



Załącznik nr 7
do Zarządzenia Rektora nr 10/12
z dnia 21 lutego 2012r.

KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	E-4EZE1-06-s7
Nazwa modułu	Podstawy automatyki napędu
Nazwa modułu w języku angielskim	Fundamentals of Automatic Control of Drives
Obowiązuje od roku akademickiego	2012/2013

A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Elektrotechnika
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	niestacjonarne
Specjalność	EPiE
Jednostka prowadząca moduł	Katedra Elektrotechniki Przemysłowej i Automatyki, Zakład Energoelektroniki, Maszyn i Napędów Elektrycznych
Koordynator modułu	dr hab. inż. Andrzej Kapłon, prof. PŚk
Zatwierdził:	Dziekan WEAiI Dr hab. inż. Antoni Różowicz, prof. PŚk

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	przedmiot kierunkowy
Status modułu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	semestr VII
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	semestr zimowy
Wymagania wstępne	Matematyka 1, 2 ; Teoria obwodów 1,2 ; Podstawy elektroniki, Maszyny elektryczne, Podstawy napędu elektrycznego; Podstawy energoelektroniki 1,2
Egzamin	tak
Liczba punktów ECTS	7



Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
w semestrze	16 g.	16 g.		16 g.	

C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Cel modułu	Celem modułu jest zapoznanie studentów z modelami matematycznymi, schematami strukturalnymi oraz transmitancjami operatorowymi w otwartej i zamkniętej konfiguracji regulacji, doбором regulatorów, wybranymi stanami przejściowymi, metodami symulacji komputerowej wybranych układów napędowych prądu stałego i przemiennego. (3-4 linijki)
-------------------	--

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/ inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma podstawową i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat konfiguracji układów elektromechanicznych i przekształcania energii w tych układach	w/ć/p	K_W03, K_W04 K_W06, K_W11 K_W13, K_W17 K_W19	T1A_W01, T1A_W02
W_02	Ma szczegółową wiedzę w zakresie statycznych charakterystyk elektromechanicznych układów napędowych prądu stałego i przemiennego	w/ć/p	K_W11, K_W13	T1A_W01, T1A_W04, T1A_W07
W_03	Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą modeli matematycznych układów napędowych oraz podstaw analizy i syntezy tych układów	w/ć/p	K_W03, K_W06 K_W07, K_W17 K_W19	T1A_W01, T1A_W03, T1A_W07
W_04	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie stosowanych metod symulacji układów napędowych prądu stałego i przemiennego.	w/ć/p	K_W03, K_W06 K_W07, K_W17 K_W19	T1A_W01, T1A_W03, T1A_W07
W_05	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie wyboru układów sterowania i doboru parametrów regulacji podstawowych układów napędowych na przykładzie wybranych procesów technologicznych	w/ć/p	K_W11, K_W13	T1A_W01, T1A_W02, T1A_W04, T1A_W07
U_01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim, z zakresu układów napędowych prądu stałego i przemiennego	w/ć/p	K_U01	T1A_U01
U_02	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe z zakresu automatyki napędu elektrycznego, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	w/ć/p	K_U08, K_U09 K_U13	T1A_U08
U_03	Potrafi wykorzystać metody analityczne,	w/ć/p	K_U09, K_U13	T1A_U09



	symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich w obszarze automatyki napędu elektrycznego			
U_04	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym napędów elektrycznych w zastosowaniu do zadanego problemu technologicznego	w/ć/p	K_U16	T1A_U014
U_05	Potrafi zaprojektować oraz zrealizować prosty układ napędowy w zamkniętym układzie regulacji w zastosowaniu do procesu technologicznego, używając właściwych metod, technik i narzędzi	w/ć/p	K_U11, K_U13	T1A_U016
K_01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, szczególnie w dziedzinie współczesnych układów napędowych.	w/ć/p	K_K01	T1A-K01
K_02	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w obszarze współczesnych układów napędowych i układów energoelektronicznych, w tym jej wpływu na środowisko poprzez jakość energii elektrycznej, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	w/ć/p	K_K02	T1A-K02
K_03	Potrafi współdziałać i pracować w grupie	w/ć/p	K_K04	T1A-K03

Treści kształcenia:

1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	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. Sposoby regulacji prędkości kątowej w napędzie prądu stałego. Sposoby rozruchu napędu prądu stałego	W_01, W_02 U_01 K_01
2	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.	W_02, W_03, W_04 U_01 U_02 U_03 U_05 K_01 K_02
3	Przekształtniki AC/DC oraz DC/DC w napędzie prądu stałego – konfiguracje, analiza pracy układów, modele matematyczne na potrzeby symulacji. Charakterystyki elektromechaniczne układu	W_02, W_03, W_04, W_05 U_01 U_02



	napędowego przy zasilaniu z przekształtników. Schemat blokowy napędu prądu stałego dla podporządkowanego układu regulacji ze stabilizacją prądu twornika i prędkości kątovej przy zasilaniu z przekształtnika. Przykładowe schematy blokowe napędu prądu stałego dla wybranych procesów technologicznych (stabilizacja ciśnienia, temperatury, itp.).	U_04 K_01 K_02
4	Dobór regulatorów prądu i prędkości. Przykładowe rozwiązania układów napędowych prądu stałego – układy jedno- i wielokwadrantowe	W_01, W_02, W_03, W_04, W_05 U_01 U_02 U_04 K_01 K_02
5	Charakterystyki elektromechaniczne silników prądu przemiennego - silniki indukcyjne, reluktacyjne, synchroniczne. Sposoby regulacji prędkości kątovej w napędzie prądu przemiennego. Sposoby rozruchu napędu prądu przemiennego.	W_01, W_02 U_01 U_02 U_04 K_01 K_02
6	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.	W_03, W_04, W_05 U_01 U_02 U_04 K_01 K_02
7	Częstotliwościowa regulacja prędkości kątovej silnika indukcyjnego – skalarna, wektorowe (VFC, DTFC) dla poszczególnych rodzajów obciążenia.	W_03, W_04, W_05 U_02 U_03 U_04 K_01 K_02
8	Dwustronne zasilanie silnika indukcyjnego. Przykładowe rozwiązania układów napędowych prądu przemiennego – układy jedno- i wielokwadrantowe. Układy kaskadowe, miękkiego rozruchu – schemat, charakterystyki mechaniczne, zakres regulacji prędkości kątovej.	W_01, W_02, W_05 U_02 U_03 U_04 K_01 K_02

2. Treści kształcenia w zakresie ćwiczeń

Nr zajęć ćwic.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1/2	Równania stanu elektrodynamicznego w postaci czasowej i operatorowej silnika prądu stałego. Budowa schematu blokowego. Wyznaczanie podstawowych transmitancji, wyznaczanie przebiegów wielkości elektromechanicznych w różnych stanach pracy napędu – metoda analityczna.	W_01, W_02, W_03, W_04, W_05 U_01, U_02, U_03, U_04, U_05 K_01, K_02, K_03
3	Dobór parametrów składowych podzespołów przekształtnikowego układu napędu prądu stałego.	W_01, W_02, W_03, W_04, W_05 U_01, U_02, U_03, U_04, U_05



		K_01,K_02, K_03
4/5	Dobór parametrów regulatorów prądu (kryterium modułowe) i prędkości (kryterium symetrii) napędu prądu stałego przy zasilaniu z przekształtników AC/DC i DC/DC – metoda analityczna.	W_01, W_02, W_03, W_04, W_05 U_01, U_02, U_03, U_04,U_05 K_01,K_02, K_03
6	Modelowanie w MatLab-Symulink zamkniętego układu regulacji napędu prądu stałego – dobór parametrów regulatorów dla różnych kryteriów optymalnych nastaw.	W_01, W_02, W_03, W_04, W_05 U_01, U_02, U_03, U_04,U_05 K_01,K_02, K_03
7	Regulacja prędkości kątowej silnika pierścieniowego prądu przemiennego w układach kaskadowych – dobór i wyznaczanie parametrów podzespołów układu, zakres regulacji prędkości	W_01, W_02, W_03, W_04, W_05 U_01, U_02, U_03, U_04,U_05 K_01,K_02, K_03
8	Częstotliwościowa regulacja prędkości kątowej silnika indukcyjnego klatkowego – skalarna i wektorowe metody sterowania (VFC, DTFC) – dobór i wyznaczanie parametrów podzespołów układu, zakres regulacji prędkości.	W_01, W_02, W_03, W_04, W_05 U_01, U_02, U_03, U_04,U_05 K_01,K_02, K_03

3. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu

4. Charakterystyka zadań projektowych

1. Projekt przekształtnikowego układu napędowego prądu stałego dla zadanego procesu technologicznego – dobór parametrów silnika i przekształtnika, parametrów pozostałych podzespołów układu napędowego, parametrów regulatorów zamkniętego układu regulacji, modelowanie w MatLab-Symulink
2. Projekt przekształtnikowego układu napędowego prądu przemiennego dla zadanego procesu technologicznego - dobór parametrów silnika i przekształtnika, parametrów pozostałych podzespołów układu napędowego, parametrów regulatorów zamkniętego układu regulacji, modelowanie w MatLab-Symulink



5. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symb ol efekt u	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01	Kolokwium, laboratorium
W_02	Kolokwium, laboratorium
W_03	Kolokwium, laboratorium
W_04	Projekt, laboratorium
W_05	Projekt, laboratorium
U_01	Projekt, egzamin
U_02	laboratorium
U_03	Projekt, laboratorium
U_04	Projekt, laboratorium
U_05	Projekt, laboratorium
K_01	Projekt, egzamin
K_02	Projekt, laboratorium
K_03	Laboratorium



D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	16 g.
2	Udział w ćwiczeniach	16 g.
3	Udział w laboratoriach	
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	2 g.
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	16 g.
7	Udział w egzaminie	2 g.
8		
9	Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	52 (suma)
10	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	1,93
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	20 g.
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	30
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	24 g.
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	10 g.
15	Wykonanie sprawozdań	8 g.
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	5 g.
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	
18	Przygotowanie do egzaminu	40
19		
20	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	137 (suma)
21	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	5,07
22	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	189 g.
23	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	7
24	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	110
25	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	4,07



E. LITERATURA

Wykaz literatury	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.: <i>Electric drives</i>. CRS Press, London, New York, Woshington, 1999 3. Kaźmierkowski M. P., Tunia H.: <i>Automatic control of converter – fed drivers</i>. Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo, PWN, Warszawa, 1994. 4. Tunia H., Kaźmierkowski M.P.: <i>Podstawy automatyki napędu elektrycznego</i>. PWN, 1983 5. Tunia H., Kaźmierkowski M.P.: <i>Automatyka napędu przekształtnikowego</i>. PWN, 1987 6. Orłowska-Kowalska T.: <i>Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi</i>. OW PW, 2003. 7. Gawenda J.: <i>Napęd i automatyka napędu elektryczny w zadaniach</i>. ZN PŚk, 1989. 8. Gawenda J <i>Automatyka napędu elektrycznego - laboratorium</i>. ZN PŚk, 1993.
Witryna WWW modułu/przedmiotu	http://weaii-moodle.tu.kielce.pl/