**Nazwa przedmiotu:**

Elektrotechnika

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Piotr Tomczuk - Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, Zakład Systemów Informatycznych i Mechatromicznych w Transporcie

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Transport

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

120 godz., w tym: praca na wykładach 30 godz., praca na ćwiczeniach 30 godz., studiowanie literatury przedmiotu 15 godz., przygotowanie się do egzaminu 20 godz., przygotowanie się do kolokwiów 20 godz., konsultacje 3 godz., udział w egzaminie 2 godz.

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

2,5 pkt. ECTS (68 godzin, w tym: praca na wykładach 30 godz., praca na ćwiczeniach 30 godz., konsultacje 3 godz., udział w egzaminie 2 godz., udział w kolokwiach 3 godz.)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

Geometria i algebra liniowa, Analiza matematyczna I, II

**Limit liczby studentów:**

wykład: brak, ćwiczenia: 30 osób

**Cel przedmiotu:**

Poznanie wielkości występujących w obwodach elektrycznych oraz podstawowych praw dotyczących elementów i opisu struktury obwodów elektrycznych, jak również właściwości obwodów prądu sinusoidalnego, zasad przenoszenia i przetwarzania energii w układach elektrycznych oraz warunków pracy urządzeń energoelektrycznych. Osiągnięcie biegłości merytorycznej i sprawności rachunkowej w rozwiązywaniu obwodów prądu stałego, strumienia stałego i obwodów prądu sinusoidalnego. Zrozumienie specyfiki metod analizy obwodów prądu sinusoidalnego.
Uzyskanie podstawowej wiedzy o maszynach elektrycznych, zabezpieczaniu urządzeń energoelektrycznych i środkach ochrony przeciwporażeniowej.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Natężenie pola elektrycznego, napięcie i potencjał. Przenikalność elektryczna. Pojemność elektryczna. Układy połączeń kondensatorów. Energia pola elektrostatycznego. Natężenie i gęstość prądu elektrycznego. Prawo Ohma. Rezystancja i konduktancja. Układy połączeń rezystorów. Prawa Kirchhoffa. Rozwiązywanie obwodów nierozgałęzionych. Równania równowagi. Metoda oczkowa. Metoda węzłowa. Zasada superpozycji. Indukcja magnetyczna, strumień magnetyczny, natężenie pola magnetycznego, przenikalność magnetyczna. Równania obwodów magnetycznych. Indukcyjność własna. Energia pola magnetycznego. Indukcyjność wzajemna. Dwójnik liniowy przy prądzie sinusoidalnym. Moce - czynna, bierna i pozorna. Rezonans elektryczny. Wykresy wskazowe. Metoda symboliczna. Moc zespolona.
Wybrane konfiguracje i analiza obwodów prądu sinusoidalnego. Pomiary mocy czynnej i biernej odbiorników trójfazowych. Wytwarzanie i użytkowanie energii elektrycznej. Straty mocy w materiałach elektrycznych i magnetycznych. Przenoszenie energii za pośrednictwem pola magnetycznego. Rodzaje i warunki pracy urządzeń energoelektrycznych. Jakość energii elektrycznej. Transformator trójfazowy. Spadki napięcia i straty mocy w liniach zasilających. Trójfazowe silniki indukcyjne. Silniki indukcyjne jednofazowe. Maszyny synchroniczne trójfazowe. Maszyny prądu stałego. Silniki komutatorowe jednofazowe. Ochrona nadprądowa, podnapięciowa i nadnapięciowa (przepięciowa i odgromowa). Sposoby i środki ochrony przeciwporażeniowej przy urządzeniach elektrycznych.

Ćwiczenia audytoryjne:
Treść ćwiczeń audytoryjnych: Rezystancja i konduktancja zastępcza układów oporników. Pojemności zastępcze układów kondensatorów. Ładunki, napięcia i energia pola elektrycznego kondensatorów w układach ze źródłami napięciowymi i w układach odosobnionych. Stany pracy źródeł prądu stałego. Moce wydawane przez źródła idealne i rzeczywiste. Dopasowanie odbiorników do źródeł. Rozwiązywanie obwodów nierozgałęzionych prądu stałego. Dzielnik napięcia i dzielnik prądu. Metoda przekształcania sieci. Metoda klasyczna (równań Kirchhoffa), metoda oczkowa, metoda węzłowa, zasada superpozycji, twierdzenie Thevenina i twierdzenie Nortona. Obwody prądu stałego z gałęzią nieliniową. Obwody magnetostatyczne. Wielkości charakteryzujące przebiegi okresowe prądu i napięcia. Dwójniki prądu sinusoidalnego. Obwody jednofazowe (układy pasywne zasilane ze Źródła napięcia sinusoidalnego). Rozwiązywanie obwodów rozgałęzionych prądu sinusoidalnego. Bilans mocy obwodu. Dopasowanie gałęzi pasywnej do obwodu (ze względu na moc czynną). Rozwiązywanie obwodów prądu sinusoidalnego ze sprzężeniami magnetycznymi. Rozwiązywanie obwodów trójfazowych.

**Metody oceny:**

Wymagania w zakresie realizacji przedmiotu, zgodnie z regulaminem przedmiotu.

Egzamin z Wykładu
Ocena formująca 1 lub 2 kartkówki dotyczące wybranych zagadnień teoretycznych. Ocena podsumowująca - egzamin w formie testu składa się pytań weryfikujących efekty przedmiotowe, minimum dwa pytania do każdego wykładu. Każde pytanie jest ocenianie, a punkty przyznawanie są wyłącznie za w pełni prawidłową odpowiedź. Za nie w pełni prawidłową odpowiedź nie przyznaje się punktów (nie stosuje się tzw. punktów cząstkowych i nie przyznawane są punkty ujemne). Punkty uzyskane z testu przeliczane są na ocenę z egzaminu wg określonej w regulaminie przedmiotu skali. Do zaliczenia wykładu wymagane jest udzielenie minimum połowy poprawnych odpowiedzi.

Ćwiczenia audytoryjne
Obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa. W przypadku nieobecności na zajęciach student jest obowiązany do przedstawienia prowadzącemu zajęcia usprawiedliwienia. Podczas sprawdzianów i egzaminu nie dopuszcza się korzystania z materiałów pomocniczych oraz urządzeń elektronicznych (telefony, tablety itp.).
Weryfikacja efektów przedmiotowych odbywa się na podstawie zaliczeń przewidzianych w podanym na początku zajęć terminarzu, na podstawie:
1. Ocen formujących - 1 lub 2 dotyczące znajomości i poprawnego zastosowania podstawowych wzorów
1. Ocen podsumowujących: oceny z dwu obowiązkowych kolokwiów (kolokwia podstawowe). Każde kolokwium podstawowe zawiera minimum dwa zadania rachunkowe sprawdzające efekty uczenia się. Każde z zadań oceniane jest oddzielnie. Ocena z kolokwium to średnia ważona z pozytywnych ocen uzyskanych za każde zadanie. Każda próba zaliczania jest oceniana, niepodjęcie próby w przewidzianym na to terminie jest oceniane negatywnie. Ocena końcowa z ćwiczeń wystawiona jest jako średnia ważona z pozytywnych ocen uzyskanych za każde kolokwium (wymagane zaliczenie pozytywne dwóch kolokwiów podstawowych). W przypadku oceny negatywnej studentowi przysługuje jeden termin kolokwium poprawkowego (na ostatnich zajęciach ćwiczeniowych) obejmujący całość materiału.
3. Oceny z jednego kolokwium poprawkowego weryfikującego efekty uczenia się. Kolokwium poprawkowe to minimum trzy zadania. Każde z zadań oceniane jest oddzielnie. W takim przypadku ocena z kolokwium poprawkowego jest jednocześnie oceną ćwiczeń. Ocena ta to średnia ważona z pozytywnych ocen uzyskanych za każde zadanie.
Wagi, przy wyliczeniu średniej i wystawieniu ocen definiowane są dla każdego zadania i podawane są wraz z ich treścią w dniu zaliczenia.

Ocena końcowa z przedmiotu.
Pozytywna ocena końcowa z przedmiotu wystawiania jest jako średnia z pozytywnych ocen z ćwiczeń i egzaminu z wykładu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Bolkowski S.: Elektrotechnika. WSiP Warszawa 2019.
2. Doległo M.: Podstawy elektrotechniki i elektroniki. WKŁ Warszawa 2016.
3. Łucyk C.: Elektrotechnika podstawowa. https://moodle.usos.pw.edu.pl/, Warszawa 2020.
4. Łucyk C.: Laboratorium elektrotechniki. https://moodle.usos.pw.edu.pl/, Warszawa 2020.
5. Łucyk C.: Zasady energoelektryki. https://moodle.usos.pw.edu.pl/, Warszawa 2020
6. Majerowska Z., Majerowski A.: Elektrotechnika ogólna w zadaniach. PWN, Warszawa 1999.

**Witryna www przedmiotu:**

Moodle, MSTeams, dodatkowe materiały do pobrania: http://www.wt.pw.edu.pl/~clucyk; http://www2.wt.pw.edu.pl/~kst;

**Uwagi:**

O ile nie powoduje to zmian w zakresie powiązań danego modułu zajęć z kierunkowymi efektami kształcenia w treściach kształcenia mogą być wprowadzane na bieżąco zmiany związane z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć naukowych.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

posiada wiedzę teoretyczną o procesach fizycznych występujących w obwodach elektrycznych

Weryfikacja:

Egzamin pisemny (test) minimum 18 pytań, w tym minimum 2 bezpośrednio dotyczące treści weryfikowanego efektu; wymagana odpowiedź w co najmniej 50% na każde z nich.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W06

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

**Charakterystyka W02:**

zna prawa i równania opisujące związki między
wielkościami występującymi w obwodach prądu
stałego i zmiennego

Weryfikacja:

Egzamin pisemny (test) minimum 18 pytań, w tym minimum 2 bezpośrednio dotyczące treści weryfikowanego efektu; wymagana odpowiedź w co najmniej 50% na każde z nich.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W06

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

**Charakterystyka W03:**

zna wielkości (parametry) charakteryzujące określone cechy przebiegów okresowych prądu i napięcia

Weryfikacja:

Egzamin pisemny (test) minimum 18 pytań, w tym minimum 2 bezpośrednio dotyczące treści weryfikowanego efektu; wymagana odpowiedź w co najmniej 50% na każde z nich.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W06

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

**Charakterystyka W04:**

rozumie idee wykresu wskazowego i metody symbolicznej analizy obwodów prądu sinusoidalnego

Weryfikacja:

Egzamin pisemny (test) minimum 18 pytań, w tym minimum 2 bezpośrednio dotyczące treści weryfikowanego efektu; wymagana odpowiedź w co najmniej 50% na każde z nich.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W06

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Posiada biegłość merytoryczną i sprawność rachunkową w rozwiązywaniu obwodów prądu stałego i zmiennego oraz obwodów magnetycznych.

Weryfikacja:

Ćwiczenia – kolokwium II obejmujące min. 2 zadania. Wymagana częściowa odpowiedz w co najmniej 50% na każde z nich.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U06, Tr1A\_U11

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

**Charakterystyka U02:**

Potrafi stosować odpowiednie metody do analizy obwodów rozgałęzionych prądu stałego i zmiennego.

Weryfikacja:

Ćwiczenia – kolokwium I obejmujące minimum dwa zadania. Wymagana częściowa odpowiedz w co najmniej 50% na każde z nich.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U06, Tr1A\_U11

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści i własnej wiedzy. Umie identyfikować i rozstrzygać dylematy związane z realizacją określonego przez siebie lub innych zadania

Weryfikacja:

Ocena aktywności podczas zajęć - wymagana co najmniej jedna poprawna odpowiedz do zadania rozwiązywanego podczas zajęć

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_K01

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