

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: Diagnostic systems for machines (AiRAu-SPI>SM2-DSM)
Name:
Nazwa w języku polskim:
Name in Polish:
Nazwa w jęz. angielskim: Diagnostic systems for machines
Name in English:

Dane dotyczące przedmiotu:

Information on course:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Course offered by department: Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science
Przedmiot dla jednostki: Politechnika Śląska
Course for department: Silesian University of Technology

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

ZAL

Default type of course examination report:

ZAL

Język wykładowy:

angielski

Language:

English

Strona WWW:

Course homepage:

<https://platforma2.polsl.pl/rau1/course/view.php?id=491>

Skrócony opis:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami stosowanymi w diagnostyce technicznej w przemyśle, w tym określania stanu szeroko rozumianej maszyny, ze szczególnym uwzględnieniem jej części sprzętowej. W tym celu zaprezentowane zostaną techniki i procedury oparte na obiektywnych pomiarach różnych wielkości fizycznych oraz zaawansowane algorytmy analizy i przetwarzania wyników pomiarów, zaimplementowane na platformie PC i w systemach wbudowanych.

Short description:

The aim of the course is to familiarize students with the methods used in technical diagnostics in industry, including determining the condition of the widely understood machine, with particular emphasis on the hardware part. For this purpose, techniques and procedures based on objective measurements of various physical quantities and advanced algorithms for the analysis and processing of measurement results, which are implemented on the PC platform and in embedded systems, are presented.

Opis:

ECTS: 4

Całkowita liczba godzin: 100 godzin (kontaktowo 65 godzin, praca własna studenta 35 godzin)

Formy zajęć kontaktowych:

Wykład 30 godz.

Laboratorium 30 godz.

Inne (przegląd sprawozdań i dyskusja) 5 godz.

Praca własna studenta: 35 godz. (przygotowanie do wykładu, przygotowanie do laboratorium, pisanie sprawozdań).

Treści programowe

Wykład:

Systemy diagnostyczne maszyn, wykonalność oceny stanu maszyny, rola diagnostyki w cyklu życia maszyny, złożoność systemów produkcyjnych, metody i środki diagnostyczne, procesy resztkowe, ekonomika i niezawodność diagnostyki.

Diagnostyka wibroakustyczna: Źródła procesów wibroakustycznych (niewyważenie, sprzęgła, luzy, przekładnie, łożyska, kawitacja), pomiary sygnałów wibroakustycznych, dobór metod pomiarowych i czujników, przetwarzanie sygnałów, szum i drgania w dziedzinie czasu i częstotliwości, rozumowanie diagnostyczne, przykłady zastosowań diagnostyki wibroakustycznej w przemyśle.

Defektoskopia ultradźwiękowa: ultradźwięki, teoretyczne podstawy ultradźwięków, wytwarzanie i pomiar fal ultradźwiękowych, głowice i ultradźwięki, metody badań ultradźwiękowych, identyfikacja i ocena rozmiaru defektu.

Omówienie narzędzi programistycznych LabVIEW Sound & Vibration. Wybór algorytmu przetwarzania sygnałów diagnostycznych w zależności od ich charakteru (okresowy, nieokresowy, stały lub zmienny w czasie itp.). Analiza czasowo-częstotliwościowa STFT (Short-Time Fourier Transform), zastosowanie analizy falkowej. Przykłady zastosowania LabVIEW Sound and Vibration w analizie rzędów.

Zastosowanie nowoczesnych systemów pomiarowych i narzędzi programistycznych do diagnostyki maszyn technicznych. Programowanie platform sprzętowych z systemami czasu rzeczywistego i FPGA (CompactRIO, sbRIO).

Diagnostyka z wykorzystaniem wizji maszynowej: projektowanie systemów wizji maszynowej, dobór parametrów systemu wizyjnego (czujnik, optyka, oświetlenie), kalibracja systemu wizyjnego, cyfrowa akwizycja obrazu, metody analizy obrazu, metody i algorytmy przetwarzania obrazu do wykrywania i oceny uszkodzeń maszyn. Wykorzystanie metod segmentacji, operacji morfologicznych, transformaty Fouriera, ekstrakcji cech i metod statystycznych. Wykorzystanie IMAQ LV, Adaptive Vision.

Termografia i termometria w podczerwieni: podstawy teoretyczne pomiarów w podczerwieni (promieniowanie cieplne, emisyjność), techniczne ciało czarne, detektory promieniowania cieplnego, pirometry, budowa i działanie kamer termowizyjnych, rodzaje i zastosowania kamer termowizyjnych, błędy pomiaru w podczerwieni, ocena i kalibracja parametrów meteorologicznych kamer termowizyjnych.

Standaryzacja pomiarów w diagnostyce technicznej.

Diagnostyka termiczna: zjawiska cieplne w maszynach, procedury diagnostyczne, dobór elementów układu pomiarowego, termografia pasywna, termografia aktywna, termografia impulsowa, termografia impulsowo-fazowa, termografia synchroniczna, wibrotermografia.

Metody i algorytmy przetwarzania obrazów termicznych. Przetwarzanie w dziedzinie częstotliwości, analiza falkowa.

Laboratorium:

1. Defektoskopia ultradźwiękowa.
2. Systemy diagnostyki wibroakustycznej online.
3. Pomiary drgań i przetwarzanie sygnałów drganiowych (LV Sound&Vibration).
4. Badania nieniszczące z wykorzystaniem termografii aktywnej.
5. Analiza i przetwarzanie obrazów termicznych.
6. Wykorzystanie wizji maszynowej w diagnostyce technicznej.
7. Wykorzystanie platform sbRIO i cRIO w diagnostyce technicznej.

Description:

ECTS: 4

Total workload: 100 hours (65 contact hours, 35 students' own work hours)

Forms of contact hours:

Lecture 30h

Laboratory 30h

Other (reports revision and discussion) 5h

Student's own work: 35h (preparation for lecture, preparation for the laboratory, writing reports).

Program content**Lecture:**

Diagnostic systems for machines, the feasibility of a state of the machine, the role of diagnostics in the life cycle of the machine, the complexity of production systems, harvesting methods and means of diagnosis, residual processes, the economics and reliability of diagnostics.

Vibroacoustic diagnostics: Source of vibroacoustic processes (unbalance, couplings, backlash, gears, bearings, cavitation), measures of vibroacoustic signals, selection of measurement methods and sensors, signal processing noise and vibration in the time domain and frequency, diagnostic reasoning, application examples vibroacoustic diagnostics in industry.

Ultrasonic flaw detection: ultrasound, ultrasound theoretical basis, production and measurement of ultrasonic waves, heads and ultrasonic, ultrasonic testing methods, identification and assessment of defect size.

Overview of the LabVIEW programming tools Sound & Vibration. Selection of a diagnostic signal processing algorithm according to the nature of it (periodic, no periodic, fixed or variable in time, etc.). Time-Frequency Analysis of the STFT (Short-Time Fourier Transform), the use of wavelet analysis. Examples of the use LabVIEW Sound and Vibration in order analysis. The use of modern measuring systems and development tools for the diagnosis of technical machines. Programming hardware platforms running real-time and FPGA (CompactRIO, sbRIO).

Machine vision diagnostics: machine vision system design, selection of the parameters of the vision system (sensor, optics, lighting), the calibration of the vision system, digital image acquisition, image analysis methods, methods and algorithms for image processing for detection and assessment of damage to the machines. The use of methods of segmentation, morphological operations, Fourier transform, feature extraction, and statistical methods. Use of the IMAQ LV, Adaptive Vision.

Thermography and infrared thermometry: the theoretical basis of measurements of infrared (thermal radiation, emissivity), the technical black body, thermal radiation detectors, pyrometers, construction and operation of thermal cameras, types and applications of thermal cameras, infrared measurement errors, evaluation, and calibration of meteorological parameters infrared cameras. Standardization of measurements in technical diagnostics.

Thermal Diagnostics: thermal phenomena in machines, diagnostic procedures, selection of the measuring circuit elements, passive thermography, active thermography, pulsed thermography, pulse-phase thermography, synchronous thermography, vibrothermography. Methods and algorithms for thermal image processing. The processing in the frequency domain, wavelet analysis.

Laboratory:

1. Ultrasonic flaw detection.
2. Online systems of vibroacoustics diagnostics.
3. Vibration measurements and vibration signals processing (LV Sound&Vibration).
4. Non-destructive testing with active thermography.
5. Analysis and processing of the thermal images.
6. Use of machine vision in technical diagnostics.
7. Use of the sbRIO and cRIO platforms in technical diagnostics.

Literatura:

1. Cempel C.: Diagnostyka wibroakustyczna maszyn, PWN, Warszawa 1989r.
2. Piersol A., Paez T.: Harris' Shock and Vibration Handbook, McGraw-Hill, New York, 2010
3. Cholewa W., Kaźmierczak J.: Diagnostyka techniczna maszyn. Przetwarzanie cech sygnałów, Skrypty uczelniane Politechniki Śląskiej nr 1693, Gliwice, 1992
4. Cholewa W., Moczulski W.: Diagnostyka techniczna maszyn. Pomiary i analiza sygnałów, Skrypty uczelniane Politechniki Śląskiej nr 1758, Gliwice, 1993.
5. Davies E.R.: Machine Vision, Third Edition: Theory, Algorithms, Practicalities (Signal Processing and its Applications), Morgan Kaufmann Elsevier, 2005
6. Minkina W.: Pomiary termowizyjne – przyrządy i metody. Wyd. Pol. Cz., Częstochowa, 2004.
7. Madura H.: Pomiary termowizyjne w praktyce, PAK, 2004.
8. Więcek B., De Mey G.: Termowizja w podczerwieni. Podstawy i zastosowania. PAK, 2011.
9. Lewińska - Romicka A.: Badania nieniszczące, podstawy defektoskopii WNT, Warszawa 2001
10. D. Świsulski: Komputerowa technika pomiarowa. Oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, PAK, 2006.
11. Materiały z wykładów.

Bibliography:

1. Cempel C.: Diagnostyka wibroakustyczna maszyn, PWN, Warszawa 1989r.
2. Piersol A., Paez T.: Harris' Shock and Vibration Handbook, McGraw-Hill, New York, 2010
3. Cholewa W., Kaźmierczak J.: Diagnostyka techniczna maszyn. Przetwarzanie cech sygnałów, Skrypty uczelniane Politechniki Śląskiej nr 1693, Gliwice, 1992
4. Cholewa W., Moczulski W.: Diagnostyka techniczna maszyn. Pomiary i analiza sygnałów, Skrypty uczelniane Politechniki Śląskiej nr 1758, Gliwice, 1993.

5. Davies E.R.: Machine Vision, Third Edition: Theory, Algorithms, Practicalities (Signal Processing and its Applications), Morgan Kaufmann Elsevier, 2005
6. Minkina W.: Pomiary termowizyjne – przyrządy i metody. Wyd. Pol. Cz., Częstochowa, 2004.
7. Madura H.: Pomiary termowizyjne w praktyce, PAK, 2004.
8. Więcek B., De Mey G.: Termowizja w podczerwieni. Podstawy i zastosowania. PAK, 2011.
9. Lewińska - Romicka A.: Badania nieniszczące, podstawy defektoskopii WNT, Warszawa 2001
10. D. Świsulski: Komputerowa technika pomiarowa. Oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, PAK, 2006.
11. Lectures notes.

Efekty uczenia się:

Efekty uczenia specyficzne dla kursu: po ukończeniu kursu student:

1. Zna i rozumie istotę i metody planowania eksperymentu diagnostycznego, rejestracji pomiarów, doboru struktury modelu oraz metod jego weryfikacji (test końcowy) K2A_W09, K2A_W14.
2. Zna i rozumie metody wnioskowania w systemach diagnostycznych (test końcowy) K2A_W12.
3. Zna i rozumie podstawowe procesy w cyklu życia urządzeń i systemów diagnostycznych (test końcowy) K2A_W15.
4. Potrafi oceniać i dobierać odpowiednie metody akwizycji i analizy danych pomiarowych w zadaniach diagnostyki wibracyjnej i wizyjnej (sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych) K2A_U24, K2A_U26.
5. Potrafi zaplanować eksperyment diagnostyczny, dobrać sprzęt i opracować oprogramowanie do akwizycji i analizy uzyskanych wyników (sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych) K2A_U13, K2A_U14.

Learning outcomes:

Course-specific learning outcomes: at the completion of the course, student:

1. Knows and understands the meaning and methods of planning a diagnostic experiment, measurement registration, selection of the model structure, and methods of its verification (final test) K2A_W09, K2A_W14.
2. Knows and understand the methods of reasoning in diagnostic systems (final test) K2A_W12.
3. Knows and understand basic processes in the life cycle of diagnostic devices and systems (final test) K2A_W15.
4. Is able to evaluate and select appropriate methods of acquisition and analysis of measurement data in vibration and vision diagnostic tasks (reports of laboratory exercises) K2A_U24, K2A_U26.
5. Can plan a diagnostic experiment, select hardware and develop software for the acquisition and analysis of the obtained results (reports from laboratory exercises) K2A_U13, K2A_U14.

Metody i kryteria oceniania:

Wykład:

Test pisemny z pytaniami otwartymi lub wielokrotnego wyboru.

Kryterium zaliczenia: minimum 50% poprawnych odpowiedzi.

Laboratorium:

Sporządzanie sprawozdania z zadań laboratoryjnych wskazanych przez prowadzącego.

Kryterium zaliczenia: przekazanie i prezentacja wyników pracy w laboratorium zgodnie ze szczegółowymi wymaganiami prowadzącego.

Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną zaokrągloną według wzoru: $ocena_końcowa = 0,6 * ocena_wykład + 0,4 * ocena_laboratorium$.

Syllabus obowiązuje od roku akademickiego 2025/2026, a jego zawartość nie podlega zmianom w trakcie semestru.

Assessment methods and assessment criteria:

Lecture:

Written test with open or multiple-choice questions.

Pass criterion: minimum 50% of correct answers

Laboratory:

Preparation of a report on laboratory tasks indicated by the teacher.

Passing criterion: delivery and presentation of the results of work in the laboratory in accordance with the specific requirements of the teacher.

The final grade for the course is a rounded weighted average according to the formula: $grade_final = 0.6 * grade_lecture + 0.4 * grade_lab$.

The syllabus is valid from academic year 2025/26 and its content cannot be changed during the semester.

Punkty przedmiotu w cyklach: Course credits in various terms:

**<bez przypisanego programu>
<without a specific program>**

Typ punktów Type of credits	Liczba Number	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
Europejski System Transferu Punktów (ECTS) European Credit Transfer System (ECTS)	4	2021/2022-Z	