**Nazwa przedmiotu:**

Układy elektroniczne

**Koordynator przedmiotu:**

Wojciech Obrębski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Biomedyczna

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

UEL

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. liczba godzin kontaktowych – 74 godz., w tym
obecność na wykładach 25 godz.,
obecność na laboratorium 20 godz.,
obecność na konsultacjach projektowych 25 godz.
obecność na egzaminie 4 godz
2. praca własna studenta – 68 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 18 godz.,
wykonanie projektów 50 godz.
Łączny nakład pracy studenta wynosi 142 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

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

liczba godzin kontaktowych – 74 godz., w tym
obecność na wykładach 25 godz.,
obecność na laboratorium 20 godz.,
obecność na konsultacjach projektowych 25 godz.
obecność na egzaminie 4 godz

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3,98 pkt. ECTS, co odpowiada 20 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 18 godz. przygotowań do laboratorium plus 50 godzin wykonywania projektów plus 25 godzin konsultacji projektowych

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

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

**Wymagania wstępne:**

Elektronika 1, Elektronika 2, Sygnały i systemy

**Limit liczby studentów:**

24

**Cel przedmiotu:**

Nauczenie studentów projektowania układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem układów elektroniki medycznej.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Projektowanie analogowych torów wejściowych/wyjściowych urządzeń medycznych (13h)
a. przypomnienie podstaw i specyfika pomiarów (5h)
i. wzmacniacze operacyjne w podstawowych konfiguracjach (odwracający i nieodwracający, sumator, wzmacniacz różnicowy, przetwornik I/U) (2h)
ii. odbiór sygnału bioelektrycznego - elektrody, model sygnału, impedancja źródła (1h)
iii. wzmacniacz instrumentalny (1h)
iv. bezpieczeństwo elektryczne i metody realizacji izolacji galwanicznej (1h)
b. Projektowanie stopnia wejściowego/wyjściowych (do wyboru układy EKG, EMG, EEG, pomiaru bioimpedancji, stymulacji elektrycznej) (8h)
i. wybór architektury z uwzględnieniem wpływu podstawowych parametrów aplikacyjnych, odniesienie do not katalogowych elementów elektronicznych (2h)
ii. analiza charakterystyki częstotliwościowej oraz stabilność układu (2h)
iii. analiza szumowa (2h)
iv. komputerowa symulacja DC, AC, NOISE, TRAN z uwzględnieniem badania stabilności układu (2h)
2. Przetwarzanie cyfrowe sygnałów bioelektrycznych (8h)
a. Przetworniki AC/CA: rodzaje, właściwości, dobór do aplikacji, właściwości szumowe, poprawa właściwości poprzez dithering i nadpróbkowanie (2h)
b. Filtracja cyfrowa: algorytmy prostego uśredniania jako najprostsze realizacja filtrów SOI/NOI dolno-, górno-, i środkowoprzepustowych, arytmetyka stałoprzecinkowa w filtrach cyfrowych, metody syntezy filtrów SOI/NOI (4h)
c. Cyfrowa detekcja kwadraturowa (2h)
3. Metody prototypowania i wytwarzania układów elektronicznych (4h)
a. Technologie obwodów drukowanych, komponentów RLC, montaż SMD i THT. Komputerowe projektowanie obwodów drukowanych (typowy przebieg procesu projektowania) (1.5h)
b. Zakłócenia w układach elektronicznych i sposoby ich minimalizacji, projektowanie obwodów PCB z uwzględnieniem wysokich częstotliwościm, podstawowe linie transmisyjne (2.5h)
Laboratorium:
1. Wprowadzenie do systemu uruchomieniowego NI ELVIS, myDaq oraz prototypowania na płytkach breadboard. (2h)
2. Wzmacniacz operacyjny w podstawowych konfiguracjach: wtórnik napięciowy, wzmacniacz odwracający, sumator, wzmacniacz różnicowy, przetwornik I/U. (3h)
3. Stopnie wejściowe wzmacniaczy sygnałów bioelektrycznych w tym wpływ elektrody aktywnej (zwrotne) na CMRR (3h)
4. Przetwarzanie sygnałów analogowych: przetworniki AC/CA (3h)
5. Filtry aktywne analogowe i filtry cyfrowe (3h)
6. Własności szumowe wzmacniaczy (3h)
7. Detekcja kwadraturowa na przykładzie miernika bio-impedancji (3h)
Projekt:
Studenci realizują jeden projekt dwuetapowo. Pierwszy etap to opracowanie schematu elektrycznego układu elektronicznego (rysunek odręczny, poparty podstawowymi obliczeniami dotyczącymi: punktu pracy, wzmocnienia, charakterystyki częstotliwościowej, stabilności pracy, szumów) oraz symulacja jego działania w środowisku SPICE.
Drugim etapem jest realizacja fizyczna na breadbordach zestawów NI ELVIS lub na zaprojektowanej płytce PCB. W tym etapie przewidywane jest uruchomienie zaprojektowanego układu i wykonanie badań charakterystyk wcześniej symulowanych w SPICE.
Do dyspozycji studentów są zestawy NI ELVIS i myDaq oraz płytki breadboard. Ponadto studenci będą mieć dostęp do podstawowych narzędzi warsztatowych w tym: lutownic, multimetrów, oscyloskopów, generatorów i zasilaczy.
Przykładowe klasy tematów projektów:
1. jednokanałowe odbiorniki sygnałów bioelektrycznych,
2. wektorowe mierniki bioimpedancji
3. elektryczne stymulatory pacjenta
4. przetwornice zasilające, minimalizacja zakłóceń
5. filtry aktywne do kształtowania charakterystyki częstotliwościowej sygnału

**Metody oceny:**

egzamin
ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

• David Prutchi, Michael Norris, Design and Development of Medical Electronic Instrumentation: A Practical Perspective of the Design, Construction, and Test of Medical Devices, Wiley, 2005
• Henry W. Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, Wiley, 2009
• Tomasz P. Zieliński, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań, WKŁ, 2014
• Paul Horowitz, Winfield Hill, Sztuka elektroniki, WKŁ, 2018

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.mchtr.pw.edu.pl/

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Ma wiedzę na temat specyfiki sygnałów bioelektrycznych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05, K\_W06, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

Ma wiedzę na temat podstawowego bezpieczeństwa elektrycznego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05, K\_W10, K\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka W03:**

Ma wiedzę na temat układów analogowych wejściowych i wyjściowych przetwarzających sygnał bioelektryczny

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W04:**

Ma wiedzę na temat podstawowego przetwarzania cyfrowego sygnału bioelektrycznego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W05:**

Ma wiedzę na temat technologii wykonywania obwodów PCB

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W18, K\_W19, K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

umie przeprowadzić proces projektowy układu elektronicznego

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U06, K\_U15

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

**Charakterystyka U02:**

umie przeprowadzić analizę właściwości częstotliwościowych i szumowych układu elektronicznego

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U06

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

**Charakterystyka U03:**

umie przeprowadzić symulację numeryczną układu elektronicznego

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U06

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

**Charakterystyka U04:**

umie zaprojektować podstawowy tor przetwarzania cyfrowego sygnału

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U06

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

**Charakterystyka U05:**

umie wykonać prototyp układu elektronicznego

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U15, K\_U16

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

**Charakterystyka U06:**

umie zweryfikować parametry układu elektronicznego pomiarami

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U22, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UO, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

umie współpracować w grupie

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K

**Charakterystyka K02:**

jest świadomy roli społecznej absolwenta uczelni technicznej

Weryfikacja:

ocena sprawozdań laboratoryjnych i projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK, I.P6S\_KR