



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sensory i układy pomiarowe

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektronika i Telekomunikacja

Studia w zakresie (specjalność)

Elektroniczne systemy programowalne i optotelekomunikacja

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

IV/VII

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Maciej Wawrzyniak

(maciej.wawrzyniak@put.poznan.pl)

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Jakub Pająkowski

(jakub.pajakowski@put.poznan.pl)

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki i fizyki oraz podstaw teorii obwodów i układów elektronicznych. Powinien również posiadać umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł oraz mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie z fizycznymi podstawami działania niektórych czujników wielkości nieelektrycznych. Omówienie podstawowych układów pomiarowych używanych do kondycjonowania sygnału z czujnika. Prezentacja praktycznych zastosowań czujników w urządzeniach pomiarowych, przemysłowych, medycznych oraz powszechnego użytku.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad działania i budowy wybranych czujników wielkości nieelektrycznych.



2. Zna podstawowe układy pomiarowe wykorzystywane do kondycjonowania sygnałów z czujników.
3. Posiada wiedzę dotyczącą czujników wykorzystywanych w urządzeniach pomiarowych, przemysłowych, medycznych oraz powszechnego użytku.

#### Umiejętności

1. Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski i uzasadniać opinie.
2. Potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie dotyczące czujników i układów pomiarowych.
3. Potrafi korzystać z katalogów w celu doboru odpowiednich czujników z uwzględnieniem zadanych kryteriów.
4. Potrafi zaprojektować i zrealizować prosty układ pomiarowy z czujnikiem wielkości nieelektrycznej używając właściwych metod i narzędzi inżynierskich.

#### Kompetencje społeczne

1. Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do rozwiązywanych problemów technicznych i podejmowania odpowiedzialności za proponowane przez siebie rozwiązania techniczne.
2. Potrafi formułować opinie na temat podstawowych wyzwań, przed którymi stoi współczesna technika pomiarowa.
3. Potrafi pracować w grupie w laboratorium i realizować zadania zespołowe.
4. Dostrzega aspekty prawne, środowiskowe i użyteczne pomiarów. Ma poczucie odpowiedzialności za przedstawione wyniki pomiarów.

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana przez kolokwium pisemne i/lub ustne. Kolokwium pisemne składa się z 8 pytań (problemowych), różnie punktowanych. Kolokwium ustne składa się z odpowiedzi na 4-6 pytań różnie punktowanych, zadawanych przez prowadzącego. Próg zaliczeniowy 50% punktów. Zagadnienia (20), na podstawie których opracowywane są pytania zostaną przesłane studentom drogą mailową z wykorzystaniem poczty elektronicznej. W przypadku zaliczenia pisemnego i ustnego punkty są sumowane. Skala ocen: <50% - 2,0 (ndst); 50% do 59% - 3,0 (dst); 60% do 69% - 3,5 (dst+); 70% do 79% - 4,0 (db); 80% do 89% - 4,5 (db+); 90% do 100% - 5,0 (bdb). Próg zaliczeniowy może ulec zmianie w zależności od wyników kolokwium.

Umiejętności nabyte w ramach laboratorium są weryfikowane przez: ocenę sprawozdań, indywidualne sprawdzenie umiejętności sposobu łączenia układu i sprawdzenie poprawności w działaniu i obserwacji na oscyloskopie lub multimetrze. Ustne sprawdzenie wiedzy. Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie średniej ważonej:  $S_w = 0,45 \cdot S_O + 0,25 \cdot S_u + 0,30 \cdot U_w$ , gdzie:  $S_O$  jest średnią ocen uzyskanych za opracowanie sprawozdań,  $S_u$  to ocena z indywidualnego sprawdzenia umiejętności sposobu łączenia



układu, oraz Uw to ocena z ustnego sprawdzenia wiedzy. Skala dla oceny końcowej:  $Sw > 4,75 - 5,0$  (bdb);  $4,25 < Sw \leq 4,75 - 4,5$  (db+);  $3,75 < Sw \leq 4,25 - 4,0$  (db);  $3,25 < Sw \leq 3,75 - 3,5$  (dst+);  $2,75 < Sw \leq 3,25 - 3,0$  (dst);  $Sw \leq 2,75 - 2,0$  (ndst).

## Treści programowe

### Wykład

Pojęcia podstawowe: czujnik, czujnik generacyjny, czujnik parametryczny, czujnik zintegrowany, czujnik inteligentny, charakterystyka przetwarzania, parametry statyczne i dynamiczne czujników, czułość, stała przetwarzania, histereza, strefa martwa, uchyb bezwzględny przetwarzania, nieliniowość, dokładność, błąd przesunięcia zera, błąd nachylenia, transmitancja operatorowa. Czujniki temperatury: czujniki rezystancyjne, błąd graniczny pomiaru temperatury, układ pomiarowy dwuprzewodowy, układ pomiarowy czteroprzewodowy, układy pomiarowy trójprzewodowy, scalony kondycjoner sygnału Pt100/4-20mA, termistory NTC i PTC, charakterystyka termometryczna, efekt samopodgrzania, czujniki termoelektryczne, efekt Seebeck'a, siła termoelektryczna Peltiera, siła termoelektryczna Thomsona, charakterystyki termometryczne wybranych termoelementów, przewody kompensacyjne, oznaczenia barwne przewodów kompensacyjnych (norma DIN 43722), scalony kondycjoner sygnału termopara/4-20 mA, scalone czujniki temperatury, układ pomiarowy z modułem Arduino Pro Mini 328, wyświetlaczem LCD i czujnikiem temperatury TMP36GT9Z – połączenie i oprogramowanie, termometria bezstykowa, pirometry, kamery termowizyjne. Czujniki piezoelektryczne: efekt piezoelektryczny podłużny, efekt piezoelektryczny poprzeczny, efekt piezoelektryczny ścinania, model Meissnera, zapis tensorowy, równania konstytutywne, stałe piezoelektryczne, układ pomiarowy z wtórnikiem napięcia, układ pomiarowy ze wzmacniaczem ładunku, czujnik siły, piezostos, płytki bimorficzne, czujniki przemieszczenia, efekt piezoelektryczny odwrotny, aktuator piezoelektryczny, zasada działania skanera piezoelektrycznego. Czujniki tensometryczne, tensometria oporowa, tensometr wężykowy i foliowy, stała tensometru, tensometry półprzewodnikowe, schemat blokowy układu pomiarowego, metoda mostka zrównoważonego, metoda wychyłowa, układ ćwierć-mostka, układ półmostka, układ pełnego mostka, kompensacja wpływu temperatury, czujnik ciśnienia, schemat czujnik siły z mostkiem Wheatstone'a, wzmacniacz pomiarowy, scalone wzmacniacze pomiarowe, pomiar naprężenie i wibracji z wykorzystaniem tensometru. Czujniki światła pasywne i aktywne. Czujniki przemieszczenia, przyspieszenie i odległości, zasada działania pojemnościowego czujnika przemieszczenia o zmiennej powierzchni czynnej elektrod, zasada działania pojemnościowego czujnika przemieszczenia różnicowego, czujnik dławikowy, czujnik solenoidalny, czujnik transformatorowy, transformatorowy różnicowy czujnik przemieszczenia (LVDT), układ pomiarowy czujnika LVDT ze scalonym kondycjonerem sygnałów, mikromechaniczny czujnik przyspieszenia, mikromechaniczny powierzchniowy czujnik przyspieszenia, hallotron i hallotronowy czujnik przyspieszenia, 3-osiowy akcelerometr scalony LIS3DH, ultradźwiękowy czujnik odległości, konstrukcja, schemat blokowy i zasada działania, układ pomiarowy z modułem Arduino Pro Mini 328, wyświetlaczem LCD i ultradźwiękowym czujnikiem odległości HC-SR04 – połączenie i oprogramowanie.



## Laboratorium

Pojęcia podstawowe: czujnik, czujnik generacyjny, czujnik parametryczny, czujnik zintegrowany, czujnik inteligentny, charakterystyka przetwarzania, parametry statyczne i dynamiczne czujników, czułość, stała przetwarzania, histereza, strefa martwa, uchyb bezwzględny przetwarzania, nieliniowość, dokładność, błąd przesunięcia zera, błąd nachylenia, transmitancja operatorowa. Termometria bezstykowa, pirometry, kamery termowizyjne. Podzespoły układów pomiarowych: wzmacniacz, wzmacniacz operacyjny, wtórnik napięcia, wzmacniacz pomiarowy, wzmacniacz ładunku, źródła prądowe, źródła napięcia odniesienia, generatory, metoda mostek zrównoważonego, metoda mostka niezrównoważonego. Czujniki światła pasywne i aktywne. Czujniki przesunięcia transformatorowe, czujniki przesunięcia różnicowe. Czujniki temperatury rezystancyjne, półprzewodnikowe i termopary, charakterystyki statyczne i dynamiczne czujników temperatury. Projektowanie, lutowanie i montaż układów do pomiaru wielkości nieelektrycznych.

## Metody dydaktyczne

Wykład: tradycyjny, prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykład konwersatoryjny.

Ćwiczenia laboratoryjne: prezentacja multimedialna uzupełniana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykonanie zadań podawanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne.

## Literatura

### Podstawowa

1. Rząsa M. R., Kiczma B., Elektryczne i elektroniczne czujniki temperatury, WKiŁ, Warszawa 2005.
2. Nawrocki W., Sensory i systemy pomiarowe, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2001.
3. Gajek A., Juda Z., Czujniki, WKiŁ, Warszawa 2009.
4. Zakrzewski J., Kampik M., Sensory i przetworniki pomiarowe, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.

### Uzupełniająca

1. Zakrzewski J., Czujniki i przetworniki pomiarowe: podręcznik problemowy, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
2. Lesiak P. T., Inteligentna technika pomiarowa, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2001.
3. Jacob F., Handbook of Modern Sensors, Springer, New York 2004.
4. Bosch, Czujniki w pojazdach samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2009.



### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	31	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do egzaminu, wykonanie sprawozdań) <sup>1</sup>	44	1

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności