**Nazwa przedmiotu:**

Przyrządy półprzewodnikowe

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Agnieszka ZARĘBA

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika i Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty kierunkowe

**Kod przedmiotu:**

PPRM

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:
- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo (30 h);
- zajęcia laboratoryjne - studenci w zespołach dwuosobowych wykonują pięć trzygodzinnych ćwiczeń; korzystając z udostępnionej w laboratorium aparatury pomiarowej, zgodnie z podaną instrukcją wykonania danego ćwiczenia, przeprowadzają serię eksperymentów pomiarowych, a następnie opracowują uzyskane wyniki i wyciągają odpowiednie wnioski; materialnym rezultatem wykonanych czynności jest sprawozdanie z ćwiczenia (15 h.);
- egzamin trwający 2 h;
- student może ponadto uczestniczyć w:
 konsultacjach wykładowych prowadzonych co tydzień w wymiarze 1 h;
 pięciu dwugodzinnych konsultacjach laboratoryjnych;
 konsultacjach przed egzaminem w wymiarze 2 godzin (uwzględniono tylko jeden termin egzaminu)
 (łącznie 15 x 1 + 5 x 2 + 2 = 27 h).

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta wygląda następująco:
30 h - udział w wykładach;
15 h - przygotowanie do kolejnych wykładów;
15 h - realizacja ćwiczeń laboratoryjnych (obejmuje także przygotowanie sprawozdań);
10 h - przygotowanie do realizacji ćwiczeń laboratoryjnych (przejrzenie materiałów wykładowych i literatury oraz instrukcji wykonawczych do laboratoriów; wstępne przygotowanie formularza sprawozdania);
 7 h - udział w konsultacjach wykładowych (założono, że student korzysta z konsultacji 7 razy w semestrze);
 5 h - udział w konsultacjach związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych (założono, że student korzysta z „regularnych” konsultacji 5 razy w semestrze);
15 h - przygotowanie do trzech kolokwiów (pominięto ewentualne sprawdziany poprawkowe pisemne bądź ustne).
 2 h - egzamin końcowy
10 h - przygotowanie do egzaminu (w tym 1 h konsultacji przed egzaminem)

ŁĄCZNIE 119 h

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1

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

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

**Wymagania wstępne:**

Zaliczenie przedmiotu FCSM.

**Limit liczby studentów:**

36

**Cel przedmiotu:**

Celem wykładu oraz ćwiczeń laboratoryjnych jest zapoznanie studentów z zasadami działania, podstawowymi właściwościami i prostymi zastosowaniami przyrządów półprzewodnikowych.
Przedstawione również zostaną wybrane nowe rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne przyrządów (np. tranzystor HBT, tranzystory wielobramkowe).

**Treści kształcenia:**

1.Diody półprzewodnikowe:
- praca statyczna: mechanizm powstawania bariery potencjału, mechanizmy przepływu prądu, charakterystyka prądowo-napięciowa, mechanizmy przebicia, wpływ temperatury na pracę diody;
- praca małosygnałowa: schemat zastępczy, pojemności występujące w diodach;
- praca wielkosygnałowa - przełączanie prądowe elementu, stałe czasowe, model ładunkowy;
- model diody dla symulacji komputerowej w programie SPICE, identyfikacja i wyznaczanie parametrów;
- rodzaje diod.
2. Tranzystory bipolarne:
- budowa fizyczna, rola poszczególnych obszarów i związane z nią wymogi konstrukcyjne;
- zasada działania, stany pracy;
- układy pracy i odpowiadające im rodziny charakterystyk oraz podstawowe parametry;
- przebicia;
- małosygnałowy schemat zastępczy i częstotliwości graniczne;
- model Ebersa-Molla zastosowany do symulacji komputerowych w programie SPICE;
- tranzystor HBT z bazą krzemogermanową;
3. Tranzystor polowy MOS
- budowa fizyczna, rodzaje tranzystorów i zasada działania;
- napięcie progowe, charakterystyki statyczne, zakresy pracy;
- inwerter CMOS, pamięć DRAM, przyrządy CCD.
4. Ograniczenia technologiczne i fizyczne miniaturyzacji.
5. Nowoczesne rozwiązania technologiczne: tranzystory wielobramkowe, bramka kwantowa, tranzystor w nanotechnologii.

**Metody oceny:**

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na trzech pisemnym kolokwiach z pytaniami o charakterze teoretycznym i ewentualnie z problemami rachunkowymi (w niektórych przypadkach na kolokwium student może korzystać z dozwolonych materiałów dydaktycznych);
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zajęć laboratoryjnych – ocenie podlega: wykonanie części pomiarowej i obliczeniowej, protokół, analiza wyników, sprawdzian końcowy (ustny lub pisemny);
- ocenę pisemnego egzaminu końcowego (w szczególnych przypadkach wysokiej oceny pracy studenta w trakcie semestru egzamin ten może być przeprowadzony w formie ustnej);
- ocenę rozwiązań problemów podanych przed kolokwiami,
- ocenę aktywności studenta podczas zajęć.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. W. Marciniak, "Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone", WNT, 1984.
2. W. Marciniak, „Przyrządy półprzewodnikowe MOS”, WNT, 1991.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

Regulaminy przedmiotu, zajęć laboratoryjnych oraz BHP znajdują się na stronie internetowej przedmiotu oraz są wywieszone w gablocie przedmiotu.
Każdy student przed przystąpieniem do pierwszych zajęć laboratoryjnych musi zapoznać się z powyższymi dokumentami, co poświadcza własnoręcznym podpisem.

Materiały dydaktyczne do laboratoriów (instrukcje wykonawcze oraz pomoce teoretyczne) zamieszczane są na stronie internetowej przedmiotu lub są dostarczane studentom w postaci wydruków.

Materiały pomocnicze do wykładu dostarczane są studentom w postaci wydruków (częściowo na początku semestru, a następnie w miarę potrzeb w trakcie kolejnych wykładów).

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PPRM\_W01:**

Ma uporządkowaną widzę na temat zasad działania podstawowych przyrządów półprzewodnikowych, ich charakterystyk statycznych oraz pracy małosygnałowej, ograniczeń częstotliwościowych i odpowiedzi impulsowych.
Ma widzę o modelach matematycznych opisujących własności tych przyrządów dla potrzeb symulacji komputerowych. Zna podstawowe trendy w innowacjach technologicznych dotyczących konstrukcji starych i zupełnie nowych przyrządów półprzewodnikowych

Weryfikacja:

Trzy sprawdziany pisemne (kolokwia) z zakresu wykładu oraz egzamin końcowy.
W pięciu ćwiczeniach laboratoryjnych ocena: wykonania części pomiarowej i obliczeniowej, formy i poprawności protokołu, analizy wyników oraz sprawdzianu końcowego (ustnego lub pisemnego).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PPRM\_W02:**

Ma wiedzę na temat zasad przeprowadzania, dokumentowania i opracowywania wyników pomiarów charakterystyk prądowo-napięciowych oraz częstotliwościowych, a także odpowiedzi impulsowych. Ma podstawą wiedzę do oceny poprawności dokonanych pomiarów oraz analizy błędów (zgodność lub niezgodność z przebiegami teoretycznymi oraz wyjaśnianie podstawowych przyczyn nieidealności charakterystyk), a także do wyznaczania podstawowych parametrów modeli przyrządów.

Weryfikacja:

Ocenie podlega: wykonanie części pomiarowej i obliczeniowej, protokół oraz analiza wyników w pięciu ćwiczeniach laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PPRM\_U01:**

1. Potrafi zmierzyć podstawowe charakterystyki prądowo-napięciowe oraz częstotliwościowe elementów, a także, posługując się oscyloskopem, obserwować ich odpowiedzi impulsowe.
2. Sporządza protokół pomiarowy oraz wykonuje wykresy charakterystyk w różnych skalach.
3. Na podstawie pomiarów umie wyznaczyć podstawowe parametry badanych elementów (np. prąd nasycenia, rezystancję szeregową, częstotliwości graniczne)
4. W stopniu podstawowym ocenia poprawność dokonanych pomiarów oraz dokonuje podstawowej analizy błędów (zgodność lub niezgodność z przebiegami teoretycznymi oraz wyjaśnienie podstawowych przyczyn nieidealności charakterystyk).
5. Próbuje formułować samodzielne wnioski podsumowujące uzyskane wyniki.
6. Umie posługiwać się przyrządami pomiarowymi.

Weryfikacja:

Weryfikacja następuje w trakcie zajęć laboratoryjnych, na których studenci w zespołach dwuosobowych wykonują program ćwiczenia oraz przygotowują sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PPRM\_U01:**

1. Potrafi zmierzyć podstawowe charakterystyki prądowo-napięciowe oraz częstotliwościowe elementów, a także, posługując się oscyloskopem, obserwować ich odpowiedzi impulsowe.
2. Sporządza protokół pomiarowy oraz wykonuje wykresy charakterystyk w różnych skalach.
3. Na podstawie pomiarów umie wyznaczyć podstawowe parametry badanych elementów (np. prąd nasycenia, rezystancję szeregową, częstotliwości graniczne)
4. W stopniu podstawowym ocenia poprawność dokonanych pomiarów oraz dokonuje podstawowej analizy błędów (zgodność lub niezgodność z przebiegami teoretycznymi oraz wyjaśnienie podstawowych przyczyn nieidealności charakterystyk).
5. Próbuje formułować samodzielne wnioski podsumowujące uzyskane wyniki.
6. Umie posługiwać się przyrządami pomiarowymi.

Weryfikacja:

Weryfikacja następuje w trakcie zajęć laboratoryjnych, na których studenci w zespołach dwuosobowych wykonują program ćwiczenia oraz przygotowują sprawozdanie.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PPRM\_U02:**

1. Potrafi określić podstawowe parametry matematycznych modeli przyrządów półprzewodników oraz powiązać je z działeniem i właściwościami tych elementów.
2. Rozróżnia stany (zakresy) pracy elementów i potrafi określić specyficzne właściwości przyrządów w tych stanach.

Weryfikacja:

Ocenie podlegają trzy kolokwia wykładowe, pięć sprawozdań i sprawdzianów na ćwiczeniach laboratoryjnych oraz egzamin końcowy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka PPRM\_K01:**

Umie pracować indywidualnie i w zespole, dzielić zadania pomiędzy członków zespołu, dyskutować i wspólnie wyciągać wnioski.

Weryfikacja:

Ocena pracy podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych, sprawozdania z ćwiczeń, omówienia wyników podczas końcowej rozmowy z prowadzącym zajęcia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**