**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy mikroelektroniki (Introduction to microelectronics)

**Koordynator przedmiotu:**

Wiesław KUŹMICZ

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - podstawowe

**Kod przedmiotu:**

PMK

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

120

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

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

**Wymagania wstępne:**

Przyrządy półprzewodnikowe (PP) lub podobny przedmiot, np. elementy i układy elektroniczne (ELIU). Zalecona znajomość podstaw ukladow logicznych.

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie się z podstawami projektowania i realizacji układów i systemów elektronicznych w postaci układow scalonych. Wprowadzenie pojęcia specjalizowanych ukladow scalonych (Application Specific Integrated Circuits - ASIC), zapoznanie studentów z aspektami praktycznymi i ekonomicznymi projektowania i zamawiania produkcji tych układow. Przygotowanie do zaawansowanych wykladow z projektowania zintergowanych systemów cyfrowych, analogowych i mieszanych.
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. Prepapation for advanced courses in design of integrated digital, analog and mixed circuits and systems.

**Treści kształcenia:**

Tematyka wykładów
1: Po co nam mikroelektronika? Ekonomiczne aspekty mikroelektroniki.
2: Wytwarzanie układów scalonych. Od krzemu do bramki cyfrowej.
3: Problemy, metody i style projektowania.
4: Elementy czynne w układach scalonych. Modelowanie elementów.
5: Elementy bierne w układach scalonych. Rozrzuty produkcyjne.
6: Bramki logiczne: podstawowe pojęcia i wymagania. Statyczny inwerter CMOS.
7: Statyczne i dynamiczne bramki kombinacyjne CMOS.
8: Przerzutniki, rejestry, pamięci półprzewodnikowe - klasyfikacja.
9: Pamięci półprzewodnikowe - organizacja i zasady dzialania.
10: Testowanie i testowalność układów cyfrowych.
11: Układy analogowe: podstawowe problemy.
12: Układy źródeł prądowych i napięciowych.
13: Wzmacniacze różnicowe i ich wybrane zastosowania.
14: Układy scalone dużej mocy.
15: Przyszłość mikroelektroniki.
Tematyka laboratorium
Laboratorium prezentuje wybrane aspekty praktyczne projektowania, realizacji i testowania specjalizowanych ukladow scalonych. Tematy ćwiczeń:
1.Projektowanie i symulacja układu elektrycznego bramki cyfrowej
2. Projektowanie i weryfikacja topografii układu scalonego w stylu full-custom
3. Zagadnienia projektowania analogowych układów CMOS
4. Testowanie cyfrowych układów scalonych
5. Projektowanie z wykorzystaniem układu rekonfigurowalnego PSoC (Programmable System on Chip)

**Metody oceny:**

Na ocenę końcową składają się: suma ocen z laboratoriów projektowych (max. 45 pkt) oraz przeliczona na punkty ocena z egzaminu (max. 55 pkt). Oceny z egzaminu są przeliczane na punkty w następujący sposób: 2 => 0 pkt, 3 => 25 pkt, 3,5 => 32,5 pkt, 4 => 40 pkt, 4,5 => 47,5 pkt, 5 => 55 pkt. Nie będą stosowane pośrednie liczby punktów.
Do uzyskania pozytywnej oceny końcowej konieczne jest spełnienie łącznie następujących warunków:
- uzyskanie zaliczenia wszystkich projektów (co najwyżej jedna ocena 2, żadnej oceny 0),
- zdanie egzaminu (ocena 3 odpowiadająca 25 punktom)
Przeliczenie punktów na oceny końcowe:
Suma punktów Ocena końcowa
0 - 50,0 ocena 2
50,25 - 60,0 ocena 3
60,25 - 70,0 ocena 3,5
70,25 - 80,0 ocena 4
80,25 - 90,0 ocena 4,5
90,25 - 100,0 ocena 5

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. A.Gołda, A.Kos, "Projektowanie układów scalonych CMOS", WKŁ, W-wa 2010
2. W. Kuźmicz, podręcznik elektroniczny do przedmiotu dostępny z witryny www przedmiotu
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/

**Uwagi:**

Przy określaniu liczby godzin pracy studenta przyjęto następujące dane:
Obecność na wykładach: 30 godz.
Obecność w laboratorium: 30 godz. pracy pod kierunkiem prowadzącego oraz 30 godz. pracy własnej
Przygotowanie do laboratorium i opracowanie wyników: 15 godz.
Przygotowanie do egzaminu: 15 godz.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W\_01:**

ma wiedzę o wytwarzaniu układów scalonych

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_02:**

zna metody i style projektowania układow scalonych

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_03:**

zna pojęcie specjalizowanych ukladow scalonych, cel i zakres ich zastosowań oraz zasady ochrony własności intelektualnej

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_04:**

zna budowę i właściwości bramek i bloków cyfrowych realizowanych mikroelektronicznie

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne, wykonanie zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_05:**

zna zasady testowania systemów cyfrowych

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne, wykonanie zadań laboratoryjnych

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_06:**

zna zasady i problemy realizacji mikroelektronicznej układów analogowych

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne, wykonanie zadań laboratoryjnych

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_07:**

zna tendencje rozwojowe mikroelektroniki

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U\_01:**

potrafi zaprojektować schemat i topografię prostego układu cyfrowego i analogowego

Weryfikacja:

wykonanie zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U08, K\_U10, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_02:**

potrafi zweryfikować prosty projekt układu scalonego

Weryfikacja:

wykonanie zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U10, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_03:**

potrafi zaprojektować i zrealizować prosty analogowo-cyfrowy system programowalny

Weryfikacja:

wykonanie zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U07, K\_U08, K\_U09, K\_U15, K\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_04:**

potrafi zanalizować prosty układ scalony pod kątem produkowalności

Weryfikacja:

wykonanie zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U08, K\_U13, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_05:**

potrafi udokumentować wykonany projekt

Weryfikacja:

wykonanie zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03, K\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_01:**

potrafi twórczo współpracować z innymi osobami przy pracy nad projektami

Weryfikacja:

wykonanie zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K\_02:**

rozumie i pptrafi przedstawić związki między rozwojem mikroelektroniki, a rozwojem gospodarczym i społecznym

Weryfikacja:

pytania egzaminacyjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**