**Nazwa przedmiotu:**

Pomiary wielkości dynamicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Jacek Dziurdź

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MT000-ISP-0216

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin kontaktowych – 33 godz., w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) konsultacje – 1 godz.;
c) egzamin – 2 godz.;
2) Praca własna studenta – 25 godzin, w tym:
a) 5 godz. – bieżące przygotowanie studenta do wykładu,
b) 10 godz. – studia literaturowe,
c) 10 godz. – przygotowanie do egzaminu.
3) RAZEM – 58 godz.

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

1,3 punktu ECTS – liczba godzin kontaktowych – 33 godz., w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) konsultacje– 1 godz.;
c) egzamin – 2 godz..

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości z przedmiotów: Analiza I i II, Algebra oraz Mechanika, a w szczególności: zbiory, funkcje, pochodne funkcji, całki nieoznaczone, liczby zespolone i trygonometria

**Limit liczby studentów:**

Zgodnie z zarządzeniem Rektora

**Cel przedmiotu:**

Uzyskanie wiedzy o metodach i technikach pomiarów wielkości dynamicznych występujących w budowie maszyn oraz podstawowej wiedzy o metodach i technikach analizy i przetwarzania sygnałów. Poznanie metod analizy sygnałów w zakresie niezbędnym do zrozumienia przedmiotów aplikacyjnych (np. Diagnostyka maszyn, Minimalizacja drgań i hałasu, itp.). Uzyskanie umiejętności dokonywania selekcji przydatnych informacji o obserwowanym systemie dynamicznym dla realizacji określonego zadania (diagnostyka, ocena normowa, identyfikacja modelu itp.) i na tej podstawie dobranie właściwej metody przetwarzania sygnału.

**Treści kształcenia:**

1. Pojęcia podstawowe: definicja pomiaru, definicja pomiaru wielkości dynamicznej; Zapis matematyczny definicji podstawowych: pojęcie metryki, normy, miary, przestrzeni metrycznej; Przykłady metryk.
2. System pomiarowy: rejestracja jako przekaz informacji, tor pomiarowy jako przetwarzanie informacji, zmiana nośnika informacji; Przetworniki pomiarowe: przyspieszenia, prędkości i przemieszczenia, ciśnienia akustycznego, temperatury, odkształcenia itp.
3. Ogólna charakterystyka toru pomiarowego, postulat liniowości; Opis toru pomiarowego od przetwornika do systemu analizującego; Wnioskowanie na podstawie pomiarów pośrednich; Skalowanie toru pomiarowego; Skale funkcyjne, względna skala logarytmiczna (dB).
4. Losowość uzyskiwanych informacji: elementy podstawowych definicji procesów losowych i ich właściwości – przykład poglądowy.
5. Klasyfikacja sygnałów obserwowanych: sygnały zdeterminowane-losowe, sygnały okresowe-nieokresowe; stacjonarne-niestacjonarne itp.; Losowość pomiaru jako element towarzyszący każdej działalności pomiarowej, pojęcie estymaty.
6. Podstawowe charakterystyki sygnałów losowych w dziedzinie czasu: wartość średnia, wartość średniokwadratowa, wartość skuteczna, funkcje korelacji własnej i wzajemnej, odchylenie standardowe.
7. Podstawowe charakterystyki sygnałów losowych w dziedzinie amplitudy: rozkład gęstości prawdopodobieństwa amplitud, dystrybuanta.
8. Modele sygnałów zdeterminowanych: sygnały okresowe (harmoniczne i poliharmoniczne), sygnały nieokresowe, sygnały prawieokresowe, sygnały przejściowe (nieustalone).
9. Wprowadzenie do analizy częstotliwościowej: szereg Fouriera (postać trygonometryczna i wykładnicza), Transformata Fouriera: prosta i odwrotna.
10. Transformata Fouriera sygnału losowego, gęstość widmowa mocy, zależność pomiędzy gęstościami widmowymi mocy a funkcjami korelacji, twierdzenie Parsevala.
11. „Bramkowanie” i filtracja sygnałów, pojęcie splotu funkcji, twierdzenie Borela o splocie.
12. Filtracja sygnałów: charakterystyka filtru (odpowiedź impulsowa), opis charakterystyki w liniowej skali wartości (współczynnik wzmocnienia), opis charakterystyki w skali względnej (w decybelach), tłumienie sygnałów w pasmach zaporowych filtrów;
13. Podział filtrów ze względu na pasmo działania, filtry pasmowe o stałej szerokości pasma i stałej względnej szerokości pasma, wykorzystanie filtrów pasmowych; charakterystyki częstotliwościowe sygnałów losowych: szum „biały” i szum „różowy”.
14. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów rzeczywistych: problem skończonego czasu rejestracji, próbkowanie sygnału, twierdzenie Shannona o próbkowaniu; aliasing, błędy analizy widmowej spowodowane próbkowaniem; kwantowanie amplitud sygnału.
15. Dyskretna (DFT) i szybka (FFT) transformata Fouriera, przykłady analizy.
16. Pomiary i analiza relacji wejście-wyjście układu, analiza koherencyjna, transmitancja układu, współczynnik wzmocnienia;
17. Funkcje koherencji: wpływ zakłócenia szumem sygnału wejściowego na wartości wyznaczonych transmitancji układu, wpływ zakłócenia szumem sygnału wyjściowego na wartości wyznaczonych transmitancji układu.

**Metody oceny:**

Pisemny egzamin.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Podręczniki i wykłady z Matematyki dotyczące następujących zagadnień:
 Zbiory, funkcje, pochodne funkcji, całki nieoznaczone (Analiza 1);
 Liczby zespolone (Algebra);
 Trygonometria.
2. Podręczniki i wykłady z Mechaniki i Teorii drgań.
3. Julius S. Bendat, Allan G. Piersol, Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1976.
4. Richard G. Lyons, Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2012.
5. Edward Ozimek, Podstawy teoretyczne analizy widmowej sygnałów, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985.
6. Robert Randall, Frequency Analysis, Bruel & Kjaer, Copenhagen 1987.
7. Jerzy Szabatin, Podstawy teorii sygnałów, Wydawnictwo: WKŁ, Warszawa 2007.
8. Tomasz P.Zieliński, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2013.
oraz inne książki z podobnych dziedzin.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 1150-MT000-ISP-0216\_W1:**

Posiada wiedzę o metodach i technikach pomiarów wielkości dynamicznych występujących w budowie maszyn (przemieszczeń, prędkości, przyspieszeń, naprężeń itp.).

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr\_W15, KMChtr\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MT000-ISP-0216\_W2:**

Posiada podstawową wiedzę o metodach i technikach analizy i przetwarzania sygnałów.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MT000-ISP-0216\_W3:**

Zna metody analizy sygnałów w zakresie niezbędnym do zrozumienia przedmiotów aplikacyjnych (np. Diagnostyka maszyn, Minimalizacja drgań i hałasu, itp.).

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr\_W09, KMchtr\_W15, KMchtr\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1150-MT000-ISP-0216\_U1:**

Potrafi dokonać selekcji przydatnych informacji o obserwowanym systemie dynamicznym dla realizacji określonego zadania (diagnostyka, ocena normowa, identyfikacja modelu itp.) i na tej podstawie dobrać właściwe metody przetwarzania sygnału.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr\_U01, KMchtr\_U06, KMchtr\_U08, KMchtr\_U11, KMChtr\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka 1150-MT000-ISP-0216\_K1:**

Potrafi określić i zbadać wpływ oddziaływania maszyn i urządzeń na otoczenie człowieka i środowisko naturalne

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr\_K02, KMchtr\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**