

# SYLABUS ZAJ /GRUPY ZAJ

## Dane ogólne:

Jednostka organizacyjna:	Katedra Automatyki i Robotyki				
Kierunek studiów:	Automatyka i robotyka				
Specjalno /Specjalizacja:					
Nazwa zaj / grupy zaj :	Systemy pomiarowe				
Course / group of courses:	Measurement systems				
Forma studiów:	stacjonarne				
Nazwa katalogu:	WP-AR-I-20/21Z				
Nazwa bloku zaj :					
Kod zaj /grupy zaj :	104663	Kod Erasmus:			
Punkty ECTS:	4	Rodzaj zaj :		obowi zkowy	
Rok studiów:	2	Semestr:		3	
Rok	Semestr	Forma zaj	Liczba godzin	Forma zaliczenia	ECTS
2	3	LO	30	Zaliczenie z ocen	2
		W	30	Zaliczenie z ocen	2
Razem			60		4
Koordinator:	Wacław Gaw dzki				
Prowadz cy zaj cia:					
J zyk wykładowy:	semestr: 3 - j zyk polski				

## Obja nienia:

Rodzaj zaj : obowi zkowe, do wyboru.

Forma prowadzenia zaj : W - wykład, - wiczenia audytoryjne, L - lektorat, S – seminarium/ zaj cia seminaryjne, P - wiczenia praktyczne (w tym zaj cia wf), M - wiczenia specjalistyczne (medyczne/ kliniczne), LO – wiczenia laboratoryjne, LI - laboratorium informatyczne, ZTI - zaj cia z technologii informacyjnych, P – wiczenia projektowe, ZT – zaj cia terenowe, T - wiczenia terenowe na obozach programowych, SK - samokształcenie (i inne), PR - praktyka zawodowa

## Dane merytoryczne

Wymagania wst pne:			
Podstawowe wiadomo ci w zakresie fizyki, analizy matematycznej, oraz elektroniki i elektrotechniki, podstawowe zasady analizy i prezentacji danych.			
Szczegółowe efekty uczenia si			
Lp.	Student, który zaliczył zaj cia zna i rozumie/potrafi/jest gotowy do:	Kod efektu dla kierunku studiów	Sposób weryfikacji efektu uczenia si
1	Student zna i rozumie zasady funkcjonowania systemów pomiarowych oraz metody komunikacji przyrz dów, a tak e ma podstawow wiedz z zakresu sensoryki przemysłowej.	AR1_W07, AR1_W03	kolokwium, wypowied ustna
2	Student zna i rozumie zasady stosowania aparatury pomiarowej oraz wła ciwo ci podstawowych przyrz dów pomiarowych.	AR1_W07, AR1_W03	kolokwium, ocena aktywno ci
3	Student zna kryterium oceny jako ci i doboru narz dzi pomiarowych dla uzyskania zadanej niepewno ci wyników pomiarów wielko ci elektrycznych i nieelektrycznych..	AR1_W07, AR1_W03	kolokwium, wypowied ustna
4	Student potrafi zaprojektowa eksperyment i przeprowadzi pomiary wielko ci elektrycznych i nieelektrycznych oraz potrafi przedstawi otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej, dokona ich interpretacji i wyci gn wła ciwe wnioski.	AR1_U04, AR1_U11, AR1_U03	wykonanie zadania

5	Student potrafi posługiwać się przyrządami i systemami pomiarowymi oraz wiadomością z ich dokumentacji technicznej, oceni poprawność przeprowadzonych pomiarów, potrafi przeanalizować różne sposoby realizacji zadania pomiarowego, potrafi konstruować proste systemy pomiarowe i oceni ich jakość.	AR1_U04, AR1_U12	wykonanie zadania
6	Student potrafi dokumentować przebieg pracy w postaci protokołu z badań lub pomiarów oraz opracować wyniki prac i przedstawić je w formie czytelnego sprawozdania.	AR1_U11	wykonanie zadania
7	Student rozumie potrzeby ciągłego dokształcania się, również po studiach, w celu aktualizacji swojej wiedzy w dziedzinie czujników i systemów pomiarowych	AR1_U15	dyskusja
8	Student ma wiadomości o właściwościach i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym jej wpływ na środowisko i związane z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	AR1_K03	obserwacja zachowa
9	Student ma wiadomości o konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować.	AR1_K05	obserwacja zachowa

#### Stosowane metody osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się (metody dydaktyczne)

metody praktyczne (ćwiczenia laboratoryjne w laboratorium przemysłowych systemów pomiarowych - synchronicznie z wykładem, jako ilustracja do materiału podawanego na wykładzie. Materiały do przedmiotu (podręcznik w wersji drukowanej oraz pdf, program przedmiotu, instrukcje do ćwiczeń) dostępne dla studentów w formie elektronicznej na stronie internetowej.), metody podające (Wykład w formie tradycyjnej wspomagany środkami wizualizacyjnymi przygotowanymi w formie prezentacji przy wykorzystaniu rzutnika komputerowego. Dostępny jest podręcznik do przedmiotu autorstwa prowadzącego wykład.)

#### Kryteria oceny i weryfikacji efektów uczenia się

##### wiedza:

ocena kolokwium (test zaliczeniowy z wykładu składa się z zadań otwartych oraz zadań wielokrotnego wyboru. Niezbędne uzyskanie minimum 50% punktów. W trakcie semestru 4 testy będące wielokrotnego wyboru z przerobionego materiału zgodnie z harmonogramem laboratorium zaliczone na 50% punktów.)

ocena aktywności (ocena aktywności na zajęciach)

ocena wypowiedzi ustnej (ocena wypowiedzi krótkiej lub dłuższej)

##### umiejętności:

ocena dyskusji (ocena udziału w dyskusji)

ocena wykonania zadania (sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych)

##### kompetencje społeczne:

obserwacja zachowa (obserwacja zachowa indywidualnych i zespołowych)

#### Warunki zaliczenia

1. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z pisemnego testu zaliczeniowego z wykładu oraz zaliczenie laboratorium. Wymagana obecność na wykładach, prowadzenie listy obecności na wykładach, dopuszczalna nieobecność na 2 wykładach w semestrze. Obecność na zajęciach laboratoryjnych jest obowiązkowa, dopuszczalne 2 nieobecności nieusprawiedliwione w semestrze, które jednak muszą być odrobione. W laboratorium obowiązuje dodatkowy regulamin zaliczania podawany na pierwszych zajęciach w semestrze, który określa m. in. tryb odrabiania zaległości.

#### Treści programowe (opis skrócony)

Treści przedmiotu są podstawowe zagadnienia metrologii i systemów pomiarowych. Budowa, zasada działania i charakterystyki metrologiczne czujników i przetworników pomiarowych wielkości fizycznych: masy, siły, momentów sił, przemieszczenia, przyspieszenia, temperatury. Podstawowe elementy i jednostki funkcjonalne systemów pomiarowych, w tym: zasada przetwarzania A/C, budowa przetworników A/C i C/A, wzmacniacze z przetwarzaniem, karty pomiarowe, rejestratory cyfrowe, oscyloskopy cyfrowe. Interfejsy i protokoły komunikacyjne w systemach pomiarowych - integracja systemów. Przykłady przemysłowych zastosowań systemów pomiarowych.

#### Content of the study programme (short version)

Subject objectives are to teach students basics of measurements methods employed in data acquisition systems with sensors of electrical and nonelectrical quantities. The contents of the subject include: basics of digital methods of measurements of main physical quantities, construction details of nonelectrical quantities sensors, description of analogue and digital elements of measurement systems and systems interfaces and integrating software.

#### Treści programowe

	Liczba godzin
Semestr: 3	
Forma zajęć: <b>wykład</b>	
Wprowadzenie do pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych (3 godz.). Budowa i podstawy fizyczne konstrukcji czujników wielkości nieelektrycznych. Charakterystyki statyczne i dynamiczne. Struktura toru pomiarowego oraz właściwości statyczne i dynamiczne elementów składowych toru pomiarowego. Uwarunkowania pomiarów i błędów pomiarowe. 2. Elementy i jednostki funkcjonalne systemów pomiarowych (6 godz.).	30

<p>Zasada przetwarzania A/C (próbkowanie, kwantowanie, kodowanie), budowa przetworników A/C i C/A, układy próbkuj co-pami taj ce, filtry antyaliasingowe, separatory, przemysłowe wzmacniacze pomiarowe z modulacją AM, pomiary analogowe i cyfrowe. Pomiary podstawowych wielkości elektrycznych (napięcia, prądu, rezystancji, impedancji).</p> <p>3. Podstawowe przyrządy pomiarowe (4 godz.).</p> <p>Budowa i zasada działania kart pomiarowych, rejestratorów cyfrowych, oscyloskopów cyfrowych. Zasady ł czenia ródła sygnałów do kart pomiarowych w trybach: symetrycznym i niesymetrycznym. Ł czenie czujników z wyjściem ilorazowym do kart pomiarowych, uniwersalnych przyrządów pomiarowych oraz przetworników A/C.</p> <p>4. Pomiary wielkości mechanicznych (5 godz.).</p> <p>Metody pomiaru parametrów mechanicznych w układach napędowych: pomiary tensometryczne. Pomiary sił, masy, momentów sił, moment obrotowy, prędkość obrotowa, moc mechaniczna. Pomiary przemieszczenia, prędkości i przyspieszenia. Akcelerometry piezoelektryczne.</p> <p>5. Pomiary temperatur, oraz cieplne (5 godz.).</p> <p>Stykowe przetworniki temperatury: rezystancyjne, termoelektryczne, półprzewodnikowe. Metody i układy pomiarowe. Przetworniki bezstykowe temperatury, pirometry i kamery termowizyjne. Zjawisko Peltiera. Metody analizy przepływu ciepła, właściwości dynamiczne czujników temperatury.</p> <p>6. Interfejsy i protokoły komunikacyjne w systemach pomiarowych (5 godz.).</p> <p>Interfejsy szeregowy i równoległy: RS232C, RS-485, IEEE488 (GPIB), przegląd pozostałych interfejsów. Protokół komunikacyjny Modbus. Podstawowe informacje o języku SCPI. Integracja elementów systemów pomiarowych.</p> <p>7. Ochrona systemów pomiarowych przed zakłóceniami (2 godz.).</p> <p>Źródła i klasyfikacja zakłóceń, zakłócenia szeregowy (normalne) i równoległy (wspólne). Metody eliminacji zakłóceń, zasady ekranowania.</p>	30
Forma zajęć : <b>wiczenia laboratoryjne</b>	
<p>1. Wprowadzenie do laboratorium, omówienie merytoryczne wiczeń, przepisy BHP, warunki zaliczenia (3 godz.).</p> <p>2. Badanie właściwości metrologicznych toru pomiarowego zawierającego uniwersalną kartę pomiarową w oparciu o oprogramowanie DasyLab – część I. (3 godz.).</p> <p>Środowisko programowania DasyLab10. Konfigurowanie karty pomiarowej, ustawianie funkcji pomiarowych, podłączanie ródła napięcia do karty pomiarowej (wejście symetryczne i niesymetryczne), dobór częstotliwości próbkowania (aliasing), analiza FFT sygnałów, badanie metod uśredniania sygnałów, filtracja zakłóceń, formaty zapisu danych.</p> <p>3. Budowa i konfigurowanie komputerowego systemu pomiarowego w środowisku DasyLab z wykorzystaniem karty pomiarowej – część II. (3 godz.).</p> <p>Konfigurowanie karty pomiarowej, ustawianie funkcji pomiarowych, budowa systemu pomiarowego do akwizycji sygnałów pomiarowych w oparciu o oprogramowanie DasyLab10 (system do pomiaru temperatury, zapis danych na dysk, filtracja szumów w systemie, układy progowe, stworzenie platformy wizualizacyjnej layout).</p> <p>4. Komputerowy system pomiarowy z przyrządami pomiarowymi w magistrali szeregowy RS485 (3 godz.).</p> <p>System pomiarowy złożony z: 2 mierników NT12 firmy Lumel z interfejsem szeregowym RS485, konwertera RS232/485 oraz oprogramowania Lumel Pomiar. W ramach wiczenia konfigurowanie systemu do pracy, obserwacja przebiegów sygnałów magistrali, obserwacja funkcji pomiarowych mierników i ich programowanie, pomiar przepływu ciepła poprzez pomiar 2 temperatur, obserwacja mierzonych temperatur w układzie pomiarowym.</p> <p>5. Komputerowy system pomiarowy z przemysłowym panelem wzmacniacza tensometrycznego MVD2555 (3 godz.).</p> <p>Badanie właściwości metrologicznych przemysłowego panelu wzmacniacza tensometrycznego MVD2555 (wzmacniacz z przetwarzaniem pracującym na zasadzie modulacji amplitudy) firmy HBM współpracującego z komputerem poprzez interfejs RS232, konfigurowanie urządzenia, dobór parametrów pracy, metody skalowania toru pomiarowego (dobór wzmocnienia wzmacniacza) z tensometrycznymi czujnikami pomiarowymi (pomiar masy i siły), skalowanie wyjścia analogowego wzmacniacza dla rejestracji</p>	30

<p>dynamicznych sygnałów pomiarowych, filtracja antyaliasingowa i zakłócenia, wykorzystanie w procesach sterowania układów progowych wzmacniacza, praca wieloczułnikowa z wykorzystaniem pamięci konfiguracji.</p> <p>6. Badanie właściwości metrologicznych toru pomiarowego z modulacją AM przeznaczonego do współpracy z czujnikami wielkości nieelektrycznych (3 godz.).</p> <p>Badania i analiza właściwości wzmacniacza z przetwarzaniem pracującego na zasadzie modulacji amplitudy i przeznaczonego do współpracy z czujnikami wielkości nieelektrycznych typu: LVDT, mostkowego oraz stosunkowego (ratiometric). Możliwość stanowiska: dobór parametrów pracy układu, dobór czułości oraz nośnej oraz filtrów, wizualizacja przebiegów czasowych sygnałów w charakterystycznych punktach toru pomiarowego, obraz widmowy przetwarzania.</p> <p>7. Badanie właściwości metrologicznych bezstykowego, pirometrycznego przetwornika pomiarowego temperatury (3 godz.).</p> <p>Konfiguracja i badanie przemysłowego pirometrycznego przetwornika temperatury, wyznaczenie współczynnika emisyjności obiektu pomiaru, określenie wpływu współczynnika emisyjności na wynik pomiaru, wpływ przesłonek ograniczających bezpośrednio oddziaływanie promieniowania temperaturowego na pirometr. Rejestracja mierzonej temperatury i wyznaczenie odpowiedzi dynamicznej pirometru. Nastawianie oraz odczyt parametrów pirometru z wykorzystaniem interfejsu portu szeregowego.</p> <p>8. Wyznaczenie charakterystyk metrologicznych cyfrowego i analogowego czujnika kąta oraz czujników przyspieszenia i prędkości (3 godz.).</p> <p>Badanie właściwości metrologicznych układów pomiarowych umożliwiających pomiar kąta metodami cyfrowymi i analogowymi. Zastosowano w tym celu 10-bitowy cyfrowy encoder w kodzie Gray'a E6C3 firmy Omron, natomiast do analogowego pomiaru kąta zastosowano 2-osiowy akcelerometr pojemnościowy ADXL203 firmy Analog Devices.</p> <p>9. Przeprowadzenie kolokwium i zaliczenie sprawozdania (6 godz.).</p>	30
--	----

<b>Literatura</b>
Podstawowa
Gawdzki W., Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych, Wydawnictwa AGH, Kraków 2010
Nawrocki W., Komputerowe systemy pomiarowe, WKiŁ 2006
Piotrowski J. (red), Pomiary. Czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego, WNT, Warszawa 2009
Sroka R., Zatorski A., Podstawy metrologii elektrycznej, Wydawnictwa AGH, Kraków 2011
Uzupełniająca

#### Dane jako ciowe

Przyporządkowanie zajęć/grup zajęć do dyscypliny naukowej/artystycznej	automatyka, elektronika i elektrotechnika
<b>Sposób określenia liczby punktów ECTS</b>	
Forma nakładu pracy studenta (udział w zajęciach, aktywność, przygotowanie sprawozdania, itp.)	Obciążenie studenta [w godz.]
Udział w zajęciach	60
Konsultacje z prowadzącym	2
Udział w egzaminie	0
Bezporedni kontakt z nauczycielem - inne	12
Przygotowanie do laboratorium, wicze, zajęcia	24
Przygotowanie do kolokwium i egzaminu	12
Indywidualna praca własna studenta z literatury, wykładami itp.	10
Inne	0

Sumaryczne obciążenie prac studenta	120	
Liczba punktów ECTS		
Liczba punktów ECTS	4	
Zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego	L. godzin	ECTS
	74	2,5
Zajęcia o charakterze praktycznym	L. godzin	ECTS
	76	2,5

1 godz = 45 minut; 1 punkt ECTS = 25-30 godzin

W sekcji 'Liczba punktów ECTS' suma punktów ECTS zaj wymagaj cych bezpo redniego udziału nauczyciela akademickiego i o charakterze praktycznym mo e si ró ni od ł cznej liczby punktów ECTS dla zaj /grup zaj .