

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim** Analogowe i cyfrowe systemy pomiarowe**Nazwa w języku angielskim** Analogue and Digital Measurement Systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektrotechnika**Specjalność (jeśli dotyczy):** Renewable Energy Systems**Stopień studiów i forma:** II stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu** ELR023313**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		<b>1</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

W zakresie wiedzy:

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie teorii obwodów elektrycznych.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie techniki pomiarowej.
3. Ma podstawową wiedzę w zakresie działania elementów elektronicznych, opisuje ich działanie modelem obwodowym, rozróżnia i charakteryzuje proste układy analogowe i cyfrowe.

W zakresie umiejętności:

1. Potrafi zastosować podstawy teoretyczne w analizie liniowych obwodów elektrycznych w stanie ustalonym, przy wymuszeniu sinusoidalnym AC. Umie poprawnie korzystać z metody czasowej i częstotliwościowej rozwiązywania liniowych obwodów elektrycznych.
2. Potrafi wykonać pomiary wielkości elektrycznych z wykorzystaniem przyrządów analogowych, cyfrowych i oscyloskopu. Potrafi wyznaczać, na podstawie pomiarów, charakterystyki elementów nieliniowych, zaprezentować otrzymane wyniki pomiarów w formie liczbowej, tabelarycznej i graficznej z niepewnościami pomiarów, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć właściwe wnioski.

W zakresie kompetencji:

1. Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się

zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane działania.

#### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studenta z wiedzą dotyczącą architektury, zasad projektowania systemów analogowych i cyfrowych.

C2 Uświadomienie studentowi możliwości stosowania systemów pomiarowych zawierających w torze pomiarowym przetworniki normujące, przetworniki analogowo-cyfrowe, karty pomiarowe, przyrządy autonomiczne połączone poprzez standardowe interfejsy pomiarowe w celu realizacji określonego zadania pomiarowego.

C3 Nabycie praktycznych umiejętności badania właściwości przetworników pomiarowych, elementów składowych toru pomiarowego, analizy wyników przeprowadzonych badań i wyciągania poprawnych wniosków.

C4 WYROBIENIE umiejętności obsługi przyrządów autonomicznych i kart pomiarowych w środowisku programowania graficznego LabView.

#### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – Zna architekturę analogowych i cyfrowych systemów pomiarowych

PEK\_W02 – Ma wiedzę z zakresu przetwarzania sygnałów analogowych w systemach pomiarowych, zna liniowe i nieliniowe przetworniki normujące

PEK\_W03 – Zna zasady projektowania i budowy analogowych i cyfrowych systemów pomiarowych.

PEK\_W04 – Posiada wiedzę dotyczącą klasyfikacji, struktury i organizacji cyfrowych systemów pomiarowych.

PEK\_W05 – Ma wiedzę w zakresie przetwarzania analogowo-cyfrowego i cyfrowo-analogowego oraz zna sposoby ograniczania zakłóceń w systemach z kartami pomiarowymi. Zna zasady projektowania systemu pomiarowego zawierającego przetworniki pomiarowe, a w szczególności inteligentne.

PEK\_W06 – Zna strukturę rozproszonych systemów pomiarowych.

PEK\_W07 – Ma wiedzę dotyczącą przyrządów pomiarowych oraz posiada podstawowe informacje dotyczące programowania w środowisku LabView.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Potrafi wykonać badania właściwości toru pomiarowego z rezystancyjnym czujnikiem temperatury, scalonych przetworników wartości średniej i skutecznej.

PEK\_U02 – Potrafi wykonać badania wzmacniacza z generatorem fali nośnej.

PEK\_U03 – Potrafi pisać proste programy w środowisku graficznym LabView, potrafi wykonać wizualizację przyrządu wirtualnego.

PEK\_U04 – Ma umiejętności tworzenia automatycznego stanowiska pomiarowego do wyznaczania parametrów i charakterystyk wybranych elementów opartego o przyrządy autonomiczne.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Rozumie potrzebę pracy w zespole, jest świadomy odpowiedzialności za wykonywaną pracę.

PEK\_K02 – Wyszukuje informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie.

PEK\_K03 – Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Architektura analogowych systemów pomiarowych. Przetwarzanie sygnału w analogowych systemach pomiarowych. Czujniki i przetworniki z prądowym sygnałem wyjściowym 4-20 mA. Wejściowe prądy i napięcia niezrównoważenia wzmacniaczy operacyjnych.	2
Wy2	Linowe przetworniki normujące. Właściwości układów wzmacniaczy odwracającego, nieodwracającego, różnicowego, wtórnik napięcia. Współczynnik tłumienia sygnału współbieżnego CMRR.	2
Wy3	Wzmacniacze instrumentalne. Układ z różnicowym wejściem i różnicowym wyjściem oraz układ z dołączonym wyjściowym wzmacniaczem różnicowym.	2
Wy4	Wzmacniacze izolacyjne, ich parametry i zastosowanie. Wzmacniacze transimpedancyjne – uproszczony schemat i analiza układu. Wzmacniacze Rail-to-Rail.	2
Wy5	Zastosowanie wzmacniaczy pomiarowych w systemach odnawialnych źródeł energii. Przykład obliczeniowy.	2
Wy6- Wy7	Nieliniowe przetworniki operacyjne. Zasada działania i realizacja układu logarytmującego i eksponentyjnego. Układ mnożąco-dzielący. Wielofunkcyjny operacyjny przetwornik analogowy. Mnożnik TDM zasada działania układu o prostej strukturze i z zamkniętą pętlą. Przetworniki wartości skutecznej opisane funkcją jawną i uwikłaną. Przetworniki wybranych wielkości elektrycznych.	4
Wy8- Wy9	Klasyfikacja, struktura i organizacja cyfrowych systemów pomiarowych. Bloki funkcyjne: kontrolery, blok komunikacji z użytkownikiem, blok akwizycji danych pomiarowych, blok przetwarzania sygnału, blok generacji sygnału. Parametry układów próbkująco-pamiętających. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe z zastosowaniem filtrów analogowych i cyfrowych.	4
Wy10	Wybrane przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe. Przetwornik Flash, z kompensacją szeregową, sigma-delta, przetwornik binarnie ważony i z drabinką rezystancyjną R-2R. Parametry przetworników.	2
Wy11	Błędy pomiarów cyfrowych. Sposoby tłumienia zakłóceń w systemach pomiarowych z kartami pomiarowymi. Układy tłumiące wartość napięcia DC, AC, układ rozdzielający masy zasilania i masy układu pomiarowego, układ wykorzystujący pętle prądowe, stosowanie układów logicznych o podwyższonym napięciu pracy.	2
Wy12	Indukcyjne przetworniki prądu i ich zastosowanie w cyfrowym systemie pomiarowym. Czujniki inteligentne.	2
Wy13	Rozproszone systemy pomiarowe. Podział, bezprzewodowe systemy	2

	pomiarowe Bluetooth, ZigBee, GSM, UMTS, Wi-Fi. Przyrządy wirtualne. Kategorie, konfiguracje przyrządów wirtualnych. Określanie niepewności pomiarowej.	
Wy14	Wprowadzenie do środowiska LabView. Panel czołowy i diagram przyrządu wirtualnego. Struktury programowe. Sterowanie przyrządów rzeczywistych. Metodologia projektowania przyrządów wirtualnych.	2
Wy15	Podsumowanie i zaliczenie przedmiotu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Prezentacja stanowisk pomiarowych	1
La2	Badanie toru pomiarowego z przetwornikiem XTR-103. Wyznaczanie charakterystyk: naturalnej, z przeprowadzoną korekcją i zlinearyzowanej czujnika i toru pomiarowego przy zastosowaniu symulatora temperatury.	2
La3	Badanie właściwości scalonych przetworników wartości średniej i skutecznej. Wzorcowanie i wyznaczanie błędów przetworników.	2
La4	Badanie wzmacniacza z generatorem fali nośnej. Wyznaczanie charakterystyk statycznej i dynamicznej wzmacniacza.	2
La5	Wprowadzenie do środowiska programowania graficznego LabView. Realizacja programu obliczającego wynik na podstawie danych i podanej zależności z wizualizacją wyniku. Podstawowe struktury programowe.	2
La6	Przyrząd wirtualny typu A. Realizacja programu sterowania przyrządem z interfejsem GPIB lub USB przy wykorzystaniu dostępnych sterowników. Struktury programowe.	2
La7- La8	Automatyczny system pomiarowy do wyznaczania charakterystyk wybranych elementów elektronicznych. Realizacja systemu z wykorzystaniem przyrządów autonomicznych połączonych poprzez standardowe interfejsy pomiarowe. Operacje na tablicach, zapis i odczyt danych do i z pliku. Zaliczenie laboratorium.	4
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		

	Suma godzin	
--	-------------	--

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny, prezentacje multimedialne  
 N2. Laboratorium – sprawdzenie wiadomości w formie odpowiedzi ustnych, przygotowanie sprawozdania, prezentacja i omówienie napisanego programu, konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W07	Kolokwium w formie pisemnej
F1	PEK_U01, PEK_U02	Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych
F3	PEK_U01, PEK_U02	Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
F4	PEK_U03, PEK_U04	Ocena napisanych programów
$P=0,25 \cdot F1 + 0,25 \cdot F2 + 0,25 \cdot F3 + 0,25 \cdot F4$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Nawrocki Z., Dusza D., *Analogue and digital measurement systems*, Wrocław, 2011
- [2] Nawrocki Z., *Wzmacniacze operacyjne i przetworniki pomiarowe*, Oficyna Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław, 2008
- [3] Tumański S., *Principles of electrical measurements*, New York ; London : Taylor & Francis, 2006

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Clayton G., Winder S.: *Operational amplifiers*, Newnes, Oxford, 2003.
- [2] Kester W., Jung W., *Op AMP structures, Op AMP applications*, Analog Devices, Norwood, 2002.
- [3] Kester W., *Analog to Digital Conversion*, Analog Devices, 2004.
- [4] Lyons R.G., *Understanding Digital Signal Processing*, Pearson Education; 1996.
- [5] Van de Plassche R., *CMOS integrated analog to digital and digital to analog converters*, Kluwer Academic Publishers, 2003.
- [6] Nawrocki Z., Dusza D., Kosobudzki G, *Metrological analysis of integrated analog RMS converters described by explicit and implicit functions*, Measurement (London). 2009, vol. 42, nr 2, p. 308-313
- [7] Nawrocki W., *Komputerowe systemy pomiarowe*, WKŁ, Warszawa, 2006
- [8] Nawrocki W., *Rozproszone systemy pomiarowe*, WKŁ, Warszawa, 2006
- [9] Świsulski D., *Komputerowa Technika Pomiarowa, Oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabView*, PAK, 2005

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Daniel Dusza, daniel.dusza@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**ANALOGUE AND DIGITAL MEASUREMENT SYSTEMS**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA**  
**I SPECJALNOŚCI RENEWABLE ENERGY SYSTEMS**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	S2RES_W08	C1	Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>	S2RES_W08	C1	Wy2, Wy3,	N1
<b>PEK_W03</b>	S2RES_W08	C1	Wy4, Wy5, Wy6, Wy7	N1
<b>PEK_W04</b>	S2RES_W08	C1, C2	Wy8, Wy9	N1
<b>PEK_W05</b>	S2RES_W08	C1, C2	Wy10, Wy11, Wy12	N1
<b>PEK_W06</b>	S2RES_W08	C2	Wy13	N1
<b>PEK_W07</b>	S2RES_W08	C2	Wy14	N1
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	S2RES_U08	C3, C4	La2, La3	N2
<b>PEK_U02</b>	S2RES_U08	C3, C4	La4	N2
<b>PEK_U03</b>	S2RES_U08	C3, C4	La5, La6	N2
<b>PEK_U04</b>	S2RES_U08	C3, C4	La7, La8	N2
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	S2RES_K02	C1, C2, C3, C4	La1 – La8	N1, N2
<b>PEK_K02</b>	S2RES_K01	C1, C2, C3, C4	La1 – La8	N1, N2
<b>PEK_K03</b>	S2RES_K01	C1, C2, C3, C4	La1 – La8	N1, N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej