

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Zaawansowane metody sterowania</b>		Kod <b>1010542111010549231</b>
Kierunek studiów <b>Automatyka i robotyka</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>1 / 1</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Reprogramowalne systemy sterowania</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>15</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: <b>30</b> Projekty/seminaria: -		Liczba punktów <b>3</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>kierunkowy z danego kierunku</b>		
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>3 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>  dr inż. Jakub Bernat email: jakub.bernat@put.poznan.pl tel. 61 6652751 Katedra Inżynierii Komputerowej PP ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań		
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z układów wykonawczych automatyki, teorii sterowania oraz podstaw programowania.
2	<b>Umiejętności:</b>	Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów związanych z układami regulacji automatycznej oraz tworzeniem oprogramowania dla systemów automatyki. Ponadto student powinien posiadać umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
<b>Cel przedmiotu:</b> 1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy zaawansowanych systemów sterowania, w zakresie sterowania adaptacyjnego oraz odpornego. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów z projektowania oraz wykonywania sterowników elementów wykonawczych automatyki. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności pogłębiania kompetencji oraz pracy zespołowej.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b> 1. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie metod analizy i projektowania systemów sterowania - [K_W7] 2. ma wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych - [K_W9] 3. zna i rozumie zasady sterowania odpornego - []		
<b>Umiejętności:</b> 1. potrafi analizować i interpretować projektową dokumentację techniczną oraz wykorzystywać literaturę naukową związaną z danym problemem - [K_U2] 2. potrafi przeprowadzić symulację i analizę działania złożonych układów automatyki oraz zaplanować i przeprowadzić weryfikację eksperymentalną - [K_U9] 3. potrafi stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy właściwe dla stanowisk automatyki i robotyki; - [K_U17] 4. potrafi zaprojektować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań projektowych elementów i układów automatyki i robotyki - [K_U20]		
<b>Kompetencje społeczne:</b>		

1. rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się ? podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób - [K\_K1]
2. posiada świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje - [K\_K2]
3. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować - [K\_K4]

### Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratoriów:

na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym o charakterze problemowym (student może korzystać z dowolnych materiałów dydaktycznych) - zaliczenie składa się z trzech pytań o charakterze problemowym, każde za 10 pkt. Liczba punktów potrzebna do zaliczenia to 16pkt (powyżej 50%). Pytania zostaną sformułowane w oparciu o przykłady przedstawione na wykładzie.

ii. omówienie wyników zaliczenia,

b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych sesji zajęć laboratoryjnych (sprawdzian "wejściowy") oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,

ii. ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,

ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,

iii. umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,

iv. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,

v. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Podsumowanie wiadomości związanej z sterowaniem układów dynamicznych za pomocą regulatora PID. Wiadomości o równaniach stanu oraz ich dyskretyzacji. Zasady bezpieczeństwa przy projektowaniu układów regulacji automatycznej. Wprowadzenie idei sterowania odpornego, a w szczególności sterowania ślizgowego (SMC). Rozwiązywanie równań Fillipova. Metody sprawdzania stabilności układów z regulatorem ślizgowym. Sterowanie do celu oraz nadążne w trybie SMC. Algorytmy sterowania ślizgowego - twisting, super twisting oraz drift. Sterowanie z modelem referencyjnym. Sterowanie ślizgowe wraz z modelem odniesienia. Kroki projektowania regulatora na przykładzie obiektu dynamicznego. Problem sterowania ślizgowego dla wybranego silnika elektrycznego (BLDC, krokowy reluktancyjny lub z magnesami trwałymi). Przekształcenia ułatwiające opis dynamiki silnika. Problemy z praktyczną realizacją układu sterowania na przykładzie sterowania silnikiem elektrycznym. Wprowadzenie do sterowania adaptacyjnego. Podstawowe pojęcia oraz schematy regulacji. Reguła MIT oraz adaptacja na podstawie funkcji Lapunowa. Porównanie do sterowania odpornego. Przykłady zastosowania sterowania adaptacyjnego. Sterowanie adaptacyjne dla silnika elektrycznego. Zagrożenia z zastosowania adaptacji. Końcowe wnioski dotyczące projektowania układów regulacji. Możliwości wyboru systemu sterowania.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 2-godziną sesją instruktazową na początku semestru. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia:

Poznanie języka programowania Python oraz z jego pakietów dla obliczeń numerycznych. Symulacja układów sterowania. Badanie odpowiedzi skokowej systemów sterowania - silnika krokowego, BLDC oraz reluktancyjnego, a także dla systemu do pozycjonowania jednowymiarowego oraz dwuwymiarowego. Metody realizacji zasad bezpieczeństwa przy projektowaniu układów regulacji automatycznej. Analiza oraz symulacja układów regulacji opartych na teorii sterowania ślizgowego. Poznanie oraz wykorzystanie algorytmów sterowania ślizgowego - twisting, super twisting oraz drift. Projektowanie systemu sterowania z modelem referencyjnym. Wprowadzenie sterowanie ślizgowego dla układu regulacji modelem odniesienia. Badanie oraz analiza dynamiki układu regulacji. Wyznaczanie wskaźników jakości regulacji. Projektowanie oraz symulacja układu adaptacyjnego. Realizacja adaptacyjnego układu sterowania z modelem odniesienia. Badanie dynamiki układu z regulatorem adaptacyjnym. Porównanie oraz dyskusja na temat układów sterowania silnika krokowego, BLDC oraz reluktancyjnego, a także dla systemu do pozycjonowania jednowymiarowego oraz dwuwymiarowego.

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, pokaz multimedialny
2. ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, wykonywanie eksperymentów, dyskusja, praca w zespole

#### Literatura podstawowa:

1. Robust adaptive control, P. Ioannou, University of Southern California, 2003
2. Adaptive Control, K. J. Astrom, B. Wittenmark, Addison-Wesley, 1989
3. Sliding mode control in engineering, W. Perruquetti, J. P. Barbot, Marcel Dekker, Inc. New York, 2002
4. Sterowanie adaptacyjne: ćwiczenia laboratoryjne, D. Horla, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2010
5. Sliding Mode Control in Electro-Mechanical Systems, V. Utkin, J. Guldner, J. Shi, CRC Press, 2009

#### Literatura uzupełniająca:

1. Sterowanie ślizgowe - odporna metoda regulacji obiektów dynamicznych, A. Bartoszewicz, Przegląd Elektrotechniczny 2009/09
2. Podstawy teoria sterowania - T. Kaczorek, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, 2009
3. Electric motor drivers - Modeling, Analysis, and Control, R. Krishnan, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2001
4. Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach, W. M. Haddad, V. Chellaboina, Princeton University Press, 2008

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

Czynność	Czas (godz.)
1. udział w zajęciach laboratoryjnych	30
2. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	15
3. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych	3
4. udział w wykładach	15
5. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 100 stron	5
6. omówienie wyników zaliczenia	2
7. przygotowanie do zaliczenia wykładów	5

#### Obciążenie pracą studenta

forma aktywności	godzin	ECTS
------------------	--------	------

Łączny nakład pracy	75	3
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	48	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	30	1