**Nazwa przedmiotu:**

Elektromechaniczne systemy napędowe

**Koordynator przedmiotu:**

Wykład: prof. nzw. dr hab. inż. Andrzej Pochanke, andrzej.pochanke@ee.pw.edu.pl, +482223477-09, prof. Lech Grzesiak, lech.grzesiak@ee.pw.edu.pl , +48222347615
Laboratorium: dr inż. Jan Szczypior, szc

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektrotechnika

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2009/2010

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

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

**Wymagania wstępne:**

Matematyka. Fizyka. Elektrotechnika Teoretyczna. Maszyny elektryczne

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Nabycie umiejętności umożliwiających: formułowanie modeli matematycznych obwodowych obwodowo polowych pośrednio i bezpośrednio-sprzężonych elektromechanicznych systemów napędowych, identyfikację parametrów modeli metodami obliczeniowymi i eksperymentalnymi, rozwiązywanie modeli matematycznych elektromechanicznych systemów napędowych w środowisku Matlab Simulink. Nabycie wiedzy umożliwiającej: interpretację fizyczną przebiegów wielkości elektrycznych i mechanicznych charakteryzujących systemy elektromechaniczne w stanach dynamicznych.Nabycie umiejętności umożliwiających: budowę i rozwiązywanie modeli matematycznych elektromechanicznych systemów napędowych w środowisku Matlab Simulink, identyfikację parametrów modeli metodami obliczeniowymi i eksperymentalnymi. Nabycie wiedzy umożliwiającej: interpretację fizyczną przebiegów wielkości elektrycznych i mechanicznych charakteryzujących systemy elektromechaniczne w stanach dynamicznych

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Definicja dynamiki i elektromechanicznych systemów napędowych. Przypomnienie praw fizyki: prawo Newtona, zasada d’Alemberta i prawa Kirchhoffa. Współrzędne uogólnione; więzy. Wyprowadzenie równań Elera-Lagrange’a z zasady d’Alemberta i z zasady Hamiltona. Definicja funkcji Lagrange’a. Układy konserwatywne i dyssypatywne. Definicja charakterystyk elementów układów elektrycznych ,mechanicznych i elektromechanicznych. Energia i koenergia. Równania dynamiki układów mechanicznych, w tym także układów ze zmiennym momentem bezwładności oraz układów wielorasowych ze sprężystym sprzężeniem. Równania dynamiki układów elektrycznych. Energia pola magnetycznego i pola elektrycznego. Siły mechaniczne pochodzenia elektrycznego (siły w ruchu liniowym i momenty w ruchu obrotowym). Siły elektryczne pochodzenia mechanicznego (napięcia indukowane). Układanie modeli matematycznych obwodowych wybranych elementów wykonawczych systemów napędowych z uwzględnieniem nieliniowości i sprzężeń elektromechanicznych: elektromagnes prądu stałego i prądu przemiennego; silnik liniowy z ruchomym uzwojeniem twornika; silnik skokowy wzbudzany magnesem trwałym i silnik skokowy reluktancyjny; silnik synchroniczny permasynowy i reluktancyjny; silnik prądu stałego o komutacji elektronicznej. Eskalacja modeli matematycznych silników elektrycznych: od prostego modelu obwodowego silnika obcowzbudnego prądu stałego przez model obwodowo-polowy pośrednio sprzężony silnika z komutacją elektroniczną wzbudzanego magnesem trwały po model polowo-obwodowy bezpośrednio sprzężony silnika indukcyjnego trójfazowego. Eskalacja modeli układów zasilania silników elektrycznych: od prostych modeli typu czoper przez falowniki napięcia i prądu po cyklokonwertery. Badanie stanów dynamicznych systemów napędowych ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania obciążenia na układ zasilania oraz oddziaływania systemu napędowego na sieć elektroenergetyczną. Wybrane zagadnienia identyfikacji parametrów obwodowych systemów napędowych, ze szczególnym uwzględnieniem badania zmienności strumieni skojarzonych oraz problematyki estymacji prędkości obrotowej w tzw. systemach bezczujnikowych.
Laboratorium:
Prezentacja środowiska symulacyjnego Matlab Simulink, przedstawienie metodologii budowania i rozwiązywania sparametryzowanych modeli symulacyjnych elektromechanicznych systemów napędowych oraz graficznej prezentacji wyników. Budowa prostego modelu układu dynamicznego o wymuszeniu harmonicznym, składowa stała i przemienna całki z wymuszenia harmonicznego Opracowanie i uruchomienie zarządzającego pliku skryptowego, uruchomienie symulacji z poziomu pliku skryptowego, przesłanie wyników do przestrzeni roboczej Matlaba, graficzna prezentacja wyników symulacji. Badanie i porównanie stanów nieustalonych w obwodach elektrycznych z liniowym i nieliniowym elementem indukcyjnym przy skokowym załączaniu napięcia (załączenie napięcia na uzwojenie wzbudzenia maszyny prądu stałego) oraz różnych wariantach zwarcia i zmiany kierunku – komutacji prądu (funkcje stanu energii, indukcyjność statyczna i dynamiczna, czasy narastania i zaniku prądów, sposoby przyspieszania przełączania – komutacji prądu). Wyznaczenie metodą eksperymentalną parametrów zlinearyzowanego i nieliniowego modelu przetwornika elektromagnetycznego. Badanie stanów nieustalonych w transformatorze jednofazowym przy zasilaniu sinusoidalnym i niesinusoidalnym. Załączenie napięcia na transformator nieobciążony i obciążony, wyznaczenie charakterystyki maksymalnych przeciążeń w zależności od fazy początkowej napięcia. Badanie stanów nieustalonych w transformatorze jednofazowym przy zasilaniu sinusoidalnym – stan zwarcia udarowego. Eksperymentalne wyznaczenie parametrów liniowego i nieliniowego modelu dynamicznego komutatorowego silnika prądu stałego z magnesami trwałymi. Badania w stanie zwarcia przy zasilaniu napięciem stałym i przemiennym. Badania w stanie jałowym, Badania w stanie dynamicznym - rozruch. Budowa sparametryzowanego liniowego i nieliniowego modelu silnika do badania stanów dynamicznych komutatorowego silnika prądu stałego z magnesami trwałymi.. Badanie wpływu zmiany rezystancji twornika, indukcyjności twornika i momentu bezwładności na przebiegi prądu i prędkości obrotowej podczas rozruchu silnika nieobciążonego i obciążonego, modelowanie obciążenia biernego. Modelowanie hamowania dynamicznego komutatorowego silnika prądu stałego z magnesami trwałymi.. Badanie wpływu zmiany rezystancji twornika, indukcyjności twornika, momentu bezwładności i napięcia zasilania na przebiegi prądu i prędkości podczas hamowania dynamicznego. Modelowanie układów sterowania do ograniczenia prądu podczas rozruchu i hamowania dynamicznego komutatorowego silnika prądu stałego z magnesami trwałymi., projekt wielostopniowego rozrusznika rezystancyjnego, zasilanie impulsowe unipolarne i bipolarne, regulator histerezowy, zasilanie impulsowe o stałej częstotliwości z regulacją szerokości impulsów i górnym ograniczeniem prądu. Eksperymentalne wyznaczenie parametrów liniowego modelu silnika indukcyjnego w układzie osi naturalnych. Budowa modelu do symulacji stanów dynamicznych maszyny indukcyjnej w układzie osi naturalnych, wektory przestrzenne. Modelowanie rozruchu, maszyny obciążonej i nieobciążonej przy skokowym załączaniu napięcia. Modelowanie rozruchu przy regulowanym napięciu: regulacja amplitudy, regulacja amplitudy i częstotliwości. Eksperymentalne wyznaczanie parametrów modelu symulacyjnego przetwornika elektromechanicznego o ruchu liniowym Budowa modelu symulacyjnego i badanie stanów dynamicznych przetwornika elektromechanicznego o ruchu liniowym

**Metody oceny:**

**Egzamin:**

**Literatura:**

Wykład:
Puchała A.: Elektromechaniczne przetworniki energii. BOBRME Komel, Katowice, 2002r.,
White D.C., Woodson H.H.: Electromechanical energy conversion. John Wiley&Sons Inc., New York, 1959r.,
Meisel J.: Zasady elektromechanicznego przetwarzania energii. WNT, Warszawa, 1970r.,
Sochocki R.: Wstęp do teorii elektromechanicznego przetwarzania energii. WPW, Warszawa, 1975r.
Laboratorium:
Simulink Dynamic System Simulation for Matlab,
S. Osowski: Modelowanie układów dynamicznych z zastosowaniem języka Simulink, 2004,
A. Zaleski, R. Cegieła: Matlab – obliczenia numeryczne i ich zastosowanie, Poznań 2000,
Zestaw instrukcji do każdego ćwiczenia.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe