

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,

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- 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 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.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

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):

1. *liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym*
 - *obecność na laboratorium 30 godz.,*
 - *udział w konsultacjach 5 godz.*
2. *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
UMIĘTNOŚCI			
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 statyczne i dynamiczne podstawowych przyrządów półprzewodnikowych oraz prostych układów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki.	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie	K1_U12
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