**Nazwa przedmiotu:**

Zintegrowane optoelektroniczne układy logiczne

**Koordynator przedmiotu:**

MICHAŁ MALINOWSKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

ZOUL

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

100

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa znajomość optyki
Wymagany przedmiot poprzedzający:FOT Podstawy Fotoniki

**Limit liczby studentów:**

50

**Cel przedmiotu:**

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi układami optyki zintegrowanej, fizycznymi podstawami ich działania oraz głównymi zastosowaniami. Zakres merytoryczny obejmuje opis i analizę propagacji promieniowania w optycznych strukturach planarnych na gruncie optyki falowej, wyczerpujące omówienie nieliniowych efektów optycznych, wykorzystywanych do konstruowania modulatorów i przełączników. Zakres wykładu obejmuje również podstawy fizyczne oraz sposoby realizacji optycznych elementów logicznych i pamięciowych w postaci elementów objętościowych oraz wykonywanych w postaci układów optyki zintegrowanej.

**Treści kształcenia:**

1. Wstęp, foton i elektron jako nośniki informacji, fala świetlna, komunikacja światłowodowa, optyczne przetwarzanie informacji. Teoria falowa propagacji promieniowania w planarnych i paskowych falowodach dielektrycznych i półprzewodnikowych. Równanie charakterystyczne światłowodu planarnego. Klasyfikacja modów światłowodu planarnego. (4h)
2. Fale niejednorodne. Teoria modów sprzężonych, równania modów sprzężonych, droga sprzężenia i transfer mocy. Tunelowanie optyczne. (2h)
3. Sprzęgacze siatkowe, klasyfikacja siatek, warunek dopasowania fazowego sprzężenie współliniowe, sprzężenie pomiędzy modami TE -TE i z konwersją modów. (2h)
4. Mikrorezonatory optyczne, zwierciadlane (F-P), fotoniczne (PBG) oraz wykorzystujące całkowite wewnętrzne odbicie. Mody typu WGM w rezonatorach dyskowych i pierścieniowych. (2h)
5. Przełączanie i modulacja optyczna. Optyka nieliniowa, efekt elektrooptyczny, akustooptyczny, absorpcja dwufotonowa, wymuszone rozpraszanie Ramana, mieszanie 4 fal, optyka fotorefrakcyjna, efekt Franza-Kiełdysza (elektroabsorpcja), kwantowy efekt Starka w studniach kwantowych QCSE. Planarne modulatory optyczne wykorzystujące wzmacniacze półprzewodnikowe (SOA) i układy interferometryczne. (4h)
6. Połączenia optyczne, zależne i niezależne. Elementy zmieniające kierunek propagacji modów falowodowych- planarne pryzmaty, soczewki geodezyjne, soczewki fresnelowskie, soczewki siatkowe, siatki ogniskujące, zwierciadła, siatki odbiciowe, polaryzatory planarne. Modulatory przestrzenne (SLM), komputerowo generowane hologramy i siatki fazowe. (2h)
7. Bistabilność optyczna, absorpcyjna, dyspersyjna i polaryzacyjna. Modulatory i przełączniki bistabilne, fotoniczne i hybrydowe. Elementy SEED (self elektro-optic effect device) (2h)
8. Materiały i technologie wytwarzania zintegrowanych układów fotonicznych (Photonic Integrated Circuits PIC). Przykłady realizacji na bazie niobianu litu LiNbO3 i materiałów półprzewodnikowych (2h)
9. Optyczna transformata Fouriera, funkcje splotu i korelacji. Koherentne przetwarzanie sygnałów optycznych, filtracja optyczna, optyczne rozpoznawanie obrazów, procesor optyczny w konfiguracji „4f”. (2h)
10. Analogowe i cyfrowe optyczne przetwarzanie informacji. Przykłady elementów optycznych realizujących funkcje logiczne, bistabilne, sprzężeniowe, elementy holograficzne. Systemy optyczne wykonujące operacje na macierzach. Procesory algebry liniowej, rozwiązywanie parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych metodami optycznymi. (4h)
11. Przykłady pamięci optycznych - pamięci optoelektroniczne i pamięci holograficzne. Elementy i architektura komputera optycznego, procesory optyczne. (4h)

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia w trakcie semestru, ocena z projektu oraz egzaminu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. T. Tamir, "Integrated Optics", Springer - Verlag, Berlin, 1975
2. J. Petykiewicz, "Podstawy fizyczne optyki scalonej," PWN, W-wa 1989
3. H. Nishimura, M. Haruna, T. Suhara, "Optical Integrated Circuits," McGraw-Hill, New York, 1989
4. B.E.A. Salech, M.C. Teich, "Fundamentals of photonics," John Wiley & Sons, New York, 1991
5. J. Jahns, S.H. Lee, "Optical computing hardware" Academic Press, Boston, 1994
6. S. Martellucci, A. N. Chester, "Nonlinear optics and optical computing," Plenum Press, New York, London, 1990
7. C. Polloc, M. Lipson, "Integrated Photonics", Kluwer A.P., Boston, 2003
8. B. Ziętek, "Optoelektronika", Toruń, 2005
9. K. Gniadek, „Optyczne przetwarzanie informacji”, PWN 1992
10. A. Vander Lugt „Optical Signal Processing” Willey 2005
11. M. Błahut http://mb.optics.polsl.gliwice.pl/
12. R. Kotyński http://www.igf.fuw.edu.pl/zoi/ „Metody obliczeniowe mikrooptyki i fotoniki”

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ZOUL\_W01:**

ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie podstawowych praw, zjawisk i procesów fizycznych dotyczących propagacji światła w planarnych światłowodach

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03, K\_W04, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ZOUL\_W02:**

ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki i zasad działania elementów i przyrządów optoelektroniki zintegrowanej

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ZOUL\_W03:**

ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie technologii oraz charakteryzacji materiałów, struktur i przyrządów optoelektroniki zintegrowanej

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03, K\_W04, K\_W05, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ZOUL\_U01:**

potrafi przedstawić główne założenia, pojęcia i formalizmy opisujące propagację światła w planarnych światłowodach dielektrycznych

Weryfikacja:

Kolokwia, sprawdziany i przygotowanie prac projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U04, K\_U06, K\_U07, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ZOUL\_U02:**

potrafi wykonać analizę numeryczną oraz symulację działania wybranych struktur i przyrządów optoelektroniki zintegrowanej

Weryfikacja:

sprawdziany, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U08, K\_U12, K\_U01, K\_U02, K\_U04, K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ZOUL\_UO3:**

potrafi przedstawić i omówić przykłady wykorzystania elementów optoelektroniki zintegrowanej w układach, teletransmisyjnych, pamięciowych i logicznych

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U09, K\_U10, K\_U11, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ZOUL\_K01:**

potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

realizacja projektów zespołowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**