

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 kolokwium 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;

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- ocenę ewentualnego sprawdzianu ustnego w przypadku wątpliwości co do oceny.

Opis wykładu:

1. *Dioda*: Charakterystyki statyczne diod – przypomnienie. Model złącza p-n dla symulacji komputerowych. Praca małosygnalowa, pojemność złączowa i dyfuzyjna, elektryczne układy zastępcze. Praca wielkosygnalowa – porównanie złącza p-n i diody Schottky'ego. Rodzaje diod półprzewodnikowych, ich zastosowania i parametry użytkowe. (4h)
2. *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 małosygnalowa – 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 małosygnalowa: układ zastępczy, parametry dynamiczne. Praca wielkosygnalowa: 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):

1. *liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym*
 - *obecność na wykładach 30 godz.,*
 - *udział w konsultacjach 5 godz.*
2. *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
UMIĘTNOŚCI			
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