**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy radiolokacji i radionawigacji

**Koordynator przedmiotu:**

Stanisław ROSŁONIEC

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - podstawowe

**Kod przedmiotu:**

PRIR

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

- udział w wykładach: 15´2 h = 30 h
- przygotowanie do wykładu (przejrzenie notatek i dostarczonych przez wykładowcę materiałów): 20 h
- przygotowanie do dwóch sprawdzianów audytoryjnych i udział w konsultacjach: 12 h
- rozwiązanie 10 zadań projektowych i przygotowanie odpowiedniego raportu: 20 h
 - przygotowanie do egzaminu i zaliczenia zadań projektowych: 20 h
 Łączna suma obciążenia: 30+20+12+20+20=102 h, co odpowiada 4 ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

- udział w wykładach: 15´2 h = 30 h
- przygotowanie do dwóch sprawdzianów audytoryjnych i udział w konsultacjach: 12 h
- sprawdzenie i dyskusja nad projektami: 10 h
Razem: 30+12+10= 52 h co odpowiada 2 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

- rozwiązanie 10 zadań projektowych i przygotowanie odpowiedniego raportu: 20 h
- przygotowanie do dwóch sprawdzianów audytoryjnych i udział w konsultacjach: 10 h
Razem: 20+10= 30 h co odpowiada 1 ECTS

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Teoria pola elektromagnetycznego
Technika wielkich częstotliwości
Podstawy techniki Mikrofalowej
Teoria sygnałów elektrycznych

**Limit liczby studentów:**

40

**Cel przedmiotu:**

- ukazanie szerokiemu gronu studentów roli jaką odgrywają nowoczesne techniki radiowe i cyfrowa obróbka sygnałów w szeroko
 rozumianej radiolokacji i radionawigacji, ( w zastosowaniach cywilnych i wojskowych)
- zapoznanie studentów z zasadami działania podstawowych monostatycznych, bistatycznych i multistatycznych systemów radiolokacyjnych
- zapoznanie studentów z podstawowymi naziemnymi i satelitarnymi systemami radionawigacyjnymi
- zapoznanie studentów ze specjalnymi systemami radionawigacyjnymi, w tym systemami wspomagającymi lądowanie samolotów
- ukształtowanie podstawowych umiejętności w zakresie wyznaczania podstawowych parametrów eksploatacyjnych omawianych systemów i
 oceny ich przydatności do rozwiązywania konkretnych zadań

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu
 Wykład 1, 2 godz.
Omówienie podstawowych pojęć: radiolokacja pierwotna, radiolokacja wtórna, radiolokacja pasywna i radionawigacja. Zjawiska fizyczne wykorzystywane w radiolokacji. Zasady wykorzystywania fal elektromagnetycznych zmodulowanych amplitudowo i częstotliwościowo do pomiaru odległości. Zasada wykorzystywania efektu Dopplera do pomiaru prędkości radialnej przemieszczających się obiektów.
 Wykład 2, 2 godz.
Problem jednoznaczności pomiaru odległości metodą impulsową. Równanie zasięgu systemu radiolokacji pierwotnej. Podstawowe parametry eksploatacyjne impulsowej stacji radiolokacyjnej i ich wpływ na zdolność rozdzielczą stacji w odległości i rozdzielczość kątową. System radiolokacji bistatycznej. System radiolokacji multistatycznej z jednym nadajnikiem i czteroma pasywnymi jednostkami odbiorczymi.
 Wykład 3, 2 godz.
Równanie zasięgu dla systemu radiolokacji wtórnej. Urządzenie odzewowe „swój - cudzy” (IFF) jako przykład systemu radiolokacji wtórnej. Wpływ odbić od powierzchni ziemi na zasięgi systemów radiolokacji pierwotnej i wtórnej. Ograniczenia zasięgów wynikające z krzywizny Ziemi, tłumienia troposfery i refrakcji atmosferycznej.
 Wykład 4, 2 godz.
Metody zwiększania zasięgu stacji radiolokacyjnej poprzez poprawę stosunku sygnału do szumu w układzie odbiornika. Odbiór bezpośredni – optymalizacja szerokości pasma przenoszenia odbiornika względem szerokości widma odbieranego sygnału. Istota odbioru addytywnego. Odbiór korelacyjny – wyznaczenie transmitancji filtru dopasowanego do rzeczywistego sygnału radiolokacyjnego.
 Wykład 5, 2 godz.
Filtry dopasowane do wybranych, standardowych sygnałów wykorzystywanych we współczesnej radiolokacji. Przykłady praktycznej realizacji filtrów dopasowanych i metody ich projektowania w dziedzinach czasu i częstotliwości. Standardowe rozwiązania konstrukcyjne odbiorników radiolokacyjnych dopasowanych do zdeterminowanych, koherentnych sygnałów radiolokacyjnych.
 Wykład 6, 2 godz.
Sygnał sondujący o liniowo zmieniającej się częstotliwości i metody jego kompresji . Filtr dopasowany od sygnału wielkiej częstotliwości z liniową modulacją częstotliwości. Metody wytwarzania długich impulsów sondujących zmodulowanych fazowo. Schematy funkcjonalne odbiorników przystosowanych do odbioru koherentnych i niekoherentnych sygnałów wielkiej częstotliwości (omówienie zasady pracy jedno i dwu – kanałowego synchronicznych detektorów fazy).
 Wykład 7, 2 godz.
Metody eliminacji odbić fal elektromagnetycznych od obiektów stałych i wolno się przemieszczających. Podstawowe zasady działania systemów tłumienia ech stałych (TES). Podstawowe metody i urządzenia pasywnego i aktywnego przeciwdziałania radioelektronicznego.
 Wykład 8, 2 godz.
Metody dookólnego i sektorowego przeszukiwania 3D przestrzeni za pomocą stacji radiolokacyjnej. Radary monoimpulsowe. Obserwacja boczna za pomocą radaru umieszczonego na pokładzie samolotu - zagadnienie tworzenia syntetycznej anteny (syntetycznej apertury). Systemy radiolokacyjne automatycznego śledzenia i naprowadzania na obiekt (cel).
 Wykład 9, 2 godz.
Ateny mikrofalowe wykorzystywane w radiolokacji i radionawigacji: antena paraboloidalna, jedno i dwuwymiarowe płaskie szyki antenowe. Cylindryczny szyk antenowy jako przykład anteny specjalistycznej wykorzystywanej w systemach rozpoznania radioelektronicznego. Podstawowe parametry elektryczne i eksploatacyjne anten i ich wpływ na parametry eksploatacyjne urządzeń radiolokacyjnych.
 Wykład 10, 2 godz.
Wieloelementowe, regularne szyki antenowe – zagadnienie analizy. Liniowy, synfazowy szyk antenowy o nierównomiernym rozkładzie amplitud prądów pobudzających poszczególne elementy promieniujące. Płaski, synfazowy szyk antenowy o jednokierunkowej charakterystyce promieniowania. Metody mechanicznego, mechaniczno – elektronicznego i elektronicznego (fazowo – fazowego) przemieszczania (sterowania) charakterystyką promieniowania. Zasada pracy anten wielowiązkowych wykorzystujących matryce Blassa i Butlera .
 Wykład 11, 2 godz.
Podstawowe pojęcia radionawigacji i metody wyznaczania położenia geograficznego obiektów. Naziemne systemy radionawigacyjne. Satelitarne, stadiometryczne i dopplerowskie systemy nawigacyjne. Systemy antenowe naziemnych systemów wyznaczania kierunku, antena ramowa i liniowy szyk antenowy (z układem S - D na jego wejściu) jako przykłady klasycznych anten radionawigacyjnych.
 Wykład 12, 2 godz.
Radionamierniki i ich zastosowania w naziemnych systemach radionawigacyjnych. Zasady pracy interferencyjnych i impulsowych, hiperbolicznych systemów radionawigacyjnych .
 Wykład 13, 2 godz.
Hiperboliczne , interferencyjne i impulsowe systemy radionawigacyjne (Decca Navigator, Omega, Loran C). Satelitarne, stadiometryczne i dopplerowskie systemy nawigacyjne (Transit – NSSS, Czikada , Navstar – GPS, Glonass)
 Wykład 14, 2 godz.
Zasada pracy wielokanałowych odbiorników radionawigacyjnych systemu Navstar – GPS. Prezentacja pomiaru nawigacyjnego za pomocą odbiornika GPS – 300 firmy Magellan.
 Wykład 15, 2 godz.
Systemy radionawigacyjne wspomagające lądowanie samolotów. Zasada działania systemów ILS, MLS i TLS. Prezentacja multimedialna

 Zadania projektowe
 W ramach przedmiotu studenci zobowiązani są do samodzielnego rozwiązania (opracowania) 10 zadań projektowych poświęconych zagadnieniom ściśle związanym z tematyką wykładu. Rozwiązania wszystkich zadań powinny być przedstawione w formie pisemnej, a ich zaliczenie następuje po dyskusji przeprowadzanej podczas obowiązkowej, ustnej prezentacji.

**Metody oceny:**

Egzamin pisemny - 70 punktów
Kolokwia - 10 punktów
Ocena projektu - 20 punktów
Skala ocen:
< 51 punktów ocena niedostateczna
51- 60 ocena dostateczna
61 -70 ocena dośc bobra
71-80 ocena dobra
81-90 ocena dobra z nadmiarem (4.5)
91--100 ocena bardzo dobra

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Rosłoniec S., Bistatyczne i multistatyczne systemy radiolokacyjne, materiały pomocnicze
 Archiwum Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji, B2/ 242/2011, str. , str. 1¸40
[2] Rosłoniec S., ’’ Bistatyczne i multistatyczne systemy radiolokacyjne – części I i II’’
 Przegląd Telekomunikacyjny, 2012 ( w druku)
[3] Rosloniec S., ’’ Systemy radionawigacyjne wspomagające lądowanie samolotów – części I i II’’
 Prace Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji, Część I: zeszyt 144, 2009, str.3¸37; Część II: zeszyt 145, 2010 ,str. 3¸27
[4] Bem D., Systemy telekomunikacyjne, t.3 (radiolokacja i radionawigacja)
 Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1991
[5] Wereszczyński J., Podstawy nawigacji przy użyciu sztucznych satelitów Ziemi.
 PWN, Warszawa 1971
[6] Carpentier M.H., Principles of modern radar systems. Artech House Inc.,
 Dedham (MA), 1988
[7] Skolnik M.L., Introduction to radar systems , third edition,
 McGraw-Hill, New York 2001

**Witryna www przedmiotu:**

www.elka.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

Student, który zaliczył przedmiot posiada podstawową wiedzę na temat: zasad działania podstawowych systemów radiolokacyjnych zarówno monostatycznych, bistatycznych i multistatycznych; - zasad działania naziemnych i satelitarnych systemów radionawigacyjnych; - zasad działania systemów radionawigacyjnych wspomagających lądowanie samolotów; - sygnałów radiolokacyjnych i współczesnych technik ich wytwarzania i odbioru- rozwiązań funkcjonalnych podstawowych urządzeń radiolokacyjnych i radionawigacyjnych

Weryfikacja:

Egzamin w formie pisemnej, dwa kolokwia

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04, K\_W06, K\_W07, K\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi wyznaczyć podstawowe parametry eksploatacyjne omawianych systemów radiolokacyjnych (zasięg, rozróżnialność itp.) i wskazać na ich główne zastosowania

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U07, K\_U09, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U05, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15

**Efekt U2:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi zaprojektować niektóre z bloków funkcjonalnych monostatycznego systemu radiolokacyj- nego, np. liniowego szyku antenowego, filtru dopasowanego, detektora fazowego, itp.

Weryfikacja:

Egz, cz.ustna

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U07, K\_U09, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U05, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15

**Efekt U3:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi zaprojektować strukturę organizacyjną systemów bistaycznego i multistatycznego złożonego z jednego nadajnika (emitera) i czterech pasywnych jednostek odbiorczych

Weryfikacja:

Egz, cz.ustna

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U07, K\_U09, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U05, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15

**Efekt U4:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi omówić (wyjaśnić) zasady działania podstawowych (naziemnych i satelitarnych) systemów radionawigacyjnych , w tym TRANSIT , GPS i GLONASS

Weryfikacja:

Egz, cz.ustna

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U07, K\_U09, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U05, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15

**Efekt U5:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi sformułować równania stadiometryczne opisujące działanie omawianych systemów i podać metody ich rozwiązania w celu wyznaczenia położenia odbiornika

Weryfikacja:

Egz, cz.ustna

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U07, K\_U09, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U05, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15

**Efekt U6:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi omówić zasady działania systemów ILS, MLS i TLS wspomagających lądowanie samolotów

Weryfikacja:

Egz, cz.ustna

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U07, K\_U09, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U05, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U15

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K1:**

Student potrafi pracować indywidualnie i zespołowo nad zadaniem zaprojektowania omawianych systemów radiolokacjnych i radionawigacyjnych lub ich poszczególnych bloków funkcjonalnych

Weryfikacja:

Projekt,konsultacje

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**