



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Elementy elektroniczne, PG_00047900						
Kierunek studiów	Elektronika i telekomunikacja						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2021 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2022/2023		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	3	Liczba punktów ECTS			3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki -> Katedra Systemów Mikroelektronicznych						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. inż. Piotr Płotka				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		dr hab. inż. Piotr Płotka dr inż. Łukasz Gołuński				
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	15.0	0.0	0.0	0.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30		3.0		42.0	75
Cel przedmiotu	Zapoznanie z zasadami działania przyrządów półprzewodnikowych oraz nauczenie posługiwania się ich parametrami konstrukcyjnymi i elektrycznymi, charakterystykami, i układami zastępczymi, przydatnymi w konstrukcji układów, w tym specjalizowanych układów scalonych.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu			Sposób weryfikacji i oceny efektu	
	[K6_W02] zna i rozumie w zaawansowanym stopniu wybrane prawa i zjawiska fizyczne oraz metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące podstawową wiedzę ogólną z dziedziny nauk technicznych, związaną z kierunkiem studiów		zna i rozumie związki charakterystyk elektrycznych najszerzej stosowanych przyrządów półprzewodnikowych z podstawami fizyki półprzewodników i termodynamiki, np. potrafi ocenić wpływ bariery potencjału w przyrządzie lub kierunku polaryzacji elektrycznej na przepływ prądu			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	
	[K6_U02] potrafi innowacyjnie wykonywać zadania związane z kierunkiem studiów oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy, wykorzystując wiedzę z fizyki, w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach		potrafi zastosować wiedzę o mechanizmach działania przyrządów półprzewodnikowych dla określenia ich właściwości w nietypowych zastosowaniach, np. w postaci czujników			[SU1] Ocena realizacji zadania	
	[K6_U06] potrafi analizować działanie elementów, układów i systemów związanych z kierunkiem studiów oraz mierzyć ich parametry i badać charakterystyki techniczne		potrafi analizować działanie szeroko stosowanych elementów elektronicznych w typowych dla nich układach pracy			[SU1] Ocena realizacji zadania	
	[K6_W03] zna i rozumie w zaawansowanym stopniu budowę i zasady działania komponentów i systemów związanych z kierunkiem studiów, w tym teorie, metody i złożone zależności między nimi oraz wybrane zagadnienia szczegółowe – właściwe dla programu kształcenia		zna i rozumie związki charakterystyk elektrycznych najszerzej stosowanych przyrządów półprzewodnikowych z ich głównymi, najczęściej specyfikowanymi parametrami elektrycznymi i konstrukcyjnymi; potrafi wykorzystać tę wiedzę i poznane metody dla określenia właściwości tych przyrządów w głównych zastosowaniach			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	

Treści przedmiotu	Struktura kryształu półprzewodnika, pasmo przewodnictwa, pasmo walencyjne. Koncentracja elektronów i dziur w półprzewodniku. Generacja i rekombinacja nośników elektrycznych, wpływ silnych pól elektrycznych, wpływ temperatury. Transport elektronów i dziur: unoszeniowo-dyfuzyjny, tunelowy, balistyczny. Ogólna koncepcja tranzystora jako elementu wzmacniającego moc, z przepływem nośników kontrolowanym przez barierę potencjału regulowaną przez potencjał przyłożony do elektrody sterującej. Dioda półprzewodnikowa jako element z dyfuzyjnym wstrzykiwaniem nośników ponad wbudowaną barierą potencjału - idealizowana charakterystyka statyczna. Dioda półprzewodnikowa: pojemności złączowa i dyfuzyjna, przebicie, wpływ temperatury, schematy zastępcze - małosygnalowy i ładunkowy, podstawowe rodzaje i zastosowania diod. Tranzystor MOS jako element z przewodzącym ładunkiem skupionym w jednej płyciźnie i kontrolowanym przez napięcie bramka-źródło - prosty model ładunkowy dla wyprowadzenia i zrozumienia charakterystyk statycznych. Tranzystor MOS - napięcie progowe, pojemności związane ze strukturą tranzystora, wpływ temperatury. Rodzaje tranzystorów MOS. Wpływ parametrów konstrukcyjnych i dodatkowych zjawisk fizycznych omówiony na podstawie porównania charakterystyk idealizowanych z rzeczywistymi. Tranzystor MOS - podstawowe układy pracy. Mało- i wielkosygnalowe schematy zastępcze. Zakres wzmacnianych częstotliwości i czasy przełączania w pracy impulsowej. Tranzystor bipolarny jako przyrząd z prądem ograniczanym przez dyfuzyjne wstrzykiwanie nośników ponad barierą potencjału emiter-baza i przez transport nośników w bazie. Charakterystyki statyczne idealizowanego przyrządu. Porównanie z charakterystykami współczesnych tranzystorów. Ładunki i pojemności w strukturze tranzystora. Wpływ temperatury na pracę. Tranzystor bipolarny - podstawowe układy pracy. Mało- i wielkosygnalowe schematy zastępcze. Zakres wzmacnianych częstotliwości i czasy przełączania w pracy impulsowej. Fotodiody i fotoogniwa - zasada działania, stosowane materiały i budowa. Ważne parametry użytkowe. Działanie w podstawowych układach pracy. Diody elektroluminescencyjne i lasery półprzewodnikowe - zasada działania, stosowane materiały i budowa. Heterozłącza. Ważne parametry użytkowe. Podstawowe układy pracy. Rodzaje elementów elektronicznych - przyrządy w układach scalonych, przyrządy mocy, przyrządy mikrofalowe. Kierunki rozwoju przyrządów.											
Wymagania wstępne i dodatkowe	Student powinien mieć wiedzę oraz umieć posługiwać się narzędziami analizy matematycznej, algebry liniowej, działu elektryczność fizyki oraz obwodów i sygnałów w zakresie wymaganym dla kursów podstawowych studiów pierwszego stopnia politechniki. Jeśli studiował w naszej Politechnice, oznacza to, że powinien uzyskać pozytywne oceny z przedmiotów Analiza Matematyczna, Algebra Liniowa, Fizyka oraz Obwody i Sygnały, zanim przystąpi do studiowania Elementów Elektronicznych.											
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1" data-bbox="451 792 1487 891"> <thead> <tr> <th data-bbox="451 792 794 831">Sposób oceniania (składowe)</th> <th data-bbox="794 792 1139 831">Próg zaliczeniowy</th> <th data-bbox="1139 792 1487 831">Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="451 831 794 891">Egzamin pisemny</td> <td data-bbox="794 831 1139 891">50.0%</td> <td data-bbox="1139 831 1487 891">100.0%</td> </tr> </tbody> </table>			Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Egzamin pisemny	50.0%	100.0%			
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej										
Egzamin pisemny	50.0%	100.0%										
Zalecana lista lektur	<table border="1" data-bbox="451 891 1487 1641"> <tbody> <tr> <td data-bbox="451 891 794 1099">Podstawowa lista lektur</td> <td colspan="2" data-bbox="794 891 1487 1099">Ch. C. Hu, Półprzewodniki. Nowoczesne rozwiązania w układach scalonych, Helion 2016, 1984 M.Polowczyk, E.Klugmann, Przyrządy półprzewodnikowe", Wyd.PG, 2001</td> </tr> <tr> <td data-bbox="451 1099 794 1599">Uzupełniająca lista lektur</td> <td colspan="2" data-bbox="794 1099 1487 1599">W. Marciniak, Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone, WNT, 1979 A.S. Sedra, K.C. Smith, "Microelectronic Circuits", Oxford, 2007 Ch. Papadopoulos, "Solid-State Electronic Devices: An Introduction", Springer 2014 M. Grundmann, The Physics of Semiconductors: An Introduction Including Nanophysics and Applications, 2ed., Springer 2010 J.-P. Colinge, C.A. Colinge, "Physics of Semiconductor Devices", Springer 2002</td> </tr> <tr> <td data-bbox="451 1599 794 1641">Adresy eZasobów</td> <td colspan="2" data-bbox="794 1599 1487 1641">Adresy na platformie eNauczanie:</td> </tr> </tbody> </table>			Podstawowa lista lektur	Ch. C. Hu, Półprzewodniki. Nowoczesne rozwiązania w układach scalonych, Helion 2016, 1984 M.Polowczyk, E.Klugmann, Przyrządy półprzewodnikowe", Wyd.PG, 2001		Uzupełniająca lista lektur	W. Marciniak, Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone, WNT, 1979 A.S. Sedra, K.C. Smith, "Microelectronic Circuits", Oxford, 2007 Ch. Papadopoulos, "Solid-State Electronic Devices: An Introduction", Springer 2014 M. Grundmann, The Physics of Semiconductors: An Introduction Including Nanophysics and Applications, 2ed., Springer 2010 J.-P. Colinge, C.A. Colinge, "Physics of Semiconductor Devices", Springer 2002		Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	
Podstawowa lista lektur	Ch. C. Hu, Półprzewodniki. Nowoczesne rozwiązania w układach scalonych, Helion 2016, 1984 M.Polowczyk, E.Klugmann, Przyrządy półprzewodnikowe", Wyd.PG, 2001											
Uzupełniająca lista lektur	W. Marciniak, Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone, WNT, 1979 A.S. Sedra, K.C. Smith, "Microelectronic Circuits", Oxford, 2007 Ch. Papadopoulos, "Solid-State Electronic Devices: An Introduction", Springer 2014 M. Grundmann, The Physics of Semiconductors: An Introduction Including Nanophysics and Applications, 2ed., Springer 2010 J.-P. Colinge, C.A. Colinge, "Physics of Semiconductor Devices", Springer 2002											
Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:											
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<p>Podane są parametry konstrukcyjne przyrządu, np. dla tranzystora MOS z kanałem typu n - ruchliwość elektronów, pojemność bramki na jednostkę powierzchni, szerokość i długość kanału oraz napięcie progowe. Podany jest układ polaryzacji tranzystora zawierający źródło napięciowe i kilka rezystorów. Wyznaczyć wartości napięcia bramka-źródło i dren-źródło oraz prąd drenu.</p> <p>Dodatkowo dołączone jest źródło prądu zmiennego o małej amplitudzie i znanej częstotliwości. Wyznaczyć amplitudę napięcia zmiennego dren-źródło.</p>											
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy											