

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Mateusz Śmietana, prof. uczelni

dr hab. inż. Marcin Koba

dr inż. Monika Janik

**Czujniki (SEN)
(Sensors)**

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *-*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *-*

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *nowy program studiów II stopnia na kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu:

Kształcenie studentów w zakresie zasady działania, konstrukcji i technologii elementów czujnikowych wykorzystywanych w nowoczesnych układach i systemach elektronicznych oraz optoelektronicznych. Zapoznanie z podstawowymi parametrami urządzeń czujnikowych i obszarami ich zastosowań badawczych, rozwojowych i przemysłowych.

Skrócony opis przedmiotu:

Znajomość funkcjonowania czujników ma obecnie fundamentalne znaczenie inżynierskie. Czujniki wykorzystywane są we wszystkich gałęziach przemysłu i obszarach działalności człowieka, w tym do określenia stanu zdrowia, czy uzyskania informacji o potencjalnym niebezpieczeństwie. Ponadto, czujniki intensywnie wspomagają badania naukowe i szeroko rozumiane prace rozwojowe.

Przedmiot obejmuje kompleksowy przegląd czujników ujętych w czterech podstawowych grupach: czujników wielkości nieelektrycznych, czujników wielkości elektrycznych, chemosensorów oraz biosensorów. Po wstępie dotyczącym podstawowych pojęć i zagadnień z zakresu czujnikowego, zostaną szczegółowo omówione poszczególne grupy czujników. W ramach każdej z grup przedstawione zostaną mechanizmy działania, typowe konstrukcje, materiały oraz technologie stosowane do wytwarzania wybranych struktur czujnikowych. Przegląd czujników uzupełni studium zagadnień związanych z ich implementacją w warunkach rzeczywistych wraz z dyskusją perspektyw rozwoju. Wiedza zdobyta podczas wykładu będzie uzupełniona o elementy praktyczne uzyskane w ramach laboratoriów technologiczno-pomiarowych i projektu.

Treść kształcenia:

Opis wykładu

1. **Pojęcie czujnika i podstawowe pojęcia związane z czujnikami (limit detekcji, czułość, powtarzalność, rozdzielczość). Czujnik jako element systemu;** Przedstawienie rysu historycznego, potrzeba stosowania czujników, pojęcie czujnika, przykłady zastosowań, pojęcia podstawowe, wielkości mierzone;
2. **Czujniki wielkości nieelektrycznych (ciśnienie, temperatura, przepływ, przyspieszenie, deformacje mechaniczne, odległość, gęstość, lepkość, zapylenie, wilgotności);** Przegląd czujników, zasada działania, konstrukcje, metody wytwarzania i zastosowania wraz ich ograniczeniami;
3. **Czujniki wielkości elektrycznych (prąd, napięcie, opór, pojemność, indukcyjność, moc);** Przegląd urządzeń pomiarowych elektrycznych, np. mierniki napięcia, prądu, częstotliwości. Ich opis i zasada działania.
4. **Chemosensory (gazy, leki, glukoza, narkotyki, alkohole);** Zapoznanie z pojęciem czujnika chemicznego i podstawowymi zasadami działania. Pojęcia specyficzności, selektywności. Wykrywanie substancji chemicznych w kontekście zastosowań diagnostycznych, farmaceutycznych i monitorowaniu środowiska na przykładach wykrywania glukozy, alkoholu, narkotyków/leków, metali ciężkich oraz określonych gazów. Rozwiązania czujnikowe obejmujące metody elektrochemiczne, fluorescencyjne i optyczne. Aktualne obszary badań i nowe systemy czujnikowe, w tym mikro i nanotechnologie.
5. **Biosensory (białka, wirusy, bakterie);** Zapoznanie z pojęciem biosensora i podstawowymi zasadami/mechanizmami działania. Aspekty chemii powierzchni – w tym metod wiązania biomolekuł do powierzchni czujników. Pojęcie receptora i targetu, oraz ich łączenia w zależności od zastosowanego mechanizmu czujnikowego. System wykrywania znacznikowego i bezznacznikowego. Klasyczne metody biodetekcji w kontekście zastosowań diagnostycznych i monitorowaniu środowiska na przykładach zakażeń wirusowych, bakteryjnych, chorób nowotworowych i badań hormonalnych. Rozwiązania bioczujnikowe obejmujące metody elektrochemiczne i optyczne. Aktualne obszary badań i nowe systemy czujnikowe, w tym mikro i nanotechnologie.
6. **Pomiary wieloparametryczne;** Określenie współzależności parametrów mierzonych. Zagadnienia związane z wykorzystaniem jednego sensora i wpływem różnych warunków zewnętrznych na wynik pomiaru. Pomiary wielu parametrów: pojedynczym czujnikiem, wieloma czujnikami w jednej strukturze i czujnikami rozłożonymi.
7. **Systemy przetwarzania informacji czujnikowej;** Układy i elementy układów pomiarowych, akwizycja i analiza danych pomiarowych.
8. **Trendy i perspektywy rozwoju.**

Laboratorium

W trakcie laboratoriów studenci będą mieli możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają kluczowe etapy konstrukcji i technologii czujników, zbadają wykonane sensory, określą ich parametry i przeanalizują otrzymane dane.

1. Wybrane zagadnienia technologii czujników cienkowarstwowych (3h).
2. Ocena parametryczna elementów czujnikowych (3h).
3. Pomiary czujników wielkości nieelektrycznych (temperatura, ciśnienie, współczynnik załamania) (3h).
4. Pomiary biosensoryczne (wybrane metody znacznikowe i bezznacznikowe) (3h).
5. Przetwarzanie informacji czujnikowej i analiza danych (3h).

Projekt

W ramach projektu studenci opracują dedykowane rozwiązanie czujnikowe. W odpowiedzi na zadany problem badawczy, parametry i warunki pomiaru, zaproponują elementy systemu spełniające określone na wstępie kryteria.

Egzamin: *nie*

Literatura: *(wpisać zestaw literatury do przedmiotu, to pole jest obowiązkowe)*

1. Janusz Piotrowski i inni, „Pomiary: Czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego”, WNT 2017
2. Jacob Fraden, “Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications”, Springer 2010
3. Ping Wang, Qingjun Liu, „Biomedical Sensors and Measurement”, Springer 2011
4. Dodatkowe materiały dostępne u prowadzącego wykład.

Oprogramowanie: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P
	30	-	15	8

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym

- obecność na wykładach 30 godz.,
- obecność na laboratorium 15 godz.,
- obecność na zajęciach projektowych 8 godz.
- udział w konsultacjach 7 godz.

2. Praca własna studenta - 55 godz., w tym

- przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
- przygotowanie do kolokwium/egzaminu 16 godz.,
- wykonywanie zadań projektowych 14 godz.
- przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 115 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,4 pkt ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,0 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych, 8 godz. zajęć projektowych, 10 godz. przygotowania do laboratorium oraz 15 godz. przygotowywania sprawozdań z projektu i laboratorium.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.	Wykład	Kolokwium Raport	P7U_W02
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	P7U_W03
Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu konstrukcji elementów czujnikowych	Wykład Laboratorium Projekt	Kolokwium Raport	P7U_W04
Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania czujników	Wykład Laboratorium Projekt	Kolokwium Raport	P7U_W06
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie analizy złożonych systemów czujnikowych oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	Laboratorium	Raport	P7U_U07
Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania elementów i złożonych systemów czujnikowych	Laboratorium Projekt	Raport	P7U_U08
Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i projektowania elementów czujnikowych	Laboratorium Projekt	Raport	P7U_U10
Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w	Laboratorium Projekt	Raport	P7U_U12

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

zakresie analizy i projektowania rozwiązań czujnikowych			
Potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy	Wykład Laboratorium Projekt	Kolokwium Raport	P7U_U15
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	Wykład Laboratorium Projekt	Kolokwium Raport	P7U_K01