



## COURSE DESCRIPTION CARD - SYLLABUS

Course name

Electrical measurements of non-electrical quantities [N2Eltech2>PEWN]

### Course

Field of study

Electrical Engineering

Year/Semester

1/1

Area of study (specialization)

Smart Measurement Systems

Profile of study

general academic

Level of study

second-cycle

Course offered in

Polish

Form of study

part-time

Requirements

compulsory

### Number of hours

Lecture

10

Laboratory classes

10

Other

0

Tutorials

0

Projects/seminars

0

### Number of credit points

2,00

### Coordinators

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

dr inż. Piotr Kuwałek  
piotr.kuwalek@put.poznan.pl

### Lecturers

### Prerequisites

Basic knowledge of metrology, mathematics, physics, electrical engineering and electronics. Ability to plan and carry out measurements of basic electrical quantities. Ability to effectively self-study in a field related to the chosen field of study. Awareness of the need to expand their competences and shows readiness to cooperate within a team.

### Course objective

Understanding the methodology of measurements of the electrical non-electrical values, operating principles of analog and digital instruments and the development of measurement results. Knowledge of the principles of construction, design and applications of measurement systems.

### Course-related learning outcomes

Knowledge:

1. Extended knowledge in the field of electrical and selected non-electrical quantities measurements;

in-depth knowledge of how to work out the results of the experiment.

2. Extended and in-depth knowledge in the field of analyzing the operation of advanced electronic components and systems.

#### Skills:

1. Ability to develop detailed documentation of the results of the experiment; can prepare a study discussing these results.

2. Ability to work individually and in a team, can assess the time consumption of a task.

3. Ability to plan and carry out measurements of basic electrical parameters as well as extraction of parameters characterizing electrical systems.

#### Social competences:

Understanding the need to provide information and opinions in a universally easy way, presenting different points of view.

### Methods for verifying learning outcomes and assessment criteria

Learning outcomes presented above are verified as follows:

#### Lectures

Evaluation of the knowledge with a written exam related to the content of lectures (test, computational and problem questions). Passing threshold of test equals 50%. The grade from laboratory as well as attendance and activities during the lectures are taken into account.

#### Laboratory

Assessment of knowledge and skills necessary to carry out the laboratory exercise. Assessment of the activity and quality of perception during the laboratory exercise. Evaluation of the reports of the exercises performed. Final test in written (passing threshold 50%).

### Programme content

Measurement methodology: definitions and basic concepts. Elements of the theory of error of measurement results. Measurement transducer: processing characteristics, static and dynamic properties, linearity, power supply. Cooperation of measuring transducers with meters - signal transmission, mutual interaction. Measurement of electrical signals using an oscilloscope. Measurement methods. Unbalanced Wheatstone bridge. Measurements of non-electrical quantities. Introduction to the structure and organization of measurement systems. Preparation of documentation from the obtained measurement results. Thermovision temperature measurements. Ultrasonic/Laser distance measurements.

#### Laboratory

Measurement methods. Inaccuracy of measurement results in direct and indirect measurements.

Unbalanced Wheatstone bridge. Operation of analog and digital measuring instruments. Examples of configuration of measurements systems. Ultrasonic/Laser distance measurements. Spectrophotometric measurements. Pressure measurements.

### Course topics

#### Lectures

Measurement methodology: definitions and basic concepts. Elements of the theory of error of measurement results. Measurement transducer: processing characteristics, static and dynamic properties, linearity, power supply. Cooperation of measuring transducers with meters - signal transmission, mutual interaction. Measurement of electrical signals using an oscilloscope. Measurement methods. Unbalanced Wheatstone bridge. Measurements of non-electrical quantities. Introduction to the structure and organization of measurement systems. Preparation of documentation from the obtained measurement results. Thermovision temperature measurements. Ultrasonic/Laser distance measurements.

#### Laboratory

Lab1. OSH. Measurement methods. Inaccuracy of measurement results in direct and indirect measurements.

Lab2-Lab7. Rotation exercises:

- Temperature measurements using the E50 Flir thermal imaging camera.
- Resistance measurements with unbalanced bridges in the "quarter" and "full" bridge configuration.
- Determination of the optical spectrum with the C9405 Hamamatsu spectrometer.
- Testing of the UMT30 Sensopart ultrasonic distance sensor.

- Testing the FT50 Sensopart laser distance sensor.
- Testing of analog and electronic pressure sensors.

## Teaching methods

### Lecture

Lectures are performed using multimedia presentations illustrated with simulation examples and necessary mathematical calculations on the blackboard. Theoretical questions are presented in the exact reference to the practice.

### Laboratory

Laboratory exercises are carried out in laboratory teams. During the classes, the measuring system is connected, the selected measurements are carried out, the results of the measurements and the reports are prepared.

## Bibliography

### Basic:

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. A. Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki, Metrologia elektryczna, WNT, Warszawa, 2009.
6. R. Jóźwicki, Technika laserowa i jej zastosowania, Wyd. PW, Warszawa 2009.
7. S. Bolkowski, Elektrotechnika, WSiP, Warszawa, 2009.
8. J. Rydzewski, Pomiary oscyloskopowe, WNT, Warszawa, 2007.
9. M. Miłek, Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych, Wyd. UZ, Zielona góra, 2006.
10. Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Wyd. PAK, Warszawa, 2006.
11. W. Nawrocki, Rozproszone systemy pomiarowe, WKiŁ, Warszawa, 2006.
12. M. Rząsa, B. Kiczma, Elektryczne i elektroniczne czujniki temperatury, WKiŁ, Warszawa, 2005.
13. D. Zmarzły, Pomiary elektrycznych wielkości medycznych, Wyd. PO, Opole, 2005.
14. G. Pawlicki i inni, Fizyka medyczna, AOW EXIT, Warszawa, 2002.
15. K. Booth, Optoelektronika, WKiŁ, Warszawa, 2001.
16. J. Zakrzewski, Czujniki i przetworniki pomiarowe: podręcznik problemowy, Wyd. PŚ, Gliwice, 2004.
17. P. Sydenham (red.), tłum. ang. red. J. Dudziewicz, Podręcznik metrologii, t. 1: Podstawy teoretyczne, t. 2: Podstawy praktyczne, WKiŁ, Warszawa, 1988-1990.
18. E. Romer, Miernictwo przemysłowe, PWN, Warszawa, 1978.

### Additional:

19. Bibliography found by the student from printed and electronic sources.
20. A. Zatorski, R. Sroka, Podstawy metrologii elektrycznej, Wyd. AGH, Kraków 2011.
21. S. Tumański, Technika pomiarowa, WNT 2007.
22. K. Suchocki, Sensory i przetworniki pomiarowe. [3], Przetworniki indukcyjne, przetworniki pojemnościowe, Wyd. PG, Gdańsk, 2015.
23. W. Jakubiec, J. Malinowski, Metrologia wielkości geometrycznych, PWN, Warszawa, 2018.
24. L. Wołk-Łaniewski, J. Wittek, Niepewność pomiaru w zadaniach rachunkowych z metrologii elektrycznej. Wyd. UTP, Bydgoszcz, 2008.
25. J. Dusza, G. Gortat, A. Leśniewski, Podstawy miernictwa, Wyd. PW, Warszawa, 2007.
26. J. Piotrowski, Podstawy miernictwa, WNT, Warszawa, 2002.
27. A. Kowalczyk, Miernictwo elektryczne wielkości nieelektrycznych, Wyd. PRz, Rzeszów, 1997.
28. A. Michalski, S. Tumański, B. Żyła, Laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych, Wyd. PW, Warszawa, 1996.
29. R. Janiczek, Elektryczne miernictwo przemysłowe, Wyd. PCz, Częstochowa, 1994.
30. K. Suchocki, Sensory i przetworniki pomiarowe. [3], Przetworniki indukcyjne, przetworniki pojemnościowe, Wyd. PG, Gdańsk, 2015.
31. J. Zakrzewski, M. Kampik, Sensory i przetworniki pomiarowe, Wyd. PŚ, Gliwice, 2013.
32. T. Sidor, Elektroniczne przetworniki pomiarowe, Wyd. AGH, Kraków, 2006.
33. J. Zakrzewski, Czujniki i przetworniki pomiarowe: podręcznik problemowy, Wyd. PŚ, Gliwice, 2004.
34. W. Jakubiec, J. Malinowski, Metrologia wielkości geometrycznych, PWN, Warszawa, 2018.
35. W. Kester, Przetworniki A/C i C/A: teoria i praktyka, BTC, 2012.
36. W.E. Ciążyński, Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne w zastosowaniach, Wyd. PŚ, Gliwice, 2012.

37. B. Carter, R. Mancini, Wzmacniacze operacyjne: teoria i praktyka, BTC, 2011.
38. W.E. Ciężyński, Idealne wzmacniacze operacyjne w zastosowaniach nieliniowych, Wyd. PŚ, Gliwice, 2010.
39. W.E. Ciężyński, Idealne wzmacniacze operacyjne w zastosowaniach liniowych, Wyd. PŚ, Gliwice, 2010.
40. Ch. Kitchin, L. Counts, Wzmacniacze operacyjne i pomiarowe: przewodnik projektanta, BTC, 2009.
41. Z. Nawrocki, Wzmacniacze operacyjne i przetworniki pomiarowe, Wyd. PWR, Wrocław, 2008.
42. P. Górecki, Wzmacniacze operacyjne: podstawy, aplikacje, zastosowania, BTC, 2004.
43. R.A. Pease, Projektowanie układów analogowych: poradnik praktyczny, BTC, Warszawa, 2005.
44. L. Hasse, Zakłócenia w aparaturze elektronicznej, Radioelektronik, Warszawa, 1995.
45. J. Pluciński, Optyka nieuporządkowanych ośrodków silnie rozpraszających, Wyd. PG, Gdańsk, 2010.
46. Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Wyd. PAK, Warszawa, 2006.
47. K. Booth, Optoelektronika, WKiŁ, Warszawa, 2001.
48. J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN, Warszawa, 1997.
49. W. Dybczyński, Miernictwo promieniowania optycznego, Wyd. PB, Białystok, 1996.
50. S. Smith, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców, BTC, 2007.
51. J. Szabatin, Podstawy teorii sygnałów, WKiŁ, Warszawa 2003.
52. T. Bartlett, Nawigacja elektroniczna, Oficyna Wydawnicza "Alma-Press", 2013.
53. M. Rząsa, B. Kiczma, Elektryczne i elektroniczne czujniki temperatury, WKiŁ, Warszawa, 2005.
54. L. Michalski, K. Eckersdorf, Pomiary temperatury, WNT, Warszawa, 1986.
55. Z. Roliński, Tensometria oporowa: podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, WNT, Warszawa, 1981.
56. B. Schmidt, E. Kuźma, Termistory, WNT, Warszawa, 1972.
57. D. Zmarzły, Pomiary elektrycznych wielkości medycznych, Wyd. PO, Opole, 2005.
58. L. Chmielewski, J.L. Kulikowski, A. Nowakowski, Obrazowanie biomedyczne, AOW Exit, 2003.
59. G. Pawlicki i inni, Fizyka medyczna, AOW Exit, Warszawa, 2002.
60. W. Torbic, Biopomiary, AOW Exit, 2001.
61. Z.W. Kowalski, Wybrane zagadnienia informatyki i elektroniki medycznej, Wyd. PWR, Wrocław, 2000.
62. A. Cysewska-Sobusiak, Problemy metrologiczne identyfikacji cech obiektu żywego poddanego nieinwazyjnej transiluminacji, Wyd. PP, Poznań, 1995.
63. Z. Kowalski, Jakość energii elektrycznej, Wyd. PŁ, Łódź, 2007.
64. W. Pietraszewicz, Manometry, PWT, Warszawa, 1957.
65. PN-EN 837-1, Sphygmomanometers - Sphygmomanometers with Bourdon tube - Requirements and tests, Ed. PKN, Warsaw, 2000.
66. Electromagnetic compatibility standards: PN-EN 50160, PN-EN 61000-4-30, PN-EN 61000-4-15, PN-EN 61000-4-7.
67. 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.).
68. Międzynarodowy Słownik Podstawowych i Ogólnych Terminów Metrologii, Główny Urząd Miar, Warszawa 1996
69. [www.bipm.org](http://www.bipm.org)
70. [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

### Breakdown of average student's workload

|                                                                                                                                         | Hours | ECTS |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| Total workload                                                                                                                          | 50    | 2,00 |
| Classes requiring direct contact with the teacher                                                                                       | 20    | 1,00 |
| Student's own work (literature studies, preparation for laboratory classes/ tutorials, preparation for tests/exam, project preparation) | 30    | 1,00 |