

Janina ALASZEWICZ, Igor KURYTNIK
 AKADEMIA TECHNICZNO-HUMANISTYCZNA W BIELSKU-BIAŁEJ,
 KATEDRA ELEKTROTECHNIKI I AUTOMATYKI

Nauczanie metrologii elektrycznej w Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej

Dr inż. Janina ALASZEWICZ

Adiunkt w Katedrze Elektrotechniki i Automatyki Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Specjalizuje się w pracach naukowych z miernictwa elektrycznego. Zajmuje się nowymi metodami i technikami pomiarowymi do zdalnego sterowania urządzeniami w systemie wirtualnych przyrządów pomiarowych oraz projektowaniem rozproszonych systemów pomiarowych.



e-mail: jalaszewicz@ath.bielsko.pl

Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono programy nauczania z zakresu metrologii elektrycznej, techniki sensorowej i systemów pomiarowych na Wydziale Budowy Maszyn i Informatyki Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. W ramach poszczególnych przedmiotów zaprezentowano treści programowe dotyczące wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych. Omówiono wprowadzone zmiany i innowacje w związku z obowiązującymi standardami nauczania.

Słowa kluczowe: Dydaktyka, metrologia elektryczna.

Teaching of electrical metrology in University of Bielsko-Biala

Abstract

The paper presents curriculums of electrical metrology, sensory engineering, measurement systems in Faculty of Mechanical Engineering and Computer Sciences University of Bielsko-Biala. Presented are syllabuses of lectures, auditorium and laboratory exercises. Discuss made changes and innovations in connection with obligatory teaching standards.

Keywords: Teaching, electrical metrology.

1. Wstęp

Absolwenci uczelni technicznych w swojej pracy zawodowej spotykają się z zagadnieniami z zakresu techniki pomiarowej, stąd też muszą posiadać odpowiednie przygotowanie z przedmiotów związanych z metrologią elektryczną. Metrologia to wiedza o pomiarach, obejmująca wszystkie zagadnienia pomiarowe niezależnie od rodzaju wielkości mierzonej i dokładności pomiaru, zajmująca się przede wszystkim metodami pomiarowymi, zasadami działania urządzeń pomiarowych oraz metodami ich badań. Ostatnie lata przyniosły bardzo duży postęp w dziedzinie budowy sprzętu pomiarowego i jego użytkowania. W związku z tym znajomość miernictwa i systemów pomiarowych wymagana jest od inżynierów różnych specjalności, stąd zajęcia dydaktyczne prowadzone są nie tylko na wydziałach elektrycznych, ale również na mechanicznych i ogólnotechnicznych. Przyszli inżynierowie w obecnych czasach powinni posiadać odpowiednią wiedzę teoretyczną i praktyczną w odniesieniu do użytkowania, projektowania i budowania systemów pomiarowych.

W ramach nauczania metrologii elektrycznej na Wydziale Budowy Maszyn i Automatyki ATH prowadzone są następujące przedmioty: Miernictwo Elektryczne, Technika Sensorowa, Analogowe i Cyfrowe Systemy Kontrolno-Pomiarowe oraz Mikroprocesorowe Systemy Pomiarowe na kierunku studiów Automatyka i Robotyka, Miernictwo Elektryczne na kierunku Informatyka, Systemy Pomiarowe na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn.

Prof. dr hab. inż. Igor KURYTNIK

Kierownik Katedry Elektrotechniki i Automatyki Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Ukończył Wydział Automatyki i Elektroniki Politechniki Lwowskiej. Prowadzi wykłady z materiałoznawstwa elektrycznego, metrologii elektrycznej i techniki sensorowej. Kieruje pracami inżynierskim, autor lub współautor bardzo licznych publikacji, patentów i norm państwowych w zakresie miernictwa elektrycznego i materiałoznawstwa elektrotechnicznego.



e-mail: ikurytnik@ath.bielsko.pl

Wykłady z reguły są uzupełniane praktycznymi zajęciami w laboratoriach. Prowadzący zajęcia wykładowe najczęściej opierają się na własnych doświadczeniach [1, 3, 7, 12], jak również na bieżąco muszą uzupełniać je wiadomościami z zakresu nowoczesnego sprzętu komputerowego i oprogramowania. Szczegółowe programy zajęć do wszystkich omawianych wyżej przedmiotów opracowano w postaci kart programowych - Syllabusów.

2. Tematyka wykładów

2.1. Wykłady z Miernictwa Elektrycznego

Zajęcia z Miernictwa Elektrycznego mają na celu zapoznanie słuchaczy z podstawami teoretycznymi metrologii elektrycznej oraz przetwarzaniem informacji. Przedmiot obejmuje zasady działania i właściwości metrologiczne narzędzi pomiarowych podstawowych wielkości elektrycznych, wzorce, przetworniki pomiarowe AC i CA oraz komputerowe systemy pomiarowe. Wykłady z przedmiotu Miernictwo Elektryczne prowadzone są na kierunku Automatyka i Robotyka w semestrze trzecim w wymiarze 15 godzin. Uzupełnieniem wykładów są laboratoria prowadzone w tym samym semestrze co wykład. Programy wykładów z Miernictwa Elektrycznego obejmują następujące zagadnienia:

- elementy teorii błędów pomiarowych,
- dokładności elektrycznych przyrządów pomiarowych,
- mierniki analogowe, elektromechaniczne przyrządy pomiarowe: magnetoelektryczne, elektromagnetyczne, elektrodynamiczne, ferrodynamiczne, elektrostatyczne,
- pomiary rezystancji, prądów i napięć stałych,
- mierniki do pomiaru napięć i prądów przemiennych oraz kąta przesunięcia fazowego,
- cyfrowe metody pomiarów, przetworniki A/C i C/A, mierniki cyfrowe,
- rejestratory sygnałów pomiarowych, oscyloskopy, pomiary oscyloskopem,
- pomiary wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi,
- struktura i organizacja komputerowych systemów pomiarowych, przesyłanie sygnałów w systemach pomiarowo-informacyjnych, wykorzystanie Internetu do przesyłania danych pomiarowych.

2.2. Wykłady z Analogowych i Cyfrowych Systemów Kontrolno-Pomiarowych

Wykłady z przedmiotu Analogowe i Cyfrowe Systemy Kontrolno-Pomiarowe prowadzone są w grupie przedmiotów kierunkowych na kierunku Automatyka i Robotyka dla specjalności Automatyka Elektrotechniczna w semestrze piątym w wymiarze 15 godzin. Na wykładzie omawia się głównie „hardware” komputerowych systemów pomiarowych, rodzaje i parametry interfejsów

pomiarowych. Uzupełnieniem wykładów są ćwiczenia prowadzone w tym samym semestrze. Programy wykładów obejmują następujące zagadnienia:

- ogólny podział współczesnych komputerowych systemów kontrolno-pomiarowych,
- systemy pomiarowe z interfejsem szeregowym i równoległym, magistralą USB i IEEE-1394,
- karty pomiarowe i rodzaje przetworników analogowo-cyfrowych,
- przetworniki cyfrowo-analogowe w systemach kontrolno-pomiarowych,
- transmisja w systemach interfejsu szeregowego RS-232C, RS-485,
- systemy interfejsu MicroLAN, CAN, PROFIBUS,
- systemy pomiarowe z interfejsem równoległym IEEE_488, PXI.

Ponadto na ćwiczeniach rozwiązywane są zadania tekstowe doboru przetworników wielkości nieelektrycznych do pomiaru temperatury, ciśnienia, przepływu cieczy i gazu itp. oraz doboru kart pomiarowych. Założeniem prowadzonego przedmiotu w odniesieniu do systemów kontrolno-pomiarowych jest szczegółowe zapoznanie się ze współczesnymi skomputeryzowanymi systemami monitorowania i bieżącej kontroli wielu obiektów przemysłowych, stanowisk badawczych z wykorzystaniem przetworników inteligentnych.

2.3. Wykłady z przedmiotu Technika Sensorowa

Wykłady z przedmiotu Technika Sensorowa prowadzone są na kierunku Automatyka i Robotyka w semestrze czwartym w wymiarze 15 godzin. Uzupełnieniem wykładów są ćwiczenia prowadzone w tym samym semestrze. Programy zajęć obejmują następujące zagadnienia:

- podstawowe parametry sensorów, klasyfikacja, miejsce i znaczenie sensorów w układach automatycznej regulacji i systemach pomiarowych,
- sensory rezystancyjne, sensory tensometryczne metalowe i półprzewodnikowe, wzorcowanie sensorów,
- sensory termoelektryczne, efekty termoelektryczne, klasyfikacja termoelementów, uwagi dotyczące typów, konstrukcji i eksploatacji, wzorcowanie termoelementów
- pirometry, zasada pracy, budowa, przyczyny uchybów, kamery termowizyjne: zasada pracy i zastosowania,
- sensory optoelektryczne, oporniki fotoelektryczne, fotodiody, fototranzystory, sensory laserowe, sensory światłowodowe,
- sensory piezoelektryczne,
- sensory pojemnościowe do pomiarów przesunięć, małych grubości, siły, poziomu, kąta obrotu,
- sensory indukcyjne w układach pomiarowych i przykłady ich zastosowań
- sensory piezomagnetyczne: budowa i zasada działania, konstrukcja i eksploatacja sensorów piezomagnetycznych, dławikowych i transformatorowych,
- sensory wykorzystujące efekt Halla, hallotrony i magnetodiody,
- inteligentne sensory, perspektywy ich rozwoju,
- zasada pracy i zastosowania biosensorów,
- sensory w technologii MEMS.

2.4. Wykłady z Mikroprocesorowych Systemów Pomiarowych

Wykłady z przedmiotu Mikroprocesorowe Systemy Pomiarowe prowadzone są dla specjalności Automatyka Elektrotechniczna i Systemy Informatyczno-Pomiarowe na kierunku Automatyka i Robotyka w semestrze szóstym w wymiarze 30 godzin. Uzupełnieniem wykładów są ćwiczenia laboratoryjne i projektowe. Treści programowe dotyczące wykładów mają na celu zapoznanie

studentów z aplikacjami MSP i nabycie umiejętności w zakresie konstrukcji i oprogramowania. Dodatkowym samodzielnym zadaniem jest opracowanie mikroprocesorowego systemu pomiarowego w oparciu o mikroprocesorowy zestaw uruchomieniowy udostępniony przez prowadzącego zajęcia. Tematyka zajęć obejmuje następujące zagadnienia:

- laboratoryjne, rozproszone i przenośne MSP,
- MSP i ich zastosowanie w automatyce,
- architektura i zasadnicze bloki funkcyjne komputerowych systemów pomiarowych,
- rola mikrokontrolerów w systemach pomiarowych,
- mikrokontrolery i ich aplikacje w MSP,
- pomiaru temperatury w oparciu o mikrokontroler 8051,
- pomiar współczynnika β tranzystora NPN z zastosowaniem mikrokontrolera i przetworników A/C i C/A,
- komunikacja bezprzewodowa w zastosowaniu do akwizycji danych pomiarowych,
- komunikacja przewodowa: RS232, RS245, I 2 C, 1 Wire,
- sensory i czujniki kontaktronowe w odniesieniu do MSP,
- kontrola procesów technologicznych przy wsparciu MSP,
- możliwości elastycznego dostosowania oprogramowania firmware do zmieniających się potrzeb MSP,
- projektowanie MSP z systemem czasu rzeczywistego.

2.5. Wykłady z Systemów Pomiarowych

Wykłady z przedmiotu Systemy Pomiarowe prowadzone są na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w grupie przedmiotów kierunkowych w semestrze czwartym w wymiarze 30 godzin. Uzupełnieniem wykładów są laboratoria prowadzone w tym samym semestrze. Programy wykładów obejmują następujące zagadnienia:

- struktura i organizacja systemów pomiarowych,
- przesyłanie sygnałów w systemach informacyjno-pomiarowych,
- przesyłanie sygnałów sposoby sprzęgania komputera z systemem pomiarowym,
- systemy interfejsów stosowane w miernictwie, oprogramowanie systemów pomiarowych, zastosowanie sieci komputerowych,
- czujniki temperatury, rezystancyjne i termoelektryczne, półprzewodnikowe pirometry i kamery termowizyjne,
- czujniki optoelektryczne, lasery półprzewodnikowe, czujniki ultradźwiękowe i światłowodowe,
- czujniki piezoelektryczne i chemiczne,
- przetworniki wejściowe, wzmacniacze, filtry, analogowe układy przetwarzające, przetworniki C/A i A/C,
- przyrządy pomiarowe do pracy w komputerowych systemach pomiarowych, multimetry cyfrowe, generatory sygnałowe, oscyloskopy cyfrowe, czujniki pomiarowe, przykłady czujników konwencjonalnych i zintegrowanych,
- wyposażenie i zastosowanie kart pomiarowych, współpraca kart pomiarowych z komputerem, oprogramowanie systemów pomiarowych,
- wykorzystanie Internetu do przesyłania danych pomiarowych, dobór przetworników pomiarowych, zobrazowanie i rejestracja wyników.

3. Wybrane laboratoria

3.1. Laboratorium z Miernictwa Elektrycznego

Laboratorium zapewnia zapoznanie studentów zarówno z metodyką postępowania w pomiarach, metodami pomiarów, jak również nowoczesną aparaturą pomiarową służącą do ich wykonywania. Laboratorium przeznaczone jest dla studentów trzeciego semestru na kierunku Automatyka i Robotyka. Program Laboratorium Miernictwa Elektrycznego obejmuje następujące ćwiczenia laboratoryjne:

- pomiary rezystancji, pomiary rezystancji z użyciem mierników bezpośredniego pomiaru, wyznaczanie rezystancji metodą techniczną dla małych i dużych wartości,
- pomiar indukcyjności własnej cewek bezrdzeniowych i wyposażonych w rdzeń na przykładzie elementów stycznika elektromagnetycznego,
- pomiar pojemności, wyznaczanie pojemności metodą techniczną dla pojedynczych kondensatorów, a następnie wyznaczanie pojemności zastępczej dla połączeń równoległych oraz szeregowych,
- pomiar mocy czynnej, biernej i pozornej w obwodach jednofazowych,
- pomiar mocy w układach trójfazowych, pomiar mocy dla symetrycznych odbiorników trójfazowych z zastosowaniem pomiaru napięć i prądów fazowych i przewodowych przy użyciu jednego watomierza i różnym dostępie do punktu N, pomiar mocy w układzie Arone'a, analiza wskazań,
- cyfrowe metody pomiaru częstotliwości, okresu, przedziału czasu i fazy, pomiar częstotliwości poprzez zliczanie impulsów w jednostce czasu,
- pomiarowe zastosowanie oscyloskopu, kalibracja oscyloskopu, pomiar wartości charakterystycznych dla przebiegów sinusoidalnych, piłokształtnych i prostokątnych,
- pomiar małych mocy prądu przemiennego.

3.2. Laboratorium z Systemów Pomiarowych

W laboratorium przygotowanych jest łącznie dziesięć ćwiczeń, przy czym są one pogrupowane tematycznie. Laboratorium wyposażone jest w komputery PC, podstawowe przyrządy pomiarowe i karty pomiarowe do komputerów. W skład przyrządów pomiarowych wchodzi: oscyloskopy analogowe i cyfrowe, oscyloskop wirtualny, multimetry i generatory funkcyjne. Dodatkowym wyposażeniem są zestawy przetworników i sterowniki programowalne. Program laboratorium obejmuje następujące ćwiczenia:

- pomiar i rejestracja prędkości obrotowej,
- badanie wybranych czujników indukcyjnych, pojemnościowych i potencjometrycznych,
- pomiar elektryczny temperatury oraz rejestracja, rejestracja temperatury w mikrokomputerowym systemie pomiarowym,
- cyfrowe metody pomiaru częstotliwości, okresu, przedziału czasu i fazy,
- pomiarowe zastosowanie oscyloskopu, wzorcowanie kanału Y oscyloskopu napięciem stałym, pomiary współczynnika wypełnienia przebiegu prostokątnego, pomiary napięcia i czasu oscyloskopem, obserwacja przebiegów w układach cyfrowych,
- badanie przetworników A/C i C/A w środowisku MATLAB, zastosowanie języka MATLAB do badań charakterystyki kwantowania przetworników analogowo-cyfrowych o zadanych parametrach metrologicznych,
- pomiary RLC metodą techniczną, porównawczą, bezpośrednią,
- badanie woltomierza cyfrowego, pomiary napięć stałych i zmiennych,
- wirtualne przyrządy pomiarowe, generacja, pomiar i wizualizacja napięciowych i prądowych sygnałów zmiennych, analiza widma oraz badanie wpływu szumu na przetwarzany sygnał,
- projektowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych z wykorzystaniem oprogramowania LabVIEW.

4. Wnioski

W ramach publikacji omówiono ogólnie treści programowe przedmiotów realizowanych w Katedrze Elektrotechniki i Automatyki z zakresu metrologii elektrycznej. Wyodrębniono kierunki studiów, ich rodzaje, nazwy przedmiotów, realizowane liczby godzin i semestry na których realizowane są poszczególne zajęcia.

Przy ograniczonym czasie zajęć najbardziej istotnym problemem jest ich efektywna realizacja. W programie studiów Wydziału Budowy Maszyn i Informatyki ATH w Bielsku-Białej nie ma specjalności Metrologii Elektrycznej. Jednakże pracownicy Katedry Elektrotechniki i Automatyki prowadzą zajęcia dydaktyczne związane z problemami metrologii dla studentów różnych kierunków. Programy dla poszczególnych kierunków są zróżnicowane. Podczas zmian programowych w efekcie ich treści programowe rozbudowują się. Pomimo braku specjalności metrologii na Wydziale Budowy Maszyn i Informatyki co roku realizowanych jest szereg prac dyplomowych będących często kontynuacją tematów wykonywanych w ramach laboratorium. Ich tematyka obejmuje zagadnienia związane ze współczesną metrologią.

Dydaktyka to dział pedagogiki zajmujący się doбором i układem treści organizacji oraz przebiegiem procesu nauczania i uczenia się w szkole i poza szkołą. Dydaktyka dzieli się na ogólną i szczegółową. Można stąd wysunąć spostrzeżenia, że jest to proces złożony i bardzo trudny szczególnie w odniesieniu do metodyki nauczania. Współczesna metrologia niesie nowe wyzwania z uwagi na olbrzymi postęp technologiczny. Podczas zachodzących zmian plany studiów i programy nauczania ulegają bardzo szybko dezaktualizacji. Należy zauważyć, że podczas gdy programy zostały opracowane to w momencie przygotowania i wdrażania tych programów należy już spojrzeć z perspektywy pisania i układania nowych. Rozwój technologii teleinformatycznych przyczynił się do dużych zmian w procesie kształcenia. Narzędziami pracy stały się komputer i Internet. Uczelnie techniczne muszą w najbliższym czasie przejść głębokie zmiany, a mianowicie rozbudować ofertę dydaktyczną opartą na nowych formach studiów, nowoczesnych technologiach informacyjnych i multimedialnych. Treści programowe, materiały i prezentacje z poszczególnych przedmiotów, laboratoria wirtualne oraz testy sprawdzające muszą znaleźć się w przestrzeni edukacyjnej.

5. Literatura

- [1] J. Alaszewicz, I. Kurytnik: Metrologiczne podstawy wykorzystania Internetu do systemów pomiarowych – Problemi ekonomicznego ta Socjalnego Rozwitu Regionu i Praktyka Naukowego Eksperymentu – Kijew 18/2002 (50%).
- [2] J. Baranowski, B. Kalinowski, Z. Nosal: Układy elektroniczne CZ. III, Układy i systemy cyfrowe, WNT, Warszawa 1998.
- [3] B. Borowik: Programowanie równoległe w zastosowaniach, Wyd. Mikom, Warszawa 2001.
- [4] P. Chwaleba, M. Domański, A. Siedlecki: Metrologia elektryczna, WNT, Warszawa 1998.
- [5] J. Dysza, G. Gozlat, A. Leśniewski: Podstawy miernictwa., WPW, Warszawa 1998.
- [6] I. Kurytnik: Investigation of new materials for high-temperature sensors, Measurement, Wyd. Elsevier Science, London 1994, N:13, s.169-181.
- [7] I. Kurytnik, M. Karpiński: Sieci komputerowe, Wyd. ATH, Bielsko-Biała 2005.
- [8] MNiSW: Rozporządzenie z dnia 12 lipca 2007 r. w sprawie standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia, a także trybu tworzenia i warunków, jakie musi spełniać uczelnia, by prowadzić studia międzykierunkowe oraz makrokierunki.
- [9] W. Nawrocki: Komputerowe systemy pomiarowe, WKŁ, Warszawa 2002.
- [10] W. Tłaczała: Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo, WNT, Warszawa 2002.
- [11] W. Wrona: VHDL język opisu i projektowania układów cyfrowych, WPKJS, Gliwice 2000.
- [12] W. Wrona: Technika symulacji układów cyfrowych w językach opisu sprzętu, Wyd. ATH, Bielsko-Biała 2004.