



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	E-EM-01-s5
Nazwa przedmiotu	Automatyka przekształtnikowych układów napędowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Automatic Control of Converter-Fed Drives
Obowiązuje od roku akademickiego	2020/21

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	
Poziom kształcenia	
Profil studiów	
Forma i tryb prowadzenia studiów	
Zakres	
Jednostka prowadząca przedmiot	
Koordinator przedmiotu	dr inż. Jarosław Rolek
Zatwierdził	Dziekan Wydziału Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Dr hab. inż. Antoni Różowicz, prof. PŚk

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	
Status przedmiotu	
Język prowadzenia zajęć	
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	
Wymagania wstępne	Matematyka, Maszyny elektryczne, Podstawy napędu elektrycznego
Egzamin (TAK/NIE)	
Liczba punktów ECTS	

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

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma szczegółową wiedzę w zakresie statycznych charakterystyk elektromechanicznych układów napędowych prądu stałego i przemiennego	EM1_W11
	W02	Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą modeli matematycznych układów napędowych oraz podstaw analizy i syntezy tych układów.	EM1_W12
	W03	Zna i rozumie podstawy teoretyczne elektromechanicznych przemian energii. Potrafi wykorzystać ogólną postać równania ruchu w analizie pracy układów napędowych. Ma podstawową wiedzę z zakresu układów napędowych z maszynami prądu stałego, indukcyjnymi i synchronicznymi. Potrafi dokonać analizy stanów przejściowych układów napędowych i wykorzystać do tego celu narzędzia informatyczne	EM1_W12
	U01	Potrafi modelować proste układy elektromechaniczne i wybrane procesy przemysłowe, a także wykorzystywać je do celów analizy i projektowania układów elektrycznych, elektronicznych i automatyki	EM1_U02
	U02	Potrafi projektować proste układy sterowania dla procesów z jednym wejściem i jednym wyjściem; potrafi świadomie wykorzystywać standardowe bloki funkcjonalne systemów automatyki oraz kształtować własności dynamiczne torów pomiarowych, potrafi korzystać z wybranych narzędzi do modelowania szybkiego prototypowania układów elektrotechniki, elektroniki i automatyki.	EM_U06
Umiejętności	U03	Potrafi analizować ze zrozumieniem i tworzyć projektową dokumentację techniczną oraz proste schematy technologiczne systemów automatyki i elektrotechniki, potrafi wykorzystać specjalizowane systemy CAD.	EM1_U08
Kompetencje społeczne	K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób oraz współorganizować działalność na rzecz środowiska społecznego.	EM1_K01
	K02	Posiada świadomość znaczenia i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje; jest gotów do dbałości o dorobek i tradycje zawodu.	EM1_K02

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	Wprowadzenie, klasyfikacje układów napędowych, podstawowe pojęcia i definicje w automatyce napędu elektrycznego. Rodzaje silników i ich właściwości statyczne i dynamiczne wymagane w automatyce napędów. Charakterystyki elektromechaniczne silników prądu stałego – obcowzbudne, szeregowo, BLCD. Sposoby regulacji prędkości kątowej w napędzie prądu stałego. Sposoby rozruchu napędu prądu stałego
	Równania stanu elektrodynamicznego silnika obcowzbudnego w postaci czasowej z uwzględnieniem elektromagnetycznej stałej czasowej. Nieliniowość strukturalna, sposoby linearyzacji układu. Równania stanu elektrodynamicznego silnika obcowzbudnego w postaci operatorowej.
	Schemat blokowy silnika obcowzbudnego z uwzględnieniem elektromagnetycznej stałej czasowej. Wyznaczanie podstawowych wielkości (prędkość kątowa, prąd twornika). Transformacja odwrotna. Wstęp do modelowania z wykorzystaniem oprogramowania Matlab-Simulink
	Przekształtniki AC/DC oraz DC/DC w napędzie prądu stałego – konfiguracje, analiza pracy układów, modele matematyczne na potrzeby symulacji. Charakterystyki zewnętrzne, wzmacnienia, transmitancje. 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. Równoległa struktura układu regulatorów. Charakterystyka koparkowa napędu prądu stałego, strefy pracy regulatorów prądu i prędkości dla obu konfiguracji układu sterowania. Przykładowe schematy blokowe napędu prądu stałego dla wybranych procesów technologicznych
	Wybrane regulatory liniowe. Kryteria optymalnych nastaw regulatorów – ISE, ITSE, IAE, ITAE. Dobór regulatora prądu według kryterium modułu. Dobór regulatora prędkości według kryterium symetrii. Nastawy regulatorów według Chien, Hronosa i Reswicka, wzmacnienia krytycznego Zieglera i Nicholasa, układy anti-windup
	Charakterystyki elektromechaniczne silników prądu przemiennego - silniki indukcyjne, reluktancyjne, synchroniczne. Sposoby regulacji prędkości kątowej w napędzie prądu przemiennego.
	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.
	Skalarna metoda częstotliwościowej regulacji prędkości kątowej silnika indukcyjnego przy zerowej wartości rezystancji uzwojenia stojana dla poszczególnych rodzajów obciążenia – wzory, charakterystyki. Sposoby kompensacji wpływu rezystancji stojana
	Wektorowa metoda częstotliwościowej regulacji prędkości kątowej silnika indukcyjnego – zasada rozdzielania prądów i napięć.
	Metoda DTC (Direct Torque Control) w częstotliwościowej regulacji prędkości kątowej silnika indukcyjnego – tablica przełączeń, schemat blokowy
laboratorium	Modelowanie podstawowych układów w środowisku Matlab-Simulink
	Badanie wybranych regulatorów liniowych, kryteria doboru nastaw, kaskadowa struktura regulacji, układy anti-windup
	Sterowanie silnikiem prądu stałego w strukturze kaskadowej
	Regulacja prędkości kątowej silników prądu przemiennego w układach kaskadowych
	Modelowanie układu napędowego z silnikiem indukcyjnym sterowanym częstotliwościowo oraz weryfikacja eksperymentalna
	Sterowanie wektorowe polowo – zorientowane układu napędowego z silnikiem indukcyjnym
	Sterowanie wektorowe polowo – zorientowane układu napędowego z silnikiem indukcyjnym – badania eksperymentalne
	Sterowanie DTC-ST układu napędowego z silnikiem indukcyjnym
	Sterowanie DTC-SVM układu napędowego z silnikiem indukcyjnym
	Modelowanie silnika PMSM i analiza wybranych stanów pracy

*) 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	X		X	
W02		X	X		X	
W03		X	X		X	
U01		X	X		X	
U02		X	X		X	
U03			x		X	
K01					x	

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład		Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć
laboratorium		Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć, ocenione pozytywnie sprawozdania z realizowanych ćwiczeń

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	30		30			h
3.	Inne (konsultacje, egzamin)*	4		4			
4.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	68					h
5.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2.72					ECTS
6.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	57					h
7.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	2.28					ECTS
8.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	30					h
9.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1.2					ECTS
10.	Sumaryczne godzinowe obciążenie pracą studenta	125					h

11.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	5	
-----	--	----------	--

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

LITERATURA

1. Orłowska-Kowalska T., *Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2003
2. Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T. *Automatyka napędu elektrycznego*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2012
3. Tunia H., Kaźmierkowski M.P.: Podstawy automatyki napędu elektrycznego. PWN, 1983
4. Kaźmierkowski M.P., Krishnan R., Blaabjerg F.: Control in power electronics. Selected problems. Elsevier, Amsterdam-Boston-London-New York-Oxford-Paris-Sydney-Tokyo, 2002
5. Kaźmierkowski M. P., Tunia H.: Automatic control of converter – fed drivers. Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo, PWN, Warszawa, 1994.

Uwaga: wykaz literatury winien uwzględniać aktualne i dostępne publikacje