



Karta przedmiotu  
Automatyka i sterowanie

**1. Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> automatyka i elektronika</p> <p><b>Jednostka zarządzająca kierunkiem studiów</b> Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki</p> <p><b>Poziom studiów</b> pierwszego stopnia (inż.)</p> <p><b>Profil studiów</b> Profil praktyczny</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p>	<p><b>Cykl kształcenia (nabór)</b> 2024/25</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> 05AIE-PS.PI1CC.1349.24</p> <p><b>Języki wykładowe</b> polski</p> <p><b>Obligatoryjność</b> Obowiązkowy</p> <p><b>Blok zajęciowy</b> Przedmioty kierunkowe</p>	
<p><b>Wymagania wstępne</b></p>	<p>Podstawowa wiedza o funkcjach elementarnych, algebrze, geometrii, trygonometrii, liczbach zespolonych i rachunku różniczkowo-całkowym, oraz znajomość najważniejszych praw fizyki.</p>	
<p><b>Przedmioty wprowadzające</b></p>	<p>Matematyka, Fizyka</p>	
<p><b>Koordinator</b></p>	<p>Andrzej Dębowski</p>	
<p><b>Okres</b> Semestr 3</p>	<p><b>Forma zaliczenia</b> Egzamin</p> <p><b>Forma prowadzenia i godziny zajęć</b> Wykład: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 2.0</p>
<p><b>Okres</b> Semestr 4</p>	<p><b>Forma zaliczenia</b> Egzamin</p> <p><b>Forma prowadzenia i godziny zajęć</b> Wykład: 30 Ćwiczenia laboratoryjne: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0</p>

<b>Okres</b> Semestr 5	<b>Forma zaliczenia</b> Zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 2.0
	<b>Forma prowadzenia i godziny zajęć</b> Ćwiczenia laboratoryjne: 30	

## 2. Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk PRK
<b>Wiedza:</b>			
W1	Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę związaną z systemami sterowania i automatyki oraz ich modelowaniem komputerowym.	AIE_P1_K_W01, AIE_P1_K_W06	P6S_WG, P6S_WG_inż, P6S_WG
W2	Ma podstawową wiedzę dotyczącą projektowania prostych systemów automatyki, w tym doboru wchodzących w ich skład urządzeń (jednostek obliczeniowych, elementów i urządzeń pomiarowo-kontrolnych, oraz elementów wykonawczych), oraz testowania efektów ich działania na drodze symulacji komputerowych.	AIE_P1_K_W09, AIE_P1_K_W15	P6S_WG, P6S_WG_inż, P6S_WG P6S_WG_inż
W3	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze automatyki i elektroniki oraz rozumie pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej; zna zagrożenia pochodzące od urządzeń, instalacji, układów i systemów technicznych z uwzględnieniem aspektów środowiskowych.	AIE_P1_K_W12, AIE_P1_K_W16, AIE_P1_K_W17	P6S_WG, P6S_WG_inż, P6S_WG, P6S_WK, P6S_WK
<b>Umiejętności:</b>			
U1	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, także w języku obcym o dokonywać ich interpretacji; ma umiejętność samokształcenia się, m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii.	AIE_P1_K_U01, AIE_P1_K_U02, AIE_P1_K_U06	P6S_UW, P6S_UK, P6S_UW_inż, P6S_UO, P6S_UU
U2	Jest przygotowany do prowadzenia badań i projektów inżynierskich indywidualnie oraz w zespole. Potrafi porównać rozwiązania projektowe układów automatyki ze względu na zadane kryteria użytkowe oraz dokonywać ich prezentacji.	AIE_P1_K_U03, AIE_P1_K_U04, AIE_P1_K_U08	P6S_UW, P6S_UK, P6S_UW, P6S_UK, P6S_UW_inż, P6S_UW P6S_UW_inż
U3	Potrafi utworzyć algorytm działania układu sterowania automatycznego w systemie otwartym i zamkniętym, oraz dobrać parametry i nastawy regulatora; oraz zaimplementować, przetestować i uruchomić go posługując się językami programowania wysokiego i niskiego poziomu, odpowiednimi narzędziami informatycznymi do oprogramowania mikrokontrolerów lub mikroprocesorów	AIE_P1_K_U17	P6S_UW
U4	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich z zakresu automatyki oraz wybierać i stosować właściwe metody i narzędzia. Potrafi dostrzegać aspekty pozatechniczne przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań z obszaru automatyki i elektroniki.	AIE_P1_K_U18, AIE_P1_K_U20	P6S_UO, P6S_UW P6S_UW_inż

Kod	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk PRK
<b>Kompetencje społeczne:</b>			
K1	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się w dążeniu do osiągnięcia wysokich kwalifikacji w zawodzie inżyniera.	AIE_P1_K_K01, AIE_P1_K_K04, AIE_P1_K_K05	P6S_KK, P6S_KK, P6S_KR, P6S_KO
K2	Rozumie pozatechniczne aspekty skutków działalności inżyniera-automatyka, a w tym jej wpływu na środowisko, oraz ma świadomość wagi związanej z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	AIE_P1_K_K02, AIE_P1_K_K03	P6S_KK, P6S_KR, P6S_KR

### 3. Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Wykład - Cz. I (w sem. III - 30 godz)</p> <p>Podstawowe pojęcia i definicje - obiekt sterowania jako podmiot działań zmierzających do osiągnięcia zakładanego celu przez układ sterowania, elementy składowe (człony dynamiczne) układów sterowania, pojęcie sygnału jako nośnika informacji wymienianych pomiędzy elementami składowymi układów sterowania, sprzężenie zwrotne, regulacja jako szczególny przypadek sterowania danym obiektem, struktura układu sterowania, schematy blokowe. Dwa podstawowe typy układów sterowania: sterowanie w systemie otwartym oraz sterowanie w systemie zamkniętym (układ regulacji), układ kompensacji zakłócenia (dostępnego pomiarowo) i układ forsowania zadawania jako dodatkowe możliwości modyfikacji obu struktur sterowania. Podział układów sterowania ze względu na posiadane informacje o obiekcie sterowanym: układy z pełną informacją (zwykle - układy stabilizacji, sterowania nadążnego, sterowania programowego, oraz optymalne) oraz układy z niepełną informacją (adaptacyjne, sterowania rozmytego, sterowania neuronowego). Pojęcie elementu liniowego. Równanie różniczkowe zwyczajne jako opis matematyczny liniowego procesu dynamicznego. Transmitancja operatorowa. Odpowiedź procesu liniowego na wymuszenie impulsowe i skokowe. Odpowiedź procesu liniowego na dowolny sygnał. Transmitancja widmowa. Charakterystyki częstotliwościowe. Przekształcanie schematów blokowych. Definicja i matematyczny warunek stabilności liniowego ciągłego układu dynamicznego. Praktyczne metody badania stabilności - Routha i Nyquista. Jakość układów automatycznej regulacji. Sposoby korekcji działania układów automatycznej regulacji - szeregową, równoległą i w dodatkowym, lokalnym sprzężeniu zwrotnym. Podstawowe typy regulatorów o działaniu ciągłym: P, I, PD, PI, PID. Regulacja statyczna i astatyczna. Identyfikacja obiektu regulacji. Metody doboru nastaw regulatorów. Podstawowe wiadomości o nieliniowych elementach i układach sterowania. Serwomechanizm. Przykłady układów sterowania nieliniowego - serwomechanizm, układy z regulatorami dwu- i trójpołożeniowymi, regulacja kaskadowa (umożliwiająca nakładanie ograniczeń na wybrane stany wewnętrzne obiektu sterowania).</p> <p>Wykład - Cz. II (w sem. IV - 30 godz)</p> <p>Wprowadzenie do techniki regulacji. Struktury regulatorów tworzone w oparciu o wzmacniacz mocy sterujący obiektem (tj. urządzenie wykonawcze o ograniczonej wartości sygnału wyjściowego). Trzy rodzaje wzmacniaczy mocy wykorzystywane w przemyślowych układach automatyki: 1) wzmacniacz mocy mogący być uznany za człon proporcjonalny (o działaniu ciągłym - bezinercyjny lub z niewielką inercją, czy też działaniu nieciągłym - impulsowym, wykorzystującym modulację szerokości lub amplitudy tych impulsów), 2) wzmacniacz mocy stanowiący człon całkujący bezinercyjny lub z niewielką inercją (np. siłownik bez pozycjonera lub z pozycjonerem), 3) wzmacniacz mocy stanowiący człon przełączający dwu- lub trójstanowy (o charakterystyce wyidealizowanej lub rzeczywistej, tj. z histerezą i/lub nieczułością). Wykorzystanie korekcji w sprzężeniu zwrotnym jako podstawy budowy regulatorów o pożądanej transmitancji. Układ aktywnego ograniczania sygnału wyjściowego regulatorów z akcją całkującą: I, PI, PID. Filtr wartości zadawanej. Układy sterowania zamknięto-otwartego: z forsowaniem zadawania i kompensacją zakłócenia. Bezuderzeniowe przełączanie układów regulacji automatycznej między trybami pracy: ręczna/automatyczna. Matematyczny opis działania regulatorów cyfrowych PID. Dwie struktury algorytmów realizujących regulator cyfrowy o działaniu PID - równoległa i szeregową. Dwa warianty wykorzystania struktury szeregową w układzie regulacji - algorytm prędkościowy i algorytm pozycyjny. Przykłady działania wybranych układów regulacji ciągłej oraz nieciągłej (przełącznikowej, impulsowej i cyfrowej) z różnymi rodzajami regulatorów i różnymi typami urządzeń wykonawczych omawiane poprzez demonstrację wyników symulacji komputerowej prowadzonej z zastosowaniem programu Scilab - Xcos. W każdym z omawianych przypadków pokazywana jest współpraca różnych struktur regulacyjnych z tym samym modelem matematycznym prostego obiektu regulacji.</p>	Wykład	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1, K2

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
2.	<p>Laboratorium - Cz. I (w sem. IV - 30 godz)</p> <p>Przykłady praktycznego zastosowania (z użyciem programu Scilab - Xcos) badania działania wybranych czterech układów regulacji: - układu regulacji temperatury piekarnika, - układu stabilizacji wzniesienia ramienia wirołotu zamocowanego na sztywnej wieży, - układu regulacji położenia kąтового z wykorzystaniem serwomechanizmu służącego do ustawiania pod wiatr głowicy elektrowni wiatrowej, - układu napędowego z obcowzbuźnym silnikiem prądu stałego stanowiącym napęd małego pojazdu elektrycznego. Zajęcia odbywają się na komputerach z zainstalowanym oprogramowaniem Scilab-Xcos w zespołach 1-2 osobowych i dotyczą badań symulacyjny wybranych elementów i układów automatyki. Gotowe pliki z modelami symulacyjnym badanych układów wraz z odpowiednimi opisami są przekazane studentom przed rozpoczęciem zajęć. Badania te obejmują: I. Badanie samego obiektu regulacji - należy zapoznać się z opiem matematycznym modelu obiektu regulacji i jego schematem blokowym oraz zaobserwować przebiegi przejściowe jego sygnału wyjściowego (odpowiedzi), uzyskane w czasie badania jego zachowania się w układzie otwartym, tj. przy wymuszaniu na wejściu tego obiektu określonych postaci sygnału wejściowego (np. w postaci skoku, impulsu prostokątnego, sygnału narastającego liniowo lub funkcji rampy). II. Badanie układu regulacji - należy zapoznać się ze schematami blokowymi modelu symulacyjnego układu regulacji z badanym obiektem i różnymi wariantami regulatorów. Dla przykładów gotowych układów regulacji zawartych w materiałach dydaktycznych dostarczonych przed rozpoczęciem zajęć należy wyznaczyć przebiegi przejściowe dla wskazanych sygnałów. W trakcie obserwacji pracy badanego układu regulacji na podstawie wyznaczonych przebiegów należy ocenić jakość uzyskiwanych efektów regulacji przy zmianach wartości sygnału zadającego oraz zmianach sygnału zakłócenia - zewnętrznego w stosunku do badanego układu regulacji, reprezentowanego przez dodatkowy sygnał dodający się do sygnału wyjściowego regulatora i wraz z nim doprowadzony do wejścia obiektu. III. Uzupełniające badania układu regulacji - należy podać schematy blokowe modeli symulacyjnych innych wariantów układu regulacji z tym samym badanym obiektem, utworzone w czasie trwania zajęć (pod opieką prowadzącego te zajęcia bądź samodzielnie) lub potem w domu przy sprządzaniu sprawozdania, zawierające inne rodzaje wymuszeń zewnętrznych (tj. inne sposoby generowania sygnału wartości zadanej lub sygnału zakłócenia) lub inne formy realizacji regulatora. W trakcie takich badań uzupełniających wskazane jest samodzielne uruchomienie układu regulacji dla rozważanego obiektu z wybranymi typami regulatorów o działaniu ciągłym - P, PD, PI, PID, i samodzielnym wstępnym dobor ich nastaw (metodą prób i błędów) lub w oparciu o metody omawiane na wykładzie.</p> <p>Laboratorium - Cz. II (w sem. V - 30 godz)</p> <p>Ćwiczenia dotyczą szybkiego prototypowania układów regulacji. Są odbywane są w zespołach 2-3 osobowych w pracowni problemowej na stanowiskach laboratoryjnych z rzeczywistymi obiektami, w których rzeczywiste sygnały są przez studentów podłączane do portów We/Wy prototypowego modułu Arduino-Nano. Moduł ten poprzez swoją magistralę szeregową USB współpracuje w czasie rzeczywistym z odpowiednim programem Scilab-Xcos uruchomionym na komputerze PC i działającym również w rzeczywistej skali czasu. Uniwersalna płytka montażowa na której zainstalowano moduł mikrokontrolera, pozwala na jego rozbudowę o odpowiednie interfejsy We/Wy zaprojektowane i połączone samodzielnie przez studentów tak, by było możliwe połączenie ich z rzeczywistymi stanowiskami laboratoryjnymi.</p> <p>Do dyspozycji studentów pozostaje cały szereg gotowych sprzętowych stanowisk laboratoryjnych, wybieranych przez prowadzącego zajęcia do wykorzystania przez poszczególne zespoły projektowe, w zależności od liczebności danego zespołu studentów i uzgodnionego z nimi programu realizacji danego celu zajęć w laboratorium. Stanowiska te stanowią zachowane studenckie prace przejściowe i dyplomowe lub zakupione dawniej samodzielnie ćwiczenia laboratoryjne z teorii sterowania (zaprojektowane i wykonane na Politechnice Warszawskiej o nazwach: Modelowanie analogowe, Dynamiczny obiekt liniowy, Płaszczyzna fazowa, Regulacja dwustawna, Serwomechanizm, Sterowanie optymalne, Regulacja ekstremalna, Regulacja impulsowa czy też Podstawowe układy logiczne). Przy uruchamianiu swoich układów studenci mają możliwość korzystania z uniwersalnych mierników cyfrowych, cyfrowych oscyloskopów 4-kanalowych oraz stacjonarnych komputerów PC z zainstalowanym oprogramowaniem Scilab-Xcos. Dane pomiarowe zbierane z wykorzystaniem interfejsów zbudowanych na płytkach mikrokontrolerów przez studentów i przesyłane za pośrednictwem magistrali USB do komputera PC mogą także być odczytywane i przetwarzane nie tylko w programie Scilab, ale także w programie MSExcel.</p> <p>Zajęcia w tym laboratorium przebiegają w trzech etapach: etap I - uruchomienie i przetestowanie komunikacji pomiędzy rzeczywistymi portami We/Wy modułu Arduino-Nano a portami We/Wy bloku wirtualnego interfejsu podłączonymi do schematu blokowego modelu symulacyjnego przykładowego prostego układu zaprojektowanego w programie Scilab-Xcos pozwalającego na wizualizację wybranych sygnałów (zbudowanego z takich elementów jak np. blok zadawania wartości stałej lub skokowo zmiennej, bloki generatorów fali sinusoidalnej lub prostokątnej, bloku wyświetlacza cyfrowego, bloku oscyloskopu wielokanałowego, bloku plotera itp.), etap II - uruchomienie i przetestowanie hybrydowego układu regulacji poziomu wody w zbiorniku napełnianym przez pompę o zmiennej wydajności, sterowanej poprzez zmianę prędkości obrotowej napędzającego ją silnika. Wartość zadana poziomu oraz wartość aktualnego zapotrzebowania na wodę pobieraną z tego zbiornika są rzeczywistymi sygnałami napięciowymi z zakresu 0 - 5 V podawanymi na wejścia analogowe modułu Arduino-Nano. Regulator poziomu wody w zbiorniku może być realizowany bądź jako całkowicie zewnętrzny, bądź jako algorytm cyfrowy implementowany w pamięci płytki Arduino-Nano, bądź jako wirtualny regulator zamodelowany w postaci ciągłej lub cyfrowej w samym programie Scilab-Xcos, jako uzupełnienie modelu zbiornika i pompy, etap III - uruchomienie i przetestowanie hybrydowego układu regulacji zbudowanego z wykorzystaniem fragmentu istniejącego rzeczywistego stanowiska laboratoryjnego wybranego w porozumieniu z prowadzącym zajęcia i współpracującego z tym stanowiskiem modelu dynamicznego działającego w programie Scilab-Xcos. W zależności od konkretnych ustaleń model uruchomiony w Scilabie może symulować obecność obiektu sterowania w budowanym układzie regulacji (w którym rzeczywisty fragment stanowiska daje się wykorzystać w charakterze regulatora), albo odwrotnie - odgrywać rolę regulatora dla rzeczywistego fragmentu stanowiska, stanowiącego wówczas obiekt sterowania.</p>	Ćwiczenia laboratoryjne	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1, K2

## 4. Metody prowadzenia zajęć, weryfikacji efektów uczenia się i warunki zaliczenia

### Semestr 3

Forma zajęć	
-------------	--

Wykład	<b>Metody prowadzenia zajęć:</b>	
	Wykład, Dyskusja, Pokaz	
	<b>Metody (sposoby) weryfikacji:</b>	<b>Udział:</b>
	Egzamin pisemny	75%
	Egzamin ustny	25%
	<b>Warunki zaliczenia przedmiotu:</b>	
<p>Egzamin pisemny - polegający na pisemnym omówieniu wskazanych wariantów dotyczących tematów odnoszących się do treści wykładu, na formularzu udostępnionym wcześniej studentom do wydrukowania jednostronnie na czterech oddzielnych kartkach (w razie potrzeby wykorzystywanych do udzielenia odpowiedzi także na odwrocie).</p> <p>Egzamin ustny - polegający na rozmowie dotyczącej pracy samodzielnie napisanej w ramach egzaminu pisemnego.</p>		

#### Semestr 4

Forma zajęć		
Wykład	<b>Metody prowadzenia zajęć:</b>	
	Wykład, Dyskusja, Pokaz	
	<b>Metody (sposoby) weryfikacji:</b>	<b>Udział:</b>
	Egzamin pisemny	75%
	Egzamin ustny	25%
	<b>Warunki zaliczenia przedmiotu:</b>	
<p>Egzamin pisemny - polegający na pisemnym omówieniu wskazanych wariantów dotyczących tematów odnoszących się do treści wykładu, na formularzu udostępnionym wcześniej studentom do wydrukowania jednostronnie na czterech oddzielnych kartkach (w razie potrzeby wykorzystywanych do udzielenia odpowiedzi także na odwrocie).</p> <p>Egzamin ustny - polegający na rozmowie dotyczącej pracy samodzielnie napisanej w ramach egzaminu pisemnego.</p>		
Ćwiczenia laboratoryjne	<b>Metody prowadzenia zajęć:</b>	
	Ćwiczenia laboratoryjne, Pokaz, Praca w grupie	
	<b>Metody (sposoby) weryfikacji:</b>	<b>Udział:</b>
	Sprawozdanie	75%
	Zaliczenie ustne	25%
	<b>Warunki zaliczenia przedmiotu:</b>	
<p>Zaliczenie zajęć laboratoryjnych odbywa się na podstawie pisemnych sprawozdań sporządzanych na bieżąco przez każdy z 1-2 osobowych zespołów po zakończeniu kolejnego ćwiczenia, oraz na podstawie ustnej indywidualnej rozmowy z każdym z zespołów laboratoryjnych odbywanej po oddaniu sprawozdań ze wszystkich wykonanych ćwiczeń przygotowanych przez prowadzącego te zajęcia.</p>		

#### Semestr 5

Forma zajęć	
-------------	--

Ćwiczenia laboratoryjne	<b>Metody prowadzenia zajęć:</b>	
	Ćwiczenia laboratoryjne, Pokaz, Praca w grupie	
	<b>Metody (sposoby) weryfikacji:</b>	<b>Udział:</b>
	Sprawozdanie	75%
	Zaliczenie ustne	25%
	<b>Warunki zaliczenia przedmiotu:</b>	
Zaliczenie zajęć laboratoryjnych odbywa się na podstawie pisemnych sprawozdań sporządzanych na bieżąco przez każdy z 2-3 osobowych zespołów po zakończeniu kolejnego z trzech etapów zajęć uzgodnionych z prowadzącym zajęcia, oraz na podstawie ustnej indywidualnej rozmowy z każdym z zespołów laboratoryjnych odbywanej po oddaniu sprawozdania z danego etapu.		

Efekt uczenia się dla przedmiotu	Metody (sposoby) weryfikacji			
	Egzamin pisemny	Egzamin ustny	Zaliczenie ustne	Sprawozdanie
W1	x	x	x	x
W2	x	x	x	x
W3	x	x	x	
U1		x		x
U2		x		x
U3		x		x
U4		x		x
K1	x	x		
K2	x	x		

## 5. Literatura

### Literatura podstawowa

1. Dębowski A., 2008, 2012, 2016-dodruk. Automatyka - podstawy teorii. Wyd. Naukowe PWN (Wyd. WNT), Warszawa.
2. Dębowski A., 2013. Automatyka - technika regulacji. Wyd. Naukowe PWN (Wyd. WNT), Warszawa.

### Literatura uzupełniająca

1. Ginter J., 2022. Nie bój się pochodnej. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
2. Kabziński J., 2021. Teoria sterowania. Projektowanie układów regulacji.

## 6. Nakład pracy studenta - bilans godzin i punktów ECTS

Aktywność studenta		Obciążenie studenta Liczba godzin
Zajęcia prowadzone z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innych osób prowadzących zajęcia	Wykład	60
	Ćwiczenia laboratoryjne	60
Praca własna studenta	Przygotowanie do zajęć	20
	Studiowanie literatury	20
	Przygotowanie raportu	35
	Przygotowanie do zaliczenia	10
	Inne (przygotowanie do egzaminu)	10
	Przygotowanie do egzaminu	15
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>		<b>230</b>
<b>Liczba punktów ECTS</b>		<b>8</b>

\* Godzina (dydaktyczna) oznacza 45 minut