



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu  
Metrologia [S1AiR2>Metr]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Automatyka i robotyka

Rok/Semestr  
2/4

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład	Laboratorium	Inne (np. online)
30	30	0
Ćwiczenia	Projekty/seminaria	
0	0	

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Grzegorz Wiczyński prof. PP  
grzegorz.wiczynski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza w zakresie matematyki obejmująca: algebrę, geometrię oraz analizę. Podstawowa wiedza w zakresie fizyki obejmująca: elektryczność, magnetyzm, fizykę ciała stałego w zakresie niezbędnym do zrozumienia zjawisk fizycznych występujących w układach elektronicznych. Podstawowa wiedza w zakresie teorii obwodów elektrycznych oraz elektrotechniki prądu stałego i przemiennego (w tym trójfazowego). Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury, baz danych i innych źródeł; posiada umiejętności samokształcenia w celu podnoszenia i aktualizacji kompetencji zawodowych. Potrafi zbudować, uruchomić oraz przetestować prosty układ elektroniczny oraz elektromechaniczny. Posiada świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie się z metodyką pomiarów, właściwościami współczesnej aparatury i wyposażenia pomiarowego, zasadami posługiwania się przyrządami analogowymi i cyfrowymi oraz zasadami opracowywania wyników pomiarów.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

Student ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii, zna metody pomiaru wielkości elektrycznych i nieelektrycznych; zna metody obliczeniowe niezbędne do analizy wyników eksperymentu.

#### Umiejętności:

Student potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i przyrządami pomiarowymi oraz pomierzyć stosowne sygnały i na ich podstawie wyznaczyć charakterystyki statyczne i dynamiczne wybranych elementów.

#### Kompetencje społeczne:

Student posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych, poszanowania różnorodności poglądów.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykład

Ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na sprawdzianie pisemnym o charakterze testowym i rachunkowym (arkusz sprawdzianu pisemnego zawiera informacje niezbędne do wykonania zadań rachunkowych). Próg zaliczenia testu 50%.

Premiowanie oceny z zajęć laboratoryjnych oraz obecności i aktywności podczas wykładu.

#### Laboratoria

Ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania ćwiczeniowego, ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia;

Premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań laboratoryjnych;

Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności i jakości percepcji).

Sprawdzian pisemny o charakterze testowym (próg zaliczenia 50%).

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za: przygotowanie i prezentację wykładu o tematyce zgodnej z celami przedmiotu lub prezentującego. wykorzystanie sensorów w projektach realizowanych przez studentów, ektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu, staranność edytorską opracowywanych sprawozdań.

### Treści programowe

Metodologia pomiarów. Planowanie i realizacja zadania pomiarowego. Elementy teorii błędów i niepewności wyników pomiarów. Przetwornik pomiarowy. Pomiary oscyloskopowe. Układy i metody pomiarowe. Mostki zrównoważone i wychyłowe. Pomiary wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Wprowadzenie do struktury i organizacji systemów pomiarowych. Opracowanie dokumentacji z otrzymanych wyników pomiarów.

### Tematyka zajęć

#### Wykłady

Metodologia pomiarów: definicje i podstawowe pojęcia. Planowanie i realizacja zadania pomiarowego.

Elementy teorii błędów i niepewności wyników pomiarów. Przetwornik pomiarowy: charakterystyka przetwarzania, właściwości statyczne i dynamiczne, liniowość, zasilanie. Współpraca przetwornika pomiarowego z miernikiem - transmisja sygnału, wzajemne oddziaływanie. Pomiary oscyloskopowe.

Pomiary sygnałów elektrycznych z zastosowaniem oscyloskopu analogowego. Metody pomiarowe. Mostki zrównoważone i wychyłowe. Analogowe i cyfrowe pomiary wielkości elektrycznych. Pomiary wielkości nieelektrycznych (ciężar, ciśnienie, odległość, kąt obrotu, temperatura). Wprowadzenie do struktury i organizacji systemów pomiarowych. Opracowanie dokumentacji z otrzymanych wyników pomiarów  
Laboratorium

Planowanie i realizacja zadania pomiarowego. Obliczenia błędów i niepewności wyników pomiarów.

Badanie statycznych i dynamicznych właściwości przetworników pomiarowych. Pomiary sygnałów elektrycznych z zastosowaniem oscyloskopu analogowego i cyfrowego. Analogowe i cyfrowe pomiary wielkości elektrycznych. Wykorzystanie mostków pomiarowych. Pomiary wielkości nieelektrycznych (ciężar, ciśnienie, odległość, kąt obrotu, temperatura). Wykorzystanie prostych systemów pomiarowych.

Zapoznanie z zasadami bezpieczeństwa na stanowisku pomiarowym. Opracowanie dokumentacji z otrzymanych wyników pomiarów.

## Metody dydaktyczne

### Wykład

Prezentacje multimedialne (w tym rysunki, zdjęcia, filmy) uzupełniane przykładami podawanymi na tablicy. Zagadnienia teoretyczne są przedstawiane w ścisłym powiązaniu z praktyką.

### Laboratorium

Realizacja pracy w zespołach i realizacja eksperymentów pomiarowych. Wykonywanie sprawozdań. Zastosowane metody kształcenia są zorientowane na studentów i motywują ich do aktywnego udziału w procesie nauczania poprzez dyskusje i referaty.

## Literatura

### Podstawowa:

1. J. Zakrzewski, M. Kampik, Sensory i przetworniki pomiarowe, Wyd. PŚ, Gliwice, 2013.
2. B. Więcek, G. De Mey, Termowizja w podczerwieni: podstawy i zastosowania, Wyd. PAK, 2011.
3. W. Gawędzki, Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych, Wyd. AGH, Kraków, 2010.
4. A. Cysewska-Sobusiak, Podstawy metrologii i inżynierii pomiarowej, Wyd. PP, Poznań, 2010.
5. R. Józwicki, Technika laserowa i jej zastosowania, Wyd. PW, Warszawa 2009.
6. S. Bolkowski, Elektrotechnika, WSiP, Warszawa, 2009.
7. M. Miłek, Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych, Wyd. UZ, Zielona góra, 2006.
8. Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Wyd. PAK, Warszawa, 2006.
9. M. Rząsa, B. Kiczma, Elektryczne i elektroniczne czujniki temperatury, WKiŁ, Warszawa, 2005.
10. D. Zmarzły, Pomiary elektrycznych wielkości medycznych, Wyd. PO, Opole, 2005.
11. G. Pawlicki i inni, Fizyka medyczna, AOW EXIT, Warszawa, 2002.
12. K. Booth, Optoelektronika, WKiŁ, Warszawa, 2001.
13. J. Zakrzewski, Czujniki i przetworniki pomiarowe: podręcznik problemowy, Wyd. PŚ, Gliwice, 2004.
14. P. Sydenham (red.), tłum. ang. red. J. Dudziewicz, Podręcznik metrologii, t.1: Podstawy teoretyczne, t. 2: Podstawy praktyczne, WKiŁ, Warszawa, 1988-1990.
15. E. Romer, Miernictwo przemysłowe, PWN, Warszawa, 1978.

### Uzupełniająca:

16. Bibliografia wyszukana przez studenta ze źródeł drukowanych i elektronicznych
17. K. Suchocki, Sensory i przetworniki pomiarowe. [3], Przetworniki indukcyjne, przetworniki pojemnościowe, Wyd. PG, Gdańsk, 2015.
18. W. Jakubiec, J. Malinowski, Metrologia wielkości geometrycznych, PWN, Warszawa, 2018.
19. L. Wołk-Łaniewski, J. Wittek, Niepewność pomiaru w zadaniach rachunkowych z metrologii elektrycznej. Wyd. UTP, Bydgoszcz, 2008.
20. J. Dusza, G. Gortat, A. Leśniewski, Podstawy miernictwa, Wyd. PW, Warszawa, 2007.
21. J. Piotrowski, Podstawy miernictwa, WNT, Warszawa, 2002.
22. A. Kowalczyk, Miernictwo elektryczne wielkości nieelektrycznych, Wyd. PRz, Rzeszów, 1997.
23. A. Michalski, S. Tumański, B. Żyła, Laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych, Wyd. PW, Warszawa, 1996.
24. R. Janiczek, Elektryczne miernictwo przemysłowe, Wyd. PCz, Częstochowa, 1994.
25. K. Suchocki, Sensory i przetworniki pomiarowe. [3], Przetworniki indukcyjne, przetworniki pojemnościowe, Wyd. PG, Gdańsk, 2015.
26. J. Zakrzewski, M. Kampik, Sensory i przetworniki pomiarowe, Wyd. PŚ, Gliwice, 2013.
27. W. Nawrocki, Sensory i systemy pomiarowe, Wyd. PP, Poznań, 2006.
28. T. Sidor, Elektroniczne przetworniki pomiarowe, Wyd. AGH, Kraków, 2006.
29. J. Zakrzewski, Czujniki i przetworniki pomiarowe: podręcznik problemowy, Wyd. PŚ, Gliwice, 2004.
30. W. Jakubiec, J. Malinowski, Metrologia wielkości geometrycznych, PWN, Warszawa, 2018.
31. W. Kester, Przetworniki A/C i C/A: teoria i praktyka, BTC, 2012.
32. W.E. Ciążyński, Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne w zastosowaniach, Wyd. PŚ, Gliwice, 2012.
33. B. Carter, R. Mancini, Wzmacniacze operacyjne: teoria i praktyka, BTC, 2011.
34. W.E. Ciążyński, Idealne wzmacniacze operacyjne w zastosowaniach nieliniowych, Wyd. PŚ, Gliwice, 2010.
35. W.E. Ciążyński, Idealne wzmacniacze operacyjne w zastosowaniach liniowych, Wyd. PŚ, Gliwice, 2010.

36. Ch. Kitchin, L. Counts, Wzmacniacze operacyjne i pomiarowe: przewodnik projektanta, BTC, 2009.
37. Z. Nawrocki, Wzmacniacze operacyjne i przetworniki pomiarowe, Wyd. PWR, Wrocław, 2008.
38. P. Górecki, Wzmacniacze operacyjne: podstawy, aplikacje, zastosowania, BTC, 2004.
39. R.A. Pease, Projektowanie układów analogowych: poradnik praktyczny, BTC, Warszawa, 2005.
40. L. Hasse, Zakłócenia w aparaturze elektronicznej, Radioelektronik, Warszawa, 1995.
41. J. Pluciński, Optyka nieuporządkowanych ośrodków silnie rozpraszających, Wyd. PG, Gdańsk, 2010.
42. Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Wyd. PAK, Warszawa, 2006.
43. K. Booth, Optoelektronika, WKiŁ, Warszawa, 2001.
44. J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN, Warszawa, 1997.
45. W. Dybczyński, Miernictwo promieniowania optycznego, Wyd. PB, Białystok, 1996.
46. S. Smith, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców, BTC, 2007.
47. J. Szabatin, Podstawy teorii sygnałów, WKiŁ, Warszawa 2003.
48. T. Bartlett, Nawigacja elektroniczna, Oficyna Wydawnicza "Alma-Press", 2013.
49. M. Rząsa, B. Kiczma, Elektryczne i elektroniczne czujniki temperatury, WKiŁ, Warszawa, 2005.
50. L. Michalski, K. Eckersdorf, Pomiary temperatury, WNT, Warszawa, 1986.
51. Z. Roliński, Tensometria oporowa: podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, WNT, Warszawa, 1981.
52. B. Schmidt, E. Kuźma, Termistory, WNT, Warszawa, 1972.
53. D. Zmarzły, Pomiary elektrycznych wielkości medycznych, Wyd. PO, Opole, 2005.
54. L. Chmielewski, J.L. Kulikowski, A. Nowakowski, Obrazowanie biomedyczne, AOW Exit, 2003.
55. G. Pawlicki i inni, Fizyka medyczna, AOW Exit, Warszawa, 2002.
56. W. Torbicz, Biopomiary, AOW Exit, 2001.
57. Z.W. Kowalski, Wybrane zagadnienia informatyki i elektroniki medycznej, Wyd. PWR, Wrocław, 2000.
58. A. Cysewska-Sobusiak, Problemy metrologiczne identyfikacji cech obiektu żywego poddanego nieinwazyjnej transiluminacji, Wyd. PP, Poznań, 1995.
59. Z. Kowalski, Jakość energii elektrycznej, Wyd. PŁ, Łódź, 2007.
60. W. Pietraszewicz, Manometry, PWT, Warszawa, 1957.
61. PN-EN 837-1, Ciśnieniomierze - Ciśnieniomierze z rurką Bourdona - Wymagania i badania, Wyd. PKN, Warszawa, 2000.
62. Normy dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej: PN-EN 50160, PN-EN 61000-4-30, PN-EN 61000-4-15, PN-EN 61000-4-7.
63. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. (Dz.U. Nr 93, poz. 623, z dnia 29 maja 2007 r.).
64. Międzynarodowy Słownik Podstawowych i Ogólnych Terminów Metrologii, Główny Urząd Miar, Warszawa 1996
65. [www.bipm.org](http://www.bipm.org)
66. [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	110	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	50	2,00