



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	E-EM-03-S4
Nazwa przedmiotu	Teoria przekształtników
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Power Converters Theory
Obowiązuje od roku akademickiego	2020/21

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<input type="text"/>
Poziom kształcenia	<input type="text"/>
Profil studiów	<input type="text"/>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<input type="text"/>
Zakres	<input type="text"/>
Jednostka prowadząca przedmiot	<input type="text"/>
Koordynator przedmiotu	Dr hab. inż. Grzegorz Radomski
Zatwierdził	Dziekan Wydziału Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Dr hab. inż. Antoni Różowicz, prof. PŚk

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<input type="text"/>
Status przedmiotu	<input type="text"/>
Język prowadzenia zajęć	<input type="text"/>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<input type="text"/>
Wymagania wstępne	Teoria obwodów, Podstawy energo-elektroniki, Układy elektroniczne.
Egzamin (TAK/NIE)	<input type="text"/>
Liczba punktów ECTS	<input type="text"/>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
Liczba godzin w semestrze	30	0	15	0	0

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna podstawowe grupy przekształtników energoelektronicznych.	EM1_W15
	W02	Zna zasady działania i metody modelowania przekształtników energoelektronicznych.	EM1_W15
	W03	Zna metody sterowania przekształtników energoelektronicznych.	EM1_W15
	W04	Zna praktyczne aspekty natury elektronicznej związane z przekształtnikami.	EM1_W15
Umiejętności	U01	Potrafi analizować i modelować zachowanie się przekształtników energoelektronicznych.	EM1_U10
	U02	Potrafi dokonać syntezy struktury przekształtnika do realizacji założonej funkcji układowej.	EM1_U05 EM1_U08
	U03	Potrafi określić parametry przekształtnika do realizacji zadania projektowego.	EM1_U05
	U04	Potrafi dokonać syntezy/wyboru algorytmu sterowania przekształtnika.	EM1_U05
	U05	Potrafi bezpiecznie wykonywać pomiary napięć, prądów i mocy w układach elektrycznych przekształtników.	EM1_U09
	U06	Potrafi uruchamiać i sterować przekształtniki energoelektroniczne.	EM1_U05
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość istotności rozwiązań układów przekształtników energoelektronicznych dla życia współczesnego człowieka.	EM1_K02
	K02	Rozumie odpowiedzialność projektanta systemu przekształtnikowego za bezpieczeństwo jego użytkowników.	EM1_K02, EM1_K03
	K03	Rozumie konieczność ciągłego poszerzania wiedzy i umiejętności w związku z bardzo szybkim rozwojem dziedziny układów przekształtnikowych.	EM1_K01
	K04	Rozumie związki i wpływ układów przekształtnikowych na środowisko i inne dziedziny techniki.	EM1_K02

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>1. Zagadnienia organizacyjne, podanie literatury przedmiotu, wymagań i zasad zaliczenia i oceniania. Przedstawienie tematyki przedmiotu. Podział przekształtników energoelektronicznych. Wymagania jakościowe i normatywne dotyczące układów przekształtników.</p> <p>2. Opis matematyczny napięć i prądów przekształtników energoelektronicznych z użyciem funkcji stanów łączników elektronicznych. Czas martwy.</p> <p>3. Dwupoziomowy, dwukierunkowy przekształtnik napięciowy PWM pracujący jako niezależny falownik napięcia. Wektory przestrzenne napięć i prądów abc - > alfa, beta -> d, q. Sterowanie według metody wektorów przestrzennych. Sterowanie multiskalarne. Przekształtnik sieciowy PWM. Wykres wektorowy napięć i prądów wejściowych przekształtnika dla pracy prostownikowej, falownikowej i kompensatorowej.</p> <p>4. Modułacja wektorowa SVPWM – Space Vector Pulse Width Modulation. Nadmodulacja. Wpływ czasu martwego na odkształcenie napięć przekształtnika i metody jego korekcji. Diagram czasowy sterowania przekształtnika. Opóźnienie sterowania wynikające z czasu konwersji analogowo-cyfrowej i czasu obliczeń procesora sterującego. Istota sterowania predykcyjno-korekcyjnego. Algorytm sterowania predykcyjno-korekcyjnego przekształtnika sieciowego.</p> <p>5. Dwupoziomowy, dwukierunkowy przekształtnik prądowy PWM. Bazowe wektory przestrzenne prądów. Sterowanie i modulacja prądów wejściowych przekształtnika.</p>

	6. Przekształtniki sieciowe. Idea czystej konwersji mocy (Clean Power Converters). Współczynniki określające jakość konwersji energii przez przekształtnik: DPF, TPF, THDu, THDi. Praca przekształtnika dwupoziomowego jako prostownika, falownika, kompensatora mocy bierniej i odkształcenia.
	7. Prostownik Vienna. Bazowe wektory przestrzenne napięć. Modulacja PWM. Ograniczenia sterowania i modulacji. Modulacja SVPWM. Równoważenie napięć pojemnościowego dzielnika napięcia wyjściowego.
	8. Wielopoziomowe przekształtniki napięciowe PWM. Odmianny przekształtników wielopoziomowych. Modele. Zasada sterowania. Czas martwy. Bazowe wektory przestrzenne napięć. Modulacja napięcia PWM i jej właściwości. Modulacja napięcia SVPWM i jej właściwości.
	9. Przekształtniki DC/DC z pośredniczącym transformatorem pracującym z podwyższoną częstotliwością. Przekształtnik DC/DC z wysokim napięciem wejściowym i niskim wyjściowym. Zasada równoważenia napięć wejściowego dzielnika napięcia. Dobór parametrów łączników elektronicznych. Sterowanie impulsami napięcia zasilającym transformator. Konfiguracje uzwojeń wtórnych transformatora. Prostownik wyjściowy.
	10. Konfiguracje wielofazowe przekształtników wielopoziomowych. Bazowe wektory przestrzenne napięć. Przykład 6-fazowego trójpoziomowego przekształtnika napięcia i jego zastępczy układ 3-fazowy.
	11. Układy sprzęgów systemów elektroenergetycznych o różnych częstotliwościach nominalnych. Konstrukcja z wielopoziomowymi przekształtnikami napięciowymi. Dobór wartości parametrów elementów systemu. Zasada sterowania. Równoważenie pojemnościowego dzielnika napięcia obwodu DC przekształtników.
	12. Metody zwiększania sprawności przetwarzania energii przez przekształtnik. Dobór typu i parametrów łączników elektronicznych. Przekształtniki przełączane przy zerowym napięciu ZVS lub zerowym prądzie ZCS łączników. Struktury przekształtników, metody sterowania łączników, trajektorie prądowo-napięciowe procesów komutacji.
	13. Przekształtniki rezonansowe. Zasada działania. Obwody dopasowujące przekształtników rezonansowych.
	14. Przekształtniki pojazdów z napędem elektrycznym i hybrydowym.
	15. Kolokwium zaliczeniowe.
laboratorium	1. Zajęcia organizacyjne. Zasady BHP. Zasady bezpiecznego i bezawaryjnego wykonywania pomiarów napięć i prądów w układach przekształtników energoelektronicznych. Wykorzystanie układów do konwersji układu współrzędnych a,b,c -> alfa, beta -> d,q do wizualizacji wektorów przestrzennych napięć i prądów trójfazowych przekształtników energoelektronicznych na ekranie oscyloskopu. Wymagania dotyczące zaliczenia przedmiotu i kryteria oceniania. Przedstawienie tematyki zajęć laboratoryjnych.
	2. Badanie przekształtnika tyrystorowego w trybie pracy falownikowej.
	3. Badanie niezależnego falownika napięcia. Układy komutacji miękkiej.
	4. Badanie dwupoziomowego, napięciowego przekształtnika sieciowego w trybach pracy prostownikowej, falownikowej i kompensatorowej.
	5. Badanie prostownika Vienna. Jednokierunkowy, trójpoziomowy przekształtnik napięciowy PWM.
	6. Badanie przekształtnika rezonansowego.
	7. Zajęcia odróbczo-zaliczeniowe. Wystawienie ocen końcowych.

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X		X	
W02			X		X	
W03			X		X	
W04			X		X	

U01			X		X	
U02			X			
U03			X			
U04			X			
U05					X	
U06					X	
K01			X		X	
K02			X		X	
K03			X		X	
K04			X		X	

A.

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład		Zaliczenie kolokwium.
laboratorium		Poprawna realizacja zadań laboratoryjnych.

*) 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		15			h
3.	Inne (konsultacje, egzamin)*	4		2			h
4.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	51					h
5.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,04					ECTS
6.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	24					h
7.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,96					ECTS
8.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	15					h
9.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	0,60					ECTS
10.	Sumaryczne godzinowe obciążenie pracą studenta	75					h
11.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	3					

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

LITERATURA

1. Nowak M., Barlik R.: „Poradnik inżyniera energoelektronika”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998.
2. Rashid M. H.: „Power Electronics Handbook”, Academic Press, San Diego / San Francisco / New York / Boston / London / Sydney / Tokyo 2001.
3. Strzelecki R., Supronowicz H.: „Współczynnik mocy w systemach zasilania prądu przemiennego i metody jego poprawy”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
4. Tunia H., Winiarski B.: „Energoelektronika”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994.
5. Tunia H., Barlik R.: „Teoria przekształtników”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.

Uwaga: wykaz literatury winien uwzględniać aktualne i dostępne publikacje