



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Systemy i wzorce metrologiczne [S2FT2>SiWM]

Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka techniczna

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

15

Liczba punktów ECTS

3,00

Koordynatorzy

dr hab. inż. Przemysław Głowacki
przemyslaw.glowacki@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu fizyki, elektrotechniki, elektroniki oraz matematyki. Umiejętność rozwiązywania elementarnych problemów z zakresu fizyki ogólnej, fizyki kwantowej, metrologii, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z dziedziny wzorców metrologicznych, w zakresie określonym przez treści programowe 2. Przedstawienie teorii i techniki wykonywania pomiarów 3. Wyjaśnienie zasad działania wybranych przyrządów i układów pomiarowych 4. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania prostych problemów w oparciu o uzyskaną wiedzę 5. Kształtowanie u studentów umiejętności samodzielnego kształcenia

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

definiować podstawowe pojęcia z dziedziny wzorców metrologicznych, w zakresie obejmowanym przez treści programowe,

ma wiedzę w zakresie teorii i techniki pomiarów, przyrządów pomiarowych,
ma wiedzę by oszacować dokładność przyrządów pomiarowych oraz określać zakres pracy systemów pomiarowych oraz ich granice czułości,
ma szczegółową wiedzę dotyczącą wybranych, zaawansowanych zagadnień z fizyki znajdujących zastosowania w nowoczesnych systemach i wzorcach metrologicznych.

Umiejętności:

korzystać ze zrozumieniem ze wskazanych źródeł wiedzy (wykaz literatury podstawowej) oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł (w tym angielskojęzycznych),
przeprowadzić proste obliczenia parametrów opisujących obiekt pomiarowy,
zaprojektować proste układy pomiarowe, dobierać odpowiednie sensory, przyrządy oraz określać ich dolne i górne zakresy pracy.

Kompetencje społeczne:

rozumie potrzebę uczenia się i pogłębiania swojej wiedzy przez całe życie, potrafi inspirować inne osoby do procesu samokształcenia,
ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć nauki i techniki.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

W zakresie stosowanych metod weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się stosuje się następujące progi ocen:

50,1-60% dst;
60,1-70% dst+;
70,1-80% db;
80,1-90% db+;
od 90,1% bdb.

Ocena wynika z indywidualnej pracy pisemnej oraz/lub oceny odpowiedzi ustnej.

Treści programowe

Na wykładzie zostaną omówione zagadnienia związane ze współczesnymi systemami i wzorcami metrologicznymi. Główny nacisk położony będzie na szczegółowe objaśnienie realizacji Międzynarodowego Układu Jednostek Miar SI w oparciu o stałe kwantowe. Zajęcia projektowe będą obejmowały zaprojektowanie odpowiedniego systemu lub wzorca metrologicznego dotyczącego realizacji jednej z 7 podstawowych wielkości w Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar SI

Tematyka zajęć

1. Wiadomości podstawowe o metrologii i pomiarach.
2. Pojęcie metody pomiarowej i klasyfikacja metod.
3. Historia systemów miar. Międzynarodowy układ jednostek Miar SI.
4. Ogólne informacje o narzędziach pomiarowych.
 - przetworniki i przyrządy pomiarowe wielkości elektrycznych.
 - mierniki analogowe i cyfrowe, multimetry,
 - przyrządy rejestrujące (rejestratory, oscyloskopy analogowe, próbkujące i cyfrowe).
5. Systemy i wzorce: długości, masy, czasu, skale temperatury, wzorce wielkości elektrycznych i źródła sygnałów wzorcowych,
6. Pomiary wielkości elektrycznych, magnetycznych oraz wielkości nie elektrycznych.
7. Kwantowy trójkąt metrologiczny.
8. Kwantowy wzorzec napięcia elektrycznego (nadprzewodnictwo, zjawisko Josephsona, kwantowy wzorzec napięcia).
9. Detektor strumienia magnetycznego (detektory rf-SQUID, dc-SQUID).
10. Kwantowy efekt Halla i wzorzec oporu (wzorzec klasyczny i kwantowy).
11. Zegary atomowe:
 - podstawy teoretyczne,
 - wariacja Allana,
 - atomowe cezowe wzorce częstotliwości z wiązką atomów cezu,

- fontanna cezowa,
- maser wodorowy,
- rubidowy wzorzec częstotliwości,
- optyczne wzorce częstotliwości (atomowe ^{87}Sr , ^{171}Yb , ^{199}Hg , i jonowe $^{27}\text{Al}^+$, $^{40}\text{Ca}^+$, $^{171}\text{Yb}^+$, $^{88}\text{Sr}^+$),
- optyczny grzebień częstotliwości,
- nuklearny wzorzec częstotliwości (^{229}Th).

12. Podstawy działania systemu zegara atomowego na przykładzie fontanny cezowej:

- cykl pracy wzorca czasu i częstotliwości,
- detekcja stosunku sygnału do szumu,
- stabilność krótko czasowa,
- procedura pomiarowa

13. Proces ewaluacji zaburzeń wpływających na częstotliwość przejścia zegarowego w atomowych, optycznych wzorcach czasu i częstotliwości:

- przesunięcie dopplerowskie
- przesunięcie starkowskie
- przesunięcie zeemanowskie
- promieniowanie ciała doskonale czarnego,
- grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni
- przesunięcie zderzeniowe,

14. Skale czasu (GMT, UT, GPST, UTC, TAI,)

15. Systemy dystrybucji częstości wzorcowych (GPS, TWSTFT, TWIST, TTTOF)

16. Interferometry i pomiary długości (praktyczna realizacja metra, skaningowe mikroskopy próbkujące).

17. Wzorce masy:

- wzorce zależne od stałej Plancka,
- wzorzec masy z kulistej bryły krzemu,
- wzorzec masy ze zliczaniem i akumulacją jonów)

Metody dydaktyczne

Wykłady: wykład z prezentacją multimedialną (w tym: rysunki, zdjęcia, animacje, materiały video) uzupełniany przykładami podawanymi na tablicy, uwzględnianie różnych aspektów przedstawianych zagadnień, w tym: ekonomicznych, ekologicznych, prawnych i społecznych, przedstawianie nowego tematu poprzedzone przypomnieniem treści powiązanych, znanych studentom z innych przedmiotów. Zajęcia projektowe : spotkania z prowadzącym i dyskusje, praca w grupach/zespołach, mająca na celu zaprojektowanie wylosowanego przez zespół 2-4 osobowy systemu lub wzorca jednostki z Układu SI. Należy przedstawić techniczne aspekty realizacji wzorca, technologie wykorzystaną do jego realizacji oraz budżet finansowy zaprojektowanego systemu. Kryterium oceny podobne jak w przypadku wykładów.

Literatura

Podstawowa:

1. W. Nawrocki: Wstęp do metrologii kwantowej. WPP, Poznań 2007
2. A. Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki: Metrologia Elektryczna. Wydanie 8, WNT Warszawa 2003
3. S. Tumański: Technika pomiarowa. WNT, Warszawa 2007
4. R. Wynands and S. Weyers, Atomic fountain clocks, Metrologia 42 (2005) S64-S79
5. K. Szymaniec, S. E. Park, G. Marra and W. Chałupczak, First accuracy evaluation of the NPL-CsF2 primary frequency standard, Metrologia 47 (2010) 363-376

Uzupełniająca:

1. Mała encyklopedia metrologii, praca zbiorowa, WNT Warszawa 1989
2. J. Dusza, G. Gortat, A. Leśniewski, Podstawy miernictwa, OWPW Warszawa 2002
3. W. Nawrocki, M. Wawrzyniak, Zjawiska kwantowe w metrologii elektrycznej, WPP, Poznań, 2003.
4. A. Derevianko, H. Katori, Colloquium: Physics of optical lattice clocks, Rev. Mod. Phys. 83, 331, (2011)
5. E. O. Göbel and U. Siegener, Quantum Metrology: Foundation of Units and Measurements, WILEY-VCH Weinheim 2015

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwii/egzaminu, wykonanie projektu)	30	1,00