

Opis przedmiotu

Kod przedmiotu	MIKZ
Nazwa przedmiotu	Mikroelektronika
Wersja przedmiotu	2

A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów

Poziom kształcenia	Studia I stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	Niestacjonarne zaoczne
Kierunek studiów	Elektronika i Telekomunikacja
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Koordinator przedmiotu	prof. nzw. dr hab. inż. Andrzej Pfitzner

B. Ogólna charakterystyka przedmiotu

Blok przedmiotów	Elektronika i Telekomunikacja
Grupa przedmiotów	Przedmioty kierunkowe obieralne
Status przedmiotu	Fakultatywny ograniczonego wyboru
Język prowadzenia zajęć	Polski
Semestr nominalny	5
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni
Wymagania wstępne	Przedmiot Mikroelektronika wymaga znajomości podstawowych zagadnień z fizyki w zakresie elektromagnetyzmu i fizyki ciała stałego oraz z teorii obwodów. Przydatne są też wiadomości z Podstaw Elektroniki.
Limit liczby studentów	15

C. Efekty kształcenia i sposób prowadzenia zajęć

Cel przedmiotu	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z modelami elementów układów scalonych oraz podstawowymi technologiami ich wytwarzania. W warstwie praktycznej celem jest wykształcenie umiejętności prawidłowego przeprowadzania symulacji układów elektronicznych, korzystając z programów takich jak SPICE, będących składnikami systemów komputerowego wspomaganie projektowania (CAD) układów scalonych. Obejmuje to w szczególności umiejętność właściwego wykorzystywania modeli elementów oraz definiowania i wyznaczania ich parametrów spójnych z technologią wytwarzania. Ambicją autora przedmiotu jest przekazanie studentom podstawowej wiedzy i umiejętności z obszaru mikroelektroniki w sposób spójny, nastawiony na zrozumienie zagadnień (a nie pamięciowe opanowanie informacji encyklopedycznych)</p>
----------------	--

	oraz ułatwienie samodzielnych studiów dla pogłębienia wiadomości i zdobywania nowych kompetencji w miarę rozwoju elektroniki i inżynierii komputerowej.	
Efekty kształcenia	Patrz tabela 25.	
Formy zajęć i ich wymiar	Wykład	2
	Ćwiczenia	1
	Laboratorium	0
	Projekt	1
Treści kształcenia	<p>Wprowadzenie • Technologie mikroelektroniczne • Komputerowo wspomagane projektowanie, rola modelowania elementów • Wprowadzenie do symulacji elektrycznej – program SPICE Modelowanie elementów układów elektronicznych Diody półprzewodnikowe • Wiadomości wstępne • Prądy rekombinacji-generacji • Mechanizm przepływu prądu • Charakterystyka prądowonapięciowa • Właściwości małosygnalowe złącza pn: zależności prądowo-napięciowe, elementy schematu zastępczego • Praca impulsowa diody: charakterystyki czasowe, model ładunkowy • Model diody dla symulacji komputerowej: schemat i parametry modelu, wyznaczanie parametrów elektrycznych Tranzystory bipolarne • Wiadomości wstępne • Model Ebersa-Molla: koncepcja modelu, zależności prądowonapięciowe, parametry statyczne • Charakterystyki statyczne tranzystora bipolarnego: charakterystyki tranzystora npn w różnych konfiguracjach • Efekty zależne od punktu pracy: rezystancje obszarów quasineutralnych, zmiany współczynnika wzmocnienia prądowego, obszar bezpiecznej pracy tranzystora • Właściwości małosygnalowe tranzystora bipolarnego: schematy zastępcze i ich parametry, zakres małych i wielkich częstotliwości, częstotliwości graniczne tranzystora bipolarnego • Przełączanie tranzystora bipolarnego: przebiegi czasowe, inwerter bipolarny • Model tranzystora bipolarnego dla symulacji komputerowej: schemat i parametry modelu, wyznaczanie parametrów elektrycznych Tranzystory polowe • Wiadomości wstępne. Struktura MIS • Struktura fizyczna i zasada działania tranzystora MOS • Charakterystyki prądowo-napięciowe tranzystora MOS • Parametry statyczne tranzystora MOS • Właściwości małosygnalowe tranzystora MOS: modele i ich parametry dla małych i dużych częstotliwości • Przełączanie tranzystora MOS w układzie inwertera • Model tranzystora MOS dla symulacji komputerowej: schemat i parametry modelu, wyznaczanie parametrów elektrycznych Realizacje mikroelektroniczne Technologie wytwarzania układów scalonych • Specyfika układów scalonych • Technologie i rodzaje izolacji: technologie bipolarne, technologie MOS Podstawowe operacje procesów technologicznych • Wytwarzanie warstw przewodzących i dielektrycznych • Operacje litografii • Domieszkowanie (implantacja, dyfuzja) • Montaż i hermetyzacja Wybrane konstrukcje scalone • Elementy pasywność • Realizacje tranzystorów pnp, diod i elementów pasywnych • Komórki pamięci półprzewodnikowych • Tendencje rozwoju mikroelektroniki</p>	
Metody oceny	<p>Zaliczenie przedmiotu Mikroelektronika dokonywane jest na podstawie pracy bieżącej i podczas egzaminu. Oceny cząstkowe są formułowane w systemie punktowym w proporcji: do 30 punktów – za pracę bieżącą, tj. rozwiązanie zadań wskazanych w ciągu półsemestru, do 70 punktów – za egzamin pisemny. W ramach egzaminu można uzyskać: do 20 punktów – za test, do 50 punktów – za część zadaniowo-problemową. Oceny końcowe wystawiane są następująco: od 91 do 100 punktów – bardzo dobra (5) od 81 do 90 punktów – ponad dobra (4,5) od 71 do 80 punktów – dobra (4) od 61 do 70 punktów – dość dobra (3,5) od 51 do 60 punktów – dostateczna (3) do 50 punktów – niedostateczna (2) Test egzaminacyjny polega na wybraniu prawidłowej odpowiedzi spośród czterech możliwości na każde z 10 pytań dotyczących wykładu. Celem części zadaniowo-problemowej egzaminu jest sprawdzenie stopnia zrozumienia prezentowanych zagadnień oraz umiejętności rozwiązywania problemów praktycznych posługiwania się modelami elementów układów scalonych, wyznaczaniem parametrów tych modeli oraz charakteryzowaniem właściwości elektrycznych elementów i podstawowych układów. Egzamin obejmuje zatem: - rozwiązywanie zadań obliczeniowych, - wyjaśnianie</p>	

	i ilustrowanie obserwowanych efektów - rozwiązywanie problemów stosując odpowiednie metody modelowania i analizy, - proponowanie procedur eksperymentalnych wyznaczania parametrów. W realizacji przedmiotu kluczową rolę odgrywają dostarczane do samodzielnego rozwiązywania problemy i zadania. Pomagają one zrozumieć i utrwalić materiał wykładowy oraz nabyć wymagane umiejętności. Równocześnie ułatwiają przygotowanie się do egzaminu, do którego są zbliżone średnim stopniem trudności.
Metody sprawdzania efektów kształcenia	Patrz tabela 25.
Egzamin	Tak
Literatura	Literatura podstawowa: 1. A. Pfitzner, Mikroelektronika, 2009, podręcznik multim. na stronie przedmiotu Do rozwiązywania części zadań i problemów korzysta się z symulatora PSPICE udostępnionego publicznie przez Cadence Design Systems, Inc. (http://pcb.cadence.com): OrCAD Pspice Demo Version 9.1 jest również dołączona do wykładu. Literatura uzupełniająca: 2. A. Pfitzner, E. Piwowarska, W. Pleskacz, Podstawy Elektroniki, podręcznik multim. (CD) PW, 2002 3. W. Marciniak, Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone, WNT Warszawa, kilka wydań od 1987 4. J. Porębski, P. Korohoda. SPICE program analizy nieliniowych układów elektronicznych. WNT, 1996 5. Praca zbiorowa, Elementy i układy elektroniczne, projekt i laboratorium. WPW, 2007. 7. R. L. Geiger, P. E. Allen, N. R. Strader, VLSI design techniques for analog and digital circuits, McGraw-Hill, Inc. 1994
Witryna www przedmiotu	https://red.okno.pw.edu.pl/witryna/home.php dostęp dla zalogowanych studentów

D. Nakład pracy studenta

Liczba punktów ECTS	6
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia	145 Uzasadnienie: Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta: studia wykładowe z podręcznikiem (10 wykładów): 45 h, uzupełniające studia literaturowe: 15 h, rozwiązanie zadań problemowych (z podręcznika): 35 h, wykonanie zadań symulacyjnych: 20 h, przygotowanie do egzaminu (rozwiązanie przykładowych zadań problemowych i testowych): 10 h, udział w konsultacjach grupowych u prowadzącego i drogą elektroniczną (np. Skype), dyskusja wyników symulacji oraz egzamin: (4 do 6) + (12 do 10) + 2 + 2 = 20 h. Łączny nakład pracy studenta wynosi zatem: 45 + 15 + 35 + 20 + 10 + 20 = 145 h
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	1 (konsultacje grupowe u prowadzącego i drogą elektroniczną (np. Skype), dyskusja wyników symulacji, egzamin)
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2 (rozwiązywanie zadań problemowych, symulacje komputerowe)

E. Informacje dodatkowe

Uwagi	W zasadniczej części przedmiot Mikroelektronika oparty jest na przedmiotach z tej tematyki prowadzonych w różnych wersjach przez autora od 1980 roku na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej. Jest też uzupełnieniem do przedmiotu Układy Scalone, poświęconego głównie aspektom projektowym. Termin mikroelektronika powstał jako określenie obszaru techniki obejmującego realizację, tj. zaprojektowanie i wyprodukowanie podzespołów elektronicznych w czasach, kiedy układy elektroniczne realizowane były przez połączenie dyskretnych (indywidualnych) elementów aktywnych i biernych na płytach drukowanych. Człon mikro odróżniał te elementy elektroniczne od makroskali całego układu, a ponadto nawiązywał do najlepszych wówczas osiągnięć w redukcji części wymiarów do poziomu mikrometrowego. Postęp technologii mikroelektronicznych i rozwój metod
-------	--

	projektowania doprowadziły do realizacji całych systemów elektronicznych w postaci monolitycznych półprzewodnikowych układów scalonych (System on Chip). Wskazuje to nie tylko na scalenie technologiczne, ale także na postępującą integrację wielu obszarów elektroniki i inżynierii komputerowej w metodologii projektowania. O ile w aspekcie technik wytwarzania tradycyjne rozumienie obszaru mikroelektroniki w zasadzie nie zmieniło się, chociaż korzysta się z coraz bardziej wyrafinowanych, precyzyjnych (na skalę nawet nanometrową) operacji technologicznych, to w odniesieniu do realizacji „podzespołów” termin mikroelektronika stał się bardzo pojemny i jest używany niejednoznacznie. Niniejszy przedmiot nawiązuje w dużym stopniu do tradycyjnej nazwy mikroelektronika przy czym płytkę drukowaną zastąpił monolityczny układ scalony (chip), którego elementy są w centrum uwagi zamiast dawnych dyskretnych przyrządów.
Data ostatniej aktualizacji	17.02.2015

Tabela 25. Efekty przedmiotowe

Profil ogólnoakademicki – wiedza	
Efekt:	Student ma podstawową wiedzę o konstrukcji, zasadzie działania, właściwościach i modelach diod półprzewodnikowych
Kod:	W1
Weryfikacja:	Rozwiązania zadań problemowych w trakcie półsemestru, egzamin (test + część problemowa)
Powiązane efekty kierunkowe	K_W05, K_W13, K_W15
Powiązane efekty obszarowe	T1A_W05, T1A_W01, T1A_W02, T1A_W03, T1A_W03
Efekt:	Student ma podstawową wiedzę o konstrukcji, zasadzie działania, właściwościach i modelach tranzystorów bipolarnych
Kod:	W2
Weryfikacja:	Rozwiązania zadań problemowych w trakcie półsemestru, egzamin (test + część problemowa)
Powiązane efekty kierunkowe	K_W05, K_W13, K_W15
Powiązane efekty obszarowe	T1A_W05, T1A_W01, T1A_W02, T1A_W03, T1A_W03
Efekt:	Student ma podstawową wiedzę o konstrukcji, zasadzie działania, właściwościach i modelach tranzystorów polowych
Kod:	W3
Weryfikacja:	Rozwiązania zadań problemowych w trakcie półsemestru, egzamin (test + część problemowa)
Powiązane efekty kierunkowe	K_W05, K_W13, K_W15
Powiązane efekty obszarowe	T1A_W05, T1A_W01, T1A_W02, T1A_W03, T1A_W03

Efekt:	Student zna podstawowe technologie mikroelektroniczne i procesy wytwarzania układów scalonych
Kod:	W4
Weryfikacja:	Odpowiedzi na pytania zamieszczone w podręczniku, egzamin
Powiązane efekty kierunkowe	K_W05, K_W06
Powiązane efekty obszarowe	T1A_W05, T1A_W06
Efekt:	Student zna podstawowe konstrukcje elementów w układach scalonych i rolę elementów pasożytniczych
Kod:	W5
Weryfikacja:	Odpowiedzi na pytania zamieszczone w podręczniku, egzamin
Powiązane efekty kierunkowe	K_W05, K_W06, K_W15
Powiązane efekty obszarowe	T1A_W05, T1A_W06, T1A_W03
Profil ogólnoakademicki – umiejętności	
Efekt:	Potrafi wyznaczać charakterystyki elementów półprzewodnikowych (diód, tranzystorów bipolarnych i MOS) na podstawie parametrów konstrukcyjnych.
Kod:	U1
Weryfikacja:	Rozwiązania zadań problemowych, ocena pracy podczas półsemestru, egzamin
Powiązane efekty kierunkowe	K_U05, K_U07, K_U13
Powiązane efekty obszarowe	T1A_U05, T1A_U07, T1A_U09, T1A_U13
Efekt:	Potrafi dobierać parametry konstrukcyjne przyrządów półprzewodnikowych w celu uzyskania zadanych właściwości elektrycznych
Kod:	U2
Weryfikacja:	Rozwiązania zadań problemowych, ocena pracy podczas półsemestru, egzamin
Powiązane efekty kierunkowe	K_U05, K_U07, K_U13
Powiązane efekty obszarowe	T1A_U05, T1A_U07, T1A_U09, T1A_U13
Efekt:	Potrafi wyekstrahować parametry modeli diód, tranzystorów bipolarnych i MOS na podstawie ich charakterystyk elektrycznych
Kod:	U3
Weryfikacja:	Rozwiązania zadań problemowych i symulacyjnych, ocena pracy podczas półsemestru, egzamin
Powiązane efekty kierunkowe	K_U05, K_U07, K_U13, K_U17

Powiązane efekty obszarowe	T1A_U05, T1A_U07, T1A_U09, T1A_U13, T1A_U08, T1A_U09
Efekt:	Potrafi dobierać modele, formułować pliki wejściowe i przeprowadzać symulacje komputerowe oraz wyznaczać parametry elektryczne elementów układów scalonych
Kod:	U4
Weryfikacja:	Rozwiązania zadań problemowych i symulacyjnych, ocena pracy podczas półsemestru, egzamin
Powiązane efekty kierunkowe	K_U05, K_U07, K_U13, K_U17
Powiązane efekty obszarowe	T1A_U05, T1A_U07, T1A_U09, T1A_U13, T1A_U08, T1A_U09