

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: II

Specjalności: Elektroenergetyka, Elektryczne urządzenia sterowania, Informatyczne systemy automatyki, Monitoring i diagnostyka układów elektrycznych, Systemy trakcji elektrycznej

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

| | |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU | Obwodowe modelowanie układów elektromagnetycznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM | Circuit Modelling of Electromagnetic Systems |
| KOD PRZEDMIOTU | WIEiK ELEKTROTECH oIIS PK8 14/15 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS | 3.00 |
| SEMESTRY | 1 |

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA KOMPUTERO- WE | PROJEKTY | |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 1 | 30 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 |

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Rozszerzenie wiadomości o obwodowym modelowaniu układów elektromagnetycznych przy użyciu programu Matlab / Simulink

Cel 2 Rozszerzenie wiadomości o polowych metodach wyznaczania charakterystyk i parametrów występujących w obwodowych modelach urządzeń elektrycznych.

Cel 3 Utrwalenie umiejętności stosowania modelowania obwodowego w badaniach stanów nieustalonych i dynamicznych maszyn i urządzeń elektrycznych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość teorii obwodów elektrycznych ze szczególnym uwzględnieniem metod analizy stanów nieustalonych oraz komputerowych metod analizy obwodów
- 2 Znajomość zasad elektromechanicznego przetwarzania energii, budowy maszyn elektrycznych i ich właściwości w stanach statycznych.
- 3 Znajomość numerycznych metod rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych liniowych i nieliniowych.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza ma wiedzę o metodach matematycznych niezbędnych do modelowania i analizy zjawisk fizycznych w układach elektromagnetycznych.

EK2 Wiedza zna modele matematyczne do symulacji stanów dynamicznych maszyn elektrycznych dużej i małej mocy.

EK3 Umiejętności potrafi przeprowadzić badania symulacyjne wybranych stanów pracy układu elektromagnetycznego przy użyciu programu Matlab /Simulink.

EK4 Umiejętności potrafi wyznaczyć parametry obwodowe lub nieliniowe charakterystyki układu elektromagnetycznego przy użyciu programów polowych.

EK5 Kompetencje społeczne rozumie potrzebę wykonywania badań modelowych w ujęciu obwodowym i polowym w procesie projektowania maszyn i urządzeń elektrycznych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIA KOMPUTEROWE | | |
|-------------------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| K1 | Badania symulacyjne do wyboru: prądu załączenia transformatora z nieliniowym rdzeniem, stanów dynamicznych silnika uniwersalnego, dynamiki rozruchu silnika indukcyjnego przy różnych sposobach zasilania, zwarcia udarowego generatora synchronicznego. | 4 |
| K2 | Modelowanie wybranych stanów pracy przy różnych sposobach sterowania: silnika reluktancyjnego, silnika skokowego, silnika bezszczotkowego prądu stałego | 4 |
| K3 | Połowe obliczenia parametrów indukcyjnych, dla uzwojeń: elektromagnesu, transformatora wielouzwojeniowego, maszyny prądu zmiennego | 4 |
| K4 | Prezentacja sprawozdań z ćwiczeń i ich ocena | 3 |

| WYKŁADY | | |
|------------|---|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| W1 | Charakterystyka podstawowych zjawisk fizycznych i efektów ubocznych w obwodach magnetycznych maszyn i urządzeń elektrycznych. Uproszczenia stosowane przy formułowaniu ich modeli matematycznych. w ujęciu obwodowym. | 3 |
| W2 | Reguły stosowania metody zmiennych stanu. Przegląd numerycznych procedur rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych na przykładzie programu MATLAB / SIMULINK. Metody aproksymacji charakterystyk modelujących człony nieliniowe. | 3 |
| W3 | Przykłady modelowania elektrycznych maszyn komutatorowych, dławików i transformatorów jednofazowych z nieliniowym rdzeniem w stanach nieustalonych i dynamicznych. | 3 |
| W4 | Prezentacja modeli trójfazowych maszyn elektrycznych prądu przemiennego we współrzędnych prostokątnych zapewniających stałe wartości współczynników indukcyjności uzwojeń. | 3 |
| W5 | Analiza wyników symulacji typowych stanów dynamicznych trójfazowych silników i generatorów elektrycznych. | 3 |
| W6 | Modelowanie rozgałęzionych obwodów magnetycznych z wykorzystaniem sieci reluktancyjnych. Model transformatora trójfazowego z nieliniowym rdzeniem dla stanów nieustalonych. | 3 |
| W7 | Przegląd metod wyznaczania rozkładów pola magnetycznego. Procedury obliczające wielkości całkowite pola niezbędne do obliczania indukcyjnych parametrów modeli obwodowych. | 3 |
| W8 | Specyfika modelowania obwodów magnetycznych z magnesami trwałymi. Formułowanie modeli aktuatorów i silników przełączalnych z uwzględnieniem sposobu sterowania. | 3 |
| W9 | Numeryczne metody estymacji parametrów modeli obwodowych na podstawie pomiarów lub obliczeń polowych. | 3 |
| W10 | Przykłady polowo-obwodowych modeli urządzeń elektrycznych z polem elektromagnetycznym. | 3 |

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym: | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 45 |
| Konsultacje przedmiotowe | 2 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 3 |
| Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym: | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 15 |
| Opracowanie wyników | 10 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 15 |
| SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA | 90 |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU | 3.00 |

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 | |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0 | x |
| NA OCENĘ 3.0 | Zna metodę zmiennych stanu i potrafi zapisać równania ruchu w postaci normalnej dla przykładowego układu elektromagnetycznego |
| NA OCENĘ 3.5 | x |
| NA OCENĘ 4.0 | Potrafi dobrać numeryczną metodę rozwiązywania równań stanu do rozwiązywanego zagadnienia |
| NA OCENĘ 4.5 | x |

| | |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 5.0 | Orientuje się w możliwościach modyfikacji parametrów procedur numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 | |
| NA OCENĘ 2.0 | x |
| NA OCENĘ 3.0 | zna modele układów elektromagnetycznych o dwóch stopniach swobody |
| NA OCENĘ 3.5 | x |
| NA OCENĘ 4.0 | zna modele wielouzwojeniowych maszyn elektrycznych po transformacji do odpowiedniego układu współrzędnych |
| NA OCENĘ 4.5 | x |
| NA OCENĘ 5.0 | potrafi przedstawić struktury modeli silników przełączalnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 | |
| NA OCENĘ 2.0 | x |
| NA OCENĘ 3.0 | Potrafi przeprowadzić symulację pracy prostego układu elektromagnetycznego |
| NA OCENĘ 3.5 | x |
| NA OCENĘ 4.0 | Potrafi przeprowadzić symulację pracy złożonego układu elektromagnetycznego |
| NA OCENĘ 4.5 | x |
| NA OCENĘ 5.0 | Potrafi zaproponować serię obliczeń symulacyjnych w celu zbadania właściwości dynamicznych wybranego układu |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 | |
| NA OCENĘ 2.0 | x |
| NA OCENĘ 3.0 | potrafi wyznaczyć indukcyjności uzwojeń w liniowym obwodzie magnetycznym |
| NA OCENĘ 3.5 | x |
| NA OCENĘ 4.0 | potrafi wyznaczyć charakterystyki strumieniowo-prądowe dla uzwojeń w nieliniowym obwodzie magnetycznym |
| NA OCENĘ 4.5 | x |
| NA OCENĘ 5.0 | potrafi przeprowadzić estymację parametrów obwodowych na podstawie obliczeń polowych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 | |
| NA OCENĘ 2.0 | x |
| NA OCENĘ 3.0 | rozumie potrzebę wykonywania badań modelowych |
| NA OCENĘ 3.5 | x |

| | |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 4.0 | potrafi dobrać sposób modelowania do konkretnego układu i celu |
| NA OCENĘ 4.5 | x |
| NA OCENĘ 5.0 | Może zaproponować przykład wprowadzenia badań modelowych do procedu projektowania urządzenia elektrycznego |

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1 | K_W02 K_W12 | Cel 1 | K1 K2 K3 K4 W1 W2 W3 W4 W5 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |
| EK2 | K_W02 K_W12 | Cel 2 | K1 K2 K3 K4 W1 W2 W3 W4 W5 | N1 N2 | F1 F2 P1 |
| EK3 | K_W12 K_U17 K_U20 | Cel 2 Cel 3 | K1 K2 K3 K4 W1 W2 W3 W4 W5 | N1 N2 | F1 F2 P1 |
| EK4 | K_U09 | Cel 2 | K3 W6 W7 W8 W9 W10 | N2 | F1 F2 P1 |
| EK5 | K_U16 | Cel 3 | K1 K2 K3 K4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **E.Rosołowski** — *Komputerowe metody analizy elektromagnetycznych stanów przejściowych*, Wrocław, 2009, Wyd. Pol. Wrocławskiej
- [2] | **M.Skowronek** — *Modelowanie cyfrowe*, Gliwice, 2004, Wyd.Pol.Śląskiej
- [3] | **B.Mrozek, Z.Mrozek** — *MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika*, Gliwice, 2010, Wyd. Helion

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] **T.Sobczyk** — *Metodyczne aspekty modelowania matematycznego maszyn indukcyjnych*, Warszawa, 2004, WNT
- [2] **A.Warzecha** — *Wielowymiarowe charakterystyki magnesowania w modelach obwodowych maszyn elektrycznych*, Kraków, 2010, Wyd. Pol. Krakowskiej
- [3] **L.Gołębiowski, J.Lewicki** — *Układy elektromagnetyczne w energoelektronice*, Rzeszów, 2012, Wyd. Pol. Rzeszowskiej

LITERATURA DODATKOWA

- [1] Udostępniane materiały własne autora karty przedmiotu
- [2] www.infolytica.com Pakiet polowy MagNet

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż. Prof PK Adam Warzecha (kontakt: adam.warzecha@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab.inż. Adam Warzecha (kontakt: adam.warzecha@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....