

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S1-AiR-301
	studia niestacjonarne:	M#2-N1-AiR-401
Nazwa przedmiotu	Elementy pomiarowe automatyki	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Measuring Systems for Automation	
Obowiązuje od roku akademickiego	2025/2026	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	AUTOMATYKA I ROBOTYKA
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	Wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Automatyki i Robotyki
Koordynator przedmiotu	dr inż. Gabriel Bracha
Zatwierdził	dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów		Przedmiot kierunkowy
Status przedmiotu		Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć		Polski
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	3
	studia niestacjonarne	4
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)		Tak
Liczba punktów ECTS		4

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	15		30		
	studia niestacjonarne:	9		18		



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Posiada wiedzę na temat zasad działania elementów pomiarowych stosowanych w automatyce, takich jak czujniki i przetworniki. Rozumie zasady przetwarzania sygnałów analogowych i cyfrowych, a także zna podstawowe układy cyfrowe oraz układy programowalne wykorzystywane w systemach akwizycji danych. Potrafi wykorzystać teoretyczną wiedzę z zakresu teorii obwodów elektrycznych i teorii sygnałów w praktycznych aplikacjach pomiarowych.	AiR1_W05
	W02	Posiada wiedzę z zakresu metrologii, w tym metod pomiaru wielkości elektrycznych i mechanicznych, takich jak napięcie, prąd, temperatura czy ciśnienie. Zna narzędzia obliczeniowe i informatyczne wykorzystywane do analizy i wizualizacji wyników pomiarowych. Rozumie wpływ warunków zewnętrznych na dokładność pomiarów i potrafi stosować odpowiednie metody w celu minimalizacji błędów.	AiR1_W06
	W03	Posiada wiedzę na temat roli i zasad działania układów pomiarowych w systemach automatyki, z uwzględnieniem interakcji z regulatorami i elementami wykonawczymi. Potrafi dobrać odpowiednie czujniki i przetworniki do danego procesu automatyzacji, uwzględniając ich charakterystyki techniczne i wymagania aplikacji. Zna podstawy teorii regulacji i potrafi zastosować elementy pomiarowe w praktycznych rozwiązaniach systemów sterowania.	AiR1_W09
Umiejętności	U01	Potrafi stosować odpowiednie metody i urządzenia do pomiaru parametrów systemów automatyki i robotyki, takich jak przepływ, ciśnienie, temperatura czy pozycja. Umie korzystać z nowoczesnych narzędzi informacyjno-komunikacyjnych, takich jak oprogramowanie do akwizycji danych i analizy wyników, wspierając realizację zadań inżynierskich. Jest zdolny do wyboru i konfiguracji narzędzi pomiarowych w zależności od specyfiki zadania oraz interpretacji uzyskanych wyników.	AiR1_U05
	U02	Posiada umiejętność doboru metod pomiarowych do określenia parametrów mechanicznych, takich jak siła, moment obrotowy czy przyspieszenie, stosowanych w urządzeniach automatyki i robotyki. Potrafi przeprowadzać pomiary przy użyciu czujników mechanicznych, takich jak tensometry, akcelerometry czy enkodery. Jest zdolny do analizowania wpływu warunków pracy na wyniki pomiarów oraz do opracowywania raportów uwzględniających niepewności pomiarowe.	AiR1_U08



	U03	Potrafi projektować i implementować układy elektroniczne, w tym cyfrowe i mikroprocesorowe, przeznaczone do sterowania i pomiarów w automatyce. Umie przeprowadzać analizy obwodów elektrycznych w stanach ustalonych i nieustalonych, z uwzględnieniem ich charakterystyk dynamicznych. Jest zdolny do planowania oraz realizacji prostych systemów regulacji automatycznej, uwzględniając dobór elementów pomiarowych, regulatorów i układów wykonawczych. Dodatkowo, potrafi przeprowadzać podstawowe pomiary wielkości elektrycznych i mechanicznych, integrując je w aplikacjach przemysłowych.	AiR1_U11
Kompetencje społeczne	K01	Wykazuje gotowość do samodzielnego poszerzania wiedzy, korzystając zarówno z literatury fachowej, jak i z doświadczeń ekspertów. Potrafi krytycznie analizować posiadane informacje, identyfikować swoje braki kompetencyjne i dążyć do ich uzupełnienia, co pozwala na efektywne dostosowanie się do zmieniających się wymagań rynku pracy i rozwoju technologii.	AiR1_K01
	K02	Rozumie znaczenie odpowiedzialności zawodowej i jest gotów do podejmowania ról związanych z projektowaniem, wdrażaniem i nadzorowaniem systemów automatyki i robotyki. Wykazuje postawę zgodną z zasadami etyki zawodowej, dbając o wysoką jakość wykonywanych zadań oraz szacunek dla dorobku technicznego i tradycji zawodu. Jest świadomy wpływu swoich działań na środowisko, społeczeństwo i kulturę pracy, co przekłada się na odpowiedzialne podejmowanie decyzji inżynierskich i zarządzanie projektami.	AiR1_K06



TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Podstawowe wiadomości o elementach automatyki, struktura regulatora cyfrowego, sygnały standardowe, charakterystyki statyczne i dynamiczne torów pomiarowych, rodzaje sygnałów wyjściowych toru pomiarowego, podział czujników pomiarowych. Czujniki tensometryczne, budowa i rodzaje tensometrów, podstawy fizyczne tensometrii, mostki tensometryczne, kompensacja wpływu temperatury, tor przetwarzania sygnału, układy zasilane napięciem stałym i przemiennym, tensometryczne czujniki przemysłowe, zastosowanie tensometrów. Potencjometryczne, indukcyjnościowe i pojemnościowe czujniki przemieszczeń, charakterystyki czujników potencjometrycznych, rodzaje czujników indukcyjnościowych, indukcyjnościowe czujniki różnicowe, przykłady zastosowań, rodzaje czujników pojemnościowych, czujniki pojemnościowe w układzie rezonansowym. Tor przetwarzania sygnałów pomiarowych, wzmacniacz operacyjny idealny i rzeczywisty, wzmacniacze różnicowe, układy całkujące, filtry analogowe, generatory, układy zasilania mostków tensometrycznych. Przetworniki AC i CA, podstawy digitalizacji sygnałów, przetworniki CA: wagowo rezystancyjny, drabinkowy, przetworniki AC: z podwójnym całkowaniem, z bezpośrednim porównywaniem, z kolejnym porównywaniem, sigma-delta, parametry przetworników. Pomiar temperatury, czujniki rezystancyjne, termistory, termopary, układy połączeń elektrycznych czujników temperatury, bezstykowe pomiary temperatury - pirometry, promieniowanie ciała doskonale czarnego, współczynnik emisyjności, pirometry ze znikającym źródłem, radiacyjne, monochromatyczne, dwubarwowe. Czujniki do pomiaru przesunięć i kątów, transformatory położenia kąтового (rezolwery), indukcyjności liniowe i kołowe, enkodery optyczne inkrementalne, absolutne, enkodery magnetyczne, metody zwiększenia rozdzielczości enkoderów – interpolatory. Pomiary przepływów, przepływomierze indukcyjne, ultradźwiękowe, kalorymetryczne, elektromagnetyczne, różnicy ciśnień, turbinowe, wirnikowe. Pomiary poziomu cieczy, poziomomierz pływakowy, wyporowy, hydrostatyczny, piezometryczny, rezystancyjny, pojemnościowy, pomiar poziomu materiałów sypkich, metody pomiaru wilgotności powietrza, definicje wilgotności, higrometry włosowe, punktu rosy, elektrolityczne. Metody pomiaru wilgotności materiałów sypkich, czujniki pojemnościowe, rezystancyjne. Czujniki pola magnetycznego, zasady pomiarów pola magnetycznego, czujniki magnetorezystancyjne, wykorzystujące zjawisko Halla, magnetoptyczne. Pomiary innych wielkości fizycznych, pomiary ciśnień, różnicy ciśnień, pomiary prędkości obrotowych, pomiary drgań (czujniki piezoelektryczne), pomiary siły momentu, akcelerometry.





laboratorium	Treści programowe obejmują zagadnienia związane z budową i zasadą działania czujników zbliżeniowych o różnych zasadach funkcjonowania, takich jak czujniki indukcyjne, pojemnościowe i optyczne, oraz wyłączników krańcowych, z uwzględnieniem ich zastosowań w układach automatyki. Poruszone zostaną także kwestie dotyczące czujników siły, nacisku oraz ciśnienia względnego i bezwzględnego, w tym wyznaczanie ich charakterystyk oraz metody kalibracji i kompensacji wpływu temperatury. Zajmowane będą również zagadnienia związane z budową i zasadą działania analogowych czujników położenia liniowego i kątownego, takich jak czujniki potencjometryczne, indukcyjnościowe i pojemnościowe, ze szczególnym uwzględnieniem wyznaczania ich charakterystyk statycznych i zastosowań w układach pomiarowych. Omówiona zostanie również budowa i zasada działania liniiów optoelektronicznych i magnetycznych oraz enkoderów inkrementalnych i absolutnych, ich działanie oraz możliwości zwiększenia rozdzielczości za pomocą interpolatorów. Zajęcia obejmują zagadnienia związane z termoparami i termistorami, ich charakterystykami oraz pirometrami jednobarwowymi, z uwzględnieniem zasad kalibracji tych urządzeń. Program obejmuje również analizę czujników prędkości i przyspieszenia, w tym akcelerometrów, z uwzględnieniem ich charakterystyk dynamicznych oraz zastosowań w monitorowaniu drgań i ruchu. Kładzie się nacisk na szczegółowe zapoznanie się z budową i zasadą działania elementów pomiarowych, analizę wyników oraz wdrażanie zdobytej wiedzy w praktycznych zastosowaniach inżynierskich.
--------------	--

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01		X				
W02		X				
W03		X				
U01					X	
U02					X	
U03					X	
K01						X
K02						X



**FORMA I WARUNKI ZALICZENIA**

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Pozytywne zaliczenie końcowego egzaminu. Uzyskanie co najmniej 50% punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć i uzyskanie co najmniej 50% punktów.

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	h
		15		30			9		18			
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4		2			4		2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	51					33					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,04					1,32					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	49					67					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,96					2,68					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	66,67					66,67					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2,67					2,67					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100					100					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	4										ECTS





LITERATURA

- 1 Kaczmarek Z., Pomiary wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, skrypt nr 215, 1999.
- 2 Łapiński M., Pomiary elektryczne i elektroniczne wielkości nieelektrycznych, WNT, Warszawa, 1974.
- 3 Michalski A., Tumański S., Żyła B.: Laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1999.
- 4 Kostro J.: Elementy, urządzenia i układy automatyki, WSiP, 1998.
- 5 Heimann B., Gerth W., Popp K.: Mechatronika, PWN, 2001.
- 6 Nadachowski M., Kulka Z.: Zastosowania wzmacniaczy operacyjnych, WNT, 1986.
- 7 Gawędzki W.: Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 2023.
- 8 Łapiński J.: Pomiary elektryczne i elektroniczne wielkości nieelektrycznych, WNT, Warszawa, 2023.
- 9 Szymański P.: Miernictwo elektryczne w pomiarach wielkości nieelektrycznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2022.
- 10 Yilbas B. S.: The Laser Cutting Process: Analysis and Applications, Elsevier, 2017.
- 11 Hatcher B.: Laser cutting fundamentals, 2020.

