



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metrologia

Przedmiot

Kierunek studiów

Elektronika i Telekomunikacja

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

niestacjonarne

Rok/semestr

II/III

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

Liczba punktów ECTS

6

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Maciej Wawrzyniak

(maciej.wawrzyniak@put.poznan.pl)

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Jakub Pająkowski

(jakub.pajakowski@put.poznan.pl)

Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki i fizyki oraz podstaw teorii obwodów. Powinien również posiadać umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł oraz mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

Cel przedmiotu

Zapoznanie z podstawowymi definicjami i pojęciami metrologii, metodami pomiarowymi i aparaturą pomiarową. Wprowadzenie w problematykę analizy i prezentacji danych pomiarowych. Praktyczne przeprowadzenie eksperymentów laboratoryjnych polegających na przygotowaniu i przeprowadzeniu pomiarów.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Zna i rozumie podstawowe metody pomiarowe oraz pojęcia używane w metrologii.

2. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie błędów pomiarów, wyznaczania niepewności pomiarów oraz poprawnego zapisu wyniku pomiaru.



3. Ma podstawową wiedzę w zakresie budowy urządzeń pomiarowych. Zna bloki funkcyjne wchodzące w skład urządzeń pomiarowych.

Umiejętności

1. Potrafi obsługiwać podstawowe przyrządy laboratoryjne: oscyloskop analogowy, oscyloskop cyfrowy, amperomierz, woltomierz, omomierz, częstotściomierz, zasilacz i generator. Potrafi korzystać z instrukcji urządzeń pomiarowych.

2. Potrafi poprawnie dobrać właściwą aparaturę i metodę pomiaru dla postawionego zadania pomiarowego. Potrafi połączyć obwód pomiarowy i przeprowadzić pomiary.

3. Potrafi poprawnie interpretować i zapisać wyniki pomiarów. Zna zasady raportowania wyników pomiarów.

4. Stosuje zasady poprawnego i bezpiecznego zachowania w laboratorium pomiarowym.

Kompetencje społeczne

1. Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do rozwiązywanych problemów technicznych i podejmowania odpowiedzialności za proponowane przez siebie rozwiązania techniczne.

2. Potrafi pracować w grupie w laboratorium pomiarowym i realizować projekty zespołowe.

3. Dostrzega aspekty prawne, środowiskowe i utylitarne pomiarów. Ma poczucie odpowiedzialności za przedstawione wyniki pomiarów.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana przez egzamin pisemne i/lub ustne. Egzamin pisemne składa się z 14 pytań (problemowych), różnie punktowanych. Egzamin ustny składa się z odpowiedzi na 5-7 pytań różnie punktowanych, zadawanych przez prowadzącego. Próg zaliczeniowy 50% punktów. Zagadnienia (40), na podstawie których opracowywane są pytania zostaną przesłane studentom drogą mailową z wykorzystaniem poczty elektronicznej. W przypadku egzaminu pisemnego i ustnego punkty są sumowane. Skala ocen: <50% - 2,0 (ndst); 50% do 59% - 3,0 (dst); 60% do 69% - 3,5 (dst+); 70% do 79% - 4,0 (db); 80% do 89% - 4,5 (db+); 90% do 100% - 5,0 (bdb). Próg zaliczeniowy może ulec zmianie w zależności od wyników egzaminu.

Umiejętności nabyte w ramach laboratorium są weryfikowane przez: ocenę sprawozdań, indywidualne sprawdzenie umiejętności sposobu łączenia układu. Ustne sprawdzenie wiedzy. Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie średniej ważonej: $Sw=0,45*SO+0,25*Su+0,30*Uw$, gdzie: SO jest średnią ocen uzyskanych za opracowanie sprawozdań, Su to ocena z indywidualnego sprawdzenia umiejętności sposobu łączenia układu, oraz Uw to ocena z ustnego sprawdzenia wiedzy. Skala dla oceny końcowej: $Sw>4,75$ - 5,0 (bdb); $4,25<Sw\leq 4,75$ - 4,5 (db+); $3,75<Sw\leq 4,25$ - 4,0 (db); $3,25<Sw\leq 3,75$ - 3,5 (dst+); $2,75<Sw\leq 3,25$ - 3,0 (dst); $Sw\leq 2,75$ - 2,0 (ndst).



Treści programowe

Wykład

Podstawowe pojęcia metrologii: istota pomiaru, mezurand, wartość wielkości mierzonej, wynik pomiaru, system miar SI, jednostki podstawowe, definicja jednostki miary, wprowadzanie jednostek pochodnych, etalon i podział etalonów, spójność pomiarowa, kalibracja, służby państwowe odpowiedzialne za wzorce jednostek miar, klasyfikacja metod pomiarowych, pomiary bezpośrednie i pośrednie. Błąd i niepewność pomiaru: klasyfikacja błędów pomiarów, błędy systematyczne, przypadkowe i nadmierne, błąd bezwzględny i względny, wartość rzeczywista i wartość umownie prawdziwa, dokładność i precyzja pomiarów, sposoby zapisu wyniku pomiarów, rozkład normalny, populacja i próba, estymacja punktowa i przedziałowa, błąd graniczny i błąd klasy przyrządu pomiarowego, rozkład jednostajny, niepewność pomiaru, wyznaczanie niepewności standardowej metodą typu A i metodą typu B, prawo propagacji niepewności i niepewność standardowa złożona, niepewność rozszerzona i współczynnik rozszerzenia, wyznaczanie niepewności rozszerzonej w praktyce laboratoryjnej. Oscyloskop analogowy: lampa oscyloskopowa, schemat blokowy, generator podstawy czasu, powstawanie obrazu na ekranie oscyloskopu, stabilizacja obrazu, pomiar parametrów sygnałów okresowych, powstawanie obrazu w trybie X-Y, pasmo oscyloskopu, sondy pomiarowe i ich ewolucja, modele sond pomiarowych, kompensacja pasywnej sondy pomiarowej. Metody pomiarowe: pomiary parametrów sygnałów okresowych, wartość średnia, wartość średnia modułu i wartość skuteczna sygnału okresowego, współczynnik szczytu i kształtu, mierniki wartości skutecznej, mierniki TRUE RMS, pomiar rezystancji metodą techniczną, błąd systematyczny metody pomiarowej, kompensacja błędów systematycznego poprzez wprowadzenie poprawki, cyfrowy pomiar częstotliwości, cyfrowy pomiar okresu, błąd bramkowania i błąd zliczania, reflektometria impulsowa, pomiar szybkości propagacji sygnału i wykrywanie uszkodzeń w liniach przesyłowych, impedancja charakterystyczna, pomiar tłumienia sygnału w kablu koncentryczny, pomiar przesunięcia fazowego za pomocą oscyloskopu dwukanałowego, pomiar przesunięcia fazowego metodą figur Lissajous, pomiar modułu impedancji. Wstęp do przetwarzania analogowo-cyfrowego: sygnał analogowy, sygnał analogowy dyskretny, sygnał cyfrowy, próbkowanie i kwantyzacja sygnału, dokładność i rozdzielczość, błędy przetwarzania, wzmacniacz operacyjny idealny i rzeczywisty, wzmacniacze napięcia odwracający i nieodwracający, komparator analogowy napięcia, wtórnik napięcia, układ całkujący. Przetworniki analogowo-cyfrowe: przetwarzanie a/c metodą bezpośredniego porównania równoległego, przetwarzanie a/c metodą podwójnego całkowania, przetwornik c/a z drabinką rezystancyjną R-2R, przetwarzanie a/c metodą kompensacji równomiernej. Oscyloskop cyfrowy: schemat blokowy, przetwarzanie sygnału w oscyloskopie cyfrowym, układ próbkująco-pamiętający, przetwornik a/c typu "flash", organizacja pamięci próbek, parametry wyzwiania, tryby wyzwiania, cykl pracy oscyloskopu cyfrowego, pomiary automatyczne parametrów napięciowych i czasowych sygnałów, pomiar sygnału w czasie poprzedzającym wyzwianie, wychwytywanie zakłóceń krótkotrwałych, sondy pomiarowe.

Laboratorium

Wyznaczanie błędów granicznych dla podstawowych przyrządów laboratoryjnych. Oscyloskop analogowy 2 kanałowy, powstawanie obrazu na ekranie oscyloskopu, stabilizacja obrazu, pomiar parametrów



sygnałów, schemat blokowy oscyloskopu 2-kanalowego, powstawanie obrazu w trybie XY, pomiar przesunięcia fazowego. Niepewności pomiaru: definicja i klasyfikacja niepewności, obliczanie niepewności metodą typu A, obliczanie niepewności metodą typu B, niepewność standardowa, niepewność standardowa złożona, niepewność rozszerzona, algorytmy wyznaczania niepewności rozszerzonej, określanie niepewności rozszerzonej w praktyce laboratoryjnej. Analogowe mierniki elektroniczne: schemat konstrukcja i zasada działania, oznaczenia mierników, amperomierz, woltomierz, omomierz, podzespoły mierników elektronicznych, wzmacniacz odwracający i nieodwracający, wtórnik napięcia, wzmacniacz całkujący. Przetwornik analogowo-cyfrowy: komparator analogowy napięcia, detektory poziomu napięcia, detektor poziomu napięcia z histerezą, podstawowe parametry przetworników analogowo-cyfrowych, błędy przetwarzania, przetwarzanie a/c metodą podwójnego całkowania. Oscyloskop cyfrowy: schemat blokowy, parametry wyzwalania, sposoby wyzwalania, pomiary automatyczne, pomiar sygnału w czasie poprzedzającym wyzwalanie, wychwytywanie zaburzeń krótkotrwałych, kompensacja pasywnej sondy pomiarowej. Pomiar charakterystyk statycznych, amplitudowych i fazowych, pomiar przesunięcia fazowego metodą bezpośrednią i metodą figur Lissajous.

Metody dydaktyczne

Wykład: tradycyjny, prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykład konwersatoryjny.

Ćwiczenia laboratoryjne: prezentacja multimedialna uzupełniana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykonanie zadań podawanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne.

Literatura

Podstawowa

1. Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A., Metrologia elektryczna, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2003.
2. Rydzewski J., Pomiary oscyloskopowe, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.
3. Arendarski J., Niepewność pomiarów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
4. Kester W., Przetworniki A/C i C/A : teoria i praktyka, Wydawnictwo BTC, 2012.

Uzupełniająca

1. Dusza J., Gorat G., Leśniewski A., Podstawy miernictwa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
2. Barzykowski J., Domańska A., Kujawińska M., Współczesna metrologia. Zagadnienia wybrane, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne WNT, Warszawa 2016.
3. Maloberti F., Przetworniki danych, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010.



Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	130	6,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	55	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do egzaminu, wykonanie sprawozdań) ¹	75	4

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności