**Nazwa przedmiotu:**

Sensory i przetworniki wielkości termodynamicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Mateusz Turkowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

SPT

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Liczba godzin bezpośrednich : 48 godz., wtym:
• wykład – 30 godz.
• laboratorium – 15 godz.
• egzamin – 2 godz.
• konsultacje 1 – godz.
Praca własna studenta:
• studia literaturowe – 10 godz.
• przygotowanie się do ćwiczeń laboratoryjnych – 15 godz.
• opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych –15 godz.
• przygotowanie się do egzaminu – 12 godz.
RAZEM – 100 godz.

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

2 punkty ECTS - liczba godzin bezpośrednich : 48 godz., wtym:
• wykład – 30 godz.
• laboratorium – 15 godz.
• egzamin – 2 godz.
• konsultacje 1 – godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS – 45 godz.
• przygotowanie się do ćwiczeń laboratoryjnych – 15 godz.
• opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych –15 godz.
• laboratorium – 15 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy Metrologii. Podstawy mechaniki płynów. Miernictwo wielkości elektrycznych. Podstawy informatyki. Podstawy termodynamiki (z kursu Fizyki).

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

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

**Treści kształcenia:**

1. Wymagania ogólne dla przetworników pomiarowych. Odporność na warunki środowiskowe: narażenia klimatyczne i mechaniczne. Kompatybilność elektromagnetyczna. Stopnie ochrony obudowy. Wymagania dla aparatury w strefach zagrożonych wybuchem. Międzynarodowe znaczenia sensorów i przetworników na schematach technologicznych. 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. Sensory i przetworniki termoelektryczne. Bezstykowe pomiary temperatury. Przykłady zastosowania technologii MEMS do budowy sensorów temperatury i ich miniaturyzacji. 3. Definicja i jednostki. Ciśnienie absolutne, różnicowe, nadciśnienie, podciśnienie. 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 (wibracyjne, ultradźwiękowe). 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 procesowe gazowe i cieczowe. Zminiaturyzowane chromatografy w techologii MEMS. Sensory substancji palnych i wybuchowych w powietrzu.Lokalne wskaźniki poziomu. Przetworniki i sygnalizatory poziomu: ciśnieniowe, nurnikowe, sondujące, pojemnościowe, ultradźwiękowe, radarowe, oparte o pochłanianie promieniowania radioaktywnego.

**Metody oceny:**

Egzamin, ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Turkowski M.: Przemysłowe sensory i przetworniki pomiarowe. OWPW, Warszawa 2000 lub 2001 2. Turkowski M.: Pomiary przepływów. WPW, Warszawa, 1989 3. Kabza Z., Kostyrko K.: Metrologia przepływów, gęstości i lepkości. Wyd. WSI Opole, 1995 4. Chwaleba A., Czajewski J.: Przetworniki pomiarowe i defektoskopowe. OWPW, Warszawa, 1998

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka SPT\_W1:**

Posiada wiedzę w zakresie metrologii ciśnienia, temperatury, przepływu, parametrów fizykochemicznych, poziomu, składu substancji, zna ich parametru metrologiczne i właściwości eksploatacyjne

Weryfikacja:

egzamin, kartkówki przed rozpoczęciem zajęć

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W10, K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka SPT\_W2:**

Posiada wiedzę w zakresie podstaw fizycznych funkcjonowania czujników ciśnnienia, temperatury, przepływu, poziomu, właściwości fizykochemicznych substancji

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki przed rozpoczęciem ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka SPT\_U1:**

Potrafi oszacować niepewności standardowe pomiarów i zsumować je zgodnie z zasadami metrologii dla uzyskania niepewności złożonej i rozszerzonej

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdanie z laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U13, K\_U27

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka SPT\_U2:**

Potrafi dobrać z katalogów czujniki i przetworniki pomiarowe odpowiednie dla danego zastosowania z uwzględnieniem warunków środowiskowych i wymaganej dokładności

Weryfikacja:

Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, III.P6S\_UW.o