Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne | Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Elektromechaniczne przemiany energii
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Electromechanical Energy Conversion
Kod przedmiotu	WIŚIE EN oIS C13 21/22
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	2.00
Semestry	3

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Cwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekt	Seminarium
3	15	15	0	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Poznanie ujednoliconego opisu układów elektrycznych i mechanicznych

Cel 2 Poznanie sposobów realizacji wzajemnego przetwarzania energii elektrycznej i mechanicznej

Cel 3 Nabycie umiejętności formułowania równań prostych przetworników elektro-mechanicznych oraz oceny procesu przetwarzania energii

Cel 4 Poznanie uproszczonych metod jakościowego i ilościowego określania parametrów równań przetworników elektromechanicznych

Cel 5 Poznanie fizykalnej interpretacji zjawisk elektromagnetycznych w elektromechanicznych przetwornikach energii

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Znajomość podstawowych praw dla obwodów elektrycznych oraz podstawowych praw i zależności dla prostych obwodów magnetycznych.

2 Znajomość podstawowych praw i zależności dla prostych układów mechanicznych.

3 Posługiwanie się rachunkiem różniczkowym oraz całkowym.

4 Znajomość podstawowych właściwości równań różniczkowych liniowych.

5 Umiejętność posługiwania się rachunkiem macierzowym.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Znajomość podstawowych zasad rządzących procesem elektromechanicznego przetwarzania energii.

EK2 Wiedza Świadomość związków między budową przetwornika a możliwościami przetwarzania energii.

EK3 Wiedza Określanie właściwości procesu przetwarzania energii oraz umiejętność interpretacji oddziaływań elektromechanicznych

EK4 Umiejętności Tworzenie modeli matematycznych prostych przetworników energii o ruchu obrotowym

EK5 Umiejętności Określanie parametrów przetworników elektromechanicznych istotnych dla procesu przetwarzania

6 Treści programowe

Cwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Uzupełnienie i podsumowanie wiadomości o obwodach magnetycznych oraz energetyczny opis elementów układów elektromechanicznych za pomocą funkcji energetycznych (ko-energii i energii), zapis funkcji i równań Lagrangea dla dowolnych układów elektromechanicznych	5
C2	Zapis równań Lagrengea dla przetworników elektromechanicznych o ruch obrotowym, intuicyjne określanie zmienności indukcyjności w przetwornikach, formuły opisujące moment elektromagnetyczny.	4
C3	Jakościowa ocena procesów przetwarzania energii dla przetworników o ruchu obrotowym.	3
C4	Obliczanie indukcyjności przetworników energii o ruchu obrotowym.	3

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Energia jako wielkość bazowa do opisu elektromechanicznego przetwarzania energii; energetyczny opis elementów układów elektromechanicznych za pomocą funkcji energetycznych ko-energii i energii, funkcja i równania Lagrangea układów elektromechanicznych	2
W2	Przemiany energii za pomocą pola magnetycznego w przetwornikach o ruchu obrotowym; ko-energia układu cewek sprzężonych magnetycznie, równania Lagrengea przetworników, warunki konieczne dla przetwarzania energii	2
W3	Typy przetworników energii o ruchu obrotowym; typy obwodów magnetycznych, typy cewek w przetwornikach energii, równania przetworników wszystkich typów	2
W4	Ocena procesu przetwarzania energii; intuicyjne określanie zmienności indukcyjności w przetwornikach, pojęcie momentu elektromagnetycznego, równanie równowagi statycznej, stabilność położenia równowagi, jakościowa ocena procesu przetwarzania energii, przetworniki idealnie realizujące proces przetwarzania.	3
W5	Uproszczona analiza pola magnetycznego w przetwornikach energii; matematyczne reprezentacja cewek oraz geometrii obwodu magnetycznego, rozkład indukcji pola magnetycznego w szczelinie powietrznej, rodzaje pól magnetycznych w szczelinie powietrznej oraz sposoby ich wytwarzania.	3
W6	Obliczanie indukcyjności przetworników energii o ruchu obrotowym; pojęcie strumienia skojarzonego cewki, definicje indukcyjności własnej i wzajemnej, metodologia uproszczonego obliczania indukcyjności,	3

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Konsultacje

N3 Praca w grupach

N4 Zadania tablicowe

N5 Dyskusja

N6 Prezentacje multimedialne

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	25
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**60**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Odpowiedź ustna

F2 Test

F3 Kolokwium

F4 Zadanie tablicowe

Ocena podsumowująca

P1 Kolokwium

P2 Średnia ważona ocen formujących

P3 Zaliczenie pisemne

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium zaliczeniowego

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Sprawdzenie przygotowania do zajęć na podstawie odpowiedzi ustnej

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Zapoznanie się z metodologią rozwiązywania równań elektromechanicznych przetworników energii
Na ocenę 3.0	Świadomość analogii między elementami elektrycznymi i mechanicznymi i ich klasyfikacji, umiejętność określania funkcji ko-energii oraz energii dla elementów kinetycznych i potencjalnych, znajomość równań Lagrangea układu elektromechanicznego
Na ocenę 3.5	Umiejętność określania funkcji ko-energii oraz równań Lagrangea dla prostego przetwornika elektromechanicznego realizującego proces przetwarzania za pomocą pola magnetycznego
Na ocenę 4.0	Umiejętność określania funkcji ko-energii oraz równań Lagrangea dla przetworników o ruchu obrotowym, wskazanie efektów świadczących o przetwarzaniu energii i ich interpretacja
Na ocenę 4.5	Umiejętność określania funkcji ko-energii oraz równań Lagrangea dla przetworników o ruchu obrotowym, wskazanie sposobów realizacji przetwarzania energii elektrycznej na mechaniczną lub mechanicznej na elektryczną
Na ocenę 5.0	Umiejętność formułowania funkcji ko-energii oraz równań Lagrangea dla dowolnego układu cewek w przetworniku o dowolnym obwodzie magnetycznym
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Nieznajomość typów obwodów magnetycznych i typów cewek w przetwornikach o ruchu obrotowym
Na ocenę 3.0	Rozróżnianie typów obwodów magnetycznych przetworników o ruchu obrotowym i sposobów umieszczania w nich cewek, ocena możliwości przetwarzania energii dla dowolnego typu przetwornika
Na ocenę 3.5	Rozpoznawanie cech przetwornika oraz przypisanie im formy równań
Na ocenę 4.0	Umiejętność formułowania warunków dla poprawnej realizacji procesu przetwarzania oraz wskazanie przykładowego przetwornika spełniającego takie wymagania
Na ocenę 4.5	Umiejętność formułowania warunków dla poprawnej realizacji procesu przetwarzania wyrażonych w równaniach przetwornika
Na ocenę 5.0	Umiejętność formułowania warunków dla poprawnej realizacji procesu przetwarzania oraz wskazanie sposobów ich realizacji dla różnych typów przetworników
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Brak świadomości o istocie procesu elektromechanicznego przetwarzania energii
Na ocenę 3.0	Wskazywanie członów w równaniach elektrycznych i mechanicznym przetwornika świadczących o możliwości przetwarzania energii oraz umiejętność ich interpretacji fizykalnej

Na ocenę 3.5	Umiejętność określania momentu elektromagnetycznego przetworników o ruchu obrotowym oraz jego analizy w zadanych warunkach zasilania prądowego
Na ocenę 4.0	Umiejętność określania warunków dla ciągłego przetwarzania energii dla zadanego przetwornika, umiejętność jakościowej oceny momentu elektro-magnetycznego, w tym określenia jego wartości stałej w czasie
Na ocenę 4.5	Umiejętność określenia równania równowagi statycznej dla równania ruchu mechanicznego oraz badania stabilności punktów równowagi
Na ocenę 5.0	Biegła umiejętność określenia równania równowagi statycznej dla równania ruchu mechanicznego oraz badania stabilności punktów równowagi dla dowolnego przypadku przetwornika
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Nieumiejętność zapisywania równań najprostszych przetworników i nieumiejętność określania efektów przetwarzania
Na ocenę 3.0	Umiejętność zapisywania równań przykładowego przetwornika oraz wskazanie w nich członów opisujących efekty przetwarzania
Na ocenę 3.5	Umiejętność zapisywania równań dla zadanego przetwornika oraz wskazanie w nich członów opisujących efekty przetwarzania
Na ocenę 4.0	Znajomość ogólnych równań przetworników o ruchu obrotowym oraz wykorzystania ich dla opisu dowolnego przetwornika
Na ocenę 4.5	Znajomość ogólnych równań przetworników o ruchu obrotowym oraz ich wykorzystania dla opisu dowolnego przetwornika wraz z jakościowym intuicyjnym określaniem indukcyjności
Na ocenę 5.0	Znajomość mnemotechnicznej metodologii zapisu równań przetworników oraz umiejętność obliczania elementów macierzy indukcyjności
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	Nieznajomość pojęć związanych z opisem pola magnetycznego w przetworniku oraz definicji indukcyjności własnych i wzajemnych
Na ocenę 3.0	Znajomość i zrozumienie pojęć okładu prądu, przepływu cewki oraz strumienia sprzężonego, znajomość zależności opisujących rozkład pola w szczelinie powietrznej przetwornika oraz definicji indukcyjności.
Na ocenę 3.5	Znajomość i umiejętność posługiwania się wzorami określającymi rozkład pola w szczelinie oraz znajomość zależności określających indukcyjności własne i wzajemne
Na ocenę 4.0	Umiejętność określania Fourierowskich reprezentacji funkcji przepływu, permeancji szczeliny powietrznej oraz rozkładu pola w szczelinie powietrznej, umiejętność obliczania indukcyjności własnych i wzajemnych pary cewek w przetworniku o równomiernej szczelinie powietrznej.

Na ocenę 4.5	Biegłe posługiwania się wzorami określającymi rozkład pola w szczelinie powietrznej oraz interpretacja wyników dla układów cewek oraz wzorami określającymi indukcyjności własne i wzajemne cewek w przetwornikach o równomiernej szczelinie powietrznej
Na ocenę 5.0	Umiejętność określania struktury macierzy indukcyjności dla wieloobwodowych przetworników z równomierną szczeliną powietrzną uwzględniając wzajemne usytuowanie cewek

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K1_W07	Cel 1	C1 C2 C3 W1 W2	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 F4 P1 P2 P3
EK2	K1_W07	Cel 2	W3	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 F4 P1 P2 P3
EK3	K1_W07	Cel 3	W5 W6	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 P1 P2 P3
EK4	K1_U02	Cel 4	C3 W4 W5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 F4 P1 P2 P3
EK5	K1_U02	Cel 5	C1 C4 W5 W6	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 P1 P2 P3

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] T. Sobczyk, T. Węgiel — *Wykłady z elektromechanicznego przetwarzania energii*, Kraków, 2012, PK

[2] J. Skwarczyński, Z. Tertil — *Elektromechaniczne przetworniki energii*, Kraków, 2002, AGH

Literatura uzupełniająca

[1] T. Sobczyk — *Metodyczne aspekty modelowania matematycznego maszyn indukcyjnych*, Warszawa, 2004, WNT

Literatura dodatkowa

[1] Materiały z treściami wykładów przekazywane przez prowadzącego

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr hab. inż. Prof. PK Tomasz Węgiel (kontakt: twegiel@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 prof.dr hab.inż. Tadeusz Sobczyk (kontakt: tadeusz.sobczyk@pk.edu.pl)

2 dr hab. inż. Tomasz Węgiel (kontakt: tomasz.wegiel@pk.edu.pl)

3 mgr. inż. Natalia Radwan-Pragłowska (kontakt: natalia.radwan-praglowska@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .