**Nazwa przedmiotu:**

Elementy i układy elektroniczne - laboratorium

**Koordynator przedmiotu:**

Andrzej PFITZNER

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

ELIUL

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

70 Uzasadnienie: Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta: - udział w ćwiczeniach tematycznych: 8 x 3 h = 24 h, ćwiczenia wstępne, labotarorium otwarte i konsultacje: 6 h, przygotowanie do ćwiczeń i sporządzenie sprawozdań 40 h; Razem 24 +6 + 40 = 70 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:  | 0h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Poprzedzająca lub równoległa realizacja ELIU.

**Limit liczby studentów:**

100

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z metodami weryfikacji właściwości elektrycznych podstawowych elementów elektronicznych i wybranych układów analogowych oraz impulsowych w zastosowaniach cyfrowych. - metodami pomiaru ich charakterystyk i metodami doświadczalnego wyznaczania podstawowych parametrów.
Nabycie przez studentów umiejętności budowy prostych układów elektronicznych i doboru konfiguracji stanowisk do pomiaru ich charakterystyk i wyznaczania parametrów; umiejętności określania podstawowych parametrów modeli elementów układów elektronicznych wykorzystywanych w symulatorze obwodowym.

**Treści kształcenia:**

Lab 1: Dioda
Pomiar charakterystyki DC diody półprzewodnikowej i wyznaczanie podstawowych porametrów jej modelu. Wyznaczanie wybranych parametrów małosygnałowych. Badanie charakterystyk przełączania diody półprzewodnikowej i wyznaczanie opóźnień.

Lab 2: Tranzystor bipolarny
Pomiar charakterystyk DC tranzystora bipolarnego w konfiguracji wspólnego emitera. Wyznaczanie zależności niskoczęstotliwościowych parametrów małosygnałowych h od punktu pracy. Pomiar charakterystyki częstotliwościowej przenoszenia prądowego. Wyznaczanie częstotliwości granicznych (trzydecybelowej i pola wzmocnienia) i badanie ich zależności od punktu pracy.

Lab 3: Tranzystor MOS
Pomiary charakterystyk DC tranzystora MOS: przejściowych i wyjściowych. Ekstrakcja podstawowych parametrów modelu SPICE – poziom 1. Wyznaczanie parametrów małosygnałowych: transkonduktancji i konduktancji wyjściowej w zależności od napięć polaryzujących.

Lab 4: Tranzystor bipolarny w układzie wzmacniacza
Montaż układu wzmacniacza i układu pomiarowego. Badanie układu zasilania tranzystora (w tym stałości punktu pracy). Obserwacja sygnałów z uwzględnieniem zniekształceń. Wyznaczanie skutecznego wzmocnienia napięciowego.

Lab 5: Wzmacniacz i przełącznik z tranzystorem bipolarnym
Montaż zaprojektowanego układu wzmacniacza (z tranzystorem npn w konfiguracji WE). Doświadczalna weryfikacja parametrów tego układu z uwzględnieniem wpływu pojemności pasożytniczych i rezystancji obciążenia. Montaż układu przełącznika i układu pomiarowego. Pomiar parametrów czasowych sygnału wyjściowego przełącznika z nasycanym tranzystorem bipolarnym.

Lab 6: Tranzystorowy układ różnicowy
Obserwacja charakterystyk przejściowych układu róźnicowego. Wyznaczanie wartości małosygnałowego wzmocnienia napięciowego dla sterowania asymetrycznego oraz wartości wzmocnienia sumacyjnego.

Lab 7: Liniowe zastosowania wzmacniacza operacyjnego
Montaż zaprojektowanych układów wzmacniaczy i dobór warunkow pomiaru. Badania właściwości wzmacniaczy o wzmocnieniu jednostkowym i o kształtowanej charakterystyce częstotliwościowej.

Lab 8: Bramki cyfrowe
Obserwacja charakterystyk przejściowych i wyjściowych inwerterów z róźnych rodzin układów scalonych. Wyznaczanie czasu propagacji sygnału cyfrowego przez pojedynczy inwerter metodą bezpośrednią i w oscylatorze pierścieniowym.

**Metody oceny:**

Ocena przygotowania do ćwiczenia - sprawdzian wejściowy.
Ocena realizacji ćwiczenia oraz umiejętności interpretacji wyników - na podstawie sprawozdania zawierającego raport z wykonanych pomiarów i wnioski.

**Egzamin:**

nie

**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:**

Zna podstawowe charakterystyki elektryczne (DC, AC i czasowe) diod oraz tranzystorów bipolarnych i MOS

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab1 - Lab3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W2:**

Zna konstrukcję i właściwości prostych realizacji wzmacniaczy: z tranzystorem bipolarnym, z parą różnicową i wzmacniaczy operacyjnych

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab4 – Lab7

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W3:**

Zna konstrukcję i właściwości podstawowych bramek logicznych

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab8

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W4:**

Zna podstawowe zasady prawidłowego planowania eksperymentu i realizacji układu pomiarowego uwzględniajacego właściwości elektryczne elementów i prostych układów elektronicznych

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab1 – Lab8

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W5:**

Ma podstawową wiedzę na temat eksperymentalnej weryfikacji poprawności projektów prostych układów analogowych i cyfrowych opracowanych z wykorzystaniem symulacji komputerowych

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab4 – Lab8

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W06, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi określić eksperymentalnie właściwości statyczne i dynamiczne diod i tranzystorów w odpowiednim układzie pomiarowym

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab1 - Lab3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka U2:**

Potrafi wyznaczyć parametry modeli komputerowych diod i tranzystorów na podstawie charakterystyk doświadczalnych

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab1 - Lab3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi zbudować układ wzmacniacza z tranzystorem bipolarnym i zweryfikować doświadczalnie punkt pracy tranzystora i podstawowe parametry dynamiczne

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab4, Lab5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka U4:**

Potrafi zmierzyć charakterystyki przejściowe układu różnicowego i wyznaczyć podstawowe parametry różnicowe i wspólne (sumacyjne)

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab6

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka U5:**

Potrafi zbudować i zweryfikować pomiarowo układ wzmacniacza operacynego o wzmocnieniu jednostkowym i kształtowanej charakterystyce częstotliwościowej

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab7

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka U6:**

Potrafi wyznaczyć eksperymentalnie podstawowe parametry statyczne bramek cyfrowych oraz czas propagacji sygnału przez inwerter metodę bezpośrednią i z wykorzystaniem oscylatora pierścieniowego

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu wejściowego i sprawozdania Lab8

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

Ocena Lab1 – Lab8

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**