



Obowiązuje od  
roku akademickiego:

## KARTA PRZEDMIOTU

2009/10

Nazwa przedmiotu:		Rodzaj przedmiotu:		Kod:		
<b>METROLOGIA ELEKTRYCZNA I ELEKTRONICZNA</b>		Specjalistyczny		<b>N1G-AiEG/24</b>		
Tryb studiów:		Kierunek:		Specjalność:		
Niestacjonarne		Górnictwo i Geologia		Automatyka i Energoelektryka w Górnictwie		
Jednostka prowadząca przedmiot:			Prowadzący przedmiot:			
<b>Katedra Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa</b>			<b>dr inż. Joachim PIELOT</b>			
Semestr	Wymiar godzin w semestrze					Liczba pkt. ECTS
	W.	Ćw.	Lab.	Proj.	Sem.	
Semestr V	15	30	-	-	-	6
Semestr VI	15 <sup>E</sup>		30	-	-	5
<b>Powiązanie przedmiotu ze standardami i cel kształcenia:</b>						
<u>Przedmiot obejmuje materiał zgodny z sylwetką absolwenta specjalności Automatyka i Energoelektryka w Górnictwie. Celem kształcenia jest rozumienie działania elementów i układów elektronicznych analogowych i cyfrowych oraz sprzętowego przetwarzania informacji.</u>						
<b>Metody nauczania:</b>						
<u>Wykład informacyjny, prelekcja, ćwiczenia tablicowe i laboratoryjne.</u>						
<b>Treść zajęć w semestrze V.</b>						
<b>Wykład:</b>						
<p>Wiadomości podstawowe o metrologii i pomiarach, proces pomiarowy, narzędzia i metody pomiarowe. Podstawy rachunku błędów i opracowanie wyników pomiaru, liczbowe miary błędów, 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 i sygnały pomiarowe. Parametry charakteryzujące czasowy przebieg wielkości. 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. Przetworniki elektromechaniczne. 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. Pomiar napięcia i natężenia prądu metodą wychyleniową. Zasada pomiaru napięcia woltomierzem, woltomierze elektromechaniczne, elektroniczne, cyfrowe. Zasada pomiaru natężenia prądu amperomierzem, amperomierze elektromechaniczne i elektroniczne. Multimetry. Pomiar napięcia i natężenia prądu metodami zerowymi. Kompensacyjny pomiar napięcia stałego, Podstawowe układy kompensatorów napięcia stałego, ocena niedokładności. Kompensator o regulowanym i stałym prądzie pomocniczym. Kompensacyjny pomiar napięcia zmiennego, rozwiązania układowe, ocena niedokładności. Kompensacyjny pomiar prądu stałego. Pomiar komparacyjny. Pomiar różnicowy metodami zerowymi. Pomiar oscyloskopowe. Oscyloskop analogowy, próbkujący, cyfrowy. Techniki próbkowania, tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnałów. Pomiar napięcia, prądu, czasu, pomiar parametrów impulsów. Zasady łączenia oscyloskopu ze źródłem</p>						

sygnału. Przenikanie zakłóceń do obwodu pomiarowego. Pomiar różnicowy. Interpretacja obrazu przebiegu mierzonego za pomocą oscyloskopu.

### **Ćwiczenia:**

Rachunek błędów, liczbowy zapis dokładności, liczbowe miary błędów. Niepewność pomiarów. Analiza błędów przypadkowych. Przenoszenie błędów i niepewności przy pomiarach pośrednich. Rozszerzanie zakresów przyrządów pomiarowych. Charakterystyki statyczne przyrządów pomiarowych. Dopasowywanie krzywej i regresja. Pomiar wielkości odkształconych. Pomiar w układach trójfazowych. Pomiar mostkowe.

### **Forma zaliczenia przedmiotu**

Zaliczenie przedmiotu na podstawie kolokwium obejmującego przykłady obliczeniowe dotyczące materiału przerabianego na ćwiczeniach tablicowych.

### **Warunki przystąpienia do zaliczenia przedmiotu**

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest zaliczenie części ćwiczeniowej.

### **Literatura**

#### Podstawowa

Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: *Metrologia elektryczna*. WNT, Warszawa 2000.

Marcyniuk A. i in.: *Podstawy metrologii elektrycznej*. WNT, Warszawa 1984.

Piotrowski J.: *Podstawy miernictwa*. WNT, Warszawa 2002.

Pr. zb. pod red. B. Szadkowskiego: *Zbiór zadań z metrologii elektrycznej*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.

Tumański S.: *Technika pomiarowa*. WNT, Warszawa 2007.

#### Specjalistyczna

Arendarski J.: *Niepewność pomiarów*. Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.

Hagel R., Zakrzewski J.: *Miernictwo dynamiczne*. WNT, Warszawa 1984.

Kulka Z., Libura A., Nadachowski M.: *Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe*. WKiŁ, Warszawa 1987.

Lyons R.G.: *Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*. WKiŁ, Warszawa 1999.

Marcyniuk A.: *Podstawy miernictwa elektrycznego dla kierunku elektronika*. Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2002.

Rydzewski J.: *Pomiary oscyloskopowe*. WNT, Warszawa 1994.

Cieplucha J.: *Podstawy metrologii*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2008.

Janiczek R.: *Metody oceny niepewności pomiarów*. Wyd. Pracowni Komp. J. Skalmierskiego, Gliwice 2008.

Kamieniecki A.: *Współczesny oscyloskop. Budowa i pomiary*. Wydawnictwo BTC, Warszawa 2009.

Piotrowski J., Kostyrko K.: *Wzorcowanie aparatury pomiarowej*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2000.

Sidor T.: *Elektroniczne przetworniki pomiarowe*. Wydawnictwo AGH, Kraków 2006.

Skubis T.: *Opracowanie wyników pomiarów. Przykłady*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003.

Skubis T.: *Podstawy metrologicznej interpretacji wyników pomiarów*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.

Smith S. W.: *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców*. Wydawnictwo BTC, Warszawa 2007.

Taylor J. R.: *Wstęp do analizy błędów pomiarowego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.

## Treść zajęć w semestrze VI.

### Wykład:

Pomiary mocy i energii. Pomiar mocy czynnej, biernej. Pomiar energii (liczniki indukcyjny i elektroniczne). Pomiary rezystancji. Metoda techniczna (porównania napięć i prądów), omomierze, megaomomierze. 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. Częstościomierze ilorazowe, integracyjne, rezonansowe, pomiary mostkowe, oscyloskopowe. Częstościomierze cyfrowe – metody pomiaru częstotliwości i okresu, błędy cyfrowych pomiarów częstotliwości i okresu. Pomiary przesunięcia fazowego i przedziału czasu, fazomierze ilorazowe, elektroniczne, metoda trzech woltomierzy. Cyfrowy pomiar przedziału czasu i kąta przesunięcia fazowego. Pomiar kąta przesunięcia fazowego metodą kompensacyjną i oscyloskopową. Pomiary wielkości magnetycznych: strumienia, indukcji i natężenia pola. Wyznaczanie krzywej magnesowania i pętli histerezy. Pomiary wielkości nieelektrycznych: temperatury, siły i naprężeń, przemieszczeń liniowych i kątowych, prędkości oraz innych wielkości.

### Ćwiczenia laboratoryjne:

Wyznaczanie niepewności pomiarów. Mostek Wheatstone'a. Pomiar mocy sinusoidalnego prądu przemiennego. Pomiar mocy czynnej trójfazowej. Pomiar rezystancji i impedancji metodą techniczną. Mostek Thomsona. Metoda kompensacyjna prądu stałego. Pomiar częstotliwości. Woltomierz cyfrowy. Przetworniki indukcyjnościowe. Przetworniki tensometryczne. Mostki prądu zmiennego.

### Forma egzaminu i zaliczenia przedmiotu

Egzamin ustny obejmuje całość tematyki zajęć wykładowych, pytania egzaminacyjne podane są do wiadomości przed rozpoczęciem kursu przedmiotu. Zaliczenie części laboratoryjnej – obecność na wszystkich zajęciach, zaliczenie wszystkich sprawozdań i znajomość zagadnień związanych z realizowanymi tematami ćwiczeń laboratoryjnych.

### Warunki przystąpienia do egzaminu / zaliczenia przedmiotu

Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie części ćwiczeniowej z poprzedniego semestru. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.

### Literatura

#### Podstawowa

Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: *Metrologia elektryczna*. WNT, Warszawa 2000.

Marcyniuk A. i in.: *Podstawy metrologii elektrycznej*. WNT, Warszawa 1984.

Stabrowski M.: *Cyfrowe przyrządy pomiarowe*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

Praca zbiorowa pod red. J. Piotrowskiego: *Pomiary. Czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego*. WNT, Warszawa 2009.

Tumański S.: *Technika pomiarowa*. WNT, Warszawa 2007.

#### Specjalistyczna

Hagel R.: *Miernictwo wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi. Część I Przetworniki i ich zastosowania*. Skrypt uczelniany Politechniki Śląskiej nr 1068, Gliwice 1982.

Hagel R., Pasecka O.: *Miernictwo wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi. Część II Metody pomiarowe*. Skrypt uczelniany Politechniki Śląskiej nr 1069, Gliwice 1982.

Lesiak P. T.: *Inteligentna technika pomiarowa*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2001.

Milek M.: *Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych*. Oficyna Wydawnicza UZ, Zielona Góra 2006.

Sydenham P. H. (Red.): *Podręcznik metrologii. T I i II*. WKiŁ, Warszawa 1990.

Szumielewicz B., Słomski B., Styburski W.: *Pomiary elektroniczne w technice*. WNT, Warszawa 1982.

### Lista osób prowadzących zajęcia:

Wykład – dr inż. Joachim Pielot,

Ćwiczenia – dr inż. Joachim Pielot,

Ćwiczenia laboratoryjne – dr inż. Adam Marek, dr inż. Brunon Marek

**ZATWIERDZAM**

.....

*Data i podpis prowadzącego przedmiot:*

.....

*Data i podpis Kierownika Jednostki prowadzącej przedmiot*