

**Opis poszczególnych przedmiotów(zajęć) studiów pierwszego stopnia o profilu ogólnoakademickim
na kierunku Elektronika, prowadzonych na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych**

Przedmioty obowiązkowe

na kierunku Elektronika

(dla obu specjalności)

Zespół Autorski:
dr Gabriel Pietrzkowski

Wstęp do Algebry dla Inżynierów (ALGI) *Introduction to Algebra for Engineers*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *kurs matematyki na poziomie rozszerzonym szkoły średniej*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta:

- z elementarnymi pojęciami z zakresu logiki matematycznej, rozumowania logicznego i teorii mnogości w zakresie pozwalającym na prowadzenie prostych rozważań matematycznych;
- z algebrą liczb zespolonych w stopniu pozwalającym na operowaniu na wielomianach i funkcjach wymiernych o współczynnikach zespolonych;
- z macierzami i ich zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych;
- z podstawami rzeczywistych i zespolonych przestrzeni liniowych.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

- Algebra zdań. Funktory logiczne. Tautologie rachunku zdań. Funkcje zdaniowe jednej zmiennej. (4h)
- Algebra zbiorów. Iloczyn kartezjański. Kwantyfikatory. Funkcje zdaniowe wielu zmiennych. (2h)
- Zasada indukcji matematycznej. Definicja funkcji. Sumy i iloczyny uogólnione zbiorów. Obrazy i przeciwobrazy wyznaczone przez funkcję. (2h)
- Własności funkcji: injektywność, surjektywność, bijektywność. Superpozycja funkcji. Funkcja odwrotna. (2h)
- Liczby zespolone: postać kanoniczna, sprzężenie, moduł, argument, postać trygonometryczna i wykładnicza. Wzór Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. (4h)
- Wielomiany. Zasadnicze tw. algebry. Funkcje wymierne. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste. (2h)
- Macierze. Działania na macierzach. Wyznacznik i rząd macierzy. (4h)

- Rozwiązywanie układów równań liniowych jednorodnych i niejednorodnych. Tw. Cramera i Kroneckera-Capellego. Metoda eliminacji. (2h)
- Macierz odwrotna. Jądro macierzy. Wartości i wektory własne macierzy. (3h)
- Rzeczywiste i zespolone przestrzenie liniowe. Podprzestrzenie liniowe. Kombinacja liniowa wektorów i przestrzeń rozpięta przez układ wektorów. Liniowa zależność. Baza i wymiar przestrzeni liniowej. Macierze współrzędnych i zmiany bazy. (5h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

- J. Kraszewski, Wstęp do matematyki, WNT
- W. Marek, J. Onyszkiewicz, Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach, PWN
- T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 1 i 2, GiS
- I. Nabiałek, Zadania z algebry liniowej, WNT
- H. Rasiowa, Wstęp do matematyki współczesnej, PWN

Oprogramowanie: *brak*

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	2	-	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych* 70 godz., w tym:
 - *obecność na wykładach* 30 godz.,
 - *obecność na ćwiczeniach audytoryjnych* 30 godz.,
 - *udział w konsultacjach* 10 godz.
- *praca własna studenta* 30 godz., w tym:
 - *przygotowanie do ćwiczeń* 20 godz.,
 - *przygotowanie do kolokwium* 10 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

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

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie algebry.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_W01
UMIEJĘTNOŚCI			
U01. Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_U01
K01. Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_K01

Zespół Autorski:
dr Gabriel Pietrzkowski

Wstęp do Algebry dla Inżynierów (ALGI) *Introduction to Algebra for Engineers*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *kurs matematyki na poziomie rozszerzonym szkoły średniej*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta:

- z elementarnymi pojęciami z zakresu logiki matematycznej, rozumowania logicznego i teorii mnogości w zakresie pozwalającym na prowadzenie prostych rozważań matematycznych;
- z algebrą liczb zespolonych w stopniu pozwalającym na operowaniu na wielomianach i funkcjach wymiernych o współczynnikach zespolonych;
- z macierzami i ich zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych;
- z podstawami rzeczywistych i zespolonych przestrzeni liniowych.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

- Algebra zdań. Funktory logiczne. Tautologie rachunku zdań. Funkcje zdaniowe jednej zmiennej. (4h)
- Algebra zbiorów. Iloczyn kartezjański. Kwantyfikatory. Funkcje zdaniowe wielu zmiennych. (2h)
- Zasada indukcji matematycznej. Definicja funkcji. Sumy i iloczyny uogólnione zbiorów. Obrazy i przeciwobrazy wyznaczone przez funkcję. (2h)
- Własności funkcji: injektywność, surjektywność, bijektywność. Superpozycja funkcji. Funkcja odwrotna. (2h)
- Liczby zespolone: postać kanoniczna, sprzężenie, moduł, argument, postać trygonometryczna i wykładnicza. Wzór Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. (4h)
- Wielomiany. Zasadnicze tw. algebry. Funkcje wymierne. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste. (2h)
- Macierze. Działania na macierzach. Wyznacznik i rząd macierzy. (4h)

- Rozwiązywanie układów równań liniowych jednorodnych i niejednorodnych. Tw. Cramera i Kroneckera-Capellego. Metoda eliminacji. (2h)
- Macierz odwrotna. Jądro macierzy. Wartości i wektory własne macierzy. (3h)
- Rzeczywiste i zespolone przestrzenie liniowe. Podprzestrzenie liniowe. Kombinacja liniowa wektorów i przestrzeń rozpięta przez układ wektorów. Liniowa zależność. Baza i wymiar przestrzeni liniowej. Macierze współrzędnych i zmiany bazy. (5h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

- J. Kraszewski, Wstęp do matematyki, WNT
- W. Marek, J. Onyszkiewicz, Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach, PWN
- T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 1 i 2, GiS
- I. Nabiałek, Zadania z algebry liniowej, WNT
- H. Rasiowa, Wstęp do matematyki współczesnej, PWN

Oprogramowanie: *brak*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	2	-	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych* 70 godz., w tym:
 - *obecność na wykładach* 30 godz.,
 - *obecność na ćwiczeniach audytoryjnych* 30 godz.,
 - *udział w konsultacjach* 10 godz.
- *praca własna studenta* 30 godz., w tym:
 - *przygotowanie do ćwiczeń* 20 godz.,
 - *przygotowanie do kolokwium* 10 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

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

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie algebry.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_W01
UMIEJĘTNOŚCI			
U01. Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_U01
K01. Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_K01

Zespół Autorski:
dr Gabriel Pietrzkowski

Wstęp do Algebry dla Inżynierów (ALGI) *Introduction to Algebra for Engineers*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *kurs matematyki na poziomie rozszerzonym szkoły średniej*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta:

- z elementarnymi pojęciami z zakresu logiki matematycznej, rozumowania logicznego i teorii mnogości w zakresie pozwalającym na prowadzenie prostych rozważań matematycznych;
- z algebrą liczb zespolonych w stopniu pozwalającym na operowaniu na wielomianach i funkcjach wymiernych o współczynnikach zespolonych;
- z macierzami i ich zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych;
- z podstawami rzeczywistych i zespolonych przestrzeni liniowych.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

- Algebra zdań. Funktory logiczne. Tautologie rachunku zdań. Funkcje zdaniowe jednej zmiennej. (4h)
- Algebra zbiorów. Iloczyn kartezjański. Kwantyfikatory. Funkcje zdaniowe wielu zmiennych. (2h)
- Zasada indukcji matematycznej. Definicja funkcji. Sumy i iloczyny uogólnione zbiorów. Obrazy i przeciwobrazy wyznaczone przez funkcję. (2h)
- Własności funkcji: injektywność, surjektywność, bijektywność. Superpozycja funkcji. Funkcja odwrotna. (2h)
- Liczby zespolone: postać kanoniczna, sprzężenie, moduł, argument, postać trygonometryczna i wykładnicza. Wzór Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. (4h)
- Wielomiany. Zasadnicze tw. algebry. Funkcje wymierne. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste. (2h)
- Macierze. Działania na macierzach. Wyznacznik i rząd macierzy. (4h)

- *Rozwiązywanie układów równań liniowych jednorodnych i niejednorodnych. Tw. Cramera i Kroneckera-Capellego. Metoda eliminacji. (2h)*
- *Macierz odwrotna. Jądro macierzy. Wartości i wektory własne macierzy. (3h)*
- *Rzeczywiste i zespolone przestrzenie liniowe. Podprzestrzenie liniowe. Kombinacja liniowa wektorów i przestrzeń rozpięta przez układ wektorów. Liniowa zależność. Baza i wymiar przestrzeni liniowej. Macierze współrzędnych i zmiany bazy. (5h)*

Egzamin: *nie*

Literatura:

- J. Kraszewski, Wstęp do matematyki, WNT
- W. Marek, J. Onyszkiewicz, Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach, PWN
- T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 1 i 2, GiS
- I. Nabałek, Zadania z algebry liniowej, WNT
- H. Rasiowa, Wstęp do matematyki współczesnej, PWN

Oprogramowanie: *brak*

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	2	-	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych* 70 godz., w tym:
 - *obecność na wykładach* 30 godz.,
 - *obecność na ćwiczeniach audytoryjnych* 30 godz.,
 - *udział w konsultacjach* 10 godz.
- *praca własna studenta* 30 godz., w tym:
 - *przygotowanie do ćwiczeń* 20 godz.,
 - *przygotowanie do kolokwium* 10 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

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

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie algebry.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_W01
UMIEJĘTNOŚCI			
U01. Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_U01
K01. Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_K01

Zespół Autorski:
dr Gabriel Pietrzkowski

Wstęp do Algebry dla Inżynierów (ALGI) *Introduction to Algebra for Engineers*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *kurs matematyki na poziomie rozszerzonym szkoły średniej*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta:

- z elementarnymi pojęciami z zakresu logiki matematycznej, rozumowania logicznego i teorii mnogości w zakresie pozwalającym na prowadzenie prostych rozważań matematycznych;
- z algebrą liczb zespolonych w stopniu pozwalającym na operowaniu na wielomianach i funkcjach wymiernych o współczynnikach zespolonych;
- z macierzami i ich zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych;
- z podstawami rzeczywistych i zespolonych przestrzeni liniowych.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

- Algebra zdań. Funktory logiczne. Tautologie rachunku zdań. Funkcje zdaniowe jednej zmiennej. (4h)
- Algebra zbiorów. Iloczyn kartezjański. Kwantyfikatory. Funkcje zdaniowe wielu zmiennych. (2h)
- Zasada indukcji matematycznej. Definicja funkcji. Sumy i iloczyny uogólnione zbiorów. Obrazy i przeciwobrazy wyznaczone przez funkcję. (2h)
- Własności funkcji: injektywność, surjektywność, bijektywność. Superpozycja funkcji. Funkcja odwrotna. (2h)
- Liczby zespolone: postać kanoniczna, sprzężenie, moduł, argument, postać trygonometryczna i wykładnicza. Wzór Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. (4h)
- Wielomiany. Zasadnicze tw. algebry. Funkcje wymierne. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste. (2h)
- Macierze. Działania na macierzach. Wyznacznik i rząd macierzy. (4h)

- Rozwiązywanie układów równań liniowych jednorodnych i niejednorodnych. Tw. Cramera i Kroneckera-Capellego. Metoda eliminacji. (2h)
- Macierz odwrotna. Jądro macierzy. Wartości i wektory własne macierzy. (3h)
- Rzeczywiste i zespolone przestrzenie liniowe. Podprzestrzenie liniowe. Kombinacja liniowa wektorów i przestrzeń rozpięta przez układ wektorów. Liniowa zależność. Baza i wymiar przestrzeni liniowej. Macierze współrzędnych i zmiany bazy. (5h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

- J. Kraszewski, Wstęp do matematyki, WNT
- W. Marek, J. Onyszkiewicz, Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach, PWN
- T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 1 i 2, GiS
- I. Nabiałek, Zadania z algebry liniowej, WNT
- H. Rasiowa, Wstęp do matematyki współczesnej, PWN

Oprogramowanie: *brak*

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	2	-	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych* 70 godz., w tym:
 - *obecność na wykładach* 30 godz.,
 - *obecność na ćwiczeniach audytoryjnych* 30 godz.,
 - *udział w konsultacjach* 10 godz.
- *praca własna studenta* 30 godz., w tym:
 - *przygotowanie do ćwiczeń* 20 godz.,
 - *przygotowanie do kolokwium* 10 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

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

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie algebry.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_W01
UMIEJĘTNOŚCI			
U01. Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_U01
K01. Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_K01

Zespół Autorski:
dr Gabriel Pietrzkowski

Wstęp do Algebry dla Inżynierów (ALGI) *Introduction to Algebra for Engineers*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *kurs matematyki na poziomie rozszerzonym szkoły średniej*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta:

- z elementarnymi pojęciami z zakresu logiki matematycznej, rozumowania logicznego i teorii mnogości w zakresie pozwalającym na prowadzenie prostych rozważań matematycznych;
- z algebrą liczb zespolonych w stopniu pozwalającym na operowaniu na wielomianach i funkcjach wymiernych o współczynnikach zespolonych;
- z macierzami i ich zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych;
- z podstawami rzeczywistych i zespolonych przestrzeni liniowych.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

- Algebra zdań. Funktory logiczne. Tautologie rachunku zdań. Funkcje zdaniowe jednej zmiennej. (4h)
- Algebra zbiorów. Iloczyn kartezjański. Kwantyfikatory. Funkcje zdaniowe wielu zmiennych. (2h)
- Zasada indukcji matematycznej. Definicja funkcji. Sumy i iloczyny uogólnione zbiorów. Obrazy i przeciwobrazy wyznaczone przez funkcję. (2h)
- Własności funkcji: injektywność, surjektywność, bijektywność. Superpozycja funkcji. Funkcja odwrotna. (2h)
- Liczby zespolone: postać kanoniczna, sprzężenie, moduł, argument, postać trygonometryczna i wykładnicza. Wzór Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. (4h)
- Wielomiany. Zasadnicze tw. algebry. Funkcje wymierne. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste. (2h)
- Macierze. Działania na macierzach. Wyznacznik i rząd macierzy. (4h)

- Rozwiązywanie układów równań liniowych jednorodnych i niejednorodnych. Tw. Cramera i Kroneckera-Capellego. Metoda eliminacji. (2h)
- Macierz odwrotna. Jądro macierzy. Wartości i wektory własne macierzy. (3h)
- Rzeczywiste i zespolone przestrzenie liniowe. Podprzestrzenie liniowe. Kombinacja liniowa wektorów i przestrzeń rozpięta przez układ wektorów. Liniowa zależność. Baza i wymiar przestrzeni liniowej. Macierze współrzędnych i zmiany bazy. (5h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

- J. Kraszewski, Wstęp do matematyki, WNT
- W. Marek, J. Onyszkiewicz, Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach, PWN
- T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 1 i 2, GiS
- I. Nabiałek, Zadania z algebry liniowej, WNT
- H. Rasiowa, Wstęp do matematyki współczesnej, PWN

Oprogramowanie: *brak*

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	2	-	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych* 70 godz., w tym:
 - *obecność na wykładach* 30 godz.,
 - *obecność na ćwiczeniach audytoryjnych* 30 godz.,
 - *udział w konsultacjach* 10 godz.
- *praca własna studenta* 30 godz., w tym:
 - *przygotowanie do ćwiczeń* 20 godz.,
 - *przygotowanie do kolokwium* 10 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

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

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie algebry.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_W01
UMIEJĘTNOŚCI			
U01. Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_U01
K01. Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	K_K01

Zespół Autorski:

dr inż. Piotr Firek

dr inż. Agnieszka Zaręba

prof. dr hab. inż. W. Pleskacz

prof. dr hab. inż. Jan Szmidt,

Fizyka Półprzewodników w Elektronice i Fotonice (FPEF)
Semiconductors Physics in Electronics and Photonics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: -

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami fizycznymi występującymi w ciałach stałych (ze szczególnym uwzględnieniem półprzewodników), z własnościami elektrycznymi i optycznymi tych materiałów oraz z podstawami działania przyrządów półprzewodnikowych w systemach mikro- i nanoelektroniki.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Realizacja przedmiotu obejmuje 15 dwugodzinnych wykładów.

Ponadto student może uczestniczyć w konsultacjach.

Przedmiot będzie częściowo prowadzony z wykorzystaniem innowacyjnych form kształcenia, w tym metodyki PBL (Project Based Learning).

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

ocenę wiedzy i umiejętności w trakcie pisemnych kolokwium wykładowych (pytania o charakterze teoretycznym i problemy rachunkowe, w niektórych przypadkach student może korzystać z dozwolonych materiałów pomocniczych, np. kart wzorów);

formatywną ocenę związaną z rozwiązaniem problemów podanych przez prowadzącego, a także z interaktywną formą prowadzenia wykładów;

ocenę ewentualnego sprawdzianu ustnego w przypadku wątpliwości co do oceny.

Opis wykładu:

1. Wprowadzenie do elektroniki ciała stałego. Wymagania stawiane współczesnym materiałom i przyrządom mikroelektronicznym i optoelektronicznym (rozmiary, napięcie zasilania, częstotliwość pracy, długość fali elektromagnetycznej). Ograniczenia fizyczne i techniczne. Nanoelektronika i fotonika jako dziedziny elektroniki najbliższej przyszłości. (2h)
2. Postulaty mechaniki kwantowej. Dualizm falowo-korpuskularny, fale de Broglie'a, funkcja falowa. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Przykłady rozwiązań równania Schrödingera. Model atomu w ujęciu półklasycznym i mechaniczno-quantowym. Liczby kwantowe i ich interpretacja. Zakaz Pauliego. Atom wodoropodobny. (4h)
3. Atomy wieloelektronowe (przykłady konfiguracji elektronowych). Wiązania, kryształy, defekty. Rozczepienie poziomów energetycznych na przykładzie atomów sodu (Na) i krzemu (Si). Tworzenie się pasm energetycznych. Zależność $E = f(k)$ dla półprzewodników. Pasma energii zabronionych. Metale, półprzewodniki, dielektryki – właściwości elektrofizyczne i pasmowe modele energetyczne (przykładowe wartości E_G w $T=300K$). (4h)
4. Przyrządy z efektami kwantowymi: nanorurki, kropki kwantowe, bramki kwantowe, struktury z grafenem, idea komputera kwantowego. (1h)
5. Pasmowy model energetyczny jako narzędzie charakteryzacji ciała stałego. Pojęcie i właściwości dziury. Statystyka nośników ładunku elektrycznego w stanie równowagi termodynamicznej. Półprzewodniki domieszkowane. Wpływ temperatury na koncentracje nośników. (2h)
6. Koncentracje nierównowagowe w półprzewodniku. Rodzaje i mechanizmy generacji i rekombinacji nośników ładunku. Transport nośników w ciele stałym: prąd unoszenia, prąd dyfuzyjny. Równania transportu: prądu, Poissona, ciągłości. Czas życia nośników nadmiarowych, średnia droga dyfuzji, czas relaksacji dielektrycznej. (3h)
7. Złącze p-n. Wstrzykiwanie i ekskluzja nośników, mechanizmy przepływu nośników. Rozkłady ładunku, natężenia pola i potencjału, model pasmowy. Warstwa zaporowa i jej pojemność. Charakterystyka prądowo-napięciowa i wpływ temperatury na nią. Mechanizmy przebicia.
Styk metal-półprzewodnik (kontakt omowy, dioda Schottky'ego).
Przykładowe zastosowania: diody prostownicze, stabilizacyjne, impulsowe.
Zjawiska fotoelektryczne w półprzewodnikach i ich wykorzystanie (fotorezystor, fotodiody, LED). (8h)
8. Kondensator MOS. Struktura idealna, zmiana stanu przypowierzchniowego obszaru półprzewodnika, modele pasmowe. Charakterystyki pojemnościowo-napięciowe LF i HF, ekstrakcja parametrów struktury. Matryce CCD. (3h)
9. Kolokwia (3h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

Materiały do zajęć – slajdy, itp.

Literatura podstawowa:

1. R. P. Feynman, „Feynmana wykłady z fizyki Tom 3 Mechanika kwantowa”, PWN, Warszawa, 2019.
2. Ch. Kittel, „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN, Warszawa, 2011.
3. S. M. Sze, K. Ng, “Physics of semiconductor devices”, John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, 2007.
4. Chenming Calvin Hu, “Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits”, 2010. (<https://people.eecs.berkeley.edu/~hu/Book-Chapters-and-Lecture-Slides-download.html>)
5. J. Hennel, „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej”, WNT, Warszawa, 2003.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 40 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
udział w konsultacjach 10 godz.*
2. *praca własna studenta – 35 godz., w tym
przygotowanie do wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i literatury dodatkowej,
próba rozwiązania zadań rachunkowych przekazanych na wykładzie)
20 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.6 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0 pkt ECTS.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę dotyczącą fundamentalnych praw i zasad mechaniki kwantowej	wykład	kolokwium	K1_W02
Ma podstawową wiedzę dotyczącą zjawisk zachodzących w półprzewodniku w stanie równowagi termodynamicznej i w stanie nierównowagi termodynamicznej	wykład	kolokwium	K1_W07
Ma podstawową wiedzę dotyczącą zjawisk wstrzykiwania i ekstrakcji nośników (np. w złączach p-n, m-s)	wykład	kolokwium	K1_W07
Ma podstawową wiedzę z zakresu działania omawianych przyrządów półprzewodnikowych	wykład	kolokwium	K1_W07
Ma podstawową wiedzę o wiązaniach w kryształach oraz zjawiskach i właściwościach będących ich konsekwencjami	wykład	kolokwium	K1_W02 K1_W07
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi dokonać analizy podstawowych zjawisk opisywanych prawami mechaniki kwantowej w nanoelektronice lub fotonice (np. na podstawie przebiegu kwadratu modułu funkcji falowej)	wykład	kolokwium	K1_U02
Potrafi wykorzystać model pasmowy ciała stałego do analizy zjawisk w ciele stałym i przyrządach półprzewodnikowych (np. złącza p-n, m-s)	wykład	kolokwium	K1_U13
Umie oszacować równowagowe koncentracje nośników ładunku w półprzewodnikach samoistnych i domieszkowanych z uwzględnieniem wpływu temperatury	wykład	kolokwium	K1_U04
Potrafi określić podstawowe parametry półprzewodników związane ze stanem nierównowagi termodynamicznej, rozróżnia i rozpoznaje czynniki wywołujące przepływ prądu w podstawowych przyrządach półprzewodnikowych oraz potrafi oszacować wartości odpowiednich prądów (unoszenia, dyfuzji)	wykład	kolokwium	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie	wykład, konsultacje	ocena aktywności w trakcie wykładu i/lub konsultacji	K1_K01

Autor/Zespół Autorski:

dr inż. Arkadiusz Luczyk

dr hab. inż. Witold Pleskacz, prof. PW

Systemy Internetu Rzeczy (IOT)
Systems of Internet of Things

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *6*

Minimalny numer semestru: *6*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do Systemów Wbudowanych (WSW), Programowanie Strukturalne (PROS), Elektronika Analogowa 2 (ELA2)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych zagadnień związanych z systemami Internetu Rzeczy – IoT. Dotyczy to zwłaszcza architektury i podstawowych komponentów systemów IoT, ich parametrów oraz zasad projektowania zwłaszcza na poziomie urządzeń tworzących rzeczy w systemach IoT. Kolejnym celem jest przygotowanie studentów do praktycznej realizacji systemów IoT z wykorzystaniem dostępnych układów i narzędzi projektowania oraz środowisk programistycznych.

Treść kształcenia:

Wykłady (30h):

Sprawy organizacyjne i regulaminowe – 1h. Założenia, definicje i architektury systemów Internetu Rzeczy: znaczenie gospodarcze i społeczne; kierunki i perspektywy rozwoju – 1h.

Zastosowania i aplikacje Internetu Rzeczy: inteligentny dom, miasto oraz rzeczywistość wspomagana; opieka medyczna (telemedycyna); rolnictwo, leśnictwo i ochrona środowiska; przemysł i energetyka; transport, ekonomia i gospodarka – 2h.

Technologie Internetu Rzeczy: technologie i infrastruktura IT (przetwarzanie wielkich ilości danych, chmury obliczeniowe, algorytmy i uczenie maszynowe, eksploracja wiedzy);

technologie i infrastruktura telekomunikacyjna; technologie sprzętu (systemy elektroniczne, wbudowane i układy scalone) – 2h.

Techniczne i technologiczne wyzwania Internetu Rzeczy: przetwarzanie i przechowywanie danych; bezpieczeństwo; komunikacja; zasilanie i pobór mocy; skalowalność i otwartość systemów; programowanie i rekonfiguracja; systemy operacyjne i systemy czasu rzeczywistego – 2h.

Poziomy i techniki komunikacji w ekosystemie IoT: technologie i ich parametry; projektowanie z uwzględnieniem wydajności, poboru mocy, bezpieczeństwa oraz kosztów; sprzęt i dostępne narzędzia – 2h.

Architektura i technologie systemów teleinformatycznych IT dla IoT: systemy operacyjne i systemy czasu rzeczywistego; procesory sygnałowe, komunikacyjne, graficzne i ogólnego przeznaczenia; klastry obliczeniowe; programowanie i języki programowania na różnych poziomach ekosystemu IoT – 2h. **Kolokwium wykładowe 1.** – 1h.

Programowanie systemu wbudowanego i scalonego na potrzeby Internetu Rzeczy: przypomnienie i omówienie podstawowych zasad i języków programowania systemów mikroprocesorowych; przegląd dostępnych układów i systemów z uwzględnieniem bloków kryptograficznych oraz trybów pracy układów mikroprocesorowych; omówienie i analiza przykładowej aplikacji dla urządzenia wbudowanego w systemie IoT – 4h. **Poprawa kolokwium wykładowego 1.** – 1h.

Pozyskiwanie, przetwarzanie i przechowywanie danych: źródła danych oraz metody ich pozyskiwania; systemy wbudowane, ich parametry i projektowanie systemu; przetwarzania danych na różnych poziomach ekosystemu IoT; analityka IoT – 2h.

Bezpieczeństwo systemów IoT: poziomy i znaczenie bezpieczeństwa; podstawowe algorytmy oraz metody szyfrowania i uwierzytelniania; wsparcie sprzętowe (bloki i systemy kryptograficzne); metodyka projektowania pod kątem bezpieczeństwa; źródła zagrożeń bezpieczeństwa systemu i sposoby im zapobiegania – 2h.

Zasilanie i pobór mocy w systemach IoT: infrastruktura centrów obliczeniowych; zasilanie układów komunikacyjnych; zasilanie urządzeń i systemów wbudowanych; pozyskiwanie energii i zasilanie układów autonomicznych; projektowanie pod kątem poboru mocy; tryby pracy układów scalonych i systemów wbudowanych – 2h. **Kolokwium wykładowe 2.** – 1h

Projektowanie systemu wbudowanego i scalonego na potrzeby Internetu Rzeczy: przypomnienie i omówienia podstawowych zasad i technik projektowania systemów wbudowanych i scalonych; przegląd dostępnych układów i systemów z uwzględnieniem: bloków komunikacyjnych, kryptograficznych oraz podstawowych parametrów technicznych i technologicznych; omówienie i analiza przykładowego systemu do zastosowań IoT – 3h. **Poprawa kolokwium wykładowego 2.** – 1h.

Podsumowanie: perspektywy rozwoju i dalszych możliwości pogłębiania wiedzy i umiejętności w zakresie systemów IoT – 1h.

Laboratorium (15h):

- Arduino/STM32L/PSOC) – 1,5h; omówienie i przydzielenie projektów do samodzielnej realizacji przez studentów – 1,5h.

- **Pozyskiwanie, przetwarzanie i przechowywanie danych:** W ramach laboratorium student oprogramuje prosty system do akwizycji i przetwarzania danych. Zebrane dane podda podstawowej obróbce cyfrowej w układzie i prześle do serwera. Na serwerze zrealizuje i uruchomi program przetwarzania zebranych danych w celu przeprowadzenia różnego rodzaju analiz i statystyk. W czasie laboratorium student wykorzysta i rozwinie umiejętności programowania mikrokontrolerów i systemów wbudowanych w języku C/C++ oraz programowania systemowego i sieciowego w języku Python z wykorzystaniem pakietów do przetwarzania dużych zbiorów danych – 3h.
- **Bezpieczeństwo systemów IoT:** W ramach ćwiczenia student uzupełni opracowany system z poprzedniego ćwiczenia o zabezpieczenia wykorzystujące szyfrowanie przesyłanych danych. W opracowanym przez studenta oprogramowaniu wbudowanym zostaną wykorzystane bloki kryptograficzne i różne tryby pracy mikroprocesora. Na serwerze dane zostaną odszyfrowane i poddane analizie – 3h.
- **Zasilanie i pobór mocy w systemach IoT:** W ramach ćwiczenia student wzbogaci aplikację wbudowaną w możliwość sterowania trybami pracy układu mikroprocesorowego pod kątem minimalizacji poboru mocy. Przeprowadzona zostanie analiza wpływu różnych parametrów układu wbudowanego oraz wykorzystywanych zasobów na pobór mocy systemu wbudowanego – 3h.
- **Zajęcia podsumowujące:** W ramach zajęć studenci oddadzą ostateczne wyniki swoich projektów laboratoryjnych, które będą podlegać końcowej ocenie. Ocena za każdy z projektów laboratoryjnych będzie składać się z dwóch części. Pierwsza oceniająca wyniki pracy studenta w czasie laboratorium po każdym z poszczególnych zajęć. Druga ocena wyniku końcowego danego projektu laboratoryjnego – 3h.

Zajęcia fakultatywne (28h):

Wizyta w Centrum Informatycznym Świerk – Narodowego Centrum Jądrowych w Otwocku. W ramach wizyty studenci zapoznają się ze strukturą i budową centrum przetwarzania i przechowywania olbrzymich ilości danych – 8h.

Wizyta w laboratorium wytwarzania układów i systemów elektronicznych oraz fotonicznych. W ramach wizyty studenci zapoznają się z procesem wytwarzania układów scalonych oraz systemów elektronicznych i fotonicznych – 8h.

Praktyka programowania: *Zapoznanie się i programowanie systemu laboratoryjnego – 12h.*

Projekt (30h):

Student będzie mógł wybrać i zrealizować rozbudowany projekt w trzech podstawowych obszarach: gromadzenia i przetwarzania danych, bezpieczeństwa w systemach IoT i zasilania układów wbudowanych. Do realizacji projektu student będzie mógł wykorzystać sprzęt dostępny w laboratorium lub zakupiony we własnym zakresie moduł uruchomieniowy. Niezależnie od celu szczegółowego projektu, w całości będzie on musiał stanowić pełen system IoT. Dodatkowo wykorzystany system mikroprocesorowy będzie musiał pracować pod kontrolą systemu czasu rzeczywistego – 30h.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

Literatura:

- M. Miller: *Internet rzeczy. Jak inteligentne telewizory, samochody, domy i miasta zmieniają świat*, 2016.
- A. Pal; B. Purushothaman: *Technical challenges and solutions*, 2017.
- É. Bossé, Basel Solaima: *Information fusion and analytics for big data and IoT*, 2016.
- D. Hanes, G. Salgueiro, P. Grossetete, R. Barton, J. Henry: *IoT fundamentals: networking technologies, protocols, and use cases for the Internet of Things*, 2017.
- Perry Lea: *Internet of Things for architects: architecting solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security*, 2018.
- D. W. Lewis: *Między asemblerem a językiem C: podstawy oprogramowania wbudowanego*, 2004.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- | | |
|--|------------------|
| 1. liczba godzin kontaktowych – | 50 godz., w tym: |
| obecność na wykładach | 26 godz. |
| obecność na kolokwiach | 2 godz. |
| obecność na laboratorium | 15 godz. |
| konsultacje wykładowe i projektowe | 7 godz. |
| 2. praca własna studenta – | 75 godz., w tym: |
| powtórzenie materiału do wykładów | 10 godz. |
| przygotowanie do dwóch kolokwiów wykładowych | 15 godz. |
| przygotowanie do laboratorium | 15 godz. |
| realizacja projektu | 35 godz. |

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 35 godz. realizacji projektu.

Efekty uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: posiada usystematyzowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą architektury i budowy systemów mikroprocesorowych i wbudowanych oraz praktyki ich wykorzystania w pozyskiwaniu i przetwarzaniu sygnałów	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwium, laboratoria, projekt	K1_W10, K1_W12, K1_W13
W2: posiada usystematyzowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą architektury systemów elektronicznych oraz teleinformatycznych	Wykład, laboratoria	Kolokwium, laboratoria	K1_W12, K1_W13
W3: posiada usystematyzowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą programowania systemów mikroprocesorowych i wbudowanych oraz ich bezpieczeństwa	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwium, laboratoria, projekt	K1_W01, K1_W12, K1_W13
W4: posiada usystematyzowaną wiedzę dotyczącą budowy i oprogramowania współczesnych systemów informatycznych i teleinformatycznych oraz ich bezpieczeństwa	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt	K1_W01, K1_W03, K1_W04, K1_W13
W5: rozumie znaczenie gospodarcze i społeczne współczesnych systemów elektronicznych i teleinformatycznych	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt	K1_W15
W6: zna techniki zasilania systemów autonomicznych oraz techniki redukcji poboru mocy	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwium, laboratoria, projekt	K1_W02, K1_W05, K1_W06, K1_W07, K1_W08, K1_W12, K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: potrafi dobrać parametry systemu wbudowanego w celu realizacji	Wykład, laboratorium,	Kolokwium,	K1_U02, K1_U04,

postawionego zadania	projekt	laboratorium, projekt	K1_U08, K1_U11, K1_U13, K1_U14, K1_U16, K1_U19
U2: potrafi oprogramować system wbudowany oraz teleinformatyczny w celu realizacji postawionego zadania	Wykład, laboratorium, projekt	Kolokwium, laboratorium, projekt	K1_U02, K1_U04, K1_U08, K1_U10, K1_U11, K1_U15, K1_U18, K1_U21
U3: potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy kryptograficzne w systemie wbudowanym jak i serwerowym	Wykład, laboratorium, projekt	Kolokwium, laboratorium, projekt	K1_U02, K1_U04, K1_U08, K1_U11, K1_U15, K1_U18, K1_U21
U4: potrafi dobrać i wykorzystać tryby pracy systemu mikroprocesorowego w celu redukcji poboru mocy lub zwiększenia poziomu bezpieczeństwa systemu	Wykład, laboratorium, projekt	Kolokwium, laboratorium, projekt	K1_U04, K1_U08, K1_U18, K1_U21
U5: potrafi zestawić i oprogramować system czasu rzeczywistego	Wykład, laboratorium, projekt	Kolokwium, laboratorium, projekt	K1_U04, K1_U08, K1_U18, K1_U21
U6: potrafi zidentyfikować wymagania oraz użyć odpowiedniej techniki komunikacji przewodowej jak i bezprzewodowej z uwzględnieniem efektywności komunikacji jak i jej bezpieczeństwa	Wykład, laboratorium, projekt	Kolokwium, laboratorium, projekt	K1_U04, K1_U08, K1_U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS1: potrafi pracować indywidualnie i/lub w małym (2-3 osobowym) zespole nad programowaniem systemów elektronicznych	Laboratoria, projekt	Laboratoria, projekt	K1_K03 K1_K04

KS2: rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej	Wykład	Kolokwium	K1_K02
KS3: Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt	K1_K06

Autor/Zespół Autorski:
dr hab. inż. Piotr Wieczorek
mgr inż. Maciej Radtke

Laboratorium Elektroniki Analogowej 1 (LELA1) ***Laboratory of Analog Electronics 1***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Teoria Obwodów (TOB), Podstawy Pomiarów Wielkości Elektrycznych (POME), Elektronika Analogowa 1 (ELA1)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z praktyczną stroną realizacji podstawowych układów elektronicznych. W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się z właściwościami i ograniczeniami badanych układów, mogą też skonfrontować ich rzeczywiste działanie z zachowaniem teoretycznym, poznanym w trakcie przedmiotu poprzedzającego o odpowiadającej tematyce (ELA 1). Większość ćwiczeń jest poprzedzona koniecznością wykonania niewielkiego projektu badanego układu, co pozwala na dokładniejsze poznanie zasad jego działania.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Zajęcia laboratoryjne są podzielone na osiem trzygodzinnych ćwiczeń, z czego oceny z siedmiu (ćwiczenia od 2 do 8) są brane pod uwagę przy wystawianiu oceny końcowej.

Wykonanie ćwiczenia polega na zmontowaniu zaprojektowanego wcześniej układu na dedykowanej płytce laboratoryjnej, zbadaniu jego właściwości, pomiarach podstawowych parametrów, a następnie zestawieniu uzyskanych wyników z teoretycznymi i wyciągnięciu wniosków.

Z wykonanych w laboratorium doświadczeń studenci sporządzają pisemne sprawozdanie. Podstawą wystawienia oceny z wykonania ćwiczenia jest zawartość sprawozdania, ocena pracy w laboratorium oraz, ewentualnie, indywidualna rozmowa zaliczeniowa.

Projekt wstępny jest przygotowywany samodzielnie przed zajęciami, z użyciem zarówno obliczeń ręcznych, jak i symulacji (jednak nie dopuszcza się projektowania wyłącznie symulacyjnego, metodą „prób i błędów”).

W szczególnych przypadkach, na życzenie studenta, treść ćwiczenia może zostać zmodyfikowana. Badany układ może zostać zmontowany (zlutowany) na płytce uniwersalnej, może być też zbadany własny układ, o cechach odpowiadających tematyce ćwiczenia. Takie działania wymagają wcześniejszej, indywidualnej zgody osoby prowadzącej zajęcia laboratoryjne.

Instrukcje do ćwiczeń, opisy sprzętu laboratoryjnego i dydaktyczne materiały pomocnicze są na bieżąco publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Ćwiczenie wprowadzające

Wprowadzenie do laboratorium, zapoznanie się z zasadami pracy oraz ze sprzętem laboratoryjnym. Realizacja prostego układu (zaproponowanego przez prowadzącego zajęcia) na uniwersalnej uruchomieniowej płytce laboratoryjnej. Pomiary z użyciem wszystkich dostępnych w laboratorium przyrządów pomiarowych, opracowanie wyników przeprowadzonych pomiarów i obserwacji.

2. Wzmacniacz jednotranzystorowy w konfiguracjach WE i WB

Projekt wzmacniaczy jednotranzystorowych o zadanych parametrach, pracujących w układach WE i WB. Montaż zaprojektowanych układów na płytce uruchomieniowej. Obserwacja charakterystycznych cech zmontowanych układów. Pomiary uzyskanych parametrów i ich zestawienie z parametrami przewidywanymi teoretycznie, analiza przyczyn wystąpienia niezgodności. Ograniczenia amplitudy wzmacnianego sygnału, nieliniowość. Porównanie właściwości wzmacniaczy pracujących w dwóch zbadanych konfiguracjach.

3. Wtórnik: układy WK i WD

Projekt wtórników o zadanych parametrach, zbudowanych z tranzystorów: bipolarnego i unipolarnego. Montaż zaprojektowanych układów na płytce uruchomieniowej. Obserwacja charakterystycznych cech zmontowanych układów. Pomiary uzyskanych parametrów i ich zestawienie z parametrami przewidywanymi teoretycznie, analiza przyczyn wystąpienia niezgodności. Ograniczenia dynamiki. Porównanie właściwości wtórników zbudowanych przy użyciu dwóch podstawowych typów tranzystorów.

4. Źródła prądowe

Badanie tranzystorów: bipolarnego i unipolarnego, użytych jako źródła prądu. Proste źródła prądowe i ich rezystancja wewnętrzna (upływu). Wpływ rezystancji włączonej szeregowo w obwód emitera/drenu na upływność źródła prądowego. Lustro prądowe. Precyzyjne źródło prądowe ze wzmacniaczem operacyjnym, jego właściwości i ograniczenia.

5. Układ różnicowy

Badanie właściwości układów różnicowych zbudowanych z tranzystorów bipolarnych i unipolarnych. Wzmocnienie różnicowe i wzmocnienie składowej wspólnej, CMRR. Wzmacniacz różnicowy z lustrem prądowym, jego właściwości i ograniczenia. Rozszerzenie zakresu liniowej pracy: wzmacniacz różnicowy z poszerzoną strefą przejściową.

6. Wzmacniacz operacyjny I

Projekt wzmacniacza o zadanym wzmocnieniu i konfiguracji, montaż układu na płycie laboratoryjnej. Uruchomienie układu, pomiar uzyskanych parametrów. Podstawowe ograniczenia wzmacniacza operacyjnego: slew-rate, pole wzmocnienia, drop-out i ich wpływ na właściwości badanego układu.

7. Przelączniki elektroniczne

Tranzystory bipolarne i unipolarne jako przelączniki elektroniczne. Dobór sposobu sterowania, związek warunków sterowania z szybkością przelączania klucza. Porównanie cech kluczy zbudowanych z różnych rodzajów i typów tranzystorów. Przelącznik prądowy, bramka diodowa.

8. Stabilizatory napięcia stałego o pracy ciągłej

Badanie właściwości stabilizatora równoległego. Współczynnik stabilizacji i rezystancja wewnętrzna. Stabilizator szeregowy i jego właściwości, porównanie ze stabilizatorem równoległym. Stabilizator ze wzmacniaczem błędu i sprzężeniem zwrotnym.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 2009
2. P. Horowitz, W. Hill, Sztuka elektroniki, WKŁ 2018
3. M. Rusek, J. Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach. WNT, 2006
4. R. Jacob Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley, IEEE press, 2010
5. Dydaktyczne materiały pomocnicze do ćwiczeń (różnych autorów), publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Oprogramowanie:

Symulator obwodowy SPICE, środowisko Matlab, system operacyjny Windows lub Linux

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
-	-	2	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. Liczba godzin kontaktowych: 35 godz., w tym
 - obecność na laboratorium 30 godz.,
 - konsultacje i zaliczenia 5 godz.
2. Praca własna studenta: 15 godz., w tym przygotowanie do laboratorium 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,4 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W08
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze analogowych układów elektronicznych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy obwodów elektrycznych, elementów elektronicznych, analogowych układów elektronicznych oraz prostych systemów elektronicznych.	laboratorium	projekt	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych elementów elektronicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	laboratorium	laboratorium	K1_U12 K1_U21
U3: Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U13
U4: Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi, analogowe układy i systemy elektroniczne.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U16
U5: Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U19

odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.			
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_K01

Autor/Zespół Autorski:
dr hab. inż. Piotr Wieczorek
mgr inż. Maciej Radtke

Laboratorium Elektroniki Analogowej 2 (LELA2) *Laboratory of Analog Electronics 2*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Elektronika Analogowa 2 (ELA2),
Laboratorium Elektroniki Analogowej 1 (LELA1)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku
Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z praktyczną stroną realizacji złożonych układów i systemów elektronicznych. W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się z właściwościami i ograniczeniami badanych układów, mogą też skonfrontować ich rzeczywiste działanie z zachowaniem teoretycznym, poznanym w trakcie przedmiotów poprzedzających o odpowiadającej tematyce (ELA 1, ELA 2, LELA 1). Zajęcia w laboratorium są na ogół poprzedzone koniecznością wykonania prostego projektu badanego układu, co pozwala na dokładniejsze poznanie zasad jego działania.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Zajęcia laboratoryjne są podzielone na osiem trzygodzinnych ćwiczeń, z czego oceny z siedmiu najlepiej ocenionych są brane pod uwagę przy wystawianiu oceny końcowej.

Wykonanie ćwiczenia polega na zmontowaniu zaprojektowanego wcześniej układu na dedykowanej albo uniwersalnej płytce laboratoryjnej, zbadaniu jego właściwości, pomiarach podstawowych parametrów, a następnie zestawieniu uzyskanych wyników z teoretycznymi i wyciągnięciu wniosków.

Z wykonanych w laboratorium doświadczeń studenci sporządzają pisemne sprawozdanie. Podstawą wystawienia oceny z wykonania ćwiczenia jest zawartość sprawozdania, ocena pracy w laboratorium oraz, ewentualnie, indywidualna rozmowa zaliczeniowa.

Projekt wstępny jest przygotowywany samodzielnie przed zajęciami, z użyciem zarówno obliczeń ręcznych, jak i symulacji (jednak nie dopuszcza się projektowania wyłącznie symulacyjnego, wykonanej metodą „prób i błędów”).

W szczególnych przypadkach, na życzenie studenta, treść ćwiczenia może zostać zmodyfikowana albo zmieniona. Badany układ może zostać zmontowany (na przykład zlutowany) na płytce uniwersalnej, może być też zbadany własny układ, o cechach odpowiadających tematyce ćwiczenia. Jednak takie działania wymagają wcześniejszej, indywidualnej zgody osoby prowadzącej zajęcia laboratoryjne.

Instrukcje do ćwiczeń, opisy sprzętu laboratoryjnego i dydaktyczne materiały pomocnicze są na bieżąco publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Wzmacniacz operacyjny 2

Podstawowe nieidealności wzmacniacza i ich wpływ na właściwości układów budowanych z użyciem WO. Napięcie niezrównoważenia i jego skutki. Znaczenie prądów wejściowych i prądu niezrównoważenia. Wzmacniacz operacyjny zasilany napięciem niesymetrycznym.

2. Wzmacniacze mocy

Projekt wzmacniacza mocy pracującego w klasie AB/B. Montaż zaprojektowanego układu. Badanie właściwości wtórnika komplementarnego. Prąd spoczynkowy a sprawność wzmacniacza mocy i zniekształcenia wzmacnianego sygnału. Wpływ temperatury tranzystorów mocy na zachowanie wzmacniacza mocy.

3. Zasilacze impulsowe

Projekt konwertera DC-DC w wersji obniżającej albo podwyższającej napięcie. Realizacja zaprojektowanego układu na laboratoryjnej płytce uruchomieniowej. Badanie właściwości układu w różnych zakresach obciążenia. Praca przy niedociążeniu i przy przeciążeniu. Stabilizator impulsowy z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, regulacja współczynnika wypełnienia impulsów sterujących.

4. Wzmacniacze klasy D

Projekt i badanie właściwości wzmacniacza klasy D. Obserwacja działania wzmacniacza klasy D przy sterowaniu sygnałem akustycznym. Sprawność wzmacniacza a jego zniekształcenia harmoniczne.

5. Przerzutniki i komparatory

Przerzutnik jako wzmacniacz z dodatnim sprzężeniem zwrotnym – projekt układu na podstawie zadanych parametrów. Badanie zaprojektowanego układu: szybkość przerzutu, maksymalna częstotliwość przełączania. Przerzutnik a sygnał z zakłóceniami, regeneracja sygnałów cyfrowych. Generator astabilny, generator przestrajany napięciem (VCO). Różnica pomiędzy przerzutnikiem a komparatorem.

6. Bramki cyfrowe jako układy analogowe

Bramka cyfrowa jako układ analogowy. Obciążalność, parametry wejścia. Czas propagacji, opóźnienia, czas narastania / opadania. Współpraca bramek z liniami transmisyjnymi, regeneracja sygnału cyfrowego, bramka z przerzutnikiem Schmitta. Nadajnik i odbiornik linii transmisyjnej.

7. Generatory

Generator przebiegu sinusoidalnego – projekt zadanego układu. Realizacja zaprojektowanego układu na płycie uruchomieniowej. Badanie właściwości, zgodność uzyskanych wyników z parametrami projektowymi. Generator z rezonatorem kwarcowym – właściwości i parametry użytkowe.

8. Pętla synchronizacji fazowej

Badanie właściwości pętli synchronizacji fazowej. Wpływ właściwości detektora fazy i filtra dolnoprzepustowego na parametry pętli fazowej. Dynamika pętli: zaskok i stan synchronizmu. Zastosowania pętli synchronizacji fazowej: demodulator częstotliwości, powielacz.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 2009
2. P. Horowitz, W. Hill, Sztuka elektroniki, WKŁ 2018
3. M. Rusek, J. Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach. WNT, 2006
4. R. Jacob Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley, IEEE press, 2010
5. Dydaktyczne materiały pomocnicze do ćwiczeń (różnych autorów), publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Oprogramowanie:

Symulator obwodowy SPICE, środowisko Matlab, system operacyjny Windows lub Linux

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	-	-	2	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

3. Liczba godzin kontaktowych: 35 godz., w tym:
 - obecność na laboratorium 30 godz.,
 - konsultacje i zaliczenia 5 godz.

4. *Praca własna studenta: 40 godz., w tym:*

- *powtórzenie materiału z przedmiotów poprzedzających i zapoznanie się z materiałami uzupełniającymi 15 godz.,*
- *przygotowanie do laboratorium 25 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,4 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W08
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze analogowych układów elektronicznych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy obwodów elektrycznych, elementów elektronicznych, analogowych układów elektronicznych oraz prostych systemów elektronicznych.	laboratorium	projekt	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych elementów elektronicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	laboratorium	laboratorium	K1_U12 K1_U21
U3: Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U13
U4: Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U16

technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi, analogowe układy i systemy elektroniczne.			
U5: Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_K01

Autor/Zespół Autorski:

dr hab. inż. Adam Abramowicz, prof. PW

dr inż. Krzysztof Czuba

mgr inż. Maciej Urbański

mgr inż. Maciej Grzegorzówka

Laboratorium Elektromagnetyzmu
Theory of Electromagnetism - Laboratory

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka i laboratorium eksperymentu (FIZ), Teoria Elektromagnetyzmu (TEM)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z praktycznym zastosowaniem teorii elektromagnetyzmu. Przedmiot jest kontynuacją Teorii Elektromagnetyzmu (TEM). Przedmiot ma zapewnić podstawowe informacje wymagane dla kolejnych przedmiotów związanych tematyką układów wielkiej częstotliwości (MIKE oraz MIKEL).*

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Ocena z przedmiotu jest wystawiana na podstawie wyników z jednego kolokwium i 5 ćwiczeń laboratoryjnych.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

WYKŁAD 1 (2 godziny) - Światłowody

Światłowody

Tłumienie, dyspersja modowa i chromatyczna w światłowodzie

Zastosowania światłowodów

WYKŁAD 2 (4 godziny) - Rezonatory

Ogólne własności pól w rezonatorach
Zależności pól w rezonatorze od czasu
Dobroć rezonatora a straty w dielektryku i ściankach rezonatora
Twierdzenia o perturbacji
Rozkłady pól w rezonatorze utworzonym z odcinka przewodnicy falowej
Rodzaje rezonansowe
Rezonatory dielektryczne
Zastosowania rezonatorów
Filtry

WYKŁAD 3 (2 godziny) - Anteny

Podstawowa teoria anten
Krótki dipol - sonda pola elektrycznego
Mała pętla - sonda pola magnetycznego
Długi dipol
Anteny wieloelementowe
Apertura anteny
Parametry anten
Zastosowania anten

WYKŁAD 4 (2 godziny) - Symulatory elektromagnetyczne

Metody wyznaczania pól elektromagnetycznych
Metoda różnic skończonych w dziedzinie czasu (FDTD), metoda elementów skończonych (FEM), metoda momentów (MoM)
Metody dwuwymiarowe, 2.5 wymiarowe i trójwymiarowe
Zastosowania symulatorów elektromagnetycznych

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 1 (1 godzina)

Falowody dielektryczne
Rezonatory TEM

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 2 (1 godzina) - Rezonatory wnękowe prostopadłościennne

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 3 (1 godzina) - Rezonatory wnękowe cylindryczne

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 4 (1 godzina) - Anteny i promieniowanie

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 5 (1 godzina) - Symulatory elektromagnetyczne

LABORATORIUM 1 (3 godziny) - Pomiary długości fali EM w różnych przewodnicach falowych

LABORATORIUM 2 (3 godziny) - Padanie i odbicie fal - współczynnik odbicia i WFS

LABORATORIUM 3 (3 godziny) - Prędkość fazowa i grupowa LABORATORIUM 4

(3 godziny) - Rezonatory i częstotliwości rezonansowe

LABORATORIUM 5 (3 godziny) - Porównanie symulatorów EM

Egzamin: *nie*

Literatura:

T. Morawski, W. Gwarek, Pola i fale, WNT 1998.

T. Morawski (praca zbiorowa), Zbiór zadań z teorii pola elektromagnetycznego, WNT, 1990.

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2/3	1/3	1	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- 1. Liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym obecność na wykładach 10 godz. i obecność na ćwiczeniach 5h, obecność na zajęciach laboratoryjnych 15h.*
- 2. Praca własna studenta – 20 godz., w tym przygotowanie do ćwiczeń 5 godz., przygotowanie do kolokwium 5h, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 10h*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: *0,8 pkt. ECTS, co odpowiada 15h laboratoriów i 5h ćwiczeń o charakterze praktycznym.*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze teoretycznym: *0,4 pkt. ECTS, co odpowiada 10h wykładów*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach przygotowania do laboratoriów i ćwiczeń: *0,6 pkt. ECTS, co odpowiada 15h*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach przygotowania do kolokwium: *0,2 pkt. ECTS, co odpowiada 5h*

Efekty uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych.	Wykład, ćwiczenia, zajęcia laboratoryjne	Kolokwium Sprawozdanie,	K1_W06
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Wykład, ćwiczenia, zajęcia laboratoryjne	Kolokwium, Sprawozdanie	K1_U03
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - pól i fal - obwodów elektrycznych - elementów elektronicznych i fotonicznych - analogowych i cyfrowych układów elektronicznych - prostych systemów elektronicznych - algorytmów.	Wykład, ćwiczenia, zajęcia laboratoryjne	Kolokwium, Sprawozdanie	K1_U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	Wykład, ćwiczenia, zajęcia laboratoryjne	Kolokwium, laboratorium	K1_K01

Zespół Autorski:

dr inż. Jakub Jasiński

dr inż. Konrad Kielbasiński

dr inż. Agnieszka Zaręba

Laboratorium Fizyki Półprzewodników w Elektronice i Fotonice (LFPEF)

Semiconductors Physics in Electronics and Photonics - Laboratory

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka Półprzewodników w Elektronice i Fotonice (FPEF)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem laboratorium jest praktyczne utrwalenie i rozszerzenie wiedzy zdobytej przez studentów na wykładach z Fizyki Półprzewodników w Elektronice i Fotonice poprzez obserwację zjawisk fizycznych w przyrządach półprzewodnikowych i ich wpływu na charakterystyki oraz parametry elektryczne badanych elementów.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

W trakcie laboratoriów studenci pracują w zespołach dwuosobowych pod kierunkiem prowadzącego. Przebieg zajęć:

- krótkie wprowadzenia teoretyczne oraz pokazy przypominające lub rozszerzające najważniejsze zagadnienia,
- w zależności od ćwiczenia przeprowadzenie: pomiarów elektrycznych, obserwacji oscyloskopowych i/lub symulacji komputerowych,
- wykonanie stosownych wykresów, obliczeń i ekstrakcji parametrów (ewentualne porównanie uzyskanych wartości np. z kartami katalogowymi elementów),
- przygotowanie sprawozdań przez zespoły studenckie,
- końcowe omówienie wyników i podsumowanie zajęć z prowadzącym.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych w trakcie realizacji laboratorium;
- ocenę sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych oraz laboratoryjnych sprawozdań końcowych (ustnych lub pisemnych).

Laboratorium:

Program laboratoriów obejmujących następującą tematykę:

- pasmowy model energetyczny jako narzędzie charakteryzacji struktur półprzewodnikowych;
 - zjawiska termoelektryczne i fotoelektryczne w półprzewodnikach,
 - transport nośników w strukturach półprzewodnikowych,
 - oddziaływanie polowe i napięcia charakterystyczne w strukturach m-s, p-n, MOS.
- Złącze p-n – podstawowe właściwości i parametry fizyczne oraz konstrukcyjne (warstwa zaporowa, bariera potencjału, napięcie dyfuzyjne, model pasmowy, charakterystyka pojemnościowo-napięciowa, ekstrakcja parametrów).
 - Półprzewodnikowe przyrządy fotoniki (fotorezystor, fotodiody, LED, transoptor) – zasady działania, charakterystyki, podstawowe parametry, przykłady zastosowań.
 - Złącze metal-półprzewodnik – zasada działania, prostująca charakterystyka prądowo-napięciowa, podstawowe parametry (IS, RS, N).
 - Kondensator MOS – zasada działania, struktura rzeczywista, charakterystyki pojemnościowo-napięciowa, dyspersja częstotliwościowa, napięcia charakterystyczne, ekstrakcja parametrów.
 - Wpływ temperatury na działanie i parametry przyrządów półprzewodnikowych, w szczególności termistorów i diod ze złączem p-n.
 - SOA czyli półprzewodnikowy wzmacniacz optyczny – zasada działania, podstawowe parametry użytkowe, podstawowe układy pracy.
 - Procesy technologiczne związane z wytwarzaniem i zmianą własności półprzewodników oraz wytwarzaniem elementów półprzewodnikowych – wizyta w clean-roomie.

Egzamin: *nie*

Literatura:

Materiały do zajęć – instrukcje wykonawcze oraz teoretyczne materiały pomocnicze do ćwiczeń.

Literatura podstawowa:

1. R. P. Feynman, „Feynmana wykłady z fizyki Tom 3 Mechanika kwantowa”, PWN, Warszawa, 2019.
2. Ch. Kittel, „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN, Warszawa, 2011.
3. S. M. Sze, K. Ng, “Physics of semiconductor devices”, John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, 2007.
4. Chenming Calvin Hu, “Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits”, 2010. (<https://people.eecs.berkeley.edu/~hu/Book-Chapters-and-Lecture-Slides-download.html>)
5. J. Hennel, „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej”, WNT, Warszawa, 2003.

Oprogramowanie: symulator układów elektronicznych typu *PSPICE*

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
 - - 2 - (30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

3. *liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.*

4. *praca własna studenta – 15 godz., w tym
przygotowanie do laboratoriów 15 godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
w1: ma podstawową wiedzę dotyczącą fundamentalnych praw i zasad mechaniki kwantowej	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W02
w2: ma podstawową wiedzę dotyczącą zjawisk zachodzących w półprzewodniku w stanie równowagi termodynamicznej i w stanie nierównowagi termodynamicznej	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07
w3: ma podstawową wiedzę dotyczącą zjawisk wstrzykiwania i ekstrakcji nośników (np. w złączach p-n, m-s)	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07
w4: ma podstawową wiedzę z zakresu działania omawianych przyrządów półprzewodnikowych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07
w5: ma podstawową wiedzę o wiązaniach w kryształach oraz zjawiskach i właściwościach będących ich konsekwencjami	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W02 K1_W07
UMIEJĘTNOŚCI			
u1: potrafi wykorzystać energetyczny	laboratorium	laboratorium,	K1_U02

model pasmowy ciała stałego do analizy zjawisk w przyrządach półprzewodnikowych (np. złącza p-n, m-s)		sprawozdanie, sprawdzian	K1_U03
u2: umie oszacować równowagowe koncentracje nośników ładunku w półprzewodnikach samoistnych i domieszkowanych (przy różnych poziomach domieszkowania) z uwzględnieniem wpływu temperatury	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U02 K1_U03
u3: potrafi określić podstawowe parametry półprzewodników związane ze stanem nierównowagi termodynamicznej, rozróżnia i rozpoznaje czynniki wywołujące przepływ prądu w podstawowych przyrządach półprzewodnikowych oraz potrafi oszacować wartości odpowiednich prądów (unoszenia, dyfuzji)	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U02 K1_U03
u4: potrafi zmierzyć podstawowe charakterystyki prądowo-napięciowe i pojemnościowo-napięciowe prostych elementów półprzewodnikowych (np. fotorezystora, fotodiody, termistora, diod ze złączem m-s i p-n, struktury MOS) oraz opracować uzyskane wyniki	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie	K1_U12
u6: potrafi (w stopniu podstawowym) powiązać uzyskane dane pomiarowe i obliczeniowe z własnościami oraz parametrami fizycznymi struktury (np. oszacować szerokość przerwy energetycznej w półprzewodniku, określić poziom domieszkowania półprzewodnika, grubość tlenku podbramkowego w strukturze MOS, ładunek efektywny w tlenku itp.)	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U11 K1_U13
u7: na podstawie pomiarów umie wyznaczyć podstawowe parametry użytkowe badanych struktur półprzewodnikowych (np. współczynniki termiczne, prąd nasycenia, rezystancję szeregową, siłę elektromotoryczną, itp.)	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U11 K1_U12 K1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: umie pracować indywidualnie i w zespole, dzielić zadania pomiędzy członków zespołu, dyskutować i wspólnie wyciągać wnioski	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie	K1_K03 K1_K04

Autor/Zespół Autorski:
Dr inż. Grzegorz Tarapata
Dr inż. Jacek Dusza

Laboratorium Podstaw Pomiarów Wielkości Elektrycznych **(LPOME) *Laboratory of fundamentals of electrical measurements***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wymagana wcześniejsza realizacja:
MATI, FIZ, POMAK, WEL, TOB, POME*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku
Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zdobycie umiejętności pomiarów podstawowych wielkości elektrycznych oraz doświadczenia w posługiwaniu się podstawową aparaturą pomiarową. Nabycie umiejętności pracy w laboratorium, a także umiejętności sporządzania raportów inżynierskich z przeprowadzonych pomiarów, opracowywania wyników badań i formułowania wniosków.

Treść kształcenia:

Laboratorium:

Przewiduje się 10 zajęć laboratoryjnych po 3 godziny każde. Na laboratoriach studenci będą ćwiczyli wykonywanie prostych i bardziej złożonych zagadnień pomiarowych, przetwarzania oraz prezentowania uzyskanych wyników. Celem laboratorium jest pozyskanie przez studentów zdolności w swobodnym posługiwaniu się podstawową aparaturą pomiarową oraz pracy w zespole. Proponowany zakres tematyczny laboratorium:

1. Zajęcia organizacyjne, szkolenie BHP. – 1h
2. Wpływ przyrządów pomiarowych na badany obiekt. Pomiary napięć i prądów stałych ze źródeł o różnych rezystancjach wyjściowych, wyznaczenie rezystancji wewnętrznej źródła (metoda ekstrapolacji, metoda połówkowa)

3. Pomiar napięcia DC + AC, pomiar RMS i true RMS, obserwacje oscyloskopowe. (wyznaczenie analityczne wartości RMS sygnału odkształconego (U_0 + dwie harmoniczne))
4. Pomiar rezystancji metodą techniczną, układy wieloprzewodowe (dwu-, trzy- i czteroprzewodowe) (3h)
5. Mostek pomiarowy zrównoważony i niezrównoważony. Parametry wpływające na dokładność i czułość metod mostowych. Wyznaczenie charakterystyki przetwarzania mostka niezrównoważonego (3h)
6. Analiza statystyczna wyników pomiarowych i zmniejszanie niepewności pomiarowej w wyniku przeprowadzenia serii pomiarów. Demonstracja automatycznego komputerowego stawiska pomiarowego.
7. Przetworniki pasywne i aktywne w procesie pomiarowym (detektory szczytowe, układy prostownikowe, uśrednianie sygnału)
8. Pomiar częstotliwości, czasu i przesunięcia fazowego metodami cyfrowymi i oscyloskopem. Pomiar czasów narastania, opadania impulsów.
9. Pomiar parametrów elementów reaktancyjnych. Wpływ pojemności upływu, rezystancji strat, częstotliwości pomiarowej (metody techniczne, metody z całkowaniem)
10. Demonstracja eksperymentu badawczego. Identyfikacja i charakteryzacja nieznanymi dwójnikami pasywnymi (elementy liniowe i nieliniowe)
11. Projekt eksperymentu pomiarowego w celu optymalizacji niepewności pomiarowej danego parametru obiektu pomiarowego lub mierzonej wielkości (np. rezystancji)

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. J. Dusza., P. Gąsior, G. Tarapata: „Podstawy pomiarów”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2019
2. Paweł Fotowicz „Wyrażenie niepewności pomiaru”, Przewodnik, Główny Urząd Miar 1999 (tłumaczenie „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”)
3. Ćwiczenia laboratoryjne Podstaw Pomiarów. Preskrypt na prawach rękopisu. Warszawa, 2020. Aktualizowany co semestr i dostępny w formie PDF na stronie internetowej przedmiotu.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	-	-	2	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- | | |
|--|--|
| 3. liczba godzin kontaktowych –
obecność na laboratorium
konsultacje do laboratorium | 36 godz., w tym
30 godz.
6 godz. |
| 4. praca własna studenta –
przygotowanie do ćwiczeń w laboratorium | 14 godz., w tym
14 godz. |

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: np. 1,44 pkt. ECTS, co odpowiada 36 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	laboratorium	Praca i zaliczenie laboratorium	K1_W11
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	laboratorium	Samodzielna obsługa aparatury pomiarowej	K1_W13
UMIĘJĘTNOŚCI			
Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	laboratorium	Praca w laboratorium, sporządzenie protokołu pomiarowego, wnioski z wykonywanych pomiarów	K1_U01
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych	laboratorium	Sprawozdanie z pomiarów. Poprawność wyciągania wniosków z wykonanych pomiarów, prezentacja danych pomiarowych	K1_U02
Ma umiejętność samokształcenia się.	laboratorium	Przygotowanie się do ćwiczeń laboratoryjnych	K1_U08
Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz	Laboratorium	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych i sporządzenie protokołu	K1_U12

prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.		pomiarowego	
Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	laboratorium	Samodzielna praca w laboratorium	K1_U20
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	laboratorium	praca w laboratorium	K1_K01
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium	Praca w laboratorium	K1_K03

Zespół Autorski:

dr inż. Jakub Jasiński

dr inż. Konrad Kielbasiński

dr inż. Agnieszka Zaręba

Laboratorium Podstaw Przyrządów Półprzewodnikowych (LPPP) *Introduction to Semiconductor Devices – Laboratory*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka Półprzewodników w Elektronice i Fotonice (FPEF), Podstawy Przyrządów Półprzewodnikowych (PPP)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem laboratorium jest praktyczne utrwalenie i rozszerzenie wiedzy zdobytej przez studentów na wykładach z Podstaw Przyrządów Półprzewodnikowych, w szczególności związanej z działaniem i praktycznym zastosowaniem powszechnie używanych przyrządów półprzewodnikowych. Wyznaczone w trakcie zajęć parametry użytkowe badanych elementów będą zestawiane z danymi katalogowymi komercyjnie dostępnych przyrządów.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

W trakcie laboratoriów studenci pracują w zespołach dwuosobowych pod kierunkiem prowadzącego. Przebieg zajęć:

- krótkie wprowadzenia teoretyczne oraz pokazy przypominające lub rozszerzające najważniejsze zagadnienia,
- w zależności od ćwiczenia przeprowadzenie: pomiarów elektrycznych, obserwacji oscyloskopowych i/lub symulacji komputerowych,
- wykonanie stosownych wykresów, obliczeń i ekstrakcji parametrów (ewentualne porównanie uzyskanych wartości np. z kartami katalogowymi elementów),
- przygotowanie sprawozdań przez zespoły studenckie,
- końcowe omówienie wyników i podsumowanie zajęć z prowadzącym. Sprawdzenie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
 - ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych w trakcie realizacji laboratorium;
 - ocenę sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych oraz laboratoryjnych sprawdzianów końcowych (ustnych lub pisemnych).

Laboratorium:

Program laboratoriów przewiduje siedem ćwiczeń obejmujących następującą tematykę:

1. Symulacje komputerowe z użyciem programu PSPICE.
2. Różne typy diod ze złączami p-n – statyczne charakterystyki prądowo-napięciowe, ekstrakcja podstawowych parametrów i odniesienie do kart katalogowych elementów; identyfikacja zakresów dominacji prądów generacji-rekombinacji przyzłączowej i złączowej, przebicia.
3. Charakterystyki dynamiczne przełączania diod ze złączami p-n i m-s (prostowniczej, przełączającej) z oszacowaniem charakterystycznych stałych czasowych; pojemności występujące w tych elementach; nawiązanie do danych katalogowych.
4. Porównanie własności tranzystorów MOSFET i JFET – pomiary charakterystyk statycznych prądowo-napięciowych. Ekstrakcja podstawowych parametrów użytkowych i modelowych (w tym konduktancji wyjściowej i transkonduktancji). Odniesienie do kart katalogowych elementów.
5. Symulacje statycznych charakterystyk prądowo-napięciowych tranzystorów MOSFET, symulacje właściwości statycznych i dynamicznych inwerterów CMOS – badanie wpływu parametrów konstrukcyjnych na parametry użytkowe przyrządów i prostych układów.
6. Pomiar charakterystyk częstotliwościowych, amplitudowych i fazowych małosygnałowych wzmacniaczy tranzystorowych w układach WE(BJT), WS(MOS), wyznaczenie wzmocnienia napięciowego, parametrów punktu pracy, górnej częstotliwości granicznej, pola wzmocnienia.
7. Pomiary charakterystyk przełączania inwerterów (bramek NOT) w technologiach BJT, NMOS, CMOS z wyznaczaniem czasów propagacji, opadania i narastania przebiegów wyjściowych w celu ekstrakcji pojemności pasożytniczych. Zagadnienie poboru mocy bramek cyfrowych.

Egzamin: *nie*

Literatura:

Materiały do zajęć – instrukcje wykonawcze oraz teoretyczne materiały pomocnicze do ćwiczeń.

Literatura podstawowa:

1. S. M. Sze, K. Ng, “Physics of semiconductor devices”, John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, 2007.
2. Chenming Calvin Hu, “Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits”, 2010. (<https://people.eecs.berkeley.edu/~hu/Book-Chapters-and-Lecture-Slides-download.html>)
3. J. Hennel, „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej”, WNT, Warszawa, 2003.

Oprogramowanie: symulator układów elektronicznych typu *PSPICE*

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
-	-	2	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

5. liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.
6. praca własna studenta – 15 godz., w tym
przygotowanie do laboratoriów 15 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zasad działania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07
W2: Ma uporządkowaną wiedzę, na temat zastosowania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07 K1_W08 K1_W09
W3: Ma wiedzę na temat trendów rozwojowych elektroniki półprzewodnikowej oraz cyklu życia technologii mikroelektronicznych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07 K1_W13 K1_W14
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane modele do wyznaczania charakterystyk i podstawowych parametrów przyrządów półprzewodnikowych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U02
U2: Potrafi określić kryteria doboru przyrządu półprzewodnikowego do określonego zastosowania	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U13
U3: Potrafi zmierzyć charakterystyki	laboratorium	laboratorium,	K1_U12

statyczne i dynamiczne podstawowych przyrządów półprzewodnikowych oraz prostych układów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki.		sprawozdanie	
U4: Potrafi na podstawie pomiarów wyznaczyć parametry użytkowe badanych elementów oraz porównać je z danymi udostępnianymi w kartach katalogowych.	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: umie pracować indywidualnie i w zespole, dzielić zadania pomiędzy członków zespołu, dyskutować i wspólnie wyciągać wnioski	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie	K1_K03 K1_K04

Zespół autorski:

mgr Anna Walczyńska

Analiza matematyczna (MANA)

Calculus

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *kurs matematyki na poziomie rozszerzonym szkoły średniej*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych rzeczywistych, liniowymi równaniami różniczkowymi, szeregami liczbowymi, potęgowymi i trygonometrycznymi, w tym szeregami Fouriera, funkcją zmiennej zespolonej, a dalej z przekształceniem Laplace'a i przekształceniem Fouriera. Wprowadzone pojęcia i metody będą wykorzystywane do badania bardziej złożonych zagadnień, w tym np. zastosowań geometrycznych i fizycznych całek wielokrotnych, zastosowań przekształcenia Laplace'a.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

Wykłady będą realizowane w wymiarze 2 godzin tygodniowo przez 15 spotkań ze studentami.

- **Funkcje wielu zmiennych. Ekstrema funkcji wielu zmiennych (5 godz)**
Pochodne cząstkowe, gradient i ekstrema funkcji wielu zmiennych.

2. Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych (5 godz)

Całka podwójna po prostokącie i innych obszarach, całka potrójna, współrzędne biegunowe i sferyczne, zamiana zmiennych, interpretacja geometryczna, zastosowania geometryczne i fizyczne całek wielokrotnych.

3. Równania różniczkowe zwyczajne (5 godz)

Liniowe równania różniczkowe o stałych współczynnikach. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodami klasycznymi.

4. Szeregi potęgowe (4 godz)

Promień zbieżności, przedział zbieżności szeregu potęgowego, różniczkowanie i całkowanie szeregu potęgowego, szereg Taylora, szereg Maclaurina.

5. Szeregi trygonometryczne (4 godz)

Szereg trygonometryczny, szereg trygonometryczny Fouriera, szereg sinusowy i cosinusowy.

6. Funkcje zespolone (1 godz)

Funkcja zespolona zmiennej rzeczywistej, funkcja zespolona zmiennej zespolonej.

7. Przekształcenie Laplace'a (3 godz)

Przekształcenie Laplace'a, podstawowe wzory, własności przekształcenia, zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych.

8. Przekształcenie Fouriera (3 godz)

Wzór całkowy Fouriera, przekształcenie Fouriera.

ĆWICZENIA:

Podczas ćwiczeń audytoryjnych omawiane będą kolejno zadania i problemy związane z wymienionymi wyżej zagadnieniami wraz z przykładami praktycznych zastosowań. Ponadto w ramach przygotowania do zajęć studenci będą wykonywać zadane prace przy wykorzystaniu systemu zeszyt.online.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Functions of several real variables. Extrema of multivariate functions.

Multiple integrals.

Differential equations.

Power series. Taylor series.

Trigonometric series. Fourier series.

Functions of a complex variable.

Laplace transformation.

Fourier transformation.

Egzamin: TAK

Literatura i oprogramowanie:

W. Żakowski, W. Kołodziej: Matematyka cz. 2., PWN, 2017

T. Trajdos: Matematyka cz. 3, PWN, 2017

W. Żakowski, W. Leksiński: Matematyka cz. 4., PWN, 2017

U01: Student umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny stosując rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych rzeczywistych	Ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_U01, K_U03
U02: Student umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny stosując nabytą wiedzę z zakresu równań różniczkowych	Ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_U01, K_U03
U03: Student umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny stosując Przekształcenie Laplace'a w szczególności do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych. Stosuje przekształcenie Fouriera.	Ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_U01, K_U03
K01: Student w sposób krytyczny ocenia nabytą przez siebie wiedzę i jest gotów do jej poszerzania.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_K01
K02: Student potrafi zorganizować pracę własną oraz brać udział w pracy zespołu.	Ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_K03

Zespół Autorski:
mgr Renata Gruszka

Wstęp do Matematyki dla inżynierów (MATI) *Mathematics for engineers*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *kurs matematyki na poziomie rozszerzonym szkoły średniej*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej rzeczywistej.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

- Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości o funkcjach. Własności funkcji: monotoniczność, parzystość, różnowartościowość, okresowość. Funkcja odwrotna, funkcja złożona. Funkcje elementarne: wielomianowe, wymierne, trygonometryczne, logarytmiczne, wykładnicze, cyklometryczne, hiperboliczne. Ciągi liczbowe: granica ciągu liczbowego, twierdzenia o granicach ciągów. (6h)
- Granica funkcji jednej zmiennej. Ciągłość funkcji, własności funkcji ciągłych (tw. Darboux, tw. Weierstrassa). Asymptoty. (4g)
- Pochodna funkcji, interpretacja geometryczna. Wzory na pochodne, tw. O pochodnej funkcji odwrotnej, tw. o pochodnej funkcji złożonej, pochodne wyższych rzędów. Tw. Rolle'a, tw. Lagrange'a. Zastosowanie rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej do badania funkcji. Wyznaczanie wartości najmniejszej i największej funkcji na zbiorze. Reguła de l'Hospitala. Wzór Taylora i Maclaurina. (7g)
- Całka nieoznaczona, podstawowe wzory. Całkowanie przez części, wzory rekurencyjne.

Całkowanie przez podstawienie, całkowanie funkcji wymiernych., całkowanie funkcji trygonometrycznych. (5g)

- Całka oznaczona w sensie Riemanna, interpretacja geometryczna, podstawowe własności, funkcja górnej granicy całkowania, tw. podstawowe rachunku całkowego. Zastosowania geometryczne całki oznaczonej (pole figury płaskiej). (5g)
- Całki niewłaściwe I i II rodzaju, kryteria zbieżności. (3g)

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. W. Żakowski, G. Decewicz, Matematyka I, WNT
2. W. Żakowski, W. Kołodziej, Matematyka II, WNT
3. W. Żakowski, W. Leksiński, Matematyka IV, WNT
4. W. Krysicki, L. Włodarski, Analiza matematyczna w zadaniach, cz.I i II, PWN

Oprogramowanie: *brak*

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	2	-	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:

1. Liczba godzin kontaktowych 70 godz., w tym:
 - obecność na wykładach 30 godz.,
 - obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 30 godz.,
 - udział w konsultacjach 10 godz.
2. praca własna studenta 55 godz., w tym:
 - przygotowanie do ćwiczeń 30 godz.,
 - przygotowanie do kolokwium 25 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

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

Efekty kształcenia/uczenia się:

W01: Student ma podstawową wiedzę z zakresu szeregów liczbowych i funkcyjnych.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_W01
W02: Student ma podstawową wiedzę z zakresu analizy funkcji. oraz właściwości różnych funkcji	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_W01
W03: Student ma podstawową wiedzę z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej rzeczywistej	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_W01
U01: Umie zastosować rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej do badania funkcji	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_U02, K_U03
U02: Umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując rachunek całkowego	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń	K_U01, K_U02, K_U03
K01: Student w sposób krytyczny ocenia nabytą przez siebie wiedzę i jest gotów do jej poszerzania.	wykład, ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_K01
K02: Student potrafi zorganizować pracę własną oraz brać udział w pracy zespołu.	Ćwiczenia audytoryjne	sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, prace domowe w systemie zeszyt.online, egzamin końcowy	K_K03

Zespół Autorski:

mgr inż. Marcin Bączyk
dr hab. inż. Michał Borecki,
dr inż. Dominik Kasprowicz,
dr hab. Marek Nałęcz, prof. PW,
dr inż. Marek Niewiński,
dr inż. Andrzej Wielgus
dr inż. Adam Wojtasik

Paradygmaty Programowania (PAPRO)
(Programming Paradigms)

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *brak*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z pojęciem paradygmatu w kontekście nauk informatycznych a także przedstawienie obecnie najpopularniejszych paradygmatów programowania wraz z ich zaletami, wadami oraz obszarami stosowania.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *(ogólne informacje na temat prowadzenia zajęć, zasad zaliczenia itd. - o ile potrzebne)*

Opis wykładu:

(1h) Wstęp.

(2h) Algorytmy:

definicja algorytmu: algorytmy numeryczne, algorytmy nienumeryczne

parametry i właściwości algorytmów: spójność, zbieżność, złożoność (rodzaje złożoności, notacja asymptotyczna)

problemy algorytmiczne: maszyna Turinga (deterministyczna, niedeterministyczna), złożoność problemu, klasy złożoności, problemy P, NP, NP-zupełne, itd. heurystyki

podstawowe techniki przedstawiania i rozwiązywania problemów obliczeniowych:
rekurencja, zasada “dziel i zwyciężaj”, programowanie dynamiczne.

(2h) Programowanie strukturalne:

konstrukcja: procedury, podprogramy

wskaźniki

wzorce projektowe (budowniczy, fasada, ...)

wykorzystanie bibliotek zewnętrznych (standardowych)

(4h) Programowanie obiektowe:

Obiekt

Klasa

Zasady: abstrakcja, hermetyzacja, dziedziczenie, polimorfizm

Relacje : asocjacja, agregacja, kompozycja

UML

wzorce projektowe (fabryka abstrakcyjna, singleton, kompozyt, ...)

(1h) Programowanie funkcyjne:

rachunek lambda

wartościowanie funkcji

rekurencja

monady

(1h) Programowanie wieloparadygmatowe:

(2h) współbieżność przetwarzania / oprogramowania

Zadanie zależne/niezależne współdzielenie
pamięci

zakleszczanie, wyścigi, wykluczanie

metody synchronizacji, kolejkowanie zadań

prawo Amdahla

przetwarzanie z użyciem CPU / GPU

(1h) Programowanie zdarzeniowe:

interfejs graficzny użytkownika

pojęcie sygnału i slotu

wzorce projektowe (obserwator, ...)

(2h) Wzorce architektoniczne:

ogólny podział

przegląd: Klient-Server, peer-to-peer (P2P), Model-View-Controller (MVC), Model-view-viewmodel (MVVM)

Laboratorium:

(2h) Dekompozycja problemu programistycznego z wykorzystaniem schematów blokowych, notacji UML itd.

(2h) Badanie wydajności wybranych algorytmów

(2h) Przetwarzanie równoległe i mechanizmy synchronizacji

(2h) Przykładowe użycie wzorców projektowych

(2h) Przykładowe zastosowanie architektury MVC

Egzamin: *tak*

Literatura:

Robert C. Martin *Czysta architektura. Struktura i design oprogramowania. Przewodnik dla profesjonalistów*

Witold Malina, Piotr Mironowicz *Wykłady z informatyki. Programowanie strukturalne. Trendy programowania.*

Steven F. Lott *Python. Programowanie funkcyjne*

[Erich Gamma](#), [Richard Helm](#), [Ralph Johnson](#), [John Vlissides](#) *Wzorce projektowe. Elementy oprogramowania obiektowego wielokrotnego użytku*

[Martin Fowler](#), [Kent Beck](#), [John Brant](#), [William Opdyke](#), [Don Roberts](#), [Erich Gamma](#)
Refaktoryzacja. Ulepszanie struktury istniejącego kodu

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	4/3	-	2/3	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

9. liczba godzin kontaktowych – 36 godz., w tym
obecność na wykładach 20 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 10 godz.,
udział w konsultacjach 4 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.

10. praca własna studenta – 20 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwium 0 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 0 godz.,
przygotowanie do egzaminu 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 56 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,3 pkt ECTS, co odpowiada 36 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,7 pkt ECTS, co odpowiada 10 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 10 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną wiedzę na temat właściwości problemów algorytmicznych i parametrów algorytmów	wykład	egzamin	K1_W03, K1_W04
Zna zasady tworzenia programów komputerowych z użyciem głównych paradygmatów programowania: proceduralnego, obiektowego i funkcyjnego	wykład	egzamin	K1_W03, K1_W04
Zna idee używania podstawowych wzorców architektonicznych programowania oraz wzorców projektowych	wykład	egzamin	K1_W04
Rozpoznaje podstawowe zasady obowiązujące w przetwarzaniu współbieżnym i uwarunkowania programów równoległych	wykład	egzamin	K1_W04
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi zaproponować sposób analizy problemu w aspekcie algorytmicznym	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
Potrafi zaproponować sposób doboru paradygmatu programowania i typu algorytmu	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
Potrafi zaproponować sposób doboru wzorców architektonicznych i projektowych	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Wie jaką rolę pełnią systemy teleinformatyczne we współczesnym społeczeństwie	wykład / laboratorium	egzamin /ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K02, K1_K07
Rozumie odpowiedzialność twórcy za jakość tworzonego oprogramowania	wykład / laboratorium	egzamin /ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K02, K1_K07

Zespół Autorski:

dr inż. Andrzej Wielgus

doc. dr inż. Elżbieta Piwowarska

Podstawy Techniki Cyfrowej (POCY)

Fundamentals of Digital Circuits

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *brak*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami działania cyfrowych układów kombinacyjnych i sekwencyjnych oraz z metodami ich projektowania i realizacji. W ramach zajęć laboratoryjnych studenci nabywają praktycznych umiejętności projektowania i symulacji prostych bloków kombinacyjnych i sekwencyjnych oraz automatów sterujących.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania informacji. (2 godz.) Abstrakcja cyfrowa, dyskretyzacja i kwantyzacja sygnałów. Układy cyfrowe. Systemy liczbowe, kody binarne (NKB, kod Graya, kod BCD), reprezentacja liczb całkowitych ze znakiem (znak-moduł, kody U1, U2) i liczb stałoprzecinkowych. Bity i bajty.

Kombinacyjne układy cyfrowe. (2 godz.) Rodzaje układów cyfrowych: kombinacyjne i sekwencyjne. Podstawowe funktory logiczne (bramki logiczne AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR) – funkcje i symbole, podstawy konstrukcji, Podstawowe parametry bramek logicznych – poziomy logiczne, napięcie zasilania, moc statyczna i dynamiczna, czas propagacji.

Algebra Boole'a i funkcje boolowskie. (4 godz.) Funkcja boolowska jako model układu kombinacyjnego. Specyfikacja i reprezentacje funkcji boolowskich - tablica prawdy, zbiory włączenia, wyłączenia i nieokreśloności, wyrażenie logiczne, binarne diagramy decyzyjne. Idea modelu w języku opisu sprzętu HDL (bez szczegółów językowych, interfejs, model działania i struktury). Prawa i własności algebry Boole'a.

Upraszczenie wyrażeń logicznych. Podstawy minimalizacji funkcji boolowskich (postać minimalna, implikanty) na przykładzie metody tablic Karnaugh.

Struktury układów kombinacyjnych. (2 godz.) Struktury bramkowe dwupoziomowe i wielopoziomowe. Kombinacyjne bloki funkcjonalne (multipleksery, demultipleksery, kodery, dekodery) i ich zastosowania. Układy z pamięciami. Układy programowalne.

Układy sekwencyjne. (2 godz.) Wyjaśnienie podstawowych pojęć: układ sekwencyjny, automat skończony. Rodzaje układów sekwencyjnych: synchroniczne i asynchroniczne. Automaty Moore'a i Mealy'ego – porównanie, przykłady, przebiegi czasowe. Elementy pamiętające – przerzutniki i zatrzaski.

Automaty synchroniczne. (5 godz.) Zasady projektowania i realizacji automatów synchronicznych Moore'a i Mealy'ego. Równoważność i zgodność stanów automatu. Redukcja stanów automatu. Kodowanie stanów. Funkcje wzbudzeń przerzutników. Rejestry i liczniki.

Arytmetyczne bloki funkcjonalne. (2 godz.) Specyfikacja bloku funkcjonalnego. Operacje dodawania i odejmowania na liczbach całkowitych (reprezentacja znak-moduł i U2). Sumatory, komparatory. Prosty blok arytmetyczno-logiczny ALU.

Złożone układy cyfrowe. (2 godz.) Układ sterujący i układ wykonawczy (moduł ścieżki danych). Przykładowy projekt złożonego układu cyfrowego.

Synteza logiczna układów cyfrowych. (3 godz.) Wyjaśnienie podstawowych pojęć. Rola i znaczenie syntezy logicznej. Przegląd metod syntezy układów kombinacyjnych i sekwencyjnych.

Układy asynchroniczne. (2 godz.) Asynchroniczne automaty Moore'a i Mealy'ego. Niekorzystne zjawiska: hazardy i wyścigi. Kodowanie stanów automatu.

Realizacje układów cyfrowych. (2 godz.) Układy ASIC, układy rekonfigurowalne (FPLD, FPGA), mikroprocesory, zintegrowane systemy cyfrowe (System on Board, System on Chip) – wprowadzenie, przegląd i powiązania z innymi przedmiotami.

Sprawdziany wykładowe. (2 godz.) Dwa sprawdziany po 1h.

Laboratorium:

Laboratorium obejmuje 5 ćwiczeń 3-godzinnych. Zajęcia laboratoryjne polegają na projektowaniu układów kombinacyjnych i sekwencyjnych na poziomie logicznym oraz symulacji ich działania z wykorzystaniem symulatora logicznego. Wybrane ćwiczenia będą realizowane z wykorzystaniem układów programowalnych.

- Układy kombinacyjne – specyfikacja i minimalizacja funkcji boolowskich, projekt i symulacja schematu logicznego.
- Automat synchroniczny – projekt prostego automatu na podstawie specyfikacji, minimalizacja i realizacja, badanie przebiegów czasowych.
- Sekwencyjne bloki funkcjonalne – projekt licznika lub rejestru o zadanych parametrach, realizacja przy użyciu różnych typów przerzutników.
- Układy arytmetyczne – realizacja podstawowych bloków arytmetycznych, operacje arytmetyczne na liczbach w kodzie U2
- Złożony układ cyfrowy – realizacja układu sterującego i układu wykonawczego z wykorzystaniem bloków funkcjonalnych kombinacyjnych i sekwencyjnych

Egzamin: *nie*

Literatura:

- T. Łuba, G. Borowik: Synteza logiczna, OWPW, 2015
- T. Łuba: Synteza układów logicznych. OWPW, 2005
- C. Zieliński, Podstawy projektowania układów cyfrowych. PWN, Warszawa 2003.
- T. Łuba, D. Ojrzeńska-Wójter: Układy logiczne w zadaniach, OWPW, 2011
- D. Harris, S. Harris, Digital Design and Computer Architecture, 2013, 2016

Oprogramowanie:

Symulator logiczny np. Logisim, Logisim-evolution, ModelSim

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

11. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych (-) godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.

12. praca własna studenta – (30) godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń (-) godz.,
przygotowanie do laboratoriów 15 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 10 godz.,
wykonywania zadań projektowych (-) godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,9 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,1 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 15 godz. przygotowań do laboratorium

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	egzamin, ocena ćwiczeń laboratoryjnych	W09
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	egzamin	W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	egzamin, ocena ćwiczeń laboratoryjnych	U01
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy cyfrowych układów elektronicznych.	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	ocena ćwiczeń laboratoryjnych	U11
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: - układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne).	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	ocena ćwiczeń laboratoryjnych	U16
Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	ocena ćwiczeń laboratoryjnych	U17
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	Wykład, projekt	projekt	K1_K01
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Wykład, projekt	projekt	K1_K04

Zespół Autorski:

Dr inż. Piotr Firek

Dr inż. Jerzy Kalenik

Mgr inż. Maciej Radtke

Dr hab. inż. Piotr Wieczorek

Podstawy Materiałów i Konstrukcji (POMAK)
Fundamentals of materials and constructions

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: -

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest, aby po jego zaliczeniu student:

- posiadał wiedzę z podstawowych właściwości materiałów stosowanych w elektronice i fotonice
- potrafił przedstawić zarys technologii związanych z konstrukcją układów elektronicznych

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *Oprócz wykorzystania klasycznych technik nauczania, zajęcia prowadzone będą z zastosowaniem innowacyjnych form kształcenia jak gamifikacja, praca zespołowa z elementami PBL (Project Based Learning).*

Opis wykładu:

Wstęp (1h)

Rysunek techniczny (4h)

Podstawy rysunku technicznego, dokumentacja techniczna, czytanie i rysowanie schematów elektrycznych.

Materiały w elektronice (6h)

Materiały magnetyczne (krzywa magnesowania, przenikalność magnetyczna, klasyfikacja materiały magnetyczne miękkie i twarde, magnetyki niemetaliczne) dielektryczne (budowa i właściwości, dielektryki lotne, ciekłe i stałe), przewodzące (materiały przewodowe, oporowe i styko-

we, materiały termoelektryczne, nadprzewodnictwo, kriorezystywność, korozja), półprzewodząca (wytwarzanie materiałów i elementów półprzewodnikowych, zastosowania).

Elementy bierne (3h)

Znormalizowany szereg wartości znamionowych. Rezystory – konstrukcje, parametry, zjawiska szkodliwe, obudowy i klasyfikacja. Kondensatory – konstrukcje, parametry, zjawiska szkodliwe, obudowy i klasyfikacja. Podzespoły indukcyjne (budowa, cewki, filtry, transformatory, parametry i konstrukcje)

Elementy aktywne (1h)

Rodzaje obudów elementów półprzewodnikowych i identyfikacja wyprowadzeń. Odprowadzanie ciepła.

Projektowanie obwodów drukowanych (2h)

Pole lutownicze, ścieżka, zasady rozmieszczania elementów, wpływ technologii montażu na projektowanie.

Podłoża(2h)

Laminaty, ceramiki, technologia wytwarzania PCB. Jedno, dwu i wielowarstwowe obwody drukowane.

Poziomy montaż aparatury elektronicznej (3 h)

Montaż drutowy, montaż flip-chip z wykorzystaniem lutów i klejów Podstawy procesu lutowania, stopy i pasty lutownicze. Montaż przewlekany, powierzchniowy i mieszany.

Połączenia elektryczne w urządzeniach elektronicznych (2h)

Przewody, złącza – właściwości i rodzaje. Okablowanie i jego konstrukcje. Połączenia elementów elektronicznych.

Chłodzenie aparatury elektronicznej (2 h)

Podstawowe mechanizmy transportu ciepła naturalne i wymuszone. Wymiana ciepła w urządzeniach elektronicznych i metody jej zwiększania. Źródła ciepła w urządzeniach elektronicznych.

Narażenia środowiskowe (2 h)

Wpływ narażeń na urządzenia, podzespoły i elementy elektroniczne. Klasy ochronności, oznaczenia aparatury elektronicznej. Badania środowiskowe. Ekranowanie.

Niezawodność konstrukcji aparatury elektronicznej. (2h)

Definicja i miary niezawodności. Niezawodność struktur podstawowych.

Podsumowanie laboratoriów, kolokwia zaliczeniowe (2h)

Laboratorium:

- Badanie wybranych właściwości materiałów elektronicznych (3h)
- Wpływ narażeń środowiskowych (temperatura i wilgotność) na pracę prostego obwodu elektronicznego (dzielnik napięcia). (elementy wykonane w różnych technologiach, o różnej tolerancji). (3h)
- Właściwości dielektryczne i magnetyczne materiałów. (3h)
- Odprowadzanie ciepła w konstrukcji układu elektronicznego (3h).
- Rysowanie schematów elektrycznych, prosty projekt obwodu drukowanego (3h)
- Montaż elementów na płycie uniwersalnej (3h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

- J. Felba, R. Kisiel "Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej" Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2015
- R. Kisiel „Podstawy technologii montażu dla elektroników” Wydawnictwo BTC, Legionowo 2012

- J. Felba „Montaż w elektronice” Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011
- Z. Celiński „Materiałoznawstwo elektrotechniczne” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011
- R Kisiel, A. Bajera „Podstawy konstruowania urządzeń elektronicznych” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999

Materiały dedykowane (w tym elektroniczne),

Opracowane materiały do wykładu w PowerPoint

Oprogramowanie: Altium Designer

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	9/5	-	6/5	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

*13. liczba godzin kontaktowych – 53 godz., w tym
obecność na wykładach 27 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 18 godz.,
udział w konsultacjach 8 godz.*

*14. praca własna studenta – 31 godz., w tym
przygotowanie do wykładu 13 godz.,
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 6 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 6 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań laboratoria 6 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 84 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,9 pkt ECTS, co odpowiada 53 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,9 pkt ECTS, co odpowiada 24 godz. ćwiczeń laboratoryjnych (realizacja i konsultacje).

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwia	K1_W13
Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład/ laboratorium	Kolokwia/ ocena z laboratorium	K1_W14
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Wykład	Kolokwia	K1_U04
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi proste obwody elektryczne,	Wykład/ laboratorium	Kolokwia/ ocena z laboratorium	K1_U16
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Wykład/ laboratorium	Kolokwia/ ocena z laboratorium	K1_U19
Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratoria	Ocena z Laboratorium	K1_U20
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Laboratoria	Ocena z Laboratorium	K1_K04

Autor/Zespół Autorski:
Dr inż. Grzegorz Tarapata
Dr inż. Jacek Dusza

Podstawy Pomiarów Wielkości Elektrycznych (POME) *Fundamentals of electrical measurements*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wymagana wcześniejsza realizacja:
MATI, FIZ, POMAK, WEL oraz co najmniej równoległa TOB*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku
Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Przedmiot daje studentowi podstawową wiedzę na temat metod pomiarowych podstawowych wielkości elektrycznych i sygnałów elektrycznych, oraz zasadach wykonywania i dokumentowania pomiarów. Dodatkowo, przedstawiona zostanie budowa, zasada działania i eksploatacja podstawowych urządzeń pomiarowych. Kolejnym celem jest przekazanie wiedzy z zakresu teorii błędów i niepewności pomiarów oraz analizy wyników pomiarów i poprawnego wnioskowania.

Treść kształcenia:

Opis wykładu: (30 h)

1. Sprawy organizacyjne i regulaminowe. – (1h). Podstawowe pojęcia. Pomiary – schemat procesu pomiarowego, klasyfikacja metod pomiarowych, układ jednostek SI – (1h)
2. Elektrotechnika w pomiarach: Podstawowe prawa elektrotechniki w pomiarach elektrycznych. (1h). Definicje podstawowych wielkości elektrycznych, wzorce pomiarowe i ich odtwarzanie w procesie pomiarowym (1h)
3. Błędy w procesie pomiarowym. Pojęcie błędu pomiaru, klasyfikacja błędów i ich źródła. Niedokładność przyrządów pomiarowych i wzorców. Niepewność standardowa i rozszerzona. Wyznaczenie niepewności typu B w pomiarach bezpośrednich (2h).

4. Metody poprawy dokładności. Wyznaczenie niepewności pomiaru typu A. Propagacja niepewności w pomiarach pośrednich. Niepewność całkowita (2h)
5. Elementy toru pomiarowego, struktura przyrządu pomiarowego analogowego i cyfrowego. Przetworniki pomiarowe: A/C, rezystancja/napięcie, prąd/napięcie U/t, U/f (2h)
6. Kolokwium sprawdzające pierwsze (1h)
7. Podstawowe parametry przyrządów pomiarowych. Oprzyrządowanie laboratorium elektronicznego (budowa wewnętrzna, zasada działania, eksploatacja, parametry metrologiczne): multimetry cyfrowe, zasilacz stabilizowany, generator sygnałów, częstotściomierz (2h)
8. Oscyloskop cyfrowy. (2h)
9. Budowa woltomierza i amperomierza. Metody pomiarów napięć i prądów stałych. (2h)
10. Pomiary rezystancji przy prądzie stałym: metody pomiarowe i ich zastosowanie w laboratorium i praktyce inżynierskiej. Metoda techniczna, metody mostkowe, układy wieloprzewodowe (3h)
11. Sygnały elektryczne i ich parametry. Przetworniki AC/DC. Pomiar parametrów napięć i prądów zmiennych. (2h)
12. Pomiar częstotliwości, czasu i przesunięcia fazowego metodami analogowymi i cyfrowymi (2h).
13. Pojęcie immitancji. Schematy zastępcze kondensatorów i cewek. Pomiary parametrów dwójników immitancyjnych metodami technicznymi. Mostki pomiarowe napięcia zmiennego, analizatory impedancji. (2h).
14. Kolokwium sprawdzające drugie (1h).
15. Opracowanie danych pomiarowych. Aproksymacja, interpolacja, ekstrapolacja, korelacja. Analiza i porównywanie danych wyników pomiarów. *Dokumentowanie wyników pomiarów. (1h). Kolokwium poprawkowe (1h).*

Laboratorium:

Przewiduje się trzy zajęcia laboratoryjne trzygodzinne. Laboratorium nr 1 będzie w formie warsztatów, w których prowadzący prezentuje projektowanie, wykonywanie i dokumentowanie procesu pomiarowego. Na laboratoriach 2 i 3 studenci będą ćwiczyli wykonywanie prostych zagadnień pomiarowych, przetwarzania oraz prezentowania uzyskanych wyników. Celem laboratorium jest pozyskanie przez studentów zdolności w swobodnym posługiwaniu się podstawową aparaturą pomiarową. Proponowany zakres tematyczny laboratorium.

1. **Planowanie i prowadzenie eksperymentów pomiarowych.** Dokumentowanie wyników pomiarowych. Wykorzystanie narzędzi informatycznych do obróbki i wizualizacji danych pomiarowych (Excel). Obsługa multimetru, zasilacza laboratoryjnego, woltomierza i amperomierza. Tematyka laboratorium oparta przykładzie pomiaru rezystancji statycznej i dynamicznej elementu nieliniowego.
2. **Charakteryzacja źródeł napięciowych i dwójników pasywnych.** Pomiar pośredni i bezpośredni prądu. Wyznaczenie charakterystyk I-U napięciowego źródła idealnego (zasilacza stabilizowanego), źródła rzeczywistego (generatora funkcyjnego), wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej dwójnika nieliniowego.

3. **Oscyloskop cyfrowy.** Pomiary parametrów (napięciowych i czasowych) sygnałów testowych trzema metodami: klasyczną, kursorami oraz automatyczną. Analiza i interpretacja wyników pomiarowych (niepewność pomiaru, porównywanie wyników). Sonda pomiarowa.

Ćwiczenia:

Przewiduje się zajęcia tablicowe prowadzone w grupach dziekańskich (do 30 osób), w wymiarze: trzy zajęcia po dwie godziny. Zakłada się, że student nabyte umiejętności samodzielnie rozwiązywania typowych problemów rachunkowych w szacowaniu dokładności pomiarów.

Tematyka zajęć:

1. Niepewność standardowa typu B w pomiarach bezpośrednich, błąd systematyczny (tolerancja elementów, obliczanie niepewności standardowej na podstawie znajomości formuł określających niepewność graniczną przyrządu, względna niepewność standardowa, korekcja błędu systematycznego)
2. Niepewność standardowa typu A oraz niepewność rozszerzona (serie pomiarowe, obliczanie wartości średniej i odchyłeń standardowych z próby celem określenia przedziałów niepewności dla różnych współczynników rozszerzenia)
3. Niepewność w pomiarach pośrednich i propagacja niepewności

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

4. J. Dusza., P. Gąsior, G. Tarapata: „Podstawy pomiarów”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2019
5. Paweł Fotowicz „Wyrażenie niepewności pomiaru”, Przewodnik, Główny Urząd Miar 1999 (tłumaczenie „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”)
6. Ćwiczenia laboratoryjne Podstaw Pomiarów. Preskrypt na prawach rękopisu. Warszawa, 2020. Aktualizowany co semestr i dostępny w formie PDF na stronie internetowej przedmiotu.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	2/5	3/5	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 5. liczba godzin kontaktowych – | 47 godz., w tym |
| obecność na wykładach | 30 godz. |
| obecność na ćwiczeniach | 6 godz. |
| obecność na laboratorium | 9 godz. |
| konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe | 2 godz. |
| 6. praca własna studenta – | 28 godz., w tym |

<i>powtórzenie materiału do wykładów</i>	<i>6 godz.</i>
<i>przygotowanie do ćwiczeń przygotowanie do laboratorium</i>	<i>3 godz.</i>
<i>przygotowanie do kolokwium na ćwiczeniach przygotowanie do kolokwium wykładowego</i>	<i>5 godz.</i>
	<i>4 godz.</i>
	<i>10 godz.</i>

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: np. 1,89 pkt. ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,56 pkt. ECTS, co odpowiada 9 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 5 godz. przygotowań do laboratorium

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	wykład, ćwiczenia, laboratorium	Kolokwium wykładowe i ćwiczeniowe, zaliczenie laboratorium	K1_W11
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład, laboratorium	Zajęcia praktyczne na laboratorium	K1_W13
UMIĘJĘTNOŚCI			
Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	Ćwiczenia, laboratorium	Praca w laboratorium, sporządzenie protokołu pomiarowego, wnioski z wykonywanych pomiarów	K1_U01
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych	laboratorium	Sprawozdanie z pomiarów. Poprawność wyciągania wniosków z wykonanych pomiarów, prezentacja danych pomiarowych	K1_U02
Ma umiejętność samokształcenia się.	Ćwiczenia, laboratorium	Przygotowanie się do ćwiczeń	K1_U08

		laboratoryjnych i rachunkowych	
Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych i sporządzenie protokołu pomiarowego	K1_U12
Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	laboratorium	Samodzielna praca w laboratorium	K1_U20
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	Wykład, ćwiczenia, laboratorium	Kolokwia, praca w laboratorium	K1_K01
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium	Praca w laboratorium	K1_K03

Zespół Autorski:
dr hab. inż. Tomasz Starecki

Podstawy Mikrokontrolerów (POMIK) ***Introduction to Microcontrollers***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy techniki cyfrowej (POCY),
Systemy cyfrowe i komputerowe (SCK)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku
Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Cel i założenie: zaznajomienie z podstawami techniki mikroprocesorowej i systemów wbudowanych, zasady projektowania, typowe peryferia. Po tym przedmiocie student powinien rozumieć sposób funkcjonowania i projektowania prostych (realizowanych na układach 8-bitowych) systemów mikroprocesorowych i wbudowanych. Rozwinięcie na układy i rozwiązania bardziej zaawansowane (mikrokontrolery ARM, zaawansowane systemy wbudowane, systemy czasu rzeczywistego) w następnym przedmiocie.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot zaliczany jest w oparciu o kolokwia wykładowe oceny z laboratoriów oraz projektów.

Opis wykładu:

Mikroprocesor, mikrokontroler, procesor sygnałowy.

Koncepcja współpracy CPU z zasobami wewnętrznymi i zewnętrznymi
Przykłady implementacji prostego systemu (ROM, RAM, układy we/wy) w zależności od rodzaju mikroprocesora / mikrokontrolera.

Obciążalność wyjść i buforowanie sygnałów. Współpraca z układami cyfrowymi z różnych rodzin i zasilanymi z różnych napięć. Pamięci RAM. Rodzaje pamięci nieulotnych.

Analiza zależności czasowych na przykładzie cyklu odczytu pamięci.

Architektura mikrokontrolera na przykładzie wybranych układów.

Sposób działania linii wejść / wyjść.

Taktowanie i zerowanie mikrokontrolera.

System przerwań.

Interfejs użytkownika - klawiatury, wyświetlacze, enkodery obrotowe.

Przykłady typowych, prostych wewnętrznych i zewnętrznych układów peryferyjnych:

- bloki licznikowe,
- układy UART/USART,
- wybrane interfejsy szeregowo: SPI, I2C, 1-Wire, RS-232, RS-485, CAN, USB, Ethernet, interfejsy bezprzewodowe,
- przetworniki A/C i C/A,
- sterowanie obciążeniami DC i AC (230VAC).

Układy czuwające.

Redukcja poboru mocy.

Laboratorium:

- uruchomienie na wybranym zestawie z mikrokontrolerem prostych procedur obsługujących:
- linie wejść/wyjść cyfrowych na przykładzie obsługi klawiatury matrycowej oraz wyświetlacza,
- układy licznikowe,
- przetworniki AC/CA,
- wybrane interfejsy szeregowo.

Egzamin: NIE

Literatura:

- P. Hadam, *Projektowanie systemów mikroprocesorowych*, BTC 2004
- E. Williams, *Programowanie układów AVR dla praktyków*, Helion 2014
- R. Baranowski, *Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce*, BTC 2005
- T. Jabłoński, *Mikrokontrolery PIC16F8x w praktyce*, BTC 2002
- T. Starecki, *Mikrokontrolery 8051 w praktyce*, BTC 2002

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

liczba godzin kontaktowych – 55 godz., w tym

obecność na wykładach 30 godz.,

obecność na laboratoriach 15 godz.,

udział w konsultacjach 10 godz.

praca własna studenta – 45 godz., w tym

*nauka zagadnień teoretycznych (wykładowych) 20 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 25 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,2 pkt ECTS, co odpowiada 55 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,6 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. prac związanych z zajęciami laboratoryjnymi.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszarów architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych	wykład / laboratorium / projekt	kolokwium / raport	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki	wykład / projekt	kolokwium / raport	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	laboratorium / projekt	raport	K1_U04
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy)	laboratorium / projekt	raport	K1_U13
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego	laboratorium / projekt	raport	K1_U19

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Lidia Łukasiak

dr inż. Agnieszka Zaręba

dr inż. Sławomir Szostak

Podstawy Przyrządów Półprzewodnikowych (PPP)

Introduction to Semiconductor Devices

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka Półprzewodników w Elektronice i Fotonice (FPEF)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z działaniem i zastosowaniem powszechnie stosowanych przyrządów półprzewodnikowych oraz z trendami rozwojowymi elektroniki półprzewodnikowej, a także nauczenie ich podstaw doboru przyrządów do określonego zastosowania na podstawie parametrów użytkowych podanych w kartach katalogowych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Realizacja przedmiotu obejmuje 15 dwugodzinnych wykładów.

Ponadto student może uczestniczyć w konsultacjach.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

ocenę wiedzy i umiejętności w trakcie pisemnych kolokwii wykładowych (pytania o charakterze teoretycznym i problemy rachunkowe, w niektórych przypadkach student może korzystać z dozwolonych materiałów pomocniczych, np. kart wzorów), pytania kolokwialne mogą dotyczyć zagadnień, które studenci mają opracować na podstawie literatury zaproponowanej przez prowadzącego;

formatywną ocenę związaną z rozwiązaniem problemów podanych przez prowadzącego, a także z interaktywną formą prowadzenia wykładów;

ocenę ewentualnego sprawdzianu ustnego w przypadku wątpliwości co do oceny.

Opis wykładu:

- *Dioda*: Charakterystyki statyczne diod – przypomnienie. Model złącza p-n dla symulacji komputerowych. Praca małosygnałowa, pojemność złączowa i dyfuzyj-na, elektryczne układy zastępcze. Praca wielkosygnałowa – porównanie złącza p-n i diody Schottky'ego. Rodzaje diod półprzewodnikowych, ich zastosowania i parametry użytkowe. (4h)
- *Elementy technologii układów scalonych*: Technologia epiplanarna, operacje standardowych procesów wytwarzania monolitycznych układów scalonych. (2h)
- 3. *Tranzystor bipolarny*: Proste zastosowania (wzmacniacz), struktura, zasada działania, układy pracy, stany pracy. Praca statyczna – charakterystyki statyczne, przebicia. Model tranzystora dla symulacji komputerowych. Praca małosygnałowa – układ zastępczy, częstotliwości graniczne. Zastosowania, parametry użytkowe. Ograniczenia fizyczne i konstrukcyjne tranzystora bipolarnego. Krzemowy tranzystor HBT z bazą krzemogermanową. Inne tranzystory HBT. (8h)
- 4. *Tranzystor polowy MOS*: proste zastosowania (inwerter, bramki logiczne), struktura, zasada działania. Praca statyczna: charakterystyki statyczne, zakresy pracy, napięcie progowe, inne parametry użytkowe. Model tranzystora dla symulacji komputerowych. Praca małosygnałowa: układ zastępczy, parametry dynamiczne. Praca wielkosygnałowa: inwerter CMOS. Reguły skalowania i ich konsekwencje. Tranzystor MOS jako czujnik. Ewolucja technologii CMOS. Technologia SOI CMOS jako perspektywa dla układów ULSI niskomocowych i niskonapięciowych: Wielobramkowe tranzystory MOS SOI. Mikrosystemy (8h)
- 5. *Komórki pamięci półprzewodnikowych*: klasyfikacja. Komórka pamięci dynamicznej DRAM, technologie "trench" i "stacked". komórki pamięci nieulotnych EPROM, EEPROM, flash EEPROM: struktura fizyczna, zasada działania, podstawowe właściwości, stan aktualny na rynku. (2h)
- 6. *Inne tranzystory polowe*: ze złączem p-n, z barierą Schottky'ego, tranzystor HEMT. Struktura fizyczna, rola poszczególnych obszarów, zasada działania, charakterystyki statyczne, zastosowania. (2h)
- 7. *Półprzewodnikowe przyrządy mocy*: tranzystor mocy: bipolarny i MOS. Tyrystor. Nowoczesne konstrukcje półprzewodnikowych przyrządów mocy. Proste zastosowania i parametry użytkowe (2h)
- 8. Dwa pisemne kolokwia (2h)

Egzamin: NIE

Literatura:

Materiały do zajęć – slajdy itp.

Literatura podstawowa:

1. S. M. Sze, K. Ng, "Physics of semiconductor devices", John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, 2007.
2. Chenming Calvin Hu, "Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits", 2010. (<https://people.eecs.berkeley.edu/~hu/Book-Chapters-and-Lecture-Slides-download.html>)
3. J. Hannel, „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej”, WNT, Warszawa, 2003.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

15. liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym

obecność na wykładach 30 godz.,

udział w konsultacjach 5 godz.

16. praca własna studenta – 15 godz., w tym

przygotowanie do wykładów ((przejrzenie materiałów z wykładu i literatury dodatkowej,
próba rozwiązania zadań rachunkowych przekazanych na wykładzie)) 6 godz.,
przygotowanie do kolokwium 9 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0 pkt ECTS.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zasad działania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	wykład	kolokwium	K1_W07
W2: Ma uporządkowaną wiedzę, na temat zastosowania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	wykład	kolokwium	K1_W07 K1_W08 K1_W09
W3: Ma wiedzę na temat trendów rozwojowych elektroniki półprzewodnikowej oraz cyklu życia technologii mikroelektronicznych	wykład	kolokwium	K1_W07 K1_W13 K1_W14
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane modele do wyznaczania charakterystyk i podstawowych parametrów przyrządów półprzewodnikowych	wykład	kolokwium	K1_U02
U2: Potrafi określić kryteria doboru przyrządu półprzewodnikowego do określonego zastosowania	wykład	kolokwium	K1_U13
U3: Potrafi pozyskiwać informacje z literatury i innych źródeł, także w języku angielskim.	wykład	kolokwium	K1_U04
U4: W stopniu podstawowym potrafi korzystać z danych zawartych w kartach katalogowych przyrządów półprzewodnikowych.	wykład	kolokwium	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS1: Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie	wykład, konsultacje	ocena aktywności w trakcie wykładu i/lub konsultacji	K1_K01

Zespół Autorski:

mgr inż. Marcin Bączyk
dr hab. inż. Michał Borecki,
dr inż. Dominik Kasprowicz,
dr hab. Marek Nałęcz, prof. PW,
dr inż. Marek Niewiński,
dr inż. Andrzej Wielgus
dr inż. Adam Wojtasik

Programowanie Obiektowe (PROO)
Object-oriented Programming

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *WINF, PAPRO, PROS*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest pogłębienie wiedzy studentów na temat programowania obiektowego, zaznajomienie ich ze składnią wybranego języka obiektowego oraz nauka praktycznego wykorzystywania nabytej wiedzy implementacji rozwiązań problemów programistycznych w języku Java.*

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

(2h) Elementy inżynierii oprogramowania dla programowania obiektowego

Metody projektowania programu obiektowego: zstępująca i wstępująca

Zasady SOLID

Zasady programowania techniką TDD

Implementacja paradygmatu obiektowego w języku Java

(2h) Środowisko

Maszyna wirtualna

Bezpieczeństwo kodu

Gospodarka pamięcią (odśmiecianie)

Program w języku Java: Styl programowania, Organizacja projektu, Pliki Jar, Manifest, Pakiety, Dokumentacja

(1h) Podstawy składni

Typy danych

Obiekty niereferencyjne i referencyjne

Tablice, łańcuchy znakowe, itp.

Operatory, wyrażenia, organizacja pętli

(2h) Podstawy obiektowości

Klasa, obiekt, metoda

Enkapsulacja, ukrywanie danych

Konstrukcja obiektu

Relacje między obiektami – asocjacje i agregacje

Dziedziczenie

Klasa Object

Klasy abstrakcyjne

Interfejsy

Polimorfizm

(1h) Obsługa sytuacji wyjątkowych

Klasy i obiekty z interfejsem Throwable

(1h) Wejście/wyjście

Koncepcja klas obudowujących

Strumienie

Serializacja obiektów

Sieciowość – gniazda

(1h) Przetwarzanie współbieżne

Interfejsy Runnable i Callable

Obiekty wątków i uruchamianie zadań w wątkach

Egzekutory

Synchronizacja wątków

(2h) Interfejs graficzny (GUI) – programowanie zdarzeniowe

Hierarchia klas interfejsu graficznego

Rodzaje komponentów

Rodzaje zdarzeń

Wzorzec Obserwator - nasłuchiwanie i obsługa zdarzeń

Metodologia JavaBeans

(2h) Przykładowy projekt (studium przypadku):

Wielowątkowy sieciowy serwer z klientami wyposażonymi w GUI

(2h) Programowanie mobilne

Java a system Android

Podstawowe konstrukcje i zasady

Przykładowa aplikacja

(2h) Implementacja paradygmatu obiektowego w innych językach programowania na przykładzie

C++

Obiektowość w języku C++ – porównanie z językiem Java

Wieloparadygmatowość programowania w C++

Laboratorium:

- (2h) Pierwsza aplikacja w Javie – kompilacja i uruchamianie z poziomu konsoli. Używanie zmiennych typów podstawowych. Definiowanie klas, tworzenie obiektów, wywoływanie metod i przekazywanie do nich argumentów. IDE i praca z debuggerem.
- (2h) Zadany problem programistyczny: model obiektowy, UML, tworzenie testów jednostkowych. Wykorzystanie metodyki SOLID – klasy abstrakcyjne i interfejsy.
- (2h) GUI, mechanizmy wielowątkowości.
- (2h) Obsługa operacji wejścia/wyjścia, serializacja obiektów, komunikacja sieciowa
- (2h) Aplikacja mobilna na platformę android.

Projekt:

Zadania programistyczne realizowane zespołowo (grupy dwuosobowe – skład losowany). Tematyka zadań ustalana indywidualnie dla każdej z grup:

tematy pochodzące od studentów – po akceptacji opiekuna

tematy narzucone przez opiekuna – np. symulacja i wizualizacja wybranego zjawiska fizycznego z dziedziny szeroko rozumianej elektroniki

Tematy rozdanie lub zatwierdzenie – 2 tydzień semestru

Etapy kontrolne – zatwierdzane przez opiekuna:

Specyfikacja w formie dokumentu README.md (opis funkcjonalności, scenariusz użycia, diagram UML, prototyp GUI) – w formie repozytorium git - 4 tydzień semestru
Wersja testowa – 8 tydzień semestru

Wersja ostateczna – 14 tydzień semestru

Egzamin: *nie*

Literatura:

Cay S. Horstmann *Java. Podstawy. Wydanie X*

Bruce Eckel *Thinking in Java. Edycja polska. Wydanie IV*

[Erich Gamma](#), [Richard Helm](#), [Ralph Johnson](#), [John Vlissides](#) *Wzorce projektowe. Elementy oprogramowania obiektowego wielokrotnego użytku*

Robert C. Martin *Zwinne wytwarzanie oprogramowania. Najlepsze zasady, wzorce i praktyki*

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
4/3	-	2/3	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

17. liczba godzin kontaktowych – 40 godz., w tym

obecność na wykładach 20 godz.,

obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,

obecność na laboratorium 10 godz.,

udział w konsultacjach 10 godz.

18. praca własna studenta – 40 godz., w tym

*przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 10 godz.,
wykonywania zadań projektowych 15 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,5 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,5 pkt ECTS, co odpowiada 10 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 10 godz. przygotowań do laboratorium oraz 20 godz. zadań projektowych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną wiedzę o mechanizmach obiektowych w języku Java	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
Rozumie zasady budowy aplikacji obiektowej w języku Java	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
Zna i rozumie zasady implementacji paradygmatu obiektowego w językach programowania	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi zaproponować strukturę i hierarchię klas dla aplikacji tworzonej w języku Java	laboratorium / projekt	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych / ocena projektu	K1_U18
Potrafi zaproponować obiektową architekturę wielowątkowej, sieciowej aplikacji tworzonej w języku Java	laboratorium / projekt	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych / ocena projektu	K1_U18
Potrafi wykorzystać dostępne w języku Java klasy i obiekty interfejsu graficznego	laboratorium / projekt	ocena pracy w trakcie	K1_U18

		zajęć laboratoryjny ch / ocena projektu	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi pracować w grupie oraz wspólnie rozwiązywać problemy			K1_K03
Jest odpowiedzialny za projekt oraz własny kod, podejmuje zobowiązania, z których jest w stanie się wywiązać			K1_K04
potrafi zarządzać swoim czasem oraz ma umiejętność planowania w czasie pracy własnej oraz pracy członków zespołu i dotrzymuje terminów			K1_K03, K1_K04

Zespół Autorski:

mgr inż. Marcin Bączyk
dr hab. inż. Michał Borecki,
dr inż. Dominik Kasprowicz,
dr hab. Marek Nałęcz, prof. PW,
dr inż. Marek Niewiński,
dr inż. Andrzej Wielgus
dr inż. Adam Wojtasik

Programowanie Strukturalne (PROS)
Structured Programming

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *WINF, PAPRO*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest pogłębienie wiedzy studentów na temat programowania strukturalnego, zaznajomienie ich ze składnią wybranych języków strukturalnych, a także nauka praktycznego wykorzystywania nabytej wiedzy implementacji rozwiązań problemów programistycznych w języku Python oraz C.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Opis wykładu:

(2h) Struktury danych

przegląd struktur danych: tablica, lista, struktura mieszana,
abstrakcyjne typy danych: stos, kolejka, słownik,
przegląd narzędzi bibliotecznych: wektor, tablica, zbiór, słownik
pojęcie iteratora

(4h) Język Python:

dokumenty PEP jako podstawowe źródło informacji
podstawowe typy i struktury danych
pojęcie funkcji: definiowane i wywołanie

- praca z dokumentacją, styl kodowania
- pojęcia modułów i pakietów
- implementacja wybranych algorytmów
- (2h) Języki kompilowane i interpretowane
 - podstawowe zalety i wady
 - Just-in-time compilation
 - proces debugowania programu
- (16h) Język C:
 - preprocesor, proces kompilacji i konsolidacji
 - praca z dokumentacją, styl kodowania
 - podstawowe typy i struktury danych
 - instrukcje i wyrażenia
 - pojęcie wskaźnika wraz z arytmetyką
 - pojęcie funkcji: parametry i argumenty wywołania (sposoby przekazywania przez “wartość” i “adres”)
 - wykorzystywanie bibliotek programistycznych
 - implementacja wybranych algorytmów
- (2h) Rozszerzenia języka Python tworzone w języku C

Laboratorium:

Rozwinięcie języka Python

- (2h) zintegrowane środowisko programistyczne
 - Tworzenie środowiska wirtualnego
 - Tworzenie nowych projektów
 - Dodawanie istniejących źródeł do projektu
 - Budowanie, uruchamianie i debugowanie
 - Praca z managerem pakietów pip
- (2h) podstawowe typy danych. Praca z listami, słownikami ciągami znaków
- (2h) definiowanie funkcji, przekazywanie argumentów aktualnych do funkcji, zwracanie wartości, funkcje anonimowe, generatory
- (2h) dekoratory funkcji
- (2h) tworzenie własnych modułów i pakietów
- Język C
 - (2h) Obsługa kompilatora z poziomu konsoli – podstawowe opcje wywołania. Przebieg procesu kompilacji i konsolidacji – podstawowa diagnostyka błędów występujących w trakcie tego etapu. Wyszukiwanie błędów czasu wykonania 0 praca z debuggerem: break point, praca krokowa, podgląd zawartości pamięci
 - (2h) podstawowe typy danych – wskazanie ograniczeń wynikających ze sposobu reprezentacji ich wartości. Pętle i instrukcje warunkowe. Operatory: arytmetyczne, relacyjne, logiczne, inkrementacji i priorytety ich wykonania. Konwersja typów – niebezpieczeństwa
 - (2h) pojęcie funkcji. Argumenty formalne i aktualne. Argumenty formalne funkcji main(). Sposoby przekazywania argumentów: przez wartość i przez adres. Rekurencja
 - (2h) tablice i łańcuchy. Wskaźniki i ich arytmetyka. Tablice wielowymiarowe. Przekazywanie tablic do funkcji.
 - (2h) Struktury i unie. Pola bitowe. Operatory bitowe
 - (2h) dynamiczna alokacja pamięci (funkcje malloc, calloc, realloc, free) Implementacja wybranego typu listy wiązanej (dodawanie i usuwanie elementów)
 - (2h) preprocesor i makrodefinicje

(2h) praca z projektami wielo-plikowymi – narzędzie make
(4h) tworzenie rozszerzeń dla Pythona w języku C, profiler

Egzamin: *nie*

Literatura:

Mark Lutz *Python. Wprowadzenie. Wydanie IV*
Stephen Prata *Język C. Szkoła programowania. Wydanie VI*

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

19. liczba godzin kontaktowych – 70 godz., w tym:

*obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 10 godz.*

20. praca własna studenta – 40 godz., w tym:

*przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 20 godz.,
przygotowanie do kolokwium 20 godz.,
wykonywanie zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 0 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 110 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 20 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma ugruntowaną wiedzę na temat zasad programowania strukturalnego	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
Wie jakie są wady i zalety języków kompilowanych i interpretowanych	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
Wie jakie są zadanie procesu kompilacji oraz konsolidacji	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi napisać i uruchomić skrypt w języku Python	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
Potrafi napisać, skompilować oraz uruchomić program w języku C	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
Potrafi zaproponować architekturę programu w języku C lub Python implementując strukturalny paradygmat programowania.	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współpracować z innymi osobami w ramach wspólnie rozwiązywanych problemów	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K03

Zespół Autorski:

dr hab. Krzysztof Poźniak, prof. PW
doc. dr inż. Elżbieta Piwowarska

Programowanie Układów Rekonfigurowalnych (PRURE)
Reconfigurable Circuits Programming

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy techniki cyfrowej (POCY),
Systemy cyfrowe i komputerowe (SCK), Paradygmaty programowania (PAPRO)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku
Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studenta z metodami projektowania układów cyfrowych i mieszanych wykorzystującymi programowanie układów rekonfigurowalnych typu FPGA, PSoC i *embedded FPGA*. Studenci zostaną zapoznani z podstawowymi architekturami układów rekonfigurowalnych oraz narzędziami, metodami i językami ich oprogramowania i zdobędą praktyczne umiejętności w zakresie konfiguracji układów FPGA do różnych zastosowań.

Opis wykładu:

1. Bloki cyfrowe – bramki kombinacyjne, rejestry, automat stanów, pamięci, magistrale, układy nadawczo-odbiorcze. Układy synchroniczne i asynchroniczne (kombinacyjne). Powtórzenie.
2. Metody realizacji układów cyfrowych – układy specjalizowane ASiC i programowalne, systemy sprzętowo-programowe: różnice w zakresie zastosowań, wydajności, metod projektowania. Blok IP. FPGA IP.
3. Budowa i działanie układów reprogramowalnych i rekonfigurowalnych – FPGA, CPLD (Xilinx, Altera-obecnie Intel, Lattice) i PSoC (Cypress) – omówienie technologii, dostępnych bloków funkcjonalnych, trendów rozwojowych, metod (re)konfiguracji. Analogowe układy reprogramowalne, układy hybrydowe, SoC zawierające FPGA IP.
4. Narzędzia projektowe do programowania i symulacji układów FPGA – omówienie podstawowych technik i dostępnego na rynku oprogramowania projektowego, przedstawienie pełnej ścieżki projektowania (etapy kompilacji, syntezy, analizy czasowej, symulacji, generacji konfiguracji itp.) Implementacja projektu.

5. Języki opisu sprzętu VHDL i Verilog – model sprzętu, mechanizm symulacji, standardy syntezy. Zasady opisu na poziomie RTL i funkcjonalnym. Współbieżność procesów i szeregowanie transakcji. Projektowanie systemowe: hierarchia, parametryzowanie, konfiguracja.
6. Programowanie podstawowych bloków funkcjonalnych – omówienie programowania złożonych bloków logicznych, pamiętających, obliczeniowych, metody optymalizacji (funkcjonalnej, czasowej i logicznej). Wybrane rozwiązania użytkowe np. bloki komunikacyjne, synchronizujące, sterujące, akwizycji danych itp.
7. Programowanie hierarchiczne – omówienie realizacji projektów złożonych z wielu komponentów – zasady łączenia i hierarchizacji bloków, zastosowania technik parametryzacji, metody symulacji hierarchicznej.
8. Problemy przetwarzania dużych danych: arytmetyka stała i zmiennoprzecinkowa, precyzja a złożoność, kompromis powierzchnia-moc. Podstawowe operacje DSP (MAC, filtracja, itp.)
9. Optymalizacja projektu – podstawowe metody optymalizacji funkcjonalnej i czasowej, architektury iteracyjna i potokowa, szybkość a przepustowość, wpływ architektury na moc. Optymalizacja na poziomie algorytmu i realizacji (syntezy).
10. Programowanie układów rekonfigurowalnych z wykorzystaniem C, Python. Podstawowe zasady przechodzenia od kodu algorytmicznego do opisu RTL. Rozwiązania użytkowe na przykładzie narzędzi do programowania układów mieszanych PSoC. OpenCL – zastosowanie i podstawy programowania. Pojęcie platformy heterogenicznej.
11. Weryfikacja i testowanie. Weryfikacja poprzez symulację i podstawy weryfikacji formalnej. System Verilog, standardy weryfikacji: OVM, UVM.
12. Trendy rozwojowe. Projektowanie systemowe.

Laboratorium:

5x 3godz. spotkania: przygotowanie i uruchomienie projektu układu wg zadanej specyfikacji na platformach FPGA, PSoC.

Egzamin: *tak*

Literatura:

- T. Łuba, Synteza układów logicznych, Oficyna Wydawnicza PW
- D. Kania, Układy logiki programowalnej, Wydawnictwo Naukowe PWN
- M. Zwoliński, Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL, WKŁ
- K. Skahill, Język VHDL, Projektowanie programowalnych układów logicznych, WNT

Oprogramowanie:

Oprogramowanie symulacyjne Mentor Graphics – ModelSim

Środowisko projektowe Altium Designer zintegrowane z Xilinx-ISE wraz z płytą uruchomieniową NanoBoard-2.0

PSoC Creator – zintegrowane środowisko (IDE) do programowania układów PSoC firmy Cypress wraz z płytą uruchomieniową.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

21. liczba godzin kontaktowych: 50godz., w tym:

obecność na wykładach: 30 godz.,

obecność na laboratorium: 15 godz.

udział w konsultacjach: 5 godz.

22. praca własna studenta: 50 godz., w tym:

przygotowanie do laboratoriów: 15 godz.,

przygotowanie do kolokwium 20 godz.,

przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria): 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godzinom kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. zajęć laboratoryjnych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	wykład + ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W04
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W09
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	egzamin	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy analogowych i cyfrowych układów elektronicznych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U11
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne).	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U16
Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U17
Potrafi tworzyć i uruchamiać programy w językach różnych poziomów	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_K03

Zespół autorski:

dr hab. inż. Marek Nałęcz
dr inż. Zbigniew Gajo
dr hab. inż. Mateusz Malanowski
dr inż. Rafał Rytel

Przetwarzanie Sygnałów (PSY1)
Signal Processing

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagane poprzedniki: MATI, ALGI, WSS, WNUM, SYSY*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Cele przedmiotu są trzy. Pierwszym z nich jest przedstawienie podstawowych sposobów opisu i analizy sygnałów stochastycznych zarówno z czasem ciągłym, jak i z czasem dyskretnym. Drugim, jest rozszerzenie zdobytej wcześniej wiedzy nt. próbkowania oraz metod obliczeniowych analizy widmowej sygnałów z czasem dyskretnym. Trzecim celem przedmiotu jest omówienie metod projektowania systemów przetwarzania sygnałów, ze szczególnym uwzględnieniem projektowania i właściwości układów dyskretnych.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

Sygnały stochastyczne (losowe) z czasem ciągły

1. Sprawy organizacyjne i regulaminowe. Definicja sygnału losowego i metody jego opisu. Momenty sygnału losowego. Przykłady sygnałów losowych.
2. Pojęcie realizacji procesu losowego. Stacjonarność i ergodyczność. Reprezentacja częstotliwościowa sygnałów stochastycznych
3. Przetwarzanie sygnałów stochastycznych przez układy liniowe – opis w dziedzinie czasu i częstotliwości.

Sygnały stochastyczne (losowe) z czasem dyskretnym

1. Definicja sygnału losowego i metody jego opisu. Momenty sygnału losowego. Przykłady sygnałów losowych.
2. Pojęcie realizacji procesu losowego. Stacjonarność i ergodyczność. Reprezentacja częstotliwościowa dyskretnych sygnałów stochastycznych. Wprowadzenie do zagadnień estymacji. Periodogram.
3. Przetwarzanie sygnału stochastycznego przez dyskretny układ liniowy – opis w dziedzinie czasu i częstotliwości.

Próbkowanie nieidealne

4. Analiza odstępstw od idealnych założeń twierdzenia o próbkowaniu. Ograniczenie pasma sygnału. Szumy kwantowania. Operacja nadpróbkowania. Zjawisko jitteru czasowego

Systemy (układy) dyskretne

5. Układy NOI i SOI (przypomnienie). Obszary zbieżności. Układy SOI o liniowej charakterystyce fazowej. Metody projektowania układów dyskretnych
6. Układy minimalnofazowe i wszechprzepustowe. Filtr Hilberta-sygnał analityczny. Filtr różniczkujący. Filtr grzebieniowy. Filtr "notch". Struktury realizacyjne układów dyskretnych (bezpośrednia, kaskadowa, równoległa, kratowa)
7. Efekty kwantowania współczynników i wyników operacji arytmetycznych. Skalowanie w filtrach. Cykle graniczne. Przykład implementacji układu dyskretnego

ĆWICZENIA:

Przewiduje się zajęcia prowadzone w grupach dziekańskich (do 30 osób), jedną godzinę tygodniowo, mające cechy ćwiczeń rachunkowych (na tablicy ewentualnie z wykorzystaniem środowiska MATLAB) – zajęcia te stanowią uzupełnienie wykładu, a w ich ramach omawiane są proste przykłady i zadania rachunkowe, ilustrujące pojęcia i zagadnienia teoretyczne omawiane na wykładzie.

Na dwóch terminach odbędą się jednogodzinne kolokwium ćwiczeniowe.

LABORATORIA:

- **Zajęcia organizacyjne**, szkolenie BHP.
- **Dyskretna transformata Fouriera. Okna czasowe.** Obserwacja widm sygnałów dyskretnych o wartościach rzeczywistych i zespolonych na przykładzie sygnałów harmonicznym. Widmo sygnału opóźnionego. Dyskretna transformata Fouriera (DTF) i jej podstawowe właściwości. Rozdzielczość i rozróżnialność dyskretnej transformaty Fouriera. Zastosowanie okien czasowych w analizie widmowej sygnałów dyskretnych.
- **Układy dyskretne.** Badanie właściwości filtracyjnych wybranego filtru drugiego rzędu (rezonatora cyfrowego). Projektowanie filtrów SOI metodą okien czasowych. Projektowanie filtrów SOI metodą optymalizacyjną (Parksa-McClellana). Projektowanie filtrów NOI metodą przekształcenia biliniowego z prototypem analogowym.
- **Analiza widmowo-korelacyjna dyskretnych sygnałów stochastycznych.** Badanie autokorelacji i widma mocy sygnału losowego będącego szumem diody

półprzewodnikowej. Badanie statystycznych właściwości periodogramu (obciążenie i wariancja). Uśrednianie periodogramów. Zmodyfikowany periodogram.

- **Przetwarzanie sygnałów w czasie rzeczywistym w układach FPGA.** Realizacja najprostszych filtrów SOI w układzie FPGA. Realizacja filtrów SOI wyższych rzędów. Realizacja filtru NOI typu "notch"

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. Z. Gajo: *Podstawy cyfrowego przetwarzania sygnałów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, (w przygotowaniu)
2. Praca zbiorowa pod redakcją J. Misiurewicza: *Laboratorium cyfrowego przetwarzania sygnałów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2018.
3. S. Osowski: *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów z zastosowaniem Matlab* Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2016.
4. T.P. Zieliński: *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2005.....
5. Ashok Ambaradar: *Digital Signal Processing. A modern introduction*, Thomson, 2007.
6. R.G. Lyons: *Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1999
7. S.K. Mitra: *Digital Signal Processing. A computer based approach*. McGraw Hill, 2010

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
23/15	2/3	4/5	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych – 49 godz., w tym*
 - obecność na wykładach 23 godz.*
 - obecność na ćwiczeniach 10 godz.*
 - obecność na laboratorium 12 godz.*
 - konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe 4 godz.*
- *praca własna studenta – 41 godz., w tym*
 - przygotowanie do egzaminu 18 godz.*
 - przygotowanie do ćwiczeń 3 godz.*
 - przygotowanie do kolokwium 10 godz.*
 - przygotowanie do laboratorium 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 90 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,7 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,8 pkt. ECTS, co odpowiada 12 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 10 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
W01: posiada podstawową wiedzę w zakresie metod opisu i analizy sygnałów losowych oraz ich reprezentacji widmowo-korelacyjnej	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, egzamin, laboratoria	K1_W10
W02: posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie właściwości transmisyjnych systemów z czasem ciągłym i dyskretnym.	Wykład, ćwiczenia laboratoria	Kolokwia, egzamin, laboratoria	K1_W10
W03: zna podstawowe struktury realizacyjne filtrów cyfrowych.	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia, egzamin	K1_W09, K1_W10
W04: ma podstawową wiedzę na temat metod projektowania filtrów oraz sprzętowej prostych układów dyskretnych.	Wykład, ćwiczenia laboratoria	Kolokwia, egzamin, laboratoria	K1_W10
W05: posiada podstawową wiedzę w zakresie nieidealnego próbkowania sygnałów	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia, egzamin	K1_W10
UMIEJĘTNOŚCI			
U01: potrafi wyznaczać charakterystyki widmowo-korelacyjne sygnałów losowych (ciągłych i dyskretnych).	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, egzamin, laboratoria	K1_U02, K1_U15
U02: potrafi wyznaczać reprezentacje widmo i dyskretną transformatę Fouriera sygnału dyskretnego.	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, egzamin, laboratoria	K1_U02, K1_U15
U03: potrafi określić i analizować (analitycznie i symulacyjnie) transmisyjne właściwości układów dyskretnych.	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, egzamin, laboratoria	K1_U14
U04: potrafi zaprojektować filtr dyskretny o zadanych właściwościach transmisyjnych.	Wykład, laboratoria	Laboratoria	K1_U16
U05: potrafi zrealizować sprzętowo proste układy dyskretnie	Wykład, laboratoria	Laboratoria	K1_U17, K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS01: potrafi pracować indywidualnie i w małym zespole nad projektowaniem i implementacją układów dyskretnych.	Laboratoria	Laboratoria	K1_K03

Zespół autorski:

dr hab. Wojciech Matysiak

Probabilistyka i Wstęp do Statystyki (PWS)
Probability with an introduction to statistics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do Matematyki dla inżynierów (MATI), Analiza Matematyczna (MANA), Wstęp do Algebry dla Inżynierów (ALGI)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Głównymi celami przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami rachunku prawdopodobieństwa i z jego zastosowaniami oraz zaprezentowanie elementarnych pojęć i metod statystyki matematycznej. Istotną uwagę będzie zwrócona na wyrabianie intuicji probabilistycznych, podstawowych umiejętności symulacyjnych oraz umiejętności widzenia probabilistyki jako narzędzia przydatnego w pracy inżyniera.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

- **Podstawy rachunku prawdopodobieństwa:** model matematyczny doświadczenia losowego, przestrzeń probabilistyczna, model klasyczny, dyskretna przestrzeń probabilistyczna
- **Prawdopodobieństwo warunkowe i niezależność zdarzeń:** prawdopodobieństwo warunkowe, twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym i wzór Bayesa, niezależność zdarzeń
- **Zmienne losowe rzeczywiste i ich rozkłady:** zmienne losowe i ich rozkłady, dystrybuanty i gęstości rozkładów prawdopodobieństwa, rozkłady dyskretne i ciągłe, przegląd najważniejszych jednowymiarowych rozkładów prawdopodobieństwa
- **Funkcje zmiennych losowych jednowymiarowych:** funkcje zmiennych losowych o rozkładach dyskretnych i ciągłych
- **Parametry zmiennych losowych:** wartość oczekiwana, wariancja, wyższe momenty

- **Wielowymiarowe wektory losowe i ich rozkłady:** rozkłady łączne i brzegowe, niezależność zmiennych losowych,
- **Parametry zmiennych losowych wielowymiarowych:** macierz kowariancji, wielowymiarowy rozkład gaussowski
- **Twierdzenia graniczne:** prawa wielkich liczb, Centralne Twierdzenie Graniczne dla niezależnych zmiennych losowych o jednakowych rozkładach, przykłady zastosowań.
- **Elementy prezentacji i wizualizacji danych statystycznych.**
- **Elementy statystyki matematycznej:** estymacja punktowa i przedziałowa, testowanie hipotez.

Na wykładach przedstawione zostaną definicje pojęć, podstawowe fakty ich dotyczące oraz przykłady użycia. Studentom udostępniane są konspekty wszystkich wykładów. Teoria (definicje, twierdzenia, itd.) prezentowana jest na wykładzie przy pomocy slajdów, przykłady i zadania rozwiązywane na bieżąco na tablicy. Istotnym elementem wykładów będą komputerowe symulacje stochastyczne.

ĆWICZENIA:

Podczas ćwiczeń audytoryjnych omawiane będą kolejno zadania i problemy związane z wymienionymi wyżej zagadnieniami wraz z przykładami praktycznych zastosowań. Ponadto w ramach przygotowania do zajęć studenci będą wykonywać zadane prace przy wykorzystaniu systemu zeszyt.online lub w środowisku symulacyjnym/programistycznym np. Matlab.

Na ćwiczeniach audytoryjnych będą rozwiązywane zadania z kolejnych zestawów udostępnionych z wyprzedzeniem. Za rozwiązywanie zadań na zajęciach student uzyskuje punkty za aktywność.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z rozwiązywaniem problemów podczas ćwiczeń audytoryjnych – ocenę poprawności rozwiązań i ocena aktywności
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium pisemnym (na kolokwium studenci rozwiązują zadania podobne do przerabianych na ćwiczeniach)

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The main objectives of the course are: to introduce students to the basics of probability and its applications and to present elementary notions and methods of mathematical statistics. A special emphasis will be put on sharpening probabilistic intuitions, teaching basic simulational skills and seeing probability as a useful tool for an engineer.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

Materiały do zajęć – slajdy, zestawy zadań ćwiczeniowych, zestawy zadań symulacyjnych, opracowania

Książki:

- Jacek Jakubowski, Rafał Sztencel: „Rachunek prawdopodobieństwa dla (prawie) każdego”; 2007, Wydawnictwo Script; ISBN 83-89716-07-0.
- Wojciech Niemirowicz: „Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna”; 1999; Szkoła Nauk Ścisłych.
- Dobiesław Bobrowski: „Probabilistyka w zastosowaniach technicznych”; 2006, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- David Forsyth: „Probability and Statistics for Computer Science”; 2018; Springer; ISBN 978-3-319-64410-3.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	1	-	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:

- *liczba godzin kontaktowych – 45 godz., w tym:
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,*
- *praca własna studenta – 30 godz., w tym:
przygotowanie do ćwiczeń i sprawdzianów audytoryjnych 30 godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,8 pkt. ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0 pkt. ECTS

Efekty uczenia się:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji	Zgodność z EKK
W01: Student ma podstawową wiedzę z rachunku prawdopodobieństwa	wykład, ćwiczenia audytoryjne	1 sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	W01
W02: Student ma podstawową wiedzę ze statystyki matematycznej w zakresie estymacji parametrów i testowania hipotez statystycznych	wykład, ćwiczenia audytoryjne	1 sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	W01
U01: Student umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny posługując się metodami rachunku prawdopodobieństwa	ćwiczenia audytoryjne	1 sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	U02
U02: Student umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny posługując się metodami statystyki matematycznej	ćwiczenia audytoryjne	1 sprawdzian audytoryjny (kolokwium), aktywność podczas ćwiczeń, egzamin końcowy	U02

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Piotr Z. Wieczorek

mgr inż. Maciej Radtke

dr inż. Sławomir Szostak

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. uczelni

dr hab. inż. Marek Nałęcz, prof. uczelni

Projekt Zespołowy (PZE)

Team project

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *6*

Minimalny numer semestru: *6*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Projekt Wstępny (WPROJ), Elektronika Analogowa 1 i 2 (ELA1 i ELA2), Przetwarzanie Sygnałów 1 (PSY1), Podstawy Mikrokontrolerów (POMIK)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Przedmiot ma na celu rozbudowanie umiejętności pracy zespołowej studentów poprzez realizację w grupie 2-5 osobowej bardziej zaawansowanego projektu, łączącego w sobie wiedzę z przynajmniej dwóch ścieżek kształcenia na kierunku Elektronika, np. elektroniki analogowej i cyfrowej, przetwarzania sygnałów i programowania, elektroniki analogowej i fotoniki. Dodatkowym celem przedmiotu jest pogłębienie integracji środowiska studenckiego oraz umiejętności pracy zespołowej, a także wykształcenie umiejętności współpracy w celu wspólnego rozwiązania postawionego zadania.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Projekt zespołowy, realizowany w ramach przedmiotu dotyczy tematyki związanej elektroniką i fotoniką lub elektroniką i informatyką w medycynie. Zajęcia audytoryjne są prowadzone w formie kilku seminariów organizowanych na początku (w celu ustalenia

tematu i wyłonienia team-leadera), w okolicach środka (w celu weryfikacji postępów) i pod koniec semestru (w celu oceny projektu). Ich celem jest głównie dyskusja na temat przyjętych metod rozwiązania problemów postawionych przed kilkusobowymi zespołami projektowymi, wyłoniłymi na początku semestru. Zaliczenie odbywa się przez przedstawienie uzyskanych wyników w formie prezentacji zrealizowanego fizycznie układu, systemu, urządzenia, projektu układu scalonego (elektronicznego lub fonicznego) oraz raportu technicznego ocenianych przez prowadzących zajęcia.

Przykładowe tematy projektów:

- projekt sterownika elektronicznego do diody laserowej
- projekt układu poprawiającego współczynnik sygnał-szum sygnału audio
- projekt systemu do monitorowania jednego z podstawowych parametrów życiowych pacjenta
- projekt z dziedziny szeroko rozumianego Internetu Rzeczy wykorzystujący własny układ elektroniczny lub moduł ewaluacyjny Texas Instruments lub STmicroelectronics
- projekt realizowany w oparciu o wiedzę nabytą w trakcie przedmiotu Projektowanie Systemów Elektronicznych (PSEL)

Projekt:

1. 1 albo 2 tydzień semestru: zajęcia wstępne.

Przedstawienie założeń, celu przedmiotu i sposobu prowadzenia zajęć. Przedstawienie słuchaczom osób prowadzących zajęcia. Podział na zespoły projektowe (2 – 5 osób w zespole), przypisanie zespołów do prowadzących zajęcia. Wyłonienie team-leaderów i podział na role w zespole.

Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy przedmiotu. (3h)

2. 2 - 3 tydzień semestru: przygotowanie przez zespoły projektowe własnych propozycji projektów, indywidualne konsultacje zespołów projektowych z prowadzącymi zajęcia, wstępne ustalenia dotyczące platformy sprzętowej lub programistycznej, przy pomocy której będzie realizowany projekt (2h/tydzień)

3. 4 tydzień semestru: przedstawienie przez zespoły własnych propozycji projektów, wstępnych koncepcji i założeń projektowych. Zespoły, które nie zaproponują własnego tematu, otrzymają zadanie projektowe od prowadzącego związane z tematyką przedmiotu Projektowanie Systemów Elektronicznych (PSEL).

Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy. (3h)

4. 5 - 7 (8) tydzień semestru: realizacja zadania projektowego oraz indywidualne konsultacje zespołów z prowadzącymi, przynajmniej jeden raz obowiązkowe. (2h / tydzień)

5. ok. 8 - 9 tygodnia semestru: przedstawienie dotychczasowych postępów w realizacji projektów (np. w formie krótkiej prezentacji wygłaszanej przez wszystkich członków zespołu, lub przedstawienia zrealizowanego fragmentu projektu – tzw. proof of concept), dyskusja w grupie. Zajęcia w formie seminarium.

Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy. (3h)

6. do 12 tygodnia semestru: realizacja zadania projektowego oraz indywidualne konsultacje zespołów z prowadzącymi, przynajmniej jeden raz obowiązkowe. (2h / tydzień)

7. 13 - 15 tydzień semestru: przedstawienie końcowych wyników realizacji projektu. Seminarium z udziałem wszystkich prowadzących. Przedstawienie wyników w formie prezentacji oraz prezentacja uruchomionego urządzenia i/lub systemu, przygotowanej przez każdy z zespołów. Dyskusja i ocena uzyskanych rezultatów.

Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy. (6h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

Marsz ku kłęsce: poradnik dla projektantów systemów / Edward Yourdon, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2000

Dydaktyka szkoły wyższej: wybrane problemy / Ulrich Schrade – praca zbiorowa, Warszawa, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2010

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	-	-	-	2	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *Liczba godzin kontaktowych – 21 godz.*
2. *Praca własna studenta – 29 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 0,84 pkt ECTS, co odpowiada 21 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1 ECTS, co odpowiada 25 godzinom pracy indywidualnej grup projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Wie jakie wymagania i ograniczenia stawiane są układom elektronicznym i fotonicznym integrowanym w postaci systemu	realizacja projektu zespołowego	Ocena w trakcie zajęć seminaryjnych w połowie lub pod koniec semestru	K_W12, K_W13
Wie w jaki sposób wyspecyfikować funkcje i obostrzenia dotyczące złożonego projektu systemu elektronicznego i/lub fotonicznego	realizacja projektu zespołowego	Ocena w trakcie zajęć seminaryjnych na początku lub w połowie semestru	K_W16, K_W18
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	realizacja projektu zespołowego	Ocena w trakcie zajęć seminaryjnych w połowie lub pod koniec semestru	K_K03, K_U05
Potrafi samodzielnie zaprojektować i zrealizować fragment układu lub systemu będący częścią większego projektu	realizacja projektu zespołowego	Ocena w trakcie zajęć seminaryjnych w połowie lub pod koniec semestru	K_U04, K_U16
Potrafi wyspecyfikować układ będący częścią większego systemu oraz przekazać informacje techniczne pozostałym członkom zespołu realizującym wspólny projekt	realizacja projektu zespołowego	Ocena w trakcie zajęć seminaryjnych w połowie lub pod koniec semestru	K_U06, K_U10
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie albo innych zadania.	realizacja projektu zespołowego	Ocena w trakcie zajęć seminaryjnych w połowie lub pod koniec semestru	K_K04
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi działać i myśleć w sposób przedsiębiorczy.	realizacja projektu zespołowego	Ocena w trakcie zajęć seminaryjnych w połowie lub pod koniec semestru	K_K06

Zespół Autorski:

dr inż. Arkadiusz Luczyk

doc. dr inż. Elżbieta Piwowarska

Systemy Cyfrowe i Komputerowe (SCK)

Digital and Computer Systems

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagane: Podstawy techniki cyfrowej (POCY)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studenta z zasadami działania, architekturami, metodami opisu i technikami realizacji systemów cyfrowych. Szczególna uwaga poświęcona będzie przykładowi systemu cyfrowego jaki stanowi system komputerowy. Omówione zostaną bloki typowe dla systemów komputerowych, z postawieniem nacisku na model działania a nie szczegóły specyfikacyjne. Przedstawione zostaną podstawy działania procesora oraz podstawowe architektury procesorów. Po zaliczeniu przedmiotu student powinien wiedzieć jak działa system komputerowy i umieć zaprojektować bloki cyfrowe realizowane jako FPGA lub SoC z wykorzystaniem dostępnych środowisk projektowych.

Opis wykładu:

- **Układ a system cyfrowy.** Reprezentacje układów cyfrowych: funkcjonalna, strukturalna, fizyczna. Poziomy abstrakcji reprezentacji systemów. Podejście top-down i bottom-up w projektowaniu. Podstawowe cechy i komponenty systemów cyfrowych. System komputerowy jako przykład systemu cyfrowego: podstawowe bloki, opis abstrakcyjny, architektury von Neumann'a i Harvard.
- **Model programowy (architektura) i mikroarchitektura procesora.** Wprowadzenie. Architektury: CISC, RISC, VLIW. Mikroarchitektury skalarne, superskalarne i wielordzeniowe; hierarchia i dostęp do pamięci; przetwarzanie równoległe, potokowe i rozproszone; przetwarzanie jedno i wielowątkowe.
- **Architektura NISC** jako przykład podstawowej techniki sprzętowej realizacji algorytmu. Automaty sterujące i bloki wykonawcze. Rejestry, układy przełączające. Metody projektowania bloków cyfrowych, wprowadzenie do opisu z wykorzystaniem języków opisu sprzętu.

- **Model układu cyfrowego.** Zachowanie asynchroniczne i synchroniczne. Metody specyfikacji układów cyfrowych. Języki opisu sprzętu i ich wykorzystanie w projektowaniu. Model sprzętu HDL. Poziom bramkowy i poziom RTL. Cykl projektowy, pojęcie symulacji, syntezy logicznej i syntezy topografii. Odzworowania technologiczne: FPGA, ASIC.
- **Model działania i czasu HDL (Verilog).** Procesy i ich współbieżność. Proces asynchroniczny i synchroniczny. Instrukcje blokujące i ciągłe oraz ich znaczenie w modelowaniu sprzętu, zmienne i sygnały (*nets*). Typy obiektów i ich znaczenie sprzętowe. Tablice i pamięci. Przykłady modeli Verilog prostych układów kombinacyjnych i rejestrów.
- **Model struktury HDL.** Tworzenie hierarchii i komunikacja pomiędzy modułami układu. Interfejs jednostki (wejścia i wyjścia). Konfiguracja. Parametryzowanie. Mechanizm symulacji. Testbench – przykłady w Verilog. Metody weryfikacji inne niż symulacja.
- **Projektowanie podstawowych bloków systemu komputerowego.** Rejestry równoległe i przesuwające: model i wykorzystanie. Komunikacja szeregową i równoległą. Liczniki: budowa, model, wykorzystanie. Pojęcie i model automatu regularnego (rejestr, licznik) i automatu o nieregularnej funkcji przejść.
- **Układ sterownia i bloki wykonawcze.** Realizacja układu sterowania; miejsce układu sterowania w mikroarchitekturach procesora; bloki wykonawcze jako układy sekwencyjno-kombinacyjne i ich miejsce w mikroarchitekturach.
- **Realizacja programu przez procesor.** Budowa prostego mikroprocesora (licznik rozkazów, akumulator, alu, ..), na przykładzie modelu MCPU (Minimal CPU). Dekodowanie instrukcji. Elementy assemblera jako ilustracja zasad realizacji programu w systemie komputerowym.
- **Pamięci.** Rodzaje pamięci, zasady adresowania i zapełniania danymi, modele, zastosowania. Pamięci statyczne i dynamiczne. **Kolokwium.**
- **Sprzętowa realizacji operacji arytmetycznych i funkcji matematycznych:** dodawanie, mnożenie, dzielenie, MAC, filtrowanie, inne funkcje. **Parametry układów cyfrowych.** Pojęcie szybkości, przepustowości, latencji. Kompromis moc – powierzchnia. Architektura iteracyjna i potokowa. Sterowanie latencją i przepustowością.
- **Komunikacja.** Interfejs komunikacyjny synchroniczny i asynchroniczny. Zasada działania oraz model nadajnika i odbiornika UART w najprostszej postaci. Zasada komunikacji przez magistralę, podstawowy protokół magistrali (rozkazy *read* i *write*). Sterowniki magistrali.
- **Architektury ogólnego przeznaczenia i architektury specjalizowane.** CISC, RISC: podstawowe bloki, tryby pracy, sposoby przetwarzania. Procesory sygnałowe, komunikacyjne, graficzne. Pojęcie systemów czasu rzeczywistego.
- **Weryfikacja i testowanie.** Podstawowe informacje o metodach weryfikacji i testowania układów. Dlaczego konieczne jest testowanie. Standardowe cyfrowe bloki testujące. Ścieżka brzegowa. Pojęcie układu wiarygodnego oraz projektowania zorientowanego na testowanie DFT (*Design For Testability*).
- Tendencje rozwojowe. Przegląd języków i narzędzi stosowanych w projektowaniu systemów cyfrowych. Nowe architektury procesorów. **Kolokwium.**

Projekt:

W ramach projektu studenci rozbudowują lub modyfikują bloki modelu procesora w języku Verilog, udostępnionego w formie tzw. *soft IP*. Po zweryfikowaniu zaprojektowanego CPU symulują wykonanie na nim zadanego programu. Dzięki temu zmuszeni są zrozumieć zasadę działania procesora, zdobywają umiejętność projektowania z wykorzystaniem HDL oraz rozumieją zasadę realizacji algorytmu (programu) w procesorze. Możliwe są projekty o różnym poziomie złożoności (np. rozbudowywanie systemu o proste interfejsy, współpracę z peryferiami, itp.) wykonywane w zespołach o różnej liczności. Zespół zmuszony byłby do podziału ról i prac w trakcie realizacji projektu oraz ścisłej współpracy w fazie integracji projektu.

Egzamin: *nie*

Literatura:

Podstawy budowy i działania komputerów. A. Skorupski. WKŁ. 2000.
Organizacja i architektura systemu komputerowego. W. Stallings. WNT. 2000.
Wprowadzenie do języka Verilog, Z.Hajduk, BTC 2015.
IEEE Standard for Verilog® Hardware Description Language, IEEE Computer Society, 2005.

Oprogramowanie:

- Oprogramowanie symulacyjne Mentor Graphics – ModelSim

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

23. liczba godzin kontaktowych: 45 godz., w tym:

obecność na wykładach	30 godz.,
udział w konsultacjach	15 godz.

24. praca własna studenta: 40 godz., w tym:

przygotowanie do kolokwiów:	15 godz.,
wykonywania zadań projektowych:	20 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria):	5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 85 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,6 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,4 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. zadań projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - me-	wykład + ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia	K1_W12

todyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości		lab.	
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W09
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	egzamin	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy analogowych i cyfrowych układów elektronicznych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U11
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne).	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U16
Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U17
Potrafi tworzyć i uruchamiać programy w językach różnych poziomów	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_K03

Zespół autorski:

dr hab. inż. Marek Nałęcz
dr inż. Zbigniew Gajo
dr hab. inż. Mateusz Malanowski
dr inż. Rafał Rytel-Andrianik

Sygnaly i Systemy (SYSY)
Signals and systems

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagane poprzedniki to MATI, ALGI, MANA, TOB*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych sposobów opisu sygnałów (w dziedzinie czasu i częstotliwości) i systemów (w dziedzinie czasu, częstotliwości i dziedzinie zespolonej), zarówno z czasem ciągłym, jak i dyskretnym.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

4. Sprawy organizacyjne i regulaminowe. Sygnały z czasem ciągłym i dyskretnym. Przestrzenie sygnałów (przestrzeń Hilberta). Podstawowe parametry i operacje na sygnałach (wartość średnia, splot, iloczyn skalarny – korelacja sygnałów). Klasyfikacja sygnałów (moc, energia).
5. Reprezentacja widmowa sygnałów z czasem ciągłym (szereg Fouriera, transformata Fouriera).
6. Systemy z czasem ciągłym. Opis w dziedzinie czasu (równania różniczkowe, odpowiedź impulsowa, odpowiedź skokowa). Transformata Laplace'a. Transmitancja, zera i bieguny. Charakterystyki częstotliwościowe. Warunek stabilności. Przetwarzanie sygnałów przez system (sygnał sinusoidalny i sygnał o arbitralnym widmie).
7. Próbkowanie. Warunek Nyquista. Próbkowanie stroboskopowe. Próbkowanie wąskopasmowe. Odtwarzanie sygnału z próbek (idealne, za pomocą sygnału schodkowego).

8. Reprezentacja widmowa sygnałów z czasem dyskretnym.
9. Systemy z czasem dyskretnym. Opis w dziedzinie czasu (równania różnicowe, odpowiedź impulsowa). Transformata Z. Transmitancja, zera bieguny. Charakterystyki częstotliwościowe. Warunek stabilności. Przetwarzanie sygnałów przez system (sygnał sinusoidalny i sygnał o arbitralnym widmie).

ĆWICZENIA:

Przewiduje się zajęcia prowadzone w grupach dziekańskich (do 30 osób), jedną godzinę tygodniowo. Będą to ćwiczenia rachunkowe (na tablicy) – zajęcia te stanowią uzupełnienie wykładu, a w ich ramach omawiane będą praktyczne techniki rozwiązywania zagadnień związanych z teorią prezentowaną na wykładzie.

Na dwóch terminach odbędzie się jednogodzinne kolokwium ćwiczeniowe.

LABORATORIA:

- **Szereg Fouriera.** Analiza sygnałów prostokątnych (z różnym współczynnikiem wypełnienia), trójkątnych. Synteza sygnałów prostokątnych, trójkątnych. Analiza sygnału z modulacją AM z falą nośną (przykład sygnału prawie okresowego).
- **Systemy z czasem ciągłym.** Układy pierwszego rzędu (RC, RL). Badanie charakterystyk częstotliwościowych. Badanie odpowiedzi skokowych. Układy drugiego rzędu. Badanie charakterystyk częstotliwościowych.
- **Próbkowanie i odtwarzanie sygnału z próbek.** Próbkowanie sygnału zgodnie z twierdzeniem Nyquista. Próbkowanie stroboskopowe. Próbkowanie sygnałów wąskopasmowych. Odtwarzanie sygnałów z próbek.
- **Systemy z czasem dyskretnym.** Układy SOI. Badanie odpowiedzi impulsowych. Badanie charakterystyk częstotliwościowych. Układy NOI. Badanie odpowiedzi impulsowych. Badanie charakterystyk częstotliwościowych. Przykład zastosowania: wykorzystanie filtru cyfrowego do przetwarzania w czasie rzeczywistym.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

8. J. Szabatin. Podstawy teorii sygnałów. WKiŁ, 2000.
9. J. Szabatin. Przetwarzanie sygnałów. 2003
(https://red.okno.pw.edu.pl/podreczniki/OKNO_book/przetwarzanie_sygnalow/pdf/druk.pdf)
10. J. Wojciechowski. Sygnały i systemy. WKiŁ, 2008.
11. J. Wojciechowski K. Snopek. Sygnały i systemy – zbiór zadań. Oficyna Wydawnicza PW, 2010.
12. R. Lyons. Wprowadzenie do Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów. WKiŁ, 2010
13. S. Osowski. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów z zastosowaniem Matlab. Oficyna Wydawnicza PW, 2016

Wymiar godzinowy zajęć:

W C L P

7/5 4/5 4/5 - (45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym
 - obecność na wykładach obecność na 21 godz.
 - ćwiczeniach obecność na 12 godz.
 - laboratorium konsultacje wykładowe 12 godz.
 - i ćwiczeniowe praca własna studenta 7 godz.
- – 38 godz., w tym
 - przygotowanie do wykładów 2 godz.
 - przygotowanie do ćwiczeń 12 godz.
 - przygotowanie do kolokwium 12 godz.
 - przygotowanie do laboratorium 12 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 90 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,73 pkt. ECTS, co odpowiada 52 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,8 pkt. ECTS, co odpowiada 12 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 12 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01: ma uporządkowaną wiedzę w zakresie opisu sygnałów z czasem ciągłym i dyskretnym	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K1_W10
W02: ma uporządkowaną wiedzę w zakresie opisu systemów z czasem ciągłym i dyskretnym	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K1_W10
W03: ma podstawową wiedzę w zakresie próbkowania sygnału i odtwarzania sygnału z próbek	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K1_W10
UMIEJĘTNOŚCI			
U01: potrafi dokonać przekształcenia sygnału z dziedziny czasu do dziedziny częstotliwości i odwrotnie	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K1_U02
U02: potrafi wyznaczyć sygnał na wyjściu systemu liniowego przy zadanym pobudzeniu	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K1_U15
U03: potrafi poprawnie dobrać parametry próbkowania sygnału	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K1_U15
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS01: potrafi pracować indywidualnie i w małym zespole nad analizą prostych sygnałów i układów	Laboratoria	Laboratoria	K1_K03

Autor/Zespół Autorski:

dr hab. inż. Adam Abramowicz, prof. PW

dr inż. Krzysztof Czuba

mgr inż. Maciej Urbański

mgr inż. Maciej Grzegorzółka

Teoria Elektromagnetyzmu (TEM)

Theory of Electromagnetism

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka i laboratorium eksperymentu (FIZ)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami teorii elektromagnetyzmu. Przedmiot podzielony jest na wykłady i ćwiczenia. Przedmiot ma zapewnić podstawowe informacje wymagane dla kolejnych przedmiotów związanych tematyką układów wielkiej częstotliwości (LEM, MIKE, MIKEL).

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Zajęcia podzielone są na część wykładową (20h) oraz część ćwiczeniową (10h). W trakcie wykładów studenci zostaną zapoznani z najważniejszymi zagadnieniami dotyczącymi pól elektrostatycznych i magnetostatycznych, propagacji fal oraz przewodnic falowych. W trakcie ćwiczeń studenci będą rozwiązywać zadania z tematyki przedstawionej wcześniej na zajęciach wykładowych.

Ocena z przedmiotu jest wystawiana na podstawie wyników z 1 kolokwium i egzaminu.

Tematy wykładów:

WYKŁAD 1 (3 godziny) - wprowadzenie, podstawy matematyczno-fizyczne

Układy współrzędnych
Operacje różniczkowe na funkcjach skalarnych i polach wektorowych
Tensory
Potencjały skalarny i wektorowy
Własności pól skalarnych i wektorowych
Podstawowe wiadomości o polu elektromagnetycznym
Równania Maxwella

WYKŁAD 2 (2 godziny) - pole elektrostatyczne

Prawo Gaussa
Równania Poisson'a i Laplace'a
Pojemność
Zależności energetyczne i siły w polu elektrycznym
Pole elektryczne na granicy dwóch ośrodków
Wyznaczanie pola elektrostatycznego metodą superpozycji i odbić zwierciadlanych
Metody rozwiązywania równania Laplace'a - metoda rozdzielania zmiennych, metoda różnic skończonych

WYKŁAD 3 (1 godziny) - pole magnetostatyczne

Prawo przepływu prądu
potencjał wektorowy pola magnetostatycznego
wektorowe równania Poisson'a i Laplace'a
Prawo Faraday'a i indukcyjność
Energia i siły w polu magnetycznym
Pole magnetyczne na granicy dwóch ośrodków

WYKŁAD 4 (3 godziny) - Fala płaska w ośrodku nieograniczonym

Równania falowe w ośrodkach idealnych oraz rzeczywistych i ich rozwiązania
Rozchodzenie się fali płaskiej i jej właściwości w różnych ośrodkach (dielektryk idealny, dielektryk małostratny, przewodnik rzeczywisty, oraz ośrodki anizotropowe)
Dyspersja
Polaryzacja fali elektromagnetycznej
Zależności energetyczne w polu elektromagnetycznym - twierdzenie Poynting'a

WYKŁAD 5 (3 godziny) - Fala płaska padająca na granice ośrodków

Fala płaska padająca prostopadle na granicę dwóch ośrodków
Współczynniki odbicia i transmisji
WFS oraz rozkłady amplitud fali
Fale w ośrodkach wielowarstwowych
Fala płaska padająca ukośnie na granicę dwóch ośrodków
wzory Fresnel'a
Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia fali

WYKŁAD 6 (3 godziny) - Prowadnice fal TEM

Typy fal i rodzaje prowadnic falowych
Sporządzenie równań Maxwella do dwuwymiarowego równania Laplace'a

Własności fal typu TEM w linii dwuprzewodowej, współosiowej i symetrycznej linii paskowej
Parametry obwodowe linii transmisyjnych
Rozkłady pól w wymienionych liniach - współosiowej i paskowej
Prowadnice fal quasi-TEM - niesymetryczna linia paskowa, linia koplanarna
Dyspersja
Zastosowania prowadnic fal TEM

WYKŁAD 7 (3 godziny) - Falowody cylindryczne

Rozwiązania równań Maxwell'a dla falowodów o przewodzących ściankach
Ogólne własności fal typów E i H w falowodach
Falowody prostokątne i kołowe
Rozkłady pól w falowodach
Rodzaj podstawowy falowodu i jego parametry obwodowe
Straty w dielektryku i ściankach falowodu
Zastosowanie falowodów w technice mikrofalowej

WYKŁAD 8 (2 godziny) - Falowody dielektryczne

Płyta dielektryczna oraz pręt dielektryczny jako falowody
zagadnienia brzegowe i ich rozwiązania
Charakterystyki dyspersyjne rodzajów dla wymienionych prowadnic

Tematy ćwiczeń rachunkowych:

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 1 (2 godziny)

Wektory zespolone
Rachunek operatorowy
Twierdzenia Gaussa i Stokesa
Równania Maxwell'a - warunki istnienia pola elektromagnetycznego

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 2 (2 godziny)

Własności pól w różnych ośrodkach
Warunki brzegowe
Fala płaska

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 3 (2 godziny)

Fala płaska w ośrodku bezstratnym
Fala płaska w ośrodku stratnym
Fala płaska w układzie dwóch ośrodków
Fala płaska w układzie trzech ośrodków

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 4 (2 godziny)

Twierdzenie Poynting'a
Fale w liniach TEM (bieżące i stojące)

ĆWICZENIE RACHUNKOWE 5 (2 godziny)

Fale w falowodach prostokątnych
Fale w falowodach kołowych

Egzamin: *tak*

Literatura:

T. Morawski, W. Gwarek, Pola i fale, WNT 1998.

T. Morawski (praca zbiorowa), Zbiór zadań z teorii pola elektromagnetycznego, WNT, 1990.

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2/3	4/3	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *Liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym obecność na wykładach 20 godz. i obecność na ćwiczeniach 10h.*
2. *Praca własna studenta – 20 godz., w tym przygotowanie do ćwiczeń 5 godz., przygotowanie do kolokwium 5 h i egzaminu 10h*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: *1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 20 godz. wykładów i 10h ćwiczeń.*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach przygotowania do ćwiczeń: *0,2 pkt. ECTS, co odpowiada 5h*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach przygotowania do kolokwium i egzaminu: *0,6 pkt. ECTS, co odpowiada 15h*

Efekty uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych.	Wykład, ćwiczenia	Kolokwium, egzamin	K1_W06
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Wykład, ćwiczenia	Kolokwium, egzamin	K1_U03
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - pól i fal - obwodów elektrycznych - elementów elektronicznych i fonicznych - analogowych i cyfrowych układów elektronicznych - prostych systemów elektronicznych - algorytmów.	Wykład, ćwiczenia	Kolokwium, egzamin	K1_U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	Wykład, ćwiczenia	Kolokwium, egzamin	K1_K01

Zespół autorski:

dr hab. inż. Marek Nałęcz, prof. uczelni
dr inż. Edward Śliwa

Teoria Obwodów (TOB)

Circuit theory

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagane poprzedniki to WEL, MATI, ALGI, wymagana równoległa lub uprzednia realizacja przedmiotu MANA*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych sposobów opisu sygnałów i obwodów elektrycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości. Dotyczy to zwłaszcza obwodów prądu zmiennego w stanie ustalonym oraz nieustalonym. Kolejnym celem jest przygotowanie studentów do praktycznej realizacji układów oraz interpretacji wyników uzyskiwanych w ramach pomiarów badanych obwodów.

Treść kształcenia:

WYKŁADY: (30h)

10. **Sprawy organizacyjne** i regulaminowe. – 1h. **Reaktancyjne elementy** elektryczne (C, L, M). Gromadzenie energii w elementach reaktancyjnych. Bezstratność. Klasyfikacja elementów. – 1h
11. Metoda amplitud zespolonych (**metoda wskazowa**). Prawa teorii obwodów w zapisie zespolonym. Pojęcie immitancji i wskazowego schematu zastępczego. Analiza obwodów liniowych przy wymuszeniach sinusoidalnych. – 2h
12. **Wykresy wskazowe**. Wartość skuteczna. **Moce** w obwodach prądu sinusoidalnie zmiennego: czynna, bierna, pozorna i zespolona. Zasada Tellegena. – 2h
13. **Obwody rezonansowe**: szeregowy i równoległy, wzmianka o obwodach dwugałęziowych, w tym z dzieloną reaktancją. Parametry i charakterystyki obwodów: uniwersalna krzywa *rezo-*

- nansowa, warunki rezonansu, pulsacja charakterystyczna, opór charakterystyczny, dobroć i pasmo. – 2h
14. **Dopasowanie** na maksimum mocy czynnej dla prądu sinusoidalnie zmiennego. Transformator idealny jako graniczny przypadek indukcyjności sprzężonych. Zastosowanie transformatora idealnego do dopasowania obciążenia do źródła. **Analiza małosygnałowa** (dla obwodów lokalnie słabo nieliniowych). – 2h
 15. **Obwody z wymuszeniami okresowymi niesinusoidalnymi**. Szereg Fouriera i jego podstawowe właściwości. Widmo amplitudowe i fazowe sygnału. Wartość średnia i skuteczna. Analiza obwodów liniowych prądu okresowego. Analiza małosygnałowa przy wymuszeniach okresowych. **Efekty występujące w obwodach zawierających elementy „silnie” nieliniowe**. Produkty nieliniowości: prostowanie, powielanie częstotliwości, mieszanie i modulacja. – 2h
 16. **Moce w obwodach prądu okresowego**. Twierdzenie Parsevala, zawartość harmoniczných. Analiza obwodów liniowych z wymuszeniami okresowymi. Transmitancja, charakterystyka amplitudowa, fazowa i amplitudowo-fazowa. Klasyfikacja charakterystyk amplitudowych. Decybele, wykresy Bodego. – 2h
 17. **Stany nieustalone**. Pojęcie stanu ustalonego. Składowa przejściowa i ustalona. Funkcja skoku jednostkowego Heaviside’a i rozszerzenie pojęcia komutacji. Warunki początkowe i prawa komutacji - rewizyta. Rozszerzenie elementarnej analizy obwodów pierwszego rzędu tzw. metodą uproszczoną (bez przekształcenia Laplace’a) dla wymuszeń sinusoidalnych i okresowych. – 2h
 18. Podstawowe **założenia metody operatorowej**. Jednostronne przekształcenie Laplace’a i jego właściwości. Tablice transformat i korzystanie z nich. Operatorowe prawa Kirchhoffa i równania elementów. Immitancje operatorowe i operatorowy schemat zastępczy. – 2h
 19. **Analiza operatorowa** prostych obwodów pierwszego i drugiego rzędu. Związki między położeniem biegunów funkcji układowej a odpowiedziami czasowymi układu. Istnienie stanu ustalonego. Reprezentacja układowa niezerowych warunków początkowych. Dystrybucja delta Diraca. Wielokrotne komutacje. – 2h
 20. **Czwórnik** – podejście elementarne i opis macierzowy (macierzami Z, Y, H, A). Układowe schematy zastępcze. Łączenie czwórników. Symetrie czwórników. Parametry falowe. – 2h
 21. Splot funkcji i przekształcenie Fouriera. **Czwórnik jako układ transmisyjny**. Charakterystyki czasowe i częstotliwościowe czwórnika. – 2h
 22. **Grafi przepływu sygnałów**. Graf przepływowý układu równań liniowych. Reguły przekształcania grafu przepływowego. Ścieżki i pętle. Wyznacznik grafu przepływowego i reguła Masona wyznaczania transmitancji. Związek ze schematami blokowymi. Podstawowa teoria sprzężenia zwrotnego. Przykładowe realizacje układowe sprzężenia zwrotnego. – 2h
 23. **Stabilność** układu transmisyjnego. Definicje i kryteria stabilności. Marginesy stabilności. Warunki generacji. – 2h
 24. **Podstawy teorii linii długich**. Równania i parametry jednostkowe. Linie bezstratne i stratne. Linia niezniekształcająca. Dyspersja. Stan ustalony przy pobudzeniu sinusoidalnym. Opis czwórnikowy. Parametry falowe. Współczynnik odbicia i fali stojącej. Linia nieskończona, zwarta, rozwartą, ćwierćfalowa itp. Przykłady: kabel koncentryczny, skrętka, linia paskowa. Wykres kołowy Smitha i jego zastosowania. Fale padające i odbite, parametry rozproszenia. – 2h

ĆWICZENIA – ZAJĘCIA O CHARAKTERZE CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANYM: (15h)

Przewiduje się zajęcia prowadzone w grupach dziekańskich (do 30 osób), jedną godzinę

tygodniowo, łączące cechy:

ćwiczeń rachunkowych (na tablicy i z wykorzystaniem środowiska MATLAB, w tym z możliwością szybkiej ilustracji) – zajęcia te stanowią uzupełnienie wykładu, a w ich ramach omawiane będą praktyczne techniki rozwiązywania zagadnień związanych z teorią prezentowaną na wykładzie, pokazów eksperymentów symulacyjnych (z wykorzystaniem symulatorów LTSpice i SapWin oraz środowiska MATLAB).

Na dwóch terminach odbędzie się jednogodzinne kolokwium ćwiczeniowe.

LABORATORIA: (15h)

- **Zajęcia organizacyjne**, szkolenie BHP. – 1h
- **Obwody prądu sinusoidalnie zmiennego**. Badanie przebiegów i wskazów w obwodzie rezonansowym. Analiza małosygnałowa. – 2h
- **Dopasowanie energetyczne i obwody prądu okresowego**. Dopasowanie obciążenia do źródła na maksimum mocy czynnej. Realizacja podstawowych układów ze wzmacniaczem operacyjnym (wtórnik, wzmacniacz odwracający, nieidealny integrator, sumator). Sumowanie harmoniczných w różnych proporcjach. – 3h
- **Stany nieustalone**. Badanie stanów nieustalonych w obwodach rzędu pierwszego. Badanie stanów nieustalonych w obwodach rzędu drugiego. Przybliżona metoda „czoła” i „grzbietu” – 3h
- **Prosty odbiornik radiowy**. Badanie podstawowych elementów składowych odbiornika radiowego. Detekcja sygnałów z modulacją amplitudy i z modulacją częstotliwości. Budowa prostego odbiornika radiowego FM. – 3h
- **Czwórnik i stabilność**. Pomiar charakterystyk częstotliwościowych filtrów. Charakterystyki częstotliwościowe czwórników a *odpowiedzi impulsowe i skokowe*. *Stabilność układów transmisyjnych*. – 3h

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

14. J. Osowski, J. Szabatin: *Podstawy teorii obwodów*, t. I, II i III, WNT, Warszawa, 1992 (i późniejsze wydania – w 2016 t. I i w 2017 t. II zostały wydane w PWN).
15. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szabatina i E. Śliwy: *Zbiór zadań z teorii obwodów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015.
16. *Ćwiczenia laboratoryjne z teorii obwodów*. Preskrypt na prawach rękopisu. Warszawa, 2020. Aktualizowany co semestr i dostępny jako plik PDF na prywatnej stronie internetowej przedmiotu na serwerze studia. – **Ta pozycja musi zostać opracowana!**

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	Z	
2	1	1	-	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

• <i>liczba godzin kontaktowych –</i>	67 godz., w tym	52,00
<i>obecność na wykładach</i>	30 godz.	22,50
<i>obecność na ćwiczeniach</i>	15 godz.	11,25
<i>obecność na laboratorium</i>	15 godz.	11,25
<i>konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe</i>	4 godz.	
<i>obecność na egzaminie</i>	3 godz.	
• <i>praca własna studenta –</i>	63 godz., w tym	73,00
<i>powtórzenie materiału do wykładów</i>	5 godz.	7,00
<i>przygotowanie do ćwiczeń</i>	13 godz.	15,00
<i>przygotowanie do dwóch kolokwiów</i>	12 godz.	14,00
<i>przygotowanie do laboratorium</i>	15 godz.	17,00
<i>przygotowanie do egzaminu</i>	18 godz.	20,00

Łączny nakład pracy studenta wynosi 130 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,58 pkt. ECTS, co odpowiada 67 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,15 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 15 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych praw i twierdzeń teorii obwodów liniowych w odniesieniu do wskazowego i operatorowego schematu zastępczego	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_W05
W2: ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych wielkości związanych z występującymi w obwodach sygnałami (takich jak moce, energie, wartości skuteczne, charakterystyki widmowe i częstotliwościowe)	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_W10
W3: posiada podstawową wiedzę w zakresie wykorzystania szeregu Fouriera, przekształcenia Fouriera oraz przekształcenia Laplace'a w teorii obwodów	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Częściowo kolokwia, częściowo laboratoria, egzamin	K1_W05 K1_W10
W4: ma podstawową wiedzę na temat zjawisk występujących w obwodach słabo nieliniowych przy małych sygnałach i w obwodach silnie nieliniowych	Wykład, ćwiczenia, częściowo laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_W05
W5: posiada podstawową wiedzę dotyczącą czwórników w opisie obwodowym i transmisyjnym (w tym linii długich), a także opisu układów transmisyjnych grafami przepływowymi	Wykład, częściowo ćwiczenia, częściowo laboratoria	Częściowo laboratoria, egzamin	K1_W05
W6: ma elementarną wiedzę na temat pojęcia i kryteriów stabilności układów, zwłaszcza w ujęciu transmisyjnym	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Laboratoria, egzamin	K1_W05
W7: ma podstawową wiedzę w zakresie zasad opracowywania i interpretowania wyników pomiarów prostych obwodów	Laboratoria	Laboratoria	K1_W11
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć i zmierzyć napięcia i prądy w prostym obwodzie liniowym prądu zmiennego w stanie ustalonym	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_U11 K1_U08 K1_U12 K1_U06

			K1_U20
U2: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć i zmierzyć napięcia i prądy w prostym obwodzie liniowym w stanie nieustalonym	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_U11 K1_U08 K1_U12 K1_U06 K1_U20
U3: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć i zmierzyć napięcia i prądy w prostym obwodzie słabo nieliniowym w stanie ustalonym posługując się metodą małosygnałową	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_U11 K1_U08 K1_U12 K1_U06 K1_U20
U4: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć i zmierzyć napięcia i prądy oraz charakterystyki w dziedzinie czasu i częstotliwości w prostym obwodzie liniowym zawierającym czwórnik	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_U11 K1_U08 K1_U12 K1_U06 K1_U20
U5: potrafi zbadać analitycznie i za pomocą pomiarów stabilność prostego układu liniowego	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_U11 K1_U08 K1_U12 K1_U06 K1_U20
U6: potrafi dobrać prawidłową metodę analizy obwodu	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS1: potrafi pracować indywidualnie i/lub w małym (2-3 osobowym) zespole nad budową i pomiarami prostych obwodów	Laboratoria	Laboratoria	K1_K03 K1_K04

Zespół autorski:

prof. dr hab. inż. Michał Malinowski

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz

dr inż. Anna Jusza

dr inż. Stanisław Stopiński

mgr inż. Krzysztof Anders

Wstęp Do Fotoniki (WDOF)
Introduction to photonics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka i laboratorium eksperymentu (FIZ)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami podstaw dotyczących zjawisk fizycznych związanych z wytwarzaniem (generacją), propagacją, przetwarzaniem i detekcją promieniowania elektromagnetycznego z zakresu optycznego. Wykład stanowi wstęp do przedmiotów z obszaru techniki laserowej, fotoniki światłowodowej, przetwarzania obrazu oraz elementów i układów optoelektronicznych rozwijanych w ramach specjalności.

Treść kształcenia:

WYKŁADY: (30h)

25. **Wprowadzenie do Fotoniki** – efekty, materiały, aplikacje; relacje pomiędzy optyką geometryczną, falową, elektromagnetyczną i kwantową (2h)
26. **Emisja i generacja promieniowania** – promieniowanie niekoherentne i koherentne; źródła promieniowania niespójnego (w tym ciało doskonale czarne) i spójnego (laser); podstawowe parametry źródeł światła; podstawowe efekty oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z materią; podstawy działania wybranych źródeł promieniowania: źródła żarowe, wyładowcze i luminescencyjne, diody LED i OLED, lasery (półprzewodnikowe, ciała stałego, gazowe i ciekłowe); wyświetlacze 2D i 3D (6h).

27. **Propagacja światła** – propagacja promieniowania w wolnej przestrzeni i w strukturach o ograniczonej wymiarowości (falowody planarne, światłowody włóknowe); efekty ograniczające propagację (absorpcja, rozpraszanie Mie, Rayleigha, Ramana, Brillouina, dyspersja); odniesienia do efektów występujących w przyrodzie (tęcza, kolor nieba, czerwone zachody słońca, zjawisko halo, zorza polarna, widmo Brockenu) (6h).
28. **Przetwarzanie i modulacja światła** – modulacja amplitudy, fazy, częstotliwości i polaryzacji promieniowania; efekt elektrooptyczny, akustooptyczny, termooptyczny i magnetoptyczny; podstawowe parametry modulatorów światła; podstawowe efekty i zjawiska związane z przesyłaniem informacji w systemach światłowodowych i w wolnej przestrzeni; elementy bistabilne, tranzystory optyczne, nieliniowe bramki optyczne i inne (6h).
29. **Detekcja promieniowania** – zjawiska fotoelektryczne, fotowoltaiczne, fototermiczne; podstawy fotometrii; podstawowe parametry detektorów: pasmo, szумы, detekcyjność, czułość spektralna; techniki pomiarowe (korelacyjne, zliczania fotonów i inne); wybrane detektory promieniowania: fotorezystory, fotodiody, fotopowielacze, liczniki kwantowe (scyntylicyjne) (4h).
30. **Optyczny zapis i odczyt informacji** – materiały na pamięci optyczne, efekty fizyczne i techniki zapisu/odczytu informacji; pamięci optyczne jednokrotnego i wielokrotnego zapisu (w tym CD, DVD, bluray, pamięci holograficzne i inne), trendy rynkowe i perspektywy (3h)
31. **Nowe materiały foniczne** – kryształy foniczne 2D i 3D, kropki kwantowe, materiały hiperboliczne, nanomateriały, metamateriały (3h);

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. Bernard Ziętek, Optoelektronika, PWN, Warszawa, 2011
2. Bahaa E. A. Saleh and Malvin Carl Teich; Fundamentals of Photonics, Wiley Series in Pure and Applied Optics
3. Mirosław Karpierz, Podstawy fotoniki, CSZ PW, Warszawa, 2010

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych –* 32 godz., w tym
 - obecność na wykładach* 30 godz..
 - konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe* 2 godz.
- *praca własna studenta –* 20 godz., w tym
 - powtórzenie materiału do wykładów* 5 godz.
 - przygotowanie do dwóch kolokwium wykładowych* 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 52 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 32 godz. kontaktowym.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W06
W2: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W07
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Wykład	Kolokwia	K1_U03
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	Wykład	Kolokwia	K1_K01

Zespół autorski:

*dr hab. inż. Marek Nałęcz,
mgr inż. Maciej Radtke*

Wstęp Do Elektroniki i Elektrotechniki (WEL)
Introduction to electronics and electrical circuits

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagana równoległa lub uprzednia realizacja przedmiotów MATI, ALGI, FIZ i POMAK*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych sposobów opisu obwodów elektrycznych. Dotyczy to zwłaszcza obwodów prądu stałego w stanie ustalonym. Kolejnym celem jest przygotowanie studentów do praktycznej realizacji układów oraz interpretacji wyników uzyskiwanych w ramach pomiarów badanych obwodów.

Treść kształcenia:

WYKŁADY: (30h)

32. **Sprawy organizacyjne i regulaminowe.** – 1h. **Podstawowe pojęcia i postulaty teorii obwodów skupionych.** Prąd, napięcie, moc, wrota, dwójnik, węzeł, masa, element „pływający”. Konwencje oznaczeń i strzałkowania. – 1h
33. **Podstawowe elementy obwodów rezystancyjnych.** Opis, parametry i charakterystyki oporów liniowych i nieliniowych. Prawo Ohma. Łączenie oporów. Dwójniki rezystancyjne (zwarcie, rozwarcie, dioda zwarcio-rozwarciowa, dioda z napięciem progowym i oporem przewodzenia). Źródła niezależne napięciowe i prądowe, idealne i rzeczywiste. Łączenie, równoważność i zamiana źródeł. Źródła idealne a zasilacz stabilizowany. Dzielniki napięciowe i prądowe. Dzielniki obciążone i nieobciążone. Potencjometr. – 2h
34. **Podstawowe prawa teorii obwodów.** Podstawowe pojęcia sieciowe (gałąź, węzeł, kontur, rozcięcie, oczko). Prawa Kirchhoffa i zasada Tellegena. Systematyczne układanie równań Kirchhoffa. Zasada kompensacji. Zasada ruchliwości źródeł. Superpozycja i proporcjonalność. Twierdzenia o źródłach zastępczych (Thévenina i Nortona). Pomiar

parametrów źródeł i wyznaczanie parametrów źródeł zastępczych. Dopasowanie energetyczne dla prądu stałego. – 2h

35. **Podstawowe sygnały i ich parametry.** Sygnał sinusoidalny, trójkątny, prostokątny i impulsowy. Cyfrowy generator funkcyjny. Okres, częstotliwość, faza, faza początkowa, współczynnik wypełnienia, składowa stała, amplituda, wartość międzyszczytowa. Czas trwania i opóźnienie impulsu. Przesyłanie informacji, modulacja. Podstawowe modulacje analogowe i impulsowe. Sygnały nieokresowe (np. nieregularne impulsy, szum). – 2h
 36. **Podstawowe przyrządy pomiarowe.** Budowa i zasada działania multimetru cyfrowego (woltomierz, amperomierz, omomierz, częstościomierz). Budowa i zasada działania oscyloskopu cyfrowego. Próbkowanie w czasie rzeczywistym i ekwiwalentnym. Sonda do oscyloskopu (jako rezystancyjny dzielnik napięciowy, bez kompensacji częstotliwościowej sondy). Wpływ oporu wewnętrznego przyrządów na pomiar. – 2h
 37. **Źródła sterowane.** Liniowe źródła sterowane (wszystkie cztery podstawowe rodzaje) idealne i rzeczywiste. Równoważność, zamiana i ruchliwość źródeł sterowanych. Superpozycja w obecności źródeł sterowanych. Idealny wzmacniacz operacyjny i jego podstawowe układy pracy (wzmacniacz odwracający, nieodwracający i wtórnik). Opis zachowania wejścia idealnego wzmacniacza operacyjnego („bezprądowe zwarcie”, masa pozorną). Nulator i norator. – 2h
 38. **Przykładowy rzeczywisty element aktywny.** Opór sterowany napięciem lub prądem. Uproszczony model obwodowy tranzystora MOS jako klucza. Regeneracja sygnału. – 1h.
- Kolokwium wykładowe 1. – 1h**

39. **Podstawowe rezystancyjne obwody nieliniowe.** Składanie charakterystyk elementów

nieliniowych. Rozwiązywanie obwodów będących połączeniem dwójnika liniowego i nieliniowego. Metoda ruchomej prostej oporu. Metoda rzutowania przebiegu przez charakterystykę. Koncepcja „małego sygnału”. Numeryczne metody wyznaczania punktu pracy dwójnika nieliniowego. Prostownik jedno- i dwupołówkowy. Mostek Graetza. – 2h

40. **Elementy LC.** Jakościowy opis koncepcji inercji i jej związku z gromadzeniem energii. – 1h.
Poprawa kolokwium wykładowego 1. – 1h
41. **Elementy stanów nieustalonych.** Ładowanie i rozładowywanie pojemności stałym prądem i stałym oporem, dualizm dla indukcyjności. Przebieg wykładniczy, koncepcja stałej czasowej. Jakościowe pojęcie stanu ustalonego. Klucze idealne, pojęcie komutacji i warunku początkowego. Inercja elementów LC a prawa komutacji. Zachowanie elementów LC w momencie komutacji. Uproszczona metoda analizy stanów nieustalonych w obwodach liniowych pierwszego rzędu przy wymuszeniach stałych. – 2h
42. **Sygnały ciągłe i dyskretne w czasie.** Próbkowanie (dyskretyzacja czasu) i kwantowanie (dyskretyzacja wartości) jako podstawowe operacje nad sygnałem analogowym czasu ciągłego. Układy analogowe z czasem ciągłym i dyskretnym. Układy cyfrowe (z czasem dyskretnym). – 2h
43. **Podstawy systemów cyfrowych.** Bramki logiczne. Reprezentacja bramki sterowanym źródłem zastępczym. Układy cyfrowe. Korytarzowy włącznik światła a przerzutnik monostabilny. Dzwonek elektryczny a przerzutnik bistabilny. Układy rekonfigurowalne. – 2h
44. **Systemy analogowe a cyfrowe.** Porównanie zalet i wad systemów analogowych i cyfrowych. Odporność na szумы i zakłócenia, szybkość działania, pobór mocy, rozmiary, cena.

Nieodłączna „analogowość” fizycznych realizacji układów cyfrowych. – 1h. **Kolokwium wykładowe 2.** – 1h

45. **Podstawy układów o stałych rozłożonych.** Propagacja fali elektromagnetycznej w próżni, powietrzu i linii długiej (kabel, ścieżka obwodu drukowanego). Rozmiary obwodu skupionego a długość fali elektromagnetycznej. Anteny. – 2h.
46. **Podsumowanie.** Przegląd przedmiotów kursowych (głównie obwodowych, układowych i sygnałowych) uściślających i rozszerzających w przyszłości przedstawione tu zagadnienia. – 1h. **Poprawa kolokwium wykładowego 2.** – 1h

ĆWICZENIA – ZAJĘCIA O CHARAKTERZE CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANYM: (15h)

Przewiduje się zajęcia prowadzone w grupach dziekańskich (do 30 osób), jedną godzinę tygodniowo, łączące cechy:

ćwiczeń rachunkowych (na tablicy i z wykorzystaniem środowiska MATLAB, w tym z możliwością szybkiej ilustracji) – zajęcia te stanowią uzupełnienie wykładu, a w ich ramach omawiane będą praktyczne techniki rozwiązywania zagadnień związanych z teorią prezentowaną na wykładzie, pokazów eksperymentów symulacyjnych (z wykorzystaniem symulatorów LTSpice i SapWin oraz środowiska MATLAB).

Na dwóch terminach odbędzie się jednogodzinne kolokwium ćwiczeniowe.

LABORATORIA: (15h)

- **Zajęcia organizacyjne, szkolenie BHP.** – 1h
- **Multimetr i zasilacz.** Zapoznanie się z tworzeniem i czytaniem schematów pomiarowych oraz realizacją układów pomiarowych. Zapoznanie z najbardziej podstawową aparaturą pomiarową (multimetr i zasilacz stabilizowany), zaciski wejściowe multimetru, podłączanie woltomierza i amperomierza. Pomiar bezpośredni i pośredni (z prawa Ohma) prądu. – 2h
- **Generator i oscyloskop.** Obserwacje sygnałów okresowych i demonstracja możliwości pomiarowych oscyloskopu (zapoznanie się z oscyloskopem i generatorem funkcyjnym. Pomiar oscyloskopowe metodą klasyczną i automatyczną. – 2h
- **Podstawowe elementy i prawa teorii obwodów.** Prawo Ohma i opór zastępczy, pomiar oporu będącego elementem większego i/lub pracującego układu. Weryfikacja praw Kirchhoffa. – 2h
- **Źródła zastępcze Thévenina i Nortona.** Pomiar parametrów i obserwacja charakterystyk źródeł zastępczych Thévenina i Nortona. Weryfikacja twierdzeń o źródłach zastępczych. – 2h
- **Podstawowe układy liniowe.** Ładowanie i rozładowywanie pojemności źródłem prądowym i przez opór (w tym opór zerowy i opór wewnętrzny woltomierza i/lub oscyloskopu). Dzielnik napięciowy i prądowy, nieobciążony i obciążony, potencjometr. – 2h
- **Podstawowe układy nieliniowe.** Samodzielne zaprojektowanie, zlutowanie i pomiary małosygnałowe prostego układu zawierającego opornik, diodę LED i kondensator sprzęgający. – 2h

- **Podstawowe układy o stałych rozłożonych.** Czas propagacji impulsu przez krótki i długi kabel 50 Ω, prędkość rozchodzenia się impulsu. Odbicia impulsów od zwarcia i rozwarcia kabla (szpilka wbijana w kabel), pomiary TDR. Odbicia od niedopasowanej impedancji, współczynnik odbicia. – 2h

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

17. J. Osiowski, J. Szabatina: *Podstawy teorii obwodów*, t. I, WNT, Warszawa, 1992 (i późniejsze wydania – w 2016 książka została wydana w PWN).
18. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szabatina i E. Śliwy: *Zbiór zadań z teorii obwodów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015.
19. P. Borkowski: *Przygoda z elektroniką*, Helion, Gliwice, 2013.
20. P. Horowitz, W. Hill: *Sztuka elektroniki*, cz. 1 i 2, WKŁ, Warszawa, 2018.
21. Ch. Petzold: *Kod. Ukryty język sprzętu komputerowego*, WNT, Warszawa, 2002.
22. *Ćwiczenia laboratoryjne ze wstępu do elektroniki i elektrotechniki*. Preskrypt na prawach rękopisu. Warszawa, 2020. Aktualizowany co semestr i dostępny jako plik PDF na prywatnej stronie internetowej przedmiotu na serwerze studia.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	1	1	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych –* **65 godz., w tym**
 - obecność na wykładach* 30 godz.
 - obecność na ćwiczeniach* 15 godz.
 - obecność na laboratorium* 15 godz.
 - konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe* 5 godz.
- *praca własna studenta –* **60 godz., w tym**
 - powtórzenie materiału do wykładów* 10 godz.
 - przygotowanie do ćwiczeń* 15 godz.
 - przygotowanie do dwóch kolokwium ćwiczeniowych* 10 godz.
 - przygotowanie do dwóch kolokwium wykładowych* 10 godz.
 - przygotowanie do laboratorium* 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,6 pkt. ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych oraz 15 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych praw i twierdzeń teorii obwodów liniowych	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria	K1_W05
W2: ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych wielkości związanych z występującymi w obwodach sygnałami (takich jak moce, energie, parametry w osi czasu i w osi wartości)	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria	K1_W10
W3: ma podstawową wiedzę na temat opisu, charakterystyk i metod analizy rezystancyjnych obwodów nieliniowych	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria	K1_W08
W4: posiada podstawową wiedzę dotyczącą systemów analogowych i cyfrowych z czasem ciągłym i dyskretnym	Wykład, częściowo laboratoria	Częściowo laboratoria, kolokwia wykładowe	K1_W08 K1_W09
W5: ma elementarną wiedzę jakościową na temat zjawisk występujących w stanach nieustalonych w obwodach 1-ego rzędu	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Laboratoria, kolokwia	K1_W05
W6: posiada podstawową wiedzę jakościową na temat obwodów o stałych rozłożonych	Wykład, częściowo laboratoria	Częściowo laboratoria, kolokwia wykładowe	K1_W05 K1_W08
W7: ma podstawową wiedzę w zakresie zasad opracowywania i interpretowania wyników pomiarów prostych obwodów	Laboratoria	Laboratoria	K1_W11
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć napięcia i prądy w prostym obwodzie liniowym prądu stałego w stanie ustalonym	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia	K1_U11 K1_U08
U2: potrafi zmierzyć napięcia i prądy w prostym obwodzie liniowym prądu stałego w stanie ustalonym	Laboratoria	Laboratoria	K1_U12 K1_U06 K1_U20
U3: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć napięcia i prądy w prostym obwodzie nieliniowym prądu stałego w stanie ustalonym	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia	K1_U11 K1_U08
U4: potrafi zmierzyć napięcia i prądy	Laboratoria	Laboratoria	K1_U12

w prostym obwodzie nieliniowym prądu stałego w stanie ustalonym			K1_U06 K1_U20
U5: potrafi posługiwać się podstawowymi przyrządami pomiarowymi: multimetrem, zasilaczem, generatorem i oscyloskopem	Wykład, laboratoria	Laboratoria	K1_U12 K1_U06 K1_U20
U6: potrafi dobrać prawidłową metodę analizy obwodu	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia, laboratoria	K1_U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS1: potrafi pracować indywidualnie i/lub w małym (2-3 os.) zespole nad budową i pomiarami prostych obwodów	Laboratoria	Laboratoria	K1_K03 K1_K04

Zespół Autorski:

mgr inż. Marcin Bączyk
dr hab. inż. Michał Borecki,
dr inż. Dominik Kasprowicz,
dr hab. Marek Nałęcz, prof. PW,
dr inż. Marek Niewiński,
dr inż. Andrzej Wielgus
dr inż. Adam Wojtasik

Wstęp do Informatyki (WINF)
(Introduction to Computer Science)

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *brak*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów ze środowiskiem komputerowym oraz podstawowymi narzędziami programistycznymi i administracyjnymi dostępnymi w laboratorium wydziałowym.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

(1h) podstawowe elementy procesorów: zestawy instrukcji, rejestry, przerwania i ich obsługa.

(2h) podstawowe elementy języków programowania: zmienne, pętle, instrukcje sterujące na przykładzie środowiska Matlab.

(1h) rodzaje danych i ich formaty: liczby: całkowite, rzeczywiste, znaki i łańcuchy: ASCII, Unicode (konwersja kodowań).

(1h) pliki i formaty danych: tekstowe (json, Yaml, Xml, csv) i binarne.

(2h) podstawowe informacje o systemach operacyjnych: czym jest system operacyjny, podstawowe cele i zadania, system plików, struktura katalogów.

(2h) wykonywanie programów przez system operacyjny, pojęcia procesu i wątku, obraz procesu w pamięci (segmenty kodu, danych, stos i sarta)

- (2h) interfejs użytkownika (na przykładzie systemu Linux): interpreter poleceń (powłoka) i wybrane programy systemowe do uruchamiania i nadzorowania procesów oraz do manipulowania plikami.
- (2h) podstawowe składniki systemu operacyjnego: planowanie i przełączanie procesów i wątków, zarządzanie pamięcią, maszyna wirtualna.

Laboratorium:

- (2h) praca w systemie Linux z wykorzystaniem powłoki, podstawowe operacje plikowe
- (4h) podstawowe instrukcje środowiska Matlab; prezentacja danych
- (2h) zmienne powłoki ich wykorzystanie do zadań konfiguracyjnych
- (2h) tworzenie i edycja wybranych plików konfiguracyjnych
- (2h) obsługa procesów (uruchamianie, nadzorowanie i zakończenie)
- (4h) wykorzystanie potoków do wykonywania złożonych zadań
- (4h) elementy zdalnej pracy
- (2h) pojęcie skryptu
- (4h) podstawowe konstrukcje programistyczne: sekwencja, iteracja, selekcja (warunek) na przykładzie języka Python
- (2h) system kontroli wersji: git
- (2h) dokumentacja elektroniczna (man, info, help), tworzenie dokumentacji

Egzamin: *nie*

Literatura:

Carl Albing, JP Vossen, Cameron Newham *Bash. Receptury*

Mark Lutz *Python. Wprowadzenie. Wydanie IV* <https://git-scm.com/docs>

wbudowana dokumentacja systemu operacyjnego Linux (polecenie man)

wbudowana dokumentacja środowiska Matlab (polecenie help)

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1	-	2	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

25. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym

obecność na wykładach 15 godz.,

obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,

obecność na laboratorium 30 godz.,

udział w konsultacjach 5 godz.

26. praca własna studenta – 25 godz., w tym

przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,

przygotowanie do laboratoriów 20 godz.,

przygotowanie do kolokwii 5 godz.,

wykonywania zadań projektowych 0 godz.,

przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 0 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
<i>Rozumie sposób reprezentacji danych przez środowisko komputerowe</i>	wykład / laboratorium	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03
<i>Wie jakie są podstawowe zadania i części składowe systemów operacyjnych</i>	wykład / laboratorium	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03
<i>Zna podstawowe pojęcia i instrukcje występujące we współczesnych językach programowania</i>	wykład / laboratorium	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03
UMIEJĘTNOŚCI			
<i>Umie posługiwać się wybranymi poleceniami powłoki systemu operacyjnego</i>	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
<i>Potrafi korzystać z repozytorium systemu kontroli wersji</i>	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U10
<i>Potrafi korzystać z narzędzi pracy zdalnej istniejących w systemie operacyjnym</i>	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U05
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
<i>Umie komunikować efekty swojej pracy przy pomocy narzędzi do pracy w zespołach</i>	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K03

<i>Rozumie wartość dobrze przygotowanej dokumentacji</i>	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K01
--	--------------	---	--------

Zespół Autorski:

Mgr inż. Maciej Kamiński

Dr inż. Krystian Król

Dr inż. Katarzyna Opalska

Dr hab. inż. Leszek Opalski, prof. PW

Wstęp Do Metod Numerycznych (WNUM)

Introduction to numerical methods

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wymagana umiejętność programowania w środowisku MATLAB. Zalecane przedmioty poprzedzające: Wstęp do matematyki dla inżynierów (MATI), Algebra dla inżynierów (ALGI), Analiza matematyczna (MANA), Wstęp do statystyki i stochastyki (WSS)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Głównym celem jest zapoznanie studentów z własnościami i metodyką rozwiązywania wybranych zadań numerycznych za pomocą podstawowych metod numerycznych oraz przekazanie wiedzy i umiejętności dotyczących korzystania z tych metod w praktyce inżynierskiej. Celami pobocznymi są: wprowadzenie do analizy numerycznej zadań i algorytmów (wspomagane eksperymentem komputerowym) oraz kształtowanie umiejętności znajdowania standardowych zadań numerycznych w inżynierskich problemach obliczeniowych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przewiduje się realizację przedmiotu za pomocą dwóch rodzajów obowiązkowych zajęć.

8. Zajęcia zintegrowane (ZI) łączą funkcje tradycyjnego wykładu, ćwiczeń tablicowych i ćwiczeń komputerowych – bez sztywnego podziału czasu na wykład i ćwiczenia. Taki sposób realizacji wymaga dostępności w czasie zajęć sprzętu obliczeniowego – np. tabletów, do przeprowadzania eksperymentów numerycznych ilustrujących treść wykładu czy ćwiczeń „tablicowych”.

9. laboratoryjnych ćwiczeń komputerowych (Lab) – w laboratorium komputerowym, które umożliwi programowanie w środowisku Matlab.
10. do ZI: (nieformalne) wprowadzenie do każdego bloku tematycznego oraz materiały do wykorzystania w czasie ćwiczeń tablicowych i komputerowych. Dzięki integracji można płynnie przechodzić pomiędzy tradycyjną wykładową prezentacją teorii, wykonywaniem zadań – poprawiających rozumienie koncepcji i umożliwiających nabycie umiejętności związanych z analizą numeryczną, a także przeprowadzaniem przygotowanych eksperymentów numerycznych – które mają podkreślać „praktyczną użyteczność” teorii metod numerycznych oraz stanowić podstawę dla zajęć laboratoryjnych.
11. do Lab: wprowadzenie do tematyki laboratorium, w postaci „tutoriala” zrealizowanego jako Live Script Matlab. Dzięki użytej formie wprowadzenia student może rozpocząć rozwiązywanie zadań w Matlabie w trakcie czytania tekstu, co powinno zwiększyć efektywność przygotowywania do zajęć – w porównaniu z trybem dotychczasowym (zadania do rozwiązania przed laboratorium). Wprowadzenie zawiera też zadania bez rozwiązań – stymulując pracę własną – po osiągnięciu odpowiednich kompetencji.
12. *Opis zajęć zintegrowanych:*
 1. Numeryczne rozwiązywanie zadań inżynierskich (2 h):
Zadanie numeryczne i jego składowe
Sporządzanie zadań inżynierskich do standardowych problemów numerycznych – metodyka i przykłady zastosowań w elektronice, telekomunikacji i metrologii
Twierdzenie Taylora, a metody numeryczne
Arytmetyka zmiennopozycyjna i jej własności; propagacja niedokładności numerycznej
Normy wektorów i macierzy, rodzaje błędów ich znaczenie
 2. Metodyka analizy zadań i algorytmów numerycznych (4 h):
zadania i algorytmy numeryczne (skończone i iteracyjne) - opis, podstawowe własności
źródła niedokładności rozwiązania zadania numerycznego, rola dokładności danych, sformułowania zadania (uwarunkowanie) oraz wyboru algorytmu (numeryczna poprawność, asymptotyczna dokładność).
oceny złożoności algorytmów numerycznych.
 3. Rozwiązywanie liniowych równań algebraicznych (4 h):
metody skończone – algorytmy: Gaussa, LU, QR, SVD
metody iteracyjne - algorytmy Richardsona, Jacobiego, relaksacji i in.
 4. Rozwiązywanie nieliniowych równań algebraicznych (3 h):
algorytmy bisekcji, Newtona (z modyfikacjami), siecznych
 5. Interpolacja i aproksymacja jednej zmiennej (6h):
interpolacja wielomianowa (w tym splajnowa), wymierna, trygonometryczna
aproksymacja w sensie najmniejszej sumy kwadratów: wielomianowa i ogólna dyskretna transformata Fouriera
 6. Numeryczne całkowanie i różniczkowanie funkcji jednej zmiennej (3 h):
różniczkowanie: wykorzystanie wzorów różnicowych, różniczkowanie funkcji przybliżających; rząd metody kwadratury interpolacyjne i ich właściwości (rząd metody kwadratury adaptacyjne (opcjonalnie)
metoda Monte Carlo (opcjonalnie)
 7. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych (4 h):

23. metody jednokrokowe oraz wielokrokowe
24. rząd metody, obszar stabilności schematu różnicowego
25. wybór rzędu metody i długości kroku

Laboratorium:

Laboratorium ma jedno zajęcia wprowadzające (2h) - nieoceniane i 4 zajęcia (3h) – oceniane. Jeden termin dodatkowy służy na wykonanie ćwiczeń, które nie odbyły się z przyczyn losowych (po stronie studenta, bądź ze względów technicznych).

4. Matlab. Obliczenia wektorowo-macierzowe, metodyka badania dokładności i nakładów obliczeniowych (czas, pamięć).
5. Rozwiązywanie równań liniowych i nieliniowych
6. Interpolacja i aproksymacja
7. Całkowanie i różniczkowanie numeryczne
8. Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych

Egzamin: NIE

**Literatura:
podstawowa**

- Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wąsowski, *Metody numeryczne*, WNT, Warszawa, 2017
- J. Krupka, A. Miękina, R. Z. Morawski, L. Opalski: *Wstęp do metod numerycznych dla studentów elektroniki i technik informacyjnych*. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2009.
- Dokumentacja programu MATLAB

pomocnicza

- D. Kincaid, W. Cheney, *Analiza numeryczna*, WNT 2006.
- G. Dahlquist, A. Bjorck, *Metody numeryczne*, PWN 1987.
- A. Grabarski, I. Musiał-Walczak, W. Sadkowski, A. Smoktunowicz, J. Wąsowski: *Ćwiczenia laboratoryjne z metod numerycznych*, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2002.
- W. Treichel, M. Stachurski” *MATLAB dla studentów: ćwiczenia, zadania, rozwiązania*, Wyd. Witkom Salma Press, Warszawa, 2009
- M. Stachurski: *Metody numeryczne w programie MATLAB*. Wyd. MIKOM, Warszawa 2003.

Oprogramowanie: Matlab

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
3/2	1/2	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym

- *obecność na zajęciach zintegrowanych: 30 godz.,*
- *obecność na laboratorium: 15 godz.,*
- *udział w konsultacjach: 2 godz. -*

- *praca własna studenta –35 godz., w tym*
- *przygotowanie do zajęć zintegrowanych: 25 godz.,*
- *przygotowanie do laboratoriów: 10 godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 82 godz., co odpowiada 3 ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.7 pkt ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,9 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 10 godz. ćwiczeń praktycznych w ramach zajęć zintegrowanych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną wiedzę w analizie matematycznej, algebry i probabilistyki oraz metod numerycznych	zakresiećwiczenia, laboratorium, studiowanie materiałów do zajęć i laboratorium, konsultacje	Rozwiązywanie ocenianych zadań w czasie laboratorium, sprawdziany audytoryjne	W01
UMIEJĘTNOŚCI			
Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej wykorzystując metody numeryczne do rozwiązywania problemów matematycznych i technicznych.	ćwiczenia, laboratorium, studiowanie materiałów do zajęć i laboratorium, konsultacje	Rozwiązywanie ocenianych zadań w czasie laboratorium, sprawdziany audytoryjne	U01
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych.	ćwiczenia, laboratorium, studiowanie materiałów do zajęć i laboratorium, konsultacje	Rozwiązywanie ocenianych zadań w czasie laboratorium, sprawdziany audytoryjne	U02
Ma umiejętność samokształcenia się	ćwiczenia, laboratorium, studiowanie materiałów do zajęć i laboratorium, konsultacje	Rozwiązywanie ocenianych zadań w czasie laboratorium, sprawdziany audytoryjne	U08

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Piotr Z. Wieczorek
dr inż. Sławomir Szostak
mgr inż. Maciej Radtke
dr hab. inż. prof. PW Marek Nałęcz

Projekt Wstępny (WPROJ)
Preliminary project

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *1*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *brak*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Celprzedmiotu: *Przedmiot ma na celu integrację środowiska studenckiego oraz przygotowanie słuchaczy do współpracy w ramach zespołu i wykształcenie umiejętności współpracy w celu wspólnego rozwiązania postawionego zadania.*

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *Projekt zespołowy, realizowany w ramach przedmiotu może dotyczyć dowolnej tematyki, niekoniecznie związanej z elektroniką i fotoniką. Zajęcia audytoryjne są prowadzone w formie kilku seminariów organizowanych na początku, w okolicach środka i pod koniec semestru. Ich celem jest dyskusja na temat przyjętych metod rozwiązania problemów postawionych przed kilkuosobowymi zespołami projektowymi, wyłonionymi na początku semestru. Zaliczenie odbywa się przez przedstawienie uzyskanych wyników w formie prezentacji, ocenianej przez prowadzących zajęcia oraz przez pozostałych uczestników zajęć.*

Przykładowe tematy projektów:

- projekt elementów świątecznego wystroju na Wydziale EiTI*
- projekt strony internetowej albo aplikacji na smartfon*
- opracowanie eksperymentu z dziedziny fizyki albo nauk technicznych*

- *opracowanie mapy promieniowania tła na określonym terenie*
- *przygotowanie wydarzenia dla studentów wydziału*

Projekt:

- 1.** 1 albo 2 tydzień semestru: zajęcia wstępne.
Przedstawienie założeń, celu przedmiotu i sposobu prowadzenia zajęć. Przedstawienie słuchaczom osób prowadzących zajęcia. Podział grup dziekańskich na zespoły projektowe (4 – 6 osób w zespole), przypisanie zespołów do prowadzących zajęcia. Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy przedmiotu. (3h)
- 2.** 2 - 3 tydzień semestru: czas na przygotowanie przez zespoły projektowe własnych propozycji projektów, indywidualne konsultacje zespołów projektowych z prowadzącymi zajęcia (2h/tydzień)
- 3.** 4 tydzień semestru: przedstawienie przez zespoły własnych propozycji projektów i ich wstępnych koncepcji. Zajęcia w formie seminarium, prowadzone w grupach dziekańskich. Zespoły, które nie zaproponują własnego tematu, otrzymają zadanie projektowe od prowadzącego.
Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy grupy dziekańskiej. (3h)
- 4.** 5 - 7 (8) tydzień semestru: realizacja zadania projektowego oraz indywidualne konsultacje zespołów z prowadzącymi, przynajmniej jeden raz obowiązkowe. (2h / tydzień)
- 5.** ok. 8 - 9 tygodnia semestru: przedstawienie dotychczasowego postępu w realizacji projektów (np. w formie prezentacji wygłaszanej przez wszystkich członków zespołu), dyskusja w grupie dziekańskiej. Zajęcia w formie seminarium.
Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy grupy dziekańskiej. (3h)
- 6.** do 12 tygodnia semestru: realizacja zadania projektowego oraz indywidualne konsultacje zespołów z prowadzącymi, przynajmniej jeden raz obowiązkowe. (2h / tydzień)
- 7.** 13 - 15 tydzień semestru: przedstawienie końcowych wyników realizacji projektu. Seminarium z udziałem wszystkich prowadzących. Przedstawienie wyników w formie prezentacji, przygotowanej przez każdy z zespołów. Dyskusja i ocena uzyskanych rezultatów. Ocena zawiera dwa składniki: ocenę prowadzącego projekt oraz ocenę ogółu słuchaczy przedmiotu.
Zajęcia wspólne dla wszystkich słuchaczy. (6h)

Egzamin: *nie*

Literatura:

Marsz ku kłęsce: poradnik dla projektantów systemów / Edward Yourdon, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2000

Dydaktyka szkoły wyższej: wybrane problemy / Ulrich Schrade – praca ziorowa, Warszawa, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2010

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
-	-	-	2	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- Liczba godzin kontaktowych – 30 godz, w tym:*
 - zajęcia w formie seminariów, prezentacja wyników 15 godz.
 - konsultacje 15 godz.
- Praca własna studenta – 20 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 30 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,8 ECTS, co odpowiada ok. 20 godzinom pracy indywidualnej grup projektowych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	realizacja projektu zespołowego		K03
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie albo innych zadania.	realizacja projektu zespołowego		K04
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi działać i myśleć w sposób przedsiębiorczy.	realizacja projektu zespołowego		K06

Zespół Autorski:
dr hab. Wojciech Zabołotny

Wstęp Do Systemów Wbudowanych (WSW) ***Introduction to Embedded Systems***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy techniki cyfrowej (POCY),
Systemy cyfrowe i komputerowe (SCK), Podstawy techniki mikroprocesorowej (POMIK)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku
Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Przedstawienie podstawowych zagadnień związanych z systemami wbudowanymi i zaznajomienie z metodami projektowania, realizacji i uruchamiania prostych systemów wbudowanych ze szczególnym uwzględnieniem mikroprocesorów wykorzystujących architekturę Cortex- M. Po przedmiocie WSW student powinien rozumieć różnicę między zwykłym systemem komputerowym a systemem wbudowanym, powinien potrafić zaprojektować i zrealizować prosty system wbudowany wykorzystujący mikroprocesor ARM Cortex-M i komunikujący się z układami peryferyjnymi za pośrednictwem typowych interfejsów takich jak I2C, SPI, UART, 1-Wire itp. wykorzystując przerwania i DMA, powinien umieć przetestować pracę zaprojektowanego systemu przy pomocy dedykowanego oprogramowania. Powinien umieć zapewnić właściwe zasilanie systemu z uwzględnieniem trybów ograniczonego poboru mocy. Powinien umieć stworzyć proste oprogramowanie ten system używając języka C, a także powinien umieć, tam gdzie to możliwe, wykorzystać języki skryptowe dla systemów wbudowanych (micropython, eLua).

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Zajęcia będą obejmować klasyczne wykłady wprowadzające w zagadnienia ogólne oraz zajęcia zintegrowane, prowadzone w laboratorium, obejmujące wprowadzenie w postaci krótkiego wykładu, odwołującego się do rozszerzonych materiałów dostępnych dla studentów na ich stanowiskach. W ramach tych zajęć studenci powinni zrealizować:

- miniprojekt obejmujący zaplanowanie rozwiązania zadania postawionego przed studentem w ramach części laboratoryjnej (przesłany prowadzącemu)
 - pracę laboratoryjną z wykorzystaniem dostępnego sprzętu i oprogramowania,
 - przedstawienie prowadzącemu opracowanego rozwiązania zadania i zademonstrowanie jego działania.
 - Przygotowanie raportu podsumowującego uzyskane wyniki (przesłany prowadzącemu)
- Zajęcia podlegać będą ocenie wynikającej z jakości miniprojektu i raportu końcowego oraz przebiegu pracy w laboratorium.
- Końcowe zajęcia laboratoryjne mogą być realizowane jako większy projekt zespołowy, wykonywane na kilku terminach laboratorium.

Opis wykładu:

- Wstęp, omówienie tematyki systemów wbudowanych, klasyfikacja systemów wbudowanych, schemat blokowy systemu wbudowanego
- Zagadnienia związane z zasilaniem systemu wbudowanego i podłączaniem układów zewnętrznych – analogowych i cyfrowych. Zagadnienia związane z odsprężeniem zasilania, prowadzeniem masy, barierami izolacyjnymi
- Omówienie architektury ARM
- Zagadnienia ekonomiczne związane z realizacją systemów wbudowanych – optymalizacja kosztów. Zagadnienia związane z certyfikacją systemów wbudowanych.

Laboratorium:

Zajęcia laboratoryjne pozwolą studentom zapoznać się w praktyce z następującymi zagadnieniami:

- Środowisko do tworzenia oprogramowania dla używanych systemów, biblioteki
- Uruchamianie i debugowanie oprogramowania na systemie wbudowanym
- Konfiguracja i obsługa wewnętrznych zegarów i urządzeń peryferyjnych
- Wykorzystanie przerwań i DMA
- Zapewnienie niezawodności systemu
- Obsługa interfejsów komunikacyjnych
- Obsługa wejść i wyjść analogowych
- Korzystanie z pamięci nieulotnej

Zarządzanie poborem mocy

Zajęcia projektowo/laboratoryjne:

Zajęcia (większy projekt grupowy obejmują następujące elementy:

- Wybór zadania do rozwiązania, dobór właściwego procesora z wykorzystaniem CubeMX, wybór właściwego modułu mikroprocesorowego i płytek rozszerzających, opracowanie schematu zaprojektowanej platformy sprzętowej.
- Stworzenie i uruchomienie oprogramowania diagnostycznego dowodzącego poprawnego działania opracowanej platformy sprzętowej.
- Stworzenie i uruchomienie oprogramowania realizującego założoną funkcjonalność projektowanego systemu.

Egzamin: *NIE*

Literatura:

6. Mikrokontrolery STM32 w praktyce, Krzysztof Paparocki, BTC, 2011

7. Mikrokontrolery STM32 dla początkujących, Aleksander Kurczyk, BTC, 2019
8. Cortex-M3 Technical Reference Manual, ARM Infocenter
9. Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel - a Hands On Tutorial Guide
10. FreeRTOS V10.0.0 Reference Manual
11. Programming with MicroPython, Nicholas H. Tollervey, O'Reilly Media; September 2017

Oprogramowanie:

CubeMX, środowisko do tworzenia i uruchamiania oprogramowania dla procesorów ARM

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
1	1	1	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

27. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym

obecność na wykładach 15 godz.

obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15

godz obecność na laboratorium 15 godz

udział w konsultacjach 20 godz

28. praca własna studenta – 35 godz., w tym

przygotowanie do ćwiczeń 5 godz.,

przygotowanie do laboratoriów 5 godz.,

przygotowanie do kolokwium 10 godz.,

wykonywania zadań projektowych 10 godz.,

przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,6 pkt ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 15 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki i telekomunikacji	laboratorium	Projekt i raport	K1_W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	wykład / ćwiczenia	kolokwium	K1_W04
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych	laboratorium / projekt	raport	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	kolokwium	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	laboratorium / projekt	raport	K1_U04
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium / projekt	raport	K1_U13
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	laboratorium / projekt	raport	K1_U19
Potrafi tworzyć oprogramowanie systemów mikroprocesorowych w języku niskiego poziomu.	laboratorium / projekt	raport	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	laboratorium / projekt / ćwiczenia	raport	K1_K02
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium / projekt	raport	K1_K03

Przedmioty obowiązkowe

na kierunku Elektronika

dla specjalności

Elektronika i Fotonika

Autor:

dr hab. inż. Andrzej Pfitzner, prof. uczelni

Podstawy Mikroelektroniki (PMK)

Introduction to Microelectronics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wymagana znajomość podstaw elementów i układów elektronicznych, np. w ramach PPP, ELA1,2.*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie się z podstawami projektowania i realizacji układów i systemów elektronicznych w postaci układów scalonych. Wprowadzenie pojęcia specjalizowanych układów scalonych (*Application Specific Integrated Circuits - ASIC*), zapoznanie studentów z aspektami praktycznymi i ekonomicznymi projektowania i zamawiania produkcji tych układów. Przygotowanie do specjalistycznych przedmiotów obieralnych z projektowania zintegrowanych systemów cyfrowych, analogowych i mieszanych.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

Tematyka wykładów:

1. Wiadomości wstępne. Cele integracji mikroelektronicznej układów elektronicznych (złożoność funkcjonalna, pobór mocy, koszt, niezawodność, IP). Układy standardowe (katalogowe) a układy ASIC i programowalne. Płytki wieloprojektowe. Etapy tworzenia nowego układu/systemu. Systemy CAD.
2. Technologiczne uwarunkowania projektowania układów scalonych. Konstrukcje CMOS i BiCMOS. Operacje wytwarzania, dostęp do produkcji. Projektowanie topografii, maski produkcyjne. Możliwości i ograniczenia.
3. Problemy, metody i style projektowania. Etapy od opisu funkcjonalnego do projektu fizycznego. Automatyzacja projektowania. Od *full custom* do układów programowalnych, kryteria wyboru stylu projektowania. Uproszczenia procesu projektowania, maski abstrakcyjne, schemat kreskowy, standaryzacja. Bloki IP, SoC, NoC, PSoC.

4. Ekonomiczne aspekty mikroelektroniki, design for manufacturability. Rozrzuty produkcyjne, rodzaje i źródła. Zaburzenia parametryczne i katastroficzne. Reguły projektowania. Metody weryfikacyjne. TCAD, symulacja statystyczna.
5. Elementy czynne i bierne w układach scalonych. Podstawowe konstrukcje i charakterystyki tranzystorów MOS i bipolarnych, uwarunkowania topograficzne. Tranzystor bipolarny w układach CMOS i BiCMOS. Elementy pasożytnicze. Właściwości i ograniczenia realizacji elementów biernych.
6. Proste scalone bramki logiczne: podstawowe pojęcia i wymagania. Regeneracja poziomów logicznych, źródła i tłumienie zakłóceń, kierunkowość. Statyczny inwerter CMOS, bramki NAND i NOR: kształtowanie charakterystyk przełączania, czasów włączania, wyłączania i propagacji sygnału, poboru mocy. Ograniczenia liczby wejść.
7. Bramki kombinacyjne CMOS. Statyczne: składniki pojemności obciążającej, czasy przełączania, pobór mocy; kryteria wymiarowania tranzystorów w bramkach złożonych, bramki transmisyjne i trójstanowe. Dynamiczne: bramki typu DOMINO; wymagania i ograniczenia. Porównanie bramek statycznych i dynamicznych.
8. Testowanie i testowalność układów cyfrowych. Defekty, uszkodzenia, ich modele. Wektory testowe, poziom wykrywalności uszkodzeń, wykrywalność i obserwowalność węzłów. Testowanie funkcjonalne i strukturalne. Testowanie prądowe. Układy łatwo testowalne, układ sekwencyjny z łańcuchem skanującym, krawędziowa ścieżka skanująca. Układy samotestujące się. Niezawodność układów do zastosowań krytycznych.
9. Przerzutniki, rejestry, komórki pamięci półprzewodnikowych. Przerzutnik Schmitta, wymiarowanie. Statyczny przerzutnik bistabilny: wymagania konstrukcyjne, realizacje z taktowaniem zegarem. Przerzutniki typu D. Generacja sygnałów zegarowych. Komórki pamięci półprzewodnikowych: statycznych i dynamicznych RAM, ROM o stałej zawartości i programowalne. Komórki SONOS.
10. Pamięci półprzewodnikowe. Ogólna struktura układów pamięci. Sterowanie działaniem pamięci, podstawowe zależności czasowe. Realizacje układów zapisu i odczytu. Realizacja pamięci nieulotnej „flash” typu NOR i NAND. Zastosowania pamięci ROM, układy kombinacyjne, programowalne układy cyfrowe.
11. Scalone układy analogowe: podstawowe problemy, bloki analogowe w układach cyfrowych. Porównanie układów analogowych i cyfrowych z punktu widzenia projektanta. Tranzystor MOS a bipolarny w zastosowaniach analogowych. Problemy specyficzne dla układów analogowych: zależności temperaturowe, rozrzuty produkcyjne tranzystorów MOS i bipolarnych oraz elementów biernych. Efekty pasożytnicze i przeciwdziałanie.
12. Realizacja układów źródeł prądowych i napięciowych. Minimalizacja wpływu zmian temperatury i rozrzutów produkcyjnych. Zespoły źródeł prądowych. Wymagania dla rodzajów źródeł napięciowych. Pierwotne źródła napięć odniesienia. Mnożnik U_{BE} w technologii CMOS. Układ PTAT. Regulacja układów przesuwania napięcia.
13. Wzmacniacze różnicowe i wybrane zagadnienia ich projektowania. Porównanie właściwości wzmacniaczy różnicowych bipolarnego i MOS. Reguły projektowania topografii dla minimalizacji systematycznego napięcia niezrównoważenia w układach CMOS. Wzmacniacz operacyjny a komparator. Komparator z pamięcią. Wzmacniacze w pamięciach dynamicznych RAM. Kompensacja niezrównoważenia losowego. Realizacja wzmacniaczy szerokopasmowych, układów o regulowanym wzmacnieniu.
14. Pobór mocy układów scalonych. Mechanizmy poboru mocy w układach cyfrowych i analogowych. Składniki mocy a wzrost skali integracji. Wpływ temperatury na niezawodność

układów scalonych, mechanizmy uszkodzeń. Składniki rezystancji termicznej. Chłodzenie układów scalonych. Uwarunkowania projektowania, stabilność elektryczno-ciepłna.

15. Przyszłość mikroelektroniki.

LABORATORIA:

Tematyka laboratorium stanowi wprowadzenie do projektowania, realizacji i testowania specjalizowanych układów scalonych, prezentuje wybrane aspekty praktyczne tych zagadnień: 1. Projektowanie i symulacja układu elektrycznego bramki cyfrowej 2. Projektowanie i weryfikacja topografii układu scalonego w stylu full-custom. 3. Projektowanie z wykorzystaniem komórek standardowych; wstęp do automatyzacji projektowania. 4. Zagadnienia projektowania analogowych układów CMOS z uwzględnieniem rozrzutów produkcyjnych. 5. Testowanie cyfrowych układów scalonych. 6. Pomiary ostrzowe prototypów.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The goal: Introduction to design and implementation of electronic circuits and systems as integrated circuits. Presentation of the concept of Application Specific Integrated Circuits - ASIC, practical and economical aspects of its design, prototyping and fabrication in the fabless design/silicon foundry business model. Preparation for advanced courses in design of integrated digital, analogue and mixed circuits and systems.

The following topics will be covered:

1. Introductory information
2. Manufacturing determinants of the IC design
3. Problems, methods and styles of the design
4. Economical aspects of microelectronics, design for manufacturability
5. Active and passive elements of the integrated circuits
6. Simple integrated logic gates
7. Combinational CMOS gates
8. Testing and testability of the integrated circuits
9. Flip-flops, registers, semiconductor memory cells
10. Semiconductor memories
11. Analogue integrated circuits
12. Implementation of the current and voltage source circuits
13. Differential amplifiers and selected problems of their design
14. Power consumption of the integrated circuits
15. Future of the microelectronics

Egzamin: *tak*

Literatura:

1. W. Kuźmicz, A. Pfitzner, Podręcznik elektroniczny do przedmiotu dostępny z witryny www przedmiotu (w trakcie modyfikacji)
2. A. Gołda, A. Kos, "Projektowanie układów scalonych CMOS", WKŁ, W-wa 2010
3. M. J. Patyra, "Projektowanie układów MOS w technice VLSI", WNT, W-wa 1993
4. W. Kuźmicz, "Projektowanie analogowych układów scalonych". wyd. 2, WNT, W-wa 1985
5. T. Łuba, B. Zbierzchowski, "Komputerowe projektowanie układów cyfrowych", WKiŁ, W-wa 2000
6. W. Mały, "Atlas of IC Technologies", Benjamin/Cummings, Menlo Park 1987.

Witryna www przedmiotu:

<http://vlsi.imio.pw.edu.pl/pmk/>

zawiera podręcznik, materiały do ćwiczeń laboratoryjnych, instrukcje obsługi narzędzi CAD

Oprogramowanie:

Narzędzia komputerowego wspomagania projektowania (jak edytor masek, symulatory, programy weryfikacyjne) wchodzące w skład oprogramowania własnego IMiOCAD Zakładu Metod Projektowania w Mikroelektronice oraz innych programów CAD (np. Mentor) w powiązaniu ze wzbogaceniem platformy komputerowej laboratorium.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	2		(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w blokach trzygodzinnych (3x45min) pod opieką prowadzącego. Oprócz tego studenci mają do dyspozycji laboratorium z odpowiednim oprogramowaniem dostępne też w trybie otwartym oraz konsultacje. Mają też możliwość zapoznać się z pomiarami ostrzowymi struktur scalonych. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych następuje na podstawie wyników przedstawionych w formie raportów, częściowo w postaci projektów. Na ocenę ćwiczeń laboratoryjnych wpływa też stopień przygotowania do zajęć, wnioski i rozmowa zaliczeniowa.

Na ocenę końcową składają się: suma ocen z laboratoriów projektowych (max. 45 pkt) oraz przeliczona na punkty ocena z egzaminu ustnego (max. 55 pkt). Do uzyskania pozytywnej oceny końcowej konieczne jest spełnienie łącznie następujących warunków: uzyskanie zaliczenia co najmniej 8 ćwiczeń z 9 oraz zdanie egzaminu (ocena 3 odpowiadająca 25 punktom). Standardowe przeliczenie punktów na oceny końcowe.

Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot: Oczekiwana znajomość podstaw elementów i układów elektronicznych oraz podstaw układów logicznych.

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

- liczba godzin kontaktowych: 64 godz., w tym:**
 - obecność na wykładach: 30 godz.,
 - obecność na zajęciach laboratoryjnych i rozmowach zaliczeniowych: 30 godz.,
 - konsultacje wykładowe i laboratoryjne: 4 godz.
- praca własna studenta: 50 godz., w tym:**
 - praca w laboratorium otwartym (w tym opracowanie wyników): 20 godz.,
 - analiza materiału wykładowego, przygotowanie do laboratorium: 15 godz.,
 - przygotowanie do egzaminu: 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 114 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.2 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt. ECTS , co odpowiada 50 godz. pracy studenta związanej z realizacją laboratorium i laboratoryjnych zadań projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty	forma zajęć	sposób weryfikacji	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
w1: ma ogólną wiedzę o wytwarzaniu układów scalonych	wykład	egzamin	K1_W12
w2: zna metody i style projektowania układów scalonych	wykład	egzamin	K1_W12
w3: zna pojęcie specjalizowanych układów scalonych oraz cel i zakres ich zastosowań	wykład	egzamin	K1_W12, K1_W13, K1_W14, K1_W15
w4: zna budowę i właściwości podstawowych bramek i bloków cyfrowych realizowanych mikroelektronicznie	wykład	wykonanie zadań laboratoryjnych egzamin	K1_W09, K1_W12
w5: zna zasady testowania systemów cyfrowych	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych egzamin	K1_W12, K1_W11
w6: zna zasady i problemy realizacji mikroelektronicznej układów analogowych	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych egzamin	K1_W08, K1_W12
w7: zna tendencje rozwojowe mikroelektroniki	wykład	egzamin	K1_W13, K1_W14, K1_W15
UMIĘJĘTNOŚCI			
u1: potrafi zaprojektować schemat i topografię prostego układu cyfrowego i analogowego korzystając z różnych technik	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U13, K1_U16, K1_U21
u2: potrafi zweryfikować prosty projekt układu scalonego	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U21
u3: potrafi scharakteryzować i przetestować prosty układ scalony	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U21, K1_U20
u4: potrafi przeanalizować prosty układ scalony pod kątem produkowalności	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U02, K1_U13
u5: potrafi udokumentować wykonany projekt	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U06
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_K01
ks2: ma świadomość ważności przestrzegania i propagowania zasad etyki zawodowej	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_K02
ks3: zna i rozumie związki mikroelektroniki z rozwojem gospodarczym i społecznym	wykład	egzamin	K1_K02

Zespół Autorski:

Dr inż. Krzysztof Czuba

Dr inż. Krzysztof Siwiec

Dr hab. inż. Witold Pleskacz, profesor PW

Dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, profesor PW

Dr inż. Stanisław Stopiński

Projektowanie Systemów Elektronicznych (PSEL)
Design of Electronic Systems

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *6*

Minimalny numer semestru: *6*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy Mikroelektroniki (PMK), Materiały i Konstrukcje (MAKO),*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *Celem zajęć jest:*

- 1. (dotyczy zagadnień wykładowych 1-5 i związanych z nimi ćwiczeń laboratoryjnych) Przygotowanie studentów do budowania złożonych systemów elektronicznych. Studenci powinni nauczyć się praktycznego wykorzystania, a przede wszystkim zauważyć spójność wiedzy przekazywanej im na innych przedmiotach kursowych. Na tym przedmiocie studenci zdobędą wiedzę niezbędną do połączenia umiejętności nabytych na innych przedmiotach w celu zbudowania działającego systemu elektronicznego takich jak umiejętność definiowania założeń projektowych i opracowywania schematów blokowych, kierowanie procesem projektowania oraz integracja pracy na różnych poziomach (układy scalone, oprogramowanie, mechanika, interfejs użytkownika), kontrola jakości projektu oraz przygotowanie dokumentacji systemowej.*
- 2. (dotyczy zagadnień wykładowych 6-10 i związanych z nimi ćwiczeń laboratoryjnych) Zaznajomienie studentów z problematyką projektowania zintegrowanych systemów scalonych SoC (ang. System on Chip) zrealizowanych w nanometrowych technologiach CMOS. Omówiona zostanie konstrukcja układu i systemu scalonego oraz przedstawione zostaną podstawowe bloki składowe.*

3. *(dotyczy zagadnień wykładowych 11-14 i związanych z nimi ćwiczeń laboratoryjnych)*
Zaznajomienie studentów z problematyką projektowania, wytwarzania, testowania i charakteryzacji specjalizowanych układów fotoniki scalonej ASPICs (Application Specific Photonic Integrated Circuits). W szczególności przedstawione zostanie podejście generyczne do projektowania i wytwarzania układów ASPIC, omówione zostaną główne platformy technologiczne (krzemowa, fosforu indu oraz azotku krzemu), techniki testowania układów (w tym testowania on-wafer) oraz technologie packagingu generycznego. Przedstawione zostaną również przykładowe realizacje układów ASPIC do zastosowań telekomunikacyjnych i czujnikowych oraz metody hybrydowej integracji ASPIC/ASIC.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

Zagadnienia wykładowe

1. Projektowanie współczesnych systemów elektronicznych:

Przykłady konstrukcji systemów.

Definiowanie założeń systemu elektronicznego.

Rysowanie schematów blokowych, podział na funkcje.

Dobór technologii, rodzaju układów i interfejsów.

Podział zadań oraz tworzenie zespołu projektowego.

Przygotowanie specyfikacji poszczególnych podsystemów w celu efektywnej współpracy, np. pomiędzy projektantem PCB a programistą.

2. Dobór elementów i projektowanie układów elektronicznych z uwzględnieniem wymagań i możliwości wykonania):

Umiejętne czytanie kart katalogowych elementów elektronicznych.

Dobór elementów pod kątem dostępności, czasu życia, ceny, tolerancji.

Wpływ temperatury na czas życia elementów.

Optymalizacja kosztów produkcji (m.in. redukcja liczby różnych elementów, stosowanie elementów tańszych tam gdzie jest to uzasadnione itp.).

Podział na moduły, dobór złącz i połączeń.

Tworzenie baz danych elementów oraz spisów części (BOM).

Zastosowanie programów CAD w tym procesie.

3. Integracja mechaniczna systemów:

Ograniczenia mechaniczne dla projektu.

Wymagania funkcjonalne, a łatwość montażu i koszty produkcji.

Interfejs użytkownika.

Chłodzenie.

Ekranowanie przed zakłóceniami.

Oznaczenia interfejsu użytkownika oraz oznaczenia serwisowe.

4. Montaż, uruchomienie i testowanie systemów elektronicznych:

Przygotowanie produkcji i montażu.

Zasadność przygotowania prototypów.

Organizacja procesu produkcji (zamawianie i składowanie podzespołów, produkcja części mechanicznych, przygotowanie narzędzi oraz stanowiska montażowego).

Dobre praktyki przy montażu systemów.

Testowanie przedprodukcyjne, produkcyjne oraz poprodukcyjne.

5. Dokumentacja projektowa systemu elektronicznego:

Znaczenie dokumentacji projektowej.

Dobre nawyki przy tworzeniu dokumentacji.

Certyfikacja (np. CE).

Testy EMC.

Instrukcja obsługi oraz instrukcja serwisowa.

6. Współczesne zintegrowane systemy scalone SoC (ang. System on Chip):

Przykłady układów SoC oraz ich zastosowania.

Technologie produkcji układów scalonych.

Konstrukcja układu i systemu scalonego, bloki składowe oraz metody projektowania.

7. Analogowe układy scalone:

Podstawowe bloki analogowe w układach scalonych.

Metody projektowania analogowych układów scalonych, ze szczególnym uwzględnieniem metody *gm/Id*.

Omówienie cyklu projektowania układów analogowych: schemat elektryczny, symulacje, projekt topografii masek produkcyjnych (ang. *layout*).

8. Cyfrowe układy scalone:

Cykl projektowania układów cyfrowych w stylu komórek standardowych: opis w języku HDL (ang. *Hardware Description Language*), proces syntezy logicznej i syntezy topografii masek.

Weryfikacja układu cyfrowego.

9. Układy mieszane

Modelowanie i symulowanie układów analogowo-cyfrowych.

Wprowadzenie języka Verilog-AMS.

Integracja układów analogowych i cyfrowych: problem sprzężeń, prowadzenie zasilania, weryfikacja.

10. Rozwój i produkcja układów scalonych

Typowy cykl rozwoju układu scalonego.

Prototypowanie i produkcja układów scalonych.

Problem testowania układów scalonych.

Montaż układu w obudowę.

11. Układy fotoniki scalonej

Konstrukcja układu fotoniki scalonej, jego bloki składowe oraz metody projektowania, wprowadzenie do technologii wytwarzania, główne platformy technologiczne.

Przykłady układów oraz ich zastosowania.

12. Podstawowe bloki funkcjonalne układów fotoniki scalonej

Bloki pasywne (elementarne i złożone): falowody, sprzęgacze MMI, multipleksery AWG, siatki Bragga, układy interferometryczne, elementy SSC.

Bloki aktywne (elementarne i złożone): wzmacniacze SOA, źródła światła koherentnego, modulatory światła, detektory.

13. Projektowanie układów fotoniki scalonej

Omówienie cyklu projektowania układów fotoniki scalonej: schemat ideowy, symulacje, projekt topografii masek produkcyjnych.

Oprogramowanie do projektowania i symulacji układów fotoniki scalonej.

14. Rozwój i wytwarzanie układów fotoniki scalonej

Typowy cykl rozwoju układu fotoniki scalonej.

Problem testowania układów fotoniki scalonej.

Technika montażu układu w obudowie hermetycznej (problem połączeń optycznych, elektrycznych DC i RF).

Laboratoria (dot. ćwiczeń związanych z zagadnieniami wykładowymi 1-5):

Zastosowanie pakietu CAD do przeprowadzenia pełnego procesu projektowania systemu.

Testy EMC i certyfikacja CE.

“Problemy warsztatowe” przy montażu systemu.

Wizyta w firmie produkującej płytki i urządzenia.

Laboratoria (dot. ćwiczeń związanych z zagadnieniami wykładowymi 6-10):

Modelowanie systemów analogowo-cyfrowych.

Projektowanie układów analogowych.

Projektowanie układów cyfrowych.

Projektowanie układów mieszanych.

Testy i charakteryzacja układów i systemów scalonych.

Laboratoria (dot. ćwiczeń związanych z zagadnieniami wykładowymi 11-14):

Modelowanie elementów układu fotoniki scalonej

Projektowanie układów fotoniki scalonej

Montaż, testy i charakteryzacja układów fotoniki scalonej

Projekt:

Niezależnie od zaproponowanych ćwiczeń laboratoryjnych istnieje uzasadnienie zorganizowania projektu zespołowego w ramach przedmiotu PZE obejmującego ww. tematykę.

Zespoły ok. 6 studentów (min. 4 studentów).

Przykładowy projekt 1:

Założenia: Zajęcia obejmowałyby zaprojektowanie prostego systemu analogowo-cyfrowego w nanometrowej technologii CMOS z wykorzystaniem profesjonalnych narzędzi EDA/CAD. Realizacja projektu wymagałaby współpracy pomiędzy studentami ukierunkowanymi na elektronikę analogową i cyfrową. Celem zajęć jest zdobycie przez studentów wiedzy i doświadczenia inżynierskiego z zakresu projektowania systemów scalonych. Dodatkowo studenci rozwiną swoje umiejętności pracy w grupie oraz uzyskają wiedzę i doświadczenie w zakresie zarządzania projektem.

Przykładowa treść: Projekt przetwornika analogowo-cyfrowego z modulatorem Delta-Sigma wraz z filtrem decymującym oraz kolejką FIFO. Pierwsza faza projektu obejmowała będzie opracowanie modelu wysokiego poziomu, określenie specyfikacji bloków składowych oraz w przypadku części cyfrowej planu weryfikacji. W kolejnej fazie opracowane zostaną schematy elektryczne bloków analogowych wraz z ich

modelami behawioralnymi oraz opis w języku HDL bloków cyfrowych. Kolejnym etapem będzie projekt topografii masek produkcyjnych bloków (*full-custom* – bloki analogowe, synteza logiczna oraz synteza topografii – bloki cyfrowe). Ostatnim etapem projektu będzie jego weryfikacja.

Przykładowy projekt 2:

Zaprojektować system do automatycznego sterowania roletami w domu mieszkalnym w zależności od pory dnia i nasłonecznienia. Celem jest zapewnienie komfortu mieszkańcom poprzez ograniczenie przegrzania wnętrza domu w okresie letnim oraz jak najlepszego nasłonecznienia w okresie zimowym. System powinien zawierać zestaw czujników natężenia światła i temperatury, centralkę z możliwością programowania parametrów działania przez użytkownika oraz elementy sterujące silnikami w roletach. Zespół studentów powinien składać się z osób odpowiedzialnych za koncepcję i szczegółowe założenia systemu, projekt elektroniki sterującej, oprogramowanie i interfejs użytkownika, integrację mechaniczną systemu.

Przykładowy projekt 3:

Zaprojektowanie układu nadajnika wielokanałowego do zastosowań telekomunikacyjnych, zaprojektowanie układu fotoniki scalonej do zastosowań czujnikowych, zaprojektowanie układu scalonego ASPIC/ASIC w technologii hybrydowej integracji fotoniczno-elektronicznej.

Egzamin: TAK

Literatura:

1. R Jacob Baker, CMOS: circuit design, layout and simulation, Hoboken, John Wiley & Sons Inc.: IEEE Press 2010.
2. Glenn R. Blackwell, The Electronic Packaging Handbook, CRC Press , 2017
3. Peter Wilson, The Circuit Designer's Companion, 4th Edition, Newnes, 2017
4. Dana Crowe, Alec Feinberg, Design for Reliability, CRC Press, 2001
5. Guillermo Carpintero, Martijn Heck, Pascual Muñoz, Photonic Integrated Circuits: Integration platforms, building blocks and design rules (Materials, Circuits and Devices), The Institution of Engineering and Technology, 2019
6. Michael Liehr, Moritz Baier, Gloria Hoefler, Nicholas M. Fahrenkopf, John Bowers, Richard Gladhill, Peter O'Brien, Erman Timurdogan, Zhan Su, Fred Kish, Foundry capabilities for photonic integrated circuits, Optical Fiber Telecommunications VII 2020, Pages 143-193, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816502-7.00004-X>

Oprogramowanie:

1. Altium Designer
2. Synopsys Optodesigner
3. Cadence Design System: IC Package

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. Liczba godzin kontaktowych: 65 godz., w tym:

- obecność na wykładach: 30 godz.,
- obecność na laboratorium: 30 godz.,
- udział w konsultacjach: 5 godz.

2. Praca własna studenta: 60 godz., w tym:

- przygotowanie do laboratoriów: 15 godz.,
- przygotowanie do kolokwiów: 10 godz.,
- wykonywania zadań projektowych: 25 godz.,
- przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria): 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,6 pkt ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,4 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych, 10 godz. przygotowania do laboratorium, 25 godz. zadań projektowych i 10 godz. przygotowywania sprawozdań.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych	Wykład, Laboratorium	Kolokwium, Laboratorium	K1_W12
W2: Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki	Wykład	Kolokwium	K1_W13
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane	Projekt	Projekt	K1_U06

opracowanie problemów z zakresu elektroniki.			
U2: Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: - obwody elektryczne, - elementy elektroniczne, - układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne) - systemy elektroniczne (w tym proste systemy cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz systemy pomiarowe).	Laboratorium, Projekt	Laboratorium, Projekt	K1_U16
U3: Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	Projekt	Projekt	K1_U17
U4: Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Laboratorium, Projekt	Laboratorium, Projekt	K1_U19
U5: Posiada jeden z dwóch następujących zestawów umiejętności: potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących: - elementy elektroniczne i fotoniczne - proste układy elektroniczne (w tym układy w.cz.) , a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski potrafi zaprojektować, zweryfikować i przetestować prosty układ scalony	Laboratorium, Projekt	Laboratorium, Projekt	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Projekt	Projekt	K1_K03

Zespół autorski:

dr hab. inż. Marek Nałęcz
dr inż. Zbigniew Gajo
dr hab. inż. Mateusz Malanowski
dr inż. Rafał Rytel-Andrianik

Zaawansowane Przetwarzanie Sygnałów i Obrazów (PSY2)
Advanced signal and image processing

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagane poprzedniki z grupy Przetwarzanie Sygnałów to SYSY, PSY1, a z grupy Matematyka: ALGI, MANA, MATI, WSS, WNUM*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze stosowanymi w praktyce zaawansowanymi metodami przetwarzania sygnałów, w tym obrazów traktowanych jako sygnały dwuwymiarowe, sposobami czasowo-częstotliwościowej reprezentacji sygnałów czasu oraz z wybranymi modulacjami analogowymi i cyfrowymi.*

Treść kształcenia:

WYKŁADY: (30h)

Wykład wstępny: zasady, omówienie materiału przedmiotu, odświeżenie wybranego materiału z przedmiotów poprzedzających (2h: W1)

Modulacje sygnałów (dla każdej z omawianych modulacji: przekształcenie modulujące i demodulujące, postać sygnału zmodulowanego i przykłady zastosowań) (6h: W2,W3,W4)

- Analogowe, takie jak AM bez fali nośnej, AM z falą nośną, AM jednowstęgowa, PM, FM. (2h)
- Cyfrowe, takie jak ASK, PSK, FSK, QPSK. (1h)
- Inne, np.: PWM, PDM, PPM. (1h)

- Filtr Hilberta i obwiednia sygnałów wąskopasmowych. (1h)
- Nadawanie i odbiór kwadraturowy. (1h)

Przepróbkowywanie sygnałów. (4h: W5,W6)

- Decymacja, interpolacja i ułamkowa zmiana częstotliwości próbkowania.
- Filtry wielofazowe i banki filtrów.
- Przykład zastosowania: zmiana częstotliwości próbkowania sygnału audio.

Filtracja dopasowana. (2h: W7)

- Przypomnienie metod opisu procesów losowych, zespolone wektory losowe.
- Filtr dopasowany przedstawiony jako rozwiązanie zadania maksymalizacji stosunku sygnał-szum w przypadku szumu białego i kolorowego.
- Interpretacje (korelator, wybielanie szumu).
- Przykłady zastosowania w elektronice (radiolokacja, telekomunikacja).

Metody czasowo-częstotliwościowe. (6h: W8,W9,W10)

- Kolokwium (1h)
- Widmo chwilowe, spektrogram, zasada nieoznaczoności. (2h)
- Transformata Wignera-Ville'a. (1h)
- Poprawa kolokwium (1h)
- Falki w analizie czasowo-częstotliwościowej. (1h)

Przetwarzanie obrazów. (8h: W11,W12,W13,W14)

- Obraz jako sygnał 2D: (2h)
charakterystyki: rozmiar, rozdzielczość, kontrast, jasność, histogram;
obraz monochromatyczny, obraz kolorowy, przestrzenie barw;
dwuwymiarowe przekształcenie Fouriera i częstotliwość przestrzenna
próbkowanie: twierdzenie o próbkowaniu, aliasing.
- Dwuwymiarowe filtry liniowe: (2h)
opis w dziedzinie przestrzeni;
opis w dziedzinie częstotliwości przestrzennej;
filtracja 2D: spłot dyskretny 2D, problemy brzegowe, filtracja w
dziedzinie częstotliwości; przykłady filtrów liniowych i efekty ich
działania.
- Przykłady filtrów nieliniowych (np. filtr medianowy). (1h)
- Transformata Hougha z przykładami zastosowań. (1h)
- Kolokwium (1h)
- Transformata DCT. (1/2h)
- Przykład zastosowania przedstawionych metod przetwarzania obrazów do
sygnałów dwuwymiarowych niebędących obrazem: np. wygładzanie
transformaty Wignera-Villa. (1/2h)

Poprawa kolokwium, podsumowanie przedmiotu, przewodnik po przedmiotach obieralnych z zakresu przetwarzania sygnałów. (2h: W15)

LABORATORIA: (21h=7x3h)

- L1. Informacje organizacyjne; **Estymacja:** Generacja sygnału zawierającego szum i sinusoidę o pewnej częstotliwości. Estymacja tej częstotliwości kilkoma metodami. Analiza dokładności estymacji w zależności od SNR przez badanie obciążenia i wariancji estymatora. Wykorzystanie przebadanego algorytmu do estymacji częstotliwości sygnału ze świata rzeczywistego.
- L2. **Modulacje:** Programowa demodulacja i odsłuchanie radia AM i/lub FM z odbiornika SDR (opracowanie, wykonanie i uruchomienie oprogramowania demodulatora). Badanie innej modulacji (PWM lub PDM).
- L3. **Decymacja i interpolacja:** Analiza efektów redukcji częstotliwości sygnału przez usunięcie części próbek. Analiza efektów interpolacji sygnału przez odpowiednie dodanie zer lub powielenie próbek. Decymacja i interpolacja zarejestrowanego sygnału rzeczywistego.
- L4. **Filtracja dopasowana i detekcja:** Projektowanie i analiza filtru dopasowanego do zadanej sekwencji próbek. Badanie filtru dopasowanego do impulsu prostokątnego i pseudoszumowego. Wykorzystanie filtracji dopasowanej do detekcji sygnałów takich jak sygnał LMCz i sygnał o rozproszonym widmie.
- L5. **Metody czasowo-częstotliwościowe:** Badanie widma chwilowego, przekształcenia Wignera i transformacji falkowej w analizie czasowo-częstotliwościowej. Przekształcanie sygnałów syntetycznych w celu zbadania cech różnych reprezentacji sygnału takich jak ich rozdzielczości. Analiza generowanych i rejestrowanych sygnałów rzeczywistych.
- L6. **Wibroakustyka:** Laboratorium to polega na rejestracji sygnałów akustycznego i elektrooptycznego pochodzących z nierównomiernie obracającej się wiertarki, a następnie na analizie tych sygnałów. Daje ono możliwość wykorzystania wcześniej poznanych metod przetwarzania sygnałów.
- L7. **Przetwarzanie obrazów:** Obliczanie dwuwymiarowego widma obrazów. Obserwacja efektów filtracji obrazów filtrami liniowymi w dziedzinie czasu i częstotliwości. Odszumianie obrazu z wykorzystaniem filtracji medianowej. Poprawa jakości przykładowych obrazów satelitarnych poprzez operacje na histogramach.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. T. Zieliński: *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań*. WKŁ, 2006.
2. J. Szabatin: *Podstawy teorii sygnałów*. WKŁ, 2000
3. J. Szabatin. Przetwarzanie sygnałów. 2003
(https://red.okno.pw.edu.pl/podreczniki/OKNO_book/przetwarzanie_sygnalow/pdf/druk.pdf)

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01: posiada podstawową wiedzę na temat metody przepróbkowania sygnału	Wykład, laboratoria	Kolokwia, laboratoria	K1_W10
W02: ma podstawową przekrojową wiedzę na temat omówionych rodzajów modulacji i rozumie potrzebę ich stosowania	Wykład, laboratoria	Kolokwia, laboratoria	K1_W10
W03: posiada podstawową wiedzę nt. reprezentacji sygnału na płaszczyźnie czas-częstotliwość, oraz nt. definicji i interpretacji częstotliwości chwilowej.	Wykład, laboratoria	Kolokwia, laboratoria	K1_W10
W04: ma podstawową wiedzę na temat reprezentacji przestrzennej i widmowej oraz metod przetwarzania obrazów	Wykład, laboratoria	Kolokwia, laboratoria	K1_W10
UMIEJĘTNOŚCI			
U01: potrafi sformułować równania i rozwiązać metodą analityczną prosty problem z dziedziny zaawansowanego przetwarzania sygnałów	Wykład	Kolokwia	K1_U02
U02: potrafi zaimplementować prosty algorytm cyfrowego przetwarzania sygnałów (CPS), np. algorytm estymacji częstotliwości	Laboratoria	Laboratoria	K1_U15
U03: potrafi przeprowadzić badanie symulacyjne algorytmu CPS i opracowywać jego wyniki	Laboratoria	Laboratoria	K1_U15
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS01: zna konsekwencje społeczne zastosowania modulacji sygnałów w radiu i telekomunikacji	Wykład	Kolokwium	K1_K02, K1_K05
KS02: jest świadomy możliwości zastosowania przetwarzania dźwięku lub obrazu w celu poprawienia klarowności przekazu informacji (np. odsumianie)	Wykład	Kolokwium	K1_K02, K1_K05
KS03: jest świadomy możliwości zastosowania przetwarzania dźwięku lub obrazu w celu wprowadzenia odbiorcy w błąd (fake news)	Wykład	Kolokwium	K1_K02, K1_K05

Zespół Autorski:

mgr inż. Krzysztof Anders
dr inż. Piotr Firek
dr inż. Anna Jusza
dr inż. Jerzy Kalenik
dr hab. inż. Robert Mroczyński
dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. uczelni
dr inż. Stanisław Stopiński

Technologie Elektroniczne i Fotoniczne (TELFO)
Electronic and Photonic Technologies

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: -

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami technologii elektronicznych i fotonicznych – metodami wytwarzania materiałów, ich właściwościami oraz sposobami modyfikacji tych właściwości do zastosowań w elementach i układach elektronicznych i fotonicznych.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

1. Procesy technologiczne dla mikroelektroniki, mikrosystemów krzemowych i fotoniki. Czystość technologiczna i warunki wytwarzania przyrządów dla elektroniki i fotoniki zintegrowanej. Wytwarzanie warstw. Definiowanie kształtów. Modyfikowanie właściwości – domieszkowanie (implantacja, dyfuzja). Procesy wygrzewania i rekrytalizacji. (4)

2. Sekwencje procesów technologicznych. Kondensator MOS, tranzystor MOSFET, podstawowe bramki CMOS. (2)
3. Skalowanie, technologia SOI, nowe materiały i przyrządy oraz technologie niekrzemowe. (4)
4. Montaż struktur półprzewodnikowych. Montaż struktur półprzewodnikowych do obudów i w układach hybrydowych. Technologie drutowe i bezdrutowe. Montaż flip-chip. Wytwarzanie mikropołączeń – ultrakompresja i ultratermokompresja. (2)
5. Technologia hybrydowa. Pojęcie układu hybrydowego.
6. Przebieg i etapy procesu konstruowania. Koncepcja podziału modułowego sprzętu elektronicznego. Matematyczne podstawy i reguły projektowania układów hybrydowych. Podstawy techniki grubowarstwowej. Procesy formowania warstw grubych. (4)
7. Mikrosystemy. Sekwencje procesów w konstrukcji elementów mikrosystemów krzemowych (belki, membrany, elementy ruchome, czujnik ciśnienia MEMS). (4)
8. Światłowody. Sposoby wytwarzania preform światłowodów pasywnych i aktywnych ze szkła krzemionkowego oraz szkieł wieloskładnikowych. Metody formowania włókien światłowodowych oraz światłowodów mikrostrukturalnych. Metody spajania światłowodów. Technologie wytwarzania wybranych elementów światłowodowych (sprzęgacze, sumatory mocy, siatki światłowodowe FGB i LPFG). Konstrukcja i wytwarzanie telekomunikacyjnych kabli światłowodowych (6)
9. Układy fotoniki scalonej. Platforma krzemowa i fosforu indu - podstawowe procesy technologiczne i bloki funkcjonalne (building blocks); możliwości i ograniczenia poszczególnych platform technologicznych. Technologie montażu i hermetyzacji układów (packaging) oraz technologie integracji z układami elektronicznymi (4)

Laboratorium:

Program laboratorium obejmuje pięć trzygodzinnych ćwiczeń dotyczących zagadnień:

1. Laboratorium clean-room – procesy dyfuzji.
2. Laboratorium clean-room – wytwarzanie metalizacji (rozpylanie magnetrone, fotolitografia i trawienie).
3. Montaż struktur do podłoży i wytwarzanie połączeń elektrycznych.
4. Pomiary i analiza pracy ogniw słonecznych
5. Wytwarzanie anten grubowarstwowych.

Egzamin: *nie*

Literatura:

- Stewart D. Personick, Fiber Optics - Technology and Applications, SPRINGER SCIENCE+BUSINESS MEDIA, LLC, ISBN 978-1-4899-3480-2
- Abdul Al-Azzawi, Advanced Manufacturing for Optical Fibers and Integrated Photonic Devices, CRC Press, ISBN 978-1-4987-2945-1
- M. Smit et al., “An introduction to InP-based generic integration technology“, Journal of Semiconductor Science and Technology 29 (2014) 083001 (41pp)
- L.M. Augustin, M.K. Smit, N. Grote, M.J. Wale and R. Visser, “Standardized process could revolutionize photonic integration”, Euro Photonics, 18, 30-34.

M.K. Smit et al., "Generic foundry model for InP-based photonics", IET Optoelectronics, vol. 5., no. 5, pp.187-194, 2011.

X. Leijtens, "JePPIX: the platform for InP-based photonics", IET Optoelectronics, vol. 5, no. 5, pp. 202–206, 2011.

R.B. Beck "Technologia krzemowa", PWN Warszawa 1991

Materiały do laboratorium – instrukcje

Tapan K, Gupta; Handbook of Thick - and Thin - Film Hybrid Microelectronics, J. Wiley & Sons Inc, Publication, Hoboken, New Jersey, 2003.

Publikacje dostępne w czasopismach

Robert Doering and Yoshio Nishi "Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology", CRC Press 2008.

Gary S. May and Simon M. Sze "Fundamentals of Semiconductor Fabrication", John Wiley & Sons, 2002.

Stanley Wolf and Richard N. Tauber "Silicon Processing for the VLSI Era, Vol. 1: Process Technology", Lattice Press 2000.

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 56 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 11 godz.

2. praca własna studenta – 24 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwii 9 godz.,
wykonywanie zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań – laboratoria 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,1 pkt ECTS, co odpowiada 56 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,75 pkt ECTS, co odpowiada 20 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Wykład Laboratorium	Laboratorium	K1_W11
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych.	Wykład Laboratorium	Kolokwium Laboratorium	K1_W12
W3: Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwium	K1_W13
W4: Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Kolokwium	K1_W14
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów elektronicznych i fotonicznych.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U12
U3: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Laboratorium	K1_K03
---	--------------	--------------	--------

Zespół autorski:

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz

dr hab. inż. Tomasz Osuch

dr inż. Alicja Anuszkiewicz

dr inż. Anna Jusza

dr inż. Stanisław Stopiński

mgr inż. Krzysztof Anders

Fotonika Światłowodowa (FOS)

Fiber optics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *WDOF (Wstęp do fotoniki),
ELFO (Elementy Fotoniczne)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi podstaw działania podstawowych elementów światłowodowych oraz systemów światłowodowych, zarówno w zastosowaniach telekomunikacyjnych jak i czujnikowych.*

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

1. Wprowadzenie do fotoniki światłowodowej: budowa i podstawowe parametry światłowodów falowodowych i włóknowych, mody światłowodowe, zjawiska ograniczające transmisję w światłowodzie, opis metodami optyki geometrycznej i falowej, równania Maxwella i równanie dyspersyjne światłowodu.
2. Modowość światłowodów: metody analizy teoretycznej rozkładu pola EM w światłowodach, teoretyczny model światłowodu jednomodowego i wielomodowego, modowa struktura pola EM prowadzonego falowodem, rozwiązanie równań Maxwella dla struktury wielomodowej i jednomodowej, planarnej i włóknowej, rozkład i aproksymacja natężenia pola modów.
3. Dwójłomność i polaryzacja: polaryzacyjne własności światłowodów, rodzaje dwójłomności wewnętrznej światłowodów, technologia wytwarzania światłowodów dwójłomnych, metody wymuszania dwójłomności.

4. Dyspersja: prędkość grupowa i fazowa, rodzaje i źródła dyspersji w światłowodach, ograniczenia wynikające z dyspersji.
5. Źródła strat w światłowodach: współczynnik tłumienności, absorpcja materiałowa, rozpraszanie, niedoskonałości technologiczne.
6. Zjawiska nieliniowe w światłowodach: zjawiska nieliniowe drugiego i trzeciego rzędu, wymuszone rozpraszanie Ramana, wymuszone rozpraszanie Brillouina, nieliniowa modulacja fazy (SPM, XPM), mieszanie czterofalowe.
7. Technologia wytwarzania światłowodów i kabli światłowodowych: materiały, metody wytwarzania. Metody łączenia światłowodów.
8. Elementy światłowodowe: podstawowe parametry i właściwości.
9. Czujniki światłowodowe: wiadomości podstawowe, klasyfikacja, wybrane aplikacje.
10. Światłowodowe siatki Bragga: rodzaje, technologie wytwarzania, właściwości, zastosowania.
11. Światłowody specjalne: światłowody aktywne, światłowody o kształtowanych charakterystykach dyspersyjnych i modowych, światłowody mikrostrukturalne, kilkumodowe etc.
12. Techniki pomiarów podstawowych parametrów światłowodów i elementów światłowodowych.
13. Elementy prostego toru telekomunikacyjnego – nadajnik, odbiornik (de)multiplexer, wprowadzenie do systemów TDM i WDM.
14. Wzmacniacze światłowodowe: SOA, REDFA, REDWA, RFA - podstawy działania i podstawowe parametry pracy.
15. Wprowadzenie do laserów światłowodowych - rodzaje, parametry i zastosowania.

LABORATORIA:

1. **Światłowody pasywne.** Badanie podstawowych parametrów pasywnych światłowodów telekomunikacyjnych (charakterystyka spektralna tłumienia, pomiar tłumienności metodą reflektometryczną OTDR, pomiar strat zgięciowych). (4h)
2. **Światłowody aktywne - światłowodowy wzmacniacz optyczny EDFA.** Badanie poszczególnych elementów wzmacniacza EDFA (charakterystyka tłumienności światłowodu aktywnego, charakterystyka prądowo-mocowa diody pompującej). Badanie charakterystyk wzmocnienia wzmacniacza. (4h)
3. **Światłowodowe siatki Bragga.** Badanie właściwości i podstawowych parametrów siatek Bragga (charakterystyka spektralna, długość fali Bragga, szerokość spektralna, wyznaczanie chirpu, amplitudy modulacji współczynnika załamania). Zastosowanie siatki Bragga jako zwierciadła laserowego / filtru optycznego. Wpływ czynników zewnętrznych na widmo siatki. (4h)
4. **Dwójłomność i polaryzacyjne właściwości światłowodów.** Badanie dwójłomności światłowodu utrzymującego polaryzację. Pomiar dyspersji polaryzacyjnej oraz dyspersji chromatycznej światłowodów. (4h)

Egzamin: nie

Literatura i oprogramowanie:

1. M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej, WNT, 1992
2. A. Majewski, Podstawy techniki światłowodowej, OWPW, 2000
3. J. Hecht, Understanding Fiber Optics (5th Edition), Prentice Hall, 2005
4. John Crisp and Barry Elliott, Introduction to Fiber Optics, Elsevier, 2005

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych –	49 godz., w tym
obecność na wykładach	30 godz.
obecność na laboratorium	15 godz.
konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe	4 godz.
2. praca własna studenta –	28 godz., w tym
powtórzenie materiału do wykładów	3 godz.
przygotowanie do dwóch kolokwium wykładowych	10 godz.
przygotowanie do laboratorium	15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 77 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,92 pkt. ECTS, co odpowiada 49 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 15 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Laboratorium	Laboratorium	K1_W11
W2: Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład Laboratorium	Kolokwia Laboratorium	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i	Laboratorium	Laboratorium	K1_U03

metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.			
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fotonicznych	Laboratorium	Laboratorium	K1_U11
U3: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U12
U4: Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U20
U5: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski	Laboratorium	Laboratorium	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Laboratorium	K1_K03

Zespół Autorski:

Dr inż. Piotr Firek

Dr inż. Jerzy Kalenik

Mgr inż. Maciej Radtke

Dr hab. inż. Piotr Wieczorek

Materiały i Konstrukcje (MAKO)

Materials and constructions

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *POMAK*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest, aby po jego zaliczeniu student:

posiadał wiedzę z zakresu metod konstruowania prostych i modułowych urządzeń elektronicznych z uwzględnieniem ergonomii oraz aspektów ekologicznych, potrafił zaproponować zarys technologii montażu prostych urządzeń elektronicznych i ocenić wpływ przyjętej technologii montażu na koszt, funkcjonalność, na środowisko i możliwość recyklingu materiałów użytych do produkcji.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

1. Ogólne zasady konstruowania aparatury elektronicznej (2h-W1)

Decyzja o podjęciu procesu konstruowania. Struktura procesu konstruowania: formułowanie zadania, wymagania konstrukcyjne, poszukiwanie wariantów rozwiązania, czynniki decydujące o wyborze rozwiązania, wybór rozwiązania. Kryteria oceny konstrukcji.

2. Materiały stosowane w konstrukcjach aparatury elektronicznej (6 h)

Właściwości mechaniczne materiałów konstrukcyjnych: metali, ceramik i szkła, polimerów oraz materiałów kompozytowych (2h-W8). Właściwości termiczne materiałów stosowanych

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

w konstrukcjach aparatury elektronicznej (2h-W9). Właściwości elektryczne materiałów stosowanych w konstrukcjach aparatury elektronicznej (2h-W10)

3. **Elementy, obudowy, architektura wyprowadzeń (2h-W4)**
Elementy czynne i bierne do montażu przewlekane. Elementy bierne do montażu powierzchniowego. Obudowy układów scalonych.
4. **Poziomy i technologie montażu aparatury elektronicznej (4 h)**
Montaż drutowy, montaż flip chip z wykorzystaniem lutów i klejów (2h- W11). Podstawy procesu lutowania, stopy i pasty lutownicze (2h-W12)
5. **Moduły i standardy w konstruowaniu aparatury elektronicznej (2h-W3)**
Koncepcja podziału modułowego i poziomy montażu. Modularyzacja w sprzęcie konsumencym oraz profesjonalnym. Systemy modułowe.
6. **Chłodzenie aparatury elektronicznej (2 h-W6)**
Źródła ciepła w urządzeniach elektronicznych. Podstawowe mechanizmy transportu ciepła naturalne i wymuszone. Wybór sposobu chłodzenia.
7. **Aspekty ergonomiczne w konstruowaniu aparatury (2h-W5)**
Operator jako część systemu elektronicznego. Odbiór informacji, czas reakcji. Sterowanie – obszar pracy, czynności sterownicze.
8. **Niezawodność konstrukcji aparatury elektronicznej. (2h-W7)**
Podstawowe pojęcia. Testy niezawodności, testy przyspieszone. Procedury i standardy w ocenie niezawodności
9. **Projektowanie proekologiczne. Recykling (4 h)**
Materiały niebezpieczne w aparaturze elektronicznej. Projektowanie proekologiczne. Cykl życia wyrobu (2h-W13). Recykling. Stopnie recyklingu. Demontaż aparatury elektronicznej. Odzysk materiałów i surowców (2h-W14)
10. **Komputerowe wspomaganie procesu konstruowania (2 h- W2)**
Komputerowe wspomaganie projektowania rozwiązania, numeryczna ocena niezawodności. Projektowanie numeryczne elementów lub zespołów, wytwarzanie komputerowo zintegrowane.
11. **Kolokwia zaliczeniowe (2h)**

Laboratorium:

(5 ćwiczeń 3 godzinnych, 15 h)

1. Projekt obwodu drukowanego cz. I (3h)
2. Projekt obwodu drukowanego cz. II (3h)
3. Montaż elementów w obudowie i mikropołączenia (3 h)
4. Montaż obwodu drukowanego (3h).
5. Testy zmontowanego układu (3h)

Laboratoria stanowią logiczny ciąg, na który składa się wykonanie projektu obwodu drukowanego, montaż elementu do obudowy i wykonanie mikropołączeń, a na kolejnym etapie montaż elementów do wykonanego obwodu drukowanego i jako końcowa część – testowanie wykonanego układu.

Projekt:

Projekt stanowi część uzupełniająca do laboratorium i je poprzedza. Pozwala na opracowanie treści związanych indywidualnym zadaniem rozwiązywanym przez studenta. Ponadto umożliwia rozwiązanie powstających problemów, uzupełnienie wiedzy, naukę w grupach i dzielenie się doświadczeniem z pozostałymi studentami. Szczególnie ważną częścią

projektową jest przygotowanie praktyczne do realizowanego laboratorium. Pozwala to na optymalne wykorzystanie czasu podczas dostępu do sprzętu.

Egzamin: *NIE*

Literatura:

1. J. Felba, R. Kisiel, "Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej" Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2015
2. R. Kisiel „Podstawy technologii montażu dla elektroników” Wydawnictwo BTC, Legionowo 2012
3. J. Felba „Montaż w elektronice” Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011
4. Z. Celiński „Materiałoznawstwo elektrotechniczne” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011
5. R. Kisiel, A. Bajera „Podstawy konstruowania urządzeń elektronicznych” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999

Materiały dedykowane (w tym elektroniczne),

Opracowane materiały do wykładu w PowerPoincie

Oprogramowanie: *Altium Designer*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium i projekcie 30 godz.,
udział w konsultacjach 4 godz.
2. praca własna studenta – 61 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 15 godz.,
wykonywania zadań projektowych 20 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 16 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,56 pkt ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 30 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W07
Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład	Kolokwia	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwia	K1_W13
Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W14
Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	Wykład	Kolokwia	K1_W15
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U02
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U04
Potrafi przygotować w języku polskim dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U06
Ma umiejętność samokształcenia się.	Wykład/ Projekt	Kolokwia/ Ocena z Projektu	K1_U08
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów elektronicznych stosując	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium	K1_U13

określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).		/Projektu	
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi obwody i elementy elektryczne.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U16
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U19
Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Ocena z laboratorium	K1_U20
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Projekt	Ocena z projektu	K1_K03
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	Wykład/ Projekt	Kolokwia/ Ocena z Projektu	K1_K07

Autor/Zespół Autorski:

dr hab. inż. Adam Abramowicz, prof. uczelni

dr inż. Krzysztof Czuba

mgr inż. Maciej Urbański

mgr inż. Maciej Grzegorzółka

Elektronika Mikrofalowa (MIKE)

Microwave electronics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Teoria Elektromagnetyzmu (TEM)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami elektroniki mikrofalowej. Przedmiot jest kontynuacją „Teorii Elektromagnetyzmu” i ma zapewnić podstawowe informacje wymagane dla kolejnych przedmiotów związanych tematyką układów wielkiej częstotliwości.*

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot stanowi wprowadzenie studentów studiów inżynierskich do podstawowej problematyki układów wielkiej częstotliwości. W szczególności przedstawione są najważniejsze elementy w.cz, oraz wstępne informacje o ich projektowaniu. Przedstawione zostaną też zagadnienia analizy układów elektronicznych pracujących w zakresie wielkich częstotliwości.

Ocena z przedmiotu jest wystawiana na podstawie wyników z dwóch kolokwii oraz jednego projektu realizowanego przez studentów w trakcie trwania semestru.

Tematy wykładów:

WYKŁAD 1 (2 godziny) - wprowadzenie, przypomnienie podstaw dotyczących pól i fal elektromagnetycznych

Wprowadzenie i przedstawienie zasad zaliczenia przedmiotu

Omówienie stosowanych zakresów częstotliwości fal elektromagnetycznych stosowanych w elektronice i telekomunikacji.

Przedstawienie podstawowych i zaawansowanych zastosowań układów wielkiej częstotliwości, np. w systemach komunikacji przewodowej i bezprzewodowej, kontroli procesów produkcyjnych lub w systemach synchronizacji i sterowania akceleratorami cząstek.

Przypomnienie podstaw teorii pola elektromagnetycznego - w zastosowaniach praktycznych

- Omówienie wielkości opisujących pole EM.
- Omówienie rodzajów ośrodków i pól w tych ośrodkach, przypomnienie równań brzegowych.
- Omówienie fali płaskiej.

Decybele i rachunek decybelowy

WYKŁAD 2 (4 godziny) - przewodnice falowe i linie transmisyjne

Omówienie rodzajów fal w przewodnicach falowych.

Przewodnice TEM

Równania linii długiej:

- obwód zastępczy odcinka linii,
- równania telegrafistów,
- rozwiązania równań linii długiej.
- omówienie fal postępującej i odbitej, omówienie (przypomnienie)
- prędkości fazowa i grupowa.

Omówienie impedancji charakterystycznej.

- Transformacja impedancji i jej zastosowanie praktyczne
- Przepływ mocy i dopasowanie energetyczne

Omówienie współczynnika odbicia.

Omówienie fali stojącej.

Omówienie przebiegów napięcia i prądu wzdłuż linii, omówienie wpływu obciążenia linii na napięcie i prąd.

- Zastosowanie praktyczne

Omówienie budowy i zastosowania różnych rodzajów linii transmisyjnych

- Falowody
- Linie współosiowe
- Linia powietrzna
- Przewód koncentryczny
- Struktury planarne, stosowane w obwodach w.cz PCB
 - linia mikropaskowa
 - linia paskowa wbudowana
 - linia koplanarna
 - linia różnicowa
- Rozkłady pól w wybranych liniach

- Straty w liniach transmisyjnych - propagacja w liniach transmisyjnych.
- Złącza stosowane z liniami transmisyjnymi
- Rodzaje złącz
 - Modelowanie złącz

WYKŁAD 3 (2 godziny) - metody opisu, analizy i projektowania układów mikrofalowych

Opis dwuwrotnika i wieluwrotnika, oraz stosowanych metod ich opisów, z naciskiem na macierz rozproszenia.

Omówienie dokładne macierzy rozproszenia, jej własności.

- Omówienie dostępności plików symulacyjnych macierzy rozproszenia, wskazanie na ich ograniczenia.
- Krótkie omówienie formatu Touchstone, pokazanie przykładowych plików macierzy S od producentów układów w.cz
- Związki elementów macierzy rozproszenia z parametrami układów w.cz
- Samodzielne tworzenie macierzy S

Grafy przepływu sygnału

- definicje, działania
- reguła Masona
- przykłady zastosowania grafów dla prostych układów mikrofalowych.

Omówienie wykresu Smitha, oraz podstawowych działań na nim. Przedstawienie wykresu Smith'a jako narzędzia do projektowania obwodów dopasowujących, łącznie z transformatorami impedancji.

Przedstawienie problemu projektowania obwodów dopasowujących bezstratnych i stratnych, oraz szerokopasmowych.

- Przedstawienie przykładów praktycznych realizacji obwodów dopasowujących.

Pokazanie i omówienie oprogramowania symulacyjnego dla obwodów w.cz

WYKŁAD 4 (4 godziny) - podstawowe pasywne elementy mikrofalowe i ich zastosowania

Elementy RLC o stałych skupionych

- Modele elementów rzeczywistych

Elementy reaktancyjne o stałych rozłożonych

- Przykłady zastosowania: obwody dopasowujące, filtry i transformatory impedancji

Rodzaje oraz podstawowe parametry tłumików i przesuwników fazy

Rodzaje oraz podstawowe parametry dzielników mocy

Sprzęgacze kierunkowe i kwadraturowe

- Rodzaje i parametry
- Zasada działania
- Zastosowania i ograniczenia sprzęgaczy kierunkowych
- Rodzaje i parametry sprzęgaczy kwadraturowych
- Zastosowanie i ograniczenia sprzęgaczy kwadraturowych
- Przykłady "niechcianych" sprzęgaczy w układach elektronicznych

Izolatory i cyrkulatory

- Zasada działania elementów ferrytowych w torach w.cz
- Zasada działania cyrkulatora i izolatora
- Parametry cyrkulatorów i izolatorów

Przykłady projektowania i symulacji prostych pasywnych systemów w.cz

WYKŁAD 5 (4 godziny) - aktywne (półprzewodnikowe) elementy mikrofalowe i ich zastosowania, wzmacniacze mocy, podstawowe wiadomości dot. szumów

Diody i ich zastosowanie w obwodach w.cz

- Diodowe prostowniki i detektory

Przełączniki w.cz

- Diody waraktorowe
- Detektory mocy – rodzaje i budowa

Wzmacniacze w.cz

- Najważniejsze parametry wzmacniaczy w.cz - pasmo, P1dB, IP3, dopasowanie, stabilność fazowa, itp.
- Wzmacniacze transmisyjne i odbiciowe
- Tranzystor jako element wzmacniający, jego parametry rozproszenia, modele i ich ograniczenia, budowa tranzystorów w.cz
- Klasy wzmacniaczy
- Wybrane przykłady wzmacniaczy w.cz, zarówno scalonych, jak i zbudowanych z elementów dyskretnych
- Wzmacniacze kaskadowe
- Przykładowe układy wykorzystujące wzmacniacze w.cz

WYKŁAD 6 (2 godziny) - Obwody rezonansowe, filtry oraz układy generacyjne w.cz

Filtry - rodzaje, parametry

- Tłumienność filtru
- Charakterystyki częstotliwościowe
- Przykładowe struktury

Rezonatory

- Obwód zastępczy rezonatora oraz jego podstawowe parametry
- Rodzaje rezonatorów
- Rodzaje sprzężeń rezonatorów z układem w.cz
- Zastosowania rezonatorów

Warunki generacji

- Struktura i elementy generatora w.cz
- Rodzaje generatorów w.cz
- Generatory scalone

Tranzystor jako element generacyjny - polaryzacja, sprzężenie, techniki przestrajania

Syntezy DDS

WYKŁAD 7 (2 godziny) - metody pomiaru parametrów układów i systemów mikrofalowych

Podstawowe metody pomiarowe w. cz.

- Omówienie podstawowych przyrządów:

Miernik mocy

- Częstościomierz
- Analizator widma
- Analizatory sieci
- Szybkie oscyloskopy
- Przejście z dziedziny czasu na dziedzinę częstotliwości
- Sześciowrotniki pomiarowe

WYKŁAD 8 (2 godziny) - Zaawansowane układy w.cz - przemiana częstotliwości, mieszanie, modulacja, komunikacja bezprzewodowa.

Przykłady rzeczywistych systemów w.cz.

Modulacja - pojęcia i definicje, modulacja AM, FM, PM, inne rodzaje modulacji

- Modulatory "klasyczne", AM, FM, PM
- Modulatory - IQ, wektorowe, itp
- Demodulatory

Pętla synchronizacji fazy (PLL)

Wprowadzenie elementu nieliniowego do obwodu i skutki

- Przemiana częstotliwości - produkty przemiany częstotliwości
- Mieszacze diodowe
- Mnożniki i dzielniki częstotliwości

Podstawy radiokomunikacji

- Anteny:
 - Podstawowe parametry
 - Budowa
 - Charakterystyka
- Obwody współpracujące z antenami
- Przykładowy tor radiowy w.cz - budowa, zasada działania, ograniczenia, przykładowe zastosowania

WYKŁAD 9 (2 godziny) - szumy i przykłady systemowe

Szumy elektroniczne - cieplne, śrutowe, 1/f, itp

Zastępcza temperatura szumów jednowrotnika, dwu i wielowrotnika

Współczynnik szumów, pasmo szumów

Właściwości szumowe kaskady czwórników

Szum amplitudowy i fazowy

Metody pomiarów szumów

W ramach zaliczenia przedmiotu studenci wykonają projekt prostego układu w.cz. w wybranym symulatorze.

Egzamin: *nie*

Literatura:

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *Liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz.*
2. *Praca własna studenta – 20 godz., w tym przygotowanie do kolokwii 10 godz., przygotowanie projektu 10h.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach przygotowania projektu praktycznego: 0,4 pkt. ECTS

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach przygotowania do kolokwii: 0,4 pkt. ECTS

Efekty uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych.	Wykład,	Kolokwium, Sprawozdanie z projektu	K1 _W06
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Wykład, Projekt	Kolokwium, Sprawozdanie z projektu	K1_U03
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - pól i fal - obwodów elektrycznych - elementów elektronicznych i fotonicznych - analogowych i cyfrowych układów elektronicznych - prostych systemów elektronicznych - algorytmów.	Wykład, Projekt	Kolokwium,	K1_U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	Wykład, Projekt	Kolokwium,	K1_K01

Autor/Zespół Autorski:

dr hab. inż. Adam Abramowicz, prof. PW

dr inż. Krzysztof Czuba

mgr inż. Maciej Urbański

mgr inż. Maciej Grzegorzółka

Laboratorium Elektroniki Mikrofalowej (MIKEL)
Microwave Electronics – Laboratory

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *MIKE (Elektronika Mikrofalowa)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z praktycznymi zagadnieniami podstaw elektroniki mikrofalowej. Przedmiot jest kontynuacją „Elektroniki Mikrofalowej” i ma zapewnić studentom podstawowe informacje dotyczące praktycznych aspektów pomiarów i budowy układów mikrofalowych.*

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot MIKEL stanowi kontynuację przedmiotu MIKE. W trakcie semestru odbędzie się 6 zajęć laboratoryjnych trwających 4 godziny każde, w ramach których studenci zapoznają się z praktycznymi aspektami budowy i pomiarów układów wielkiej częstotliwości.

Ocena z przedmiotu jest wystawiana na podstawie wyników uzyskanych z 6 laboratoriów (+1 laboratorium poprawkowe)

Tematy laboratoriów:

Laboratorium 1 (wprowadzające) – Prowadnice Falowe,

W ramach laboratorium studenci mierzą parametry wybranych przewodnic falowych - kabli koncentrycznych różnych typów, linii współosiowych, oraz wybranych struktur realizowanych na obwodach drukowanych. Pomiary będą wykonywane przy użyciu wybranych przyrządów pomiarowych w.cz – np. analizatora widma lub wektorowy analizator sieci (VNA).

Badane są parametry linii takie jak tłumienie, dopasowanie i długość linii transmisyjnej. W trakcie laboratorium studenci zapoznają się z podstawami obsługi przyrządów w. cz.

Laboratorium 2 – Pasywne układy w. cz.

W ramach laboratorium studenci wykonują pomiary podstawowych pasywnych układów w. cz. takich jak:

- tłumik,
- dzielnik mocy,
- sprzęgacz kierunkowy,
- cyrkulator,
- przesuwnik fazy.

Badane będą zarówno układy falowodowe (dostępne w laboratorium), oraz struktury zrealizowane na płytkach PCB.

Laboratorium 3 – Wzmacniacze mocy w. cz.

W ramach laboratorium studenci zapoznają się z praktycznymi aspektami pomiarów układów wzmacniaczy mocy wielkiej częstotliwości. Przedstawione zostaną metody pomiarów podstawowych parametrów takich jak np. P1dB i IP3. Zostaną przedstawione aspekty doboru układów dopasowujących.

Laboratorium 4 – Filtry i rezonatory w. cz.

W ramach laboratorium studenci zapoznają się z podstawowymi aspektami projektowania filtrów w.cz. Porównane zostaną zarówno filtry zbudowane z elementów o stałych skupionych, jak i oparte na odcinkach linii długiej.

Studenci zapoznają się także z pomiarami podstawowych parametrów układów rezonansowych.

Laboratorium 5 – Szumy w układach w. cz.

W ramach laboratorium studenci zapoznają się z podstawowymi metodami pomiarów parametrów szumowych mieszaczy i wzmacniaczy w.cz. Studenci będą mieli także możliwość zapoznania się z metodami pomiarów szumów fazowych wykorzystujących nowoczesny analizator źródeł sygnału.

Laboratorium 6- Anteny

W ramach laboratorium studenci zapoznają się z metodami podstawowych parametrów anten wykorzystywanych w bezprzewodowych układach transmisyjnych. Przedstawione zostaną także informacje o budowie współczesnych szyków antenowych.

Egzamin: *nie*

Literatura:

- J.A. Dobrowolski, "Technika wielkich częstotliwości", Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2001.
- J.A. Dobrowolski, "Układy i systemy wielkich częstotliwości - zadania", Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2002.
- J.A. Dobrowolski, "Technika wielkich częstotliwości", Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1998.
- J.A. Dobrowolski, "Technika wielkich częstotliwości - zadania", Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 1996.
- J.A. Dobrowolski, "Projektowanie mikrofalowych wzmacniaczy z tranzystorami MESFET", WNT, Warszawa 1991.
- B. Galwas, "Miernictwo mikrofalowe", WKiŁ, Warszawa 1986.

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	-	-	8/5	-	(24h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- Liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym:
obecność na laboratoriach 24 godz.,
konsultacje 6 godz.*
- Praca własna studenta – 20 godz., w tym:
przygotowanie do ćwiczeń 20 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,76 pkt. ECTS, co odpowiada 44 godz. laboratoriów (obecność na laboratoriach, przygotowanie do ćwiczeń).

Efekty uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesieni e do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych.	Zajęcia laboratoryjne	Sprawozdanie	K1_W06
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Zajęcia laboratoryjne	Sprawozdanie	K1_U03
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - pól i fal - obwodów elektrycznych - elementów elektronicznych i fotonicznych - analogowych i cyfrowych układów elektronicznych - prostych systemów elektronicznych - algorytmów.	Zajęcia laboratoryjne	Sprawozdanie	K1_U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	Zajęcia laboratoryjne	Sprawozdanie	K1_K01

Przedmioty obowiązkowe

na kierunku Elektronika

dla specjalności

Elektronika i Informatyka w Medycynie

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Janusz Marzec, prof. uczelni

Detektory promieniowania jonizującego (DETPJ)
Ionizing Radiation Detectors

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Radiologia i nukleonika (RN)*

Limit liczby studentów: *24*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych detektorów promieniowania jonizującego, w szczególności tych, które znajdują zastosowanie w medycznej aparaturze diagnostycznej, w technikach medycyny nuklearnej i wykorzystywanych dla potrzeb medycznych technik analitycznych. Prezentowane są także rozwiązania układów elektronicznych współpracujących z detektorami, specyficzne dla tzw. elektroniki jądrowej.*

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

Wprowadzenie - źródła promieniowania jonizującego i oddziaływanie promieniowania z materią (2h)

Statystyka pomiarów - poissonowski ciąg zdarzeń losowych, rozkład czasu między zdarzeniami i rozkład liczby zliczeń (2h)

Ogólny model detektora promieniowania jonizującego - tryb prądowy i impulsowy, widmo energetyczne, statystyka generowania ładunku (współczynnik Fano), energetyczna zdolność rozdzielcza, wydajność detektora, czas martwy (2h)

Spektrometryczny tor pomiarowy – przedwzmacniacz ładunkowy i jego szумы, impulsowy wzmacniacz kształtujący, odtwarzacz składowej stałej, wielokanałowe analizatory amplitudy (2h)

Detektory gazowe - jonizacja gazu, zjawiska związane z procesem migracji i zbierania jonów (2h)

Komory jonizacyjne - komora prądowa, dozymetria z wykorzystaniem komory prądowej, komora impulsowa, odpowiedź impulsowa komory i jej zdolność rozdzielcza (2h)

Liczniki proporcjonalne - wzmacniacze powielające (licznik proporcjonalny, fotodioda lawinowa, fotopowielacz), konstrukcje liczników, wypełnienia gazowe, wzmocnienie gazowe i jego statystyka, odpowiedź impulsowa licznika proporcjonalnego (2h)

Liczniki Geigera-Mullera - mechanizm gaszenia, wypełnienia gazowe, zastosowania (1h)

Detektory półprzewodnikowe - wybrane właściwości półprzewodników, materiały o wysokiej czystości i samoistne, półprzewodniki ciężkie i o dużej przerwie zabronionej, prąd wsteczny, efekt pułapkowania, napięcie robocze detektora (3h)

Zastosowania detektorów półprzewodnikowych - spektrometria promieniowania alfa (elektronika współpracująca i zdolność rozdzielcza), spektrometria miękkiego promieniowania X (detektory Si(Li), chłodzenie detektorów i przedwzmacniacze, rozwiązania konstrukcyjne), spektrometria twardego promieniowania X i gamma (detektory HpGe i Ge(Li), wydajność całkowitej absorpcji) (2h)

Detektory scyntylacyjne - mechanizm scyntylacji, scyntylatory organiczne i nieorganiczne, przesuwniki widma, wydajność scyntylacji, odpowiedź czasowa, ciężkie scyntylatory nieorganiczne (2h)

Odbiór sygnału świetlnego ze scyntylatora - tryb prądowy i impulsowy, fotodiody, diody MPPC (SiPM), fotopowielacze (2h)

Fotopowielacze - konstrukcja, wydajność fotokatody, statystyka powielania, materiały na fotokatodę i dynody, zasilanie fotopowielaczy (2h)

Scyntylacyjne detektory twardego promieniowania X i gamma - struktura widma energetycznego, czynniki wpływające na zdolność rozdzielczą (2h)

Laboratorium: *Laboratorium zawiera 8 ćwiczeń plus ćwiczenie kontrolne na którym sprawdzany jest stopień przyswojenia wiedzy i umiejętności w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych. Tematy ćwiczeń:*

Statystyka pomiarów promieniowania jonizującego

Przedwzmacniacz ładunkowy

Tor spektrometryczny

Detektory dozymetryczne

Promieniowanie X

Detektory półprzewodnikowe

Detektory scyntylacyjne

Pomiar skażeń promieniotwórczych

Ćwiczenie kontrolne

Warunki zaliczenia: *Warunkiem zaliczenia laboratorium jest uzyskanie ocen pozytywnych z 8. na 9 ćwiczeń laboratoryjnych. Aby zaliczyć przedmiot należy uzyskać ponad 50% punktów*

możliwych do zdobycia. Punktacja: 1/3 punktów za Laboratorium, 2/3 punktów za egzamin pisemny.

Egzamin: *tak*

Literatura:

1. G. F. Knoll, *Radiation Detection and Measurements*, John Wiley and Sons, New York, 1989.
2. G. Shani, *Electronics for Radiation Measurements*, CRC Press, 1996
3. Rozdział Particle Detectors w *Review of Particle Physics*, publikowany przez Particle Data Group, dostępny na <http://pdg.lbl.gov>

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na laboratorium 30 godz., obecność na egzaminie 2 godz.*
2. *praca własna studenta – 65 godz., w tym przygotowanie do laboratorium 45 godz., przygotowanie do egzaminu 20godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 127 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,44 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,95 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 45 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza W01	<i>Zna procesy losowe i potrafi opisać zmienne losowe występujące w procesie rejestracji promieniowania jonizującego</i>	I.P6S_WG.o	K_W01
W02	<i>Zna zjawiska fizyczne i rodzaje oddziaływań promieniowania jonizującego z materią wykorzystywane w detektorach promieniowania jonizującego</i>	I.P6S_WG.o	K_W02
W03	<i>Zna podstawowe parametry detektorów promieniowania jonizującego decydujące o ich przydatności do danego zastosowania</i>	I.P6S_WG.o III.P6_WG	K_W12
Umiejętności U01	<i>Potrafi dokonać wyboru właściwego rodzaju detektora do realizacji zadania pomiarowego</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U02	<i>Potrafi dokonać oceny przydatności detektora na podstawie znajomości jego parametrów użytkowych</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U03	<i>Potrafi zestawić spektrometryczny tor pomiarowy</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U04	<i>Potrafi dokonać interpretacji wyników pomiaru i oszacowania niepewności pomiarowej</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U02
Kompetencje społeczne K01	<i>Potrafi współdziałać i pracować w grupie</i>	I.P6S_UO	K_K03
K02	<i>Jest świadomy wagi rezultatów pomiarów promieniowania jonizującego dla zdrowia społeczeństwa</i>	I.P6S_KK I.P6S_KR	K_K02

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03 U01, U02, U03, U04 K01, K02	wykład, ćwiczenia laboratoryjne Ćwiczenia laboratoryjne, wykład	Egzamin, ćwiczenie kontrolne Ocena aktywności na ćwiczeniach laboratoryjnych

Autor/Zespół Autorski:

dr inż. Andrzej Rychter

Elektroniczna Aparatura Medyczna (EAME)
Electronic medical equipment

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): 5

Minimalny numer semestru:

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: 30

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawową aparaturą medyczną. Prezentowane są różne metody pomiarowe podstawowych funkcji życiowych człowieka. Wykład ma dostarczyć podstawowej wiedzy o dziedzinach, w których stosowany jest elektroniczny sprzęt medyczny, o zasadach stosowania tego sprzętu, a także o rozwiązaniach technicznych i układowych wybranych grup elektronicznego sprzętu diagnostycznego i terapeutycznego.

Treść kształcenia:

Elektroniczna aparatura medyczna - wprowadzenie (0,5 h)

Pomiary sygnałów bioelektrycznych (3,5 h)

- Aktywność elektryczna komórek (1 h)
- Elektrody (1 h)
- Wzmacniacze oraz filtracja (1,5h)

Przetwarzanie analogowo-cyfrowe (4 h)

- Wprowadzenie
- Przetwornik Flash, całkujący, z sukcesywną aproksymacją.
- Nieliniowość całkowa oraz różniczkowa
- Przetwornik $\Delta\Sigma$

Pomiary elektryczne in-vivo (5 h)

- Elektrokardiografia (2 h)

- 1

- Elektroencefalografia (0,5 h)
 - Elektromiografia (0,5 h)
 - Inne zastosowania pomiarów elektrycznych (0,5 h)
 - Pomiary magnetograficzne (1 h)
 - Pomiary bioimpedancji (0,5 h)
 - Stymulacja elektryczna tkanek (2,5 h)
 - Podstawy stymulacji elektrycznej, klasyfikacja (0,5 h)
 - Stymulacja elektryczna serca (1 h)
 - Stymulacja elektryczna mięśni i układu nerwowego (0,5 h)
 - Stymulacja elektryczna w rehabilitacji (0,5h)
 - Ultrasonografia (1 h)
 - Podstawy fizyczne ultrasonografii
 - Konstrukcja i zasada działania głowicy ultrasonograficznej
 - Metody uzyskiwania i prezentacji informacji
 - Techniki dopplerowskie
- Pulsoksymetria (1 h)
Automatyczny pomiar ciśnienia krwi (0,5 h)
Normy i bezpieczeństwo eksploatacji elektronicznej aparatury medycznej (2 h)

Laboratorium:

Cel to zapoznanie studentów z wybranymi podstawowymi urządzeniami elektronicznymi stosowanymi w medycynie. Szczególny nacisk położony jest na zagadnienia związane z rejestracją sygnałów bioelektrycznych.

Tematy ćwiczeń:

1. Badanie sygnałów biomedycznych;
Elektrody;
2. Reografia;
3. Polifizjograf / Spirometr;
4. Przetworniki piezoelektryczne;
5. Techniki dopplerowskie w ultrasonografii

Projekt:

Projekt realizowany jest w kilkusobowych grupach (które mogą być tożsame z grupami laboratoryjnymi) w trakcie trwania semestru. Zadanie projektowe polega na zestawieniu aparatury pomiarowej z gotowych podzespołów i opracowaniu specjalistycznego oprogramowania do tej aparatury (jego zadaniem może być np. automatyzacja operacji wykonywanych w ramach ćwiczeń laboratoryjnych). Szczegóły implementacji i język(i) programowania określają studenci. Grupa indywidualnie ustala z prowadzącym zasady i godziny korzystania z laboratorium oraz formę zaliczenia.

Studenci mają prawo zaproponować własną tematykę projektu. Muszą zrobić to najpóźniej na ostatnich zajęciach wykładowych. Ostateczna decyzja co do tematyki projektu należy do prowadzącego przedmiot.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Essential knowledge about the nature of biomedical signals and Electronic medical equipment is introduced into the lecture. Next the bioelectrical activity of a cell, parameters and measuring bioelectric signals and electrical measurements of in-vivo are discussed. Examples of applied system solutions are presented. Next part of the lecture is about the analogue to digital conversion. ADC converters: flash, integrating, successive-approximation and $\Delta\Sigma$ are discussed. The following biosignal measurement techniques are discussed: Electrocardiography (ECG), Electroencephalography (EEG) Electromyography (EMG). Specificity of bioimpedance measurements of tissue is explained. Techniques of electrical stimulation of tissue including electrical stimulation of the heart, muscles and the nervous system in rehabilitation are introduced. Next part of the lecture is devoted to physical basis of ultrasound, the construction and operation of the head ultrasound, Doppler technique and methods for obtaining and presenting information. Various continuous monitoring techniques in medicine such as pulse oximetry and automatic blood pressure are discussed. The lecture is finalized with standards and safety of operation of electronic medical equipment.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. Keller J i inni, Elektronika medyczna, WKŁ, Warszawa 1974.
2. J. G. Webster, E. P. Jacobson, Medicine and clinical engineering, Prentice Hall, 1977.
3. J. G. Webster, Medical instrumentation - application and design, Houghton Mifflin, Boston 1978.
4. Problemy Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej, t.2 Biopomiary, WKiŁ, Warszawa, 1990.

Wymiar godzinowy zajęć:

Należy podać liczbę godzin w semestrze:

	W	C	L	P
	4/3	-	8/5	16/15 (60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): *np.:*

1. *liczba godzin kontaktowych – 66 godz., w tym
obecność na wykładach 20 godz.,
obecność na konsultacjach wykładowych 6 godz.,
obecność na konsultacjach projektowych 6 godz.,
obecność na zaliczeniu projektu 3 godz., obecność
na laboratorium 24 godz.,
obecność na konsultacjach przed egzaminem 3 godz.,
obecność na egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 75 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 24 godz.,
przygotowanie do wykładów 20 godz.
wykonanie projektów 16 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 141 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,34 pkt. ECTS, co odpowiada 66 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,27 pkt. ECTS, co odpowiada 24 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 24 godz. przygotowań do laboratorium, 16 godz. wykonanie projektów.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku Elektronika
Wiedza			
W01	<i>Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie teorii obwodów elektronicznych stosowanych w elektronice medycznej.</i>	I.P6S_WG.o	K_W05
W02	<i>Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych stosowanych w aparaturze medycznej.</i>	I.P6S_WG.o	K_W08
W03	<i>Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie sygnałów bioelektrycznych i metod ich analizy i przetwarzania.</i>	I.P6S_WG.o	K_W10
W04	<i>Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych aparatury medycznej.</i>	I.P6S_WG.o	K_W13
W05	<i>Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia ekonomicznych i prawnych uwarunkowań działalności inżynierskiej w projektowaniu aparatury medycznej.</i>	I.P6S_WK	K_W15
Umiejętności			
U01	<i>Ma umiejętność samokształcenia się.</i>	I.P6S_UU	K_U08
U02	<i>Potrafi porównać konstrukcje</i>	I.P6S_UW.o	K_U13

	<i>przetworników analogowo-cyfrowych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, rozdzielczość czy pobór mocy).</i>	III.P6S_UW.o	
U03	<i>Potrafi dokonać analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów bioelektrycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując techniki analogowe i cyfrowe oraz odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe.</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U15
U04	<i>Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi układy analogowe i cyfrowe do rejestracji sygnałów bioelektrycznych.</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U16
U05	<i>Potrafi projektować układy odbiorcze i przeprowadzać rejestrację sygnałów bioelektrycznych;</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U06	<i>Potrafi pracować indywidualnie i w zespole</i>	P6S_KK P6S_KO	K_K03
Kompetencje społeczne			
K01	<i>Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z projektowaniem aparatury medycznej.</i>	I.P6S_KR	K_K05
K02	<i>Jest świadomy roli społecznej absolwenta uczelni technicznej</i>	P6S_KO	K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03, W04, W05, U02, U04, K01, K02	wykład	kolokwium zaliczeniowe
U01, U03, U06	zajęcia projektowe	ocena z projektu
U03, U05, U06	laboratoria	ocena z laboratoriów

Autor/Zespół Autorski:

dr inż. Piotr Brzeski

Podstawy Technik Obrazowania Medycznego (PTOM)

Basis of medical imaging technics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i informatyka w medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Radiologia i nukleonika (RN)*

Limit liczby studentów: *36*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest teoretyczne i praktyczne zapoznanie studentów z rodzajami obrazów medycznych i zjawiskami fizycznymi, na podstawie których są tworzone. Omówione zostaną: radiografia, scyntygrafia, tomografie: rentgenowska, NMR i izotopowe oraz ultrasonografia.

Treść kształcenia:

Treść wykładu:

1. Powstawanie obrazu w ujęciu systemowym. Związki między właściwościami obiektu a parametrami obrazu. Odpowiedź impulsowa źródła punktowego. Modulacyjna funkcja przenoszenia (4h).
2. Obrazy endoskopowe. Obrazowanie warstwowe. Akwizycja danych i metody rekonstrukcji obrazu w tomografii komputerowej. Metody rekonstrukcji obrazu dwu- i trójwymiarowego (6h).
3. Wykorzystanie izotopów promieniotwórczych do wizualizacji czynności narządów wewnętrznych. Scyntygrafia. Tomografia emisyjna (8h).
4. Wizualizacja za pomocą promieniowania niejonizującego (3h).
5. Magnetyczny rezonans wodorowy - fizyczne podstawy obrazowania. Zasady lokalizacji źródeł sygnału obrazowego (8h).
6. Obrazowanie multimodalne (1h).

Treść laboratorium:

- o Radiografia rentgenowska wysokorozdzielcza i fluoroskopia (2 ćwiczenia). Zależności geometryczne, wyznaczanie warstwy połowicznego osłabiania, szacowanie wielkości ogniska, ocena jakości obrazu, wyznaczenie MTF.

Przedmiotem ćwiczeń jest proces powstawania obrazów planarnych, uzyskiwanych w wyniku prześwietlania obiektów promieniami rentgenowskimi. Analizowane są czynniki wpływające na parametry charakteryzujące jakość obrazowania: kontrast, rozmycie krawędzi i rozdzielczość przestrzenna. W ćwiczeniach wykorzystywany jest aparat rentgenowski wyposażony w analogowy tor obrazujący z przetwornikiem obrazu i kamerą tv oraz wysokorozdzielczą lampę rentgenowska z cyfrowym torem akwizycyjnym. Struktury prześwietlanego obiektu można bezpośrednio obserwować na monitorze telewizyjnym. Sygnał wideo z kamery przechwytywany jest przez rejestrator obrazów (frame grabber) współpracujący z systemem komputerowym. Umożliwia to zapamiętywanie i analizę uzyskiwanych obrazów.

- o Gammakamera (zasada działania, konstrukcja, obsługa, pomiar i ocena jakości odwzorowań, wyznaczenie MTF).

Program ćwiczenia obejmuje: akwizycję dwuwymiarowych odwzorowań planarnych przy różnej całkowitej liczbie zliczeń. Oceniana będzie jakość uzyskanych odwzorowań wg zaleceń podawanych w normach międzynarodowych. Wyznaczana będzie rozdzielczość energetyczna, czasowa i przestrzenna gammakamery.

- o System ultrasonograficzny (obsługa, akwizycja danych, tryby wizualizacji).

Celem ćwiczenia jest praktyczne zapoznanie się z obsługą systemu ultrasonograficznego i różnymi technikami obrazowania. Dla prezentacji typu B obserwowany jest wpływ ustawień warunków pracy głowicy ultradźwiękowej na możliwości obrazowania. Wykorzystywany jest fantom żelowy. Studenci zapoznają się także z obsługą aparatu USG przy badaniach z wykorzystaniem prezentacji typu M. W dalszej części ćwiczenia studenci poznają sposoby prowadzenia pomiarów technikami dopplerowskimi oraz prezentacjami typu: kolor i angio.

- o Rentgenowska tomografia komputerowa (akwizycja danych, metody rekonstrukcji obrazów tomograficznych).

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawami fizycznymi i matematycznymi obrazowania CT oraz obsługą i wyznaczaniem parametrów technicznych tomografu rentgenowskiego. W trakcie ćwiczenia dokonywana jest akwizycja projekcji kilku fantomów fizycznych oraz rekonstrukcja ich przekrojów. Na podstawie uzyskanych obrazów wyznaczane są podstawowe parametry systemu tomograficznego.

- o Tomografia NMR (bezpieczeństwo pracy, podstawy fizyczne obrazowania, metody detekcji sygnału magnetycznego rezonansu wodorowego).

Podstawowym celem dydaktycznym ćwiczenia jest przekazanie praktycznej wiedzy na temat doboru parametrów sekwencji spin-echo (SE) w zależności od czasów repetycji T1 i T2 oraz gęstości protonowej (PD) badanej substancji. W ćwiczeniu wykorzystany zostanie program komputerowy MRSym umożliwiający symulację badania MR.

Podczas ćwiczenia przewidziano również zapoznanie się z metodami detekcji sygnału magnetycznego rezonansu wodorowego. Zostanie również wyznaczona charakterystyka częstotliwościowa rzeczywistego układu detekcji tomografu NMR.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The lecture aims to explain the main rules of creating medical images, with the use of both: traditional and modern techniques, such as: radiography, scintigraphy, NMR (MRI), X-ray and isotope tomography, or ultrasonography. The lecture discusses the influence of physical factors and technical parameters of the imaging equipment on medical images quality is discussed. The rules of multimodal images creation are also presented. Within the laboratory students are to obtain practical knowledge on modern techniques of mapping the internal structures of a human body and the influence of physical parameters on the imaging quality.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. P. Sprawls, Physical Principles of Medical Imaging, Aspen Publ., 1987.
2. C-N. Chen, D. I. Hoult, Biomedical Magnetic Resonance Technology, Adam Hilger, 1989.
3. M. Krzemińska-Pakuła, Metody obrazowe w diagnostyce układu krążenia, PZWL, 1991.
4. T. D. Craddock, Digital Networks and Communications in Nuclear Medicine, The Michener Institute, Toronto, Canada, 1993.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na laboratorium 30 godz., obecność na egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 66 godz., w tym przygotowanie do kolokwium 15 godz., przygotowanie do laboratorium 36 godz., przygotowanie do egzaminu 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 130 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 36 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku Elektronika
Wiedza			
W01	Ma szczegółową wiedzę w zakresie tworzenia obrazów: w tomografii rentgenowskiej, magnetycznego rezonansu jądrowego, pozytonowej i pojedynczego fotonu	PS6_WG	K_W10 K_W11
W02	Ma szczegółową wiedzę w zakresie tworzenia obrazów: scyntygraficznych i ultradźwiękowych	PS6_WG	K_W10 K_W11
W03	ma podstawową wiedzę o cechach charakterystycznych obrazów medycznych i ocenie ich jakości.	PS6_WG	K_W10 K_W11
Umiejętności			
U01	Potrafi przeprowadzić pomiar i ocenić jakość odwzorowań scyntygraficznych.	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U2, K_U9, K_U10, K_U20
U02	Potrafi przeprowadzić pomiar	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U2, K_U9, K_U10, K_U19

	i zanalizować obraz ultrasonograficzny.		
U03	Potrafi przeprowadzić pomiar i zanalizować obrazy radiologiczne.	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U2, K_U9, K_U10, K_U20
U04	Potrafi otrzymywać obrazy NMR z różnymi sekwencjami pomiarowymi	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U17
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi pracować w zespole laboratoryjnym	PS6_KK, PS6_KR	K_K02, K_K03, K_K07
K02	Rozumie skutki zastosowań promieniowania jonizującego i ma świadomość odpowiedzialności za jakość używanego w badaniach medycznych sprzętu	PS6_KK, PS6_KO PS6_KR	K_K02, K_K03, K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	wykład	Kolokwia, egzamin
U01, U02, U03, U04	ćwiczenia laboratoryjne	Ocena z ćwiczeń
K01, K02	ćwiczenia laboratoryjne	Ocena z ćwiczeń

Autor/Zespół Autorski:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Radiologia z nukleoniką (RN)

Radiology and nucleonics

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami radiologii i nukleoniki oraz ochrony radiologicznej, przede wszystkim w aspekcie zastosowań w technikach medycznych (diagnostyka rentgenowska, radioterapia, sterylizacja radiacyjna).

Treść kształcenia:

Wykład zapoznaje studentów z podstawami radiologii i nukleoniki oraz ochrony radiologicznej, przede wszystkim w aspekcie zastosowań w technikach medycznych (diagnostyka rentgenowska, radioterapia, sterylizacja radiacyjna).

Treść wykładu

Rodzaje promieniowań jonizujących i ich parametry charakterystyczne. Promieniowania jądrowe. Jądro atomowe jako źródło promieniowania. Wzór Weizsäckera, linia równowagi, przemiany promieniotwórcze. Stała rozpadu. Aktywność. Przekrój czynny, współczynnik osłabienia, warstwa połówkowa, zasięg średni, średni czas życia, okres połówkowy. Rodziny promieniotwórcze, równowaga promieniotwórcza. Źródła radioizotopowe i ich parametry. Neutrony i ich źródła (6h).

Oddziaływanie promieniowania z materią. Powłoka elektronowa atomu. Hamowanie czastek ciężkich. Potencjał jonizacji, średnia praca jonizacji. Wzór Bethego. Zasięg

ciężkich cząstek, krzywa Bragga. Hamowanie cząstek beta, straty radiacyjne, zasięg cząstek beta. Oddziaływanie promieniowania X i gamma z materią. Rozpraszanie klasyczne. Efekt Comptona, zależność energii fotonów rozproszonych i elektronów wtórnych od kąta rozproszenia. Zjawisko tworzenia par. Zjawisko fotoelektryczne (8h).

Promieniowanie rentgenowskie. Promieniowanie hamowania - podstawy emisji. Wzór Kramersa, Kuhlenkampfa. Widmo energetyczne promieniowania, sprawność generacji, rozkład kątowy, polaryzacja. Źródła promieniowania rtg. Zależność natężenia promieniowania rtg. od napięcia na lampie. Filtracja promieniowania rentgenowskiego. Efektywna długość fali. Efektywność filtracji. Promieniowanie charakterystyczne - podstawy emisji. Prawo Moseley'a. Elektrony Augera, analogia z elektronami konwersji wewnętrznej. Klasyczna teoria pochłaniania. Współczynniki pochłaniania. Efektywna liczba atomowa (8h).

Dozymetria. Dawka ekspozycyjna, pochłonięta, biologiczna. Rzeczywisty współczynnik pochłaniania. Stała jonizacyjna. Jednostki dozymetryczne. Zasada ALARA. Poziomy napromieniowań: narażenia naturalne i zawodowe. Obowiązujące limity (2h).

Skuteczność biologiczna promieniowań jonizujących. Modele radiologiczne. Względna skuteczność radiologiczna WSB. Współczynnik jakości Q. Współczynnik liniowego przekazywania energii. Współczynnik wzmożenia tlenowego. Związek między dawka ekspozycyjną i dawka pochłonięta dla różnych tkanek w zależności od jakości promieniowania. Dawka całkowita. Dawka skórna, dawka głęboka (2h).

Obliczenia dawki pochłoniętej i maksymalnej. Zewnętrzne napromieniowanie cząstkami beta. Rozkład dawki głębokiej. Porównanie rozkładów dawki głębokiej przy naświetlaniu promieniami rentgenowskimi, elektronami i hadronami. Dawka pochłonięta od neutronów. Osłony przed promieniowaniem (4h).

Zakres projektu

W projektach, wykonywanych w grupach kilkuosobowych, realizowane będą obliczenia praktyczne z zakresu metod aktywacji neutronowej, napromieniowań i obróbek radiacyjnych oraz projektowania osłon przed promieniowaniem jonizującym. Zadania projektowe będą obejmowały: opracowanie odpowiednich algorytmów, wykonanie obliczeń oraz ich weryfikację, a także analizę uzyskanych wyników z odpowiednimi wnioskami.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	Ma wiedzę w zakresie podstaw fizyki relatywistycznej i kwantowej: jądro atomowe jako źródło promieniowania.	I.P6S_WG.o	K_W02
W02	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych, w szczególności promieniowania jonizującego oraz oddziaływania z materią.	I.P6S_WG.o	K_W06
W03	Ma szczegółową wiedzę w zakresie aparatury do generacji promieniowania jonizującego.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	K_W12
Umiejętności			
U01	Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z podstaw radiologii.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U03
U02	Ma umiejętność samokształcenia się.	I.P6S_UU	K_U08
U03	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do: praktycznych symulacji oddziaływania promieniowania jonizującego z materią oraz projektowania osłon przed promieniowaniem jonizującym.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U11
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi współdziałać i pracować w grupie	I.P6S_UO	K_K03
K02	Jest świadomy wagi rezultatów pomiarów	I.P6S_KK I.P6S_KR	K_K07

	promieniowania jonizującego dla zdrowia społeczeństwa		
--	---	--	--

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>
U01, U02, U03, K01, K02	<i>Zajęcia projektowe</i>	<i>ocena projektu</i>

Autor:

dr inż. Rafał Józwiak

Wprowadzenie do nauk medycznych (WNM)

Introduction to medical sciences

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *4*

Minimalny numer semestru:

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów:

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami, problemami i współczesnymi wyzwaniem wybranych działów medycyny. Zajęcia wykładowe o charakterze seminaryjnym, kształtują świadomość roli inżyniera biomedycznego we współczesnej medycynie oraz prezentują model interdyscyplinarnej współpracy inżynierów z lekarzami.

Treść kształcenia:

Treść wykładu obejmuje podstawowe zagadnienia z zakresu wybranych działów współczesnej medycyny. Prezentowane są podstawowe zagadnienie teoretyczne, nowoczesne rozwiązania technologiczno – sprzętowe oraz istniejące problemy i wyzwania. Zajęcia wykładowe mają charakter seminaryjny, umożliwiającą szeroką dyskusję oraz pogłębianie wiedzy studentów w zakresie szczególnie interesującej ich tematyki. Wykładowcami są zaproszeni lekarze, wybitni specjaliści w swoich dziedzinach, ludzie o szerokim horyzoncie i wielkiej pasji do swojego zawodu. Przyjęty charakter zajęć pozwala na kształtowanie świadomości roli, znaczenia i miejsca inżyniera we współczesnych naukach medycznych. Bezpośredni i swobodny kontakt z lekarzami umożliwia stworzenia modelowej, interdyscyplinarnej współpracy inżynierów z lekarzami.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The content of the lecture covers the basic issues of selected branches of modern medicine. The basic theoretical issue, modern technological and hardware solutions as well as existing problems and challenges are presented. Lectures are seminar, enabling a broad discussion and deepening students' knowledge. The lecturers are invited doctors, outstanding specialists in their fields, people with a wide horizon and great passion for their profession. The adopted

nature of the course allows shaping awareness of the role, significance and place of an engineer in contemporary medical sciences. Direct and free contact with doctors makes it possible to create model, interdisciplinary cooperation between engineers and doctors.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. R. W. Gutt, Propedeutyka medycyny;
2. T. Kielanowski, Propedeutyka medycyny;
3. W. Z. Traczyk, A. Trzebski, Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej klinicznej, PZWL, 1990.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
<i>Należy podać liczbę godzin w semestrze:</i>	3	-	-	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym obecność na wykładach 45 godz., obecność na egzaminie 2 godz.*
2. *praca własna studenta – 10 godz., w tym przygotowanie do kolokwium 4 godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 57 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,6 pkt. ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	ma wiedzę dotyczącą podstawowych zagadnień wybranych działów współczesnej medycyny	P6U_W	K_W15
W02	zna, rozumie i ma świadomość istnienia określonych problemów i wyzwań, specyficznych dla wybranych działów współczesnej medycyny	P6U_W	K_W15
Umiejętności			
U01	potrafi pracować indywidualnie, korzysta z materiałów dostępnych w internecie	P6U_U	K_U04, K_U08
Kompetencje społeczne			
K01	ma świadomość roli i znaczenia inżyniera w medycynie	P6U_K	K_K02, K_K05

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, U01	<i>wykład</i>	<i>kolokwium, dyskusja na zajęciach</i>
K01	<i>wykład</i>	<i>kolokwium, dyskusja na zajęciach</i>

Autor:

dr inż. Sławomir Wronka

Akceleratory Biomedyczne (ABM)
Biomedical particle accelerators

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupy przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie słuchaczy z zagadnieniem zastosowań akceleratorów cząstek naładowanych w naukach biomedycznych, ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń do radioterapii.

Treść kształcenia:

Sposoby przyspieszania cząstek.

Transport i zakrzywianie wiązki.

Główne radioterapeutyczne.

Akceleratory do terapii rutynowej, elektronowej i fotonowej: układy podstawowe.

Parametry jakościowe akceleratorów.

Układy do napromieniowań śródoperacyjnych i napromieniowań radiochirurgicznych oraz całego ciała.

Akceleratory do terapii niekonwencjonalnych: protonowej, neutronowej, wiązkami jonów.

Elektroniczne źródła do brachyterapii.

Promieniowanie synchrotronowe.

Produkcja radioizotopów medycznych. Inne zastosowania akceleratorów.

Perspektywy rozwoju technik akceleratorowych.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The aim of the course is to familiarize students with the basic issues related to the applications of charged particle accelerators in biomedical sciences, with particular focus on radiotherapy equipment.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

W. Scharf, Akceleratory biomedyczne, PWN, Warszawa, 1993.

W. Scharf, Akceleratory cząstek naładowanych: zastosowania w nauce i w technice, PWN, Warszawa, 1989.

W. Scharf, Biomedical Particle Accelerators, American Institute of Physics Press, New York 1994.

Wieszczycka W., W.Scharf W.: Proton Radiotherapy Accelerators, World Scientific, Singapore 2001;

U. Amaldi: Particle Accelerators: from Big Bang Physics to Hadron Therapy, Springer 2015

E. Podgoršak, Radiation Physics for Medical Physicists pp 609-643: Particle Accelerators in Medicine, Springer, 2009

Wymiar godzinowy zajęć:

	W	C	L	P	
Należy podać liczbę godzin w semestrze:	2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

- 1. liczba godzin kontaktowych – 32 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na egzaminie 2 godz.*
- 2. praca własna studenta – 20 godz., w tym przygotowanie do egzaminu 20 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 52 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 32 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
ABM_W01	Zna metody przyspieszania cząstek naładowanych	P6S_WG	K_W12
ABM_W02	Zna zasadę działania akceleratorów do terapii rutynowej: elektronowej i fotonowej	P6S_WG	K_W12
ABM_W03	Zna zastosowania akceleratorów do terapii niekonwencjonalnych: protonowej, neutronowej, wiązkami jonów	P6S_WG	K_W12
ABM_W04	Zna perspektywy rozwoju technik akceleratorowych	P6S_WG	K_W12, KW_13
Kompetencje społeczne			
ABM_K01	Zdobywa świadomość wpływu rozwiązań technicznych z zakresu budowy akceleratorów na jakość życia pacjenta	P6S_UO	K_K02

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
<i>ABM_W01</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>

Przedmioty obieralne dla całego kierunku Elektronika

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Tomasz Starecki, prof. uczelni

Projektowanie Analogowych Torów Sygnałowych (PATS)
Analog Signal Path Design

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *TOB, ELA1, LELA1, ELA2, LELA2*

Limit liczby studentów: *32*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawieniu studentom metod projektowania analogowych torów sygnałowych w oparciu o współczesne elementy analogowe i mieszane (wzmacniacze operacyjne, przetworniki A/C i C/A, multipleksery, źródła napięć odniesienia). Przedmiot omawia podstawowe parametry, wady i zalety oraz typowe zastosowania takich podzespołów, ze szczególnym naciskiem na praktyczne przykłady, pokazujące w jaki sposób należy projektować od strony analogowej pojedyncze układy kondycjonowania sygnałów, a także całe tory sygnałowe (w szczególności z uwzględnieniem specyfiki zastosowań przemysłowych i medycznych). Materiał opanowany na wykładzie jest utrwalany podczas zajęć laboratoryjnych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: Przedmiot zaliczany jest w oparciu o realizację opisanych dalej projektów zespołowych

Opis wykładu:

Wzmacniacze (12 h)

- praktyczne znaczenie wybranych parametrów wzmacniacza operacyjnego
- specjalizowane rodzaje wzmacniaczy i ich zastosowania (precyzyjne wzmacniacze operacyjne, wzmacniacze pomiarowe, wzmacniacze z izolacją galwaniczną,

wzmacniacze z autozerowaniem, wzmacniacze różnicowe, wzmacniacze ze sprzężeniem prądowym (current feedback), wzmacniacze do pomiaru prądów (current sense), wzmacniacze logarytmiczne, wzmacniacze z wejściami i/lub wyjściami R-R, układy VGA i PGA)

- wzmacniacze i tłumiki w układach dopasowywania poziomu sygnału
- układy i zabezpieczenia wejściowe i wyjściowe

Filtry analogowe (4 h)

- rodzaje filtrów oraz ich właściwości: Butterwotha, Bessela, Czebyszewa, eliptyczne itd.
- przykładowe realizacje układowe i ich właściwości: Sallen-Key, wielokrotna pętla sprzężenia zwrotnego, sekcja bikwadratowa, metoda zmiennych stanu itd.
- typowe zastosowania (w szczególności filtry antyaliasingowe)

Przetworniki A/C (5 h)

- rodzaje przetworników A/C
- praktyczne znaczenie wybranych parametrów przetwornika A/C
- typowe/przykładowe zastosowania
- projektowanie układów i zabezpieczeń wejściowych przetworników
- taktowanie i wpływ jitteru sygnału zegarowego na błędy konwersji

Przetworniki C/A (5 h)

- rodzaje przetworników C/A
- praktyczne znaczenie wybranych parametrów przetwornika C/A
- typowe/przykładowe zastosowania
- projektowanie stopni końcowych i zabezpieczeń wyjściowych
- wybrane przetworniki specjalizowane (np. potencjometry cyfrowe)

Inne wybrane elementy i aspekty projektowania analogowych torów sygnałowych (4 h)

- źródła napięć odniesienia
- multiplexery analogowe
- zasilanie i projektowanie płytek układów analogowych i mieszanych
- wzmacniacze i przetworniki w układach niskoszumnych, szybkich itp.

Laboratorium:

1. Wzmacniacze operacyjne:

- a. polaryzacja wejść wzmacniaczy operacyjnych
- b. porównanie właściwości wzmacniaczy VFB i CFB
- c. działanie układów zabezpieczających wejścia wzmacniacza
- d. praca wzmacniacza z obciążeniem pojemnościowym
- e. wzmacniacze rail-to-rail
- f. pomiary słabych sygnałów i sygnałów ze źródeł o dużej impedancji

2. Filtry analogowe:

- a. wpływ rodzaju i rzędu filtra na ch-ki częstotliwościowe i kształt sygnałów

- b. właściwości filtru antyaliasingowego
- c. efekt przydźwięku sieciowego
- 3. Przetworniki A/C i C/A
 - a. dopasowanie sygnału wejściowego do zakresu przetwornika i zabezpieczenie wejść przetwornika A/C
 - b. przetwornik A/C o wejściach różnicowych
 - c. właściwości potencjometrów cyfrowych
 - d. układy wyjściowe przetworników C/A

Egzamin: *nie*

Literatura:

Podstawowa:

1. Golde, Śliwa *Wzmacniacze operacyjne i ich zastosowania – cz. 1 podstawy teoretyczne*, WNT 1982
2. Górecki *Wzmacniacze operacyjne*, BTC 2002
3. Kester *Przetworniki A/C i C/A – teoria i praktyka*, BTC 2012
4. Kulka, Libura, Nadachowski *Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe*, WKiŁ 1987

Uzupełniająca:

1. Ott *Electromagnetic compatibility engineering*, Wiley 2009
2. Karty katalogowe wybranych układów oraz wybrane noty aplikacyjne firm Analog Devices, Texas Instruments, Maxim-Dalls, Microchip itp.

Oprogramowanie: -

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
 - obecność na wykładach 30 godz.,
 - obecność na laboratoriach 15 godz.,
 - udział w konsultacjach 5 godz.
2. praca własna studenta – 25 godz., w tym
 - nauka zagadnień teoretycznych (wykładowych) 15 godz.,
 - przygotowanie do laboratoriów 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1 pkt ECTS, co odpowiada 25 godz. prac związanych z zajęciami laboratoryjnymi

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
[W12] Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości lub	wykłady i laboratoria	oceny z kolokwίων i zajęć laboratoryjnych	I.P6S_WG.o III.P6SWG
UMIEJĘTNOŚCI			
[U19] Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu doboru odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego	wykłady i laboratoria	ocena z zajęć laboratoryjnych	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Zespół Autorski:
dr inż. Sławomir Szostak

Programowanie mikrokontrolerów (PMiK) ***Microcontroller programming***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *zalecane przedmioty poprzedzające: Podstawy Techniki Cyfrowej, Systemy Cyfrowe i Komputerowe, Podstawy Mikrokontrolerów,*

Limit liczby studentów: *45*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *(wpisać, kilka-kilkanaście zdań)*

Celem przedmiotu jest pogłębienie umiejętności programowania mikrokontrolerów z uwzględnieniem specyfiki systemów wbudowanych oraz zaznajomienie studentów z metodami projektowania, programowania i uruchamiania systemów mikroprocesorowych z zastosowaniem zalecanych norm i standardów. W trakcie realizacji projektu studenci zdobywają także umiejętności z zakresu: analizy dokumentacji technicznej, opracowywania wymagań sprzętowych i programistycznych, planowania harmonogramu prac, prezentacji uzyskanych rezultatów oraz weryfikacji przyjętych założeń projektowych.

Zdobytą wiedzę studenci wykorzystują i poszerzają realizując indywidualny projekt oprogramowania systemu mikroprocesorowego, w ramach którego definiują jego strukturę, tworzą oprogramowanie i weryfikują jego poprawność oraz korzystając z dostępnych w laboratorium zasobów sprzętowych rozwiązują napotkane problemy sprzętowe i programistyczne.

W ramach przedmiotu wykorzystywane są elementy techniki PBL (Problem Base Learning) – polegające na ogólnym sformułowaniu problemu (tematu projektu), weryfikacji przyjętych założeń na różnych etapach realizacji projektu – także z udziałem osób spoza grupy projektowej (w trakcie otwartej dyskusji wszystkich studentów biorących udział w zajęciach).

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

W ramach przedmiotu studenci (w maksymalnie dwuosobowych zespołach) w oparciu o dostępny system mikroprocesorowy realizują jeden kompletny projekt zgodnie z poniższą procedurą.

Po zapoznaniu się z wymaganiami i regulaminem przedmiotu studenci analizują możliwości różnych dostępnych systemów mikroprocesorowych i określają funkcjonalności jakie ma realizować projektowany system.

Po konsultacjach z prowadzącym przygotowują dokumentację wstępną projektu, która zawiera: opis funkcjonalności i specyfikację sprzętu, uproszczony algorytm działania i harmonogram prac.

Po zatwierdzeniu dokumentacji wstępnej projektu zespoły przystępują do realizacji swoich indywidualnych zadań.

W trakcie trwania semestru studenci korzystają z laboratorium, w ramach którego uruchamiają i rozwiązują pojawiające się w trakcie realizacji swoich zadań problemy.

W ramach laboratorium każdy zespół jest zobowiązany do zilustrowania działania określonych przez prowadzącego modułów np.: komunikacji mikrokontrolera z zastosowanym modułem zewnętrznym poprzez wybrany interfejs (np. I2C, SPI), konwersji sygnałów poprzez przetwornik ADC, działania układu timerów (np. PWM). Przykładowym efektem demonstracji jest sporządzenie raportu zawierającego porównanie zaobserwowanych na oscyloskopie przebiegów z oczekiwanymi wartościami zgodnie z odpowiednimi danymi katalogowymi i przyjętymi założeniami projektowymi.

Wymagane jest zaprezentowanie przez zespół wybranej techniki uruchamiania oprogramowania (np. : analizy zmiennych, ustawianie pułapek, przeglądanie i modyfikacja zawartości pamięci i rejestrów, itp.).

Przygotowanie i wygłoszenie prezentacji o stopniu zaawansowania projektu, napotkanych problemach i wykorzystywanych narzędziach.

Przesyłania prowadzącemu raportów dotyczących stopnia zaawansowania prac.

Przygotowania dokumentacji końcowej z wykorzystaniem wybranego generatora dokumentacji

Końcowa obrona projektu.

Opis wykładu:

Organizacja i zasady zaliczania przedmiotu (1h), – omówienie spraw organizacyjnych, regulaminu przedmiotu, sposobów wyboru projektów, typowych problemów występujących w trakcie realizacji projektu.

Przedstawienie aktualnych trendów dotyczących rynku systemów wbudowanych (1h), – aktualne i prognozowane kierunków rozwoju: systemów wbudowanych, narzędzi i interfejsów komunikacyjnych.

Zastosowanie mikrokontrolerów (1h) - schemat blokowy systemu wbudowanego i wybranego typu mikrokontrolera. Kryteria doboru mikrokontrolera do wybranych rodzajów aplikacji (np. pomiarowe, niskomocowe, IoT, graficzne interfejsy użytkownika).

Konfigurowanie mikrokontrolerów (1h) - konfigurowanie zasobów wewnętrznych mikrokontrolera (układy wejściowe i wyjściowe, liczniki, interfejsy komunikacyjne, przetworniki, itd.), zastosowanie specjalistycznych narzędzi konfiguracyjnych.

Wprowadzenie do języka C (2h) - różnice w stosunku do standardu ANSI C, typy zmiennych, przestrzenie danych w pamięci i ich deklaracje, definiowanie funkcji, przekazywanie parametrów do funkcji, obsługa przerwań, zagadnienia jakości kodu (np. norma MISRA).

Programowanie w C (3h) - dobór optymalnych typów danych, przerwania, priorytety przerwań, preprocesor, pliki nagłówkowe, makra, struktura projektu, struktura programu, przenaszalność kodu, wykorzystanie zewnętrznych bibliotek i ich adaptacja, zastosowanie systemów operacyjnych.

Środowiska programistyczne (1h) - konfiguracja i możliwości zintegrowanych narzędzi do tworzenia, symulowania i analizy oprogramowania, opcje projektu (na przykładzie oprogramowanie nVision Keil).

Techniki uruchamiania programu (1h) - debugowanie programu przy użyciu symulatora programowego oraz wbudowanych w mikrokontroler interfejsów (np. JTAG, SWD), symulacja urządzeń I/O, podglądanie i modyfikacja zmiennych, rejestrów, zawartości pamięci, pułapki, praca krokowa.

Wybrane zagadnienia programowania (2h) - optymalizacja kodu, uniezależnianie kodu od rozwiązań sprzętowych, autotestowanie oprogramowania, techniki wykonywania modyfikacji oprogramowania.

Przykładowe rozwiązania (2h) – np. obsługa klawiatury, obsługa wyświetlaczy LCD, bufor cyrkulacyjny, auto baud rate, przetwornik C/A z wykorzystaniem PWM, interfejs użytkownika.

Laboratorium:

W ramach przedmiotu zespół (maksymalnie dwuosobowy) otrzymuje jedno zadanie polegające na napisaniu oprogramowania wielozadaniowego systemu mikroprocesorowego oraz uruchomieniu go np. w oparciu o bazę sprzętową laboratorium. Elementy

oprogramowywanego systemu mikroprocesorowego to m.in.: wyświetlacze LCD, LED, klawiatura, przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe, komunikacja za pomocą magistral typu: UART, I2C, SPI z zewnętrznymi modułami (np.: EEPROM, RTC, GPS, GSM), USB, karta SD, moduł Bluetooth, zewnętrzne układy typu: moduł wagowy, siłowniki, impulsatory, czujniki odległości, itp.

W trakcie trwania semestru studenci korzystają z laboratorium, w ramach którego uruchamiają i rozwiązują pojawiające się w trakcie realizacji swoich zadań problemy.

W ramach laboratorium każdy zespół jest zobowiązany do zilustrowania działania określonych przez prowadzącego modułów np.: komunikacji mikrokontrolera z zastosowanym modułem zewnętrznym poprzez wybrany interfejs (np. I2C, SPI), konwersji sygnałów poprzez przetwornik ADC, działania układu timerów (np. PWM). Przykładowym efektem jest sporządzenie przez zespół raportu zawierającego porównanie zaobserwowanych na oscyloskopie przebiegów z oczekiwanymi wartościami zgodnie z odpowiednimi danymi katalogowymi i przyjętymi założeniami projektowymi.

Wymagane jest także zaprezentowanie przez zespół wybranej techniki uruchamiania oprogramowania (np. : analizy zmiennych, ustawianie pułapek, przeglądanie i modyfikacja zawartości pamięci i rejestrów, itp.)

Przykładowe zadanie do realizacji : Waga towarowa

Zrealizować za pomocą dostępnych modułów wagę o następujących funkcjach:

- ważenie towaru - wyświetlanie na wyświetlaczu LCD aktualnej wagi, nazwy towaru, ceny jednostkowej i aktualnej ceny za ważony towar,
- generowanie ostrzeżenia po przekroczeniu dopuszczalnego obciążenia,
- kalibracja wagi i funkcja tary,
- możliwość edycji bazy danych towarów zarówno przy pomocy klawiatury jak i poprzez interfejs np. RS-232, USB, Bluetooth
- tworzenie raportów i ich zapis do karty SD,
- wprowadzanie daty i czasu zapamiętywanego w układzie RTC.

Projekt:

W ramach projektu studenci uzgadniają z prowadzącym sposób realizacji ustalonego zadania, określają harmonogram prac, sporządzają dokumentację wstępną projektu oraz dokonują krótkiej, połączonej z dyskusją, publicznej prezentacji uzyskanych rezultatów (m. in: przyjętych założeń, zgodności z założonym harmonogramem, opisem napotkanych problemów i sposobami ich rozwiązania).

Egzamin: *nie*

Literatura:

- 1) J. D. Bakos, „Embedded Systems – ARM programming and optimisation”, 2016 Elsevier
- 2) <https://www.misra.org.uk/Activities/MISRAC/tabid/160/Default.aspx>

3) <https://wiki.sei.cmu.edu/confluence/display/c/SEI+CERT+C+Coding+Standard>

Oprogramowanie:

W ramach przedmiotu studenci wykorzystują aktualne, dostępne na rynku oprogramowanie specjalistyczne typu:

zintegrowane, dedykowane do wybranego mikrokontrolera środowisko programistyczne (np. IDE typu ARM Keil, rozwiązania typu open source)
oprogramowanie do konfigurowania mikrokontrolerów np. STM32CubeMX
oprogramowanie do projektowania i symulowania systemów elektronicznych (np. Altium Designer),
generatory dokumentacji np. Doxygen,
kontrolery wersji oprogramowania,
oprogramowanie do przygotowania dokumentacji wstępnej i wykonania prezentacji.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1	-	2	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- liczba godzin kontaktowych – (63) godz., w tym*
 - obecność na wykładach 15 godz.,*
 - obecność na prezentacjach zespołów 10 godz.,*
 - obecność na laboratorium 30 godz.,*
 - udział w konsultacjach 8 godz.*
- praca własna studenta – (63) godz., w tym*
 - przygotowanie do laboratoriów (3) godz.,*
 - przygotowanie do obrony projektu (3) godz.,*
 - wykonywania zadań projektowych (40) godz.,*
 - przygotowanie do realizacji projektu (analiza materiałów i literatury technicznej, opracowanie specyfikacji technicznej, konfigurowanie narzędzi programistycznych: 10 godzin,*
 - prace programistyczne związane z realizacją projektu: 30 godzin,*
 - przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) (17) godz.*
 - opracowanie raportów okresowych: 3 godziny,*
 - opracowanie dokumentacji wstępnej: 5 godzin,*
 - opracowanie dokumentacji końcowej: 4 godziny,*
 - przygotowanie prezentacji: 5 godzin.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 126 godz., co odpowiada 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt ECTS, co odpowiada 63 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 40 godz. zadań projektowych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	wykład/ laboratorium	projekt	W09
Ma szczegółową wiedzę w obszarze architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych.	wykład/ laboratorium/ projekt	projekt, sprawozdanie	W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład/ prezentacja	projekt, prezentacja	W13
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	wykład/ laboratorium/ projekt	Projekt, sprawozdanie prezentacja, obrona projektu	U04
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	wykład/ laboratorium/ projekt	Projekt, laboratorium, obrona projektu	U13
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: - układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne), - systemy elektroniczne (w tym proste systemy cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz systemy pomiarowe).	wykład/ laboratorium/ projekt	Projekt, analiza dokumentacji wstępnej, obrona projektu	U16

Potrafi tworzyć i uruchamiać programy w językach różnych poziomów.	wykład/ laboratorium/ projekt	projekt, laboratorium	U18
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	projekt, laboratorium	projekt, analiza dokumentacji wstępnej i końcowej	U19
Potrafi tworzyć oprogramowanie systemów mikroprocesorowych w języku niskiego poziomu.	wykład/ laboratorium/ projekt	projekt, laboratorium, obrona projektu	U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	projekt, laboratorium, prezentacja multimedialna	Analiza dokumentacji projektowej, prezentacja, obrona projektu	K03
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	projekt, laboratorium	Analiza dokumentacji wstępnej, przyjętego harmonogramu działań, prezentacja, obrona projektu	K04

Zespół Autorski:

dr inż. Piotr Firek

prof. dr hab. inż. Ryszard Kisiel

Planowanie procesów w nauce i w przemyśle (PPNP)

Planning of processes in science and industry

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *45*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest wprowadzenie studentów w problematykę projektowania procesów w nauce i przemyśle. Zwrócenie uwagi na zagadnienia związane z jakością, uzyskiem, planowaniem produkcji. Ponadto na przykładzie tablic ortogonalnych, metody Taguchi'ego zapoznanie studentów z planowaniem eksperymentów pod kątem optymalizacji procesu, minimalizacji nakładu finansowego jak i ograniczenia nakładu pracy.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

1. Wprowadzenie do systemów prowadzenia eksperymentów w nauce i w przemyśle. Pojęcie defektu. Definicja DPU (ang. Defects Per Unit) oraz DPMO (ang. Defects Per Million Opportunities). Przykłady praktyczne.
2. Definicja zdolności procesowej procesu lub badania. Wartość nominalna, tolerancje. Wskaźniki zdolności procesowej C_p i C_{pk} . Przykłady obliczania zdolności procesowej dla wybranych procesów technologicznych.
3. Techniki opisowe poprawy jakości procesu: burza mózgów, wykres Pareto, analiza przyczynowo-skutkowa, analiza FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Przykłady.

4. Techniki ilościowe poprawiania jakości procesów i badań: eksperyment czynnikowy całkowity, eksperyment czynnikowy ułamkowy, metoda Taguchi, tablice ortogonalne.
5. Etapy projektowania eksperymentu badawczego. Formowanie zespołu wielofunkcyjnego.
6. Określanie celu eksperymentu. Określenie charakterystyk jakości: wartość nominalna najlepsza, wartość maksymalna najlepsza, wartość minimalna najlepsza. Ustalenie charakteru zmiennych niezależnych i zależnych.
7. Określenie strategii eksperymentu: pojedynczy, ciągły, odsiewający, nakierowany, sekwencyjny.
8. Określenie planu eksperymentu: ustalenie stopni swobody, wybór tablicy ortogonalnej, przypisanie zmiennych do tablicy, opracowanie planu eksperymentu, ustalenie kolejności wykonania eksperymentu.
9. Uzupełnienie tablicy ortogonalnej o wyniki. Wykreślna analiza efektów głównych i interakcji.
10. Analiza ANOVA. Wykonanie pełnej analizy ilościowej. Ocena poziomu istotności wpływu poszczególnych czynników na wynik eksperymentu. Określenie poziomu czynników dla eksperymentu potwierdzającego.
11. Podsumowanie.

Laboratorium:

1. Budowa modelu konstrukcji z klocków. Cel: uzmysłowienie złożoności procesu projektowania i jego powiązanie z możliwościami wykonawczymi i założonymi danymi wyjściowymi – 3h
2. Budowa konstrukcji z ogniwami słonecznymi. Cel: budowa konstrukcji o określonych parametrach niezawodnościowych, koszcie i funkcjonalności. Uzasadnienie potrzeby prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w celu poprawy konstrukcji – 6 h
3. Samodzielne poprowadzenie eksperymentu technologicznego o dwóch zmiennych niezależnych i jednej interakcji. Wybór zmiennych, przypisanie do tablicy ortogonalnej, określenie kolejności badań, wykonanie badań, obróbka wyników – 6 h

Projekt: -

Egzamin: *nie*

Literatura:

- G. Taguchi, S. Konishi, "Orthogonal Arrays and Linear Graphs", ASI Press, 1987
Gerald Z. Yin, Don W. Jillie, "Orthogonal Design for Process Optimization and Its Application in Plasma Etching", Solid State Technology, 1987 127–132
Genichi Taguchi and Yoshiko Yokoyama „[Taguchi Methods: Design of Experiments](#)“, Amer Supplier Inst (November 1, 1993)
Glen Stuart Peace, "Taguchi Methods" – A Hands – On Approach, Addison – Wesley Publishing Company, (1993)
„Quality system review” Guidelines, Motorola, november 1992

Mikel J. Harry, J. Ronald Lawson, "Six Sigma Producibility Analysis and Process Characterization", Addison-Wesley; First Edition edition (May 1, 1992)

Materiały w Internecie

Materiały wykładowe

Oprogramowanie: -

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 15 godz.

2. praca własna studenta – 20 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 8 godz.,
przygotowanie do kolokwii 6 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (laboratoria) 6 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,25 pkt ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,86 pkt ECTS, co odpowiada 23 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 0 godz. zadań projektowych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwium	K1_W13
Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Kolokwium	K1_W14
Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	Wykład	Kolokwia	K1_W15
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych.	Laboratorium	Ocena z Laboratorium	K1_U02
Ma umiejętność samokształcenia się.	Wykład/ Projekt	Kolokwia/ Ocena z Laboratorium	K1_U08
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Ocena z laboratorium	K1_K03
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	Wykład	Kolokwium	K1_K07

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Konrad Jędrzejewski, prof. uczelni

Podstawy Teorii Informacji i Kodowania (PTIK)
Fundamentals of Information Theory and Coding

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do algebry dla inżynierów (ALGI), Wstęp do statystyki i stochastyki (WSS), Sygnały i systemy (SYSY)*

Limit liczby studentów: *72*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami teorii informacji i kodowania z punktu widzenia ich zastosowań we współczesnej elektronice, telekomunikacji i informatyce. Wprowadzone zostaną podstawowe pojęcia stosowane w teorii informacji, w szczególności pojęcie entropii jako miary ilości informacji, przedyskutowane zostaną zagadnienia dot. ilości informacji traconej w łączy informacyjnym oraz ilości informacji przesyłanej przez łączy, zdefiniowane zostaną pojęcia pojemności kanału komunikacyjnego i sprawności transmisji informacji. Omówione zostaną także podstawowe zagadnienia teorii kodowania, zarówno w zakresie kodowania źródłowego (umożliwiającego maksymalną kompresję informacji), jak i kodowania korekcyjnego (umożliwiającego korekcję błędów występujących przy przesyłaniu danych lub przy ich zapisie i odczycie). Analizowane będą wybrane algorytmy kodowania. W drugiej części wykładu omawiane będą również zagadnienia dotyczące ciągłych łączy informacyjnych, w szczególności zostaną przedstawione zagadnienia dotyczące maksymalnej pojemności kanału i efektywności systemów transmisji informacji. Na zakończenie przedyskutowane zostaną ograniczenia teorio-informacyjne dotyczące szybkości i niezawodności transmisji danych we współczesnych systemach transmisji.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot będzie prowadzony w formie wykładu w wymiarze 30 godz. oraz zajęć laboratoryjnych w wymiarze 15 godz. (5 zajęć laboratoryjnych po 3 godziny). Zajęcia laboratoryjne mają na celu utrwalenie i pogłębienie treści przekazywanych podczas wykładu, w szczególności w kontekście interpretacji wprowadzonych pojęć i ilustracji podstawowych zależności, poprzez rozwiązywanie problemów.

Studenci mogą otrzymać 25 pkt. z kolokwium oraz 25 punktów na zajęciach laboratoryjnych (5 x 5 pkt.)

Tabela ocen:

Liczba punktów	< 26	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
Ocena	2	3	3,5	4	4,5	5

Opis wykładu:

1. Wprowadzenie. Pojęcia podstawowe. Sygnał jako nośnik informacji. Rys historyczny tematyki przetwarzania sygnałów, teorii informacji i kodowania. Sylwetka C. Shannona – twórcy teorii informacji.
2. Podstawy teorii informacji dla dyskretnych łączy informacyjnych. Opis probabilistyczny dyskretnego źródła informacji i dyskretnego łącza informacyjnego. Miara ilości informacji – entropia. Informacja tracona w kanale. Informacja wzajemna – transinformacja. Przepływność informacji, przepustowość (pojemność) kanału, współczynnik sprawności transmisji informacji.
3. Podstawy teorii kodowania. Cel kodowania i kryteria oceny metod kodowania informacji. Jednoznaczność kodowania i dekodowania. Średnia długość słowa kodowego. Sprawność kodowania. Nierówność Krafta-McMillana. Pierwsze twierdzenie Shannona o kodowaniu. Kodowanie metodą Shannona-Fano. Kodowanie optymalne metodą Huffmana. Kodowanie adaptacyjne. Kodowanie metodą Lempela-Ziva. Kompresja informacji.
4. Podstawy kodowania korekcyjnego. Odległość Hamminga. Warunki detekcji i korekcji kodów. Drugie twierdzenie Shannona o kodowaniu. Kody Hamminga. Syndromy. Kody blokowe, Macierz generująca, macierz kontroli parzystości. Kody wielomianowe. Kody cykliczne. Turbokody.
5. Źródła i łącza informacyjne ciągłe. Opis probabilistyczny, entropia różnicowa i jej maksymalizacja, entropia warunkowa, transinformacja. Przepustowość łącza ciągłego. Przepustowość kanału z addytywnym szumem gaussowskim. Gęstość widmowa mocy sygnału losowego. Twierdzenie o pojemności kanału. Efektywność widmowa systemu transmisji. Granica przepustowości przy paśmie nieskończonym. Granica Shannona – minimalna energia konieczna do przesłania 1 bitu informacji.

6. Transmisja danych w kontekście ograniczeń wynikających z twierdzeń teorii informacji. Kompromis pomiędzy przepustowością kanału, pasmem przenoszenia a stosunkiem sygnał-szum. Przegląd współczesnych systemów transmisji sygnałów binarnych. Modułacje cyfrowe, modułacje QAM. Systemy z ortogonalnym zwielokrotnianiem w dziedzinie częstotliwości – OFDM.

Laboratorium:

W ramach zajęć laboratoryjnych studenci będą wykonywali następujące ćwiczenia:

1. Miara informacji i charakterystyki informacyjne łącza binarnego.
2. Algorytmy kodowania i dekodowania źródłowego, kompresja danych.
3. Algorytmy kodowania i dekodowania korekcyjnego.
4. Charakterystyki informacyjne ciągłych łączy informacyjnych,
5. Charakterystyki informacyjne współczesnych systemów transmisji wykorzystujących modułacje cyfrowe.

Projekt:

Nie dotyczy.

Egzamin: nie

Literatura:

1. K. Wesołowski, *Podstawy cyfrowych systemów telekomunikacyjnych*, WKŁ, Warszawa 2006.
2. S. Haykin, *Systemy telekomunikacyjne*, WKŁ, Warszawa, 2000.
3. S. Dymowski, *Elementy teorii informacji*, Wyd. PW, Warszawa 1971 (1968).
4. J. Seidler, *Nauka o informacji*, Tom I i Tom II, WNT, Warszawa 1983.
5. T. Cover, J. Thomas, *Elements of Information Theory*, Wiley-Interscience, 2006.
6. R. Biernacki, B. Butkiewicz, J. Szabat, B. Świdzińska, *Zbiór zadań z teorii sygnałów i teorii informacji*, Wyd. PW, 2003.
7. Materiały do wykładów i zajęć laboratoryjnych udostępniane na stronie przedmiotu.

Oprogramowanie:

MATLAB

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
 2 - 1 - (45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – **48 godz.**, w tym
obecność na wykładach **30 godz.**,
obecność na laboratorium **15 godz.**,
udział w konsultacjach **3 godz.**
2. praca własna studenta – **30 godz.**, w tym
przygotowanie do laboratoriów **15 godz.**,
przygotowanie do kolokwium **15 godz.**,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 78 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,85 pkt ECTS, co odpowiada 48 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,15 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych (+ 15 na przygotowanie) i 0 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie analizy matematycznej, algebry i probabilistyki oraz metod numerycznych.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W01
Ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki i telekomunikacji.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W04

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie sygnałów i metod ich analizy i przetwarzania.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W10
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Umie posługiwać się regułami logiki matematycznej w zastosowaniach matematycznych i technicznych.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U01
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U02
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U04
Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki.	Zajęcia laboratoryjne	Ocena sprawozdań.	K1_U06
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - prostych systemów elektronicznych - algorytmów.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U11
Potrafi ocenić możliwości transmisyjne (wydajnościowe i jakościowe) różnych systemów transmisji przewodowej i bezprzewodowej.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U14
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U19

KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_K01
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Zajęcia laboratoryjne.	Ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_K03
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Zajęcia laboratoryjne	Ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_K04

Zespół autorski:

*prof. dr hab. inż. Yevhen Yashchyshyn,
dr inż. Konrad Godziszewski*

Sieci Bezprzewodowe (SB)

Wireless networks

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów:

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Głównym celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z zagadnieniami dotyczącymi problematyki współczesnych systemów i sieci bezprzewodowych, ze szczególnym uwzględnieniem podstawowych mechanizmów transmisyjnych. Omówione zostaną przede wszystkim bezprzewodowe sieci osobiste (Bluetooth i ZigBee), lokalne (IEEE 802.11), bezprzewodowe sieci ad-hoc oraz systemy łączności profesjonalnej. Poruszone zostaną także aspekty związane z bezpieczeństwem w sieciach radiowych.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

Wprowadzenie – przegląd typów sieci bezprzewodowych, tendencje rozwojowe, metody wielodostępu z rywalizacją (CSMA, Aloha) i bez rywalizacji, topologie sieci, segmenty sieci bezprzewodowej – 4 godz.

Transmisja krótkiego zasięgu NFC i bezprzewodowe sieci działające w bliskim otoczeniu człowieka (WBAN) – standard IEEE 802.15.6 – 2 godz.

Bezprzewodowe sieci osobiste (WPAN) – systemy Bluetooth i ZigBee – interfejsy radiowe, mechanizmy współdzielenia medium transmisyjnego, topologie sieci, zastosowania (przeгляд profili) – 4 godz.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Bezprzewodowe sieci lokalne (WLAN) – architektura sieci WLAN, standard IEEE 802.11 – warianty warstwy fizycznej, mechanizmy wielodostępu, projektowanie sieci, zastosowania – 6 godz.

Bezprzewodowe sieci ad-hoc – zastosowania, mechanizmy transmisji danych w sieci – 1 godz.

Systemy transportu inteligentnego – 1 godz.

Systemy łączności profesjonalnej – standard TETRA – 2 godz.

Bezpieczeństwo sieci radiowych – podstawowe zagadnienia i przykłady rozwiązań (IEEE 802.11, Bluetooth) – 4 godz.

Prezentacje grup projektowych – 2 godz.

ĆWICZENIA:

LABORATORIA:

PROJEKT:

Zadaniem studentów jest zaprojektowanie sieci bezprzewodowej w wybranym standardzie w środowisku wewnątrz budynku lub na zewnątrz, korzystając z odpowiedniego oprogramowania symulacyjnego.

ZAJĘCIA ZINTEGROWANE:

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Egzamin: tak/nie

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

Przedmiot realizowany jest w formie wykładów audytoryjnych (2 godz. tygodniowo) i zajęć projektowych. Projekt wykonywany jest w grupach liczących do 3 osób. Wykonanie przebiega w dwóch etapach. Celem pierwszego jest określenie wymagań (pasmo pracy, szerokość kanału, dupleks...) i zaproponowanie wstępnego rozwiązania. Drugi etap polega na zaprojektowaniu ostatecznego systemu oraz przeprowadzeniu wymaganych symulacji przy wykorzystaniu odpowiedniego oprogramowania.

Ponadto, przewiduje się przeprowadzenie warsztatów z obsługi programów symulacyjnych w formie e-learningu. Dla każdego z wykorzystywanych programów

przeznaczone byłyby dwa jednogodzinne filmy instruktażowe. W pierwszym omówione zostaną podstawowe informacje dotyczące środowiska symulacyjnego, w drugim filmie

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

przedstawiona zostanie realizacja przykładowego projektu systemu łączności bezprzewodowej.

Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot

- o znajomość modeli propagacji fal radiowych
- o znajomość podstawowych modulacji cyfrowych, techniki OFDM oraz transmisji z rozpraszaniem widma
- o znajomość podstawowych mechanizmów wielodostępu w łączności radiowej

Zespół Autorski:

Dr hab. inż. Leszek J. Opalski, prof. uczelni

Systemy operacyjne (SOP)
Operating systems

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagana jest umiejętność programowania w języku C oraz podstawowa umiejętność pracy w terminalu znakowym systemu Linux. Zalecane przedmioty poprzedzające: Wstęp do informatyki (WINF), Programowanie strukturalne (PROS).*

Limit liczby studentów: *45*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie z budową i działaniem współczesnych systemów operacyjnych, a także kształtowanie umiejętności wykorzystania mechanizmów systemowych do realizacji programów wieloprotocowych/wielowątkowych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przewiduje się dwie formy zajęć: wykład i laboratoryjne ćwiczenia komputerowe. Wykład jest ilustrowany pokazami (zwłaszcza nieoczywistych) własności omawianych mechanizmów systemowych – przy pomocy krótkich programów w języku C.

Z każdym ćwiczeniem laboratoryjnym jest związany materiał do samodzielnego studiowania - „samouczek” (tutorial). Pożądane jest, by przed ćwiczeniami student przeczytał tekst, wykonał sugerowane polecenia i zrealizował zadania programistyczne. Część z zadań ma przykładowe rozwiązania. Są też zadania bez rozwiązania (ale ze wskazówkami), by stymulować pracę własną - po osiągnięciu odpowiednich kompetencji.

Opis wykładu:

1. Wprowadzenie (2 h).
Zadania i właściwości systemów operacyjnych. Struktury systemów komputerowych i systemów operacyjnych. Środowisko wykonania programów użytkowych: własności, interfejs.
2. Procesy i wątki (6 h).
Proces, jego atrybuty i stany. Atrybuty i modele wątków. Interfejsy procesów i wątków: POSIX i Win32. Sygnały POSIX oraz ich obsługa. Realizacja współbieżności procesów i wątków, przełączanie kontekstu, wyłączenie. Planowanie przydziału procesora, algorytmy planowania i ich własności. Specyfika szeregowania zadań w systemach czasu rzeczywistego.
3. Systemy plików (4 h). Plik, katalog, organizacja systemu plików. Operacje na systemie plików. Tryby dostępu i ochrona plików. Interfejs POSIX synchronicznej obsługi systemu plików. Organizacja i własności wybranych systemów plików.
4. Zarządzanie pamięcią (4 h).
Organizacja pamięci operacyjnej. Algorytmy przydziału pamięci. Pamięć wirtualna: budowa, własności, interfejs programisty. Racjonalne wykorzystanie hierarchicznie zorganizowanej pamięci w programach użytkowych. Specyfika zarządzania pamięcią w systemach czasu rzeczywistego.
5. Komunikacja i synchronizacja (6 h).
Komunikacja między procesami jednego systemu komputerowego: pamięć współdzielona, kolejki komunikatów, łącza. Problem sekcji krytycznej i warunki poprawnego rozwiązania. Klasyczne problemy synchronizacji i ich rozwiązania z wykorzystaniem semaforów, muteksów, zmiennych warunku. Problem zakleszczania (zastoju) i jego rozwiązania. Algorytm bankiera. Transakcje niepodzielne.
6. Komunikacja sieciowa (4h).
Modele komunikacji sieciowej. Interfejs gniazd w programowaniu połączeniowych i bezpołączeniowych aplikacji sieciowych (w układzie klient-serwer). Przykłady usług sieciowych.
7. Bezpieczeństwo i ochrona (2 h). Cele ochrony. Uwierzytelnianie, kontrola dostępu do zasobów, integralność, niezaprzeczalność, poufność - koncepcje i realizacje. Wykorzystanie środków kryptograficznych. Standardy oceny bezpieczeństwa systemów komputerowych.
8. Przegląd współczesnych systemów operacyjnych (1 h)
Stopień opanowania materiału oceniany jest podczas pisemnych sprawdzianów audytoryjnych (bez materiałów pomocniczych).

Laboratorium:

Studenci realizują indywidualnie w czasie semestru 6 ocenianych ćwiczeń z następujących grup tematycznych:

1. Lab1. Procesy i sygnały
2. Lab2. Wątki i sygnały
3. Lab3. Interfejs systemu plików
4. Lab4. Komunikacja międzyprocesowa

5. Lab5. Synchronizacja procesów i wątków
 6. Lab6. Komunikacja sieciowa (interfejs gniazd)
- Zajęcia Lab1 – Lab3 (typu A) trwają po 105 minut bez przerwy, natomiast zajęcia Lab4 – Lab6 (typu B) po 165 minut bez przerwy. Jeden termin jest przeznaczony na (nieobowiązkową) indywidualną poprawę jednego ćwiczenia. W czasie zajęć są oceniane rozwiązania zadań programistycznych odpowiedzi. Mogą też być oceniane odpowiedzi na pytania kontrolne – dotyczące samouczka i rozwiązywanego zadania.

Egzamin: *NIE*

Literatura:

- podstawowa

1. Silberschatz, P.B. Galvin, G. Gagne, Podstawy systemów operacyjnych, wyd. 6 zm. i rozsz., WNT 2005.
2. A.S. Tanenbaum, H. Bos, Systemy operacyjne, wyd. IV, Wyd. Helion, 2015
3. The GNU C Library Manual, <http://www.gnu.org/software/libc/manual/>

- pomocnicza

4. W. Stallings, Systemy operacyjne. Struktura i zasady budowy, Wyd. Naukowe PWN SA, 2006.
5. U. Vahalia, Jądro systemu UNIX. Nowe horyzonty, WNT 2001
6. R.W. Stevens, Programowanie w środowisku systemu UNIX, WNT 2002.
7. 2. K. Haviland, D. Gray, B. Salama, Unix. Programowanie systemowe, Wyd. RM, Warszawa 1999.
8. K. Wall, Linux, programowanie w przykładach, MIKOM 2000.
9. M.J. Rochkind, Programowanie w systemie Unix dla zaawansowanych (wyd. 2), WNT, 2007
10. POSIX.1-2017 - dokumentacja ({The Open Group Base Specifications Issue 7, 2018 edition IEEE Std 1003.1-2017})

Oprogramowanie: *W czasie laboratorium używany jest system operacyjny Linux.*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym
obecność na wykładach – 30 godz.,
obecność na laboratorium: 15 godz.,
udział w konsultacjach: 2 godz.
2. praca własna studenta – 38 godz., w tym

*przygotowanie do laboratoriów – 30 godz.,
przygotowanie do kolokwiów - 3 godz.
samodzielne studiowanie materiału wykładowego – 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 85 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.66 pkt ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0.53 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie budowy i działania współczesnych systemów operacyjnych.	Wykład, laboratorium, samodzielne studiowanie materiałów do zajęć, konsultacje	Sprawdziany audytoryjne, pytania kontrolne na laboratorium	W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania aplikacji wielo-procesowych/wielowątkowych, przy wykorzystaniu mechanizmów systemowych	Wykład, laboratorium, samodzielne studiowanie materiałów do zajęć, konsultacja	Sprawdziany audytoryjne, pytania kontrolne na laboratorium	W04
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi tworzyć i uruchamiać wieloprotokółowe/wielowątkowe programy w języku C, które wykorzystują funkcje interfejsu jądra zgodne ze standardem POSIX.	studiowanie materiałów do zajęć, realizacja zadań laboratoryjnego „samouczka”	laboratorium: pytania kontrolne i rozwiązywanie ocenianych zadań	U18
Potrafi pozyskiwać informacje dotyczące tematyki przedmiotu z literatury, Internetu oraz innych źródeł, także w języku angielskim.	studiowanie materiałów do zajęć	laboratorium: pytania kontrolne i rozwiązywanie ocenianych zadań; sprawdziany audytoryjne	U04

Autorzy:

dr inż. Krzysztof Brzeziński
dr inż. Piotr Gajowniczek

Usługi i Aplikacje Internetu (UAI)
Internet's Services and Applications

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Cyberbezpieczeństwo*

Specjalność:

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *60*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Wprowadzenie kanonicznego zbioru pojęć dotyczących *usług* realizowanych w systemach teleinformatycznych i *protokołów* jako fundamentalnych mechanizmów realizacji tych usług.

Zbudowanie świadomości *zależności* między własnościami (jakością) usług a cechami konstrukcji systemu teleinformatycznego.

Wyrobienie umiejętności *rozpoznawania* różnych przejawów wprowadzonych pojęć i *używania* ich do analizy i oceny własności usługowych, na przykładach popularnych usług realizowanych w globalnym, współczesnym systemie teleinformatycznym – sieci Internet.

Treść kształcenia:

Przedmiot składa się z dwóch bloków wykładowych równej długości, którym towarzyszą dwa bloki ćwiczeń laboratoryjnych (odpowiednio: 3 i 4 ćwiczenia).

WYKŁADY:

W pierwszej części wykładu wprowadza się pojęcia podstawowe:

System, usługa jako misja systemu. Struktura a zachowanie, własności logiczne i poza-logiczne. Specyfika systemów teleinformatycznych, rola standaryzacji. Protokół a usługa. Protokół jako język. Projektowanie protokołów (specyfikacja, implementacja, pojęcia poprawności, weryfikacja, walidacja). Cele i tezy *Protocol*

Engineering, przegląd notacji formalnych (FDT): URN, SDL, MSC, TTCN, ASN.1.
Narzędzia do badania protokołów.

Opanowanie złożoności: abstrakcja, enkapsulacja, dekompozycja; mechanizmy architektoniczne (punkty odniesienia i styki, podsystemy, warstwy, płaszczyzny, domeny, style i wzorce architektoniczne). Architektura OSI (usługi warstwy, protokołów w warstwie, adresacja, rozwiązywanie nazw).

Usługa jako mechanizm konstrukcji systemu a usługa świadczona użytkownikowi końcowemu. Usługa a aplikacja. Strony zaangażowane w realizację usługi. Płaszczyzna (obszar) usług/użytkownika: terminale i węzły usługowe, klasyczne i nowe wzorce architektoniczne dla realizacji usług (alokacja funkcji, modele komunikacji: *point-to-point*, *multicast*, *publish-subscribe*), związki z innymi obszarami/płaszczyznami. Realizacja usługi: przywołanie, instancja usługi, rodzaje sesji, połączenie i komunikacja bezpołączeniowa, przepływy.

Własności usług, konwencje opisu usług (aspekt statyczny, dynamiczny). Klasyfikacje usług (usługi komunikacyjne i informacyjne, koncepcja „czegokolwiek jako usługi” – XaaS).

Oczekiwania użytkowników. Kompleksowe pojęcie jakości usługi (QoX), jego specjalizacje (QoE, GoS, GOS, QoR) i techniczne czynniki warunkujące (NP). Miary satysfakcji użytkownika i metody jej oceny. Umowne aspekty jakości usługi (SLA).

Protokoły wspierające realizację usług teleinformatycznych w różnych przekrojach systemu. Klasyfikacje i przykłady. Typowe elementy (*patterns*) protokołów. Zestawy i profile, współpraca i współdziałanie protokołów przy realizacji usługi. Standaryzacja: podejścia ITU-T/ETSI, IETF.

Druga część wykładu skupia się na egzemplifikacji wprowadzonych w części pierwszej treści, głównie na przykładach wykorzystujących techniki Internetu.

Sieć Internet jako przykład globalnego systemu teleinformatycznego. Model warstwowy dla Internetu (stos protokołów TCP/IP). Rodzaje aplikacji i ich wymagania związane ze świadczonymi usługami.

Sposoby komunikacji procesów (aplikacji) przez sieć. Warstwa transportowa sieci Internet. Protokoły UDP i TCP (komunikacja bezpołączeniowa i połączeniowa). Mechanizm *socket*. TCP jako przykład protokołu zapewniającego niezawodną transmisję danych: mechanizm okna, *flow control*, *congestion control*.

Usługa i protokół DNS jako przykład rozwiązania „użytkowego” dla innych aplikacji Internetu. Architektura systemu DNS: system nazw domenowych i hierarchia serwerów.

Usługa www jako przykład podstawowej usługi internetowej. Protokół http i jego własności. Rozwiązania zwiększające efektywność dostarczania treści (*web caching*).

Usługi multimedialne w sieci Internet – QOS (*Quality of Service*) vs QOE (*Quality of Experience*). Transmisja głosu (usługa VoIP), protokoły RTP i RTCP. Sygnalizacja i zestawianie sesji multimedialnych – podstawy protokołu SIP. Rozwiązania OTT: *streaming* video, adaptacyjny *streaming* http.

Aplikacje P2P: podstawowe topologie, przykłady zastosowań (aplikacja BitTorrent).

Usługi wymiany wiadomości. Aplikacje typu *messenger*, Protokoły *publish-subscribe*.

ĆWICZENIA: –

LABORATORIA:

Treści wykładowe będą utrwalane w ramach ćwiczeń laboratoryjnych, realizowanych z wykorzystaniem profesjonalnych narzędzi (PragmaDev, Wireshark, monitory protokołów, symulatory) i polegających na analizie usługowo zorientowanego zachowania rzeczywistych i emulowanych sieci teleinformatycznych.

Laboratorium (7 ćwiczeń, każde 4 godziny albo 2x2 godziny):

Budowa protokołu – perspektywa projektanta (języki: SDL, MSC; narzędzia: PragmaDev)

Wprowadzenie do oprzyrządowania i praktyki badań zachowania systemu (monitory / analizatory protokołów, Wireshark)

Realizacja usługi – analiza związków z przebiegiem protokołów (sieci rzeczywiste i emulowane, analizatory)

Usługa WWW – analiza działania protokołu http

Protokół TCP – mechanizmy, analiza wydajności, aspekty bezpieczeństwa

Usługa VoIP – komunikacja aplikacji z serwerem SIP i serwerem mediów

Strumieniowanie wideo w standardzie DASH – analiza działania strumieniowania adaptacyjnego

PROJEKT: –

ZAJĘCIA ZINTEGROWANE: –

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The course introduces a canonical set of concepts related to *services* in modern information networks and to *protocols* as fundamental components of service realization. It builds awareness of relations between the properties of services (including their *quality*) and design / implementation features of a technical system. Students will have an opportunity to develop knowledge and skills necessary to *recognize* the introduced concepts as they appear in the design and operation of the Internet and to *use* these concepts for the analysis of various service-oriented properties of Internet-related systems.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

Literatura:

K.Brzeziński, „Istota sieci ISDN”, Oficyna Wydawnicza PW, 1999

H.Hanrahan, „Network Convergence: Services, Applications, Transport, and Operations Support”. Wiley, 2007 (wybrane fragmenty)

W.Kabaciński, M.Żal, „Sieci telekomunikacyjne”, WKŁ, 2008 (wybrane fragmenty)

H.Koenig, „Protocol Engineering”, Springer, 2012 (wybrane fragmenty)

J.F. Kurose, K. Ross, „Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet”, Pearson, 2016

P.L. Dordal, „An Introduction to Computer Networks”, 2018

Materiały wykładowe, instrukcje do ćwiczeń (z rozszerzonym wprowadzeniem) i wybrane anglojęzyczne artykuły i standardy teleinformatyczne – udostępniane w postaci elektronicznej.

Oprogramowanie:

System wspomagania projektowania usług i protokołów PragmaDev
Programowy monitor / analizator protokołów Wireshark
Symulator sieci NS2/NS3.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	2	-	(60 h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu:

W koncepcji dydaktycznej przedmiotu stosuje się dwa uzupełniające się „kierunki” przekazywania treści:

Pojęcie – termin techniczny – realizacja (technologia, przykład), zwłaszcza w pierwszej części przedmiotu,
Przykład – nazwanie – odniesienie do pojęcia, zwłaszcza w drugiej części.

Wykłady prowadzone z wykorzystaniem slajdów komputerowych. Prezentacja udostępniana w postaci elektronicznej przed wykładem. Materiały pomocnicze do wykładu (wybrane artykuły, fragmenty opracowań, oprogramowanie do zainstalowania na prywatnych zasobach studentów – do uzupełniającej pracy własnej) udostępniane w postaci elektronicznej.

Zajęcia laboratoryjne wykorzystujące infrastrukturę informatyczną ZSUT, w tym systemy instalowane w formie maszyn wirtualnych.

Ocenianie w skali punktowej, laboratorium: 50% punktów, egzamin testowy z elementami otwartymi: 50% punktów. Zaliczenie części laboratoryjnej (ponad 25% punktów, nieobecność najwyżej na jednym ćwiczeniu laboratoryjnym) wymagane do przystąpienia do egzaminu. Ocena końcowa na podstawie łącznej punktacji, w skali standardowej.

Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot:

Jednym z elementów zamysłu dydaktycznego jest to, że przedmiot wprowadza pojęcia i omawia ich proste egzemplifikacje w sposób systematyczny i kompleksowy, od podstaw, odwołując się jedynie do wiedzy ogólnej i doświadczeń powszechnie dostępnych (w tym -- związanych z codziennym korzystaniem z usług teleinformatycznych przez słuchaczy). Wcześniej ugruntowana wiedza specjalistyczna nie jest wymagana.

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym:
obecność na wykładach: 30 godz.,

*obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych: 30 godz. (8x3.5 godz.: 7 ćwiczeń + jedno spotkanie organizacyjne, razem 1320 minut),
obecność na egzaminie: 3 godz.
konsultacje: 2 godz.*

2. *praca własna studenta – 55 godz., w tym:
analiza literatury, materiałów i przykładów z wykładu: 10 godz.
przygotowanie do ćwiczeń lab.: 15 godz.
przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń lab.: 15 godz.
przygotowanie do egzaminu: 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 120 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.5 pkt. ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt. ECTS

Efekty kształcenia / uczenia się i formy ich weryfikacji:

Efekty kształcenia/uczenia się	Forma zajęć / technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	Odniesienie do efektów uczenia się dla programu
Student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
w01: ma wiedzę dotyczącą istoty usług teleinformatycznych, ich własności (cech klasyfikacyjnych) oraz związków tych własności z potrzebami użytkowników i technologiami systemu	wykład (laboratorium)	egzamin laboratorium	W03, W05, W06, W12
w02: ma podstawową wiedzę dotyczącą protokołu: jego elementów składowych, własności, rodzajów, zadań i ich typowych wzorców realizacyjnych oraz roli protokołów sygnalizacyjnych i użytkowych w realizacji usługi	wykład (laboratorium)	egzamin laboratorium	W03, W05, W06
w03: zna podstawowe mechanizmy i modele architektoniczne (w tym – elementy architektury OSI) stosowane w celu opanowania złożoności systemu	wykład	egzamin	W03
w04: ma podstawową wiedzę dotyczącą standaryzacji usług i protokołów, w tym -- standaryzowanych notacji i języków używanych do definiowania usług i protokołów teleinformatycznych w różnych fazach ich cyklu życia	wykład (laboratorium)	egzamin laboratorium	W01, W03, W05, W06, W08
w05: zna stos protokołów Internetu (TCP/IP) i jego relacje z modelem odniesienia OSI	wykład	egzamin	W05, W06
w06: ma wiedzę dotyczącą warstwy transportowej stosu protokołów Internetu, w szczególności funkcji, działania i zastosowania protokołów: UDP i TCP	wykład (laboratorium)	egzamin laboratorium	W05, W06
w07: ma wiedzę dotyczącą usługi DNS (przestrzeni	wykład	egzamin	W05, W06

nazw domenowych, organizacji serwerów i działania protokołu DNS)			
w08: ma wiedzę dotyczącą działania usługi www oraz protokołu HTTP, ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań związanych z efektywną dystrybucją treści (<i>caching</i>)	wykład (laboratorium)	egzamin laboratorium	W05, W06
w09: zna wymagania usług multimedialnych (VoIP, <i>video streaming</i>) oraz rozwiązania dla ich realizacji w sieci Internet (m.in. protokoły RTP/RTCP, SIP, implementacje adaptacyjnego streamingu HTTP)	wykład (laboratorium)	egzamin laboratorium	W05, W06
w10: ma podstawową wiedzę związaną z sieciowymi aspektami działania aplikacji typu P2P (BitTorrent) i systemów wymiany wiadomości (<i>messaging services</i>)	wykład	egzamin	W05, W06
UMIEJĘTNOŚCI			
u01: potrafi modelować proste usługi wraz z protokołami ich realizacji w odpowiedniej standaryzowanej notacji formalnej	laboratorium wykład	laboratorium egzamin	U01, U04, U08, U09, U10
u02: potrafi w podstawowym zakresie analizować zachowanie modelu usługi / protokołu, z wykorzystaniem funkcji symulacyjnych odpowiedniego komputerowego narzędzia wspomagającego	laboratorium wykład	laboratorium	U03, U04, U09, U10
u03: potrafi rejestrować z użyciem odpowiedniego narzędzia, analizować i interpretować przebieg sygnalizacji towarzyszącej wykonaniu usługi w systemie rzeczywistym	laboratorium (wykład)	laboratorium	U03, U04, U09, U10
u04: potrafi przeanalizować realizację usługi www (protokół http) między klientem a serwerem, posługując się analizatorem protokołów	laboratorium (wykład)	laboratorium	U01, U03, U09, U10, U12, U13
u05: potrafi zbadać wydajność działania protokołu TCP na podstawie pomiarów wykonanych dla różnych warunków sieciowych	laboratorium (wykład)	laboratorium	U01, U03, U09, U10, U12, U13
u06: potrafi zanalizować i ocenić poprawność realizacji procedur sygnalizacyjnych oraz transportu danych w systemie VoIP opartym na protokole SIP	laboratorium wykład	laboratorium egzamin	U01, U03, U09, U10, U12, U13
u07: potrafi zanalizować sposób działania mechanizmów adaptacji w systemie adaptacyjnego streamingu video opartym na standardzie DASH	laboratorium (wykład)	laboratorium	U01, U03, U09, U10, U12, U13
U08: potrafi dokonywać selekcji oraz krytycznie analizować i przyswajać informacje podane w literaturze fachowej, w szczególności - anglojęzycznej	przygotowanie do wykładów i laboratoriów	laboratoria (aktywność, sprawozdania)	U1, U12, U13 KS01
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks01: ma świadomość istnienia kanonicznego zbioru pojęć i problemów dotyczących realizacji i stosowania usług teleinformatycznych; w praktyce inżynierskiej i w komunikacji ze społeczeństwem jest gotów odpowiednio wyważyć znaczenie postępu technologicznego względem tego kanonicznego zbioru	wykład laboratorium	n/d	KS03, KS05, W12
ks02: ma świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i pogłębiania własnych kompetencji, w szczególności -- z aktywnym wykorzystaniem anglojęzycznej literatury fachowej	wykład laboratorium	n/d	KS01, U12, U13

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Konrad Jędrzejewski, prof. uczelni

Współczesne przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe (WPAC)
Contemporary analog-to-digital and digital-to-analog converters

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: EIF, EIM

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Sygnaly i systemy (SYSY), Elektronika analogowa 1 (ELA1).*

Limit liczby studentów: *72*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami funkcjonowania, opisu, testowania i doboru współczesnych przetworników analogowo-cyfrowych (A/C) i cyfrowo-analogowych (C/A). Podczas wykładu studenci zapoznają się ze sposobami konwersji A/C i C/A, wewnętrznymi strukturami produkowanych obecnie przetworników, typowymi rozwiązaniami układowymi stosowanymi w poszczególnych komponentach przetworników, jak również ograniczeniami technologicznymi i wyzwaniem stojącymi przed projektantami przetworników. Przedstawione zostaną sposoby opisu parametrów i charakterystyk przetworników, a także metody ich testowania i pomiarów, zgodne z aktualnymi standardami w tej dziedzinie. Studenci pozyskają wiedzę niezbędną do zrozumienia informacji przedstawianych przez producentów w danych katalogowych współczesnych przetworników. Omówione zostaną również wskazówki w zakresie doboru przetworników A/C i C/A w kontekście typowych zastosowań, a także najnowsze tendencje rozwojowe w zakresie metod konwersji i projektowania przetworników A/C i C/A.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot będzie prowadzony w formie wykładu w wymiarze 21 godz. oraz zajęć laboratoryjnych w wymiarze 9 godz. (3 zajęcia laboratoryjne po 3 godziny), Zajęcia laboratoryjne mają na celu utrwalenie i pogłębienie treści przekazywanych podczas wykładu.

Studenci mogą otrzymać 25 pkt. z kolokwium wykładowego oraz 15 punktów na zajęciach laboratoryjnych (3 x 5 pkt.)

Tabela ocen:

Liczba punktów	< 21	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40
Ocena	2	3	3,5	4	4,5	5

Opis wykładu:

1. Wprowadzenie. Historia rozwoju przetworników A/C i C/A. Przegląd najważniejszych architektur przetworników A/C i C/A.
2. Podstawy teoretyczne konwersji A/C i C/A, próbkowanie idealne i nieidealne, kwantyzacja, kodowanie, szumy, odtwarzanie C/A idealne i nieidealne.
3. Podstawowe parametry i charakterystyki przetworników A/C i C/A. Źródła błędów i nieidealności. Parametry statyczne i dynamiczne. Testowanie i pomiary parametrów przetworników – metody i standardy. Dopasowanie przebiegu sinusoidalnego. Metody histogramowe. Jak czytać specyfikacje przetworników?
4. Przetworniki C/A. Typy przetworników. Przetworniki z sieciami rezystorów. Przetworniki z sieciami kondensatorów. Przetworniki ze źródłami prądowymi. Inne rozwiązania.
5. Przetworniki A/C typu flash. Przetworniki A/C z kompensacją równoległą (sukcesywnej aproksymacji). Zasady działania, struktury, ograniczenia praktyczne. Przykłady przetworników, uzyskiwane parametry.
6. Wieloprzebiegowe i potokowe (pipeline) przetworniki A/C. Zasada działania, architektury, błędy i ich korekcja. Bloki funkcjonalne, wymagania dotyczące dokładności komponentów, korekcja cyfrowa. Przykłady praktyczne przetworników wieloprzebiegowych i potokowych, uzyskiwane parametry.
7. Przetworniki A/C typu sigma-delta. Zasada działania, architektury, bloki funkcjonalne. Przykłady przetworników typu sigma-delta, uzyskiwane parametry. Inne typy przetworników A/C, przetworniki całkujące, napięcie-częstotliwość, przetworniki algorytmiczne.
8. Przegląd i analiza porównawcza współcześnie produkowanych przetworników A/C i C/A. Przegląd zagadnień związanych z doбором przetworników dla typowych zastosowań w technice pomiarowej, przetwarzaniu sygnałów akustycznych, biomedycznych, telekomunikacji, radiolokacji.

9. Podstawowe elementy układowe przetworników A/C i C/A. Przegląd technologii produkcji scalonych przetworników A/C i C/A, ograniczenia i wyzwania technologiczne.
10. Nowe trendy w projektowaniu przetworników A/C. Przetworniki A/C wykorzystujące adaptacyjne algorytmy przetwarzania sygnałów.

Laboratorium:

W ramach zajęć laboratoryjnych studenci będą wykonywali następujące ćwiczenia:

1. Wybrane zagadnienia podstaw konwersji A/C i C/A – badania symulacyjne.
2. Pomiary i weryfikacje parametrów i charakterystyk przetworników A/C. Przykładowe zastosowania.
3. Pomiary i weryfikacje parametrów i charakterystyk przetworników C/A. Przykładowe zastosowania.

Projekt:

Nie dotyczy.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. F. Maloberti, *Przetworniki danych*, WKŁ 2010.
2. W. Kester, *Przetworniki A/C i C/A. Teoria i praktyka*, BTC 2012.
3. R. van de Plassche, *Scalone przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe*, WKŁ 2001.
4. *IEEE Std 1241-2010*, "IEEE Standard for Terminology and Test Methods for Analog-to-Digital Converters," IEEE Inc., 2011.
5. A. Domańska, *Cyfrowe metody badania przetworników analogowo-cyfrowych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2010.
6. Materiały do wykładów i zajęć laboratoryjnych udostępniane na stronie przedmiotu.

Oprogramowanie:

MATLAB

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	7/5	-	3/5	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 32 godz., w tym:
obecność na wykładach 21 godz.,
obecność na laboratorium 9 godz.,

udział w konsultacjach 2 godz.

2. *praca własna studenta – 24 godz., w tym
przygotowanie do laboratoriów 9 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 15 godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 56 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,14 pkt ECTS, co odpowiada 32 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,64 pkt ECTS, co odpowiada 9 godz. ćwiczeń laboratoryjnych (+ 9 na przygotowanie) i 0 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W08
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W09
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie sygnałów i metod ich analizy i przetwarzania.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W10
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W11

Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - układów elektronicznych	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U02
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U04
Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki.	Zajęcia laboratoryjne.	Ocena sprawozdań.	K1_U06
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fotonicznych - analogowych i cyfrowych układów elektronicznych - prostych systemów elektronicznych - algorytmów.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U12
Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U13
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U14

Potrafi dokonać analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując techniki analogowe i cyfrowe oraz odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U15
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: - elementy elektroniczne, - układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne) - systemy elektroniczne (w tym proste systemy cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz systemy pomiarowe).	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U16
Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U17
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	Wykłady, zajęcia laboratoryjne.	Ocena kolokwium, ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_K01
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Zajęcia laboratoryjne.	Ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_K03
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Zajęcia laboratoryjne.	Ocena wykonywania zadań laboratoryjnych i sprawozdań.	K1_K04

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Tomasz Starecki

Wprowadzenie Do Zarządzania Projektami (WZAP)
Introduction to Project Management

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów: *przedmioty ekonomiczno - społeczne*

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *projekt wstępny*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest wprowadzenie do zarządzania projektami prowadzonego zgodnie z metodyką PMI (Project Management Institute). Po przedstawieniu podstawowej terminologii wykład koncentruje się na omówieniu typowych działań realizowanych w ramach projektu i technik skutecznego zarządzania projektami. Materiał opanowany na wykładzie jest utrwalany podczas zajęć projektowych. Istotnym elementem tych zajęć jest analiza i dyskusja rozwiązań zadań projektowych przedstawianych przez poszczególne zespoły projektowe.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: Przedmiot zaliczany jest w oparciu o realizację opisanych dalej projektów zespołowych

Opis wykładu:

Podstawowa terminologia stosowana w zarządzaniu projektami (1)

Procesy a projekty, fazy projektu, wpływ struktury organizacyjnej na projekt, udziałowcy projektu, kierownik projektu i jego rola (1)

Inicjacja projektu, ze szczególnym uwzględnieniem metod analizy i zbierania informacji, określania potrzeb klienta, definiowania udziałowców projektu, celów projektu i czynników krytycznych sukcesu projektu (2)

Struktura podziału prac, metody jej tworzenia i zakres wykorzystywania (1)

Zarządzanie ryzykiem – pojęcie ryzyka w projektach, źródła i czynniki ryzyka, identyfikacja, ocena, łagodzenie, monitorowanie ryzyka (1). Szacowanie (zasobów, czasu, kosztów itp.) (1)

Podstawy harmonogramowania, metoda ścieżki krytycznej (2)

Realizacja zadań projektowych, śledzenie postępów projektu, raportowanie (1)

Zarządzanie zmianami (1)

Zarządzanie kosztami na przykładzie metody wartości uzyskanej (1)

Zarządzanie zaopatrzeniem i kontraktami (1)

Zamknięcie projektu. Zarządzanie zespołem projektowym (1)

Główne przyczyny niepowodzeń w projektach. Podsumowanie (1)

Projekt:

Projekt realizowany jest w kilkusobowych zespołach projektowych. Każdy zespół ma do opracowania, a następnie przedstawienia i wspólnej analizy/dyskusji na forum całej grupy inny temat. W oparciu o poznaną na wykładach metodykę, zespoły mają za zadanie opracować w kolejnych etapach: WBS, harmonogram projektu, analizę ryzyka projektu.

Egzamin: nie

Literatura:

Podstawowa:

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)
2. T. Starecki, Zarządzanie projektami dla inżynierów

Uzupełniająca:

1. Kompendium wiedzy o zarządzaniu projektami, Wydawnictwo WIG PRESS
2. J. R. Meredith, S. J. Mantel Jr., Project Management. A Managerial Approach
3. E. Yourdon, Marsz ku klęsce – poradnik dla projektanta systemów

Oprogramowanie: -

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1	-	-	1	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 23 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 6 godz. (grupowa analiza wyników projektów zespołowych),
udział w konsultacjach 2 godz.
2. praca własna studenta – 24 godz., w tym
wykonywania zadań projektowych 18 godz.,

przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 6 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 47 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1 pkt ECTS, co odpowiada 23 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1 pkt ECTS, co odpowiada 24 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
[W16] Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej.	wykład + projekty zespołowe	ocena realizacji projektów zespołowych	I.P6S_WK III.P6S_WK
UMIEJĘTNOŚCI			
[K03] Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	projekty zespołowe	ocena realizacji projektów zespołowych	I.P6S_UO
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Zespół Autorski:
dr inż. Mirosław Mikołajewski

Zasilanie Urządzeń Elektronicznych (ZUE) *Electronic power supplies*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Teoria obwodów (TOB),
Elektronika Analogowa 1 (ELA1)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie z podstawowymi parametrami, zasadami budowy i działania, a także projektowaniem nowoczesnych zasilaczy prądu stałego o pracy ciągłej i impulsowej. Przedstawienie problemów układowych i realizacyjnych dla układów oraz systemów zasilania z uwzględnieniem zagadnienia zakłóceń i kompatybilności elektromagnetycznej. Omówienie przykładowych realizacji współczesnych zasilaczy urządzeń i systemów elektronicznych. Przedstawienie typowych struktur systemów zasilania. Przedstawienie szerokiego obszaru zastosowań nowoczesnych wysokosprawnych elektronicznych układów przetwarzających energię.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: Zajęcia obejmują wykład w ramach, którego omawiane są też przykłady projektowe przetwornic lub innych podzespołów związanych z układami badanymi w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych. W ramach ćwiczeń laboratoryjnych studenci sprawdzają praktycznie przyswojoną wiedzę wykonując: najpierw w zespole, w ramach przygotowania do zajęć, punktowaną pracę domową obejmującą wstępne obliczenia lub

¹ W miejsce objaśnień w nawiasach wpisać potrzebne dane, a objaśnienia wraz z nawiasami usunąć. Pozostałe treści pozostawić bez zmian.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

symulacje badanego układu, weryfikują wyniki pracy domowej przeprowadzając symulacje komputerowe badanego układu w trakcie laboratorium, a następnie wykonują pomiary układów laboratoryjnych. Opracowane wyniki symulacji, obliczeń i pomiarów zamieszczane są w sprawozdaniu, które każda grupa laboratoryjna przedstawia prowadzącemu. Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawozdanie oraz rozmowy sprawdzającej wiedzę poszczególnych członków zespołu. Sprawdzenie wiedzy teoretycznej studentów odbywa się w formie dwóch kolokwii w czasie semestru, obejmujących zarówno zagadnienia projektowe jak i wybrane zagadnienia teoretyczne.

Opis wykładu:

Rodzaje i charakterystyka źródeł energii w układach zasilaczy (sieć energetyczna, źródła chemiczne, ogniwa słoneczne, niekonwencjonalne źródła energii- energy harvesting, zasilanie bezprzewodowe).

Zasilacze prądu stałego o pracy ciągłej (z obniżonym spadkiem napięcia LDO) i impulsowej - ogólna zasada działania, zakresy zastosowań, poziom mocy wyjściowej, podstawowe właściwości i parametry.

Rodzaje współczesnych zasilaczy impulsowych, zasada działania i metody projektowania (zasilacze PWM, rezonansowe, quasirezonansowe). Metody podwyższania sprawności energetycznej i obniżania emisji zakłóceń elektromagnetycznych.

Półprzewodnikowe elementy kluczujące (tranzystory MOSFET, diody UltraFast, SiC, diody Schottky). Sterowanie tranzystorami mocy, straty komutacyjne w kluczowanych tranzystorach mocy, sposoby ich zredukowania.

Elementy biernie w zasilaczach impulsowych (cewki i kondensatory w układach mocy, transformatory impulsowe mocy). Metodyka projektowania dławików i transformatorów mocy z rdzeniami ferrytowymi (zasady wyboru typu kształtki rdzenia, rodzaju materiału ferrytowego). Straty w uzwojeniach: szacowanie wpływu zjawiska naskórkowości i efektu zbliżeniowego na straty w uzwojeniu. Zalecane sposoby wykonania uzwojeń oraz zastosowanie licy w.cz. do konstrukcji uzwojeń. Wykorzystanie gotowych podzespołów magnetycznych-interpretacja istotnych parametrów z not katalogowych.

Stabilizacja napięcia wyjściowego przetwornicy- układy z pętlą napięciową i prądową.

Model mało-sygnałowy oraz transmitancja mało-sygnałowa stopnia mocy przetwornicy. Kryterium stabilności mało-sygnałowej- określanie częstotliwości granicznej, marginesu fazy oraz wzmocnienia. Metoda współczynnika "k" w projektowaniu układu kompensacji częstotliwościowej wzmacniacza błędu przetwornicy. Scalone sterowniki zasilaczy impulsowych -przeгляд rozwiązań.

Oprogramowanie narzędziowe wspierające proces projektowania zasilaczy impulsowych (LTpowercad, PowerIntegrations Suite, Webench Power Designer): możliwości, przykłady stosowania.

Przeгляд zastosowań zasilaczy impulsowych: układy ładowania akumulatorów (bezprzewodowe i przewodowe), przetwornice POL (Point of Load), zasilacze oświetleniowe LED, zasilacze ethernetowe, spawarka inwerterowa.

Zakłócenia przewodzone w zasilaczach impulsowych: rodzaje, drogi propagacji, sposoby ograniczania. Pomiary zakłóceń przewodzonych: normy w różnych środowiskach, metodyka pomiarów, budowa stanowiska pomiarowego, konstrukcja i parametry sztucznej sieci,

separatory zakłóceń. Filtry zakłóceń przewodzonych - konstrukcja, dobór elementów. Projektowanie skutecznych filtrów zakłóceń przewodzonych na podstawie wyników pomiarów emisji zakłóceń zasilacza.

Laboratorium:

Ćwiczenie 1: Badanie przetwornicy obniżającej: Symulacja (.ac) modelu mało-sygnałowego przetwornicy- identyfikacja warunków stabilności mało-sygnałowej. Symulacja wielkosygnałowa (.Tran) modelu laboratoryjnego przetwornicy w warunkach zmian napięcia zasilania i obciążenia. Identyfikacja przyczyn wzbudzeń układu w warunkach pracy wielkosygnałowej - sposoby eliminacji zjawiska. Pomiary układu laboratoryjnego: pomiary przebiegów czasowych prądów i napięć przy obciążeniu zmiennym statycznie i dynamicznie, pomiary sprawności energetycznej oraz współczynników stabilizacji napięcia wyjściowego, badanie układu soft-startu, badanie zabezpieczeń prądowych i napięciowych.

Ćwiczenie 2: Badanie przetwornicy przeciwbieżnej z izolacją galwaniczną: pomiary przebiegów czasowych prądów i napięć przy obciążeniu zmiennym statycznie i dynamicznie, pomiary sprawności energetycznej oraz współczynników stabilizacji napięcia wyjściowego, określanie zakresu regulacji zasilacza PW, badanie układów zabezpieczeń przetwornicy. Identyfikacja wpływu parametrów transformatora (współczynnika sprzężenia magnetycznego) na mierzone przebiegi czasowe.

Ćwiczenie 3: Badanie układów oświetleniowych (na przykładzie przetwornicy LED oraz zasilacza do lamp fluorescencyjnych): pomiary przebiegów czasowych prądów i napięć, pomiary sprawności energetycznej. Badanie zakresu regulacji prądu wyjściowego przetwornicy LED przy sterowaniu dc oraz PWM. Pomiary przebiegów czasowych oraz identyfikacja zasady działania i cyklu pracy zasilacza lamp fluorescencyjnych.

Ćwiczenie 4: Pomiary zakłóceń przewodzonych w przetwornicach napięcia stałego: pomiary poziomów zakłóceń przewodzonych w liniach zasilania niskonapięciowej komercyjnej przetwornicy w zakresie 0,15-30 MHz zgodnie z normą EN55032. Weryfikacja zgodności deklaracji z obowiązującą normą. Separacja rodzajów zakłóceń (symetryczne – dm, asymetryczne – cm) poprzez pomiar sondami prądowymi. Zaprojektowanie, wykonanie i pomiary skuteczności filtru przeciwzakłóceńowego dopasowanego do badanej przetwornicy. Porównanie zaprojektowanego filtru z przykładowymi komercyjnymi filtrami przeciwzakłóceńowymi.

Projekt: *nie*

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. Ch. P. Basso; "Switch-mode power supplies. Spice Simulations and Practical Designs", McGraw-Hill, 2008.
2. M. K. Kazimierzczuk; "Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters", Wiley, 2ndediton, 2015,
3. M. K. Kazimierzczuk;"High-frequency magnetic components", Wiley, 2ndediton, 2014.
4. M. Kazimierzczuk, D. Czarkowski, *Resonant Power Converters*, J. Wiley and Sons, Ltd. New York, 2nd Edition 2011.
5. S. Naoki, „Wireless power transfer via radiowaves”, Wiley, 2013.
6. P. Spies, M. Pollak, L. Mateu,"Handbook of Energy harvesting power supplies and applications", Pan Stanford, 2015.

7. Y. Barsukov, J. Qian, "Battery power management for portable devices", Artech House, 2013.
8. J. Baranowski, G. Czajkowski, *Układy elektroniczne cz. II. Układy analogowe nieliniowe i impulsowe*, WNT, Warszawa 1993.
9. A. Napieralski, M. Napieralska, *Polowe półprzewodnikowe przyrządy dużej mocy*, WNT, Warszawa 1995.
10. A. Czerwiński: „Akumulatory, baterie, ogniwa”, WKŁ, Warszawa 2005.

Oprogramowanie: LTpowerCAD

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.
2. praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń i laboratoriów 25 godz.,
przygotowanie do kolokwium 20 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105godz.,co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.9 pkt ECTS, co odpowiada (50) godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0.57 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W01 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie analizy matematycznej, algebry i probabilistyki oraz metod numerycznych. (dodajemy tyle wierszy ile potrzeba)	Wykład/ Laboratorium/ praca własna studenta	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab.	
W07 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki	Wykład/ Laboratorium/	Kolokwium/ Sprawozdanie	

półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fonicznych.	praca własna studenta	z ćw. lab.	
W08 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	Wykład/ Laboratorium/ praca własna studenta	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab.	
W11 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Laboratorium/ praca własna studenta	Sprawozdanie z ćw. lab	
W12 Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości	Wykład/ Laboratorium/ praca własna studenta	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab.	
W12 Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Sprawozdanie z ćw. lab	
UMIĘJĘTNOŚCI			
U03 Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Wykład	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab.	
U04 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Wykład	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab	
U11 Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - pól i fal, - obwodów elektrycznych, - elementów elektronicznych i fonicznych, - analogowych i cyfrowych układów elektronicznych, - prostych systemów elektronicznych, - algorytmów.	Wykład/ laboratorium	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab	
U12 Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar	Wykład/ laboratorium	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab	

charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.			
U13 Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	Wykład/	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab	
U15 Potrafi dokonać analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując techniki analogowe i cyfrowe oraz odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe.	Wykład	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab	
U16 Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: - obwody elektryczne, - elementy elektroniczne, - układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne), - systemy elektroniczne (w tym proste systemy cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz systemy pomiarowe).	Wykład		
U19 Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego	Wykład/ Laboratorium/ praca własna studenta	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab	
U20 Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Wykład	Laboratorium	
U21 Posiada jeden z dwóch następujących zestawów umiejętności potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących: - elementy elektroniczne i fotoniczne, - proste układy elektroniczne (w tym	Wykład	Kolokwium/ Sprawozdanie z ćw. lab	

układy w.cz.), a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.			
K03 Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.		Laboratorium	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K02 Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	Wykład		

Autor:

prof., dr hab. inż. Yevhen Yashchyshyn

Anteny (ANT)

Antennas

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Fotonika w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Teoria elektromagnetyzmu (TEM)*

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z różnymi typami anten oraz z ich charakterystykami. Szczególny nacisk jest położony na omówienie nowych rodzajów anten. Po tym przedmiocie student powinien rozumieć sposób działania anten i szyków antenowych, umieć zmierzyć lub/i oszacować główne charakterystyki anten oraz umieć dobrać rodzaj anten do określonego systemu elektronicznego.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot zaliczany jest w oparciu o kolokwia wykładowe, oceny z laboratoriów oraz ćwiczeń.

Opis wykładu:

1. *HISTORIA POWSTAWANIA ANTEN (2 godz.).*

Krótki zarys historii techniki antenowej. Przegląd typów anten i właściwości anten.

2. *MECHANIZM PROMIENIOWANIA (2 godz.).*

Definicje anten. Rodzaje anten. Mechanizm promieniowania. Rozkład prądu na cienkim przewodzie.

3. *PARAMETRY ANTEN I METODY POMIAROWE (6 godz.).*

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Podstawowe charakterystyki anten. Pomiary charakterystyki kierunkowości oraz zysku anten. Pomiary polaryzacyjne. Pomiary w strefie bliskiej. Metody pomiarowe charakterystyk anten oraz terminali mobilnych.

4. *OBLICZENIA CHARAKTERYSTYKI KIERUNKOWEJ ANTENY* (4 godz.).

Charakterystyka kierunkowa przewodu prostego w zależności od rozkładu prądu. Charakterystyka kierunkowa grupy radiatorów, czyli szyku antenowego.

5. *RODZAJE ANTEN I ICH WŁAŚCIWOŚCI* (5 godz.).

Klasyfikacja anten (częstotliwość pracy; kształt wiązki; szerokość pasma; rozmiary; sposoby zasilania, itd.). Anteny dipolowe, anteny aperturowe (reflektorowe, soczewkowe, tubowe), szyki antenowe.

6. *NOWOCZESNE TECHNIKI ANTENOWE* (5 godz.).

Anteny systemów komórkowych. Anteny stacji bazowych. Anteny radiolinii. Wpływ parametrów anteny na stan kompatybilności oraz poziom interferencji międzykanałowej. Anteny systemów bezprzewodowych. Metody odbioru. Odbiór zbiorczy – czasowy, częstotliwościowy, polaryzacyjny, przestrzenny. Anteny do systemów ze zwielokrotnieniem - FDMA, TDMA, CDMA, SDMA. Systemy antenowe do technik MIMO. Zasady technik MIMO. Wady i zalety technik MIMO. Anteny do technik MIMO. Wprowadzenie do systemów inteligentnych, ich zalety i wady.

ĆWICZENIA:

1. Bilans mocy i rola anteny. Wpływ zysku anten (2 godz.).
2. Charakterystyki kierunkowe anten. Wpływ rozkładu prądu/pola w aperturze anteny na charakterystykę kierunkową (2 godz.).
3. Wymiary anteny - rozmiary geometryczne i efektywne. Oszacowanie kierunkowości i zysku anten (2 godz.).
4. Dopasowanie impedancyjne anteny oraz sprawności anteny (2 godz.).

LABORATORIA:

1. Pomiary charakterystyk anten mikrofalowych.
Pomiary charakterystyk kierunkowych anten mikrofalowych;
Pomiary impedancji wejściowej, szerokości pasma i dopasowania anten mikrofalowych;
Obróbka i analiza danych pomiarowych.
2. Badanie sprzężeń wzajemnych między radiatorami.
Pomiary impedancji wzajemnej między antenami liniowymi;
Obliczenie impedancji wzajemnej między antenami liniowymi;
Porównanie i analiza wyników.
3. Badanie właściwości polaryzacyjnych pola elektromagnetycznego i anten.
Badanie charakterystyk polaryzacyjnych anten;
Badanie sposobów uzyskania polaryzacji eliptycznej;
Analiza danych pomiarowych.
4. Badanie rozkładu pola na aperturze anteny.
Pomiar rozkładu pola na powierzchni wybranej anteny;
Obliczenie pola promieniowania anteny;
Analiza porównawcza wyników.

PROJEKT: brak

ZAJĘCIA ZINTEGROWANE:

1. Obliczenie charakterystyk kierunkowych anten i szyków antenowych (2god).
2. Wykorzystanie symulatorów elektromagnetycznych do analizy charakterystyk anten (2 godz.).

3. Wprowadzenie do anten inteligentnych z obliczeniem charakterystyk adaptacyjnych (2 godz.).

Egzamin: *Nie*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	8/5	11/15	1	-	(50h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:

- liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym:
obecność na wykładach 24 godz.,
obecność na laboratoriach 15 godz.,
obecność na zajęciach ćwiczeniowych 11 godz.,
udział w konsultacjach 10 godz.*
- praca własna studenta – 40 godz., w tym
nauka zagadnień teoretycznych 15 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 15 godz.
przygotowanie do ćwiczeń, wykonanie obliczeń - 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,4 pkt ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. zajęć w laboratroyim, 15 godz. ćwiczeń praktycznych i 15 godz. przygotowania do laboratoriów.

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych.	wykład / laboratorium / ćwiczenia	kolokwium / raport	K1_W06
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	wykład / laboratorium / ćwiczenia	kolokwium / raport	K1_W11
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszarów techniki wielkich częstotliwości	wykład / laboratorium / ćwiczenia	kolokwium / raport	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	laboratorium / ćwiczenia	raport	K1_U04
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy pól i fal,	laboratorium / ćwiczenia	raport	K1_U11
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego	laboratorium / ćwiczenia	raport	K1_U19

Zespół Autorski:
dr inż. Adam Wojtasik

Programowanie dla systemów: mobilnego iOS oraz MacOS X (APiOS) *Mobile iOS and MacOS X programming*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *zalecane – wszelkie przedmioty dotyczące teorii i praktyki programowania*

Limit liczby studentów: *limit ustalany przed każdym semestrem zajęć*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest praktyczne zapoznanie z wieloparadygmatowym językiem programowania Swift. Język ten stosowany jest do budowania aplikacji mobilnych dla urządzeń Apple iPhone/iPod/iPad (system iOS) oraz do budowania interfejsów graficznych użytkownika dla aplikacji na stacjonarne i przenośne komputery Apple Mac (system MacOS X). Dlatego też drugim integralnym celem przedmiotu jest zapoznanie z metodami i narzędziami służącymi do tworzenia takich właśnie aplikacji (systemy Cocoa, CocoaTouch i metodologie UIKit oraz SwiftUI).

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: Zajęcia prowadzone są w blokach trzygodzinnych w terminach uzgadnianych ze studentami na początku semestru. Zaliczenie odbywa się na podstawie punktów zdobytych na kolokwium wykładowym (po zakończeniu cyklu wykładowego, 20% punktów) i na ćwiczeniach laboratoryjnych (ćwiczenia 1–7: 40%, 8–10: 40% punktów).

Opis wykładu:

Wprowadzenie; Objective-C jako poprzednik języka Swift; Objective-C i Swift na tle innych języków programowania; powiązania semantyczne tych języków (0,5h).

Podstawy składni języka Swift zasady w nich obowiązujące (0,5h).

Pojęcie property: składnia, rodzaje property i ich stosowalność (1h).

Klasa, struktura, typ wyliczeniowy itp. – dziedziczenie, wywoływanie metod, typowanie, kontekstowość typów. Rozszerzenia typów (1h).

Protokoły: składnia, instancje protokołów, definicje warunkowe. Programowanie protokołowe (1h).

Tworzenie, inicjalizacja i likwidowanie obiektu, gospodarka pamięcią (ARC) (1h).

Obsługa sytuacji wyjątkowych (0,5h).

Programowanie wielowątkowe w Swift, synchronizacja wątków z użyciem standardowych wbudowanych w aplikację kolejek wątków oraz kolejek typu “custom” (Dispatch Queue i Operation Queue) (1h).

Mieszanie kodu Swift z kodem Objective-C oraz kodu Objective-C z kodem C/C++, współpraca klas definiowanych we wszystkich tych językach w ramach jednego projektu (0,5h).

Przegląd paradygmatów programowania obiektowego, programowania funkcyjnego, programowania zdarzeniowego, metodologii wysyłania sygnałów przez obiekty, itp. w kontekście stosowalności w aplikacjach na MacOS X i iOS (1h).

Cocoa, CocoaTuch: system tworzenia oprogramowania na sprzęt firmy Apple (iOS i MacOS X) (0.5h).

UIKit: tworzenie interfejsu graficznego użytkownika (1h).

SwiftUI: tworzenie interfejsu graficznego użytkownika (1h).

Tworzenie animacji (1h)

Przegląd bibliotek (frameworks) systemu i przykładowe wykorzystanie jednej z nich (1h).

Praktyczne wykorzystanie narzędzi udostępnianych w ramach Xcode na przykładzie systemów tworzenia gier SpriteKit i SceneKit (1h).

Zasady umieszczania aplikacji w App Store (0,5h).

Laboratorium:

Studenci mają do dyspozycji laboratorium z komputerami Apple Macintosh (iMac) wyposażonych w oprogramowanie Xcode i symulator iPhone/iPad/iPod. Oprogramowanie to jest licencjonowane w ramach Apple University Developer Program. Zajęcia laboratoryjne wykonywane są przez studentów indywidualnie. W trakcie zajęć ćwiczone jest tworzenie elementarnych programów w języku Swift ze zwiększaniem poziomu ich złożoności w ramach kolejnych ćwiczeń – programy te są rozszerzane przez stopniowe wykorzystanie bibliotek Cocoa/CocoaTuch (dodawanie nowych funkcjonalności i budowa interfejsu użytkownika) w celu stworzenia „kompleksowych” aplikacji działającej w systemie iOS/MacOS X.

Tematy laboratoriów (ćwiczenia trzygodzinne):

1. Środowisko Xcode, zasady tworzenia projektów z użyciem indywidualnych kont Apple Developer oraz grup projektowych z wykorzystaniem Xcode Server, pierwsza prosta aplikacja w Swift.
2. Aplikacja w Swift (gospodarka pamięcią, zasady odśmiecania ARC).
3. Aplikacja w Swift (programowanie protokołowe, sytuacje wyjątkowe itp.).
4. Aplikacja z prostym interfejsem graficznym użytkownika (UIKit).

5. Aplikacja z prostym interfejsem graficznym użytkownika (SwiftUI).
6. Aplikacja wielowątkowa.
7. Animacje.
8. Kompleksowa aplikacja na iOS lub MacOS X – cz. 1.
9. Kompleksowa aplikacja na iOS lub MacOS X – cz. 2.
10. Kompleksowa aplikacja na iOS lub MacOS X – cz. 3.

Każdy student (lub współpracujący zespół studentów) może w porozumieniu z prowadzącym dobrać konkretną tematykę ćwiczeń 8–10 indywidualnie do swoich zainteresowań.

Egzamin: *nie*

Literatura: dokumentacja wbudowana w narzędzie do tworzenia aplikacji firmy Apple – Xcode, dokumentacja języka Swift dostępna on-line (www.swift.org).

Oprogramowanie: program do tworzenia aplikacji na sprzęt firmy Apple – XCode

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1	-	2	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.
2. praca własna studenta – 30 godz., w tym
przygotowanie do laboratoriów 20 godz.,
przygotowanie do kolokwium 5 godz.,
przygotowanie sprawozdań (laboratoria) 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 110 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,3 pkt ECTS, co odpowiada 60 godz. ćwiczeń (ćwiczenia, przygotowanie, konsultacje).

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną wiedzę o konstrukcjach syntaktycznych i semantycznych języka Swift	wykład	Kolokwium, aktywność	
Ma uporządkowaną wiedzę o zasadach budowy aplikacji na sprzęt firmy Apple z użyciem języka Swift i systemów Cocoa/CocoaTuch	wykład	Kolokwium, aktywność	
Ma uporządkowaną wiedzę o metodach stosowanych w technologiach UIKit i SwiftUI	wykład	Kolokwium, aktywność	
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi zaprojektować i zbudować dla aplikacji interfejs graficzny z użyciem metodologii UIKit oraz SwiftUI	Wykład i laboratorium	Zadanie laboratoryjne	
Potrafi tworzyć aplikacje współbieżne z użyciem języka Swift	Wykład i laboratorium	Zadanie laboratoryjne	
Potrafi tworzyć animacyjne efekty graficzne z użyciem narzędzi należących do systemu budowania aplikacji firmy Apple	Wykład i laboratorium	Zadanie laboratoryjne	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Rozumie odpowiedzialność projektanta i programisty za jakość tworzonego oprogramowania			
Rozumie zasady współpracy między projektantami czy programistami biorącymi wspólnie udział w opracowywaniu aplikacji			

Zespół Autorski:

dr inż. Krystian Król

**MATLAB w zaawansowanych metodach obliczeniowych
(MZMO) *MATLAB in advanced engineering calculation
methods***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: -

Limit liczby studentów: *30*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z możliwościami środowiska programistycznego MATLAB przy wspomaganie prac inżynierskich oraz badawczych. Wykłady obejmują charakterystykę środowiska MATLAB oraz możliwości jego zastosowania w inżynierskich problemach przetwarzania danych, sygnałów oraz obrazów, jak również realizacji zadań sztucznej inteligencji.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Ponieważ przedmiot ma charakter ściśle programistyczny i dotyczy wykorzystania środowiska MATLAB w inżynierskich problemach obliczeniowych przewiduje się realizację przedmiotu za pomocą dwóch rodzajów zajęć:

- zajęcia zintegrowane (ZI) łączące funkcję wykładu i ćwiczeń komputerowych – bez sztywnego podziału czasu na część wykładową i ćwiczeniową.*
- zajęcia projektowe w których studenci integrują nabyte w trakcie zajęć zintegrowanych umiejętności celem rozwiązania rzeczywistego zagadnienia inżynierskiego związanego z realizowaną specjalnością, pracą dyplomową lub badawczą.*

Opis zajęć zintegrowanych:

1. *Wprowadzenia do programowania w języku MATLAB. Zapoznanie z typami danych, programowaniem obiektowym w MATLABIE, ograniczeniami obliczeniowymi.*
2. *Wprowadzenie do grafiki i budowy interfejsów graficznych (GUI). Budowa i działanie mechanizmu Handle Graphics. Budowa i działanie frameworka App Designer. Wykorzystanie mechanizmu Handle Graphics do budowania interaktywnych interfejsów użytkownika o budowie zdarzeniowej.*
3. *Zaawansowane przetwarzanie grafiki w MATLABIE. Architektura i podstawowe koncepcje opisu obrazów rastrowych w MATLABIE. Wprowadzenie do wykorzystanie pakietu Image Processing Toolbox do obróbki danych rastrowych.*
4. *Zastosowanie pakietu MATLAB w przetwarzaniu sygnałów, analizy sygnałowej w tym sygnałów audio (pakiety Signal Processing, Audio oraz Phased Array)*
5. *Zastosowanie MATLABA do modelowania systemów (np. systemów kontrolno-pomiarowych), identyfikacji ich parametrów na podstawie pomiarów*
6. *Zaawansowane mechanizmy MATLABA związane z pozyskaniem danych pomiarowych z urządzeń zewnętrznych, ich archiwizacją oraz przetwarzaniem*
7. *Podstawowe mechanizmy umożliwiające implementację sieci neuronowych i algorytmów genetycznych*

Laboratorium: -

Projekt: *W ramach projektu student będzie miał za zadanie opracowanie i implementację rzeczywistego problemu inżynierskiego związanego ze swoją specjalnością i implementacja jego rozwiązania przy pomocy środowiska MATLAB w oparciu o zaawansowane funkcje środowiska. Celem pobocznym projektu jest zaznajomienie studenta ze wszystkimi etapami inżynierskiego rozwiązania wybranego problemu od jego określenia i opisanie, poprzez dobór odpowiednich metod modelowania, ich implementacji oraz implementacji interfejsu graficznego. Celem projektu jest stworzenie aplikacji okienkowej w środowisku MATLAB rozwiązującej i graficznie prezentującej wyniki rozwiązania wybranego problemu inżynierskiego.*

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. Dokumentacja aktualnie najnowszej wersji środowiska MATLAB dostępna pod adresem <https://www.mathworks.com/help/matlab/>
2. Keviczky, László, Ruth Bars, Jenő Hetthéssy and Csilla Bányász. “Control Engineering: MATLAB Exercises.” (2018).
3. Thyagarajan, K. S.. “Introduction to Digital Signal Processing Using MATLAB with Application to Digital Communications.” (2018).
4. Hill, Paul R.. “Audio and Speech Processing with MATLAB.” (2018).
5. Gong, Shengrong, Chunping Liu, Yi Ji, Baojiang Zhong, Yonggang Li and Husheng Dong. “Advanced Image and Video Processing Using MATLAB.” (2018).

6. *Fornetti, Francesco. "Instrumentation Control, Data Acquisition and Processing with MATLAB." (2013).*

Oprogramowanie: *pakiet MATLAB wraz z dodatkami specjalistycznymi*

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
1	1	-	2	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym
obecność na zajęciach zintegrowanych 30 godz.,
udział w konsultacjach i zajęciach projektowych 30 godz.*
2. *praca własna studenta – 45 godz., w tym
przygotowanie do zajęć zintegrowanych 15 godz.,
wykonywania zadań projektowych 25 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,71 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,71 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 30 godz. zadań projektowych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	Ćwiczenia, zajęcia zintegrowane, zajęcia projektowe	Sprawdziany ćwiczeniowe, ocena projektu	W08
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych.	Ćwiczenia, zajęcia zintegrowane, zajęcia projektowe	Sprawdziany ćwiczeniowe, ocena projektu	U08
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Zajęcia projektowe	ocena projektu	U04
Ma umiejętność samokształcenia się	Ćwiczenia, zajęcia zintegrowane, zajęcia projektowe	Sprawdziany ćwiczeniowe, ocena projektu	U08
Potrafi tworzyć i uruchamiać programy w językach różnych poziomów.	Ćwiczenia, zajęcia zintegrowane, zajęcia projektowe	Sprawdziany ćwiczeniowe, ocena projektu	U18

Zespół Autorski:
dr inż. Jerzy Kalenik

Projektowanie obwodów drukowanych (PADS) *Design of Printed Circuit Boards*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika, Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *brak*

Limit liczby studentów: *48*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest:

- zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi projektowania obwodów drukowanych z uwzględnieniem aspektów materiałowych, konstrukcyjnych i technologicznych,
- przedstawienie wpływu elementów pasożytniczych w obwodzie drukowanym na działanie urządzenia oraz wybrane metody minimalizacji tego wpływu,
- przygotowanie studentów do projektowania obwodów drukowanych oraz wykonania dokumentacji produkcyjnej,
- zapoznanie studentów z oprogramowaniem służącym do wspomagania projektowania obwodów drukowanych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Prezentowane są materiałowe, konstrukcyjne i technologiczne uwarunkowania projektu. Przedstawiony jest wpływ elementów pasożytniczych na działanie urządzenia oraz wybrane metody minimalizacji tego wpływu. Szczególna uwaga została zwrócona na przygotowanie

projektu obwodu drukowanego w celu spełnienia wymagań technologicznych procesu produkcyjnego.

Opis wykładu:

1. Materiały stosowane w obwodach drukowanych (2h).

Materiały stosowane na podłoża obwodów drukowanych, laminaty sztywne i elastyczne. Parametry materiałowe. Technologie wytwarzania obwodów drukowanych. Folie miedziane. Nowoczesne podłoża.

2. Konstrukcje obwodów drukowanych i ich elementów (2h).

Siatki modułowe. Pola lutownicze dla elementów przewlekanych i powierzchniowych. Dostosowanie pól lutowniczych do technologii lutowania. Pola stykowe.

3. Rola ścieżek mas i zasilania (2h).

Doprowadzenie zasilania. Stabilne potencjały odniesienia. Kontrola przesłuchów.

4. Prowadzenie ścieżek mas i zasilania (2h).

Typowe sposoby prowadzenia ścieżek mas i zasilania. Płaszczyzny masy i zasilania. Szczeliny w płaszczyznach masy i zasilania. Odsprężanie zasilania.

5. Prowadzenie ścieżek sygnałowych (2h).

Elementy pasożytnicze. Transmisja różnicowa. Elementy o stałych skupionych i rozłożonych. Prowadzenie ścieżek sygnałowych. Prowadzenie ścieżek zegarowych.

6. Ścieżki jako linie długie (2h).

Konstrukcje linii długich w obwodach drukowanych. Parametry linii długich. Zasady dopasowania.

7. Dostosowanie projektu obwodu drukowanego do wymagań produkcyjnych (3h).

Ograniczenia technologiczne. Zasady dostosowania rozmieszczenia elementów do sposobów lutowania i kontroli modułów. Zasady dostosowania kształtu mozaiki ścieżek do wymagań produkcyjnych. Oznakowania ułatwiające wytwarzanie obwodów drukowanych.

Laboratorium:

1. Wprowadzanie elementu do biblioteki – opis elementu i symbol graficzny (4h).

Struktura bibliotek elementów. Zbiór informacji o elementach. Tworzenie symboli graficznych.

2. Wprowadzanie elementu do biblioteki – pola lutownicze (footprint) (4h).

Tworzenie pól lutowniczych, maski przeciwlutownej, konturu pasty lutowniczej oraz innych obiektów związanych z umieszczeniem elementu w obwodzie drukowanym.

3. Wprowadzanie schematu ideowego (4h).

Tworzenie schematu ideowego. Podział na bloki funkcjonalne. Zasady rysowania schematów. Czytelność schematu.

4. Rozmieszczenie elementów (4h).

Rozmieszczenie elementów na powierzchni obwodu drukowanego z uwzględnieniem podziału na bloki funkcjonalne i przyszłego prowadzenia ścieżek.

5. Wstępne rozprowadzenie ścieżek (5h).

Prowadzenie ścieżek sygnałowych, zegarowych i zasilania.

6. Korekta rozprowadzenia ścieżek (5h).

Tworzenie płaszczyzn masy i zasilania. Korekta prowadzenia ścieżek sygnałowych.

7. Przygotowanie dokumentacji produkcyjnej (4h).

Weryfikacja technologiczności projektu obwodu drukowanego. Przygotowanie plików wykonawczych.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. R. Kisiel, Podstawy technologii montażu dla elektroników, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2012,
2. R. Kisiel, A. Bajera, Podstawy konstruowania urządzeń elektronicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, WARSZAWA 1999.

Oprogramowanie: *Altium Designer, PADS*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1	-	2	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 53 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 8 godz.*
2. *praca własna studenta – 64 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 14 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 8 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 42 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 117 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,81 pkt ECTS, co odpowiada 53 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,46 pkt ECTS, co odpowiada 72 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i (wpisać) godz. zadań projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - techniki wielkich częstotliwości	wykład	kolokwia	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki	wykład	kolokwia	K1_W13
Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	wykład	kolokwia	K1_W14
Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	wykład	kolokwia	K1_W15
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	wykład/ laboratoria	ocena z laboratorium	K1_U19
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	wykład/ laboratoria	ocena z laboratorium	K1_U13
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: - obwody elektryczne	laboratorium	ocena z laboratorium	K1_U16
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie..	wykład/ laboratoria	ocena z laboratorium	K1_U04
Ma umiejętność samokształcenia się.	wykład/ laboratoria	kolokwia/ ocena z laboratorium	K1_U08
Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach.	laboratorium	ocena z laboratorium	K1_U05

Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej.	laboratorium	ocena z laboratorium	K1_U10
Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	laboratorium	ocena z laboratorium	K1_U20
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	wykład/ laboratoria	kolokwia/ ocena z laboratorium	K1_K02
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	wykład/ laboratoria	kolokwia/ ocena z laboratorium	K1_K04
Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	laboratorium	ocena z laboratorium	K1_K05

Przedmioty obieralne specjalności Elektronika i Fotonika

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Tomasz Osuch

dr inż. Alicja Anuszkiewicz

dr hab. inż. Mateusz Śmietana, prof. uczelni

Czujniki optyczne (CZO)

Optical Sensors

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do fotoniki (WDF),
Elementy Fotoniczne (ELFO)*

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Kształcenie studentów w zakresie konstrukcji, technologii, zasady działania oraz zastosowań czujników optycznych (w tym światłowodowych), stanowiących istotny element współczesnych systemów pomiarowych wielkości fizycznych, chemicznych oraz diagnostyki biochemicznej i medycznej. Szczególny nacisk zostanie położony na informacje związane z trendami rozwojowymi w zakresie czujników optycznych w powiązaniu z rozwojem technologii fotonicznych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot składa się z 30 godzin wykładów w wymiarze 2 godziny tygodniowo, oraz 5 zajęć laboratoryjnych (4 godziny każde) realizowanych w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie na podstawie oceny z kolokwium wykładowego oraz wyników uzyskiwanych na zajęciach laboratoryjnych.

Opis wykładu:

Zakres tematyczny wykładu obejmuje zagadnienia związane z szeroko pojętą sensoryką optyczną realizowaną w technologii optyki klasycznej, zintegrowanej oraz światłowodowej.

Wykłady poświęcone są poznaniu: fizycznych zjawisk wykorzystywanych w realizacji czujników optycznych, technologii stosowanych do ich wytwarzania, podstawowych konstrukcji czujników, właściwości. Przedstawione są również nowoczesne czujniki optyczne zastosowane w pomiarach wielkości fizycznych i biochemicznych.

1. Wstęp do czujników – omówienie podstawowych zagadnień związanych z optyką klasyczną i techniką światłowodową niezbędnych do zrozumienia konstrukcji i zasady działania czujników optycznych. (2h)
2. Podzespoły opto-elektroniczne dla czujników optycznych, w tym fotorezystory, fotodiody (PIN, APD), fototranzystory, matryce CCD, źródła promieniowania optycznego. Budowa, zasada działania, praktyczne realizacje. (2h)
3. Czujniki optyczne: wybrane konstrukcje czujników i układów czujnikowych realizowanych w technologii optyki klasycznej (m.in. natężeniowe, interferometryczne), właściwości, zastosowania (2h)
4. Czujniki optyczne w technologii optyki zintegrowanej – wybrane rozwiązania, właściwości, zastosowania (2h)
5. Klasyfikacje czujników światłowodowych, podstawowe parametry i właściwości: czujniki z modulacją natężenia, polaryzacji, długości fali oraz fazy. Podstawowe konstrukcje interferometrów światłowodowych w zastosowaniach czujnikowych (2h)
6. Metody obróbki materiałów dla potrzeb wytwarzania czujników: obróbka termiczna (przewężenia światłowodowe, mikro/nano włókna), mikroobróbka laserowa (z wykorzystaniem laserów femtosekundowych). Przykładowe konstrukcje czujników zrealizowanych z wykorzystaniem omawianych technik obróbki (2h)
7. Siatki światłowodowe (struktury braggowskie, długookresowe, skośne itp.) – budowa, zasada działania, właściwości, technologie, zastosowania czujnikowe (4h)
8. Rozłożone sensory światłowodowe bazujące na rozpraszaniu Rayleigha, Ramana, Brillouina, metody multipleksacji w światłowodowych sieciach czujnikowych (2h)
9. Pomiar wybranych wielkości fizycznych za pomocą czujników optycznych (2h)
10. Przegląd czujników optycznych w badaniach biologicznych i medycznych. Funkcjonalizacja powierzchni czujników (2h)
11. Technologie cienko i grubowarstwowe na potrzeby czujników optycznych. Metody osadzania warstw i właściwości uzyskiwanych materiałów (2h)
12. Efekty optyczne uzyskiwane dzięki wykorzystaniu cienkich warstw – interferencja, rezonans plazmonów powierzchniowych, rezonans modów tłumionych (4h)
13. Realizacja pomiarów wybranych wielkości chemicznych i biochemicznych z wykorzystaniem czujników optycznych (2h).

Laboratorium: (zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)
W trakcie laboratoriów studenci mają możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają i zbadają czujniki (realizowane w technologii optyki klasycznej oraz światłowodowej) stosowane w pomiarach wielkości fizycznych (np. odkształcenie, współczynnik załamania, temperatura itp.) oraz chemicznych i biologicznych.

1. Badanie optycznego czujnika natężeniowego.

2. Badanie właściwości sensorycznych światłowodowych siatek Bragga: charakteryzacja, wyznaczanie czułości odkształceniowej i temperaturowej, siatka Bragga w materiale kompozytowym
3. Badanie czujnika optycznego fazowego w konfiguracji interferometru.
4. Elementy technologii i badanie optycznego czujnika cienkowarstwowego na przykładzie ogniwa fotowoltaicznego.
5. Badania substancji chemicznych i materiałów biologicznych z wykorzystaniem wybranych czujników optycznych.

Egzamin: *nie*

Literatura: *(wpisać zestaw literatury do przedmiotu, to pole jest obowiązkowe)*

1. J. Haus. "Optical sensors: basics and applications." Wiley-VCH, Weinheim, 2010.
2. D. Decoster, J. Harari, "Optoelectronic Sensors." Wiley-ISTE, London, 2009.
3. D. Krohn, T. MacDougall, A. Mendez, "Fiber Optic Sensors. Fundamental and Applications.", Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE), Washington, 2014.
4. G. Rajan, "Optical Fiber Sensors: Advanced Techniques and Applications." CRC Press, Florida, 2015

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	4/3	-	(50h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 53 godz., w tym:

obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 20 godz.,
udział w konsultacjach 3 godz.

2. praca własna studenta – 35 godz., w tym:

przygotowanie do laboratoriów 7,5 godz.,
przygotowanie do kolokwium 20 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) (wpisać) 7,5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 88 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,41 pkt ECTS, co odpowiada 53 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,59 pkt ECTS, co odpowiada 20 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 7,5 godz. przygotowania do laboratorium oraz 7,5 godz. przygotowywania sprawozdań z laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	K1_W11
W2. Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fonicznych	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fonicznych	Laboratorium	Raport	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Raport	K1_U12
U3: Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Raport	K1_U20
U4: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i foniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski	Laboratorium	Raport	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Raport	K1_K03

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Marcin Kaczkan

Elementy i Systemy Optoelektroniczne (ESO)
Optoelectronic Devices and Systems

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa programów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do fotoniki (WDOF),
Elementy Fotoniczne (ELFO)*

Limit liczby studentów: *60*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z praktycznym wykorzystaniem właściwości promieniowania elektromagnetycznego w wybranych urządzeniach i systemach optoelektronicznych.

Studenci poznają zarówno podstawowe elementy wykorzystywane w współczesnej optoelektronice jak również typowo inżynierskie rozwiązania umożliwiające osiągnięcie założonych parametrów systemu. Przedmiot ESO jest pewnego rodzaju łącznikiem pomiędzy wiedzą uzyskaną na wykładach podstawowych a przedmiotami zaawansowanymi. Jednocześnie przedstawia praktyczne aspekty i rozwiązania stosowane w współczesnych systemach optoelektronicznych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot składa się z 30 godzin wykładów w wymiarze 2 godziny tygodniowo oraz 4 zajęć laboratoryjnych (4 godziny każde) realizowanych w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie na podstawie oceny z kolokwium wykładowego oraz wyników uzyskanych z zajęć laboratoryjnych.

Opis wykładu:

Wykłady mają pokazać praktyczne wykorzystanie własności promieniowania elektromagnetycznego, poznane przez studentów na wcześniejszych przedmiotach (np. Wstęp do fotoniki (WDF)). Celem wykładu jest przedstawienie i omówienie wybranych, powszechnie stosowanych systemów optoelektronicznych. Dodatkowo studenci zapoznają się z rozwiązaniami inżynierskimi umożliwiającymi osiągnięcie założonych parametrów systemu. Zakres tematyczny wykładu obejmuje zagadnienia związane z szeroko pojętą optoelektroniką w szczególności w aspektach zastosowań praktycznych.

Wprowadzenie (4 h)

Definicja systemu optoelektronicznego. Siatka dyfrakcyjna – podstawy działania i charakterystyczne parametry. Porównanie własności dyspersyjnych siatki i pryzmatu. Analizatory optyczne, budowa i zasada działania spektrometru optycznego. Optyczne struktury periodyczne, siatki Bragga,. Sprzęgacz siatkowy - analiza wprowadzania światła do falowodu. Źródła promieniowania koherentnego. Przegląd konstrukcji i właściwości popularnych typów laserów.

Pamięci optyczne (4h)

Optoelektroniczny system odczytu kodów EAN. Konwersja dziesiętnego kodowania EAN na ciągi bitowe. Budowa czytnika kodów. Proces odczytywania z uwzględnieniem procedur kontroli poprawności odczytu. Optoelektroniczny system odczytu informacji zakodowanej na płytach CD, DVD, HDDVD i Blu-Ray. Głowica czytnika – podstawowe elementy i ich funkcje. Zasada zapisu danych na nośnikach optycznych, płyty nagrywalne i wielokrotnego zapisu. Pamięci holograficzne.

Optoelektroniczne systemy fotowoltaiczne (4h)

Energia słoneczna - pochodzenie i charakterystyka spektralna docierającego do powierzchni Ziemi promieniowania. Wpływ atmosfery na widmo promieniowania. Absorpcja światła słonecznego w półprzewodnikach. Budowa klasycznego ogniwa Si i zabiegi technologiczne zwiększające jego sprawność. Ogniwa i moduły grubo i cienkowarstwowe. Budowa kompletnego systemu fotowoltaicznego.

Systemy wizyjne w podczerwieni (5 h)

Noktowizja, definicja, krótka historia powstania systemu i pierwsze użycie. Zasada uzyskiwania obrazów optycznych w noktowizorze. Budowa i funkcje poszczególnych elementów. Przetwornik optoelektroniczny z powieleniem elektronowym - budowa, działanie i zasada uzyskania wzmocnienia. Termowizja, odkrycie promieniowania podczerwonego i krótka historia powstania systemu. Charakterystyka transmisji atmosfery, pasma absorpcji. Detektory promieniowania elektromagnetycznego w zakresie podczerwieni. Detektory termiczne i fotonowe. Budowa i zasada działania wielozakresowych detektorów QWIP. Matryce termiczne FPA i detektorów QWIP. Przykłady zastosowań termowizji.

Optoelektroniczne elementy i układy czujnikowe (2 h)

Optoelektroniczny system detekcji ruchu obiektu. Zjawisko piroelektryczne i definicja temperatury Curie. Konstrukcje czujników piroelektrycznych, zalety i wady poszczególnych

rozwiązań. Omówienie działania systemu wykrywania obiektów o różnej charakterystyce emisyjnej. Budowa i zasada działania czujnika PIR, czujników przeciwsobnych oraz detektorów typu QUAD.

Optoelektroniczne systemy metrologiczne (5 h)

Budowa i działanie interferometru Sagnaca. Interferometr Sagnaca zbudowany na pętli światłowodowej. Parametry i zalety żyroskopu światłowodowego. Pomiar kąta obrotu i prędkości kątowej. Żyroskopy laserowe - budowa i zasada działania. Zasada działania interferometru Michelsona. Interferometryczne metody pomiaru odległości i prędkości liniowej. Dalmierze laserowe z modulacją amplitudową. Radary laserowe, wykorzystanie systemów LIDAR w metrologii. Laserowe metody pomiarów prędkości przepływu - anemometria laserowa.

Systemy optycznej komunikacji bezprzewodowej (2h)

System transmisji optycznej w wolnej przestrzeni FSO (Free Space Optics). Optoelektroniczny system transmisji danych IrDA (Infrared Data Association). Transmisja z zastosowaniem kodowania RC5. Modulacja fazowa częstotliwości nośnej. Szczegółowe omówienie warstwy fizycznej. Tryby pracy łącza SIR i FIR. Typowa aplikacja łącza, schemat funkcjonalny układu nadawczo-odbiorczego.

Systemy komunikacji światłowodowej (2 h)

Wprowadzenie do systemów komunikacji światłowodowej, klasyfikacja systemów telekomunikacji światłowodowej. System ze zwielokrotnieniem w dziedzinie długości fali (WDM) i jego elementy składowe. Nadajniki i odbiorniki do zastosowań w systemach WDM. Elementy bierne i aktywne torów telekomunikacji światłowodowej. Wzmacniacze optyczne (SOA, REDFA, RFA). Kierunki rozwoju współczesnych systemów światłowodowych..

Kryształy foniczne i metamateriały (2h)

Struktury z foniczną przerwą zabronioną (PBG). Charakterystyka dyspersyjna ośrodków jednorodnych i periodycznych. Przerwa foniczna w strukturach 1-, 2- i 3-wymiarowych. Ciekawe właściwości kryształów fonicznych. Definicja metamateriału. Omówienie wpływu przenikalności elektrycznej i magnetycznej ośrodka na jego właściwości optyczne. Materiały o ujemnym współczynniku załamania światła i ich wyjątkowe właściwości. Mikro- i nano-fotonika.

Laboratorium:

W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci mają możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. Zakres laboratorium dotyczy następujących zagadnień:

1. Badanie parametrów modułów i ogniw fotowoltaicznych w standardowych warunkach testowych. Podstawy pomiarów termowizyjnych.
2. Badanie parametrów pasywnych i aktywnych światłowodów telekomunikacyjnych.

3. *Wybrane zastosowania metrologiczne laserów. W szczególności podstawy pomiarów z użyciem dyfraktometru laserowego i interferometru Michelsona.*
4. *Badanie optoelektronicznych systemów łączności bezprzewodowej (IrDa,, RC5)*

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. K. Booth, S. Hill "Optoelektronika", WKŁ 2001
2. B. Ziętek "Optoelektronika", UMK 2005
3. J. Siuzdak "Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej", 1999
4. A.W.Domański, "Układy i urządzenia optoelektroniczne", WPW, 1997
5. G. P. Agrawal "Fiber Optic Communication Systems", 1999

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 54 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 16 godz.,
udział w konsultacjach 8 godz.*
2. *Praca własna studenta - 47 godz., w tym
—przygotowanie do laboratoriów 16 godz.,
—przygotowanie do kolokwii 20 godz.,
~~przygotowanie~~ sprawozdań (laboratoria) 11 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 101 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,14 pkt ECTS, co odpowiada 54 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,70 pkt ECTS, co odpowiada 16 godz. ćwiczeń laboratoryjnych, 16 godz. przygotowania do laboratorium oraz 11 godz. przygotowywania sprawozdań.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	K1_W11
W2. Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	K1_W12
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fotonicznych	Laboratorium	Raport	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Raport	K1_U12
U3: Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Raport	K1_U20
U4: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski	Laboratorium	Raport	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Raport	K1_K03

Zespół Autorski:
dr inż. Piotr Firek

Ekologia w elektronice (EWE) **(Ecology in electronics)**

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: -

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *POMAK*

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *(wpisać, kilka-kilkanaście zdań)*

Celem przedmiotu jest uzupełnienie wiedzy inżynierskiej studentów o treści związane z odpowiedzialnością inżyniera za środowisko i projektowanie ekologiczne. Uzmysłowanie wagi myślenia ekologicznego już na wstępnych etapach projektu. Celem przedmiotu jest też przekazanie wiadomości na temat ram prawnych związanych z aspektami ekologicznymi jakie w projekcie urządzenia musi uwzględnić współczesny inżynier.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *Zajęcia będą prowadzone w formie wykładu z elementami projektowymi. Studenci będą angażowani w pracę na zajęciach, a ponadto realizować będą samodzielnie miniprojekt z zakresu aspektów ekologicznych związanych z elektroniką.*

Opis wykładu:

Wprowadzenie. Bazy danych materiałów szkodliwych. Obliczanie wskaźnika ekologicznego dla prostych urządzeń elektronicznych

Eko-projektowanie (etapy, praktyka), Definicja oceny cyklu życia (LCA). LCA – metodyka. Standardy ekoznakowania wg ISO. Etapy opracowywania deklaracji środowiskowej. EMAS – Unijny System Środowiskowego Zarządzania. Zagrożenia ekologiczne.

Eko-projektowanie w montażu urządzeń elektronicznych. Materiały ekologiczne w montażu elektronicznym: podłoża, luty, topniki, materiały na obudowy, techniki czyszczenia.

Uwarunkowania prawne w montażu elektronicznym.

Dyrektywa RoHS. Zakres, grupy produktów, oddziaływanie na producentów, wyłączenia. Dyrektywa WEEE i jej wpływ na gospodarkę odpadami elektronicznymi. Regulacje prawne. Technologie recyklingu urządzeń. Akty wykonawcze w Polsce. Stopnie recyklingu. Dyrektywy EuP oraz REACH i ich wpływ na projektowanie urządzeń elektronicznych. Podejście procesowe do zarządzania ochroną środowiska w produkcji materiałów i urządzeń elektronicznych. Norma PN-EN ISO 14001

Kolokwium zaliczające

Laboratorium: -

Projekt: -

Egzamin: NIE

Literatura:

1. Materiały z wykładu, ze stron internetowych
2. Dyrektywy RoHS, WEEE, EuP, REACH
3. Norma PN-EN ISO 14001

Oprogramowanie: -

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1	-	-	-	(15h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 0 godz.,
udział w konsultacjach 15 godz.
2. praca własna studenta – 20 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 0 godz.,
przygotowanie do kolokwii 5 godz.,
wykonywania zadań projektowych/domowych 15 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 0 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,2 pkt ECTS, co odpowiada 30 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0 pkt ECTS, co odpowiada 0 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 0 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwium	K1_W13
Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Kolokwium	K1_W14
Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	Wykład	Kolokwium	K1_W15
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Wykład	Kolokwium	K1_U04
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Wykład	Kolokwium	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	Wykład	Kolokwium	K1_K02
Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	Wykład	Kolokwium	K1_K05

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Tomasz Starecki, prof. uczelni

Filtracja Sygnałów (FIS)
Signal Filtering

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *TOB, ELA1, ELA2, LELA1, PSY1*

Limit liczby studentów: *32*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom teorii i praktyki projektowania filtrów analogowych oraz cyfrowych. Przedmiot omawia podstawy teoretyczne filtrów analogowych i cyfrowych, ich parametry, a także typowe zastosowania i implementacje filtrów, ze szczególnym uwzględnieniem wad i zalet poszczególnych rozwiązań. Materiał opanowany na wykładzie jest utrwalany podczas zajęć laboratoryjnych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: Przedmiot zaliczany jest w oparciu o kolokwia wykładowe oraz laboratoria

Opis wykładu:

Teoretyczne podstawy filtracji (4 h)

Filtry analogowe (14 h)

- rodzaje filtrów oraz ich właściwości: Butterwotha, Bessela, Czebyszewa, eliptyczne itd.
- przykładowe realizacje układowe i ich właściwości: Sallen-Key, wielokrotna pętla sprzężenia zwrotnego, sekcja bikwadratowa, metoda zmiennych stanu, żyrator itd.

- przykładowe zastosowania filtrów
- projektowanie filtrów analogowych
- wpływ parametrów użytych elementów na właściwości filtrów
- filtry z przełączanymi pojemnościami

Filtry cyfrowe (12 h)

- rodzaje filtrów cyfrowych i ich właściwości
- projektowanie filtrów IIR
- projektowanie filtrów FIR
- wpływ implementacji na właściwości filtrów cyfrowych

Laboratorium:

1. Filtry analogowe:

- a. wpływ rodzaju i rzędu filtru na ch-ki częstotliwościowe i kształt sygnałów
- b. projekt, realizacja i pomiar właściwości zadanych filtrów analogowych
- c. filtracja antyaliasingowa w układach z nadpróbkowaniem i podpróbkowaniem
- d. wpływ nieidealności elementów na charakterystyki filtrów
- e. właściwości filtrów z przełączanymi pojemnościami

1. Filtry cyfrowe:

- a. projekt, realizacja i pomiar właściwości zadanych filtrów FIR
- b. projekt, realizacja i pomiar właściwości zadanych filtrów IIR
- c. wpływ implementacji na właściwości filtrów

Egzamin: nie

Literatura:

Podstawowa:

1. Białko *Filtry aktywne RC*, WNT 1979
2. Golde, Śliwa *Wzmacniacze operacyjne i ich zastosowania – cz. 1 podstawy teoretyczne*, WNT 1982
3. Górecki *Wzmacniacze operacyjne*, BTC 2002

Uzupełniająca:

1. Winder *Analog and Digital Filter Design*, Elsevier 2002
2. Thede *Practical Analog and Digital Filter Design*, Artec House 2004
3. Karty katalogowe wybranych układów oraz wybrane noty aplikacyjne firm Analog Devices, Texas Instruments, Maxim-Dalls, Microchip itp.

Oprogramowanie: -

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratoriach 30 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.
2. praca własna studenta – 30 godz., w tym
nauka zagadnień teoretycznych (wykładowych) 15 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 95 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,74 pkt ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,02 pkt ECTS, co odpowiada 48 godz. prac związanych z zajęciami laboratoryjnymi.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
[W12] Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości lub	wykłady i laboratoria	oceny z kolokwium i zajęć laboratoryjnych	I.P6S_WG.o III.P6SWG
UMIĘTNOŚCI			
[U19] Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego	wykłady i laboratoria	ocena z zajęć laboratoryjnych	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Zespół Autorski:

dr inż. Krystian Król

dr inż. Piotr Firek

Inżynierskie metody symulacyjne CAD/CAE (IMS)
CAD/CAE Simulation Methods for Engineers

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *WNUM*

Limit liczby studentów: *60*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami komputerowego wspomagania projektowania w pracach inżynierskich z zakresu elektroniki i telekomunikacji.*

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *(ogólne informacje na temat prowadzenia zajęć, zasad zaliczenia itd. - o ile potrzebne)*

Opis wykładu:

- 1. Numeryczne podstawy metod symulacyjnych** – zapoznanie studenta z podstawowymi metodami numerycznymi i ich właściwościami stosowanymi w nowoczesnym oprogramowaniu typu CAD/CAE. Omówienie najpowszechniej stosowanych metoda takich jak np. metoda elementów skończonych, metoda momentów skończonych. Omówienie wpływu przyjętych założeń metody (ustawień oprogramowania) na osiągnane wyniki.
- 2. Problemy termiczne w projektowaniu urządzeń elektrycznych i elektronicznych** – zaznajomienie studenta z problemami termicznymi, rozptyłu ciepła i chłodzenia występującymi w urządzeniach elektrycznych (układy szybkie,

energoelektroniczne, układy dużych mocy) oraz sposobami ich modelowania za pomocą oprogramowania CAD/CAE

3. **Projektowanie obwodów drukowanych (PCB) dla energoelektroniki** – zaznajomienie studenta ze specyficznymi problemami występującymi przy projektowaniu obwodów drukowanych przeznaczonych dla energoelektroniki np. problemu masy w układach wysokoprądowych, dylatacji sygnału sterującego bramkami przełączników w układach przełączających. Omówienie metod dobrej praktyki inżynierskiej oraz metod symulacji tego typu efektów.
4. **Projektowanie i symulacje numeryczne cewek/transformatatorów** – zaznajomienie studenta z metodami projektowania i symulacji elementów biernych wykorzystywanych w technikach radiowych i energoelektronice.
5. **Projektowanie i symulacje numeryczne obwodów wysokoczęstotliwościowych** – W skład tego modułu wchodzi problemy symulacji efektów radiowych. Przykładowe omawiane tematy to problem przesłuchów w obwodach drukowanych, problem symulacji charakterystyk anten i wpływu otoczenia na ich wydajności i działanie.
6. **Projektowanie i symulacje numeryczne efektów związanych z szybkimi sygnałami cyfrowymi** - zaznajomienie studenta z problemami projektowania i symulacji układów dla sygnałów szybkich, integralności sygnałowej. Poruszane będą takie problemy jak problem przesłuchów, par różnicowych itp. Wraz z informacją jak tego typu efekty można zasymulować w rzeczywistym układzie.

Laboratorium:

W ramach laboratorium student zapoznany zostanie z praktycznymi aspektami symulacji inżynierskich z wykorzystaniem oprogramowania CAD/CAE – narzędzi wchodzących w skład pakietu ANSYS. Laboratoria będą realizowane z grupach 15 osobowych indywidualnie. Celem laboratorium jest praktyczne pokazanie studentom omawianych zagadnień i przećwiczenie obsługi wykorzystywanych pakietów oprogramowania. Laboratoria będą realizowane w blokach 3h i obejmować będą następujące tematy:

- Problemy numeryczne w symulatorach CAD/CAE (3h)
- Symulacje termiczne elementów i obwodów mocy (6h)
- Symulacje anten i elementów komunikacji bezprzewodowe dla Internetu Rzeczy (6h)

Projekt:

W ramach projektu student będzie rozwiązywał za pomocą oprogramowania CAD/CAE z pakietu ANSYS wybrany problem z zakresu przedmiotu. Przykładowe tematy projektu:

- zasymulowanie i zoptymalizowanie chłodzenia w przykładowym układzie energoelektronicznym lub szybkim układzie obliczeniowym.
- zaprojektowanie obwodu antenowego w taki sposób, aby uzyskać wymagane poziomy mocy emitera dla wybranej geometrii i materiału obudowy

zaprojektowanie i zasymulowanie takiego rozproszania sygnałów z szybkiego układu przełączającego aby uzyskać minimalizację przesłuchów między sygnałami krytycznymi

Projekt co do zasady będzie realizowany przez studenta samodzielnie, zajęcia projektowe będą miały charakter dyżuru laboratoryjnego w laboratorium komputerowym w czasie którego będzie można pracować na swoim rozwiązaniem przy wsparciu prowadzącego od strony obsługi oprogramowania CAD/CAE.

Egzamin: *nie*

Literatura:

- 1) "ANSYS Electromagnetic Field Analysis", X. L. Han . L. J. H. Zhu , Electronic Industry Press, 2015
- 2) "Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 17", Huei- Huang Lee, SDC Publications, 2017
- 2) „Finite element simulations using ANSYS”, Esam M. Alawadhi 2017
- 3) Kurs Edx: A Hands-on Introduction to Engineering Simulations, Cornell University

Oprogramowanie: pakiet oprogramowania ANSYS, pakiet oprogramowania Altium Designer

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	2	(75h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – (70) godz., w tym
obecność na wykładach (30) godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium (15) godz.,
udział w konsultacjach (25) godz.
2. praca własna studenta – 50 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń (0) godz.,
przygotowanie do laboratoriów (6) godz.,
przygotowanie do kolokwii (4) godz.,
wykonywania zadań projektowych (30) godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) (10) godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 120 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,33 pkt ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,83 pkt ECTS, co odpowiada 21 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 34 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości	Wykład	Kolokwium	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwium	K1_W13
Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Kolokwium	K1_W14
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - pól i fal - obwodów elektrycznych - prostych systemów elektronicznych	Laboratoria/ Projekt	Ocena projektu/laboratorium	K1_U11
Potrafi dokonać analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując techniki analogowe i cyfrowe oraz odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe	Laboratoria/ Projekt	Ocena projektu/laboratorium	K1_U15
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	Laboratoria/ Projekt	Ocena projektu/laboratorium	K1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Laboratoria/ Projekt	Ocena projektu/laboratorium	K1_K04

Zespół Autorski:

dr inż. Aleksander Burd

Podstawy Konstruowania Układów Analogowych (KOAN)

Basics of Constructing of Analog Circuits

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Elektronika Analogowa 2 (ELA2), Laboratorium Elektroniki Analogowej 1 (LELA1)*

Limit liczby studentów: *24*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Treść kształcenia:

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest nabycie przez studentów podstawowej umiejętności konstruowania analogowych układów elektronicznych. Umiejętność budowy układów i systemów elektronicznych jest podstawą możliwości wykonywania zawodu elektronika – konstruktora. Bazą do nauki są proste układy elektroniczne, rozpatrywane pod kątem ich projektowania i łączenia w większe całości.

Krótką charakterystyka w języku angielskim:

The aim of the course is to acquire basic skills in the construction of analog electronic circuits. The ability to build electronic circuits and systems is the basis for the possibility of practicing the profession of electronics designer. The basis for learning are the simple electronic systems, considered in terms of their design and combine into into larger entities.

Treść wykładu:

Przypomnienie podstawowych pojęć teorii obwodów: źródło napięciowe, źródło prądowe, sumowanie napięć i prądów, składowa stała i i zmienna, sprzężenie stało- i zmiennoprądowe,

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

rezystancja wejściowa i wyjściowa, uproszczone działanie tranzystora bipolarnego – ujęcie pod kątem praktyki układowej.

Układy elementarne z tranzystorem bipolarnym: konfiguracje WE, WK, WB – idee podstawowe. Właściwości układów i przykłady zastosowań. Opis małosygnałowy – wzmocnienia, rezystancje wejściowe i wyjściowe, zakresy liniowej pracy.

Wtórnik dwutranzystorowy i rozbudowane – właściwości, zastosowania. Wtórnik – nadajnik linii; wtórnik jako stopień końcowy wzmacniacza mocy.

Łączenie stopni podstawowych – kombinacje: WK-WE, WE-WK, WE-WB (kaskoda), WK-WB (wzmacniacz różnicowy).

Tranzystor J-FET – właściwości, najczęstsze zastosowania (wtórnik wejściowy aparatury pomiarowej). Połączenie wtórników z tranzystorów J-FET i BJT.

Źródła prądowe – realizacje praktyczne, zastosowania, szacowanie upływności.

Wzmacniacz różnicowy (WR): właściwości podstawowe. Przykłady: WR jako prosty komparator; jako szybki przełącznik; WR do sterowania bramek TTL; WR jako wzmacniacz liniowy; WR jako wzmacniacz odbiorczy i nadajnik toru symetrycznego. Modyfikacje układu WR. Łączenie WR z innymi stopniami (WK, WB).

Podstawowe problemy wzmacniaczy mocy – wzmocnianie prądu, wzmocnianie napięcia, zniekształcenia, problemy związane z ujemnym sprzężeniem zwrotnym. Układy podstawowe.

Podstawowe układy stabilizatorów i zasilaczy o pracy ciągłej: przykład projektu zasilacza sieciowego; zastosowanie precyzyjnych stabilizatorów napięcia.

Elementy techniki impulsowej: klucze nasycone, klucze prądowe. Współpraca układów cyfrowych z elementami i układami analogowymi oraz z bramkami innych rodzin; zastosowanie klucza nasyconego, klucza MOS i klucza prądowego do sterowania bramek cyfrowych; sterowanie diodami LED, przekaźnikami i innymi elementami wykonawczymi.

Przesuwniki poziomu i konwersja poziomów logicznych (CMOS-4000 na TTL, TTL/5V na TTL/3V itp).

Przerzutniki astabilne i monostabilne - z elementów dyskretnych i scalone, przykłady konkretnych układów, uzyskiwanie bardzo długich i bardzo krótkich okresów, sposoby regulacji czasu trwania.

Bezindukcyjne przetwornice napięcia oraz proste przetwornice indukcyjne – sposoby uzyskiwania dodatkowych napięć dodatnich i ujemnych.

Transmisja sygnałów analogowych i cyfrowych na większe odległości - przykład toru symetrycznego i niesymetrycznego; problemy dopasowania linii transmisyjnych.

Zakres ćwiczeń, laboratorium, projektu:

Projekt: opracowanie własnej struktury realizującej zagadnienie wybrane przez studenta i przedyskutowane z prowadzącym.

Laboratorium: uruchomienie fizyczne całości lub części opracowanego projektu.

Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia:

projekt – 15p, realizacja (laboratorium) 15p, kolokwium 20p,
egzamin 50p. Zaliczenie: od 51p

Egzamin: *tak*

Literatura:

P. Horowitz, W. Hill "Sztuka elektroniki cz.I i II", WKŁ Warszawa, 1996

Praca zbiorowa pod red. J. Baranowskiego "Zbiór zadań z układów nieliniowych i impulsowych", WNT 1997.

Z. Nosal, J. Baranowski "Układy elektroniczne cz. I". WNT 1994

J. Baranowski, G. Czajkowski "Układy elektroniczne cz. II". WNT 1994

J. Baranowski, B. Kalinowski, Z. Nosal "Układy elektroniczne cz. III", WNT 1994

W. Nowakowski "Układy impulsowe", WKŁ, Warszawa, 1982

Oprogramowanie: LT-Spice lub podobny symulator

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	4/5	1	(57h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS : 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *Liczba godzin kontaktowych: 57 godz., w tym obecność na laboratorium: 12 godz.*
2. *Praca własna studenta: praca nad projektem 20 godz., przygotowanie do kolokwium: 8 godz., przygotowanie do egzaminu: 12 godz., przygotowanie do laboratorium: 12 godz., udział w konsultacjach 8 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 117 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.29 pkt ECTS, co odpowiada 67 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,03 pkt ECTS, co odpowiada 10 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 20 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w co najmniej jednej z dziedzin: - inżynierii komputerowej, - systemów radiokomunikacyjnych i radiodyfuzyjnych, - technik multimedialnych, - teleinformatyki.	Wykład	Kolokwium, egzamin	K1_W04
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	Wykład	Kolokwium, egzamin	K1_W08
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości	Wykład	Kolokwium, egzamin	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: - obwody elektryczne, - elementy elektroniczne, - układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne), - systemy elektroniczne (w tym proste systemy cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz systemy pomiarowe).	projekt	Zaliczenie projektu, laboratorium	K1_U16
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	projekt	Zaliczenie projektu, laboratorium	K1_U19
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	projekt	Zaliczenie projektu, laboratorium	K1_U13
Potrafi porównać rozwiązania projektowe ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne.	projekt	Zaliczenie projektu, laboratorium	K1_U12

Zespół Autorski:

*prof. dr hab. inż. Paweł Szczepański,
dr inż. Anna Tyszka-Zawadzka,
dr inż. Agnieszka Mossakowska-Wyszyńska*

Lasery – kurs podstawowy (LKP)

Lasers- basic course

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: stacjonarna

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do fotoniki i optyki (WDOF)*

Limit liczby studentów: *45*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

- wykształcenie wśród studentów zrozumienia zasady działania lasera, podstaw fizycznych zjawisk towarzyszących generacji promieniowania laserowego oraz zasad podstawowych technik laserowych
- wykształcenie podstawowych umiejętności z zakresu projektowania ośrodków laserowych, przeprowadzania pomiarów parametrów akcji laserowej oraz zastosowania techniki laserowej.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne

Opis wykładu:

Zjawiska podstawowe: oddziaływanie fali elektromagnetycznej z kwantowym układem dwupoziomym - zjawisko absorpcji, emisji spontanicznej i emisji wymuszonej.

Pojęcie inwersji obsadzeń: warunki uzyskania wzmocnienia w układach różnych kwantowych, metody uzyskania inwersji obsadzeń w ośrodkach gazowych, cieczach i ośrodkach ciała stałego, zjawisko nasycenia wzmocnienia i nasycenia absorpcji.

Oddziaływanie fali elektromagnetycznej z układem atomów: zagadnienie szerokości linii widmowej (jednorodne, niejednorodne i naturalne poszerzenie linii widmowej).

Rezonatory optyczne: wewnętrzny efekt interferometru Fabry-Perot, pojęcie modu rezonatora - mody wyższych rzędów. Warunki stabilności rezonatora - macierze ABCD. Formowanie wiązki gaussowskiej - rola rezonatora w tworzeniu wiązki gaussowskiej, rozbieżność kątowa wiązki.

Warunki generacji wiązki laserowej: pojęcie progu akcji laserowej. Praca ciągła i impulsowa przy pobudzaniu ciągłym i impulsowym. Praca jednomodowa i wielomodowa - pojęcie optymalnej transmisji zwierciadła wyjściowego. Generacja z komutacją dobroci rezonatora, synchronizacja modów- generacja superkrótkich impulsów. Techniki pomiarowe superkrótkich impulsów.

Laboratorium:

Ćw. 1 Badanie warunków generacji laserowej (na przykładzie lasera He-Ne)

Podstawowym celem ćwiczenia jest doświadczalne przedstawienie fizycznych podstaw działania lasera, a w szczególności przedstawienie warunków generacji laserowej – warunku amplitudowego i warunku fazowego. Jedną z głównych części ćwiczenia jest badanie właściwości widma promieniowania wyjściowego lasera, tj., kształtu widma, liczby generowanych modów i odstępu między nimi, które są bezpośrednią konsekwencją zasad działania lasera.

Ćw. 2 Badanie widma promieniowania lasera półprzewodnikowego

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z charakterystykami spektralnymi laserów półprzewodnikowych dla różnych poziomów pompowania i temperatury otoczenia lasera, a także ze sposobem wyznaczania długości wnęki rezonansowej.

Ćw.3. Konstrukcja i parametry lasera argonowego. Zapoznanie studentów z budową lasera argonowego. Zagadnienie bezpieczeństwa laserowego, zasady pracy z urządzeniami laserowymi. Uzyskiwanie inwersji w laserze argonowym. Doświadczenie obrazujące spójność przestrzenną promieniowania laserowego. Praca lasera na kilku liniach widmowych. Omówienie metod wymuszenia generacji na jednej linii widmowej i uzyskanie takiej generacji. Wpływ współczynnika wzmocnienia na progi generacji poszczególnych linii widmowych. Pomiar mocy wyjściowej lasera w funkcji prądu wyładowania dla dwóch linii widmowych. Wyjaśnienie przebiegu charakterystyk wyjściowych lasera oraz wpływ współczynnika nasycenia wzmocnienia na ich kształt. Obserwacja spójności czasowej i innych własności promieniowania laserowego:

- gęstość mocy, obliczenie gęstości mocy badanego lasera,
- interferencja promieniowania, obserwacja interferencji promieniowania rozproszonego,
- polaryzacja promieniowania laserowego, wpływ "okienek Brewstera",
- rozbieżność wiązki, czynniki wpływające na rozbieżność wiązki laserowej.

Pomiar zależności mocy lasera w funkcji zmian pola magnetycznego dla dwóch linii widmowych i wyjaśnienie przebiegu uzyskanych charakterystyk.

Ćw. 4 Badanie warunków generacji w laserze Nd:YAG

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z budową i zasadą działania laserów ciała stałego na podstawie lasera Nd:YAG. W ramach ćwiczenia przewidziane jest zbadanie wpływu poziomu pompowania oraz strat na podstawowe parametry pracy lasera

zarówno dla generacji bezpośredniej jak i w układzie z powielaniem częstotliwości (SHG). Ćwiczenie obejmuje analizę warunków pracy lasera Nd:YAG o pracy ciągłej (CW), zbadanie efektów włączeniowych oraz pracy impulsowej lasera wymuszonej przy użyciu pasywnego modulatora dobroci rezonatora.

Projekt:

Projekt obejmuje rozwiązywanie szczegółowych problemów rachunkowych ilustrujących zagadnienia prezentowane na wykładzie.

Egzamin: TAK

Literatura:

1. F. Kaczmarek, *Podstawy działania laserów*, WNT Warszawa 1983.
2. A. Kujawski i P. Szczepański, *Lasery podstawy fizyczne*, WPW Warszawa 1999.
3. K. Shimoda, *Wstęp do fizyki laserów*, PWN Warszawa.
4. P. W. Milonni i J. H. Eberly, *Lasers*, John Wiley&Sons 1988.
5. A. E. Siegman, *Lasers*, University Science Books 1986.

Oprogramowanie:

Program Mathcad

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 15 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.
2. praca własna studenta – 35 godz., w tym
przygotowanie do egzaminu z wykładu 10 godz.,
przygotowanie do laboratorium 10 godz.,
przygotowanie do kolokwium z zajęć projektowych 10 godz.,
wykonywanie zadań projektowych podanych przez prowadzącego 5 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,6 pkt ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 15 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych zagadnień dotyczących akcji laserowej.	wykład projekt	egzamin kolokwium	T1A_W03 T1A_W07
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych technik laserowych (wykorzystywanych do uzyskania pracy jednoczesnościowej, impulsów gigantycznych oraz superkrótkich impulsów).	wykład	egzamin	T1A_W03 T1A_W07
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki i systemów telekomunikacyjnych.	wykład	egzamin	T1A_W05
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zjawisk fizycznych towarzyszących generacji promieniowania laserowego oraz parametrów różnych struktur laserowych	projekt	kolokwium	T1A_U08 T1A_U09
Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z fizyki laserów.	projekt	kolokwium	T1A_U09
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	projekt laboratorium	kolokwium raport z laboratorium	T1A_U01
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie.	laboratorium		T1A_K03
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.			T1A_K02

Zespół Autorski:

*mgr inż. Bartosz Janaszek,
mgr inż. Marcin Kieliszczyk,
prof. dr hab. inż. Paweł Szczepański*

Nanofotonika i metamateriały (META)

Nanophotonics and metamaterials

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): -

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do fotoniki i optyki (WDOF), Pola i fale (POFA)*

Limit liczby studentów: *100*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z tematyką nanofotoniki – jednej z najszybciej rozwijających gałęzi optyki i fotoniki. Wykład jest poświęcony oddziaływaniu fal elektromagnetycznych z różnymi typami ośrodków optycznych. W szczególności, silny nacisk został położony na omówienie zagadnień oraz nowych efektów związanych z optyką metali, oddziaływaniem fali z nanocząsteczkami metali, plazmonami występującymi w strukturach metal-dielektryk oraz właściwościami różnych klas metamateriałów, włączając w to metamateriały hiperboliczne, metapowierzchnie, struktury Epsilon-Near-Zero (ENZ), hiperkryształy foniczne, czy struktury SRR (z ang. split ring resonator). Tematyka wykładu obejmuje również bieżące osiągnięcia oraz wyzwania technologiczne z zakresu nanofotoniki i plazmoniki związane m. in. z technologią nanoukładów fonicznych i plazmicznych, nanosensorów plazmicznych, supersoczewek bezdyfrakcyjnych oraz możliwości zastosowania zjawisk plazmicznych w konwersji energii, układach pamięciowych, czy aplikacjach biomedycznych. Celem części projektowej jest zapoznanie studentów z metodami opisu oraz metodyką modelowania struktur i elementów optycznych, stanowiących podstawowe narzędzia w projektowaniu współczesnych elementów fonicznych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot składa się części wykładowej oraz projektowej. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie co najmniej 50 % maksymalnej oceny z każdej ww. części. W ramach części projektowej każdy uczestnik kursu wykonuje dwa projekty indywidualne za które może uzyskać odpowiednio do 20 oraz 30 punktów. W ramach wykładu przewidziane jest kolokwium zaliczeniowe, za które można uzyskać maksymalnie do 50 punktów. Łącznie można uzyskać 100 punktów, zaś ocena końcowa z przedmiotu jest wystawiana według poniższej reguły:

91-100 punktów ocena: 5.0

81-90 punktów ocena: 4.5

71-80 punktów ocena: 4.0

61-70 punktów ocena: 3.5

51-60 punktów ocena: 3.0

do 50 punktów ocena: 2.0

Opis wykładu:

Materiał wykładu można podzielić na 10 bloków tematycznych:

1. Czym jest nanofotonika i plazmonika? – wykład wprowadzający (2h)
2. Oddziaływanie światła z materią: dyspersja czasowa i przestrzenna, optyczne właściwości metali i innych materiałów przewodzących, modele oddziaływania promieniowania e.m. z materią (4h)
3. Oddziaływanie światła ze strukturami periodycznymi – kryształy fotoniczne i ich właściwości (2h)
4. Oddziaływanie światła ze strukturami o wymiarach nano – nowe efekty, problem skalowalności (4h)
5. Plazmon jako nośnik informacji – wstęp do plazmoniki (3h)
6. Pojęcie plazmonu powierzchniowego oraz plazmonu zlokalizowanego. Sposoby wzbudzenia oraz właściwości plazmonów. (2h)
7. Wprowadzenie do metamateriałów – koncepcja ujemnego współczynnika załamania. Omówienie istniejących klas metamateriałów oraz ich właściwości (metamateriały pierścieniowe, metamateriały anizotropowe, hiperkryształy fotoniczne, metapowierzchnie). (4h)
8. Charakteryzacja oraz wytwarzanie struktur i przyrządów nanofotonicznych. Omówienie wykorzystywanych technologii oraz metod charakteryzacji optycznej i strukturalnej. (4h)
9. Omówienie bieżących trendów w projektowaniu przyrządów i elementów fotonicznych: nanostruktury aperiodyczne, koncepcja projektowania odwrotnego. (3h)
10. Współczesne wyzwania i ograniczenia nanofotoniki – przegląd bieżących doniesień z obszaru nanofotoniki i plazmoniki. (2h)

Projekt:

W ramach zajęć projektowych można wyróżnić dwa etapy, podlegające indywidualnej ocenie. Każdy z etapów jest poprzedzony wprowadzeniem teoretycznym obejmującym omówienie niezbędnych narzędzi analitycznych. Każdy etap obejmuje wykonanie raportu

oraz skryptu symulacyjnego, stanowiącego załącznik do ww. raportu. Typowo, projekt wykonywany jest w zespołach jednoosobowych.

Tematyka zajęć projektowych:

1. Analiza i modelowanie zjawisk plazmonicznych w strukturach metal-dielektryk.
2. Projektowanie struktur metamateriałowych o zadanych właściwościach.

Raport etapu projektowego powinien zawierać jakościową i ilościową analizę rozważanych zjawisk. Skrypt obliczeniowy może zostać wykonany w dowolnym środowisku obliczeniowym lub języku programowania, jednakże zalecane jest użycie środowiska MATLAB lub wykorzystanie języka Python wraz ze środowiskiem Jupyter Notebook.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. Maier, S. A. (2007). Plasmonics: fundamentals and applications. Springer Science & Business Media.
2. Novotny, L., & Hecht, B. (2012). Principles of nano-optics. Cambridge university press.
3. Yeh, P. (1988). Optical waves in layered media (Vol. 95). New York: Wiley.
4. Hecht, E. (1998). Optics, ed. MA: Addison-Wesley Publishing Company.
5. Born, M., & Wolf, E. (2013). Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light. Elsevier.
6. Joannopoulos, J. D., Meade, R. D., & Winn, J. N. (1995). Photonic crystals. Molding the flow of light.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	2	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 45 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
udział w konsultacjach 15 godz.*
2. *praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do kolokwium 10 godz.,
wykonywanie zadań projektowych 30 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.68 pkt ECTS, co odpowiada 42 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,6 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących w elementach i układach nanofotonicznych.	wykład	kolokwium	T1A_W03 T1A_W07
Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii nanofotonicznych.	wykład	kolokwium	T1A_W04 T1A_W07
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych nanofotoniki.	wykład	kolokwium	T1A_W05
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych.	projekt	projekt zaliczeniowy	T1A_U08 T1A_U09
Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych w zakresie projektowania przyrządów nanofotonicznych.	projekt	projekt zaliczeniowy	T1A_U09
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	projekt	projekt zaliczeniowy	T1A_U01
Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu fotoniki.	projekt	projekt zaliczeniowy	T1A_U03
Ma umiejętność samokształcenia się.			T1A_U05
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów fotonicznych.	wykład	kolokwium	T1A_U09 T1A_U10 T1A_U13 T1A_U15
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	projekt	projekt zaliczeniowy	T1A_K04

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Michał Borecki

dr inż. Piotr Firek

**MicroPython – platforma integracji czujników i aktuatorów
(MUP) *MicroPython –sensor and actuator integration
platform***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: -

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Paradygmaty programowania (PAPRO),*

Limit liczby studentów: *90*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy o integracji sensorów i aktuatorów z wykorzystaniem języków interpretowalnych i modułów wspierających język MicroPython. Dodatkowym celem przedmiotu jest przekazanie praktycznej wiedzy o: - konfiguracji i programowaniu modułów sprzętowych wspierających MicroPython oraz – o programowaniu zdarzeń dla aktuatorów na podstawie informacji uzyskanych z czujników. Ponadto, celem przedmiotu jest wprowadzenie studenta w rzeczywistość internetu rzeczy (IoT). W tym celu, wskazana zostanie konieczność uwzględnienia zgodności parametrów technicznych sprzętu oraz sposobu przetwarzania danych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *Przedmiot jest zaliczany na podstawie sumy punktów uzyskanych z wykładu i laboratorium. Na wykładzie odbędą się dwa kolokwia z zagadnień technik rozwoju modułów MicroPython oraz z metod przetwarzania danych z sensorów i dla aktuatorów. Laboratoria zaliczane będą na podstawie dwu raportów prezentujących efekty wykonanych w ramach laboratoriów zadań – dla czujnika i aktuatora. Zajęcia będą realizowane zarówno w*

sposób klasyczny jak i z użyciem innowacyjnych forma kształcenia na przykład opartych o metodykę PBL (Project Based Learning), gamifikację.

Opis wykładu:

1. *Omówienie zagadnień związanych z konstrukcją sprzętu IoT i jego integracją z wykorzystaniem narzędzi MicroPython, (1h).*
2. *Prezentacja środowisk programistycznych i sprzętowych dla MicroPython, (1h).*
3. *Wskazanie zalet środowiska interpretera MicroPython, np. Pymkr IDE, (1h).*
4. *Przedstawienie modułów wyposażonych w środowisko MicroPython, np.: WiPy, PyGo oraz PyBoard, (1h).*
5. *Omówienie integracji modułów z wykorzystaniem płytek rozszerzających np.: Pygate, Pysense oraz Pyscan, (1h).*
6. *Przedstawienie dedykowanych modułów sensorów i aktuatorów współpracujących z modułami ze środowiskiem MicroPython, (1h).*
7. *Podstawowe sterowanie i odczyt portów cyfrowych, (1h).*
8. *Sterowanie i odczyt portów cyfrowych synchronizowane w czasie, (1h).*
9. *Podstawy komunikacji w protokole I2C, (1h).*
10. *Wykorzystanie bibliotek właściwych dla MicroPython, (1h).*
11. *Zastosowanie bibliotek specyficznych dla modułów rozwojowych WiPy, (1h).*
12. *Zastosowanie bibliotek specyficznych dla modułów rozwojowych PyBoard, (1h).*
13. *Oprogramowanie komunikacji czujników z modulem MicroPython, (1h).*
14. *Oprogramowanie wybranych zdarzeń z dedykowanych modułów czujnikowych, (1h).*
15. *Przedstawienie trendów rozwojowych środowiska MicroPython, (1h).*

Laboratorium:

1. *Analiza możliwości programowania MicroPython dla środowisk wykorzystujących różne procesory np: STM32, esp8266, esp32, rtl8195a, nrf51822, (2h).*
2. *Konfiguracja komunikacji modułu MicroPython z komputerem, (2h).*
3. *Pierwszy program demonstrujący kontrolowane działanie modułu MicroPython, (2h).*
4. *Zastosowanie specyficznych bibliotek dla modułu MicroPython, (4h).*
5. *Odczyt portów cyfrowych IO, (2h).*
6. *Kontrola portów cyfrowych IO, (4h).*
7. *Podstawy komunikacji w protokole I2C, (4h).*
8. *Oprogramowanie komunikacji wybranego czujnika z modulem MicroPython – przygotowanie raportu, (4h).*
9. *Oprogramowanie reakcji modułu MicroPython na wybrane zdarzenia – przygotowanie raportu, (4h).*
10. *Weryfikacja wyników raportów z dokumentacją techniczną zastosowanych modułów, (2h).*

Projekt: -

Egzamin: *nie*

Literatura:

Donald Norris, "Python for Microcontrollers: Getting Started with Micropython", McGraw-Hill Education Tab, 2016, ISBN-13: 9781259644535.

Nicholas H. Tollervey, "Programming with MicroPython: Embedded Programming with Microcontrollers and Python", O'Reilly Media; 1 edition 2017, ISBN-13: 978-1491972731

Marwan Alsabbagh, "MicroPython Cookbook: Over 110 practical recipes for programming embedded systems and microcontrollers with Python" Packt Publishing, 2019, ISBN-13: 978-1838649951

Oprogramowanie: *uPyCraft, PuTTY, Pymakr IDE*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1	-	2	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 57 godz., w tym*
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 12 godz.

2. *praca własna studenta – 26 godz., w tym*
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwii 6 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 83 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,06 pkt ECTS, co odpowiada 57 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,45 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 0 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki i telekomunikacji.	laboratorium	raport	K1_W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	wykład	kolokwium	K1_W04
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych	laboratorium	raport	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	kolokwium	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	laboratorium	raport	K1_U04
Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	laboratorium	raport	K1_U12
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium	raport	K1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	laboratorium	raport	K1_K02
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium	raport	K1_K03

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Jerzy Weremczuk
dr hab. inż. Grzegorz Pankanin, prof. uczelni
dr hab. inż. Tomasz Osuch
mgr inż. Jacek Sochoń

Podstawy Czujników Pomiarowych (PCZP)
Sensing and Sensor Fundamentals

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: -

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *przedmioty dotyczące pomiarów i czujników*

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Kształcenie studentów w zakresie czujników pomiarowych będących źródłem informacji dla współczesnych systemów informatycznych i systemów automatyki

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z najbardziej typowymi rodzajami czujników pomiarowych (ich konstrukcjami, technologią wykonania i możliwymi do osiągnięcia parametrami pomiarowymi) oraz wskazanie studentom kierunków rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe, mikromechaniczne i inteligentne.

Koncepcja wykładu opiera się na dwóch nijako różnych podejściach do klasyfikacji czujników. W pierwszej części omawiane są czujniki, których wyróżnikiem jest jednakowy rodzaj sygnału wyjściowego. Ten fakt decyduje o zbliżonych konstrukcjach czujników przeznaczonych do pomiaru różnych wielkości nieelektrycznych.

W drugiej części omawiane są czujniki umożliwiające pomiar tej samej wielkości fizycznej czy chemicznej. Są to więc czujniki zupełnie różne, jeżeli chodzi o zasadę działania, ale

stosowane np. na różne zakresy pomiarowe wybranej wielkości fizycznej. W wykładzie nie ma powtórzeń treści, a co najwyżej powołanie się na wcześniej omówione konstrukcje.

Ze względu na obszerność tematyczną dziedziny jakiej wykład dotyczy, omawiane są tylko czujniki o największej skali aplikacji. W trakcie wykładu zwraca się szczególną uwagę na własności metrologiczne poszczególnych typów czujników, a w szczególności na szkodliwy wpływ parametrów zakłócających i sposoby walki z nimi. W większości omawianych typów czujników przedstawiane są realizacje tych czujników w technologii półprzewodnikowej lub pokazywane są perspektywy zastosowania tej technologii w konkretnych przypadkach.

Zarys treści przedstawianych w części wykładowej:

Wprowadzenie i zagadnienia podstawowe. Definicja czujnika i jednoparametrowej metody pomiaru. Dokładność i czułość czujnika, rodzaje nieliniowości czujników, źródła zakłóceń, praktyczne sposoby poprawy parametrów czujnika i walki z parametrami zakłócającymi (2h).

Podstawowe rodzaje i konstrukcje czujników.

Podstawowe parametry i cechy użytkowe czujników. Klasyfikacja czujników ze względu na zasadę działania, konstrukcję, rodzaj sygnału wyjściowego (czujniki parametryczne lub generacyjne) lub typ parametru pomiarowego (R; L; C lub inne) (1h).

Zasada pracy i konstrukcja czujników rezystancyjnych, w tym czujników tensometrycznych. Metody minimalizacji wpływu temperatury (mostki tensometryczne). Efekty piezorezystywne i naprężeniowe w półprzewodnikach. Konstrukcje piezorezystywnych czujników półprzewodnikowych: ciśnienia bezwzględnego, różnicy ciśnień, przyspieszenia, matryce czujników dotyku (tactille sensors) (3h).

Tensometry strunowe - zasada działania, konstrukcje, zastosowania. Półprzewodnikowe czujniki strunowe - do pomiaru ciśnienia, drgań i wibracji, wilgotności (1h).

Czujniki pojemnościowe: zasada pracy trzech podstawowych typów. Konstrukcje i zastosowania. Pojemnościowe czujniki poziomu cieczy i materiałów sypkich: dielektrycznych i przewodzących. Półprzewodnikowe czujniki pojemnościowe: ciśnienia bezwzględnego i różnicy ciśnień, przyspieszenia, składu chemicznego (3h).

Czujniki indukcyjne: zasada działania czujników reluktancyjnych i transformatorowych. Czujniki przesunięcia typu LVDT (2h).

Optyczne czujniki przesunięcia: inkramentalne i kodów binarnych. Czujniki zbliżeniowe: indukcyjne, optyczne, pojemnościowe, ultradźwiękowe (1h).

Czujniki magnetosprężyste: zjawisko magnetosprężystości i magnetostrykcji. Typowe konstrukcje, parametry, zastosowania, pressductor (1h).

Czujniki piezoelektryczne: zasada działania, konstrukcje, materiały, parametry i zakres zastosowań (2h).

Czujniki światłowodowe; amplitudowe i interferencyjne. Przegląd wielkości fizycznych i chemicznych, w których znajdują zastosowania (1h).

Pomiar wybranych wielkości fizycznych i chemicznych

Pomiar temperatury: klasyfikacja czujników i metod pomiaru. Zasada pracy, konstrukcja, materiały do budowy i parametry termopar i termorezystorów (metalowych, półprzewodnikowych w tym termistorów). Zasada pracy, konstrukcja, parametry i zastosowanie pirometrów (3h).

Analiza składu chemicznego gazów, cieczy i ciał stałych, analizatory termokonduktometryczne, chromatografy gazowe i cieczowe, spektrometry masy, paramagnetyczne analizatory cieczowe, spektrometry masy, paramagnetyczne analizatory tlenu (3h).

Jono-selektywne czujniki półprzewodnikowe, zasada działania i budowa IS-FET-ów. Bioczujniki (2h).

Czujniki wilgotności: gazów i ciał stałych. Klasyfikacja metod pomiaru, konstrukcje podstawowych czujników, parametry użytkowe, uwagi eksploatacyjne (1h).

Czujniki przepływu: cieczy i gazów. Podstawowe konstrukcje czujników masowych i objętościowych. Parametry użytkowe czujników (2h).

Czujniki inteligentne - organizacja systemowa czujnika inteligentnego, funkcje użytkowe w czujnikach inteligentnych, typy czujników inteligentnych. Podstawy wieloparametrowych metod pomiaru i metod z wieloparametrową korekcją (2h).

Laboratorium:

1. *Pomiary temperatur*
2. *Pomiary wielkości mechanicznych*
3. *Termoanemometryczne pomiary przepływu gazów*
4. *Pomiary wilgotności gazów*
5. *Pomiary przepływu cieczy*
6. *Wieloparametrowe metody pomiaru wielkości nieelektrycznych*
7. *Badanie wybranych czujników optoelektrycznych*

Egzamin: *nie*

Literatura:

Jacob Fraden, Handbook of Modern Sensors, Springer, 2010

Jan Zakrzewski - „Czujniki i Przetworniki Pomiarowe”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004;

- Ryoji Ohba - „Intelligent Sensor Technology”, JOHN WILEY 1992;
Łapiński M. – „Pomiary elektryczne i elektroniczne wielkości nieelektrycznych”, WNT, 1983;
Norton H. – „Sensors and Analyzer Handbook”, Prentice Hall Inc., 1982.
P P L Regtien - „Measurement Science For Engineers”, Kogan Page Science 1988;
W Göpel, J Hesse, J. N. Zemel - „Sensors – Mechanical Sensors”, VCH 1994;
Romer E. – „Miernictwo przemysłowe, PWN, 1970;
St. D. Senturia - „Microsystem Design”, Kluwer Academic Pub., 2001
T.R.Hsu – “MEMS and Microsystems- Design, Manufacture andNanoscale Engineering”, John Wiley&Sons, Ltd, 2008
R.W.Johnstone, M. Parameswaran: - “An Introduction to Surface Micromachining”, Kluwer Academic Pub., 2004
J.W.Gardner, V.K.Varadan, O.O.Awadelkarim – “Microsensors, MEMS, and Smart Devices”, John Wiley&Sons, Ltd, 2007
P.Rai-Choudhury – “MEMS and MOEMS Technology and Applications”, SPIE Press, 2000
Z. Brzózka, W. Wróblewski - „Sensory Chemiczne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1998;
J.Fraden – “Handbook of Modern Sensors”, Springer-Verlag, 2004
A.Gajek, Z.Juda : - „Czujniki”, WKŁ, 2008r
J. Zakrzewski - „Czujniki i Przetworniki Pomiarowe”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004;
Göpel W., Hesse J., Zemel J.N.: Sensors, VCH, 1992.
Schanz G.S.: Sensoren-Fühler der Messtechnik, Dr Alfred Hüthing Verlag Heidelberg, 1988.
Middelgoek S., Audet S.A.: Silicon Sensors, Academic Press, Ltd., 1989

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- liczba godzin kontaktowych –65 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.*
- praca własna studenta – 25 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwiiów 10 godz.,*

*wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 90 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,67 pkt ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,33 pkt ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	wykład / laboratorium	kolokwium / raport	K1_W11
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	kolokwium	K1_W13
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	laboratorium	raport	K1_U04
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	laboratorium / projekt	raport	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	laboratorium / projekt / ćwiczenia	raport	K1_K02
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium / projekt	raport	K1_K03

Autor:

dr inż. Zbigniew Jaworski

Projektowanie systemów scalonych w technice VLSI (PSSV)
Design of VLSI Systems

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy Mikroelektroniki (PMK)*

Limit liczby studentów: *16*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami realizacji specjalizowanych układów scalonych we współczesnych nanometrowych procesach technologicznych, w stylu full-custom oraz z wykorzystaniem automatycznej syntezy logicznej i syntezy topografii.

Treść kształcenia:

Wykład:

Konstrukcje bramek logicznych oraz przerzutników - specyfika rozwiązań stosowanych we współczesnych nanometrowych procesach technologicznych typu bulk, FinFET oraz FD-SOI (8 godz.).

Fizyczne i technologiczne przyczyny rozrzutów produkcyjnych. Metody modelowania rozrzutów, ich przydatność i ograniczenia (2 godz.).

Specyfika projektowania topografii we współczesnych procesach technologicznych FinFET i FD-SOI (4 godz.).

Charakteryzacja bramek pod kątem tworzenia bibliotek komórek standardowych na potrzeby syntezy logicznej i syntezy topografii (2 godz.).

Synteza układów cyfrowych: koncepcja komórki standardowej, formaty bibliotek technologicznych, zasady specyfikowania ograniczeń projektowych, analiza zależności czasowych (STA), synteza logiczna, synteza topografii, problemy dystrybucji sygnału zegarowego i prowadzenia szyn zasilania i masy, minimalizacja poboru mocy (6 godz.).

Modelowanie behawioralne układów analogowych i mieszanych w językach opisu sprzętu (4 godz.).

Projektowanie układów wejścia-wyjścia: zjawisko ESD i sposoby jego modelowania, ochrona układu scalonego przed ESD, szybkie interfejsy we-wy (4 godz.)

Laboratorium:

W ramach zajęć laboratoryjnych studenci wykonują szereg ćwiczeń, w trakcie których praktycznie zapoznają z metodami realizacji bramek cyfrowych od projektu schematu, poprzez jego optymalizację aż po topografię w wybranych przemysłowych procesach technologicznych. Ponadto wykonują projekt układu scalonego z wykorzystaniem narzędzi do automatycznej syntezy logicznej i syntezy topografii. Zapoznają się także z metodami modelowania układów analogowy-cyfrowych z wykorzystaniem języków opisu sprzętu na przykładzie języka Verilog-AMS.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

Materiały wykładowe i instrukcje laboratoryjne.

C-H.Tung, G.T.T.Sheng, C-Y.Lu, "ULSI Semiconductor Technology Atlas", John Wiley & Sons Inc., 2003.

B.P.Wong, A.Mital, Y.Cao, G.Starr, "Nano-CMOS Circuits And Physical Design", A John Wiley & Sons, 2005.

R.Jacob Baker, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 3rd Edition, Wiley 2011.

C. Chiang, Charles, J.Kawa, Design for Manufacturability and Yield for Nano-Scale CMOS, Springer 2007.

Verilog-AMS Language Reference Manual Analog & Mixed-Signal Extensions to Verilog HDL.

Dokumentacja użytkowa oprogramowania.

Dokumentacja procesów technologicznych.

Profesjonalne systemy CAD (Cadence, Mentor, Synopsys)

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Organizacja zajęć:

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w wymiarze 2 godzin tygodniowo (15 terminów). Studenci pracują indywidualnie w celu wyrobienia umiejętności samodzielnego podejmowania decyzji a zwłaszcza dla uzyskania biegłości w posługiwaniu się profesjonalnymi systemami CAD. Pewna część ćwiczeń (ok. 1/4) ma charakter tutoriala. Celem pozostałych jest doskonalenie umiejętności oraz praktyczne stosowanie wiedzy przedstawionej na wykładzie poprzez samodzielne wykonywanie indywidualnych zadań pod opieką prowadzącego. Ćwiczenia te są zorganizowane jest w ten sposób, aby zachęcić studentów do rywalizacji (np. porównywanie uzyskanych parametrów bramek pozwala ocenić słuszność podjętych decyzji co przyjętego rozwiązania i efektywności jego optymalizacji).

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

- 1. liczba godzin kontaktowych – 77 godz., w tym:
obecność na wykładach 30 godz., obecność na laboratorium 30 godz., obecność na konsultacjach 15 godz., obecność na egzaminie 2 godz.*
- 2. praca własna studenta – 30 godz., w tym:
przygotowanie sprawozdań 15 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 107 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,88 pkt. ECTS, co odpowiada 77 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,68 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 15 godz. konsultacji.

Wymagania wstępne:

*Podstawowa wiedza o wytwarzaniu mikroelektronicznych układów scalonych.
Tranzystor MOS – budowa, zasada działania i modelowanie.
Realizacje statycznych bramek logicznych CMOS.
Modelowanie układów cyfrowych w języku opisu sprzętu (Verilog lub VHDL).*

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna metody realizacji bramek logicznych we współczesnych technologiach mikroelektronicznych typu bulk, FinFET i FD-SOI.	<i>Wykład, laboratorium</i>	<i>Egzamin pisemny, sprawozdanie</i>	W05 W09 W12 W13
w02	Zna metody projektowania specjalizowanych układów scalonych z wykorzystaniem narzędzi syntezy logicznej i syntezy topografii.	<i>Wykład, laboratorium</i>	<i>Egzamin pisemny, sprawozdanie</i>	W09 W12 W13
w03	Zna metody modelowania systemów mieszanych (analogowo-cyfrowych) z wykorzystaniem języków opisu sprzętu.	<i>Wykład, laboratorium</i>	<i>Egzamin pisemny, sprawozdanie</i>	W05 W09 W12 W13
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wybrać właściwe dla rozwiązania danego problemu narzędzia CAD i skonfigurować środowisko pracy.	<i>Laboratorium</i>	<i>Ocena aktywności podczas zajęć.</i>	U16 K01
u02	Potrafi analizować dokumentację procesów technologicznych.	<i>Laboratorium</i>	<i>Ocena aktywności podczas zajęć, samoocena.</i>	U04 K01
u03	Potrafi wybrać właściwą realizację układową bloku ze względu na szybkość, pobór mocy, powierzchnię topografii, wrażliwość na rozrzuty produkcyjne.	<i>Wykład, laboratorium</i>	<i>Egzamin, ocena aktywności podczas zajęć, sprawozdanie.</i>	U04 U11 U13 U16 U21 K01
u04	Potrafi formułować i analizować specyfikacje projektu oraz przeprowadzić weryfikację zrealizowanego projektu.	<i>Laboratorium</i>	<i>Ocena aktywności podczas zajęć, sprawozdanie.</i>	U11 U17 U21
u05	Potrafi opracować makromodele typowych bloków analogowych w	<i>Wykład, laboratorium</i>	<i>Egzamin, ocena aktywności</i>	U04 U11

	językach opisu sprzętu typu Verilog-AMS.		<i>podczas zajęć, sprawozdanie.</i>	<i>U16</i>
u06	Potrafi zaprojektować bramki logiczne przeznaczone do realizacji w technologiach CMOS typu bul, FinFET I FD-SOI.	<i>Laboratorium</i>	<i>Ocena aktywności podczas zajęć, sprawozdanie.</i>	<i>U04 U11 U16</i>
u07	Potrafi zaprojektować specjalizowany prosty cyfrowy układ scalonych z wykorzystaniem narzędzi do automatycznej syntezy logicznej i syntezy topografii.	<i>Laboratorium</i>	<i>Ocena aktywności podczas zajęć, sprawozdanie.</i>	<i>U04 U11 U16 U21</i>
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				

Zespół Autorski:

dr inż. Krzysztof Siwiec

Projektowanie kładów Analogowych dla Systemów VLSI (PUAV)

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy Mikroelektroniki (PMK)*

Limit liczby studentów: *15*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *(wpisać, kilka-kilkanaście zdań)*

Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do projektowania układów analogowych w technologiach CMOS i BiCMOS o wysokiej skali integracji VLSI. Studenci poznają cykl projektowania oraz zdobędą wiedzę i umiejętności niezbędne w projektowaniu analogowych układów scalonych. W ramach wykładu omówione zostaną podstawowe bloki analogowe, sposoby ich analizy oraz metody projektowania. Przedstawione zostaną praktyczne aspekty projektowania analogowych układów scalonych, t.j. elementy pasożytnicze, efekty temperaturowe, globalne i lokalne rozrzuty produkcyjne, sprzężenia przez podłoże oraz inne tzw. efekty zależne od topografii LDE (ang. Layout Dependent Effects). W ramach zajęć praktycznych studenci będą mieli okazję zastosować poznane metody projektowania na prostych blokach analogowych. Zdobędą tym sposobem intuicję i umiejętność jakościowego przewidywania skutków podejmowanych decyzji projektowych.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

Zagadnienia wykładowe

- 1. Rola układów analogowych, specyfika ich projektowania.**
- 2. Technologie produkcji układów scalonych CMOS i BiCMOS.**

3. **Układy różnicowe w kontekście technologii scalanych.** Omówienie wpływu rozrzutów parametrów elementów na działanie układów. Klasyfikacja rozrzutów produkcyjnych. Techniki zapewniające minimalizację wpływu rozrzutów na parametry całego układu.
4. **Wzmacniacz różnicowy.** Przedstawienie związków pomiędzy parametrami modelu tranzystora MOS, a parametrami projektowanego układu. Wprowadzenie parametrów mało-sygnałowych i szumowych tranzystora.
5. **Efekty krótkiego kanału w tranzystorach MOS oraz podstawy metody projektowania „gm/Id”.** Przedstawienie efektów krótkiego kanału występujących we współczesnych technologiach MOS oraz ich wpływu na komplikację modeli analitycznych. Omówienie założeń oraz podstaw metody projektowania „gm/Id”.
6. **Wzmacniacze (transkonduktancyjne, instrumentalne i operacyjne) i komparatory.** Omówienie parametrów oraz metod projektowania.
7. **Układy polaryzacji: źródła prądu i napięcia odniesienia, lustra prądowe.** Dokładna analiza efektów temperaturowych oraz rozrzutów produkcyjnych.
8. **Implementacja filtrów w układach scalonych.** Filtry czasu ciągłego oraz wykorzystujące przełączane pojemności. Problem kalibracji układów analogowych.
9. **Generatory w układach scalonych.** Omówienie oscylatorów kwarcowych, RC oraz gm-C.
10. **Analogowe układy we/wy, zabezpieczenia przeciw wyładowaniom elektrostatycznym.**
11. **Przetworniki AC i CA (zarys).** Typowe układy i problemy projektowe.

Laboratorium:

Wstęp: (1h): Zapoznanie się ze środowiskami i narzędziami CAD.

Część 1 (5h): Elementy, ich modele, statystyka parametrów. Na zajęciach studenci nauczą się wykreślać podstawowe i zaawansowane charakterystyki tranzystora MOS wykorzystywane w metodyce projektowania „gm/Id”.

Część 2 (6h): Projekt układu źródła prądowego lub podobnego układu: wybór układu, określenie punktu pracy na podstawie charakterystyk tranzystora MOS, symulacja elektryczna, projekt topografii, weryfikacja formalna i funkcjonalna, symulacja statystyczna, ocena wyniku projektu.

Część 3 (6h): Projekt wysokostabilnego źródła napięcia lub podobnego układu, określenie punktu pracy na podstawie charakterystyk tranzystora MOS, symulacja elektryczna, projekt topografii, weryfikacja formalna i funkcjonalna, ocena wyniku projektu.

Część 4 (12h): Projekt prostego układu wzmacniacza lub innego, z wykorzystaniem bloków zaprojektowanych uprzednio: określenie punktu pracy na podstawie charakterystyk tranzystora MOS, symulacja elektryczna, projekt topografii, weryfikacja formalna i funkcjonalna, ocena wyniku projektu.

Egzamin: *NIE*

Literatura:

1. F. Maloberti "Analog Design for CMOS VLSI Systems", Kluwer Academic Publishers, 2001
2. R Jacob Baker, CMOS: circuit design, layout and simulation, Hoboken, John Wiley & Sons Inc.: IEEE Press 2010.
3. Materiały pomocnicze przygotowane specjalnie do wykładu, dostępne w wersji elektronicznej i w Internecie

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.
2. praca własna studenta – 60 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 30 godz.,
przygotowanie do kolokwiiów 20 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,6 pkt ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych, 30 godz. przygotowanie do laboratoriów i 10 godz. przygotowanie sprawozdań.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych	Wykład, Laboratorium	Kolokwium, Laboratorium	K1_W08
W2: Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości	Wykład, Laboratorium	Kolokwium, Laboratorium	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - pól i fal, - obwodów elektrycznych, - elementów elektronicznych i fonicznych, - analogowych i cyfrowych układów elektronicznych, - prostych systemów elektronicznych, - algorytmów.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U11
U2: Posiada jeden z dwóch następujących zestawów umiejętności: potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących: - elementy elektroniczne i foniczne - proste układy elektroniczne (w tym układy w.cz.) , a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski potrafi zaprojektować, zweryfikować i przetestować prosty układ scalony	Laboratorium	Laboratorium	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Laboratorium	K1_K03
K2: Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Laboratorium	Laboratorium	K1_K04

Autor:

dr hab. inż. Krzysztof Poźniak, prof. uczelni

Programowanie Układów FPGA (PUF)
FPGA programing

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *36*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z popularnymi układami programowalnymi typu FPGA, podstawowymi metodami ich programowania oraz narzędziami służącymi do konfigurowania układów FPGA. W ramach przedmiotu studenci poznają architekturę układów FPGA, narzędzia projektowe i metodykę programowania układów FPGA. Przedmiot kładzie duży nacisk na umiejętność praktycznego wykorzystania zdobytej wiedzy, w związku z czym studenci będą mogli praktycznie zweryfikować swoje umiejętności samodzielnie tworząc, symulując, optymalizując, kompilując i testując układy FPGA na platformach testowych.

Treść kształcenia:

Treść wykładu:

- Wprowadzenie – podstawowe elementy logiczne (bramki logiczne, przerzutniki, bloki pamięci, bloki przełączające, bloki obliczeniowe itp.) implementowane w układach FPGA*
- Budowa układów FPGA – omówienie technologii, dostępnych bloków funkcjonalnych, trendów rozwojowych, metod (re)konfiguracji, przedstawienie współczesnych układów FPGA oraz płyt uruchomieniowych (tzw. ewaluacyjnych) dostępnych na rynku – w tym szczegółowe omówienie płyt uruchomieniowych dostępnych w laboratorium*
- Narzędzia projektowe – omówienie podstawowych technik i dostępnego na rynku oprogramowania projektowego do programowania i symulacji układów FPGA, przedstawienie pełnej ścieżki projektowania (etapy kompilacji, syntezy, analizy czasowej, symulacji, generacji konfiguracji itp.) - na przykładach wzorcowych z użyciem oprogramowania i płyt uruchomieniowych dostępnych w laboratorium.*

- *Podstawy programowania układów FPGA – omówienie podstaw leksykalnych języka VHDL, podstawowych technik projektowania układów FPGA w języku VHDL (RTL, behawioralna, itp.), skutecznych metod projektowania (np. unikania hazardu), parametryzacji, technik symulacji - na przykładach praktycznych z użyciem oprogramowania dostępnego w laboratorium.*
- *Programowanie podstawowych bloków funkcjonalnych – omówienie programowania złożonych bloków logicznych, pamiętających, obliczeniowych, metody optymalizacji (funkcjonalnej, czasowej i logicznej) - na przykładach praktycznych z użyciem oprogramowania dostępnego w laboratorium.*
- *Programowanie hierarchiczne – omówienie realizacji projektów złożonych z wielu wydzielonych bloków funkcjonalnych (komponentów) – zasady łączenia i hierarchizacji bloków, zastosowania technik parametryzacji, metody symulacji hierarchicznej - na przykładach praktycznych z użyciem oprogramowania dostępnego dostępnymi w laboratorium.*
- *Optymalizacja projektu – podstawowe metody optymalizacji funkcjonalnej (np. minimalizacja zasobów), czasowej (np. maksymalizacja częstotliwości przetwarzania) na poziomie realizacji projektu oraz ustawień procesu kompilacji i syntezy - na przykładach praktycznych z użyciem oprogramowania i płyt uruchomieniowych dostępnych w laboratorium.*
- *Wybrane rozwiązania użytkowe – wybrane przykłady rozwiązań użytecznych w codziennej praktyce projektantach (np. bloki komunikacyjne, synchronizujące, sterujące, akwizycji danych itp.) - na przykładach praktycznych z użyciem oprogramowania i płyt uruchomieniowych dostępnych w laboratorium.*

Zakres projektu:

Program projektu dzieli się na dwie części, każda po 3 sesje 5-godzinne.

- *Część pierwsza projektu – wprowadzająca, nie podlega ocenie. Celem projektu jest zapoznanie się z oprogramowaniem oraz płytami uruchomieniowymi dostępnymi w laboratorium, a następnie wykonanie podstawowych etapów projektowania, symulacji, kompilacji, syntezy oraz konfiguracji układów FPGA własnego projektu testowego. Projekt będzie obejmował wykorzystanie interfejsów, bloków wejścia/wyjścia, układów peryferyjnych, bloków logicznych i pamiętających (rejestrów oraz pamięci).*
- *Część druga projektu – zaliczeniowa, podlega ocenie. Celem projektu jest opracowanie, zasymulowanie i uruchomienie w układzie FPGA płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium własnego projektu hierarchicznego z wykorzystaniem kilku odrębnych komponentów oraz z zastosowaniem metod parametryzacji i optymalizacji projektu. Projekt będzie obejmował realizację maszyny stanu wykonującej określone zadania funkcjonalne oraz wykorzystanie układów zegarowych i bloków przetwarzania numerycznego (układy sumujące, mnożące itp.).*

Realizacja projektu:

Zajęcia projektowe będą realizowane w laboratoriach Zespołu Internetowych Systemów Pomiarowych ISE (pokoje 330 i 603B) w oparciu o wyposażenie laboratorium - nowoczesne zestawy uruchomieniowe z układami FPGA, DSP i mikrokontrolerami. Projekty będą realizowane w grupach kilkuosobowych – zależnie od stopnia komplikacji projektu. Rozliczenie projektu przewidziano jako prezentację studencką w godzinach zarezerwowanych na projekt.

Formy weryfikacji wiedzy:

Punkty za realizację projektu – 50 pkt.

Punkty za Egzamin – 50 pkt.

Zaliczenie przedmiotu wymaga uzyskania co najmniej 51pkt. Nie ma możliwości zaliczenia przedmiotu bez realizacji projektu.

Egzamin: tak

Literatura i oprogramowanie:

1. T. Łuba, *Synteza układów logicznych*, Oficyna Wydawnicza PW
2. D. Kania, *Układy logiki programowalnej*, Wydawnictwo Naukowe PWN
3. W. Wrona, *VHDL – język opisu i projektowania układów cyfrowych*
4. *Oprogramowanie symulacyjne Mentor Graphics - ModelSim*
5. *Środowisko projektowe Altium Designer zintegrowane z Xilinx-ISE wraz z płytą uruchomieniową NanoBoard-2.0*
6. *Układy programowalne używane w systemach opisywanych podczas wykładu oraz do projektu wraz z językami programowania:*
FPGA World Data Base, <http://www.mrc.uidaho.edu/fpga/fpga.html>;
ALTERA/STRATIX, <http://www.altera.com/literature/lit-index.html>
XILINX/VIRTEX, <http://www.xilinx.com/>
VHDL Cookbook, <http://tech-www.informatik.uni-hamburg.de/vhdl/doc/cookbook/VHDL-Cookbook.pdf>
7. *Oprogramowanie używane do realizacji projektu:*
ALTERA/Quartus, <https://www.altera.com/downloads/download-center.html>
Xilinx/Vivado, <https://www.xilinx.com/support/download.html>

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	2	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 67 godz., w tym*
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach projektowych 30 godz.,
konsultacje 5 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.
2. *praca własna studenta – 33 godz., w tym*
zapoznanie się z literaturą 5 godz.,
przygotowanie do zajęć projektowych 21 godz.,
przygotowanie do egzaminu 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,68 pkt. ECTS, co odpowiada 67 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	Posiada uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie architektury najpopularniejszych układów FPGA	T1A_W03, T1A_W04, T1A_W07	K1_W04, K1_W09
W02	Posiada uporządkowaną wiedzę na temat metod programowania układów FPGA oraz na temat metod i narzędzi symulacji, optymalizacji, kompilacji, testowania oraz konfiguracji układów FPGA	T1A_W02 T1A_W07	K1_W04, K1_W03
W03	Posiada uporządkowaną wiedzę na temat metod programowania bloków funkcjonalnych dostępnych w układach FPGA, realizacji interfejsów z otoczeniem, użytkownikiem oraz przesyłania danych	T1A_W01, T1A_W02, T1A_W03, T1A_W04, T1A_W07	K1_W01, K1_W10, K1_W11
W04	Posiada uporządkowaną wiedzę praktyczną na temat istniejących konstrukcji synchronicznych systemów pomiarowych oraz istotnych kierunków rozwoju metod konfiguracji FPGA	T1A_W03, T1A_W04, T1A_W05, T1A_W07	K1_W09, K1_W13
Umiejętności			
U01	Potrafi poprawnie skonfigurować i uruchomić układ FPGA za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium	T1A_U09, T1A_U08, T1A_U09	K1_U01, K1_U02
U02	Potrafi opracować, zweryfikować i uruchomić projekt z wykorzystaniem interfejsów i bloków funkcjonalnych za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium	T1A_U07, T1A_U09, T1A_U10, T1A_U13, T1A_U15	K1_U10, K1_U11,
U04	Potrafi opracować i zweryfikować projekt maszyny stanów o zadanej funkcjonalności oraz uruchomić w układzie FPGA za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium	T1A_U01, T1A_U08, T1A_U09	K1_U01, K1_U02, K1_U04
U05	Potrafi opracować i zweryfikować projekt	T1A_U01,	K1_U04,

	procesu obliczeniowego oraz uruchomić w układzie FPGA za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium	T1A_U03, T1A_U04, T1A_U05, T1A_U09, T1A_U13	K1_U06, K1_U07, K1_U08, K1_U13
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi pracować indywidualnie, w tym także potrafi zarządzać swoim czasem oraz podejmować zobowiązania i dotrzymywać terminów.	T1A_K03, T1A_K04,	K1_K03, K1_K04

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03, W04	wykład	egzamin pisemny, polegający na rozwiązaniu zagadnień problemowych
U01, U02, U03, U04, U05	projekt	zespołowe sprawozdanie końcowe z przebiegu i wyników wykonywania zadań praktycznych
K01	wykład i projekt	aktywny udział w zajęciach, umiejętność prezentacji wyników

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Marcin Kaczkan

dr hab. inż. Mateusz Śmietana

**Fotowoltaika (PV)
(Photovoltaics)**

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do fotoniki (WDOF),
Elementy Fotoniczne (ELFO)*

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Kształcenie studentów w zakresie zasady działania, konstrukcji i technologii elementów fotowoltaicznych generujących energię elektryczną i stanowiących istotną część współczesnych systemów pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Po wstępie dotyczącym podstawowych zagadnień z zakresu fotowoltaiki, omówione zostaną elementy niezbędne do prawidłowej pracy systemów fotowoltaicznych. Przedstawione zostaną mechanizmy działania różnych typów ogniw fotowoltaicznych oraz typowe konstrukcje, materiały i technologie stosowane do ich produkcji. Jednym z ważniejszych poruszanych zagadnień będzie określenie podstawowych zasad konfiguracji systemu pod względem optymalnej produkcji energii przez taki system.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot składa się z 30 godzin wykładów w wymiarze 2 godziny tygodniowo, projektu (4 godz.) oraz 4 zajęć laboratoryjnych (4 godziny każde) realizowanych w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie na podstawie oceny z kolokwium wykładowego oraz wyników uzyskanych z projektu i zajęć laboratoryjnych.

Opis wykładu:

Zakres tematyczny wykładu obejmuje zagadnienia związane z szeroko pojętą fotowoltaiką. Wykłady poświęcone są poznaniu: fizycznych zjawisk wykorzystywanych w realizacji elementów fotowoltaicznych, technologii stosowanych do ich wytwarzania oraz podstawowych konstrukcji systemów fotowoltaicznych.

- 1. Fotowoltaika - wiadomości ogólne (2 h).** Problemy rozwoju zrównoważonego: zużycie energii a środowisko i rozwój gospodarczy; konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną; podstawy fizyczne działania ogniw fotowoltaicznych i ich parametry. Zastosowania i perspektywy rozwoju fotowoltaiki.
- 2. Promieniowanie słoneczne - podstawowe pojęcia (2 h).** Wpływ atmosfery ziemskiej na parametry promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, promieniowanie bezpośrednie, rozproszone, całkowite, Airmass (AM), itp.; zasoby słoneczne w Polsce i na świecie; sposoby wykorzystania energii słonecznej w Polsce i na świecie.
- 3. Mechanizmy absorpcji promieniowania w półprzewodniku (2 h).** Rozkład nośników ładunku; czas życia nośników mniejszościowych; rekombinacja nośników: objętościowa i powierzchniowa.
- 4. Ogniwa fotowoltaiczne (3 h).** Konstrukcja ogniwa; zasada działania ogniwa; absorpcja światła i generacja prądu; charakterystyki prądowo-napięciowe; parametry ogniwa: współczynnik wypełnienia, sprawność, itp.; układ zastępczy, zależność od promieniowania i temperatury; sprawność idealnego ogniwa słonecznego.
- 5. Materiały stosowane do budowy ogniw fotowoltaicznych (4 h).** Właściwości krzemu, GaAs, CdTe, CIGS; krzemowe ogniwa monokrystaliczne i multikrystaliczne; ogniwa z GaAs i jego związków; ogniwa cienkowarstwowe: Si amorficzny, CIGS, CdTe. Technologie ogniw fotowoltaicznych; otrzymywanie krzemu mono- i polikrystalicznego, otrzymywanie cienkich warstw: Si amorficzny i mikro-krystaliczny, CIGS, CdTe; otrzymywanie ogniw z półprzewodnikowych materiałów złożonych. Nowe materiały: ogniwa organiczne, nanokrystaliczne, DSC (dye-sensitized cells).
- 6. Moduły fotowoltaiczne (2 h).** Hermetyzacja modułów, analiza sprawności modułów i odporność na częściowe zacienienie w zależności od technologii, recykling.
- 7. Systemy fotowoltaiczne - generalne koncepcje (2 h).** Różne konfiguracje systemów fotowoltaicznych (systemy wolnostojące, systemy dołączone do sieci, elektronika powszechnego użytku, zastosowania kosmiczne), przykładowe systemy fotowoltaiczne i ich zastosowania.
- 8. Akumulatory i kontrolery (2 h).** Budowa akumulatora, reakcje zachodzące w akumulatorze podczas ładowania i rozładowywania, rodzaje akumulatorów stosowanych w PV (kwasowo-ołowiowe, NiCd, NiFe, niklowo-metalowo-wodorkowe NiMH, litowo-polimerowe i inne), warunki pracy akumulatorów stosowanych w fotowoltaice, koszty i czas życia akumulatorów PV, Budowa i rodzaje kontrolerów, zadania kontrolera w systemie PV, aktywne systemy zarządzania energią.
- 9. Falowniki (2 h).** Budowa falowników PV (falowniki tyrystorowe, falowniki tranzystorowe), wymagania techniczne stawiane falownikom, rodzaje pracy falowników w systemach PV (falownik centralny, falownik podporządkowany, falownik szeregowy), monitorowanie systemu przez falownik.

- 10. Produkcja energii przez system PV (4 h).** *Wpływ natężenia promieniowania, zacielenia, orientacji systemu oraz kąta nachylenia płaszczyzny modułów na produkcję energii przez system, wpływ jakości elementów systemu na jego pracę, wpływ połączeń modułów na sprawność systemu, analiza kosztów i czasu zwrotu energii.*
- 11. Rozproszona generacja energii elektrycznej i systemy hybrydowe (3 h).** *Systemy hybrydowe, konfiguracje fotowoltaicznych systemów hybrydowych z turbiną wiatrową generatorem spalinowym lub ogniwem paliwowym. Produkcja energii elektrycznej w rozproszeniu - celowość budowy systemów hybrydowych i trendy światowe.*
- 12. Integracja fotowoltaiki z budownictwem (2 h).** *Możliwości integracji fotowoltaiki z istniejącymi budynkami, integracja fotowoltaiki z budynkami w fazie projektowej, rodzaje modułów stosowanych w budownictwie (szkło półtransparentne, dachówki, markizy, itp.), przykłady współczesnych rozwiązań integracji PV z budownictwem.*

Laboratorium:

W trakcie laboratoriów studenci mają możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają i kluczowe etapy technologii elementów fotowoltaicznych, a także zbadają wykonane przyrządy i określą ich parametry. Uzyskają także wiedzę z zakresu projektowania systemów fotowoltaicznych oraz ich weryfikacji.

- 1.** *Technologia wykonania systemu opartego na ogniwach fotowoltaicznych barwnikowych. Badania i pomiary wykonanego systemu ogniw w układzie zasilającym drobne elementy elektroniczne np. diody LED.*
- 2.** *Konstrukcja małego systemu fotowoltaicznego. Testy systemu wraz z analizą możliwości poprawy sprawności.*
- 3.** *Pomiar charakterystyk i wyznaczenie istotnych parametrów ogniw fotowoltaicznych (wykonanych z różnych materiałów) w standardowych warunkach testowych. Badanie wpływu natężenia promieniowania i temperatury otoczenia na te parametry.*
- 4.** *Rzeczywiste elementy systemów fotowoltaicznych oraz metody monitorowania ich parametrów pracy. Analiza parametrów pracy wybranych systemów fotowoltaicznych (w tym: performance ratio, sprawność, źródła strat, uzyski energii).*

Zakres projektu

Studenci zaprojektują prosty system fotowoltaiczny i przeprowadzą symulację jego działania używając środowiska PVsyst. Aplikacja PVsyst jest zaawansowanym narzędziem umożliwiającym modelowanie i symulację pracy systemów fotowoltaicznych zarówno podłączonych do sieci energetycznej (on-grid) jak i autonomicznych (stand alone). Student otrzymuje indywidualne zadanie, w ramach którego projektuje system pod kątem maksymalizacji uzyskanej energii zgodnie z otrzymanymi wytycznymi (np. system on-grid, dach dwuspadowy o kącie 60st i wymiarach 2x(10x4m), Kraków, itp). Następnie przeprowadza szereg symulacji przy zmianie określonych parametrów i porównuje otrzymane wyniki.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. Ewa Klugmann-Radziemska, „Fotowoltaika w teorii i praktyce”, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2010.
2. Zbysław Pluta, „Słoneczne instalacje energetyczne”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2007.
3. Jerzy Sanetra, „Efekt fotowoltaiczny w organicznych ogniwach słonecznych – zagadnienia wybrane”, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2006.
4. Mariusz Sarniak, „Podstawy fotowoltaiki”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2008.
5. Dodatkowe materiały dostępne u prowadzącego wykład.

Oprogramowanie:

PVsys

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
 2 - 1 1 (60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – **56** godz., w tym
 obecność na wykładach **30** godz.,
 obecność na laboratorium **16** godz.,
 obecność na zajęciach projektowych **6** godz.
 udział w konsultacjach **4** godz.
2. Praca własna studenta - **46** godz., w tym
 przygotowanie do laboratoriów **8** godz.,
 przygotowanie do kolokwii **16** godz.,
 wykonywanie zadań projektowych **10** godz.
 przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) **12** godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 102 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,2 pkt ECTS, co odpowiada 56 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,0 pkt ECTS, co odpowiada 16 godz. ćwiczeń laboratoryjnych, 16 godz. zajęć projektowych, 8 godz. przygotowania do laboratorium oraz 12 godz. przygotowywania sprawozdań z projektu i laboratorium.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	K1_W11
W2. Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład Laboratorium Projekt	Kolokwium Raport	K1_W12
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fotonicznych	Laboratorium Projekt	Raport	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Raport	K1_U12
U3: Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Raport	K1_U20
U4: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski	Laboratorium	Raport	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Raport	K1_K03

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Jerzy Weremczuk

Sieci czujnikowe I (SCZ1)

Sensor networks I

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *przedmioty dotyczące pomiarów i czujników*

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Kształcenie studentów w zakresie najnowszych trendów rozwojowych elektroniki w obszarze sieci czujnikowych

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom podstawowej wiedzy na temat współczesnych standardów sieci złożonych z czujników i siłowników inteligentnych. W trakcie wykładu omawiane są najważniejsze standardy sieci stosowanych w automatyce przemysłowej, budynkach i samochodach. Szczegółowo prezentowane są uniwersalne sieci LonWorks i KNX którym poświęcone są zajęcia laboratoryjne. Zajęcia te mają na celu nabycie przez studentów wiedzy praktycznej (ćwiczenia realizowane przez zespoły 4 osobowe) pozwalającej na integrację i uruchomienie przygotowanych w laboratorium sieci zorientowanych na wybrane aplikacje automatyki budynkowej.

Opis wykładu:

Wprowadzenie i zagadnienia podstawowe. Definicja czujnika inteligentnego. Wymagania stawiane blokowi interfejsu sieciowego. Typy konstrukcji czujnika. Podstawy czujnikowych sieci pomiarowych. Model opisu interfejsu zgodny z normą ISO. Skala zastosowań czujników sieciowych, prognozy rozwoju.

Przegląd występujących na rynku standardów sieci czujnikowych. Porównanie najważniejszych parametrów komunikacyjnych wybranych standardów sieci, obszarów zastosowania i dostępnej bazy elementowej pozwalającej na tworzenie własnych konstrukcji.

Szczegółowe omówienie standardu LonWorks i standardu KNX.

- *Narzędzia do tworzenia i scalania sieci LonWorks. LonBuilder, NodeBuilder, LonMaker, ETS, iETS*
- *Zmienne sieciowe, koncepcja zmiennej sieciowej, standardowe zmienne sieciowe –SNVT, tworzenie własnych zmiennych sieciowych.*
- *Kanały sieciowe, routery, specyfika przesyłania informacji po różnych mediach transmisyjnych (skrętka, fale radiowe, sieć 230V, Internet), krytyczne czasy dostępu, niezawodność transmisji.*
- *Zasady tworzenia i scalania sieci, omówienie organizacji sieci czujnikowych, nadawanie priorytetów, typy transmisji (np. z potwierdzeniem, grupowa, kodowana).*
- *Testowanie poprawności pracy sieci.*
- *Tworzenie interfejsu graficznego na bazie zmiennych udostępnianych przez routery, narzędzia firmowe, interfejs dla przeglądarek WWW.*

Laboratorium:

Zajęcia realizowane w grupach 4 osobowych są zorientowane na wybrane zagadnienia praktyczne z obszaru automatyki stosowanej w inteligentnych budynkach. Znajdujące się w laboratorium obiekty (makiety) testowe posiadają zainstalowaną sieć LonWorks i KNX (w opracowaniu). Systemy umożliwiają integrację różnych czujników i interfejsów w ramach zunifikowanego systemu połączeń sygnałowych pomiędzy modułami. Posiadany i rozbudowywany system pozwala na realizację projektów edukacyjnych o zróżnicowanym stopniu złożoności na bazie współczesnych modułów stosowanych w sieciach czujnikowych.

Lab.0. Zajęcia wstępne, omówienie sprzętu i środowiska sieci LonWorks i sieci KNX zasady pracy w laboratorium, podział na grupy.

Lab.1. Konfiguracja i dołączanie czujnika do sieci. Konfigurowanie połączeń pomiędzy zmiennymi sieciowymi w LonWorks.

Lab.2. Konfiguracja routerów i testowanie różnych kanałów transmisyjnych (skrętka, fale radiowe, sieć 230V, Internet), konfiguracja sieci za pomocą programu LonMaker w LonWorks.

Lab.3. Konfiguracja i dołączanie czujnika do sieci. Konfigurowanie połączeń pomiędzy zmiennymi sieciowymi w KNX.

Lab.4. Konfiguracja routerów i testowanie różnych kanałów transmisyjnych (skrętka, fale radiowe, sieć 230V, Internet), konfiguracja sieci za pomocą programu ETS w sieci KNX.

Egzamin: nie

Literatura:

1. Solnik, Włodzimierz , „Sieci przemysłowe Profibus DP i MPI w automatyce”, 2010
2. Artykuły w czasopismach; Elektronizacja, Elektronik, Architektura, Inteligentny budynek.
3. Niezabitowska, Elżbieta, Mikulik, Jerzy , „Budynek inteligentny”, T1 i T2, 2010
4. Ilyas, Mohammad red „Handbook of sensor networks”, 2005
5. Holger Karl, Andreas Willig, „Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks”, 2005
6. Sarangapani, Jagannathan „Wireless ad hoc and sensor networks”, 2007
7. Nawrocki, Waldemar. tł., „Sieci wymiany danych w pojazdach samochodowych”; Robert Bosch GmbH., 2008
8. Gislason, Drew, „Zigbee wireless networking”, 2008
9. Dargie, Waltenegeus, „Fundamentals of wireless sensor networks”, 2010
10. Ferrari, Gianluigi red., „Sensor networks”, 2010

Oprogramowanie:

LonMaker, ETS

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
1	-	1	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym*
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.
2. *praca własna studenta – 15 godz., w tym*
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 0 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 5 godz. konsultacji w laboratorium zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki i telekomunikacji.	laboratorium	raport	K1_W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	wykład / ćwiczenia	kolokwium	K1_W04
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych	laboratorium / projekt	raport	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	kolokwium	K1_W13
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	laboratorium / projekt	raport	K1_U04
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium / projekt	raport	K1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	laboratorium / projekt / ćwiczenia	raport	K1_K02
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium / projekt	raport	K1_K03

Zespół Autorski:

dr inż. Zbigniew M. Wawrzyniak

dr inż. Jacek Dusza

Sieci neuronowe i neurokomputery
Neural Networks and Neurocomputers

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *przedmioty dotyczące przetwarzania i analityki danych*

Limit liczby studentów: *60*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Kształcenie studentów w zakresie najnowszych trendów metod uczenia maszynowego i analityki danych powstających w obszarze elektroniki przy zastosowaniu nowych form dydaktycznych – zajęcia zintegrowane.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Problematyka systemów uczących się w zagadnieniach uczeniu maszynowego znajduje praktyczne zastosowanie analityce danych, wytwarzanych i obserwowanych np. w systemach pomiarowych i IoT, oraz w budowaniu modeli obliczeniowych dla zadań symulacji i prognozowania procesów. Poznanie podstawowych zasad działania sieci neuronowych jako modeli obliczeniowych (data-based model), w porównaniu do modeli analitycznych, oraz wzorowanie się na procesach neuronowych poszerza zakres stosowania modeli w zagadnieniach generujących duże ilości danych. Zajęcia zintegrowane będą miały na celu pokazanie studentom wybranych rozwiązań sieci neuronowych (wykład) oraz przećwiczenie w praktycznych przypadkach (zadanie problemowe w projekcie) ścieżki budowania wiedzy i umiejętności w zakresie analityki danych.

Opis wykładu:

Podstawy teorii statystycznych systemów uczących się - sztucznych sieci neuronowych, maszyn wektorów nośnych - jako efektywnych metod przetwarzania danych w celu klasyfikacji i modelowania złożonych zjawisk i procesów na podstawie obserwacji. Stosowanie skutecznych algorytmów i narzędzi oprogramowania w celu zaprojektowania optymalnych modeli, metody oceny generalizacji na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Zastosowania systemów uczących się w dziedzinach: medycyna, bioinformatyka, robotyka i lotnictwo, rozpoznawanie obrazów, inżynieria finansowa, technologia materiałów.

Zarys treści przedstawianych w części wykładowej:

- 1. Inspiracje neurobiologiczne: podstawowe informacje o funkcjonowaniu komórki nerwowej i układu nerwowego, model neuronu McCullocha i Pittsa jako jednostki przetwarzania informacji.*
- 2. Motywacje techniczne: opracowanie metod i narzędzi uczenia maszynowego do przetwarzania informacji niepełnej, zaszumionej lub niespójnej w celu rozwiązania tzw. trudnych zadań. Perceptron Rosenblatta jako pierwsza maszyna ucząca się na podstawie danych.*
- 3. Podstawowe pojęcia teorii uczenia: zbiór danych uczących, cel uczenia i funkcja celu, algorytm uczenia. System uczący się jako estymator, zbudowany na podstawie próby - zbioru uczącego. Generalizacja jako cel uczenia i metody oceny generalizacji, wymiar VC (Vapnika-Červonenkisa), ocena krzyżowa. Uczenie nadzorowane i nienadzorowane oraz transdukcja.*
- 4. Funkcje systemów uczących się: klasyfikacja (rozpoznawanie obiektów) i aproksymacja (modelowanie). Podstawy teoretyczne klasyfikacji: klasyfikacja Bayesa i metody funkcji dyskryminacyjnej. Sieć neuronowa perceptron wielowarstwowy jako uniwersalny system uczący się.*
- 5. Gradientowe metody uczenia perceptronu wielowarstwowego (dobór parametrów): metoda propagacji wstecznej, metody gradientów sprzężonych, zmiennej metryki Levenberga-Marquardta. Testowanie jakości sieci: ocena krzyżowa, skrajna ocena krzyżowa (ang. leave-one-out) jako statystyka wpływu, wirtualna skrajna ocena krzyżowa jako idealne narzędzie oceny generalizacji i selekcji optymalnego systemu.*
- 6. Podstawowe warunki poprawnej klasyfikacji: relacje między liczbą danych uczących, liczbą wielkości wejściowych i liczbą parametrów klasyfikatora (złożonością). Dylemat obciążenie-wariancja jako kryterium optymalizacji strukturalnej*
- 7. Optymalizacja struktury sieci neuronowej: a) selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; b) dobór struktury modelu (liczby neuronów ukrytych) na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Ocena jakości sieci neuronowej: wyznaczenie przedziałów ufności wielkości wyjściowej. Ocena jakości klasyfikacji: krzywa ROC.*
- 8. Sieci neuronowe z lokalnymi funkcjami aktywacji: sieć RBF (ang. radial basis function).*
- 9. Maszyna wektorów nośnych jako klasyfikator z maksymalnym marginesem. Uczenie jako problem optymalizacji z ograniczeniami. Metody numeryczne maszyny wektorów nośnych: algorytm SMO (ang. sequential minimal optimization). Maszyny z jądrem nieliniowym do klasyfikacji i regresji. Metody optymalizacji stałej regularyzacji i parametrów jądra. Średniokwadratowa maszyna wektorów nośnych. Metody optymalizacji strukturalnej.*

10. *Uczenie częściowo nadzorowane (transdukcyjne) jako sposób optymalnego wykorzystania informacji zawartych w zbiorze danych.*
11. *Sieć Kohonena jako system uczący się bez nadzoru. Sieci ART i ARTMAP. Metody PCA i ICA. Modele uczące się metodą regresji postępującej z ortogonalizacją (ang. orthogonal forward regression).*
12. *Rekurencyjne systemy uczące się jako modele układów dynamicznych.*
13. *Przykłady zastosowań statystycznych systemów uczących się: wspomagana komputerem diagnostyka elektrokardiologiczna, rozpoznawanie obrazów, zadania biometryczne, prognozy na rynkach finansowych, analiza struktury białek, wykrywanie defektów w materiałach, rozpoznawanie sytuacji i planowanie trajektorii bezkolizyjnej robotów i samolotów bezzałogowych (dronów).*
14. *Nowe kierunki rozwoju: uogólnienia dla danych wejściowych w postaci liczb zespolonych, kwaternionów, tensorów i grafów. Wielopoziomowe systemy uczące się: hierarchiczna pamięć czasowa i metody uczenia głębokiego (deep learning).*

Projekt:

Zintegrowany projekt indywidualny bazujący na:

1. *Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami teorii sztucznych sieci neuronowych i statystycznej teorii uczenia.*
2. *Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym programu MATLAB i funkcjami pakietu Neural Networks lub bibliotek uczenia maszynowego w języku Python.*
3. *Opracowanie projektu wstępnego polegającego na zdefiniowaniu problemu, struktur danych oraz doboru środków programistycznych oferowanych przez wybrane środowisko.*
4. *Implementacja programu realizującego zadaną architekturę sieci neuronowej. Wykonanie obliczeń i przygotowanie raportu z analizy wyników pełnego procesu analitycznego.*

Zadania merytoryczne:

- *sieć neuronowa jako klasyfikator: selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; dobór liczby neuronów ukrytych i związek struktury sieci neuronowej z podziałem przestrzeni wejściowej na podzbiory odpowiadające klasom; zastosowanie wybranego algorytmu uczenia; wykonanie testu klasyfikatora; opracowanie wyników klasyfikacji w postaci krzywej ROC (ang. Receiver Operation Characteristics);*
- *sieć neuronowa jako aproksymator: zastosowanie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej do określenia optymalnej struktury sieci neuronowej - dobór liczby neuronów ukrytych; dobór parametrów sieci neuronowej najlepiej spełniających zasadę równoważnego wpływu na wyjście sieci na podstawie rozkładu wirtualnych błędów resztowych; analiza statystyczna wyniku - przedział ufności wyjścia sieci jako estymatora badanej funkcji; porównanie regresji neuronowej i wielomianowej.*

Egzamin: *nie*

Literatura: (wpisać zestaw literatury do przedmiotu, to pole jest obowiązkowe)

Prezentacje wykładowe, podawane dla danego wykładu jako jego integralna część prezentacji wykładowej.

C. M. Bishop: **Pattern recognition and machine learning**. Springer, 2006.

G. Dreyfus: **Neural Networks - Methodology and Applications**, Springer 2004.

N. Cristianini, J. Shawe-Taylor: **Support Vector Machines**, Cambridge University Press, 2000.

O. Duda, P. E. Hart, D. Storck: **Pattern Classification and Scene Analysis**, Wiley, 2001.

J. Hertz, A. Krogh, R. G. Palmer: **Wstęp do teorii obliczeń neuronowych**, WNT, 1995.

J. Koronacki, J. Ćwik: **Statystyczne systemy uczące się**, WNT, 2005.

T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction**, Springer, 2008.

T. Kohonen: **Self Organizing Maps**, Springer, 2001.

P. Roelants, D. Slater, G. Spacagna, V. Zocca: **Deep Learning. Uczenie głębokie z językiem Python. Sztuczna inteligencja i sieci neuronowe**, Helion, 2018.

M. Szeliga: **Data Science i uczenie maszynowe**, Wydanie I, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.

Y. Bengio, A. Courville, I. Goodfellow: **Deep Learning Współczesne systemy uczące się**, Wydanie: 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019.

O. Chapelle, B. Scholkopf and A. Zien (eds.): **Semi-Supervised Learning**. MIT Press, 2006.

Wybrane artykuły z periodyków: IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Neural Computation, Neurocomputing, Neural Networks, NIPS - Neural Information Processing Systems, Journal of Machine Learning Research:

S. Geman, E. Bienenstock, R. Duprat: **Neural Networks and Bias/Variance Dilemma**, Neural Computation 4, 1-58, 1992.

G. Monari, G. Dreyfus: **Withdrawing an example from the training set: an analytic estimation of its effect on a non-linear parameterized model**, Neurocomputing 35, 195-201, 2002.

G. Monari, G. Dreyfus: **Local Overfitting Control via Leverages**, Neural Computation 14, 1481-1506, 2002.

I. Rivals, L. Personnaz: **Jacobian Conditioning Analysis for Model Validation**, Neural Computation 16, 401-418, 2004 .

Y. Oussar, G. Monari, G. Dreyfus: **Reply to the Comments on "Local Overfitting Control via Leverages" in "Jacobian Conditioning Analysis for Model Validation" by I. Rivals and L. Personnaz**, Neural Computation 16, 419-443, 2004.

Oprogramowanie: (wpisać używane oprogramowanie – o ile jest potrzebne)

Matlab, Keras

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych –45 godz., w tym

*obecność na wykładach 30 godz.,
udział w konsultacjach 15 godz.*

*2. praca własna studenta – 35 godz., w tym
przygotowanie do kolokwium 5 godz.,
wykonywania zadań projektowych 20 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 3 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki i analizy danych.	Wykład/projekt	raport	K1_W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów, uczenia maszynowego	wykład	kolokwium	K1_W04
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru architektury i oprogramowania uczenia maszynowego	projekt	raport	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych analizy danych.	wykład	kolokwium	K1_W13
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	projekt	raport	K1_U04
Potrafi porównać metody i algorytmy uczenia maszynowego stosując określone kryteria użytkowe.	projekt	raport	K1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	projekt	raport	K1_K02
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	projekt	raport	K1_K03

Zespół Autorski:

dr inż. Agnieszka Szymańska

Telekomunikacja Optofalowa (TEOP)
Lightwave Communication

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *WDOF*

Limit liczby studentów: *60*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z problematyką nowoczesnych łącz światłowodowych. Tematyka przedmiotu obejmuje elementy toru optycznego, zjawiska zachodzące w łączach, oraz współczesne konstrukcje łącz światłowodowych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot składa się z: wykładu i projektu.

Zaliczenie przedmiotu:

1. Należy uzyskać minimum 5 na 10 pkt z zajęć projektowych.
2. Należy uzyskać minimum 15 na 30 pkt z kolokwium.
3. Należy wykonać projekt „podstawowy” albo „zaawansowany”
4. Należy przedstawić prawidłowo wykonany projekt i odpowiedzieć na zadane pytania związane z przedmiotem. Całkowita liczba punktów możliwa do uzyskania z projektu „podstawowego” i odpowiedzi podczas jego prezentacji to 40 pkt. Całkowita liczba punktów możliwa do uzyskania z projektu „zaawansowanego” i odpowiedzi podczas prezentacji to 60 pkt.
5. Jeżeli student wykonał projekt, ale nie przyszedł na jego obronę z własnej winy (honorowane jest usprawiedliwienie lekarskie) dostaje z projektu 0 pkt i jest dopuszczony do egzaminu. Maksymalna liczba punktów możliwa do uzyskania z egzaminu to 60 pkt.

6. W przypadku kiedy student jest niezadowolony z otrzymanej ilości punktów za projekt i odpowiedź, może z tych punktów zrezygnować i przystąpić do egzaminu pisemnego. Maksymalna liczba punktów możliwa do uzyskania z egzaminu to 60 pkt.
7. Wykonując projekt „podstawowy” student może uzyskać maksymalnie 80 pkt (zajęcia projektowe (10 pkt), kolokwium (30 pkt), projekt podstawowy (40 pkt)).
8. Wykonując projekt „zaawansowany” student może uzyskać maksymalnie 100 pkt (zajęcia projektowe (10 pkt), kolokwium (30 pkt), projekt zaawansowany (60 pkt)).
9. Ocena końcowa z przedmiotu jest wystawiana według poniższej reguły:
91-100 punktów ocena: 5.0
81-90 punktów ocena: 4.5
71-80 punktów ocena: 4.0
61-70 punktów ocena: 3.5
51-60 punktów ocena: 3.0
do 50 punktów ocena: 2.0

Opis wykładu:

Światłowody optyczne. Światłowody włókniste wielomodowe i jednomodowe, światłowody planarne optyki zintegrowanej, rodzaje modów, źródła dyspersji i strat. Parametry i standardy włóknistych światłowodów telekomunikacyjnych. Wytwarzanie światłowodów. Pobudzenie i łączenie światłowodów.

Źródła światła w łączy telekomunikacyjnym. Dioda LED i lasery półprzewodnikowe FP, DBR i DFB, ich zasada działania i podstawowe parametry. Charakterystyki lasera (przejściowa, spektralna, etc.), szumy lasera, efekt migotania lasera i sposoby jego wykorzystania.

Detekcja promieniowania. Proces fotodetekcji w półprzewodniku, współczynnik absorpcji, wydajność kwantowa i czułość fotodetektora. Budowa, zasada działania i dostępne konstrukcje fotodiod MSM i PIN oraz fototranzystorów HBT. Konstrukcje fotoodbiorników. Szumy w odbiornikach optycznych.

Modulacja promieniowania. Sposoby modulacji, modulacja przy transmisji analogowej i cyfrowej. Modulacja bezpośrednia lasera, graniczna częstotliwość modulacji, obwód zastępczy lasera, modulacja częstotliwości w laserach półprzewodnikowych. Modulator elektrooptyczny, efekt elektrooptyczny, modulator fazy, interferometr Mach-Zender'a. Modulator Mach-Zendera, podstawowe parametry, konstrukcje z falą bieżącą. Modulator elektroabsorpcyjny, struktury biheterozłącza, studnie kwantowe, efekt Franc-Kelbysh'a, konstrukcje scalone z laserem półprzewodnikowym.

Wzmacnianie sygnałów optycznych. Typy i zastosowanie wzmacniaczy optycznych. Optyczny wzmacniacz półprzewodnikowy - zasada działania, wzmocnienie wzmacniacza, efekt rezonansowy, efekt nasycenia wzmocnienia, mieszanie czterofalowe, przesłuchy i szumy wzmacniacza. Optyczne wzmacniacze światłowodowe EDFA i PDFA, poziomy energetyczne, metody pompowania, dobór mocy pompy i długości włókna aktywnego. Parametry wzmacniaczy.

Techniki multipleksacji. Multipleksacja w dziedzinie czasu, tradycyjna (TDM) i optyczna (OTDM). Elementy używane w OTDM, struktury multiplekserów i demultiplekserów OTDM. Multipleksacja w dziedzinie długości fali (WDM) i standard DWDM, wymagania stawiane elementom, efekt mieszania czterofalowego. Multipleksacja SCM, struktura łączy i podstawowe zjawiska. Łączenie technik multipleksacji.

Cyfrowe łączy optyczne. Zasada działania, definicja BER-u, wpływ czułości fotoodbiornika na BER, ograniczenie zasięgu łączy: tłumienie i dyspersja, budżet mocy, zasięg a prędkość transmisji, zasięg a długość fali. Metody kompensacji dyspersji. Zjawiska nieliniowe w światłowodzie - mieszanie 4-falowe, metody minimalizacji efektów mieszania

czterofalowego, transmisja solitonowa, liniowy ośrodek dyspersyjny, nieliniowy ośrodek niedyspersyjny, nieliniowy ośrodek dyspersyjny, skrośna modulacja fazy, samomodulacja fazy, wymuszone rozpraszanie Ramana i Brillouina, metody generacji solitonów, przykładowe struktury łączy.

Analogowe łącza optyczne. Idea łącza analogowego, lasery, fotodetektory, modulacja bezpośrednia, modulacja zewnętrzna, wzmocnienie łącza analogowego, współczynnik szumów łącza analogowego, zjawiska nieliniowe w optycznych łączach analogowych. Parametry analogowych łączy optycznych.

Systemy radiowo-światłowodowe . Idea sieci radiowo-optycznej, transmisja sygnałów mikrofalowych, synchronizacja, mieszanie optyczne, przykłady systemów. Fotonika w technice radarowej.

Łącza optyczne wolnej przestrzeni. Idea łącza optycznego wolnej przestrzeni, zasada działania, źródła sygnałów optycznych, formowanie wiązki, wzmocnienie anteny nadajnika, propagacja w wolnej przestrzeni, gęstość mocy w płaszczyźnie odbiornika, wzmocnienie anteny odbiornika, moc odebrana, propagacja w atmosferze - absorpcja i rozpraszanie, komunikacja dalekiego i krótkiego zasięgu - podobieństwa i różnice, przykłady rozwiązań.

Projekt:

Zadaniem stawianym studentom w ramach projektu jest zaprojektowanie łącza optycznego o zadanych parametrach z uwzględnieniem wszystkich istotnych zjawisk zachodzących w łączach, przy wykorzystaniu elementów dostępnych komercyjnie. Proponowane zagadnienia można podzielić na 3 grupy:

Cyfrowe łącza jednokanałowe - celem projektu zaprojektowanie jednokanałowego łącza optycznego o zadanej długości, przepływności i współczynniku BER, oraz porównanie różnych rozwiązań stosowanych przy kompensacji dyspersji, zarówno po kątem użytych elementów (siatka Bragga, światłowód DCF) jak i rozmieszczenia tych elementów w torze optycznym.

Cyfrowe łącza DWDM - celem projektu jest zaprojektowanie wielokanałowego łącza DWDM o zadanej liczbie kanałów optycznych, długości łącza, przepływności na kanał oraz współczynniku BER z uwzględnieniem zjawisk nieliniowych w światłowodzie optycznym.

Łącza analogowe - celem projektu jest zaprojektowanie analogowego łącza optycznego z multipleksacją na podnośnych (SCM) CATV lub do transmisji danych z uwzględnieniem zjawisk nieliniowych w nadajniku (intermodulacje 3-go rzędu).

Egzamin: *tak*

Literatura:

- B. Galwas „Podstawy telekomunikacji optofalowej”, Akademska Seria WWSI 2018
materiały z platformy <http://esezam.okno.pw.edu.pl/> (A. Szymańska „Łącza światłowodowe – budżet mocy”, „Łącza światłowodowe – budżet mocy”, „Łącza światłowodowe – zjawiska nieliniowe”)
Jerzy Siuzdak „Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej” WKiŁ ISBN 83-206-1290-X
Warszawa 1999
Govind Agrawal - „Fiber-optic communication systems” Artec House Inc. ISBN 0-471-21571-6 London 2002

Oprogramowanie: *OptSim*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 15 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.*
2. *praca własna studenta – 50 godz., w tym
przygotowanie do egzaminu 10 godz.,
przygotowanie do kolokwium 10 godz.,
wykonywania zadań projektowych 20 godz.,
przygotowanie sprawozdań 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. zadań projektowy

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie telekomunikacji.	wykład projekt	egzamin kolokwium	K1_W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie materiałów i elementów fotonicznych (elementy toru światłowodowego)	wykład	kolokwium prezentacja projektu	K1_W07
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki i systemów telekomunikacyjnych	projekt	raport zprojektu	K1_W11
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zjawisk fizycznych występujących w łączach światłowodowych	projekt	raport zprojektu Egzamin	K1_U03
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	projekt	raport zprojektu	K1_U04
Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim prezentację ustną dotyczącą zaprojektowanego łącza światłowodowego.	projekt	prezentacja projektu	K1_U07
Potrafi ocenić możliwości transmisyjne (wydajnościowe i jakościowe) systemów transmisji przewodowej	projekt	raport zprojektu	K1_U14
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów systemu telekomunikacyjnego.	projekt	raport zprojektu	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi pracować i współdziałać w grupie	projekt		K1_K03
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.			K1_K02

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Robert Mroczyński, prof. uczelni

**Technologie materiałów i struktur półprzewodnikowych dla przyrządów
Internetu Rzeczy (TIR)**
*Technology of materials and semiconductor structures for the Internet of
Things devices*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyczne podstawy elektroniki i fotoniki (FPEIF), Podstawy przyrządów półprzewodnikowych (PPP)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu:

modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika

Cel przedmiotu:

Internet Rzeczy (ang. Internet of Things – IoT / Internet of Everything – IoE) jest obecnie najprężniej rozwijającą się gałęzią gospodarki w obszarze wysokich technologii. IoT / IoE najprościej zdefiniować jako sieć połączonych ze sobą wszelkich przyrządów, które za pomocą wbudowanych różnego typu urządzeń, systemów oraz układów elektronicznych i fonicznych komunikują się ze sobą przesyłając dane. Zalety IoT / IoE takie, jak zdalne zarządzanie, automatyczna diagnostyka, działanie w czasie rzeczywistym, czy efektywność pracy oraz wysoka oszczędność czasu i energii, pozwoliła na stworzenie nowych obszarów zastosowań, takich jak inteligentne domy i budynki, inteligentne miasta, a także inteligentny przemysł. Internet rzeczy to sieć przyrządów, których bazą są zintegrowane przyrządy półprzewodnikowe – elektroniczne i foniczne.

Na wykładzie opowiem o tym, jakie technologie i jakie przyrządy pozwoliły na zapoczątkowanie rewolucji XXI wieku, jakim jest Internet Rzeczy. Współczesny elementy IoT / IoE pozwalają na zarządzanie i przetwarzanie danych (mikroprocesory, układy ASIC), czują (czujniki MEMS i MOEMS oraz tzw. wearable electronics), zasilają się dzięki bateriom (ogniwa fotowoltaiczne) lub pobierają energię z otoczenia (ang. energy harvesting) oraz komunikują się (GPS). Na wykładzie przybliżę specyficzne warunki wytwarzania tego typu

przyrządów oraz omówię podstawowe technologie niezbędne do wytwarzania przyrządów dla sieci IoT / IoE.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: Przedmiot będzie prowadzony w ramach wykładów multimedialnych bogato wzbogaconych o zdjęcia, przekroje oraz filmy ułatwiające zrozumienie przedstawianych na wykładzie treści. Planowana jest również organizacja wycieczki do Centrum Zaawansowanych materiałów i Technologii (CEZAMAT) lub do Instytutu Technologii Elektronowej w Piasecznie, aby studenci mogli przekonać się, jak wyglądają nowoczesne laboratoria technologiczne, w których prowadzone są prace naukowo-badawcze związane z technologią przyrządów omawianych na wykładach. Zaliczenie przedmiotu będzie przeprowadzone na podstawie ocen uzyskanych z dwóch kolokwium sprawdzających (w sumie 75 pkt.) oraz projektu (25 pkt.). Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie przynajmniej 51 pkt. Projekt będzie miał charakter grupowy (podział na grupy 2-osobowe). Jego realizacja będzie prezentowana w trakcie zajęć dydaktycznych i dyskutowana w grupie studenckiej.

Opis wykładu:

1. „Wstęp” – miejsce technologii w rozwoju przyrządów dla Internetu rzeczy (IoT), rys historyczny i rozwój technologii przyrządów elektronicznych i fotonicznych dla IoT, granice i bariery rozwoju oraz prognozy, pojęcia: „skalowanie”, „More Moore” i More than Moore”, „Przemysł 4.0”, nowe technologie, nowe materiały, nowe architektury przyrządów, rynek przyrządów IoT, wyzwania IoT i bezpieczeństwo. (4h)
2. „Czystość technologiczna i warunki wytwarzania przyrządów IoT” – podstawowe procesy technologiczne, sekwencje procesów technologicznych, uzysk produkcyjny, metody optymalizacji, metody charakteryzacji materiałów, struktur i przyrządów, techniki montażu i „packaging”. (4h)
3. „Przetwarzanie i magazynowanie informacji” – Mikroprocesory i pamięci – klasyczne technologie planarne oraz ich „booster’y”: Lightly Doped Drain (LDD), implantacja typu „retrograde”, technologia Silicon-On-Insulator (SOI), naprężenia (strain engineering), dielektryki typu ‘high-k’ i ‘low-k’, krzemki, miedź i technologia damasceńska. Technologie MOS/MIS dla przyrządów o ekstremalnie niskim poborze energii („Ultra-low power”) – „fin-FET”, UTB-SOI, Gate-All-Around (GAA), 3D stacks, Extreme UV (EUV), fotolitografia imersyjna. (4h)
4. „Czujniki i akulatory” – Przyrządy M(O)EMS – głębokie anizotropowe techniki trawienia półprzewodników i cienkich warstw (Deep Reactive Ion Etching – DRIE, RIE oraz TMAH), podstawowe elementy mikromechaniczne – belka i membrana, nanostemplowanie, bonding podłoży funkcyjnych, przykłady aplikacji – czujniki ciśnienia i przyspieszenia, głowica drukarki atramentowej. (4h)
5. „Wearable electronics” – elektronika elastyczna, transparentna i drukowana, techniki wytwarzania cienkich warstw, optymalizacja właściwości optycznych (transmisja i odbicie) i mechanicznych, techniki druku, materiały dla elektroniki drukowanej, zastosowania, warstwy organiczne, przyrządy typu TFT. (4h)

6. *„Zasilanie” – Ogniwa fotowoltaiczne – zasada działania, podstawy technologii i charakteryzacja, klasyczne ogniwa krzemowe, CIGS oraz wielozłączowe, podstawowe elementy ogniw – warstwy półprzewodnikowe, kontakty oraz antyrefleksyjne. Panele fotowoltaiczne i ich charakteryzacja. (2h)*
7. *„Energy harvesting” – klasyfikacja dostępnych źródeł energii, piezoelektryki, złącze Peltiera, złącze p-n, układy kondycjonujące, układy pasywne, baterie. (2h)*
8. *„Przyrządy fotoniczne dla IoT” – fotoniczne układy scalone (PICs i ASPICs), przyrządy platformy krzemowej (Si) oraz fosforku indu (InP), podstawowe elementy pasywne i aktywne, podstawowe procesy technologiczne, metody integracji z układami elektroniki półprzewodnikowej. (2h)*
9. *Kolokwia sprawdzające wiedzę. (2h)*
10. *Projekt. (2h)*

Laboratorium: *nie*

Projekt: *Projekt będzie miał charakter grupowy. Studenci będzie podzieleni na grupy 2-osobowe. Zadaniem studentów będzie przygotowanie krótkich referatów w formie prezentacji związanych z problemami i wyzwaniem współczesnych technologii przyrządów elektronicznych i fotonicznych. Ich realizacja będzie wymagała skorzystania z literatury, a także dostępnego w IMiO PW lub w postaci otwartej licencji oprogramowania do symulacji i/lub modelowania procesów technologicznych.*

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. *S.C. Mukhopadhyay (ed.), Internet of things – challenges and opportunities, Springer (2014).*
2. *M. Alioto (ed.), Enabling the Internet of things – from integrated circuits to integrated systems, Springer (2017).*
3. *R. Doering and Y. Nishi Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology, CRC Press (2008).*
4. *F. Balestra, Nanoscale CMOS. Innovative Materials, Modeling and Characterization, Wiley, (2010).*
5. *B. de Salvo, Silicon Non-Volatile Memories, J. Wiley & Sons Inc. (2009).*
6. *J.P. Collinge, Silicon-On-Insulator Technology: Materials to VLSI, Kluwer (1991).*
7. *H. Klauk (ed.), Organic Electronics, J. Wiley & Sons Inc. (2006).*
8. *G.T. Reed and A.P. Knights, Silicon Photonics: an introduction, J. Wiley & Sons Inc. (2004).*
9. *Publikacje dostępne w czasopismach i bazach naukowych oraz prezentacje multimedialne w sieci www.*

Oprogramowanie: *brak*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 55 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 0 godz.,
udział w konsultacjach 25 godz.*

2. *praca własna studenta – 25 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 0 godz.,
przygotowanie do kolokwii 10 godz.,
wykonywania zadań projektowych 10 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,06 pkt ECTS, co odpowiada 55 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,94 pkt ECTS, co odpowiada 0 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 25 godz. zadań projektowych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fonicznych.	Wykład Projekt	Projekt Kolokwium	K1_W07
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii elektronicznych i fonicznych.	Wykład Projekt	Projekt Kolokwium	K1_W12
W3: Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Projekt Kolokwium	K1_W13
W4: Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Projekt Kolokwium	K1_W14
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Projekt	Projekt	K1_U04
U2: Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki.	Projekt	Projekt	K1_U07
U3: Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	Wykład	Projekt Kolokwium	K1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Projekt	Projekt	K1_K03

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Robert Mroczyński

Technologiczne podstawy współczesnych przyrządów elektronicznych i fotonicznych (TPEF)

Technological fundamentals of modern electronic and photonic devices

Poziom kształcenia: *I/II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *podstawy przyrządów półprzewodnikowych (PPP), technologia w elektronice i fotonice (TELFO), wstęp do fotoniki(WDOF)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu:

modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika

Cel przedmiotu:

Trudno wyobrazić sobie współczesną cywilizację bez technicznych zdobyczy wieku XX, takich jak tranzystora czy lasera. Rozwój technologii tego typu przyrządów doprowadził do osiągnięcia kamieni milowych, do których należą mikroprocesory i pamięci, a także do powstania i rozwoju nowych dziedzin nauki i techniki, jak np. fotoniki, która wykorzystuje wiedzę z zakresu fizyki, nanotechnologii, inżynierii materiałowej oraz elektroniki. Wiek XX można z powodzeniem nazwać wiekiem elektronu, a elektronikę – technologią XX wieku. Rozwój elektroniki w wielu miejscach napotkał już pewne ograniczenia fundamentalne, dlatego o fotonice mówi się jako o technologii XXI wieku. Podstawą produkcji przyrządów elektronicznych i fotonicznych jest technologia, czyli nauka o metodach wytwarzania, która jest bardzo interdyscyplinarna.

Na wykładzie opowiem o tym, jakie rozwiązania technologiczne, w szczególności, z zakresu technologii półprzewodnikowej, pozwoliły na produkcję mikroprocesorów, pamięci, różnego typu czujników i przyrządów wykonanych w technologii M(O)EMS, wyświetlaczy LCD/LED, ogniw fotowoltaicznych, laserów półprzewodnikowych czy fotonicznych układów scalonych (PIC). Na wykładzie przybliżę specyficzne warunki wytwarzania tego typu przyrządów oraz omówię dalsze kierunki rozwoju oraz aktualne i najbardziej rokujące technologie, które mogą doprowadzić do cywilizacyjnego przełomu w XXI wieku.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: Przedmiot będzie prowadzony w ramach wykładów multimedialnych bogato wzbogaconych o zdjęcia, przekroje oraz filmy ułatwiające zrozumienie przedstawianych na wykładzie treści. Planowana jest również organizacja wycieczki do Centrum Zaawansowanych materiałów i Technologii (CEZAMAT) lub do Instytutu Technologii Elektronowej w Piasecznie, aby studenci mogli przekonać się, jak wyglądają nowoczesne laboratoria technologiczne, w których prowadzone są prace naukowo-badawcze związane z technologią przyrządów omawianych na wykładach. Zaliczenie przedmiotu będzie przeprowadzone na podstawie ocen uzyskanych z dwóch kolokwium sprawdzających (w sumie 75 pkt.) oraz projektu (25 pkt.). Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie przynajmniej 51 pkt. Projekt będzie miał charakter grupowy (podział na grupy 2-osobowe). Jego realizacja będzie prezentowana w trakcie zajęć dydaktycznych i dyskutowana w grupie studenckiej.

Opis wykładu:

1. Wstęp – ‘Technologia’ w kontekście przyrządów elektronicznych i fotonicznych, rys historyczny i rozwój technologii przyrządów półprzewodnikowych dla elektroniki i fotoniki, granice i bariery rozwoju oraz prognozy, pojęcia: „skalowanie”, „More Moore” i „More than Moore”, nowe technologie, nowe materiały, nowe architektury przyrządów, rynek przyrządów elektronicznych i fotonicznych. (3h)
2. Czystość technologiczna i warunki wytwarzania przyrządów elektronicznych i fotonicznych, podstawowe procesy technologiczne, sekwencje procesów technologicznych, uzysk produkcyjny, metody optymalizacji, metody charakteryzacji materiałów i struktur półprzewodnikowych. (3h)
3. Mikroprocesory i pamięci – klasyczne technologie planarne oraz ich „booster’y”: Lightly Doped Drain (LDD), implantacja typu „retrograde”, technologia Silicon-On-Insulator (SOI), naprężenia (strain engineering), dielektryki typu high-k i low-k, krzemki, miedź i technologia damasceńska. (4h)
4. Ekstremalne technologie MOS/MIS – „fin-FET”, UTB-SOI, Gate-All-Around (GAA), 3D stacks, Extreme UV (EUV), fotolitografia imersyjna. (4h)
5. Przyrządy M(O)EMS i czujniki – głębokie anizotropowe techniki trawienia półprzewodników i cienkich warstw (Deep Reactive Ion Etching – DRIE, RIE oraz TMAH), podstawowe elementy mikromechaniczne – belka i membrana, nanostemplowanie, bonding, przykłady aplikacji – czujniki ciśnienia i przyspieszenia, głowica drukarki atramentowej. (4h)
6. Wyświetlacze LCD/LED – zasada działania, techniki wytwarzania cienkich warstw, panele szklane i ciekłe kryształy, warstwy organiczne, przyrządy typu TFT. (4h)
7. Ogniwa fotowoltaiczne – zasada działania, podstawy technologii i charakteryzacja, klasyczne ogniwa krzemowe, CIGS oraz wielozłączone, podstawowe elementy ogniw – warstwy półprzewodnikowe, kontakty oraz antyrefleksyjne. Panele fotowoltaiczne i ich charakteryzacja. (2h)
8. Lasery półprzewodnikowe – technologia MBE i MOCVD, inżynieria pasm energetycznych, lasery kaskadowe. (2h)

9. *Fotoniczne układy scalone (PICs) – przyrządy platformy krzemowej (Si) oraz fosforu indu (InP), podstawowe elementy pasywne i aktywne, podstawowe procesy technologiczne, metody integracji z układami elektroniki półprzewodnikowej. (2h)*
10. *Kolokwia sprawdzające wiedzę. (2h)*

Laboratorium: nie

Projekt: Projekt będzie miał charakter grupowy. Studenci będzie podzieleni na grupy 2-osobowe. Zadaniem studentów będzie przygotowanie krótkich referatów w formie prezentacji związanych z problemami i wyzwaniem współczesnych technologii przyrządów elektronicznych i fotonicznych. Ich realizacja będzie wymagała skorzystania z literatury, a także dostępnego w IMiO PW lub w postaci otwartej licencji oprogramowania do symulacji i/lub modelowania procesów technologicznych.

Egzamin: nie

Literatura:

1. Robert Doering and Yoshio Nishi "Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology", CRC Press (2008).
2. Gary S. May and Simon M. Sze "Fundamentals of Semiconductor Fabrication", John Wiley & Sons (2002).
3. Stanley Wolf and Richard N. Tauber "Silicon Processing for the VLSI Era, Vol. 1: Process Technology", Lattice Press (2000).
4. S.M. Sze, K.K. Ng, "Physics of Semiconductor Devices", Wiley, New York (2007).
5. F. Balestra, "Nanoscale CMOS. Innovative Materials, Modeling and Characterization", Wiley, (2010).
6. B. de Salvo, Silicon Non-Volatile Memories, J. Wiley & Sons Inc. (2009).
7. J.P. Collinge, Silicon-On-Insulator Technology: Materials to VLSI", Kluwer (1991).
8. Tapan K, Gupta; Handbook of Thick- and Thin-Film Hybrid Microelectronics, J. Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey (2003).
9. H. Klauk (ed.), Organic Electronics, J. Wiley & Sons Inc. (2006).
10. G.T. Reed and A.P. Knights, Silicon Photonics: an introduction, J. Wiley & Sons Inc. (2004).
11. Publikacje dostępne w czasopismach i bazach naukowych oraz prezentacje multimedialne w sieci www.

Oprogramowanie: brak

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 55 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz.,

*obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 0 godz.,
udział w konsultacjach 25 godz.*

*2. praca własna studenta – 25 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 0 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 10 godz.,
wykonywania zadań projektowych 10 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,06 pkt ECTS, co odpowiada 55 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,94 pkt ECTS, co odpowiada 0 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 25 godz. zadań projektowych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fonicznych.	Wykład Projekt	Projekt Kolokwium	K1_W07
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii elektronicznych i fonicznych.	Wykład Projekt	Projekt Kolokwium	K1_W12
W3: Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Projekt Kolokwium	K1_W13
W4: Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Projekt Kolokwium	K1_W14
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Projekt	Projekt	K1_U04
U2: Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki.	Projekt	Projekt	K1_U07
U3: Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	Wykład	Projekt Kolokwium	K1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Projekt	Projekt	K1_K03

Zespół Autorski:

Dr hab. inż. Tomasz Osuch

Dr inż. Alicja Anuszkiewicz

Technika światłowodowa dla inżynierów (TSI)
Fiber Optics for Engineers

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do fotoniki (WDF),
Elementy Fotoniczne (ELFO), Fotonika światłowodowa (FOS)*

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze specjalistyczną wiedzą inżynierską z zakresu techniki światłowodowej z naciskiem na praktyczne aspekty związane ze światłowodami i światłowodową techniką pomiarową. Przedmiot ten ma za zadanie dostarczenie nie zbędnej wiedzy oraz umiejętności praktycznych (zdobytych na zajęciach laboratoryjnych) niezbędnych do radzenia sobie z zagadnieniami inżynierskimi z zakresu techniki światłowodowej oraz do prowadzenia prac badawczych w tej tematyce. Znaczący akcent w przedmiocie położony został na praktyczną wiedzę dotyczącą metrologii światłowodowej oraz na przybliżenie kluczowych zagadnień z zakresu współczesnej inżynierii fotonicznej wykraczających poza podstawowy kurs Fotoniki Światłowodowej (FOS).

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot składa się z 30 godzin wykładów w wymiarze 2 godziny tygodniowo, 4 zajęć laboratoryjnych (4 godziny każde) oraz projektu w wymiarze 1 godziny tygodniowo. Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie na podstawie oceny z kolokwium wykładowego oraz wyników z laboratorium oraz zajęć projektowych.

Opis wykładu:

Zakres tematyczny wykładu obejmuje specjalistyczne zagadnienia związane z techniką oraz metrologią światłowodową.

1. Wstęp: przypomnienie i rozszerzenie podstawowych zagadnień z zakresu techniki światłowodowej: klasyfikacja światłowodów, podstawowe parametry i właściwości światłowodów, źródła i detektory stosowane w technice światłowodowej (4h)
2. Teoria światłowodów, przegląd metod modelowania włókien, oprogramowanie inżynierskie do symulacji światłowodów i podzespołów światłowodowych (4h)
3. Światłowody specjalne i komponenty:
 - a) światłowody fotoniczne – budowa, technologia, właściwości, zastosowania (2h)
 - b) światłowody antyrezonansowe, Kagome, nanostrukturyzowane – budowa, technologia, właściwości, zastosowania (2h)
 - c) światłowody i komponenty wielordzeniowe - budowa, technologia, właściwości, zastosowania (2h)
 - d) światłowody i komponenty kilku-modowe - budowa, technologia, właściwości, zastosowania (2h)
4. Zaawansowane technologie wytwarzania światłowodów specjalnych oraz metody obróbki i funkcjonalizacji światłowodów: obróbka termiczna, mikroobróbka laserowa, cienkie warstwy, plazmonika (2h)
5. Efekty nieliniowe w światłowodach: rozpraszanie Ramana, Brillouina, Rayleigha, generacja supercontinuum, nieliniowa modulacja fazy, mieszanie 4-falowe i ich wykorzystanie w fotonice (2h)
6. Metrologia światłowodowa - przyrządy i metody pomiarowe w fotonice światłowodowej:
 - a) metody pomiaru podstawowych parametrów światłowodów (rozkłady pola modowego, apertura numeryczna, długość fali odcięcia, tłumienność/spektralna charakterystyka tłumienności, długość drogi optycznej) (3h)
 - b) metody pomiaru właściwości dyspersyjnych światłowodów: (dyspersja chromatyczna, dwójłomność, dyspersja polaryzacyjna, straty zależne od polaryzacji, współczynnik ekstynkcji). (2h)
 - c) pomiary wybranych parametrów komponentów światłowodowych (m.in. sprzęgacze, cyrkulatory, multipleksery, siatki Bragga): standardy, metody i urządzenia pomiarowe (2h)
7. Kierunki rozwoju i zastosowania fotoniki światłowodowej (metrologia, telekomunikacja optyczna, sensoryka) (3h)

Laboratorium:

Celem laboratorium jest ugruntowanie wiedzy teoretycznej z naciskiem na nabycie umiejętności praktycznych przygotowujących do pracy w laboratorium światłowodowym i do realizacji pracy dyplomowej/naukowej z zakresu techniki światłowodowej. Studenci mają możliwość własnoręcznego zestawienia stanowiska badawczego, nabycia umiejętności eksperymentatorskich (m.in. wprowadzanie światła do światłowodów, sprzęganie optyczne ze światłowodami specjalnymi), oraz posługiwania się zaawansowanym optycznym sprzętem pomiarowym.

1. Badania podstawowych właściwości światłowodów – część 1: zestawienie stanowiska pomiarowego do obserwacji rozkładu modów w światłowodzie, pobudzenie modów, obserwacja i pomiary.
2. Badanie podstawowych właściwości światłowodów – część 2: pomiar strat zgięciowych, długości fali odcięcia, wyznaczenie apertury numerycznej światłowodów.
3. Badania właściwości polaryzacyjnych światłowodów – pomiar stanu polaryzacji, dwójłomności, dyspersji polaryzacyjnej.
4. Charakteryzacja wybranych biernych podzespołów światłowodowych.

Projekt:

Projekt realizowany jest w grupach 2 osobowych. W ramach projektu studenci mają możliwość realizacji tematu teoretycznego lub zagadnienia obliczeniowego. Temat teoretyczny polega na sporządzeniu opracowania/raportu na wybrany temat z zakresu najnowszych osiągnięć w technice światłowodowej. W tym przypadku zadanie studentów polega na przeprowadzeniu studiów literaturowych (głównie bazując na anglojęzycznych artykułach naukowych), zgromadzeniu i usystematyzowaniu wiedzy, stworzeniu opracowania na wybrany temat i przedstawieniu tematu w formie seminarium. Z kolei realizacja projektu obliczeniowego polega na implementacji wybranego zagadnienia z zakresu techniki fotonicznej w wybranym języku programowania (np. Matlab i Python), i jest to najczęściej modelowanie pewnego zjawiska w światłowodach lub komponentach światłowodowych, opracowania raportu oraz przedstawienia wyników w formie seminarium.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. J.-P. Goure, I. Verrier, "Optical Fibre Devices", IOP Publishing Ltd, Bristol, 2002
2. F. Zolla, G. Renversez, A. Nicolet, B. Kuhlmeiy, S. Guenneau, D. Flebacq, "Fundamentals of Photonic Crystal Fibres", Imperial College Press, London, 2005
3. A. Kumar, A. Ghatak, "Polarization of Light with Applications in Optical Fibers", SPIE Press, Bellingham, Washington, 2011.
4. D. Derickson, "Fiber Optic Test and Measurement", Prentice Hall PTR, NJ, Upper Saddle River, 1998.
5. R. Hui, M. O'Sullivan, "Fiber Optic Measurement Techniques", Elsevier Academic Press, New York, 2009,
6. Publikacje naukowe

Oprogramowanie: *Matlab, Python, Scilab itp. (opcjonalnie w ramach projektu)*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	16/15	1	(61h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 61 godz., w tym:*
 - *obecność na wykładach 30 godz.,*
 - *obecność na laboratorium 16 godz.,*
 - *udział w konsultacjach 15 godz.*
2. *praca własna studenta – 32 godz., w tym:*
 - *przygotowanie do laboratoriów 6 godz.,*

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- *przygotowanie do kolokwium 10 godz.,*
- *wykonywania zadań projektowych 10 godz.,*
- *przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 6 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 93 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,62 pkt ECTS, co odpowiada 61 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,63 pkt ECTS, co odpowiada 16 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 6 godz. przygotowania do laboratorium oraz 10 godz. realizacji zadań projektowych i 6 godz. przygotowania sprawozdań z projektów.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	K1_W11
W2: Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład Laboratorium	Kolokwium Raport	K1_W12
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	Laboratorium Projekt	Raport	K1_U04
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fotonicznych	Laboratorium Projekt	Raport	K1_U11
U3: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami	Laboratorium	Raport	K1_U12

umożliwiający pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.			
U4: Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Raport	K1_U20
U5: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Raport	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium Projekt	Raport	K1_K03

Zespół Autorski:

*mgr inż. Marcin Bączyk,
dr inż. Marek Niewiński*

Podstawy współczesnego języka C++
Introduction to Modern C++

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *PAPRO, PROS, PROO*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z najnowszymi właściwościami języka C++ (w standardach C++17 i C++20) usprawniającymi efektywne tworzenie oprogramowania z wykorzystaniem metodyk: obiektowej i funkcyjnej z elementami programowania generycznego.*

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot podzielony jest na dwie części: wykładową i laboratoryjną. W trakcie wykładu studenci zostają zaznajomieni z podstawami współczesnego języka C++. Sygnalizowane zagadnienia rozwijane są w trakcie zajęć praktycznych w laboratorium. Aktywnie prowadzone zajęcia uzupełniają wiedzę przedstawianą na wykładzie. Zakłada się, że student zna i rozumie zagadnienia związane z programowaniem strukturalnych oraz obiektowym. Na koniec wykładu studenci uczestniczą w sprawdzianie potwierdzającym zdobytą wiedzę.

Laboratoria realizowane są w dwuosobowych zespołach. W trakcie laboratorium studenci pod nadzorem prowadzących zajęcia rozwiązują zadania programistyczne. Każde z nich podlega ocenie. Studenci zapoznają się ze specyfiką najpopularniejszych kompilatorów (gcc, clang, msvc) oraz zintegrowanych środowisk programistycznych (QtCreator, VisualStudio). Studenci uczą się wytwarzania przenośnego kodu poprzez aktywne wykorzystywanie narzędzi do zarządzania kodem (git) oraz narzędzi automatycznego budowania projektów (qmake, cmake). Studenci poznają metodyki wytwarzania kodu

(programowanie sterowane testami) oraz pracy w małych zespołach (podział zadań / programowanie ekstremalne).

Opis wykładu:

(1h) Podstawowe praktyki tworzenia czytelnego „czystego kodu”:

*zasady: KISS, DRY, YAGNI,
zasady nazewnictwa zmiennych, funkcji, klas i szablonów,
hermetyzacja, poprawność ze względu na stałość obiektów (const-correctness),
rewizja i refaktoryzacja kodu źródłowego,
piramida testów: testy jednostkowe, testy komponentów, testy integracyjne, testy GUI,
obsługa błędów na etapie działania – obsługa wyjątków oraz asercje dynamiczne.*

(2h) Podstawowe elementy programowania generycznego:

*pojęcie szablonu: funkcji i klasy,
elementy biblioteki standardowej <concepts>
specjalizacje szablonów,
szablony o zmiennej liczbie parametrów (variadic templates),
konkretyzowanie szablonów przy pomocy klas wytycznych,
sprawdzanie typów przy pomocy klas cech, asercje statyczne,
automatyczna dedukcja typów: auto i inicjalizacja obiektów z użyciem nawiasów
klamrowych,
wyrażenia obliczanie w czasie kompilacji, słowo kluczowe constexpr.*

*(1h) mechanizmy nowoczesnego zarządzania zasobami na sterce, sprytnie wskaźniki,
semantyka przenoszenia:*

*zarządzanie pamięcią, czasem życia i własnością obiektów,
technika zarządzania zasobami RAII, pojęcia: l-value i r-
value i referencje do nich,
konstruktor przenoszący i przenoszony operator przypisania,
rule of five, rule of zero,
inteligentne wskaźniki: unique_ptr, shared_ptr, weak_ptr,
tworzenie inteligentnych wskaźników: funkcje: make_unique, make_shared.*

(3h) Kontenery i algorytmy STL:

*pojęcie iteratora, elementy biblioteki standardowej <ranges>, kontenery
danych przechowywanych obok siebie: std::array, std::vector, kontenery
przechowujące dane w postaci list: std::list, std::forward_list, drzewa
wyszukiwań: std::set, std::map, std::multiset, std::multimap, kontenery
wartości hash: std::unordered_set, std::unordered_map, adaptory
kontenerów: std::stack, std::queue, std::priority_queue, struktury:
std::tuple, std::pair,
wykonywanie czynności na elementach krotek std::apply.*

(2h) Wyrażenia lambda:

*funktory i wyrażenia lambda,
generyczne wyrażenia lambda,*

wybrane elementy programowania funkcyjnego: elementy biblioteki standardowej <functional>.

(1h) Wybrane klasy narzędziowe:

*obsługa i konwersje wartości czasu: std::chrono,
obsługa systemu plików: std::path, std::directory_iterator, std::file_status,
wykorzystanie typów definiowanych przez użytkownika do obliczeń na wartościach fizycznych.*

(2h) Elementy programowania równoległego i współbieżnego:

*automatyczne zrównoleglanie wykonywania wybranych algorytmów STL,
uruchamianie i zatrzymywanie wątków,
synchronizacja wątków,
komunikacja pomiędzy wątkami procesu.*

(2h) Tworzenie wielo-platformowego GUI

*wprowadzenie do biblioteki wxWidgets,
wprowadzenie do biblioteki Qt.*

Laboratorium:

(3h) Zapoznanie się z elementami środowiska deweloperskiego:

*narzędzia do automatycznego zarządzania procesem kompilacji: CMake i Qmake,
oprogramowanie wspomagające tworzenie testów jednostkowych: Google C++
Testing Framework, Boost Test, Catch 2,
implementacja zadanej klasy autonomicznej z wykorzystaniem metodyki TDD w formie biblioteki statycznej i dynamicznej.*

(3h) Zarządzanie pamięcią, semantyka przenoszenia i inteligentne wskaźniki:

*pojęcie klasy narzędziowej
definicja i implementacja interfejsu klasy
konstruktora, konstruktor kopiujący, konstruktor przenoszący, operatora przypisania,
przenoszący operator przypisania, destruktor obiektu służące do podglądu i obiekty „uchwyty”.*

(3h) Tworzenie szablonów klas i funkcji:

*definiowanie szablonów funkcji, specjalizacja i konkretyzacja, wykorzystanie klas cech,
szablon klasy na przykładzie samodzielnie zdefiniowanego kontenera wraz z dedykowanymi iteratorami,
wykorzystanie klas wytycznych np. do wyboru algorytmu sortowania kontenera.*

(3h) Funktory i wyrażenia Lambda:

*pojęcie funktora i jego definiowanie,
pojęcie wyrażenia Lambda: definiowanie, lista przechwytywania,
słowo kluczowe const i wyrażenia Lambda jako elementy programowania funkcyjnego,*

zastosowania constexpr.

(3h) Praca z kontenerami z wykorzystaniem algorytmów STL:

(3h) Rozdanie problemów programistycznych. Definiowanie funkcjonalności z punktu widzenia użytkownika końcowego. Dekompozycja na warstwy i mechanizmy komunikacji. Szkielet GUI.

(3h) Projekt hierarchii klas z użyciem UML, wstępna implementacja.

(2x3h) Implementacja mechanizmów zrównoleglenia z wykorzystaniem metodyki programowania generycznego.

(3h) Implementacja i integracja z GUI.

Projekt:

W ramach laboratorium, pod ścisłym nadzorem prowadzących studenci wykorzystując poznane techniki projektowania i wytwarzania oprogramowania w języku C++ przygotowują projekt prostej aplikacji z interfejsem graficznym.

Egzamin: *nie*

Literatura:

[Erich Gamma](#), [Richard Helm](#), [Ralph Johnson](#), [John Vlissides](#) *Wzorce projektowe. Elementy oprogramowania obiektowego wielokrotnego użytku*

Robert C. Martin *Zwinne wytwarzanie oprogramowania. Najlepsze zasady, wzorce i praktyki*

Stephan Roth *Czysty kod w C++17*

IDE: QtCreator, Clion, Visual Studio

Oprogramowanie:

Systemy operacyjne: Linux / Windows

Zintegrowane środowiska programistyczne: QtCreator, Clion, Visual Studio

System kontroli wersji: git, git-bash

Kompilatory: gcc, clang, cl(msvc)

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
1	-	2	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 55 godz., w tym*
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 10 godz.

2. *praca własna studenta – 35 godz., w tym*
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 30 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 5 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 0 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 90 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,83 pkt ECTS, co odpowiada 55 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,00 pkt ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 30 godz. przygotowań do laboratorium

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
<i>Ma uporządkowaną wiedzę na temat nowoczesnego języka C++</i>	wykład / zajęcia laboratoryjne	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
<i>Wie w jaki sposób tworzyć projekty pisane w języku C++</i>	wykład / zajęcia laboratoryjne	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
<i>Zna podstawowe typy kontenerów i algorytmów z nimi związanych udostępnianych przez bibliotekę STL</i>	wykład / zajęcia laboratoryjne	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
UMIEJĘTNOŚCI			
<i>Potrafi zaproponować rozwiązanie problemu programistycznego w postaci programu napisanego w języku C++ zgodnie z zasadami wytwarzania „czystego kodu”</i>	zajęcia laboratoryjne	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
<i>Potrafi w ramach projektu efektywnie wykorzystywać różne paradygmaty programowania wspierane przez język C++</i>	zajęcia laboratoryjne	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
<i>Potrafi wytwarzać oprogramowanie w sposób uniwersalny, kompilowane i uruchamiane na wielu platformach</i>	zajęcia laboratoryjne	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
<i>Potrafi pracować w grupie oraz wspólnie rozwiązywać problemy</i>	zajęcia laboratoryjne	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K03
<i>Jest odpowiedzialny za własny kod, podejmuje zobowiązania, z których jest w stanie się wywiązać</i>	zajęcia laboratoryjne	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K04
<i>Potrafi zarządzać swoim czasem oraz ma umiejętność planowania w czasie pracy własnej oraz pracy członków zespołu i dotrzymuje terminów</i>	zajęcia laboratoryjne	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K03, K1_K04
<i>Zna i stosuje podstawowe metodyki zespołowego wytwarzania oprogramowania</i>	zajęcia laboratoryjne	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K03, K1_K04

Zespół Autorski:

dr inż. Andrzej Mazurak

Wstęp do mikrosystemów (WMS)
Fundamentals of M(O)EMS

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Fizyka półprzewodników w elektronice i fotonice (FPEF)

Podstawy przyrządów półprzewodnikowych (PPP)

Wstęp do elektroniki i elektrotechniki (WEL)

Podstawy materiałów i konstrukcji (POMAK)

Limit liczby studentów: *30*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Przedmiot dotyczy ekscytującej, interdyscyplinarnej dziedziny - mikrosystemów, popularnie zwanej M(O)EMS (micro-(opto)-electrical-mechanical-systems). Celem przedmiotu jest poznanie mikrosystemów w stopniu dostatecznym dla zrozumienia najistotniejszych jej zagadnień oraz przygotowanie do bardziej szczegółowych wykładów z tej dziedziny.

Treść kształcenia:

Dziedzina mikrosystemy jest wysoce interdyscyplinarna, obejmująca wszystkie główne dziedziny techniki, włączając fizykę, chemię, biologię, oraz materiałoznawstwo. Żaden pojedynczy kurs nie jest w stanie objąć w szczególności wszystkich tych dziedzin. W ramach przedmiotu dyskutowana będzie natura inżynierii w mikroskali, techniki wytwarzania, zastosowania mikroprzypadków, zagadnienia dotyczące komercjalizacji M(O)EMS oraz trendy przyszłościowe. Zagadnienia te będą analizowane na przykładzie produktów komercyjnych oraz przyrządów prezentowanych w literaturze naukowej.

Informacje ogólne: *Zajęcia prowadzone są w blokach 3-godzinnych. Przez pierwsze dziewięć tygodni semestru prowadzony jest wykład. Zagadnienia prezentowane na*

wykładzie podzielone są na trzy bloki tematyczne, po każdym studenci piszą kolokwium. W kolejnych pięciu tygodniach odbywają się 3-godzinne ćwiczenia laboratoryjne. Na ostatnich zajęciach (15-ty tydzień semestru) zespoły laboratoryjne przedstawiają w formie publicznej prezentacji wyniki ćwiczenia laboratoryjnego prowadzonego metodą Design Thinking oraz prezentowany jest wykład podsumowujący.

Opis wykładu:

Przegląd mikrosystemów.

Rozwój technologii półprzewodnikowej. Planarna technologia półprzewodnikowych układów scalonych (skalowanie przyrządów; "prawo" Moora; koncepcje: More Moore, More Than Moore, Beyond Moore; fundamentalne ograniczenia skalowania). Standardowy zestaw procesów technologicznych i materiałów klasycznej technologii półprzewodnikowych układów scalonych. Co to jest MEMS, MOEMS, BioMEMS, mikroobróbka i mikrowytwarzanie? Historyczny rozwój technologii mikrosystemów.

Materiały i techniki wytwarzania stosowane w technologii mikrosystemów.

Materiały (typy warstw we współczesnej technologii, klasyfikacje, standardowo wykorzystywane materiały: podstawowe właściwości, zastosowania). Klasyfikacja procesów technologicznych. Wytwarzanie warstw (utlenianie, metody chemicznego osadzania z fazy lotnej, fizyczne osadzanie z fazy gazowej, epitaksja). Metody mikrowytwarzania: techniki mikroobróbki powierzchniowej, litografia i mikroobróbka objętościowa, trawienie (izotropowe, anizotropowe; mokre, suche), techniki nietradycyjne (LIGA, EFAB, mikro- i nanodrukowanie, łączenie anodowe). Błędy odwzorowania (osadzanie warstw, fotolitografia, trawienie). Przykładowe przewodniki technologiczne (schematy procesu technologicznego). Pomieszczenia technologiczne (opis, wymagania).

Podstawowe definicje i klasyfikacje: przetwornik, czujnik, aktuator, czujniki inteligentne, zintegrowane (definicja, przykłady realizowanych funkcji).

Zjawiska fizyczne i techniki wykorzystywane w technologii mikrosystemów: efekt piezorezystywny, efekt piezoelektryczny, magnetostrykcja; techniki pojemnościowe, optyczne, rezonansowe; pobudzenie elektrostatyczne, piezoelektryczne, elektromagnetyczne, termiczne.

Obudowy przyrządów M(O)EMS. Problemy miniaturyzacji i inżynierii w mikroskali.

Przegląd czujników i aktuatorów M(O)EMS (budowa, zasada działania, w interesujących przypadkach również technologia wytwarzania).

- Czujniki ciśnienia (piezorezystancyjne, z odczytem pojemnościowym, rezonansowe), mikrofony, głośniki.
- Czujniki siły i momentu obrotowego (przyrządy krzemowe, rezonansowe, z akustyczną falą powierzchniową; mikroskopia sił atomowych; czujniki dotyku).
- Czujniki przepływu (termiczne: anemometr, kalorymetr, mierzące czas propagacji; spiętrzające: konwersja na różnicę ciśnień, siłę; wykorzystujące siłę Coriolisa; elektrohydrodynamiczne).
- Czujniki inercyjne (akcelerometry, żyroskopy, magnetometry, inklinometry).

- Mikroprzrzędy optyczne (DMD, przełączniki optyczne, tłumiki, siatki dyfrakcyjne).
- Przrzędy w.cz. MEMS: elementy bierne (strojone pojemności, indukcyjności, filtry rezonansowe, sprzęgacze), elementy aktywne (przełączniki).
- Struktury mikrocieczowe (microfluidic chips, pompy, zawory, głowica drukarki atramentowej). Zastosowania w biologii.
- Monitorowanie środowiska i konstrukcji inżynierskich.
- Przegląd mikroprzrzędów biomedycznych (in Vivo, in Vitro).

Co dalej: MEMS, NEMS, mikroprodukcja i nanotechnologia?

Potencjalne rynki i zastosowania mikrosystemów: Trillion Sensor Vision, elektronika noszona (Wearable Electronics), Internet Rzeczy (IoT), Internet Wszystkiego (Internet of Everything- IoE), inteligentny dom (Smart home), Connected Cars, Connected Transportation, inteligentne miasto (Smart City), Smart Society, Information and Communication Technologies (ICT), Czwarta rewolucja przemysłowa (Industry 4.0), Big Data, sztuczna inteligencja, paradygmaty nauki.

Laboratorium:

1. Symulacja procesu technologicznego i przrzędu.
2. Realizacja procesu technologicznego w laboratorium wytwarzania przrzędów półprzewodnikowych.
3. Analiza strukturalna wytworzonych przrzędów.
4. Konfiguracja i obsługa mikroprocesorowych systemów wykorzystujących czujniki zrealizowane w technologii mikrosystemów oraz analiza uzyskanych danych pomiarowych.
5. Nowatorski przrzęd M(O)EMS lub innowacyjne wykorzystanie czujnika bądź aktuatora wykonanego w technologii M(O)EMS- zajęcia przeprowadzone z wykorzystaniem metody Design Thinking.

Projekt: --

Egzamin: nie

Literatura:

1. "Fundamentals of Microfabrication: The Science of Miniaturization" by Marc J. Madou, CRC Press, 2002.
2. "An Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering" by Nadim Maluf and Kirt Williams, Artech House, Inc., 2004
3. "MEMS Mechanical Sensors" by Stephen Beeby et al., Williams, Artech House, Inc., 2004.

Oprogramowanie:

Oprogramowanie symulujące procesy technologiczne.

Oprogramowanie symulujące działanie przrzędów wykonanych w technologii mikrosystemów.

Środowisko uruchomieniowe systemów mikroprocesorowych.

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
 2 - 1 - (45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – (50) godz., w tym*

obecność na wykładach (30) godz.,

obecność na ćwiczeniach audytoryjnych (0) godz.,

obecność na laboratorium (15) godz.,

udział w konsultacjach (5) godz.

2. *praca własna studenta – (50) godz., w tym*

przygotowanie do ćwiczeń (0) godz.,

przygotowanie do laboratoriów (15) godz.,

przygotowanie do kolokwii (15) godz.,

wykonywania zadań projektowych (0) godz.,

przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) (20) godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi (100) godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,6 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych.	wykład/ laboratorium	kolokwium/ sprawozdanie / prezentacja	W07
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości	wykład/ laboratorium	kolokwium/ sprawozdanie	W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład/ laboratorium	kolokwium/ prezentacja	W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	wykład/ laboratorium	sprawozdanie / kolokwium/ prezentacja	U04
Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki	wykład/ laboratorium	prezentacja	U07
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium	sprawozdanie / prezentacja	K03
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	wykład/ laboratorium	prezentacja	K02

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Jacek Misiurewicz, prof. uczelni
prof. dr hab. inż. Krzysztof Kulpa

**Techniki realizacji algorytmów cyfrowego przetwarzania
sygnałów (TRA) *Techniques for implementations of digital signal
processing algorithms***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny :

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z podstawowymi algorytmami cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz metodami ich realizacji zarówno programowymi jak i sprzętowymi – obejmując zakres od przetworników A/C i C/A do implementacji algorytmów przy zastosowaniu układów FPGA i procesorów sygnałowych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *Przedmiot obejmuje wykład oraz projekt. Ocena końcowa składa się z ocen: z dwóch kolokwium wykładowych (43%), mikroprojektów (12%) i projektu (45%).*

Opis wykładu:

Wprowadzenie. Struktura układów do cyfrowego przetwarzania sygnałów.

Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe, architektury i własności przetworników, szumy przetworników.

Nadpróbkowanie, decymacja, kształtowanie widma szumów (modulator Sigma-Delta).

Filtry cyfrowe, struktury, metody projektowania, wymagana moc obliczeniowa.

Szumy w filtrach cyfrowych, źródła szumów, model szumowy.

Redukcja szumów filtrów cyfrowych. Dekompozycja filtru na sekcje pierwszego i drugiego rzędu, skalowanie filtrów, optymalizacja szumowa, struktury niskoszumne.

Realizacja sprzętowa filtrów cyfrowych, Układy MAC (mnożąco-sumujące), struktura filtru z układami MAC, sterowanie filtrem (przebiegi czasowe), opóźnienia w filtrze. Realizacja filtrów z zastosowaniem układów programowalnych (np. FPGA)

Realizacja filtrów cyfrowych z zastosowaniem procesorów sygnałowych, przegląd różnych typów procesorów sygnałowych.

Algorytm FFT, realizacja sprzętowa (procesory FFT) i programowa (procesory DSP), skalowanie, szumy w realizacjach stało i zmiennie-pozycyjnych, pomiary transmitancji.

Przetwarzanie danych z różnymi częstotliwościami próbkowania, decymacja, interpolacja. Filtry w technice wielofazowej i zespoły filtrów „multirate”.

Filtry dopasowane i korekcyjne, zastosowania.

Modele sygnałów, zakłócenia addytywne i multiplikatywne. Holomorficzne przetwarzanie sygnałów, spectrum, cepstrum.

Podstawy technik kompresji sygnałów

Filtracja niestacjonarna, filtr Kalmana

Projektowanie urządzeń do cyfrowego przetwarzania sygnałów, dekompozycja złożonych algorytmów, współpraca bloków specjalizowanych z komputerem uniwersalnym, przykłady zastosowań.

Przykłady zastosowań: przetwarzanie dźwięku i obrazu, radio programowe (Software defined radio), radary

Laboratorium: sześć mikroprojektów dotyczących poszczególnych zagadnień wykładowych:

1. Efekty próbkowania i kwantowania
2. Nadpróbkowanie
3. Przetwarzanie A/C i C/A z modulacją sigma-delta
4. Efekty cyfrowej realizacji filtrów
5. Redukcja szumów w filtrach cyfrowych
6. Podstawy kompresji sygnałów

Projekt: trzyetapowy projekt indywidualny na temat z dziedziny implementacji cyfrowego przetwarzania sygnałów, dobierany z prowadzącym przez studenta w ramach jego zainteresowań naukowych.

Egzamin: NIE

Literatura:

Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów, Oppenheim, Schafer

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań. T.Zieliński
Zarys Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów, C. Marven, G. Ewers, WKŁ 1999
Digital Signal Processing, Principles, Algorithms, and Applications, J. Proakis, D. Manolakis, Prentice-Hall
Filtiry Adaptacyjne i Adaptacyjne Przetwarzanie Sygnałów, L. Rutkowski, WNT
Teoria i Projektowanie Filtrów, G. Tames, S. Mitra, WNT
Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe, Z. Kulka, A. Libura, M. Nadachowski, WKŁ
Filtracja Optymalna, B. Anderson, J. Moore
Podstawy Teorii Sygnałów, J. Szabatin, WKŁ
Analiza Danych, S. Brandt, PWN
Materiały „whitepapers” firmy Analog Devices, Texas Instruments, Xilinx, Altera

Oprogramowanie:

Matlab (do mikroprojektów)

wg. wyboru studenta – C/C++, assembler, VHDL itp. (do projektu)

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	2	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- liczba godzin kontaktowych – (60) godz., w tym
obecność na wykładach (30) godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych (0) godz.,
obecność na laboratorium (0) godz.,
udział w konsultacjach (30) godz. (w tym zajęcia projektowe nadzorowane w ramach mikroprojektów: 12h)*
- praca własna studenta – (65) godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń (0) godz.,
przygotowanie do laboratoriów (0) godz.,
przygotowanie do kolokwii (8) godz.,
wykonywania zadań projektowych (30) godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) (27) godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.4 pkt ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3 pkt ECTS, co odpowiada 0 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 75 godz. zadań projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Rozumie sposób działania podstawowych układów implementujących algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów	wykład	kolokwium	W09
Zna podstawowe algorytmy DSP	wykład	kolokwium	W10
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi przygotować w języku polskim opracowanie dokumentujące jego pracę	sprawozdania z projektu i z mikroprojektów	Ocena sprawozdania	U11
Potrafi zaprojektować blok implementujący konkretny algorytm w wybranej technice	projekt	Ocena wyniku projektu (pokaz działania i sprawozdanie)	U16
Potrafi tworzyć oprogramowanie realizujące proste algorytmy przetwarzania sygnałów	mikroprojekty i projekt	Ocena wyniku projektu (pokaz działania i sprawozdanie)	U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Przedmioty obieralne specjalności Elektronika i Informatyka w Medycynie

Autor:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Sieci neuronowe w zastosowaniach Biomedycznych(SNB)
Neural Networks in Biomedical Applications

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarne*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Algebra liniowa i analiza I*

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest przedstawienie istniejących i perspektywicznych zastosowań sztucznych sieci neuronowych w zagadnieniach specyficznych dla Inżynierii Biomedycznej, takich jak np. systemy wspomaganie diagnostyki, kompresja danych medycznych czy wspomaganie terapii, a także w badaniach neurofizjologicznych.

Treść kształcenia:

- o Historia badań nad sztucznymi sieciami neuronowymi.
Biologiczne wzorce sieci neuronowych: neuron, połączenia synaptyczne, sieci nerwowe, system nerwowy.
Modele podstawowych jednostek przetwarzających (sztucznych neuronów) i połączeń sieciowych. Klasyfikacja topologii i metod uczenia sieci.
- o Liniowe sieci neuronowe (Adaline, Madaline).
Proste sieci jednokierunkowe, wsteczna propagacja błędów, metoda gradientów sprzężonych.
Probabilistyczne sieci neuronowe.
Uczenie bez nadzoru.
- o Sieci CP (Counterpropagation Networks).
Pamięci asocjacyjne, sieci Hopfielda, sieci Boltzmanna.
Sieci rezonansowe (ART1, ART2).
- o Techniki realizacji sieci neuronowych.
Przykłady zastosowań sieci neuronowych we wspomaganie diagnostyki i terapii medycznej oraz w badaniach Neurofizjologicznych.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Perspektywy rozwoju zastosowań sztucznych sieci neuronowych w medycynie

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

History of research on artificial neural networks. Biological patterns of neural networks: neuron, synaptic connections, neural networks, nervous system. Models of basic processing units (artificial neurons) and network connections. Classification of topologies and methods of network learning. Linear neural networks (Adaline, Madaline). Simple one-way networks, backward error propagation, conjugate gradients method. Probabilistic neural networks. Unattended learning. CP (Counterpropagation Networks) networks. Associative memories, Hopfield networks, Boltzmann networks. Resonance networks (ART1, ART2). Techniques for implementing neural networks. Examples of applications of neural networks in supporting diagnostics and medical therapy as well as in neurophysiological research. Prospects for the development of applications of artificial neural networks in medicine

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

J. Hertz, K. Anders, R. G. Palmer, Wstęp do teorii obliczeń neuronowych, WNT, Warszawa, 1993. R.

Tadeusiewicz, Sztuczne sieci neuronowe, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa, 1993.

J. A. Freeman, D. M. Skapura, Neural Networks, Algorithms, Applications and Programming Techniques, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

D. E. Rummelhart, J. L. McClelland, Parallel Distributed Processing : Explorations in the Microstructure of Cognition, vol.1, MIT Press, 1986.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym*
obecność na wykładach 30 godz.,
5 godz. konsultacje wykładowe,
15 godz. konsultacje projektowe,

2. *praca własna studenta – 20 godz., w tym*
15 godz. przygotowanie projektu,
5 godz. przygotowanie do egzaminu

Łączny nakład pracy studenta wynosi 70 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 (50 godzin).

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1 (30 godzin)

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	Zna podstawowe pojęcia dotyczące konstrukcji, topologii i metod uczenia sztucznych sieci neuronowych.	I.P6S_WGo	K_W10
W02	<i>Zna modele podstawowych jednostek przetwarzających (sztucznych neuronów) i połączeń sieciowych.</i>	I.P6S_WGo	K_W10
W03	<i>Zna podstawowe techniki realizacji sztucznych sieci neuronowych.</i>	I.P6S_WGo	K_W10
Umiejętności			
U01	Potrafi dokonać symulacji komputerowej sieci neuronowych w zastosowaniach typowych dla zagadnień medycznych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U01 K_U02
U02	<i>Potrafi dobrać właściwą topologię i metodę uczenia sieci w zależności od jej zadania.</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U04
U03	<i>Potrafi zaplanować i wykonać eksperymenty zmierzające do optymalizacji struktury i parametrów sieci neuronowych.</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U01 K_U02
Kompetencje społeczne			
K01	Rozumie wagę i złożoność prób realizacji systemów naśladujących działanie mózgu ludzkiego.	I.P6S_KK I.P6S_KR	K_K02
K02	Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	I.P6S_UO	K_K03

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	wykład	egzamin
U01, U02, U03, K01, K02	zajęcia projektowe	ocena projektu

Autor/Zespół Autorski:
dr inż. Robert Łukaszewski

Systemy Pomiarowe (SPOM) *Measuring Systems*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *64*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z technikami projektowania komputerowych systemów pomiarowych wykorzystujących typowe interfejsy sprzętowe oraz nowoczesne zintegrowane środowiska programowe.

Treść kształcenia:

Przedmiot opiera się na systemowym ujęciu pomiarów, polegającym na jednorodnym traktowaniu wszystkich środków pomiaru (np. czujników inteligentnych, kart pomiarowych, systemów modułowych, systemów "klasycznych") jako szczególnych przypadków systemu realizującego swoją funkcję w procesie przetwarzania sygnałów.

Przy użyciu funkcjonalnych opisów urządzeń, przedstawia szeroką wiedzę ogólną o systemach pomiarowych (ich blokach funkcjonalnych, konfiguracjach i organizacji). Przedstawiając przykłady rozwiązań technicznych wynikających z aktualnego stanu techniki daje ogólną orientację w zakresie nowoczesnych systemów pomiarowych oraz praktyczne umiejętności projektowania, programowania i uruchamiania systemów w standardach IEC-625, VXI, PXI i LXI, z wykorzystaniem zintegrowanych środowisk programowych.

Prezentowane treści dotyczą najważniejszych technik stosowanych we współczesnych systemach interfejsów, ze szczególnym podkreśleniem cech wspólnych i specyficznych dla różnych realizacji oraz ze wskazaniem ograniczeń fizycznych, technologicznych i ekonomicznych. Ponadto program przedmiotu zawiera konkretne przykłady komputerowych systemów pomiarowych.

Treść wykładu

- 1. Wprowadzenie (1h).**

Pojęcia podstawowe (obiekt fizyczny, model matematyczny obiektu fizycznego, pomiar, system pomiarowy). Model toru pomiarowego oparty na pojęciu przetwarzania sygnałów. Systemowe ujęcie pomiarów.
- 2. Schemat ogólny i bloki funkcjonalne systemu pomiarowego (2h).**

Pojęcie bloku funkcjonalnego systemu pomiarowego. Dekompozycja zadania pomiarowego. Synteza zadania pomiarowego (łączenie bloków funkcjonalnych, organizacja i komunikacja w systemie pomiarowym). Konfiguracje systemów pomiarowych. Podstawowe bloki funkcjonalne. Blok funkcjonalny a jego realizacja techniczna. Przykłady różnych realizacji technicznych tego samego bloku funkcjonalnego: czujnik inteligentny, karta do komputera osobistego, system modułowy, system uniwersalny.
- 3. Magistrala systemu pomiarowego (1h).**

Rodzaje magistrali pomiarowych. Protokoły transmisji danych stosowane w systemach pomiarowych.
- 4. Interfejs w systemie pomiarowym (2h).**

Pojęcie interfejsu systemu pomiarowego. Pojęcie standardu systemu i interfejsu. Rodzaje interfejsów. Standardy interfejsów stosowane w aparaturze pomiarowej.
- 5. Standard IEC-625 (10h).**

Podstawowe dane techniczne standardu IEC-625.1. Struktura i organizacja magistrali systemu. Szyny i sygnały. Cykl transmisji informacji. Typowe sekwencje podstawowych operacji. Opis funkcjonalny. Przykład typowego systemu pomiarowego w standardzie IEC-625. Standard IEC-625.2 jako rozszerzenie standardu IEC-625.1.
- 6. Wirtualne systemy pomiarowe (2h).**

Koncepcja przyrządów wirtualnych. Moduły pomiarowe. Panele programowe. Graficzny interfejs użytkownika.
- 7. Standardy VXI, PXI i PXIe (4h).**

Podstawowe właściwości. Konstrukcja mechaniczna. Zasady organizacji i zarządzania systemem. Architektura systemu. Sterowanie systemami w standardach VXI i PXI. Przykłady zastosowań.
- 8. Standard LXI (2h).**

Podstawowe właściwości. Zasady organizacji i zarządzania systemem. Architektura systemu. Synchronizacja urządzeń LXI, standard IEE 1588. Sterowanie systemem LXI. Przykłady zastosowań.
- 9. Oprogramowanie systemów pomiarowych (6h).**

Struktura oprogramowania. Języki programowania systemów pomiarowych. Specyfika instrukcji sterujących pracą systemu. Opis przykładowych rozszerzeń języków wysokiego poziomu. Standaryzacja instrukcji (SCPI). Przykłady oprogramowania systemów pomiarowych. Zintegrowane narzędzia projektowania oprogramowania systemów pomiarowych (m.in. LabWindows/CVI, LabVIEW, LabVIEW NXG, VEE).

Laboratorium:

Podstawowym celem ćwiczeń laboratoryjnych jest nabycie przez studentów praktycznej umiejętności projektowania i programowania prostych systemów pomiarowych w zintegrowanych środowiskach programowych. Dodatkowym celem jest zapoznanie studentów

z transmisją informacji w standardzie IEC-625 oraz przeprowadzenie eksperymentu z obszaru pomiarów medycznych.

Tematy ćwiczeń:

1. Transmisja informacji w systemie pomiarowym w standardzie IEC-625 - symulacja systemu IEC-625 (3,75h).
2. Oprogramowanie prostego systemu pomiarowego w standardzie IEC-625.2 w języku wysokiego poziomu (3,75h).
3. Oprogramowanie prostego systemu pomiarowego z wykorzystaniem środowiska programowego LabWindows (3,75h).
4. Oprogramowanie prostego systemu pomiarowego z wykorzystaniem środowiska programowego VEE (3,75h)
5. Programowanie w graficznym języku programowania, wstęp do środowiska LabVIEW (3,75h)
6. Oprogramowanie prostego systemu pomiarowego z wykorzystaniem środowiska programowego LabVIEW (3,75h)
7. Eksperyment elektrokardiograficzny (3,75h)
8. Środowisko sprzętowo-programowe VXI (lub PXI) - SCPI (3,75h).

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

LECTURES:

Introduction to measuring systems (1h).

Measurement systems configurations. Functional block and its technical implementation.

Measuring system bus. Data transmission protocols used in measuring systems (2h).

Buses and interface standards used in measuring instruments (2h).

IEC-625 standard (10h).

Virtual instruments (2h).

VXI, PXI and PXIe standards (4h).

LXI standard and IEE 1588 standard (2h).

Software of measuring systems (6h). Standardization of instructions (SCPI). Integrated measurement system software design tools (LabWindows/CVI, LabVIEW, LabVIEW NXG, VEE).

LABORATORIES:

- Information transmission in the measuring system in the IEC-625 standard - simulation of the IEC-625 system (3.75h).
- Programming a simple measuring system in the IEC-625.2 standard in a high level language (3.75h).
- Programming a simple measuring system using the LabWindows programming environment (3.75h).
- Programming a simple measuring system using the VEE programming environment (3.75h)
- Introduction to the LabVIEW graphical programming environment (3.75h)
- Programming a simple measuring system using the LabVIEW graphical programming environment (3.75h)
- Electrocardiographic experiment (3.75h)
- VXI (or PXI) - SCPI hardware and software environment (3.75h).

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. Winiecki W.: *Organizacja komputerowych systemów pomiarowych*. OWPW 1997.
2. Hejn K., Leśniewski A., *Systemy Pomiarowe*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2017
3. Chruściel M.: *LabVIEW w praktyce*, Wydawnictwo BTC, Legionowo, 2008, ISBN: 978-83-60233-32-0
4. Świsulski D.: *Systemy Pomiarowe Laboratorium*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2004, ISBN: 83-88007-89-0
5. Świsulski D.: *Przykłady cyfrowego przetwarzania sygnałów w LabVIEW*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2014, dostępna online, Pomorska Biblioteka Cyfrowa: <http://pbc.gda.pl>, ISBN 978-83-7348-540-2
6. Winiecki W., Nowak J., Stanik S.: *"Graficzne zintegrowane środowiska programowe do projektowania komputerowych systemów pomiarowo-kontrolnych"*. Wyd. MIKOM, Warszawa 2001, ISBN 83-7279-178-3
7. National Instruments: *LabWindows/CVI - Getting Started with LabWindows/CVI*, October 2007, Austin, Texas, USA
8. National Instruments: *LabVIEW - Getting Started with LabVIEW*, June 2013, Austin, Texas, USA, <http://www.ni.com/pdf/manuals/373427j.pdf>
9. National Instruments: *Getting Started With NI Products*, dostępna online: <http://www.ni.com/getting-started/>, 2019, ISBN 978-83-7348-540-2
10. Keysight Technologies (Agilent Technologies): *Agilent VEE Pro 9.0 & Agilent VEE Express 9.0 - Quick Start Guide*, Printed in Malaysia, August 30, 2008
11. IEEE Std 488.1-1987, *IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation*
12. IEEE Std. 488.2-1987, *Codes, Formats, Protocols and Common Commands for Use with IEEE Std. 488.1*
13. IEEE Std. 488.2-2004, *Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation - Part 2: Codes, formats, protocols and common commands*, 15 May 2004, DOI: 10.1109/IEEESTD.2004.95390, electronic ISBN: 978-0-7381-4100-8
14. Polska Norma: *System interfejsu dla programowanej aparatury pomiarowej*. PN-83/T-06536
15. VXIbus Consortium: *VMEbus Extensions for Instrumentation - System Specification*, Revision 4.0, May 27, 2010, dostępna online: http://www.vxibus.org/files/VXI_Specs/VXI-1_4-0%2020100527.pdf
16. PXI Systems Alliance: *PXI Express Hardware Specification, PCI EXPRESS eXtensions for Instrumentation, An Implementation of PXI Express Hardware Specification, Rev. 1.0*, August 22, 2005, dostępna online: http://www.pxisa.org/userfiles/files/Specifications/PXIEXPRESS_HW_SPEC_R1.PDF
17. LXI Consortium, Inc.: *The LXI Premier*, Version 1.2, 2015, dostępna online: <https://www.lxistandard.org/Documents/LXI%20Primer/The%20LXI%20Primer%201.2b%202015.pdf>
18. LXI Consortium, Inc.: *LXI Getting Started Guide*, Aug 3, 2013, dostępna online: <https://www.lxistandard.org/Documents/GuidesForUsingLXI/LXI%20Getting%20Started%20Guide%20Aug%203%202013.pdf>

19. LXI Consortium, Inc.: *LXI Device Specification 2016*, Revision 1.5.01, 14 March 2017, dostępna online: https://www.lxistandard.org/members/Adopted%20Specifications/Latest%20Version%20of%20Standards_/LXI%20Standard%201.5%20Specifications/LXI%20Device%20Specification%20v1_5_01.pdf
20. LXI Consortium, Inc.: *LXI IEEE 1588 Profile*, Version 1.0, 1 December, 2008, dostępna online: https://www.lxistandard.org/Documents/About/LXI%20IEEE%201588%20Profile%201%2000_%201%20Dec%202008.pdf
21. LXI Consortium, Inc.: *LXI Clock Synchronization Extended Function*, Revision 1, 08 November 2016, dostępna online: https://www.lxistandard.org/members/Adopted%20Specifications/Latest%20Version%20of%20Standards_/LXI%20Standard%201.5%20Specifications/LXI%20Clock%20Synchronization%20Extended%20Function.pdf
22. LXI Consortium, Inc.: *LXI Wired Trigger Bus Extended Function*, Revision 1, 08 November 2016, dostępna online: https://www.lxistandard.org/members/Adopted%20Specifications/Latest%20Version%20of%20Standards_/LXI%20Standard%201.5%20Specifications/LXI%20Wired%20Trigger%20Bus%20Extended%20Function.pdf
23. Eppler B.: *A Beginners Guide to SCPI*. Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1991
24. SCPI Consortium: *Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI)*, VERSION 1999.0, May, 1999, Printed in U.S.A., dostępna online (2019): <http://www.ivifoundation.org/docs/scpi-99.pdf>
25. Open Source SCPI device library, dostępna online (2019): <https://github.com/j123b567/scpi-parser>

Oprogramowanie: LabVIEW, LabVIEW NXG, LabWindows/CVI, VEE, Visual Studio, autorski symulator systemów IEC 625

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na laboratorium 30 godz.,
2. praca własna studenta – 70 godz., w tym przygotowanie do laboratorium 50 godz., przygotowanie do sprawdzianów 20 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 130 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,31 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3,08 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 50 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	<i>posiada podstawową wiedzę z organizacji systemów pomiarowych</i>	I.P6S_WG.o	K_W11
W02	<i>posiada ogólną wiedzę odnośnie wirtualnych systemów pomiarowych</i>	I.P6S_WG.o	K_W11
W03	<i>posiada wiedzę dotyczącą interfejsów i systemów pomiarowych</i>	I.P6S_WG.o	K_W11
W04	<i>zna biblioteki programowe oraz metody projektowania systemów pomiarowych w językach wysokiego poziomu</i>	I.P6S_WG.o	K_W03, K_W04, K_W11
W05	<i>zna funkcje, struktury i zasady programowania w graficznym języku „G”</i>	I.P6S_WG.o	K_W03, K_W04, K_W11
W06	<i>zna metody projektowania wirtualnych przyrządów pomiarowych i systemów pomiarowych w zintegrowanych środowiskach programowych</i>	I.P6S_WG.o	K_W03, K_W04, K_W11
Umiejętności			

U01	<i>posiada praktyczną umiejętność konfigurowania i uruchamiania systemów pomiarowych</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U16
U02	<i>posiada praktyczną umiejętność wykorzystania bibliotek programowych do programowania systemów pomiarowych</i>	I.P6S_UK I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U10, K_U16, K_U18
U03	<i>posiada praktyczną umiejętność projektowania wirtualnych przyrządów i systemów pomiarowych w zintegrowanych środowiskach programowych</i>	I.P6S_UK I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U10, K_U16, K_U18
Kompetencje społeczne			
K01	<i>potrafi zorganizować pracę własną oraz brać udział w pracy małego zespołu.</i>	I.P6S_UO	K_K03, K_K04

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01-W06	<i>wykład</i>	<i>sprawdzian audytoryjny</i>
U01-U03, K01	<i>ćwiczenia laboratoryjne</i>	<i>sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych</i>

Autor/Zespół Autorski:

*dr inż. Robert Kurjata,
mgr inż. Wojciech Obrębski*

Urządzenia IoT w opiece medycznej (UIOM)
IoT systems in healthcare

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *podstawowa znajomość technik mikroprocesorowych i programowania*

Limit liczby studentów: *20*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest praktyczne zapoznanie studentów z realizacją urządzeń pomiarowych szeroko pojętego Internetu rzeczy w zastosowaniach związanych z opieką medyczną poprzez samodzielną realizację systemu gromadzącego dane medyczne.

Treść kształcenia:

Przedmiot ma charakter praktyczny. W części wykładowej student uzyskuje podstawową wiedzę niezbędną do efektywnej pracy na laboratorium. Obejmuje ona architekturę procesorów ARM, opis urządzeń peryferyjnych procesorów wykorzystywanych w ćwiczeniach laboratoryjnych, podstawy komunikacji, architekturę systemu FreeRTOS, środowisko programistyczne.

W trakcie zajęć laboratoryjnych w formule „hands-on” studenci poznają proces tworzenia systemu IoT służącego gromadzeniu i przesyłaniu typowych danych pomiarowych wykorzystywanych w nadzorze medycznym np. EKG, puls, saturacja krwi tlenem, temperatura, aktywność ruchowa. W ramach zajęć uzyskują wiedzę o funkcjonowaniu oraz praktyczne umiejętności wykorzystania:

szeregowych magistral komunikacyjnych (SPI, I2C, UART, 1Wire)
wykorzystywanych do komunikacji z czujnikami,
przetworników A/C,
interfejsów bezprzewodowych – Bluetooth Low Energy, WiFi,

interfejsu USB,
mikrokontrolerów ARM oraz systemu FreeRTOS,
komunikacji sieciowej w oparciu o protokoły z rodziny IP,
podstawowych narzędzi ochrony kryptograficznej przesyłanych danych,
REST API oraz baz danych typu Time-Series.

Do realizacji prac studenci wykorzystają zestawy uruchomieniowe, moduły czujnikowe ,
moduły komunikacyjne, oraz dedykowaną infrastrukturę bezprzewodową.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

This course has a practical nature. In the lecture part, the student gains the basic knowledge necessary for effective work in the laboratory. It includes the architecture of ARM processors, description of processor peripheral devices used in laboratory exercises, the basics of communication, FreeRTOS system architecture, programming environment.

During laboratory classes in the "hands-on" formula, students discover the process of creating an IoT system for collecting and sending typical measurement data used in healthcare applications, such as ECG, pulse, oxygen saturation, temperature, and physical activity. As part of the course, they will gain knowledge about functioning and practical skills to use:

- serial communication buses (SPI, I2C, UART, 1Wire) used for communication with sensors,
- A/D converters,
- wireless interfaces - Bluetooth Low Energy, WiFi,
- USB interface,
- ARM microcontrollers and FreeRTOS system,
- network communication based on protocols from the IP family,
- basic cryptographic methods for protecting data in transit,
- REST API and Time-Series databases.

To carry out the work, students will use development kits, sensor modules, communication modules, and dedicated wireless infrastructure.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

Mukhopadhyay, Subhas Chandra and Islam, Tarikul *Wearable Sensors*, IOP Publishing, 2017,
doi:10.1088/978-0-7503-1505-0,

Kurczyk Aleksander, *Mikrokontrolery STM32 dla początkujących*, BTC, 2019, ISBN:
9788364702167

Gamewski Marek, *STM32. Aplikacje i ćwiczenia w języku C z biblioteką HAL*, BTC, 2019,
ISBN: 9788364702174

Davidson Robert, Akiba Carles Cufi, Townsend Kevin, *Getting Started with Bluetooth Low Energy*, O'Reilly, 2014, ISBN: 9781491900550

Wymiar godzinowy zajęć:

	W	C	L	P	
<i>Należy podać liczbę godzin w semestrze, np.:</i>	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>(45h/sem.)</i>

Realizacja w 5 spotkaniach wykładowych po 3 godziny w pierwszej części semestru w dalszej części semestru 10 spotkań laboratoryjnych po 3 godziny.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się (opis): np.:

1. liczba godzin kontaktowych – 45 godz., w tym
obecność na wykładzie 15 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.
2. praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 45 godz.,
przygotowanie do kolokwium 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,8 pkt. ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 45 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty uczenia się dla modułu	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku
Wiedza			
W01	Ma podstawową wiedzę w zakresie wykorzystania technik telekomunikacyjnych w systemach monitorowania pacjenta.	P6S_WG	K_W03, K_W12
W02	Ma podstawową wiedzę w zakresie programowania systemów mikroprocesorowych	P6S_WG	K_W04
W03	Ma podstawową wiedzę w zakresie magistral cyfrowych w systemach mikroprocesorowych	P6S_WG	K_W10, K_W12
Umiejętności			
U01	Umie zaprojektować i wykonać system mikroprocesorowy o niewielkim stopniu złożoności	P6U_U	K_U16, K_U19, K_U21
U02	Umie napisać oprogramowanie układowe prostego systemu mikroprocesorowego	P6U_U	K_U18, K_U21
U03	Potrafi wykorzystać techniki sieciowe do transmisji danych pomiarowych	P6U_U	K_U14, K_U18

Kompetencje społeczne			
K01	ma świadomość ważności i rozumie skutki opracowanego programu do analizy danych medycznych	P6S_KO	K_K05, K_K11
K02	potrafi pracować w grupie przy rozwiązywaniu postawionego zadania	P6S_KO	K_K04, K_K03

Formy weryfikacji efektów uczenia się:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	wykład	Kolokwium
W01, W02, W03, U01, U02, U03, K01, K02	laboratorium	Oceny ćwiczeń laboratoryjnych, ocena aktywności studentów

Autor/Zespół Autorski

dr inż. Bogumił Konarzewski

Analiza Danych Pomiarowych w Medycynie (ADP)

Measurement Data Analysis in Medicine

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do statystyki i stochastyki,
Wstęp do metod numerycznych*

Limit liczby studentów: *36*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami przetwarzania i analizy danych pomiarowych w naukach biomedycznych, w szczególności mającymi zastosowanie w diagnostyce medycznej. Przedmiot ma ugruntować wiedzę studentów (nabytą w ramach przedmiotu Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka) nt. metod statystycznych w analizie danych pomiarowych. Ma również ukształtować podstawowe umiejętności w zakresie tworzenia algorytmów przetwarzania i analizy danych pomiarowych we wspomaganiu komputerowym diagnoz.

Treść kształcenia:

Treść wykładu:

1. Proces pomiaru i błędy pomiarowe (b.przypadkowy, b. systematyczny, b. grube), model b. przypadkowych – postulat Gaussa, propagacja błędów w pomiarach pośrednich, eliminacja błędów grubych przy pomocy kryterium Chauveneta.
2. Modele statystyczne emisji promieniowania jonizującego (rozkład dwupunktowy, Bernoulliego, Poissona) metody pomiaru aktywności źródła/radiofarmaceutyku z uwzględnieniem biegu własnego.
3. Podstawy teorii estymacji, własności estymatorów, metoda największej wiarygodności wyznaczania estymatorów, średnia i wariancja z próby dla b. długiego ciągu danych, estymacja punktowa w analizie prążka widma spektrometrycznego (wyznaczenie energii prążka oraz energetycznej zdolności rozdzielczej spektrometru)

4. Estymacja przedziałowa (rozkłady jednowymiarowe) dla wartości średniej i wariancji – wyznaczanie przedziału w którym zawiera się wartość mierzona w badaniach laboratoryjnych (np. stężenie glukozy) lub pomiarach promieniowania jonizującego (np. liczba zliczeń).
5. Korelacja zmiennych losowych – estymacja współczynnika korelacji w analizie danych w naukach biomedycznych (np. liczba wypalanych papierosów i umieralność na raka płuc).
6. Testy istotności w analizie danych biomedycznych dla wartości średniej, wariancji i współczynnika korelacji.
7. Estymacja przedziałowa (rozkłady wielowymiarowe) dla wartości średniej (np. analiza wagi i wzrostu noworodków).
8. Metody regresji w analizie danych biomedycznych, regresja wielomianowa, aproksymacja danych eksperymentalnych założoną zależnością funkcyjną (np. dopasowanie rozkładu Gaussa do prążka widma spektrometrycznego).
9. Testy istotności w analizie danych biomedycznych dla dwóch wartości średnich, dwóch wariancji i dwóch frakcji (np. analiza ujemnych skutków hormonalnej terapii zastępczej).
10. Analiza wariancji w analizie danych biomedycznych (np. badanie wpływu podawania leków na wyniki morfologii krwi).
11. Dyskryminacja i klasyfikacja w analizie danych biomedycznych – wielowymiarowa miara dyskryminacyjna, test statystyczny metody diagnostycznej, krzywe ROC.
12. Zastosowanie tw. Bayesa w interpretacji wyników diagnostycznych (paradoks AIDS).
13. Klasyfikacja we wspomaganiu diagnostyki medycznej - teoria decyzji i klasyfikacji Bayesa, klasyfikator Bayesa (dla różnych postaci macierzy kowariancji), liniowy klasyfikator Fishera, metody selekcji i ekstrakcji cech.
14. Metody estymacji widmowej gęstości mocy sygnałów w analizie danych biomedycznych – metody klasyczne (periodogram, korelogram) i parametryczne (estymacja metodą AR, MA i ARMA) oraz ich zastosowanie w analizie sygnału EKG wysokiej rozdzielczości, sygnału fonokardiograficznego, sygnału EEG.

Zakres projektu:

Projekt polega na rozwiązaniu (w zespołach kilkuosobowych) trzech zestawów zadań problemowych. Ocena każdego zestawu zadań odbywa się podczas prezentacji audytoryjnej (w obecności całej grupy studenckiej).

Projekt 1. Metody estymacji punktowej i estymacji przedziałowej.

Projekt 2. Metody regresji liniowej i wielomianowej (aproksymacja danych eksperymentalnych zależnością funkcyjną), testy istotności dla współczynnika korelacji.

Projekt 3. Analiza wariancji w analizie danych pomiarowych, metody selekcji cech.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. H. Ahrens, J. Läuter „Wielowymiarowa analiza wariancji” PWN, Warszawa 1979
2. J. Arendarski „Niepewność pomiarów” Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2003
3. A. Bielski, R. Ciuryło „Podstawy metod opracowywania pomiarów”, Wyd. II poprawione i częściowo zmienione, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2001

4. S. Brandt „Analiza danych. Metody statystyczne i obliczeniowe” PWN, Warszawa 1998
5. J. Józwiak, J. Podgórski „Statystyka od podstaw”, Wyd. V zmienione, PWE, Warszawa 1997
6. W. Klonecki „Statystyka dla inżynierów” PWN, Warszawa 1999
7. Z. Kotulski, W. Szczepański „Rachunek błędów dla inżynierów” WNT, Warszawa 2004
8. J. Koronacki, J. Mielniczuk „Statystyka dla studentów kierunków technicznych i przyrodniczych” WNT, Warszawa 2001
9. J. Koronacki, J. Ćwik „Statystyczne systemy uczące się” WNT, Warszawa 2005
10. R. Nowak „Statystyka dla fizyków” PWN, Warszawa 2002
11. A. Petrie, C. Sabin „Statystyka medyczna w zarysie” PZWL, Warszawa 2006
12. J. T. Taylor „Wstęp do analizy błęd pomiarowego” PWN, Warszawa 1999
13. T. Zieliński „Pierwsza pomoc dla lekarzy czyli Medice, statistice te ipsum” Mikom 1996
14. S. L. Marple „Digital spectral analysis with applications” Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1987
15. S. M. Kay „Modern spectral estimation: Theory and application” Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988
16. P. Stoica, R. L. Moses „Introduction to Spectral Analysis” Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997

Do przetwarzania danych wykorzystuje się pakiet MATLAB lub Octave.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

1. *liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na konsultacjach wykładowych 6 godz.,
obecność na konsultacjach projektowych 6 godz.,
obecność na zaliczeniu projektu 3 godz., obecność na
konsultacjach przed egzaminem 3 godz., obecność na
egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 50 godz., w tym
przygotowanie do wykładów 20 godz.
wykonanie projektów 15 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 102 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,04 pkt. ECTS, co odpowiada 52 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,94 pkt. ECTS, co odpowiada 6 godz. konsultacji projektowych, 15 godz. wykonania projektów, 3 godz. zaliczenia projektów.

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku Elektronika
Wiedza			
W01	<i>Ma wiedzę nt. błędów pomiarowych (przypadkowy/systematyczny/gruby) oraz metod ich redukcji/eliminacji</i>	P6S_WG.o	K_W11
W02	<i>Zna własności estymatorów (nieobciążony/zgodny/efektywny) oraz ma wiedzę nt. metod estymacji punktowej i przedziałowej - wyznaczenie przedziału zawierającego mierzoną wartość</i>	P6S_WG.o	K_W01 K_W11
W03	<i>Ma wiedzę nt. zastosowania testów istotności do oceny wiarygodności otrzymanych wyników</i>	P6S_WG.o	KW_01
W04	<i>Zna metody selekcji i ekstrakcji cech we wspomaganiu diagnostyki medycznej</i>	P6S_WG.o	K_W10
W05	<i>Zna podstawowe klasyfikatory liniowe stosowanych w diagnostyce medycznej oraz metody oceny ich dokładności</i>	P6S_WG.o	K_W10
W06	<i>Zna podstawowe estymatory widma gęstości mocy sygnałów biomedycznych</i>	P6S_WG.o	K_W10
Umiejętności			
U01	<i>Umie wykorzystać metody estymacji punktowej (np. w pomiarach aktywności źródeł izotop.) i estymacji przedziałowej (np. analiza prążka widma spektrometrycznego)</i>	P6S_UW.o	K_U01 K_U02
U02	<i>Potrafi dokonać oceny otrzymanych wyników pomiarowych przy pomocy testów statystycznych oraz analizy wariancji</i>	P6S_UW.o	K_U01 K_U02
U03	<i>Umie przeprowadzić (wybraną metodą) selekcję cech dla dostępnych danych pomiarowych</i>	P6S_UW.o	K_U01 K_U02
Kompetencje społeczne			
K01	<i>Potrafi pracować indywidualnie i w zespole</i>	P6S_UO	K_K03
K02	<i>Jest świadomy roli społecznej absolwenta uczelni technicznej</i>	P6S_KO	K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03, W04, W05, W06 K01, K02	wykład, zajęcia projektowe	egzamin
U01, U02, U03, K01, K02	zajęcia projektowe	ocena projektu

Autor:

dr inż. Rafał Józwiak

Aparatura Ultrasonograficzna (AUS)

Ultrasound Equipment

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów:

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z wybranymi aspektami diagnostyki ultrasonograficznej. Wykład obejmuje swoją treścią zarówno podstawy fizyczne jak i zagadnienia związane z budową przetworników ultradźwiękowych i aparatury ultrasonograficznej. Omawia nowoczesne technologie i trendy rozwoju oraz kształtuje zrozumienie roli i znaczenia współczesnej ultrasonografii na tle innych technik obrazowych.

Treść kształcenia:

Treści kształcenia obejmują następujące grupy zagadnień:

1. Wprowadzenie do współczesnej ultrasonografii:
 - a. historia ultrasonografii;
 - b. obrazowanie ultrasonograficzne na tle innych metod diagnostyki obrazowej.
2. Podstawy fizyczne propagacji fal ultradźwiękowych w tkankach:
 - a. podstawowe zależności i wielkości charakterystyczne;
 - b. zjawiska falowe, tłumienie fali.
3. Wytwarzanie ultradźwięków i charakterystyka pola ultradźwiękowego:
 - a. efekt piezoelektryczny, materiały piezoelektryczne i ich właściwości;
 - b. budowa i charakterystyka prostych przetworników ultradźwiękowych;
 - c. pole ultradźwiękowe i jego właściwości;
 - d. głowice wieloelementowe, mechanizmy pobudzania i sterowania wiązką.
4. Obrazowanie ultrasonograficzne w medycynie:
 - a. podstawy obrazowania 2D, podstawowe zależności czasowe;
 - b. rodzaje prezentacji i podstawowe zastosowania kliniczne.

5. Budowa systemu ultrasonograficznego:
 - a. opis i charakterystyka podstawowych modułów systemu ultrasonograficznego;
 - b. tor nadawczo-odbiorczy, schemat ścieżki przetwarzania i formowania obrazu.
6. Podstawy ultrasonografii Dopplerowskiej:
 - a. efekt Dopplera, równanie na częstotliwość dopplerowską;
 - b. rodzaje obrazowania dopplerowskiego: CW, PW, Color, Angio;
 - c. charakterystyczne rozwiązania sprzętowe.
7. Biologiczne efekty oddziaływania ultradźwięków z tkankami:
 - a. moc i natężenie fali, dawka ultradźwiękowa;
 - b. efekt termiczny i mechaniczny;
 - c. bezpieczeństwo badań ultradźwiękowych, normy i standardy.
8. Artefakty w obrazowaniu ultrasonograficznym:
 - a. przyczyny błędów w ultrasonografii;
 - b. fizyczne i sprzętowe źródła artefaktów;
 - c. pomiary w ultrasonografii, kontrola jakości.
9. Nowoczesne techniki obrazowania i poprawy jakości:
 - a. technologie głowic szerokopasmowych;
 - b. obrazowanie harmoniczne, ultrasonografia kodowana i apertury syntetyczne;
 - c. elastografia, środki kontrastujące;
 - d. adaptacyjne techniki poprawy jakości danych obrazowych.
10. Ultrasonografia 3D
 - a. metodologia i techniki akwizycji danych 3D w ultrasonografii, głowice matrycowe;
 - b. formy i algorytmy wizualizacji danych wolumetrycznych;
 - c. zalety i ograniczenia ultrasonografii 3D, wybrane zastosowania kliniczne.
11. Inne zastosowania ultradźwięków w medycynie i technice:
 - a. terapeutyczne zastosowania ultradźwięków, mikroskopia ultradźwiękowa;
 - b. nieniszczące badania materiałów.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Lectures include the following groups of issues: introduction to modern ultrasound, physical basis of ultrasound wave propagation in tissue, ultrasound generation and ultrasound field characteristics, construction of the ultrasound system, basics of Doppler ultrasonography, biological effects of ultrasound interaction with tissues, artifacts in ultrasound imaging, modern ultrasound imaging techniques and quality improvement, 3D ultrasound and applications of ultrasound in medicine and technology.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. A. Nowicki: „Ultradźwięki w medycynie”, IPPT, PAN, Warszawa 2010
2. K.K. Shung "Diagnostic Ultrasound: Imaging and Blood Flow Measurements" Francis Taylor: CRC Press, Boca Raton, FL, 2005
3. P. R. Hoskins, K. Martin, A. Thrush, “Diagnostic Ultrasound: Physics and Equipment”, Cambridge University Press, 2010
4. F. W. Kremkau, “Diagnostic Ultrasound: Principles and Instruments”, Saunders, 7 edition, 2005

5. F. R. Miele, "Ultrasound Physics & Instrumentation", Pegasus Lectures, Inc.; 4th edition, 2006

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
Należy podać liczbę godzin w semestrze, np.: 2 - - - (30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 33 godz., w tym:
 - obecność na wykładach 30 godz.,
 - obecność na egzaminie 3 godz.
2. praca własna studenta – 17 godz., w tym:
 - przygotowanie do egzaminu 17 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,32 pkt. ECTS, co odpowiada 33 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0 pkt.

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	Zna podstawowe zjawiska fizyczne związane z propagacją fali ultradźwiękowej w tkankach	P6U_W	K_W12
W02	Zna rodzaje i budowę przetworników ultradźwiękowych, potrafi zdefiniować i opisać podstawowe mechanizmy pobudzania i sterowania wiązką	P6U_W	K_W12
W03	Zna modułową (funkcyjną) budowę systemu ultrasonograficznego	P6U_W	K_W12

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

	, potrafi zdefiniować podstawową ścieżkę przetwarzania i formowania obrazu		
W04	Ma ogólną wiedzę dotyczącą problematyki obrazowania Dopplerowskiego, ultrasonografii 3D oraz nowoczesnych technologii głowic ultradźwiękowych i technik poprawiających jakość obrazowania	P6U_W	K_W12
Umiejętności			
U01	Potrafi określić znaczenie i rolę współczesnej diagnostyki ultradźwiękowej na tle innych technik obrazowania, wskazać mechanizmy związane z bezpieczeństwem badań ultrasonograficznych oraz wymienić podstawowe normy i standardy	P6U_U	K_U04, K_U05
U02	Potrafi pracować indywidualnie, korzysta z dostępnej literatury i materiałów dostępnych w internecie	P6U_U	K_U04, K_U08
Kompetencje społeczne			
K01	Rozumie potrzebę pogłębiania wiedzy	P6U_U	K_K01

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01,W02,W03,W04, U01, U02	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>
K01	<i>wykład</i>	<i>egzamin, dyskusja na zajęciach</i>

Autor:

dr inż. Robert Kurjata

Informatyczne systemy medyczne (ISM)
Information technology systems in medicine

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarne*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *znajomość podstaw programowania obiektowego*

Limit liczby studentów:

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z wybranymi zastosowaniami technik informatycznych w medycynie oraz uzyskanie przez studentów praktycznych umiejętności tworzenia aplikacji medycznych.

Treść kształcenia:

Wykład:

Wstęp do informatyki medycznej - rodzaje danych medycznych, techniki akwizycji, sposoby zapisu

Standard DICOM i jego zastosowanie.

Wprowadzenie do tworzenia oprogramowania z graficznym interfejsem użytkownika. Systemy komputerowe w obrazowych technikach diagnostycznych – przetwarzanie obrazów medycznych i ich prezentacja.

Komputerowe systemy nadzoru i opieki nad pacjentem – nieobrazowe dane medyczne.

Projekt:

W ramach przedmiotu studenci realizują 2 zadania projektowe z zakresu przedmiotu. Pierwsze zadanie zorientowane jest na tworzenie interfejsu użytkownika, drugie rozbudowuje temat o wybrany aspekt przetwarzania danych medycznych – np. wizualizację obrazów medycznych, przetwarzanie danych DNA, przetwarzanie sygnałów EKG etc. Projekt jest realizowany w grupach. W trakcie realizacji projektu studenci zdobywają umiejętność projektowania oprogramowania modułowego, pracy w zespole, programowania przy pomocy nowoczesnego środowiska programistycznego.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

This lecture presents basic aspects of medical data processing with emphasis put on creating software with graphical user interface. Students will learn basic algorithms and protocols used for data processing in medicine and how to present those data to medical personnel. It includes both imaging techniques as well as time domain data processing (like ECG waveforms). Students will also obtain practical programming skills during the implementation of a group projects in the field of medical imaging.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

„*Biomedical Informatics, Computer Applications in Health Care and Biomedicine*”
Ed: Shortliffe, Edward H., Cimino, James J. (Eds.), Springer 2014, ISBN 978-1-4471-4474-8
DICOM Standard (dostępny on-line) <https://www.dicomstandard.org>
„*Informatyka medyczna*” R. Tadeusiewicz, UMCS, 2011, ISBN 978-83-62773-16-9

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., konsultacje związane z projektami 5 godz.
2. praca własna studenta – 65 godz., w tym wykonanie dwóch projektów 35 godz., przygotowanie eseju 30 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,4 (35 godzin).

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,6 (65 godzin)

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	Ma podstawową wiedzę w zakresie wykorzystania technik	P6S_WG	K_W03, K_W12

	<i>telekomunikacyjnych w systemach komputerowych do monitorowania pacjenta, telekonsultacji i telediagnostyki.</i>		
W02	<i>Ma podstawową wiedzę w zakresie programowania zdarzeniowego w interfejsach graficznych</i>	P6S_WG	K_W04
W03	<i>Ma podstawową wiedzę w zakresie kodowania i przesyłania danych medycznych oraz standardów z tym związanych</i>	P6S_WG	K_W03, K_W12, K_W15
Umiejętności			
U01	<i>potrafi napisać program przetwarzający i analizujący badania obrazowe.</i>	P6S_UW	K_U11, K_U21
U02	<i>potrafi zaprojektować i oprogramować graficzny interfejs użytkownika</i>	P6S_UW	K_U11, K_U18
U03	<i>potrafi zastosować w praktyce standardy kodowania i transmisji danych medycznych</i>	P6S_UW	K_U14, K_U11
Kompetencje społeczne			
K01	<i>ma świadomość ważności i rozumie skutki opracowanego programu do analizy danych medycznych</i>	P6S_KO	K_K05, K_K11
K02	<i>potrafi pracować w grupie przy rozwiązywaniu postawionego zadania</i>	P6S_KO	K_K04, K_K03

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W03	wykład	ocena pracy pisemnej (esej)
W02, U01, U02, U03, K01, K02	zajęcia projektowe	ocena projektu

Autor:

dr inż. Krzysztof Derzakowski

Oddziaływanie Fal Elektromagnetycznych na organizmy żywe (OFE) *Influence of Electromagnetic Waves on Living Organisms*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawowe wiadomości z pól i fal elektromagnetycznych*

Limit liczby studentów: *36*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z fizycznymi aspektami oddziaływania fal elektromagnetycznych na organizmy żywe. W szczególności zapoznanie studentów z zastosowaniem fal elektromagnetycznych w biologii, medycynie, a także przedstawienie szkodliwego wpływu promieniowania elektromagnetycznego pochodzącego z różnych źródeł (np., radiokomunikacja, urządzenia medyczne).

Treść kształcenia:

Treść wykładu:

- 1. Historia badań. Klasyfikacja i podział pasma częstotliwości, przydział poszczególnych jego zakresów zgodnie z normami międzynarodowymi dla różnych zastosowań medycznych*
- 2. Przegląd źródeł promieniowania fal elektromagnetycznych i ich charakterystyka*
- 3. Mikrofałe i materia. Propagacja fal w skomplikowanym środowisku rzeczywistym, polaryzacja różnych rodzajów dielektryków, relaksacja dielektryków, a także propagacja ciepła w ośrodkach złożonych.*
- 4. Biofizyka oddziaływania fal. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na organizmy żywe, a w szczególności oddziaływanie na błonę komórkową, oddziaływanie termiczne na organizmy żywe. Efekty biologiczne w: komórkach i mikroorganizmach; krwi; systemach immunologicznych, nerwowych, wydzielania wewnętrznego, regulacji temperaturowej, wzrostu, wzroku itd.*
- 5. Zastosowania medyczne pól elektromagnetycznych w diagnostyce i leczeniu. Omówienie procedur leczniczych m.in. diatermii, hipertermii, magnetoterapii, fizykoterapii z*

uwzględnieniem aspektów fizycznych. Przedstawienie metod diagnostycznych wykorzystujących fale elektromagnetyczne.

6. *Nowoczesna elektroterapia. Zaprezentowanie kilku metod elektroterapii.*
7. *Wykorzystanie pola elektromagnetycznego w aparaturze dla niepełnosprawnych. Przedstawienie kilku urządzeń wspomagających funkcjonowanie osób niepełnosprawnych i starszych, np. elektroniczna laska dla niewidomych, nowoczesne aparaty słuchowe, itp.*
8. *Symulacja komputerowa rozkładu pola elektromagnetycznego w środowisku skomplikowanym. Wykorzystanie symulatorów do określenia rozkładu pola i temperatury w organizmie i jego organach.*
9. *Pomiary pola elektromagnetycznego w pobliżu źródła. Omówienie istoty pola w sąsiedztwie źródła tego pola. Zaprezentowanie metod pomiarowych i stosowanej aparatury. Wskazanie problemów związanych z tymi pomiarami.*
10. *Ochrona przed promieniowaniem i przepisy BHP. Charakterystyki urządzeń promieniujących, akty prawne określające zasady eksploatacji urządzeń promieniujących, dopuszczalne poziomy promieniowania, pomiary pól elektromagnetycznych do celów ochrony pracy i ochrony środowiska oraz określenie stref zagrożeń.*

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. *T. Morawski, W. Gwarek. Teoria pola elektromagnetycznego. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1985.*
2. *Jacques Thuery. Microwaves: Industrial, Scientific, and Medical Applications. Artech House. Boston-London. 1992.*
3. *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques (miesięcznik dostępny w czytelniach PW).*
4. *Informacja dostępna przez Internet*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 36 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na konsultacjach wykładowych 6 godz.,*
2. *praca własna studenta – 20 godz., w tym
przygotowanie do wykładów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwium 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 56 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,29 pkt. ECTS, co odpowiada 36 godz. kontaktowym.

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

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	<i>Zna typy oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm żywy</i>	P6S_WG.o	K_W12
W02	<i>Ma wiedzę o źródłach pola elektromagnetycznego i obszarach ich oddziaływań</i>	P6S_WG.o	K_W06
W03	<i>Zna aspekty propagacji fal w ośrodkach złożonych</i>	P6S_WG.o	K_W06 K_W07
W04	<i>Ma wiedzę na temat interakcji pola elektromagnetycznego, z różnymi składnikami organizmu</i>	P6S_WG.o	K_W12
W05	<i>Zna zastosowania fal elektromagnetycznych w medycynie</i>	P6S_WG.o	K_W06 K_W12
W06	<i>Ma wiedzę o metodach pomiarów pola w sąsiedztwie źródła</i>	P6S_WG.o	K_W11
W07	<i>Zna metody i środki techniczne ochrony przed promieniowaniem elektromagnetycznym</i>	P6S_WG.o	K_W06
W08	<i>Zna przepisy BHP z zakresu ochrony przed promieniowaniem niejonizującym</i>	P6S_WG.o	K_W06 K_W15
Umiejętności			
U01	<i>Potrafi zidentyfikować źródła promieniowania elektromagnetycznego niejonizującego</i>	P6S_UW.o	K_U13 K_U14

U02	<i>Potrafi dokonać pomiaru wielkości pola elektromagnetycznego w pobliżu źródła</i>	P6S_UW.o	K_U12 K_U21
U03	<i>Umie ocenić zagrożenie wynikające z oznaczeń stref bezpieczeństwa</i>	P6S_UW.o	K_U20
U04	<i>Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy</i>	P6S_UW.o	K_U20
Kompetencje społeczne			
K01	<i>Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje</i>	P6S_KK P6S_KR	K_K02
K02	<i>Jest świadomy roli społecznej absolwenta uczelni technicznej</i>	P6S_KO	K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01-W08, U01-U04, K01, K02	wykład	Kolokwia wykładowe, aktywność na zajęciach

Autor:

dr hab. inż. Piotr Bogorodzki, prof. uczelni

**Rezonanse Magnetyczne w Zastosowaniach Pomiarowych
(RMZP) *Magnetic Resonances in Measuring Applications***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Teoria Obwodów (TOB),
Teoria Elektromagnetyzmu (TEM)*

Limit liczby studentów: *30*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z technikami radiowymi służącymi do konstrukcji sensorów wykorzystujących zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR), elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) oraz rezonansu ferromagnetycznego (FMR). Wykład dostarczy wiedzę o sposobach generacji zmiennego pola elektro-magnetycznego oraz o jego wpływie na umieszczoną w nim materię. Studenci pozyskają wiedzę dotyczącą torów nadawczo-odbiorczych w zakresie od fal długich do mikrofal.

Treść kształcenia:

Rezonanse Magnetyczne w Zastosowaniach Pomiarowych - wprowadzenie (0,5h)

Oddziaływanie pola elektro-magnetycznego z materią (9 h)

- o Właściwości magnetyczne materii (2 h)
- o Straty w przewodnikach – rezystancja, efekt naskórkowy, efekt zbliżeniowy (1 h)
- o Straty dielektryczne, prądy wirowe – Eddy Currents (1 h)
- o Efekty pasożytnicze (1 h)
- o Jądrowy rezonans magnetyczny NMR (2 h)
- o Elektronowy rezonans paramagnetyczny EPR (1 h)

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- o Rezonans ferromagnetyczny FMR (1 h)
- Generacja i pomiar zmiennego pola magnetycznego (5 h)
- o Prawo Biotta-Savarta, Prawo Faradaya (1 h)
 - o Rezonansowe obwody LC (2 h)
 - o Rezonatory mikrofalowe (2h)
- Tory nadawczo-odbiorcze (5,5 h)
- o Linie transmisyjne, dopasowanie impedancyjne, współczynnik odbicia (2 h)
 - o Przełącznik nadawanie/odbiór (1 h)
 - o Modulacja sygnału, miksery RF/MW (1 h)
 - o Odbiornik kwadraturowy (1,5 h)
- Współczesne zastosowania medyczne: (4 h)
- o Wzmocnienie sygnału techniką DNP, efekt Overhausera (2 h)
 - o Terapia z zastosowaniem hipertermii i nanocząstek magnetycznych (2 h)

Laboratorium:

Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z praktycznymi zagadnieniami dotyczącymi pomiarów dokonywanych metodami rezonansowymi. W ramach zajęć studenci będą m.in. realizować własne cewki nadawczo-odbiorcze oraz stroić i dopasowywać je z wykorzystaniem specjalnie przeznaczonej ku temu celu aparatury pomiarowej (generator, wektorowy analizator sieci, analizator widma).

Tematy ćwiczeń:

- Układ nadawczo-odbiorczy w spektrometrze NMR
Pomiar sygnału NMR w polu ziemskim
- Badanie układu detekcyjnego EPR
- Pomiary cząstek nanomagnetycznych.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

This course will introduce students to radio-electronic techniques used to construct sensors for nuclear magnetic resonance (NMR), electron paramagnetic resonance (EPR) and ferromagnetic resonance (FMR) experiments. Students will learn how to generate an alternating electro-magnetic field and how does this field influence different kinds of matter. Experiments covering a wide range of frequencies will be conducted during the laboratory (from kHz to GHz). Students will learn about transmitting the signal with maximum efficiency (impedance matching), transmission and acquisition paths in spectrometers, modulating and demodulating the signal. Attendees will gain practical experience regarding LC and microwave resonators – measuring their frequency response, tuning them for desired frequency, matching their impedance. Students will learn about

most recent uses of resonance techniques in medicine, biology and quantitative measurements. Using experimental data acquired during laboratories and theoretical models for physical phenomena's, students will create numerical models and evaluate them against their measurements.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. H.Gunther H., *Spektroskopia Magnetycznego Rezonansu Jądrowego*, PWN 1983
2. Price R. i inni, *Nuclear Magnetic Resonance Imaging*.
3. Jan Stanowski, Wojciech Hilczer : *Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2005
4. Ulrich L. Gunther : *Dynamic Nuclear Hyperpolarization in Liquids*, Berlin Heidelberg 2011
5. J.Osiowski, J.Szabatin: *Podstawy teorii obwodów*, tom I, II, III Warszawa, WNT, 1993.
6. T. Morawski, W. Gwarek, *Pola i fale*, PWN, wydanie 5, 2018.
7. Symulator obwodów LTspice
8. Środowisko MATLAB

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	8/5	-	16/15	-	(40h/sem)

Wymiar w jednostkach ECTS: *ECTS = 4*

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): *np.:*

1. *liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na laboratorium 16 godz., obecność na egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 55 godz., w tym przygotowanie do kolokwium 15 godz., przygotowanie do laboratorium 20 godz., przygotowanie do egzaminu 20 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: *1,90 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: *1,37 pkt. ECTS, co odpowiada 16 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 20 godz. przygotowań do laboratorium.*

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku Elektronika
Wiedza			
W01	Rozumie działanie obwodów rezonansowych oraz potrafi interpretować ich parametry: częstotliwość rezonansowa, pasmo, dobroć	P6S_WG	K_W05
W02	Rozumie relację pomiędzy polami elektrycznym i magnetycznym oraz zna ich wpływ na różne rodzaje materii	P6S_WG	K_W06
W03	Zna techniki rezonansowe wykorzystywane między innymi w medycynie – NMR, EPR, FMR	P6S_WG	K_W12
W04	Rozumie wpływ wysokich częstotliwości na ujawnianie się efektów pasożytniczych w pasywnych elementach elektronicznych. Rozumie działanie układów takich jak wzmacniacz sygnału, mikser sygnału, przetwornik analogowo-cyfrowy	P6S_WG	K_W08
W05	Rozumie zjawisko modulacji sygnału, potrafi przedstawić sygnał w dziedzinie częstotliwości i dokonać jego interpretacji	P6S_WG	K_W10
W06	Rozumie działanie specjalistycznego sprzętu wykorzystywanego w ramach laboratorium. Wie jak wykreślić wyniki pomiarów i określić ich zgodność z modelem	P6S_WG	K_W11
Umiejętności			
U01	Potrafi zamodelować zjawisko fizyczne oraz określić jego parametry na podstawie uzyskanych danych pomiarowych. Potrafi ocenić zgodność danych pomiarowych z modelem	P6S_UW	K_U02 K_U15
U02	Potrafi stworzyć i przeanalizować model obwodu elektrycznego celem wyznaczenia wartości komponentów potrzebnych do	P6S_UW	K_U03 K_U15 K_U19

	jego realizacji		
U03	Potrafi symulować proste obwody elektryczne oraz wykreślać ich charakterystyki częstotliwościowe	P6S_UW	K_U11 K_U15
U04	Potrafi analizować rozbieżności pomiędzy wynikami doświadczalnymi a symulacyjnymi i doszukiwać się ich źródeł	P6S_UW	K_U04 K_U12 K_U19
U05	Potrafi pracować w grupie nad sprawozdawaniem wyników, wymieniać się danymi z innymi członkami grupy, popierać swoje przypuszczenia stosownymi wykresami/analizami	P6S_UK	K_U05
U06	Potrafi przygotować sprawozdanie dobrze dokumentujące przebieg całego doświadczenia oraz umożliwiające jego odtworzenie, posługuje się terminologią elektroniczną	P6S_UK	K_U06
Kompetencje społeczne			
K01	Rozumie naturę wpływu sygnałów o różnej częstotliwości na materię, w tym na ludzki organizm. Potrafi w prosty sposób wytłumaczyć te kwestie osobie bez wykształcenia technicznego	P6S_KO	K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03, W04, W05, W06, K01	Wykład, konsultacje	Kolokwium, egzamin
U01, U02, U03, U04, U05, U06	Zajęcia laboratoryjne	Sprawozdania - ocena