

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Rapid prototyping of energy-efficient driving systems (AiRAu-R>SM2-RP-19)**
Name:
Nazwa w języku polskim: **Szybkie prototypowanie energooszczędnych systemów napędowych**
Name in Polish:
Nazwa w jęz. angielskim: **Rapid prototyping of energy-efficient driving systems**
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://platforma.polsl.pl/rau1/course/view.php?id=511>

Skrócony opis:

Celem kursu jest zapoznanie studentów z budową energooszczędnych układów napędowych stosowanych w systemach automatyki i robotyki. Studenci zapoznają się z szeregiem nowych technologii, które pomagają osiągnąć optymalną wydajność układów napędowych, w tym z silnikami energooszczędnymi, napędami o zmiennej prędkości obrotowej oraz zoptymalizowanymi strategiami sterowania. Znaczna część kursu poświęcona jest na omówienie zagadnienia szybkiego prototypowania w różnych strukturach sprzętowych i programowych.

Wymagania wstępne – wiedza studenta powinna obejmować: mechanikę klasyczną, podstawy automatyki, podstawy robotyki, podstawy pomiarów, systemy wbudowane, programowanie w środowiskach Matlab/Simulink i C++.

Short description:

The aim of the course is to familiarize students with the construction of energy-efficient drive systems used in automation and robotics systems. Students will learn about a range of new technologies that help achieve optimal performance, including energy-efficient motors, variable speed drives and optimized control strategies. A significant part of the course focuses on the issue of rapid prototyping in various hardware and software structures.

Prerequisites - student knowledge should include: classical mechanics, control fundamentals, robotics fundamentals, basics of measurement, embedded systems, programming in Matlab/Simulink and C++.

Opis:

ECTS: 3

Łączny nakład pracy: 90 godzin (60 godzin zajęć, 30 godzin pracy własnej studenta)

Formy zajęć:

Wykład 30 godzin

Laboratorium 30 godzin

Liczba godzin pracy własnej studenta:

Przygotowanie do kolokwium: 15 godzin

Przygotowanie do laboratorium: 15 godzin

Wykład:

1. Wprowadzenie. Systemy CAD/CAM/CAE – informacje podstawowe.
2. Mechatronika. Komputerowe wspomaganie projektowania systemów mechatronicznych.
3. Czujniki – budowa, zasada działania, podstawowe zastosowania w systemach mechatronicznych. Technologia MEMS.
4. Sterowanie dyskretne.
5. Zagadnienia szybkiego prototypowania – informacje podstawowe. Szybkie prototypowanie układów sterowania. Projektowanie w oparciu o modele (metoda MBD). Testowanie w oparciu o modele matematyczne: MiL, SiL, PiL, HiL. Automatyczne generowanie kodów sterowników bezpośrednio ze środowiska CACSD. Symulacja w czasie rzeczywistym.
6. Rozwiązania programowe wspomagające prototypowanie.
7. Rozwiązania sprzętowe wspomagające prototypowanie.
8. Silniki elektryczne – informacje podstawowe, klasyfikacja, zasada działania.
9. Silniki komutatorowe prądu stałego.
10. Silniki bezszczotkowe BLDC.
11. Silniki krokowe.
12. Silniki prądu przemiennego.
13. Układy energoelektroniczne. Przemienne przętotliwości.
14. Metody sterowania stosowane w falownikach.
15. Odnawialne źródła energii i energooszczędne układy napędowe.

Laboratorium:

Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z zagadnieniami komputerowego wspomagania projektowania i szybkiego prototypowania systemów sterowania w energooszczędnych układach napędowych. Laboratorium składa się z dwóch części. W pierwszej studenci zapoznają się z zagadnieniem szybkiego prototypowania prostego układu napędowego składającego się z silnika prądu stałego i regulatora PID. W drugiej części studenci podzieleni na sekcje projektowe wykonują ćwiczenia na stanowiskach laboratoryjnych wyposażonych w układy napędowe z silnikami: prądu stałego, prądu przemiennego, krokowymi i BLDC.

Description:

ECTS: 3

Total workload: 90 hours (60 contact hours, 30 students' own work hours)

Forms of contact hours:

Lecture 30h

Laboratory 30h

Number of hours allocated to students' own work:

Preparation for colloquium: 15 hours

Preparation for laboratory: 15 hours

Lecture:

1. Introduction. CAD / CAM / CAE systems - basic information.
2. Mechatronics. Computer aided design of mechatronic systems.
3. Sensors – construction, principle of operation, basic applications in mechatronic systems. MEMS technology.
4. Discrete-time control.
5. The issue of rapid prototyping - basic information. Rapid prototyping of control systems. Model-Based Design (MBD). Testing based on mathematical models: MiL, SiL, PiL, HiL. Automatic generation of controller codes directly from the CACSD environment. Real-time simulation.
6. Software solutions supporting prototyping.
7. Hardware solutions supporting prototyping.
8. Electric motors - basic information, classification, principle of operation.
9. DC commutator motors.
10. BLDC brushless motors.
11. Stepper motors.
12. AC motors.
13. Power electronic systems. Frequency inverter.
14. Inverter control methods.
15. Renewable energy sources and energy-efficient drive systems.

Laboratory:

The aim of the laboratory is to familiarize students with the issues of computer aided design and rapid prototyping of control systems in energy-efficient drive systems. The laboratory consists of two parts. In the first, the students become familiar with the issue of rapid prototyping of a simple drive system consisting of a DC motor and a PID controller. In the second part, students divided into project sections perform exercises on laboratory stands equipped with propulsion systems with: DC, AC, stepper and BLDC motors.

Literatura:

Literatura podstawowa:

1. Khorrami F., Krishnamurthy P., Melkote H.: Modeling and adaptive nonlinear control of electric motors. Springer, 2003.
2. Hristu-Varsakelis, Dimitrios, Levine, William: Handbook of networked and embedded control systems. Springer, 2005.
3. Lawrenz W.: CAN system engineering. Springer, 1997.
4. Kamrani, Ali K., Nasr, Emad Abouel : Rapid Prototyping, Theory and Practice. Springer, 2006.

Literatura uzupełniająca:

1. Steven Nadel, R. Neal Elliott, Michael Shepard, Steve Greenberg, Gail Katz, and Anibal T. de Almeida: Energy-Efficient Motor Systems: A Handbook on Technology, Program, and Policy Opportunities, 2nd Ed., E-Book, American Council for an Energy-Efficient Economy, 2002.
2. Li Li, Fei-Yue Wang: Advanced Motion Control and Sensing for Intelligent Vehicles. Springer, 2007.
3. Ali K. Kamrani, Emad Abouel Nasr : Engineering Design and Rapid Prototyping. Springer, 2010.

Bibliography:

Primary literature:

1. Khorrami F., Krishnamurthy P., Melkote H.: Modeling and adaptive nonlinear control of electric motors. Springer, 2003.
2. Hristu-Varsakelis, Dimitrios, Levine, William: Handbook of networked and embedded control systems. Springer, 2005.
3. Lawrenz W.: CAN system engineering. Springer, 1997.
4. Kamrani, Ali K., Nasr, Emad Abouel : Rapid Prototyping, Theory and Practice. Springer, 2006.

Supplementary literature:

1. Steven Nadel, R. Neal Elliott, Michael Shepard, Steve Greenberg, Gail Katz, and Anibal T. de Almeida: Energy-Efficient Motor Systems: A Handbook on Technology, Program, and Policy Opportunities, 2nd Ed., E-Book, American Council for an Energy-Efficient Economy, 2002.
2. Li Li, Fei-Yue Wang: Advanced Motion Control and Sensing for Intelligent Vehicles. Springer, 2007.
3. Ali K. Kamrani, Emad Abouel Nasr : Engineering Design and Rapid Prototyping. Springer, 2010.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia w ramach danego przedmiotu - po ukończeniu kursu student:

- Zna problematykę szybkiego prototypowania układów sterowania w odniesieniu do elektrycznych układów napędowych (sprawozdanie, kolokwium) K2A_W04, K2A_W11.

- Zna rozwiązania programowe i sprzętowe wspierające szybkie prototypowanie (sprawozdanie, kolokwium) K2A_W11, K2A_W13, K2A_W16.
- Zna budowę i zasady działania silników elektrycznych: prądu stałego, przemiennego i impulsowego (projekt, kolokwium) K2A_W13, K2A_W16.
- Potrafi przeprowadzić szybkie prototypowanie zaprojektowanego układu sterowania w różnych strukturach programowych i sprzętowych (projekt) K2A_U08.
- Potrafi dobrać komponenty i skonfigurować elektryczny układ napędowy (projekt) K2A_U20, K2A_U22.
- Potrafi projektować układy sterowania dla napędów elektrycznych i optymalizować parametry pod kątem efektywności energetycznej (projekt, kolokwium) K2A_U20, K2A_U22.

Learning outcomes:

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

- Knows the issue of rapid prototyping of control systems in relation to electric drive systems (report, colloquium) K2A_W04, K2A_W11.
- Knows software and hardware solutions supporting rapid prototyping (report, colloquium) K2A_W11, K2A_W13, K2A_W16.
- Knows the structure and operating principles of electric motors: direct current, alternating current, and pulse-controlled (project, colloquium) K2A_W13, K2A_W16.
- Can perform rapid prototyping of the designed control system in various software and hardware structures (project) K2A_U08.
- Can select components and configure an electric drive system (project) K2A_U20, K2A_U22.
- Can design control systems for electric drives and optimize parameters in terms of energy efficiency (project, colloquium) K2A_U20, K2A_U22.

Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot składa się z dwóch części: wykładu i laboratorium. Zgodnie z regulaminem Politechniki Śląskiej, obecność na wykładach jest opcjonalna (jednak zalecana), natomiast ćwiczenia laboratoryjne są obowiązkowe.

Studenci muszą zaliczyć kolokwium (C) oraz zaliczyć wszystkie ćwiczenia laboratoryjne i uzyskać zaliczenie ze wszystkich sprawozdań. Odrabianie zaległości laboratoryjnych jest możliwe w terminach określonych w planie zajęć. Z kolokwium studenci muszą uzyskać minimum 50% punktów, aby uzyskać zaliczenie. Ocena końcowa z laboratorium (L) jest obliczana jako średnia ocen ze wszystkich sprawozdań. Ocena końcowa obliczana jest według wzoru: $Ocena = (0,4C + 0,6L)$

Ocena zaokrąglana jest według następujących zasad:

- [3,00 - 3,25) - 3,0
- [3,25 - 3,75) - 3,5
- [3,75 - 4,25) - 4,0
- [4,25 - 4,75) - 4,5
- [4,75 - 5,00] - 5,0

Program studiów obowiązuje od roku akademickiego 2023/24 i jego treść nie może być zmieniana w trakcie semestru.

Assessment methods and assessment criteria:

Course consists of two components: lecture and laboratory. According to SUT regulation, lecture attendance is optional (however highly recommended), whereas laboratory exercises are obligatory.

Students need to pass colloquium (C) and must complete all laboratory exercises and obtain a pass mark on all reports. Making up missed laboratory work is possible on the dates specified in the schedule. On the lecture test, students must obtain a minimum of 50% to pass.

Final laboratory grade (L) is calculated as average of all report grades. The final grade is calculated as: $Grade = (0.4C + 0.6L)$

The grade is rounded according to the following rules:

- [3.00 - 3.25) - 3.0
- [3.25 - 3.75) - 3.5
- [3.75 - 4.25) - 4.0
- [4.25 - 4.75) - 4.5
- [4.75 - 5.00] - 5.0

The syllabus is valid from academic year 2023/24 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)	3	2020/2021-Z	