**Nazwa przedmiotu:**

Napędy elektryczne i zabezpieczenia

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Michał Rolak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1110-ISIKU-IZP-5304

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

wykłady: 15 h, ćwiczenia: 15h, zapoznanie z literaturą: 25h, przygotowanie do zaliczenia ćwiczeń: 25h, przygotowanie do zaliczenia wykładu: 30h. Razem: 110

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

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

nie dotyczy

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wymagane przedmioty poprzedzające:
Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja i Klimatyzacja, Wodociągi i Kanalizacje

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zespołów napędowych stosowanych w COW oraz zasad ich sterowania

**Treści kształcenia:**

Wykład: budowa i właściwości przewodników, izolatorów i półprzewodników, prawa prądowe i napięciowe Kirchoffa, prawo Ohma, prawo indukcji magnetycznej Faradaya, reguła Lenza, prawo Ampera, właściwości pola magnetycznego, właściwości elementów magnetycznych, prądy wirowe, budowa cewki. Znajomość podstawowych narzędzi i aparatury pomiarowej niezbędnej do mierzenia właściwości obwodów elektrycznych. Podstawowe informacje o zasadzie działania, budowie styczników elektromagnetycznych – schematy podstawowych stycznikowych/przekaźnikowych układów załączania i wyłączania obwodów mocy; przykład układu blokady wykluczającej, czytanie prostych schematów automatyki napędu. Oznaczenia elementów i układów elektrycznych na schematach technologicznych: oznaczenia przewodów i sieci elektrycznych, odbiorników elektrycznych oraz urządzeń zabezpieczających. Rozwiązywanie obwodów prądu stałego w stanach ustalonych oraz nieustalonych (dla układów z elementami indukcyjnymi). Budowa komutatorowego silnika prądu stałego ze obwodem wzbudzenia oraz z magnesami trwałymi. Znaczenie i zasada działania komutatora, niekorzystne zjawiska wynikające z komutacji. Modele elektryczne zastępcze silników prądu stałego oraz ich charakterystyki mechaniczne. Tryby pracy maszyny prądu stałego. Rozwiązywanie podstawowych problemów z napędem prądu stałego, podstawowe charakterystyki różnych obciążeń mechanicznych, wyznaczanie puntu pracy. Stycznikowe układy załączania, rozruchu i zmiany prędkości silników prądu stałego. Układu prądu przemiennego, charakterystyka mocy chwilowej w układach jedno- i trójfazowych symetrycznych, właściwości różnych połączeń układów trójfazowych, obliczanie mocy czynnej, biernej i pozornej. Rozwiązywanie obwodów prądu przemiennego z wykorzystaniem liczb zespolonych. Podstawowe informacje o zasadzie działania i budowie transformatora jako podstawowej maszynie elektrycznej, zasada silnika synchronicznego w trybie pracy prądnicowym. Podstawowe informacje o jakości energii elektrycznej. Budowa i zasada działania indukcyjnej klatkowej maszyny prądu przemiennego, powstawania wirującego pola magnetycznego Sposoby zasilania silnika prądu przemiennego, rozruchu (układ stycznikowy gwiazda-trójkąt), zmiany kierunku obrotów, wpływ częstotliwości na prędkość obrotową, czytanie tabliczki znamionowej, elektryczny model zastępczy maszyny indukcyjnej, charakterystyki mechaniczne maszyny indukcyjnej. Tryby pracy maszyny indukcyjnej, wyznaczanie punktu pracy z wybranym obciążeniem, rozwiązywanie prostych zadań obliczeniowych dotyczących maszyny indukcyjnej klatkowej. Wprowadzenie do technologii półprzewodnikowej oraz półprzewodnikowych elementów mocy takich jak diody i tranzystory mocy. Podstawowe układy przekształtników energoelektronicznych takich jak prostowniki, układy podwyższające i obniżające napięcie, falowniki napięcia. Zastosowanie energoelektronicznych układów przekształtnikowych jako układy zasilania maszyn prądu stałego oraz przemiennego. Wprowadzenie pojęć modulacji szerokości impulsów, teorii sprzężenia zwrotnego i automatycznej regulacji. Omówienie podstawowych algorytmów sterowania silnikami prądu przemiennego takich jak U/f =const oraz sterowanie wektorowe FOC. Systemy napędowe i ich zastosowania w przemyśle. Wykorzystanie silników elektrycznych do napędu pomp i wentylatorów. Wykorzystanie silników elektrycznych synchronicznych w siłownikach elektrycznych zaworów regulacyjnych, klap i przepustnic. Schematy sterowania pracą siłowników elektrycznych zbudowanych na bazie silników synchronicznych skokowych. Problemy ochrony przeciwporażeniowej: ocena zagrożeń, środki ochrony i zasady bezpiecznej eksploatacji urządzeń elektrycznych. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim, wyłączniki zabezpieczające. Zaliczenie przedmiotu.
Program ćwiczeń audytoryjnych Bloki tematyczne (treści): Obliczanie obwodów prądu stałego Obliczanie napięcia, prądu skutecznego, pobieranej mocy w obwodach prądu sinusoidalnie zmiennego 1- i 3- fazowego Przykłady oznaczenia przewodów i sieci elektrycznych, odbiorników elektrycznych oraz urządzeń zabezpieczających na schematach technologicznych. Obliczanie obwodów magnetycznych. Obliczanie strumieni magnetycznych indukowanych przez zmienny prąd elektryczny, natężenia prądu elektrycznego oraz siły działające w obwodach elektrycznych indukowane przez zmienne pole magnetyczne. Silniki elektryczne prądu stałego oraz przemiennego (asynchroniczne). Obliczanie prędkości obrotowej, momentu obrotowego oraz wielkości prądów płynących w uzwojeniach silników. Obliczanie zależności momentu od prędkości obrotowej silnika, przy różnych metodach rozruchu silników indukcyjnych. Schematy sterowania pracą silników załączanie, wyłączanie, zmiana prędkości obrotowej. Współpraca silnika z przetwornicą częstotliwości, kształtowanie przetwornic częstotliwości, kryteria doboru silników i przetwornic częstotliwości. Dobór urządzeń sterujących oraz obliczanie i dobór zabezpieczenia przed przeciążeniem silnika. Obliczanie i dobór zabezpieczenia przed przeciążeniem silnika. Obliczanie prądów porażeniowych. Obliczanie i dobór wyłączników różnicowoprądowych, zabezpieczających przed porażeniem elektrycznym ludzi i zwierząt. Obliczanie i dobór urządzeń zabezpieczających w sieciach niskiego napięcia. Kolokwium zaliczeniowe.

**Metody oceny:**

Warunki zaliczenia wykładu:
Zaliczenie przedmiotu w formie pisemnej

Warunki zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych:
Kolokwium pisemne

0,5\*zaliczenie + 0,5\*ćwiczenia audytoryjne

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

[1]. W. Koczara „Wprowadzenie do napędu elektrycznego”, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012, ISBN 978-83-7207-975-6
[2]. S. J. Chapman „Electric machinery fundamentals”, McGrawHill, 4th edition, New York 2005, ISBN: 978-0-07-246523-5
[3]. Władysław Orlik „Egzamin kwalifikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach”, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2006, , ISBN 83-89387-25-5
[4]. Zdzisław Celiński „Materiałoznawstwo elektrotechniczne”, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005, ISBN: 83-7207-524-7
[5] Robert W. Erickson, Dragan Maksimović, „Fundamentals of Power Electronics”, Springer New York, NY, ISBN: 978-0-306-48048-5
[6 ] Praca zbiorowa - Hempowicz P. i inni: Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków. WNT, Warszawa 1999
[7]. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawawa 2000.
[8]. Markiewicz H: Zagrożenia i ochrona od porażeń w instalacjach elektrycznych, WNT, Warszawa 2000
[9]. Zawada B.: Układy sterowania w systemach wentylacji i klimatyzacji. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2006
[10]. Strony internetowe producentów urządzeń elektrycznych

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna podstawowe zjawiska fizyczne (elektryczne i elektromagnetyczne) zachodzące w obwodach prądu stałego i prądu przemiennego oraz odpowiednie wielkości charakteryzujące te zjawiska

Weryfikacja:

zalieczenie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W04

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

**Charakterystyka W02:**

Zastępcze modele elektryczne podstawowych silników elektrycznych oraz odpowiadające im charakterystyki mechaniczne, oraz podstawowe charakterystyki obciążeń mechanicznych

Weryfikacja:

Zaliczenie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W04

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

**Charakterystyka W03:**

Podstawowe pojęcia dotyczące półprzewodnikowych układów mocy, ich zastosować w urządzenia przekształcających energię, oraz zasady działania tych urządzeń

Weryfikacja:

zalieczenie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W04

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

**Charakterystyka W04:**

Podstawowe zagadnienia sterowania skalarnego i wektorowego w kontekście maszyn elektrycznych i ich zastosowanie w podstawowych aplikacjach przemysłowych

Weryfikacja:

zaliczenie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W04

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

**Charakterystyka W05:**

Znaczenie doboru podstawowych zabezpieczeń w układach elektrycznych i napędowych

Weryfikacja:

zaliczenie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W04

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi przedstawić podstawowe różnice pomiędzy napędami prądu stałego i przemiennego, oraz potrafi obliczyć podstawowe parametry pracy tych układów w wybranych aplikacjach.

Weryfikacja:

n/a

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07

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

**Charakterystyka U02:**

Potrafi wyjaśnić różnicę między sterowanie wektorowym a skalarnym

Weryfikacja:

n/a

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07

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

**Charakterystyka U03:**

Potrafi policzyć sprawność przetwarzania energii w podstawowym układzie napędowym oraz rozróżnia odpowiednie tryby pracy zespołu napędowego

Weryfikacja:

n/a

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07

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

**Charakterystyka U04:**

Czytać ze zrozumieniem podstawowe symbole oraz dokumentację techniczną elektryczną oraz prostej automatyki napędu

Weryfikacja:

n/a

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kwalifikacji zawodowych

Weryfikacja:

n/a

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01, IS\_K02

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

**Charakterystyka K02:**

Ma świadomość konieczności działania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej

Weryfikacja:

n/a

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01, IS\_K02

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