**Nazwa przedmiotu:**

Sensory i przetworniki w systemach pomiarowych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Mateusz Turkowski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Wariantowe

**Kod przedmiotu:**

SPSP

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin bezpośrednich 31h, w tym:
a) wykład – 15 h;
b) ćwiczenia – 0h;
c) laboratorium – 15h
d) projektowanie – 0h.
e) konsultacje - 1h;
2) Praca własna studenta 28h, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów 10h;
b) Przygotowanie do sprawdzianów przed laboratorium 6h;
c) opracowanie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych (w formie prezentacji) - 12h;
Suma: 59h (2 ECTS)

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1 punkt ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 31h, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 1h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1) Liczba godzin bezpośrednich 31h, w tym:
a) wykład – 15 h;
b) ćwiczenia – 0h;
c) laboratorium – 15h
d) projektowanie – 0h.
e) konsultacje - 1h;
2) Praca własna studenta 28h, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów 10h;
b) Przygotowanie do sprawdzianów przed laboratorium 6h;
c) opracowanie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych (w formie prezentacji) - 12h;
Suma: 59h (2 ECTS)

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Kurs inżynierski matematyki. Podstawy automatyki. Mechanika płynów. Podstawy metrologii. Miernictwo wielkości elektrycznych.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Umiejętność zaprojektowania prostego systemu pomiarowego zawierającego sensory i przetworniki różnych wielkości fizycznych wraz z oszacowaniem jego niepewności. Znajomość budowy sensorów i przetworników do pomiaru ciśnienia, temperatury, parametrów przepływu, poziomu, właściwości substancji (lepkość, gęstość, pH) i składu substancji.

**Treści kształcenia:**

1. Wymagania ogólne dla przetworników pomiarowych. Odporność na warunki środowiskowe: narażenia klimatyczne i mechaniczne. Kompatybilność elektromagnetyczna. Stopnie ochrony obudowy Standardowe sygnały pomiarowe. Magistrale procesowe.
2. Definicja i jednostki temperatury. Międzynarodowa skala temperatury MST’90. Budowa i właściwości metrologiczne termometrów opartych o rozszerzalność cieplną cieczy, ciał stałych i gazów. Przetworniki temperatury. Sensory i przetworniki termorezystancyjne i termistorowe i termoelektryczne. Przykłady zastosowania technologii MEMS do budowy sensorów temperatury i ich miniaturyzacji.
3. Ciśnienie absolutne, różnicowe, nadciśnienie, podciśnienie. Definicja i jednostki. Zastosowanie elementów sprężystych jako sensorów ciśnienia. Właściwości materiałów na elementy sprężyste. Histereza, pełzanie. Sensory i przetworniki ciśnienia: tensometryczne, półprzewodnikowe, pojemnościowe, rezonansowe.
4. Definicje i jednostki parametrów przepływu.
Wpływ temperatury, ciśnienia i lepkości. Liczba Reynoldsa jako parametr charakteryzujący wpływ lepkości. Wpływ chropowatości. Przepływomierz jako element instalacji. Średnice i ciśnienia nominalne. Wpływ zaburzeń spowodowanych elementami armatury. Prostownice strumienia. Zasada działania, właściwości metrologiczne i eksploatacyjne przepływomierzy: zwężkowych, piętrzących, rotametrów, turbinowych i wirnikowych, komorowych, elektromagnetycznych, ultradźwiękowych, oscylacyjnych, Coriolisa. Zastosowanie technologii CMOS i MEMS do budowy sensorów mikroprzepływomierzy.
5. Pomiary poziomu cieczy i substancji sypkich. 6. Pomiary lepkości. Model Newtona – definicja i jednostki lepkości. Płyny nienewtonowskie, reologia. Lepkościomierze kapilarne, rotacyjne, z opadającą kulką.
Miniaturowe sensory lepkości w technologii MEMS. Sensory gęstości cieczy i gazów. Sensory i przetworniki pH. Inteligentne elektrody do pomiaru pH oparte o technologie mechatroniki. Sensory przewodności cieczy. Pomiary zawartości określonego składnika w substancji. Pomiary wilgotności. Pomiary zawartości tlenu. Analiza składu substancji. Chromatografy gazowe i cieczowe.

**Metody oceny:**

3 kolokwia częściowe z wykładanego materiału (50%). Ocena ćwiczeń laboratoryjnych (sprawdzian wejściowy, wykonanie ćwiczenia, opracowanie i przedstawienie raportu w formie prezentacji), 50%

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Turkowski M. Przemysłowe przetworniki i sensory pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2002
Turkowski M. Metrologia Przepływów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2018

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka SPSP\_2st\_W01 :**

Ma wiedzę w zakresie metrologii ciśnienia, temperatury, przepływu, parametrów fizykochemicznych, poziomu, składu substancji, zna ich parametry metrologiczne i właściwości eksploatacyjne.

Weryfikacja:

kolokwia, kartkówki przed rozpoczęciem zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04, K\_W06, K\_W09, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka SPSP \_2st\_U01:**

Potrafi dobrać z katalogów czujniki i przetworniki pomiarowe odpowiednie dla danego systemu pomiarowego z uwzględnieniem warunków środowiskowych i wymaganej dokładności i stworzyć z niech system pomiarowy.

Weryfikacja:

Kolokwia, cena pracy podczas zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13, K\_U01, K\_U03, K\_U08, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka SPSP \_2st\_K01:**

Ma świadomość odpowiedzialności a pracę własną i zespołu, którego jest członkiem i zna zasady działania w sposób profesjonalny i zgodny z etyką zawodową.

Weryfikacja:

Ocena pracy podczas zajęć laboratoryjnych, ocena aktywności w dyskusji nad prezentacjami z laboratorium kolegów, umiejętność obrony własnych przemyśleń i wniosków

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR