



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sensory i układy pomiarowe [S1EiT1>SiUP]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektronika i telekomunikacja

Rok/Semestr

4/7

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Maciej Wawrzyniak

maciej.wawrzyniak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### 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 utylitarne 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 na egzaminie pisemnym i/lub ustnym. Egzamin pisemny składa się z pytań problemowych i zadań do rozwiązania, różnie punktowanych. Próg zaliczeniowy 50% punktów. Pytania na egzamin zostaną opracowane na podstawie slajdów z wykładów publikowanych w systemie eKursy. 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 egzaminu.

Umiejętności nabyte w ramach laboratorium są weryfikowane przez: ocenę sprawozdań, indywidualne sprawdzenie umiejętności łączenia i uruchamiania układów oraz 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 łączenia i uruchamiania układów, oraz  $U_w$  to ocena z ustnego sprawdzenia wiedzy. Skala dla oceny końcowej:  $S_w > 4,75$  - 5,0 (bdb);  $4,25 = 4,75$  - 4,5 (db+);  $3,75 = 4,25$  - 4,0 (db);  $3,25 = 3,75$  - 3,5 (dst+);  $2,75 = 3,25$  - 3,0 (dst);  $S_w \leq 2,75$  - 2,0 (ndst).

### Treści programowe

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 pomiarowe 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 skalonym 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 pomiarów wielkości nieelektrycznych.

#### Tematyka zajęć

brak

#### 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     | 3,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem  | 31     | 2,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) | 44     | 1,00 |