

(pieczęć jednostki organizacyjnej)

KARTA PRZEDMIOTU

1) Nazwa przedmiotu: METROLOGIA ELEKTRYCZNA I ELEKTRONICZNA		2) Kod przedmiotu: S I-AiIP/20		
3) Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2017/2018				
4) Forma kształcenia: studia stacjonarne				
5) Poziom kształcenia: studia I stopnia				
6) Kierunek studiów: AUTOMATYKA I INFORMATYKA PRZEMYSŁOWA				
7) Profil studiów: praktyczny				
8) Specjalność:				
9) Semestr: 4				
10) Jednostka prowadząca przedmiot: Katedra Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa				
11) Prowadzący przedmiot: dr hab. inż. Joachim Pielot, prof. nzw w Pol. Śl.				
12) Przynależność do grupy przedmiotów: kierunkowy				
13) Status przedmiotu: obowiązkowy				
14) Język prowadzenia zajęć: polski				
15) Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne: Podstawowymi przedmiotami wprowadzającymi są: Podstawy elektrotechniki (znajomość praw obowiązujących w obwodach elektrycznych) i Matematyka (rachunek różniczkowy, równania różniczkowe zwyczajne). Student powinien umieć obliczać rozpyły prądów w obwodach elektrycznych prądu stałego i przemiennego, powinien mieć podstawową wiedzę z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego oraz równań różniczkowych zwyczajnych 1.i 2. rzędu.				
16) Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest rozumienie teorii i techniki pomiarów oraz działania przyrządów i układów pomiarowych.				
17) Efekty kształcenia:¹				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
1.	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie teorii i techniki pomiarów, metodyki wyznaczania ich niepewności oraz zna i rozumie efekty starzeniowe występujące w urządzeniach pomiarowych	Egzamin, Samodzielne rozwiązywanie problemów obliczeniowych	Wykład, Ćwiczenia	K_W02+ K_W03+
2.	Zna i rozumie struktury typowych układów wykorzystywanych w przemysłowych przyrządach pomiarowych i sterujących.	Egzamin,	Wykład	K_W02+ K_W03+

¹ należy wskazać ok. 5 – 8 efektów kształcenia

3.	Potrafi obsługiwać elektroniczne przyrządy pomiarowe, umie zrealizować wybrane procesy pomiarowe obejmujące m.in. dobór przyrządów i układów pomiarowych oraz wyznaczenie błędów i niepewności pomiarów	Wykonanie pomiarów w laboratorium i sprawozdań	Laboratorium	K_U03+++ K_U05++ K_U17++
4.	Student potrafi dokumentować przebieg pracy w postaci protokołu z badań lub pomiarów i przedstawić wyniki w formie czytelnego sprawozdania	Wykonanie pomiarów w laboratorium i sprawozdań	Laboratorium	K_U17++ K_K01++
5.	Student potrafi współdziałać i pracować w grupie przyjmując różne role Potrafi przeprowadzić analizę działania układu elektronicznego, scharakteryzować jego własności i wyznaczyć podstawowe parametry.	Wykonanie pomiarów w laboratorium i sprawozdań	Laboratorium	K_U17++ K_U18+ K_K03+ K_K04+

18) Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)

Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
30	15	15		

Treści kształcenia: (oddzielnie dla każdej z form zajęć dydaktycznych W./Ćw./L./P./Sem.)

Wykład

Wiadomości podstawowe o metrologii i pomiarach, proces pomiarowy, narzędzia i metody pomiarowe. Podstawy rachunku błędów i opracowanie wyników pomiaru, liczbowe miary błędu, kryteria klasyfikacji błędów pomiaru, błędy systematyczne, przypadkowe, model matematyczny, praktyczna ocena błędów przypadkowych. Niepewność pomiaru. Przenoszenie błędów i niepewności przy pomiarach pośrednich.

Układ jednostek SI. **Wzorce miary wielkości elektrycznych.** Wzorce miary czasu i częstotliwości. Pomiarowe źródła napięcia i prądu. Generatory pomiarowe małej i wielkiej częstotliwości, generatory impulsów.

Wielkości charakteryzujące sygnały elektryczne. Modulacja i kodowanie sygnałów. Próbkowanie i kwantowanie sygnału.

Metoda samplingowa. Aliasing i prawo próbkowania Shannona. Przetworniki i przyrządy pomiarowe wielkości elektrycznych. Schemat blokowy i równanie przetwarzania.

Podział przyrządów i przetworników pomiarowych. Parametry i charakterystyki opisujące statyczne i dynamiczne właściwości przyrządów i przetworników analogowych, cyfrowych przyrządów pomiarowych i przetworników A-C i C-A.

Analogowe przetworniki pomiarowe wielkości elektrycznych (dzielniki napięcia, oporniki dodatkowe, boczniki, tłumiki, przekładniki prądowe i napięciowe, transduktory, wzmacniacze pomiarowe i izolacyjne, filtry wejściowe, przetworniki napięcia zmiennego w stałe, przetworniki mnożące, przetworniki mocy prądu przemiennego). **Przetworniki cyfrowo-cyfrowe** – układy logiczne – przerzutniki, zegary taktujące, rejestry, liczniki, dekodery i wskaźniki stanu liczników. **Przetworniki C-A** (z napięciowymi źródłami odniesienia, mnożące). Podstawowe parametry przetworników C-A. **Przetworniki A-C**, klasyfikacja. Metody pośrednie przetwarzania A-C (czasowa prosta, podwójnego i potrójnego całkowania, równoważenia ładunków, delta sigma). Metody bezpośrednie przetwarzania A-C (kompensacji wagowej, równomiernej, bezpośredniego porównania). Podstawowe parametry przetworników A-C. Ogólna charakterystyka cyfrowych przyrządów pomiarowych.

Pomiary napięcia i natężenia prądu metodą wychyleniową. Zasada pomiaru napięcia woltomierzem, rodzaje woltomierzy. Zasada pomiaru natężenia prądu amperomierzem, rodzaje amperomierzy. **Multimetry, cyfrowe przyrządy pomiarowe.**

Pomiary kompensacyjne. **Pomiary komparacyjne,** pętla Andersona. Pomiary różnicowe metodami zerowymi.

Pomiary oscyloskopowe. Oscyloskop analogowy, próbkujący, cyfrowy. Techniki próbkowania, tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnałów. Pomiary napięcia, prądu, czasu, pomiary parametrów impulsów. Zasady łączenia oscyloskopu ze źródłem sygnału. Przenikanie zakłóceń do obwodu pomiarowego (sygnalizacja problemu). Pomiary różnicowe. Interpretacja obrazu przebiegu mierzonego za pomocą oscyloskopu.

Pomiary mocy i energii. Pomiar mocy czynnej, biernej. Pomiar energii (liczniki indukcyjny i elektroniczne).

Pomiary rezystancji. Metoda techniczna (porównania napięć i prądów), omiomy, megaomiomy. Metody mostkowe, zasady pomiaru, mostek Wheatstone'a zrównoważony i niezrównoważony, mostki procentowe. Mostek Thomsona. Metody komparacyjne. Metody cyfrowe.

Pomiary impedancji. Metody stałoprądowe, techniczne, rezonansowe. Metody mostkowe, zasady pomiaru, rozwiązania układowe, technika pomiarów, ocena niedokładności, zasady eliminacji sprzężeń elektromagnetycznych, mostki transformatorowe.

Pomiary częstotliwości. Pomiary mostkowe, oscyloskopowe. Częstościomierze cyfrowe – metody pomiaru częstotliwości i okresu, błędy cyfrowych pomiarów częstotliwości i okresu.

Pomiary przesunięcia fazowego i przedziału czasu, fazomierze elektroniczne. Cyfrowy pomiar przedziału czasu i kąta przesunięcia fazowego. Pomiar kąta przesunięcia fazowego metodą kompensacyjną i oscyloskopową.

Wstęp do systemów pomiarowych. Definicja systemu pomiarowego. Klasyfikacja systemów pomiarowych. Konfiguracja komputerowych systemów pomiarowych. Interfejsy. Przykłady realizacji komputerowych systemów pomiarowych. Karty pomiarowe, wirtualne przyrządy pomiarowe.

Ćwiczenia

Rachunek błędów, liczbowy zapis dokładności, liczbowe miary błędu. Niepewność pomiarów. Analiza błędów przypadkowych. Przenoszenie błędów i niepewności przy pomiarach pośrednich. Rozszerzanie zakresów przyrządów pomiarowych.

Charakterystyki statyczne przyrządów pomiarowych. Dopasowywanie krzywej i regresja. Pomiary wielkości odkształconych. Pomiary mostkowe.

Laboratorium

Wyznaczanie niepewności typu A pomiarów.

Wyznaczanie niepewności typu B pomiarów.

Woltomierz cyfrowy (badanie woltomierza, pomiary napięć zmiennych, pomiary selektywne).

Pomiary oscyloskopowe.

Cyfrowe pomiary RLC, częstotliwości i fazy.

Pomiar mocy i energii czynnej w układach jednofazowych i trójfazowych.

19) Egzamin: TAK

20) Literatura podstawowa:

1. Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: *Metrologia elektryczna*. WNT, Warszawa 2014.
2. Piotrowski J.: *Podstawy miernictwa*. WNT, Warszawa 2002.
3. Tumański S.: *Technika pomiarowa*. WNT, Warszawa 2007.
4. Zatorski A., Sroka A.: *Podstawy metrologii elektrycznej*. Wydawnictwa AGH, Kraków 2011.
5. Marcyniuk A. i in.: *Podstawy metrologii elektrycznej*. WNT, Warszawa 1984.
6. Pr. zb. pod red. B. Szadkowskiego: *Zbiór zadań z metrologii elektrycznej*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.

21) Literatura uzupełniająca:

1. Arendarski J.: *Niepewność pomiarów*. Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
2. Hagel R., Zakrzewski J.: *Miernictwo dynamiczne*. WNT, Warszawa 1984.
3. Kulka Z., Libura A., Nadachowski M.: *Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe*. WKiŁ, Warszawa 1987.
4. Lyons R.G.: *Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*. WKiŁ, Warszawa 1999.
5. Marcyniuk A.: *Podstawy miernictwa elektrycznego dla kierunku elektronika*. Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2002.
6. Rydzewski J.: *Pomiary oscyloskopowe*. WNT, Warszawa 2007.
7. Sidor T.: *Elektroniczne przetworniki pomiarowe*. Wydawnictwo AGH, Kraków 2006.
8. Taylor J. R.: *Wstęp do analizy błęd pomiarowego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.

22) Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1.	Wykłady	30/25 – w tym: zapoznanie się ze wskazaną literaturą (4) przygotowanie do egzaminu (19), egzamin (2).
2.	Ćwiczenia	15/10 – w tym: zapoznanie się ze wskazaną literaturą (1), samodzielne rozwiązywanie problemów obliczeniowych (11), udział w konsultacjach (1), kolokwium (2)
3.	Laboratorium	15/25 – w tym: przygotowanie do laboratorium (10), dokończenie sprawozdań (8), udział w konsultacjach (1), kolokwium (1)
4.	Projekt	-
5.	Seminarium	-
6.	Inne	-
Suma godzin:		60/60

23. Suma wszystkich godzin:

120

24. Liczba punktów ECTS:

4

25. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

4

26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty, ćwiczenia):

2

27. Uwagi:

Zatwierdzono:

.....
(data i podpis prowadzącego)

.....
(data i podpis Dyrektora/Kierownika podstawowej
lub międzywydziałowej jednostki organizacyjnej)