

## KIERUNEK STUDIÓW: ELEKTROTECHNIKA (studia I stopnia niestacjonarne)

### NAZWA PRZEDMIOTU: METROLOGIA

(zaoczne: 49h - wykład, 28h - laboratorium)

Semestr:	W	Ć	L	P	S	ECTS
III	28E		14			3
IV	21		14			6

#### Cel zajęć:

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z teorią i praktyką pomiaru oraz metodami i układami przeznaczonymi do pomiarów podstawowych wielkości fizycznych stosowanych w nauce i technice.

#### Program zajęć:

##### Wykład

Wiadomości wstępne: literatura, podstawowe pojęcia metrologii, definicje (obiekt pomiaru, sygnał pomiarowy, wielkość mierzalna, stan wielkości, wartość stanu wielkości, jednostka wielkości, skala pomiarowa, błąd pomiaru, wynik pomiaru). 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. 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. Ogólna charakterystyka cyfrowych przyrządów pomiarowych. Pomiary napięcia i natężenia prądu metoda wychyleniową. Zasada pomiaru napięcia woltomierzem, woltomierze elektromechaniczne, elektroniczne, cyfrowe. Zasada pomiaru natężenia prądu amperomierzem, amperomierze elektromechaniczne i elektroniczne. Multimetry. Pomiary 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. Pomiary komparacyjne. Pomiary różnicowe metodami zerowymi. Pomiary mocy czynnej i biernej w obwodach stałoprądowych i zmiennoprądowych jednofazowych i trójfazowych. Metody techniczne (układy pomiarowe, błąd metody). Watomierze elektrodynamiczne i ferrodynamiczne. Pomiar mocy biernej watomierzem. Oscyloskop i jego zastosowania. Schemat blokowy i zasada działania. Obserwacja sygnałów napięciowych i prądowych. Pomiar częstotliwości i przesunięcia fazowego. Wyznaczanie charakterystyk

statycznych i dynamicznych czwórników (charakterystyki amplitudowo- i fazowo częstotliwościowe). Schemat blokowy, zasada działania i zastosowania oscyloskopu cyfrowego. Oscyloskopy wielokanałowe. Pomiar z wykorzystaniem kursorów. Pomiar parametrów R,L,C dwójników. Metody techniczne: pasywne (z wykorzystaniem amperomierzy, woltomierzy, watomierzy, mierników  $\cos\phi$ ) oraz aktywne (z wykorzystaniem wzmacniacza operacyjnego), przyczyny błędów. Metody mostkowe (ogólne właściwości czteroramiennych mostków zmiennoprądowych: warunki równowagi, błędy – sposoby ich wyznaczania lub eliminacji). Podstawowe układy mostków (Maxwella, Wiena, Maxwella-Wiena, Nernsta, Scheringa). Regulacja niezależna. Wskaźniki równowagi stosowane w mostkach zmiennoprądowych. Pomiar rezystancji. Omomierze magnetoelektryczne, megaomierz induktorowy. Metody techniczne (układy pomiarowe, błąd metody). Mostki Wheatstone'a i Thomsona (warunki równowagi, błędy pomiaru – sposoby ich wyznaczania lub eliminacji). Pomiar rezystancji multimetrem cyfrowym (omomierz cyfrowy).

### **Laboratorium**

Badania przekładnika prądowego, pomiary oscyloskopem analogowym, pomiary mocy prądu jednofazowego, zastosowania kompensatorów prądu stałego, pomiary wielokrotne, pomiary napięć, prądów, rezystancji i mocy w obwodach prądu stałego w środowisku LabView.

### **Literatura podstawowa:**

- 1.Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: Metrologia elektryczna, WNT, Warszawa 2009.
- 2.Tumański S.: Technika Pomiarowa, WNT, Warszawa 2007.
- 3.Piotrowski J.: Podstawy miernictwa, WNT, Warszawa 2002.
- 4.Marcyniuk A.: Podstawy miernictwa elektrycznego, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
- 5.Dusza J., Gortat G., Leśniewski A.: Podstawy miernictwa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.

### **Literatura uzupełniająca:**

- 1.P.H.Sydenham (redakcja) - Podręcznik metrologii cz. I i II, WKiŁ, W-wa 1988r., 1990.
- 2.Ajdiukiewicz K. Logika pragmatyczna, PWN, Warszawa 1975.
- 3.Międzynarodowy słownik metrologii. Pojęcia podstawowe i ogólne oraz terminy z nimi związane, Przewodnik PKN-ISO/IEC Guide 99, PKN, Warszawa 2010.
- 4.Międzynarodowy słownik podstawowych i ogólnych terminów metrologii, GUM, Warszawa 1996.
- 5.PN-71/N-02050. Metrologia. Nazwy i określenia
- 6.Prawo o miarach, ustawa z dnia 11 maja 2001 r., tekst jednolity Dz.U. 2004 nr 243 poz. 2441.
- 7.Nawrocki W.: Komputerowe systemy pomiarowe, WKiŁ, Warszawa 2002.
- 8.Miłek M.: Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych, Oficyna wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2006.
- 9.Łapiński M.: Miernictwo elektryczne, WNT, Warszawa 1967.
- 10.Lebson S.: Podstawy miernictwa elektrycznego, WNT, Warszawa 1970.
- 11.Marcyniuk A., Pasecki E., Pluciński M., Szadkowski B.: Podstawy metrologii Elektrycznej, WNT, Warszawa 1984.

Opracował: dr inż. Eligiusz Pawłowski