**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy elementów i układów elektronicznych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. dr hab. inż. Lidia Łukasiak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Biomedyczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ELR

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin bezpośrednich – 51 godz., w tym:
• wykład: 30 godz.
• ćwiczenia: 15 godz.
• konsultacje: 3 godz.
• egzamin: 3 godz.
2) Praca własna studenta – 50 godz., w tym:
• przygotowanie do egzaminu: 10 godz.
• przygotowanie do kolokwiów: 5 godz.
• przygotowanie do wykładu: 15 godz.
• przygotowanie do ćwiczeń: 20godz.
RAZEM: 101 godz. – 4 ECTS

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

2 punkty ECTS - 51 godz.,
w tym:
• wykład: 30 godz.
• ćwiczenia: 15 godz.
• konsultacje: 3 godz.
• egzamin: 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS – 48 godz.,
w tym
• ćwiczenia: 15 godz.
• przygotowanie do ćwiczeń: 20 godz.
• przygotowanie do egzaminu, rozwiazywanie zadań: 10 godz.
• konsultacje: 3 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

brak

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie zasad działania i najważniejszych parametrów podstawowych przyrządów półprzewodnikowych oraz zasad działania, konstrukcji, a także metod analizy układów analogowych.

**Treści kształcenia:**

Właściwości półprzewodników (znaczenie struktur półprzewodnikowych w elektronice (prawo Moore'a i jego konsekwencje, materiały półprzewodnikowe, model pasmowy półprze-wodnika, koncentracje nośników ładunku, procesy generacji-rekombinacji, transport nośników ładunku).
Styk metal-półprzewodnik i złącze p-n (kontakt omowy, dioda z barierą Schottky'ego, charakterystyka prądowo- napięciowa i parametry dynamiczne złącza p-n, rodzaje diod półprze-wodnikowych).
Tranzystor MOS (zasada działania, charakterystyki prądowo-napięciowe, częstotli-wości graniczne, inwerter CMOS). Reguły skalowania. Technologia MOS SOI. Struktury wielobramkowe. Tranzystor bipolarny (zasada działania i podstawowe parametry).
Tranzystory bipolarne heterozłączowe.
Półprzewodnikowe przyrządy fotoniki (diody świecące, lasery półprzewodnikowe). Przegląd różnego typu elementów elektronicznych. Układy liniowe (wzmacniacz tranzystorowy - zasada działania, wzmacniacz różnicowy - zasada działania, właściwości dla sygnałów różnicowych i sumacyjnych, wzmacniacz operacyjny - idea, podstawowe układy pracy oraz ich właściwości, parametry rzeczywistych wzmacniaczy opera-cyjnych, budowawewnętrzna wzmacniacza, charakterystyki częstotliwościowe, sprzężenie zwrotne i jego rola w układach elektronicznych, przykłady zastosowań, filtry, komparatory). Układy nieliniowe (generatory przebiegów sinusoidalnych, generatory kwarcowe, generatory funkcyjne, generatory przestrajane VCO, układy z fazoczułą pętlą sprzężenia zwrotnego (PLL), generator z bezpośrednią cyfrową syntezą częstotliwości (DDS), modulatory, detektory, układy przemiany częstotliwości). Przetworniki A/C i C/A (architektura typowego toru przetwarzania sygnałów, próbkowanie, twierdzenie o próbkowaniu, widmo sygnału spróbkowanego, zjawisko aliasingu, kwantyzacja, kodowanie, parametry przetworników, podstawowe architektury przetworników A/C i C/A, zasada działania, rodzaje interfejsu, kryteria doboru przetwornika do wybranych aplikacji). Zasilacze o działaniu ciągłym i impulsowym (układy prostowników napięcia, układy stabilizacji napięcia ciągłe i impulsowe, właściwości, parametry, źródła napięciowe i prądowe, układy ograniczania prądu i napięcia, przykładowe rozwiązania). Komputerowa symulacja układów analogowych i cyfrowych, zasada działania symulatorów układów analogowych i cyfrowych, zalety i wady stosowania symulatorów komputerowych, wyznaczanie punktów pracy, symulacja małosygnałowa,analiza przejściowa (transient), analiza szumów i wpływu rozrzutów parametrów elementów elektro-nicznych, optymalizacja układów elektronicznych.

**Metody oceny:**

Kolokwia; egzamin

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Materiały przygotowane przez prowadzących i dostępne na stronie przedmiotu.
S.M. Sze, K. Ng, "Physics of semiconductor devices", John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, 2007.
J. Hennel, "Podstawy elektroniki półprzewodnikowej", WNT, Warszawa 1991.
W. Marciniak, "Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone", WNT, Warszawa 1984.
P. Jagodziński, A. Jakubowski, "Zasady działania przyrządów półprzewodnikowych typu MIS", WPW 1980.
J. Baranowski, Z. Nosal, "Układy elektroniczne, cz. I, Układy analogowe liniowe", WNT 1998.
J. Baranowski, G. Czajkowski, "Układy elektroniczne, cz. II, Układy analogowe nieliniowe i impulsowe", WNT 1998.
A. Filipkowski, "Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe", WNT 1998.

**Witryna www przedmiotu:**

http:www.pmik.imio.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ELR\_W01:**

Ma elementarną wiedzą w zakresie podstaw fizyki półprzewodników oraz działania powszechnie stosowanych przyrządów półprzewodnikowych.

Weryfikacja:

kolokwia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka ELR\_W02:**

Ma elementarną wiedzę w zakresie podstawowych układów pracy tranzystorów.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka ELR\_W03:**

Ma elementarną wiedzę w zakresie zasady działania wzmacniacza tranzystorowego. wzmacniacza operacyjnego i układów stabilizacji napięcia.

Weryfikacja:

Egzamin,kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o, P6U\_W

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ELR\_U01:**

Potrafi zastosować zdobytą wiedzę do rozwiązywania prostych zadań dotyczących materiałów i przyrządów półprzewodnikowych.

Weryfikacja:

kolokwia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka ELR\_U02:**

Potrafi wyznaczyć punkt pracy prostego wzmacniacza 1-tranzystorowego.

Weryfikacja:

egzamin

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka ELR\_U03:**

W oparciu o strukturę wzmacniacza operacyjnego potrafi zaprojektować prosty wzmacniacz o zadanych parametrach (np. wzmocnienie, pasmo przenoszenia, slew rate).

Weryfikacja:

egzamin, kolokwia

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka ELR\_U04:**

Potrafi zaprojektować prosty układ stabilizacji napięcia.

Weryfikacja:

egzamin, kolokwia

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o