



Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI I INFORMATYKI

Załącznik nr 9
do Zarządzenia Rektora Nr 35/19
z dnia 12 czerwca 2019 r.

IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	E-AiEP-03-s5
Nazwa przedmiotu	Przekształtnikowe układy napędowe 1
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Electric Drive Systems
Obowiązuje od roku akademickiego	2019/20

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Automatyka i Elektrotechnika Przemysłowa
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne
Zakres	
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Elektrotechniki Przemysłowej i Automatyki
Koordynator przedmiotu	dr hab. inż. Andrzej Kapłon
Zatwierdził	Dziekan Wydziału Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Dr hab. inż. Antoni Różowicz, prof. PŚk

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	Polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	Semestr V
Wymagania wstępne	
Egzamin (TAK/NIE)	Nie
Liczba punktów ECTS	2

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
Liczba godzin w semestrze	30	0	0	0	0

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna podstawowe przekształtnikowe układy napędowe prądu stałego. Zna podstawowe przekształtnikowe układy napędowe prądu przemiennego. Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą modeli matematycznych układów napędowych oraz podstaw analizy i syntezy tych układów.	AiEP1_W01, AiEP1_W07
	W02	Zna metody i układy sterowania złożonymi układami napędowymi, w tym serwonapędami, napędami specjalnymi	AiEP1_W11
Umiejętności	U01	Posiada wiedzę o trendach rozwojowych w zakresie układów napędowych, w tym silników elektrycznych, przekształtników energoelektronicznych, mikroprocesorowych układów sterowania stosowanych w sterowaniu napędów. Umie wskazać ograniczenia w stosowaniu poszczególnych rodzajów napędu i dobrać właściwy rodzaj napędu	AiEP1_U06, AiEP1_U10, AiEP1_U13
Kompetencje społeczne	K01	Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować. Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej oraz rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji i opinii dotyczących osiągnięć automatyki, elektrotechniki i dziedzin działalności inżynierskiej w sposób zrozumiały	AiEP1_K2, AiEP1_K4, AiEP1_K5

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	1. Wprowadzenie, klasyfikacje, podstawowe pojęcia i definicje w napędzie elektrycznym. Sprowadzanie mas i momentów bezwładności oraz sił i momentów sił do prędkości wału. Rodzaje i charakter obciążeń.
	2. Podstawy symulacji komputerowej układów napędowych. Dobór silnika: zakres mocy, nagrzewanie i chłodzenie, cykl pracy.
	3-4. Charakterystyki mechaniczne silników elektrycznych i mechanizmów. Praca czterokwadrantowa napędu. Ogólna postać równania ruchu napędu. Układu równań stanu elektrodynamicznego napędu w postaci czasowej i operatorowej, przy pominięciu elektromagnetycznej stałej czasowej.
	5. Równania stanu elektrodynamicznego silnika obcowzbudnego w postaci czasowej z uwzględnieniem elektromagnetycznej stałej czasowej. Równania stanu elektrodynamicznego silnika obcowzbudnego w postaci operatorowej. Schemat blokowy silnika obcowzbudnego z uwzględnieniem elektromagnetycznej stałej czasowej.

6-7. Przekształtniki AC/DC oraz DC/DC w napędzie prądu stałego – konfiguracje, analiza pracy układów, modele matematyczne na potrzeby symulacji. Charakterystyki elektromechaniczne układu napędowego przy zasilaniu z przekształtników. Schemat blokowy napędu prądu stałego dla podporządkowanego układu regulacji ze stabilizacją prądu twornika i prędkości kątowej przy zasilaniu z przekształtnika. Przykładowe schematy blokowe napędu prądu stałego dla wybranych procesów technologicznych (stabilizacja ciśnienia, temperatury, itp.).
8. Dobór regulatorów prądu i prędkości. Przykładowe rozwiązania układów napędowych prądu stałego – układy jedno- i wielokwadrantowe
9. Charakterystyki elektromechaniczne silników prądu przemiennego - silniki indukcyjne, reluktacyjne, synchroniczne. Sposoby regulacji prędkości kątowej w napędzie prądu przemiennego. Sposoby rozruchu napędu prądu przemiennego.
10. Równania stanu elektrodynamicznego silnika indukcyjnego we współrzędnych fazowych. Fazor wielkości elektromagnetycznej. Transformacja dwuosiowa zmiennych zespolonych. Równania stanu elektromagnetycznego silnika indukcyjnego w postaci fazorowej na płaszczyźnie liczb zespolonych wirującej z dowolną prędkością.
11. Częstotliwościowa regulacja prędkości kątowej silnika indukcyjnego – skalarna, wektorowe (VFC, DTFC) dla poszczególnych rodzajów obciążenia.
12. Dwustronne zasilanie silnika indukcyjnego. Przykładowe rozwiązania układów napędowych prądu przemiennego – układy jedno- i wielokwadrantowe. Układy kaskadowe, miękkiego rozruchu – schemat, charakterystyki mechaniczne, zakres regulacji prędkości kątowej.
13. Zastosowanie symulatorów i obserwatorów w układach sterowania napędów elektrycznych. Odtwarzanie niedostępnych zmiennych stanu w układach sterowania napędów z silnikami prądu przemiennego. Algorytmiczne metody odtwarzania strumienia i prędkości silników asynchronicznych. Przykładowe rozwiązania symulatorów i obserwatorów.
14. Serwonapędy elektryczne. Definicja serwonapędu. Przekształtniki i silniki serwo, wymagania i podstawowe właściwości. Struktury sterowania serwonapędów. Zastosowanie sprzężeń wyprzedzających w serwonapędach.
15. Oddziaływanie przekształtnikowych układów napędowych dużej mocy na sieć zasilającą. Skompensowane przemienniki częstotliwości.

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów uczenia się					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
U01			X			
K01			X			

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.							h

	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	30				
2.	Inne (konsultacje, egzamin)*	2				h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	32				h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,28				ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	18				h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,72				ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	0				h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	0,0				ECTS
9.	Sumaryczne godzinowe obciążenie pracą studenta	50				h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2				

* wszelkie formy weryfikacji efektów, w tym egzaminy oraz nie więcej niż 2 godziny konsultacji dla każdej formy zajęć

LITERATURA

1. Kaźmierkowski M.P., Krishnan R., Blaabjerg F.: Control in power electronics. Selected problems. Elsevier, Amsterdam-Boston-London-New York-Oxford-Paris-Sydney-Tokyo, 2002.
2. Boldea I., Nasar S.A.: Electric drives. CRS Press, London, New York, Washington, 1999
3. Kaźmierkowski M. P., Tunia H.: Automatic control of converter – fed drives. Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo, PWN, Warszawa, 1994.
4. Tunia H., Kaźmierkowski M.P.: Podstawy automatyki napędu elektrycznego. PWN, 1983
5. Tunia H., Kaźmierkowski M.P.: Automatyka napędu przekształtnikowego. PWN, 1987
6. Orłowska-Kowalska T.: Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi. OW PW, 2003
7. Seung-Ki Sul : Control of Electric Machine Drive Systems. Wiley-IEEE Press 2011

Uwaga: wykaz literatury winien uwzględniać aktualne i dostępne publikacje