układów logicznych, WNT, Warszawa, 2004 |
| [4] Andrzej Pawluczuk, Układy programowalne dla początkujących, Wydawnictwo BTC, 2010 |

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|--|
| [1] Sanjay Churiwala, Designing with Xilinx® FPGAs: Using Vivado, Springer |
| [2] Andrew Rushton, VHDL for logic synthesis, John Wiley & Sons, 2011 |

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr inż. Piotr Smagowski, e-mail: piotr.smagowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Programowanie mikrokontrolerów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Microcontrollers programming**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0019**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza w zakresie podstawy techniki cyfrowej
2. Podstawowa wiedza na temat elementów i układów elektronicznych
3. Podstawowa wiedza z zakresu budowy i działania oraz umiejętność programowania mikrokontrolerów ARM

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Pogłębienie wiedzy o budowie i działaniu mikrokontrolerów
- C2 Utrwalenie wiedzy na temat urządzeń peryferyjnych mikrokontrolerów
- C3 Doskonalenie umiejętności programowania mikrokontrolerów i ich wykorzystania do celów inżynierskich
- C4 Zdobywanie wiedzy na organizowanie współpracy mikrokontrolerów z układami zewnętrznymi
- C5 Przygotowanie do prowadzenia badań przy wsparciu mikrokontrolerów
- C6 Zdobywanie umiejętności wykorzystania zaawansowanych funkcjonalności mikrokontrolerów ARM

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia związane z architekturą procesora ARM oraz z zakresu techniki procesorów osadzonych

PEU_W02 opisuje metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu procesorów ARM

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaprogramować mikrokontroler ARM i ocenić jego możliwości funkcjonalne

PEU_U02 potrafi uruchomić i przetestować opracowany system sterowany mikrokontrolerem

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Architektura procesora ARM – zaawansowane funkcjonalności	2
Wy2	Przerwania i ich priorytety	2
Wy3	Zarządzanie poborem energii w mikrokontrolerze	2
Wy4	Optymalizacja wydajności mikrokontrolera	2
Wy5	Wykorzystanie DMA	2
Wy6	Wykorzystanie zewnętrznych układów pamięci	2
Wy7	Praca mikrokontrolera z RTOS	2
Wy8	Kolokwium	1
Suma godzin		15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	2
La2	Definiowanie i wykorzystanie priorytetów przerw	2
La3	Konfigurowanie i aktywacja trybów oszczędzania energii	2
La4	Wybór źródła taktowania mikrokontrolera	2
La5	Implementacja obsługi wybranych poleceń kodu RC5	2
La6	Konfigurowanie i wykorzystanie RTC	2
La7	Zdefiniowanie tematów indywidualnych zadań	2
La8	Opracowanie założeń realizacji funkcjonalności kodu	2
La9	Przygotowanie komunikacji z peryferiami i testy skuteczności	2
La10	Opracowanie głównej struktury kodu sterującego	2
La11	Implementacja obsługi błędów i awarii warstwy sprzętowej	2
La12	Maksymalizacja efektywności energetycznej mikrokontrolera	2
La13	Testy i optymalizacja opracowanych kodów	2
La14	Przygotowanie dokumentacji opracowanego kodu	2
La15	Termin podsumowujący i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z dyskusją
N2. Praca własna - literatura i przygotowanie do kolokwium
N3. Praca zespołowa – realizacja zadania laboratoryjnego w małej grupie

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	ocena za przygotowanie do laboratorium i pracę podczas realizacji zadań
P(La) = średnia arytmetyczna ocen F1(La); pod warunkiem, że wszystkie oceny F1(L) są pozytywne		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] S. Furber, ARM System-on-Chip Architecture, Addison-Wesley Professional, 2000
[2] M. Galewski, STM32 Aplikacje i ćwiczenia w języku C z biblioteką HAL, Wydawnictwo BTC, 2019
[3] K. Paprocki, Mikrokontrolery STM32 w praktyce, Wydawnictwo BTC, 2011
[4] A. Kureczyk, Mikrokontrolery STM32 dla początkujących, Wydawnictwo BTC, 2019

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] S. Furber, ARM System Architecture, Addison-Wesley Longman, 1996

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Andrzej Sikora, prof. uczelni, e-mail: andrzej.sikora@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Virtual Instruments Programming

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki

Specjalność (jeśli dotyczy): n/d

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu: W12ESM-SM0020

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z metrologii elektrycznej
2. Zalecana znajomość języka angielskiego na poziomie umożliwiającym czytanie tekstów technicznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z nowoczesną aparaturą pomiarową współpracującą w systemie pomiarowym z komputerem i zasadami tworzenia z nich wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C2 Przedstawienie najpopularniejszych sposobów oprogramowania wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C3 Utrwalenie wiedzy teoretycznej poprzez praktyczne ćwiczenia w tworzeniu i oprogramowaniu wirtualnych systemów pomiarowych
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w badaniach naukowych wymagających zestawienia i/lub oprogramowania zautomatyzowanego stanowiska pomiarowego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące konstrukcji i działania nowoczesnych przyrządów pomiarowych, sposobów wymiany informacji i sterowania nimi przez komputer oraz zasad tworzenia i oprogramowywania przyrządów wirtualnych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi oprogramować wirtualny przyrząd pomiarowy

PEU_U02 potrafi współpracować w grupie laboratoryjnej w trakcie realizacji zadań

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wirtualne przyrządy pomiarowe – zestawianie, zasady wymiany informacji z elementami składowymi oraz oprogramowanie	3
Wy2	Standardy IEEE 488 i SCPI w wymianie informacji pomiędzy komputerem a elementami wirtualnego przyrządu pomiarowego	3
Wy3	Podstawy środowiska LabVIEW i zasady programowania wirtualnych przyrządów pomiarowych w tym środowisku.	3
Wy4	Przetwarzanie danych i sygnałów w LabVIEW	3
Wy5	Obsługa elementów składowych wirtualnych przyrządów pomiarowych w programach w C, C++ i C# za pośrednictwem bibliotek VISA	2
Wy6	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, podstawy LabVIEW	3
La2	Obsługa podstawowych elementów składowych przyrządu wirtualnego	3
La3	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w programach w LabVIEW	3
La4	Oprogramowanie przyrządu wirtualnego w LabVIEW	6
La5	Podstawy obsługi przyrządów wirtualnych w C# za pośrednictwem bibliotek VISA	3
La6	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w oprogramowaniu przyrządów wirtualnych tworzonych w C#	3
La7	Oprogramowanie przyrządu wirtualnego w C# z wykorzystaniem bibliotek VISA	9
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład z prezentacjami i dyskusją
N2.	Materiały do wykładu i laboratorium
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna
N5.	Ocena postępów realizacji zadań w trakcie projektu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	ocena zadań realizowanych podczas zajęć
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02	praca podczas zajęć
$P(La) = 0,5 \cdot F1(La) + 0,5 \cdot F2(La)$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1]	Wiesław Winiecki, Wirtualne przyrządy pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (2003)
[2]	Chruściel Marcin, LabVIEW w praktyce, Wydawnictwo BTC 2008
[3]	Dariusz Świsulski, Komputerowa technika pomiarowa: oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, Agenda Wydawnicza PAK 2005
[4]	Augustyn Chwaleba, Metrologia Elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2010
[5]	Thomas J. Bress, Effective LabVIEW Programming, NTS Press 2013
[6]	VISA COM Online Reference, Agilent Technologies
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1]	Agilent 34401A 6½ Digit Multimeter Users Guide, Agilent Technologies

- | | |
|-----|---|
| [2] | Agilent 33220A 20 MHz Function / Arbitrary Waveform Generator Users Guide, Agilent Technologies |
| [3] | Agilent E364xA Dual Output DC Power Supplies Users Guide, Agilent Technologies |
| [4] | Agilent 3000 Series Oscilloscopes Programmer's Reference, Agilent Technologies |

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: tomasz.piasecki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Wirtualne przyrządy pomiarowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Virtual Instruments**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0020**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z metrologii elektrycznej
2. Zalecana znajomość języka angielskiego na poziomie umożliwiającym czytanie tekstów technicznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z nowoczesną aparaturą pomiarową współpracującą w systemie pomiarowym z komputerem i zasadami tworzenia z nich wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C2 Przedstawienie najpopularniejszych sposobów oprogramowania wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C3 Utrwalenie wiedzy teoretycznej poprzez praktyczne ćwiczenia w tworzeniu i oprogramowaniu wirtualnych systemów pomiarowych
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w badaniach naukowych wymagających zestawienia i/lub oprogramowania zautomatyzowanego stanowiska pomiarowego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące konstrukcji i działania nowoczesnych przyrządów pomiarowych, sposobów wymiany informacji i sterowania nimi przez komputer oraz zasad tworzenia i oprogramowywania przyrządów wirtualnych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaprojektować, zestawić oraz oprogramować wirtualny przyrząd pomiarowy

PEU_U02 potrafi współpracować w grupie laboratoryjnej w trakcie realizacji zadań

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Budowa i użytkowanie nowoczesnej aparatury pomiarowej i wirtualnych przyrządów pomiarowych.	3
Wy2	Interfejsy, magistrale i protokoły w wirtualnych przyrządach pomiarowych	3
Wy3	Standardy IEEE 488 i SCPI	3
Wy4	Wirtualne przyrządy pomiarowe i LabVIEW	3
Wy5	Inne interfejsy programistyczne do komunikacji z przyrządami pomiarowymi	2
Wy6	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, podstawy LabVIEW	3
La2	Zestawianie systemu pomiarowego, podstawowa konfiguracja urządzeń oraz wymiana danych pomiędzy komputerem	3
La3	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w programach tworzonych w LabVIEW	3
La4	Projekt, zestawienie i oprogramowanie prostego wirtualnego przyrządu pomiarowego	9
La5	Projekt, zestawienie i oprogramowanie zaawansowanego wirtualnego przyrządu pomiarowego	12
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład z prezentacjami i dyskusją
N2.	Materiały do wykładu i laboratorium
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna
N5.	Ocena postępów realizacji zadań w trakcie projektu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	ocena zadań realizowanych podczas zajęć
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02	praca podczas zajęć
P(La) = 0,5·F1(La) + 0,5·F2(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1]	Wiesław Winiecki, Wirtualne przyrządy pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (2003)
[2]	Chruściel Marcin, LabVIEW w praktyce, Wydawnictwo BTC 2008
[3]	Dariusz Świsulski, Komputerowa technika pomiarowa: oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, Agenda Wydawnicza PAK 2005
[4]	Augustyn Chwaleba, Metrologia Elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2010
[5]	Thomas J. Bress, Effective LabVIEW Programming, NTS Press 2013
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1]	Agilent 34401A 6½ Digit Multimeter Users Guide, Agilent Technologies
[2]	Agilent 33220A 20 MHz Function / Arbitrary Waveform Generator Users Guide, Agilent Technologies
[3]	Agilent E364xA Dual Output DC Power Supplies Users Guide, Agilent Technologies
[4]	Agilent 3000 Series Oscilloscopes Programmer's Reference, Agilent Technologies

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: tomasz.piasecki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Systemy bezbateryjne i bezprzewodowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Battery-less and wireless systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0022**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			1,2	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych
3. Elementarna wiedza z zakresu budowy i funkcjonowania sieci komputerowych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy o bezprzewodowych, bezbateryjnych systemach elektronicznych
- C2 Znajomość zasad projektowania i programowania układów elektronicznych o bardzo małym poborze prądu
- C3 Umiejętność zaprojektowania i wykonania systemu bezbaterijnego realizującego komunikację bezprzewodową
- C4 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu systemu bezprzewodowego
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach w zakresie projektowania energooszczędnych systemów elektronicznych, w tym mikrosystemów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zasady projektowania i specyfikę opracowania oprogramowania dla systemów bezbateryjnych

PEU_W02 opisuje zasadę działania i kryteria doboru energooszczędnych podzespołów elektronicznych modułów komunikacyjnych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaprojektować, dobrać komponenty i wykonać prototyp bezprzewodowego, bezbaterijnego układu elektronicznego

PEU_U02	potrafi zaprojektować i wykonać oprogramowanie układowe bezprzewodowego systemu bezbaterijnego
PEU_U03	potrafi przedstawiać wyniki własnych badań, pozyskiwać i analizować informację z literatury przedmiotu, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
PEU_K02	potrafi pracować w grupie, realizując zadania określone w programie kursu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Porównanie źródeł energii dla systemów zasilanych bezbateryjnie	1
Wy2	Charakterystyka podzespołów elektronicznych o ultra-niskim zużyciu energii (ULP)	1
Wy3	Projektowanie pasywnych i półpasywnych układów bezbateryjnych	1
Wy4	Pozyskiwanie energii z otoczenia: światło, wibracje, ciepło	1
Wy5	Pozyskiwanie energii fal radiowych w pasmie UHF	1
Wy6	Przekazywanie energii przez sprzężenie indukcyjne (LF i HF RFID)	1
Wy7	Charakterystyka mikrokontrolerów ULP	1
Wy8	Tryby oszczędzania energii w mikrokontrolerach ULP	1
Wy9	Zarządzanie energią, przetwornice napięcia i superkondensatory	1
Wy10	Zegary czasu rzeczywistego (RTC) i oscylatory RC	1
Wy11	Energooszczędne pamięci SRAM, FRAM, EEPROM i Flash	1
Wy12	Oprogramowanie układowe (firmware) w układach bezbateryjnych	1
Wy13	Energooszczędna komunikacja bezprzewodowa	1
Wy14	Pomiar zużycia energii w układach ULP	1
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Przedstawienie referencyjnych zestawów ewaluacyjnych ULP i przykładowych projektów	4
Pr2	Wybór tematów projektów do realizacji i określenie ich założeń funkcjonalnych	4
Pr3	Raport z realizacji podsystemu zasilania	4
Pr4	Raport z realizacji oprogramowania mikrokontrolera ULP	4
Pr5	Raport z realizacji komunikacji bezprzewodowej	4
Pr6	Uruchomienie i testy kompletnego układu w warunkach laboratoryjnych	10
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Konsultacje
N3.	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
N4.	Oprogramowanie komputerowe
N5.	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
N6.	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	realizacja projektu

F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	dokumentacja projektu (sprawozdania)
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	terminowość realizacji projektu
P(Pr) – średnia ważona ocen częściowych $0,5 \cdot F1(Pr) + 0,3 \cdot F2(Pr) + 0,2 \cdot F3(Pr)$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] K. Holger; Protocols and architectures for wireless sensor networks, 2007
- [2] M. Kuorilehto; Ultra-low energy wireless sensor networks in practice: theory, realization and deployment, 2007
- [3] N. Zaman; Wireless sensor networks and energy efficiency : protocols, routing, and management, 2012
- [4] Y. Zhang; RFID and sensor networks: architectures, protocols, security, and integrations, 2010

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Rida; RFID-enabled sensor design and applications, 2010
- [2] H. Lehpamer; RFID design principles, 2012

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Mateusz Czok, e-mail: mateusz.czok@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Systemy sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Control systems of technological and measuring equipment

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki

Specjalność (jeśli dotyczy): n/d

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu: W12ESM-SM0023

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				60
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5				0,6

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw elektroniki, elektrotechniki i metrologii

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie wiedzy w zakresie określonym w Wy1-Wy6
 C2 Zdobycie umiejętności doboru elementów w systemach sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej
 C3 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej
 C4 Utrwalenie umiejętności prezentacji wyników

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Opisuje systemy sterowania aparatury pomiarowej i technologicznej określone w Wy1-Wy7

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Potrafi dokonać analizy działania systemów sterowania aparatury pomiarowej i technologicznej

PEU_U02 Potrafi zastosować elementy wykonawcze, pomiarowe i regulujące w systemach sterowania

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Wykazuje gotowość do proponowania właściwych rozwiązań i ulepszeń systemów sterowania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Podstawowe pojęcia z dziedziny automatyki i sterowania	2
Wy2	Elementy układów sterowania	2

Wy3	Układy regulacji	2
Wy4	Sterowniki PLC	2
Wy5	Systemy sterowania układów manipulacyjnych	2
Wy6	Praktyczne rozwiązania systemów sterowania w aparaturze pomiarowej	2
Wy7	Praktyczne rozwiązania systemów sterowania w aparaturze technologicznej	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Wprowadzenie do zajęć. Wybór tematów prezentacji indywidualnych	2
Se2	Omówienie zasad tworzenia dokumentacji technicznej systemów sterowania	2
Se3	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se4	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se5	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se6	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se7	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se8	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacjami i dyskusją
 N2. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
 N3. Praca własna - prezentacja multimedialna podczas seminarium
 N4. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) = F1(Wy)		
F1(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	prezentacja multimedialna
F2(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	udział w dyskusji
P(Se) = 0,8·F1(Se) + 0,2·F2(Se)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Andrzej Dębowski, Automatyka podstawy teorii, Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT
 [2] Kabziński Jacek, Teoria sterowania - Projektowanie układów regulacji, Wydawnictwo Naukowe PWN
 [3] Janusz Kowal, Podstawy automatyki, Wydawnictwa AGH

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Cezary Orlikowski, Edmund Wittbrodt, Podstawy automatyki i sterowania, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Adam Szyszka, prof. uczelni, e-mail: adam.szyszka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Modelowanie mikrosystemów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Modelling of microsystems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0024**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw programowanie
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi numerycznego projektowania struktur mikroelektronicznych
 C2 Zdobywanie umiejętności posługiwania się programami do modelowania numerycznego metodą MES
 C3 Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego jak optymalizacja, planowanie eksperymentów, itp.
 C4 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi
 C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu modelowania mikrosystemów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych typu MES do wspomaganie pracy inżyniera na etapie projektowania, a w szczególności do modelowania mikrosystem

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomaganie prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny do typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego w inżynierii, np. typu CAD i MES

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 samodzielnie poszukuje źródeł informacji i uzupełnia wiedzę w zakresie metod numerycznych oraz modelowania mikrosystemów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do modelowania i symulacji mikrosystemów i programu FlexPDE	2
Wy2	Modelowanie i symulacje numeryczne	2
Wy3	Modelowanie zagadnień z dziedziny mechaniki i termodynamiki	2
Wy4	Modelowanie zagadnień z dziedziny elektromagnetyzmu i dynamiki płynów	2
Wy5	Modelowanie pól sprzężonych	2
Wy6	Metody i algorytmy projektowania numerycznego	2
Wy7	Inżynieria materiałowa w mikrosystemach	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do modelowania numerycznego i programu FlexPDE	2
La2	Równanie dyfuzji i analiza w 2D	2
La3	Równanie Laplace'a i analiza w 3D	2
La4	Analiza transportu energii cieplnej i rozkładu temperatury	2
La5	Analiza stanu naprężenia i odkształcenia	2
La6	Analiza rozkładu naprężeń i odkształceń termomechanicznych	2
La7	Analiza przepływów laminarnych i turbulentnych	2
La8	Analiza elektro-termo-mechaniczna	2
La9	Analiza pojemności elektrycznej	2
La10	Analiza pola magnetycznego	2
La11	Analiza aktuatora mikromechanicznego	2
La12	Projekt indywidualny - wybór tematu i jego analiza	2
La13	Projekt indywidualny - dyskusja, prezentacja i jego analiza	2
La14	Projekt indywidualny - zaliczenie	2
La15	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusją
N2.	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna: przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna: przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna: samodzielne studia i przygotowanie do testu zaliczeniowego
N7.	Praca własna: przygotowanie sprawozdań z laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P(La) – średnia ocen F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1]	Kreyszig E., Advanced Engineering Mathematics, John Wiley and Sons, 2006
[2]	Thompson E., Introduction To The Finite Element Method, John Wiley and Sons, 2005
[3]	Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., The Finite Element Method: Volumes 1-3, Butterworth-Heinemann, London, 2000
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1]	Montgomery D., Design And Analysis Of Experiments, John Wiley and Sons, 2005

- | | |
|-----|---|
| [2] | Montgomery D., Runger G., Applied Statistics And Probability For Engineers, John Wiley and Sons, 2007 |
| [3] | William D., Callister Jr., Materials Science and Engineering an Introduction, John Wiley and Sons, 2007 |

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr hab. inż. Tomasz Grzebyk, prof. uczelni, e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Modelowanie nanosystemów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Modelling of nanosystems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0025**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw metod numerycznych
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z numerycznym projektowaniem nanosystemów z wykorzystaniem technik modelowania kwantowego i molekularnego
- C2 Zdobycie umiejętności posługiwania się programami do modelowania na poziomie kwantowym i molekularnym, np. Material Studio, itp.
- C3 Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego w skali nano i meso, np. optymalizacja, itp.
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych stosowanych do modelowania numerycznego na poziomie kwantowym i molekularnym oraz w skali meso

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomagania prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny oraz korzystać z programów takich jak: Material Studio, itp. do w typowych zagadnień z dziedziny kwantowo-molekularnej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 samodzielnie poszukuje źródeł informacji i uzupełnia wiedzę w zakresie metod numerycznych oraz modelowania nanosystemów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Modelowanie numeryczne na poziomie kwantowym i molekularnym	2
Wy2	Mechanika kwantowa a systemy elektroniczne	2
Wy3	Przykłady i zastosowanie metod numerycznych w mechanice kwantowej do systemów elektronicznych	2
Wy4	Mechanika molekularna a systemy elektroniczne	2
Wy5	Przykłady i zastosowanie metod numerycznych w mechanice molekularnej do systemów elektronicznych	2
Wy6	Metody numeryczne w skali meso a systemy elektroniczne	2
Wy7	Przykłady i zastosowanie modelowania w skali meso do systemów elektronicznych	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do modelowania w molekularnym programie Lammps	2
La2	Równanie Schroedingera	2
La3	Atom wodoru	2
La4	Poziomy energetyczne	2
La5	Mechanika molekularna – statyka	2
La6	Mechanika molekularna - dynamika	2
La7	Cząsteczka wody	2
La8	Materiały polimerowe	2
La9	Analiza właściwości elektrycznych	2
La10	Analiza właściwości mechanicznych	2
La11	Analiza właściwości termicznych	2
La12	Modelowanie w skali meso	2
La13	Projekt własny - 1	2
La14	Projekt własny - 2	2
La15	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusją
N2.	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna: przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna: przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna: samodzielne studia i przygotowanie do testu zaliczeniowego
N7.	Praca własna: przygotowanie sprawozdań z laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P(La) – średnia ocen F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
LITERATURA PODSTAWOWA:	
[1]	Kittel C. "Wstęp do fizyki ciała stałego", PWN, 1976
[2]	Pang T. "An Introduction to Computational Physics", Cambridge University Press, 2006
[3]	Kreyszig E., „Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley and Sons, 2006

LITERATURA UZUPELNIAJACA:

- [1] William D., Callister Jr., Materials Science and Engineering an Introduction, John Wiley and Sons, 2007
- [2] Montgomery D., Runger G., Applied Statistics And Probability For Engineers, John Wiley and Sons, 2007

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Tomasz Grzebyk, prof. uczelni, e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Seminiarium dyplomowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Diploma seminar**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0027**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,2

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

- Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z Programu studiów

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie przez studenta umiejętności prezentacji własnych kwalifikacji z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych oraz zasad tworzenia poprawnych tekstów technicznych
- C2 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia teoretyczne odpowiadające zakresowi egzaminu dyplomowego

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku oraz realizowanej pracy dyplomowej za pomocą prezentacji multimedialnej, a następnie wziąć udział w dyskusji na temat omawianych treści

PEU_U02 potrafi zaplanować proces samokształcenia oraz wskazuje innym osobom możliwości uzupełniania wiedzy

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 rozumie potrzebę krytycznej oceny poziomu własnej wiedzy, dalszego kształcenia i podnoszenia kwalifikacji zawodowych

PEU_K02 jest przygotowany do pracy samodzielnej i zespołowej, biorąc odpowiedzialność za powierzone zadania

PEU_K03 jest świadomy obowiązków absolwenta uczelni technicznej, w tym udziału w ważnych aspektach życia społecznego, podejmowanie działań na rzecz interesu publicznego, lokalnej społeczności oraz ochrony środowiska

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Wprowadzenie do zajęć	1
Se2	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady edycji poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se3	Praca dyplomowa – omówienie przez studentów tematyki i zakresu przewidywanych prac badawczych	3
Se4	Prezentacja multimedialna CV każdego z uczestników seminarium	4
Se5	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym	8
Se6	Praca dyplomowa – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników	6
Se7	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	4
Se8	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja
N2. Praca własna – przygotowanie do prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień
N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu dyplomowego
N4. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(S)	PEU_W01 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Ocena aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2(S)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3(S)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Ocena przedstawianych prezentacji multimedialnych
$P(S) = 0,4 \cdot F1(S) + 0,4 \cdot F2(S) + 0,2 \cdot F3(S)$; pod warunkiem, że oceny składowe są pozytywne		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] Regulamin Studiów w Politechnice Wrocławskiej, Oficyna PWr
[2] Materiały z wykładów
[3] Publikacje z zakresu realizowanej pracy dyplomowej

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Adam Szyszka, prof. uczelni, e-mail: adam.szyszka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Praca dyplomowa magisterska**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** MSc diploma thesis**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0028**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				480	
Forma zaliczenia				zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				16	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				16	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				10,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

- Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z Programu studiów

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk inżyniersko-technicznych
- C2 Napisanie przez studenta Pracy dyplomowej (jako dzieła) i przedstawienie prezentacji ustnej dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów Elektroniczne systemy mechatroniki, na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych
- C3 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole
- C4 Przygotowanie studentów do prowadzenia prac naukowo-badawczych, związanych ze studiowanym kierunkiem Elektroniczne systemy mechatroniki

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia i opisuje zagadnienia powiązane z wybranym tematem pracy dyplomowej

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi wykonać pracę dyplomową z obszaru elektronicznych systemów mechatroniki i opracować stosowną dokumentację, w tym: potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł

PEU_U02 potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technik i technologii

PEU_U03 potrafi zaprezentować wyniki własnych prac oraz dzielić się zdobytą wiedzą, umiejętnościami oraz kwalifikacjami

Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi pracować samodzielnie oraz współdziałać z promotorem i grupą badawczą z zachowaniem zasad profesjonalnej i etycznej współpracy
PEU_K02	krytycznie ocenia poziom własnej wiedzy i rozumie konieczność dalszego rozwoju zawodowego i kształcenia (np. w ramach studiów III stopnia, studiów podyplomowych, szkoleń certyfikowanych itp.)

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zgromadzenie literatury przedmiotu i zapoznanie się z nią	
Pr2	Prace własne – interpretacja oraz krytyczna ocena uzyskanych wyników	
Pr3	Napisanie pracy dyplomowej jako dzieła	
Suma godzin		480

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja
N2.	Praca własna – studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej oraz prowadzenie badań
N3.	Praca własna – pisanie tekstu naukowo-technicznego kontrolowanego przez promotora
N4.	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Pr)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	sprawdzenie stopnia zaawansowania realizacji pracy dyplomowej
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	opinia o Pracy dyplomowej jako dzieła
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	kontrola osiągnięcia kolejnych celów badawczych realizowanych samodzielnie i/lub w zespołach badawczych
$P(Pr) = 0,4 \cdot F1(Pr) + 0,4 \cdot F2(Pr) + 0,2 \cdot F3(Pr)$; pod warunkiem, że oceny składowe są pozytywne		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Adam Szyszka, prof. uczelni, e-mail: adam.szyszka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Statistics and probability

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki

Specjalność (jeśli dotyczy): n/d

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu: W13ESM-SM1454

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zna rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej zmiennej
2. Ma podstawową wiedzę z teorii szeregów liczbowych i potęgowych
3. Potrafi obliczać całkę podwójną

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych pojęć i metod rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej
 C2 Poznanie klasycznych rozkładów probabilistycznych, ich własności i zastosowań

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje/wyjaśnia pojęcia i metody rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej

PEU_W02 opisuje klasyczne rozkłady probabilistyczne i ich własności

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi stosować metody statystyki matematycznej w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe zagadnienia z rachunku prawdopodobieństwa. Zmienne losowe i ich charakterystyki.	4
Wy2	Metody opisowe prezentacji danych eksperymentalnych: szereg rozdzielczy, histogram i dystrybuanta empiryczna, kwantyle z próby, statystyki opisowe.	3

Wy3	Estymatory i metody ich konstrukcji - metoda momentów, metoda największej wiarygodności. Pożądane własności estymatorów. Regresja liniowa jednowymiarowa. Konstrukcja linii regresji. Estymacja przedziałowa.	4
Wy4	Testowanie hipotez statystycznych - wprowadzenie. Błąd I i II rodzaju. Poziom istotności testu i funkcja mocy testu. Testy parametryczne - wybrane modele.	3
Wy5	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Rozwiązywanie praktycznych zadań związanych z teorią przedstawioną na wykładzie.	15
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład – metoda tradycyjna
 N2. Laboratorium komputerowe
 N3. Konsultacje
 N4. Praca własna studenta – przygotowanie do zajęć

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01	projekty komputerowe, rozwiązywanie zadań z wykorzystaniem pakietów statystycznych
P(La) – średnia arytmetyczna ocen F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Pacut, *Prawdopodobieństwo. Teoria. Modelowanie probabilistyczne w technice*, WNT, Warszawa 1985
 [2] D. Bobrowski, *Probabilistyka w zastosowaniach technicznych*, Warszawa 1980
 [3] W. Krysicki i inni, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach*, PWN, Warszawa 1995
 [4] W. Kordecki, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Definicje, twierdzenia, wzory*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2003

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] H. Jasiulewicz, W. Kordecki, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Przykłady i zadania*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2003
 [2] W. Feller, *Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa*, PWN, Warszawa 1980
 [3] Y. Viniotis, *Probability and Random Processes for Electrical Engineers*, McGraw-Hill, Boston 1998

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Agnieszka Wyłomańska, prof. uczelni, e-mail: agnieszka.wylomanska@pwr.edu.pl