**Nazwa przedmiotu:**

Teoria obwodów

**Koordynator przedmiotu:**

Marek Nałęcz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

TOB

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

30 Obecność na wykładach
5 Przygotowanie do wykładów (powtórzenie materiału przed każdym wykładem)
15 Obecność na ćwiczeniach
15 Przygotowanie do ćwiczeń (rozwiązywanie zadań z podanych zestawów)
16 Udział w konwersatoriach
20 Przygotowanie do dwóch kolokwiów (samodzielne rozwiązywanie zadań)
16 Obecność na laboratoriach (łącznie z zajęciami organizacyjno-wprowadzającymi)
30 Przygotowanie do laboratoriów
2 Konsultacje z wykładowcą
2 Konsultacje z prowadzącym ćwiczenia
2 Konsultacje z prowadzącym laboratoria
24 Przygotowanie do egzaminu (przy założeniu jednokrotnego zdawania)
3 Obecność na egzaminie (przy założeniu jednokrotnego zdawania)

RAZEM 180

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

30 Obecność na wykładach
15 Obecność na ćwiczeniach
16 Udział w konwersatoriach
16 Obecność na laboratoriach (łącznie z zajęciami organizacyjno-wprowadzającymi)
2 Konsultacje z wykładowcą
2 Konsultacje z prowadzącym ćwiczenia
2 Konsultacje z prowadzącym laboratoria

RAZEM 83 => 2.8 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

16 Obecność na laboratoriach (łącznie z zajęciami organizacyjno-wprowadzającymi)
10 Przygotowanie do laboratoriów

RAZEM 26 => 0.9 ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Algebra
Analiza 1
Podstawy pomiarów

**Limit liczby studentów:**

120 osób w jednej realizacji

**Cel przedmiotu:**

W wyniku zaliczenia przedmiotu student nabywa umiejętność doboru właściwej metody analizy prostego obwodu oraz sformułowania i rozwiązania jego równań, a także wyznaczenia podstawowych wielkości elektrycznych związanych z przebiegami w tym obwodzie.

**Treści kształcenia:**

• Wykład: Przedmiot teorii obwodów. Elementy skupione. Podstawowe wielkości elektryczne i ich jednostki. Konwencje oznaczeń. Przypomnienie praw Kirchhoffa i prawa Ohma. Liniowość, stacjonarność. Równania i charakterystyki elementów RLC. Elementy nieliniowe i ich parametry (statyczne i dynamiczne). Źródła niezależne idealne i rzeczywiste. Równoważność i zamiana źródeł. Moc i energia. Zależności energetyczne w elementach LC. Indukcyjności sprzężone. Wielowrotniki rezystancyjne: źródła sterowane, transformator, wzmacniacz operacyjny. Prawa Kirchhoffa a zasada Tellegena. Systematyczne układanie równań obwodu. Dzielniki napięciowe i prądowe. Klasyfikacja elementów. Zasada kompensacji. Zasada ruchliwości źródeł. Metoda superpozycji. Źródła zastępcze Thevenina i Nortona. Rzutowanie przebiegu przez charakterystykę. Metoda prostej oporu. Metoda małosygnałowa w obwodach rezystancyjnych. Stan ustalony przy pobudzeniu stałym i sinusoidalnym. Obwody SLS prądu sinusoidalnego. Sygnał harmoniczny i jego parametry. Amplituda zespolona (wskaz). Metoda zespolonych amplitud. Zespolone prawa Kirchhoffa. Pojęcie immitancji. Wskazowy schemat zastępczy. Wykresy wskazowe. Moce w obwodach prądu sinusoidalnego: czynna, bierna, zespolona, pozorna. Dopasowanie energetyczne w obwodach prądu stałego i sinusoidalnie zmiennego. Moc dysponowana. Sprawność energetyczna. Charakterystyki częstotliwościowe czwórników. Decybele, wykresy Bodego. Komputerowa analiza obwodów liniowych. Obwody rezonansowe. Definicje rezonansu i dobroci. Szeregowy obwód rezonansowy. Wpływ oporu wewnętrznego źródła. Obwód równoległy trójgałęźny. Wzmianka o obwodach równoległych dwugałęźnych. Obwody prądu okresowego. Szereg Fouriera - podstawowe właściwości i definicje. Równość Parsevala. Moce w obwodach prądu okresowego. Metody analizy liniowych obwodów prądu okresowego. Metoda analizy małosygnałowej. Elementy nieliniowe w obwodach prądu okresowego. Produkty nieliniowości: powielanie częstotliwości, mieszanie, modulacja, prostowanie. Stany nieustalone w obwodach SLS - metoda klasyczna. Prawa komutacji. Reprezentowanie niezerowego warunku początkowego źródłem. Metoda uproszczona dla obwodów pierwszego rzędu. Stała czasowa. Stany nieustalone - metoda operatorowa. Przekształcenie Laplace’a i jego właściwości. Operatorowe prawa Kirchhoffa. Immitancje operatorowe. Operatorowy schemat zastępczy. Omówienie tablic transformat Laplace’a. Analiza metodą operatorową obwodów rzędu pierwszego. Analiza obwodów rzędu drugiego na przykładzie obwodów RC i RLC. Niezerowe warunki początkowe. Dystrybucja delta Diraca. Wielokrotne komutacje. Nietypowe pobudzenia. Podstawy teorii czwórników. Opis macierzowy. Łączenie czwórników. Modele obwodowe. Parametry falowe.
• Ćwiczenia i konwersatoria: Prawa Ohma i Kirchhoffa, łączenie elementów, przejście Y-Δ. Źródła, ich zamiana, dzielniki napięciowe i prądowe. Źródła sterowane, wzmacniacz operacyjny. Metoda superpozycji, źródła zastępcze. Obwody nieliniowe prądu stałego, składanie charakterystyk elementów. Podstawy metody wskazowej. Wyznaczanie immitancji. Przesunięcia fazowe, wykresy wskazowe. Moce i dopasowanie w obwodach prądu sinusoidalnego. Obwody rezonansowe. Obwody liniowe prądu okresowego. Stany nieustalone – metoda uproszczona. Stany nieustalone – metoda operatorowa. Analiza małosygnałowa.
• Laboratoria:
1. Podstawowe elementy i prawa teorii obwodów (opór zastępczy, prawo Ohma, łączenie oporów, weryfikacja praw Kirchhoffa dla DC i AC, charakterystyki i parametry oporów nieliniowych)
2. Źródła zastępcze Thévenina i Nortona (pomiar parametrów źródeł zastępczych, pomiar charakterystyk źródeł zastępczych, weryfikacja twierdzeń o źródłach zastępczych)
3. Obwody nieliniowe i analiza małosygnałowa (składanie charakterystyk u-i elementów, analiza małosygnałowa obwodów rezystancyjnych, prostownik jedno- i dwupołówkowy)
4. Obwody liniowe prądu sinusoidalnie zmiennego (badanie przebiegów i wskazów w obwodzie rezonansowym, dopasowanie obciążenia do źródła na maksimum mocy, realizacja podstawowych układów ze wzmacniaczem operacyjnym)
5. Filtry. Stany nieustalone (pomiar charakterystyk częstotliwościowych filtrów, badanie stanów nieustalonych w obwodach rzędu pierwszego i w obwodach rzędu drugiego)

**Metody oceny:**

Ćwiczenia - kolokwium 1 w połowie semestru (0÷12 pkt.)
Ćwiczenia - kolokwium 2 pod koniec semestru (0÷13 pkt.)
Laboratorium 1 (0÷5 pkt.)
Laboratorium 2 (0÷5 pkt.)
Laboratorium 3 (0÷5 pkt.)
Laboratorium 4 (0÷5 pkt.)
Laboratorium 5 (0÷5 pkt.)
Egzamin - część testowa (0÷25 pkt.)
Egzamin - część zadaniowa (0÷25 pkt.)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. J. Osiowski, J. Szabatin: Podstawy teorii obwodów, t. I, II i III, WNT, Warszawa, 1992 (i późniejsze wydania).
2. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szabatina i E. Śliwy: Zbiór zadań z teorii obwodów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003, 2008.
3. Z. Filipowicz: Zadania z teorii obwodów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
4. St. Bolkowski, W. Brociek, H. Rawa: Teoria obwodów elektrycznych. Zadania, WNT, Warszawa 2010. Zalecane zadania podane zostaną wkrótce.
5. Marek Nałęcz, Marek Rupniewski: Ćwiczenia laboratoryjne z teorii obwodów. Preskrypt na prawach rękopisu. Warszawa, 2011.

**Witryna www przedmiotu:**

dla realizacji C: https://studia.elka.pw.edu.pl/priv/TOB.C oraz http://studia.elka.pw.edu.pl/pub/TOB.C dla realizacji D: https://studia.elka.pw.edu.pl/priv/TOB.D oraz http://studia.elka.pw.edu.pl/pub/TOB.D

**Uwagi:**

• Prowadzący ćwiczenia może, w przypadku wyróżniającej aktywności studenta, przyznać mu dodatkowe punkty (maksymalnie 2).
• Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie łącznie co najmniej 50 punktów. Oceny wystawiane są według standardowej skali (pół stopnia co 10 punktów).
• Studenci, którzy w czasie trwania semestru osiągną wyniki wskazujące na osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia w stopniu łącznie co najmniej dobrym, mogą zostać przez wykładowcę zwolnieni z obowiązku przystąpienia do egzaminu końcowego.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W\_1:**

Student posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych praw i twierdzeń teorii obwodów

Weryfikacja:

Egzamin – część testowa, laboratoria 1 i 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05, K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_2:**

Student posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych wielkości związanych z występującymi w obwodach przebiegami (takich jak moce, energie, charakterystyki widmowe i częstotliwościowe)

Weryfikacja:

Ćwiczenia – kolokwia 1 i 2, laboratoria 3 i 4, egzamin – część testowa i zadaniowa

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U\_1:**

Student potrafi wyznaczyć napięcia i prądy w prostym obwodzie liniowym prądu stałego, sinusoidalnie zmiennego lub okresowego w stanie ustalonym

Weryfikacja:

Ćwiczenia - kolokwia 1 i 2, laboratoria 2, 3 i 4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U03, K\_U08, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_2:**

Student potrafi wyznaczyć napięcia i prądy w prostym obwodzie nieliniowym w stanie ustalonym dla prądu stałego lub dla prądu zmiennego z wykorzystaniem metody małosygnałowej

Weryfikacja:

Ćwiczenia - kolokwium 1, laboratoria 2 i 3, egzamin - część zadaniowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U03, K\_U08, K\_U11, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_3:**

Student potrtafi wyznaczyć przebiegi napięć i prądów w prostym obwodzie liniowym w stanie nieustalonym

Weryfikacja:

Ćwiczenia – kolokwium 2, laboratorium 5, egzamin – część testowa i zadaniowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U11, K\_U02, K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_4:**

Student potrafi dobrać prawidłową metodę analizy typowego obwodu

Weryfikacja:

Ćwiczenia – kolokwia 1 i 2, egzamin – część testowa i zadaniowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U16, K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_1:**

Student potrafi pracować indywidualnie i w małym zespole nad budową i pomiarami prostych obwodów

Weryfikacja:

Laboratoria 1-5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**