**Nazwa przedmiotu:**

Elementy i układy elektroniczne

**Koordynator przedmiotu:**

Andrzej PFITZNER

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - podstawowe

**Kod przedmiotu:**

ELIU

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

130 Uzasadnienie: Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta: - udział w wykładach: 15 x 3 h = 45 h, - przygotowanie do wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i literatury): 12 x 1.5 h = 18 h - przygotowanie do sprawdzianów wykładowych (przejrzenie materiałów z wykładu i literatury, rozwiązanie zadań treningowych, udział w konsultacjach): 6 + 14 + 2 = 22 h - udział w zajęciach projektowych (z udziałem prowadzącego): 15 h - przygotowanie do zajęć projektowych i realizacja zadań projektowych (praca własna, udział w konsultacjach): 28 + 2 = 30 h - przygotowanie do egzaminu (praca własna i udział w konsultacjach): 9 + 1 = 10 h Łączny nakład pracy studenta wynosi zatem: 45 + 18 + 22 + 15 + 30 + 10 = 130 h

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości z zakresu teorii obwodów TO oraz fizyki półprzewodników ELCS.

**Limit liczby studentów:**

100

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z charakterystykami, modelami i parametrami półprzewodnikowych elementów elektronicznych oraz z rodzajami, parametrami i metodami analizy podstawowych układów analogowych i wybranych układów impulsowych w zastosowaniach cyfrowych.
Nabycie umiejętności analizy i projektowania prostych układów metodami elementarnymi i z wykorzystaniem symulacji komputerowej.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
1. Wprowadzenie: Fazy procesu projektowania systemu elektronicznego i sposoby reprezentacji. Style projektowania i metody CAD. Przypomnienie parametrów czwórników.
2. Diody półprzewodnikowe: Podsumowanie właściwości złącza p-n. Modele diody półprzewodnikowej, parametry stałoprądowe i małosygnałowe. Konstrukcje i zastosowania: diody Zenera, dioda Schottky'ego, prostowanie, stabilizacja napięcia, detekcja, przełączanie, układy odcinające i przesuwania napięcia odniesienia.
3. Tranzystory złączowe bipolarne (BJT): Przypomnienie zasady działania, konfiguracje, charakterystyki statyczne, modele, parametry stałoprądowe i małosygnałowe. Tranzystor bipolarny w układzie wzmacniacza: układy polaryzacji - stabilizacja punktu pracy, parametry robocze, ograniczenia częstotliwościowe. Właściwości w różnych konfiguracjach. Tranzystor bipolarny jako sterowane źródło prądowe. Przełączanie tranzystora bipolarnego: przebiegi czasowe, fazy przełączania, inwerter.
4. Tranzystory polowe (FET): Przypomnienie zasady działania tranzystora polowego złączowego (JFET) oraz tranzystora polowego MOS (MOSFET), charakterystyki statyczne, modele, parametry stałoprądowe i małosygnałowe, zastosowania. Tranzystory polowe w układzie wzmacniacza: układy polaryzacji i stabilizacja punktu pracy dla tranzystorów z kanałem zubożanym i wzbogacanym, parametry robocze, ograniczenia częstotliwościowe. Tranzystor unipolarny jako sterowane źródło prądowe. Przełączanie: inwerter CMOS, przebiegi czasowe, fazy przełączania.
Podstawowe układy analogowe
5. Wzmacniacz różnicowy: zasada działania, parametry, charakterystyki. Źródła prądowe i napięciowe. Układ Darlingtona.
6. Wzmacniacze operacyjne: Zasada działania, parametry, realizacja sprzężenia zwrotnego. Zastosowania: analogowe operacje matematyczne, wtórnik, układy z nieliniowym sprzężeniem zwrotnym, komparator, przerzutnik Schmitta.
7. Zasada działania stopni wyjściowych i wzmacniaczy mocy: klasy pracy, zniekształcenia, parametry, realizacje na tranzystorach komplementarnych.
8. Układy zasilające i stabilizujące (zasilacz sieciowy ze stabilizacją liniową).
9. Układy impulsowe i cyfrowe: Realizacje układowe funkcji logicznych: podstawowe bramki cyfrowe, charakterystyki przejściowe, opóźnienia, rodzaje przerzutników, realizacja scalonych układów kombinacyjnych i sekwencyjnych.
Przetworniki C/A i A/C.
10. Zarys realizacji fizycznej układów scalonych: Specyfika układów scalonych. Realizacje elementów aktywnych i biernych. Elementy pasożytnicze. Tendencje rozwoju mikroelektroniki.

Zakres projektu
Zadania projektowe realizowane są z wykorzystaniem elementarnych metodanalitycznych oraz symulacji komputerowej (obliczenia parametrów icharakterystyk). Ich tematyka koncentruje się na następującychelementach i układach:
Proj1: Dioda półprzewodnikowa
Proj2: Tranzystor (bipolarny i MOS)
Proj3: Wzmacniacz z tranzystorem bipolarnym
Proj4: Układ różnicowy
Proj5: Liniowe zastosowania wzmacniacza operacyjnego
Proj6: Bramki cyfrowe

**Metody oceny:**

Zadania projektowe są oceniane w skali 36 punktów, w tym:
 - w zakresie elementów półprzewodnikowych - 12 pkt.
 - w zakresie układów elektronicznych - 24 pkt.

Zadania kolokwialne oceniane są w skali 24 punktów, w tym:
 - I sprawdzian na wykładzie (15 - 20 min) - 8 pkt.
 (układ prostego wzmacniacza z tranzystorem bipolarnym)
 - II sprawdzian na wykładzie (45 min) - 16 pkt.
 (układ róźnicowy i wzmacniacz operacyjny)

Egzamin z całości materiału jest oceniany w skali 40 punktów.

Łącznie można uzyskać 100 punktów, które przeliczane są na stopnie wg standardowych proporcji.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Podstawowe:
1. A. Filipkowski, Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe. WNT, 1995.
2. W. Marciniak, Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone. WNT, 1984.
3. J. Baranowski i in., Układy elektroniczne, cz. I - III. WNT, 1998.
4. Praca zbiorowa, Elementy i układy elektroniczne, projekt i laboratorium. WPW, 2007.
5. J. Porębski, P. Korohoda. SPICE program analizy nieliniowych układów elektronicznych. WNT, 1996

Uzupełniające:
6. U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 1998
7. P. Horowitz, P. Hill, Sztuka elektroniki, WKiŁ 1994
8. M.Rusek, J.Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach. WNT, 2006

**Witryna www przedmiotu:**

https://studia.elka.pw.edu.pl/pl/11Z/ELIU.D

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma podstawową wiedzę o właściwościach i modelach elektrycznych elementów półprzewodnikowych: diod, tranzystorów bipolarnych i polowych, w tym w układach scalonych

Weryfikacja:

Ocena wyników egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W2:**

Ma podstawową wiedzę o zastosowaniach i parametrach tranzystorów w układach wzmacniacza oraz metodach ich analizy dla różnych układów polaryzacji opis

Weryfikacja:

Ocena wyników sprawdzian I, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W3:**

Ma podstawową wiedzę o konstrukcji i metodach analizy oraz zastosowaniach wzmacniaczy operacyjnych

Weryfikacja:

Ocena wyników sprawdzian II, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W4:**

Ma podstawową wiedzę o realizacji i parametrach źródeł prądowych i napięciowych, układów zasilających i stabiizacyjnych oraz wzmacniaczy mocy

Weryfikacja:

Ocena wyników egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W5:**

Ma podstawową wiedzę o układowych realizacjach funkcji logicznych oraz zasadach działania przetworników analogowo-cyfrowych

Weryfikacja:

Ocena wyników egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi wyznaczać parametry podstawowych modeli elektrycznych diod, tranzystorów bipolarnych i polowych dla analizy obwodowej

Weryfikacja:

Ocena wyników Proj1, Proj2, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2:**

Potrafi analizować i projektować proste układy wzmacniaczy tranzystorowych

Weryfikacja:

Ocena wyników Proj3, sprawdzian I, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U3:**

Potrafi analizować i projektować proste układy różnicowe i liniowe wzmacniacze operacyjne

Weryfikacja:

Ocena wyników sprawdzian II, Proj4, Proj5, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U4:**

Potrafi wyznaczać parametry wzmacniaczy mocy

Weryfikacja:

Ocena wyników egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U5:**

Potrafi analizować proste układowe realizacje funkcji logicznych

Weryfikacja:

Ocena wyników Proj6, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**