

## Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	UKŁADY ENERGOELEKTRONICZNE, PG_00048263						
Kierunek studiów	Elektrotechnika						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2023 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć					
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	1	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	2	Liczba punktów ECTS			3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Elektrotechniki i Automatyki -> Katedra Energoelektroniki i Maszyn Elektrycznych						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	prof. dr hab. inż. Ryszard Strzelecki					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	prof. dr hab. inż. Ryszard Strzelecki					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	30.0	0.0	0.0	60
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	60		5.0		10.0	75
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie z zaawansowanymi układami energoelektronicznymi, zasadami projektowania oraz metodami ich sterowania w różnych obszarach aplikacyjnych						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U07] potrafi analizować, obliczać, projektować, programować i badać przekształtniki, układy napędowe, układy sterowania i obserwatory stanu	Umiejętność modelowania i symulacji złożonych układów energoelektronicznych z wykorzystaniem standardowych pakietów symulacyjnych oraz analizy i oceny wyników	[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU1] Ocena realizacji zadania [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania
	[K7_K03] potrafi współdziałać i pracować w grupie przyjmując w niej różne role oraz określać priorytety służące realizacji określonego zadania	Zdolność do współpracy i organizacji działań grupowych przy realizacji zadań problemowych	[SK2] Ocena postępów pracy [SK1] Ocena umiejętności pracy w grupie [SK4] Ocena umiejętności komunikacji, w tym poprawności językowej [SK3] Ocena umiejętności organizacji pracy [SK5] Ocena umiejętności rozwiązywania problemów występujących w praktyce
	[K7_K02] ma świadomość wpływu działalności inżynierskiej na środowisko, rozumie pozatechniczne skutki tej działalności	Zdolność do oceny możliwości oraz skutków zastosowania urządzeń energoelektronicznych w aspekcie środowiskowym oraz społecznym	[SK5] Ocena umiejętności rozwiązywania problemów występujących w praktyce [SK4] Ocena umiejętności komunikacji, w tym poprawności językowej
	[K7_U02] potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentację ustną na wybrany temat techniczny	Umiejętność analizy wyników oraz selekcji, oceny i przedstawienia najważniejszych wyników realizowanych zadań w obszarze dotyczącym układów energoelektronicznych	[SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU1] Ocena realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi
	[K7_W10] ma rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie układów energoelektronicznych i napędowych, metod ich sterowania i diagnostyki	Znajomość zasad działania, projektowania i sterowania wybranych nowoczesnych topologii przekształtników energoelektronicznych. Opisuje budowę i działanie przekształtników – rozróżnia aspekty topologiczne systemowe i aplikacyjne metody sterowania	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym [SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji
	[K7_U07] potrafi analizować, obliczać, projektować, programować i badać przekształtniki, układy napędowe, układy sterowania i obserwatory stanu	Umiejętność modelowania i symulacji złożonych układów energoelektronicznych z wykorzystaniem standardowych pakietów symulacyjnych oraz analizy i oceny wyników	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania
	[K7_U02] potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentację ustną na wybrany temat techniczny	Umiejętność analizy zbiorczej wyników oraz selekcji, oceny i przedstawienia najważniejszych wyników realizowanych zadań w obszarze dotyczącym układów energoelektronicznych	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi
	[K7_W04] ma pogłębioną wiedzę z zakresu związanego z systemami i urządzeniami elektromechanicznymi	Wiedza i zrozumienie możliwości i właściwości zastosowań przekształtników energoelektronicznych w różnych urządzeniach elektromechanicznych	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym [SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U06] potrafi analizować, modelować, przeprowadzać symulacje i projektować systemy elektryczne	Umiejętność kompleksowej analizy, modelowania i symulacji układów elektrycznych z przekształtnikami energoelektronicznymi, z wykorzystaniem standardowych pakietów symulacji systemów cyber-fizycznych.	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania
	[K7_W13] ma rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie właściwości przekształtników energoelektronicznych, układów sterowania dla napędów z różnymi typami silników, regulatorów dla podstawowych struktur układów napędowych	Zrozumienie i analiza jakościowa przekształtników energoelektronicznych w zakresie dotyczącym jakości przetwarzania energii elektrycznej, sprawności, kompatybilności elektromagnetycznej oraz niezawodności.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji [SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
	[K7_U06] potrafi analizować, modelować, przeprowadzać symulacje i projektować systemy elektryczne	Umiejętność kompleksowej analizy, modelowania i symulacji układów elektrycznych z przekształtnikami energoelektronicznymi, z wykorzystaniem standardowych pakietów symulacji systemów cyber-fizycznych.	[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU1] Ocena realizacji zadania [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania
	[K7_W04] ma pogłębioną wiedzę z zakresu związanego z systemami i urządzeniami elektromechanicznymi	Wiedza i zrozumienie możliwości i właściwości zastosowań przekształtników energoelektronicznych w różnych urządzeniach elektromechanicznych	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji
	[K7_W13] ma rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie właściwości przekształtników energoelektronicznych, układów sterowania dla napędów z różnymi typami silników, regulatorów dla podstawowych struktur układów napędowych	Zrozumienie i analiza jakościowa przekształtników energoelektronicznych w zakresie dotyczącym jakości przetwarzania energii elektrycznej, sprawności, kompatybilności elektromagnetycznej oraz niezawodności.	[SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
Treści przedmiotu	<p><b>WYKŁAD:</b> Podstawy analityczne systemów energoelektronicznych: Ogólny model przekształtnika bezpośredniego, transformacja współrzędnych, analiza spektralna i teoria mocy w układach energoelektronicznych. Nowoczesne półprzewodnikowe przyrządy energoelektroniczne (w tym SiC i GaN). Techniki modulacji impulsowej: Sterowanie skalarne i wektorowe, metody regulacji prądu. Przekształtniki wielopoziomowe i inne specjalne: Topologie falowników wielopoziomowych, Metody modulacji w falownikach wielopoziomowych, prostowniki do falowników wielopoziomowych, inne przekształtniki specjalne; Inteligentne transformatory energoelektroniczne: topologie DAB, sterowanie, aplikacje. Układy energoelektroniczne w sieciach zasilających: Problemy kondycjonowania EE, układy do łagodzenia zakłóceń zasilania, aktywne układy energoelektronicznych sterowników PQ, układy hybrydowe sterowników PQ. Sterowanie predykcyjne systemów energoelektronicznych: sterowanie predykcyjne w oparciu o histerezę, sterowanie predykcyjne w oparciu o model. Przekształtniki energoelektroniczne z wejściowymi źródłami impedancyjnymi: przekształtniki Z, przekształtniki qZ, przekształtniki T, topologie wielopoziomowa. Przekształtniki o miękkiej komutacji oraz układy rezonansowe: Zasada, przegląd.</p> <p><b>LABORATORIUM:</b> Wprowadzenie do narzędzi symulacyjnych programu Matlab: S-funkcja i oprogramowanie Simscape Electrical działające w środowisku Simulink. Realizacja układu sterowania prostownikiem sterowanym PWM w środowisku symulacyjnym, analiza pracy układu. Implementacja i uruchomienie algorytmu sterowania prostownikiem PWM w układzie laboratoryjnym złożonym ze sterownika z mikrokontrolerem TMS320F28379D i trójfazowego falownika napięcia z tranzystorami GaN. Badania symulacyjne i laboratoryjne układu, porównanie wyników, raport z badaniami z wnioskami.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa wiedza z: elektroenergetyki, elektroniki, teorii obwodów, automatyki, energoelektroniki zgodna z programami przedmiotów dla studiów I stopnia. Dodatkowo pożądane jest ukończenie kursu Obwody elektryczne prowadzonych na studiach II stopnia		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Cwiczenia laboratoryjne	50.0%	40.0%
	Wykład	60.0%	60.0%

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nowak M., Barlik R. Poradnik inżyniera energoelektronika. Tom1 Wydawnictwo WNT, Warszawa 2014, wyd. II , 400 pp.</li> <li>2. Nowak M., Barlik R, Rąbkowski J. Poradnik inżyniera energoelektronika. Tom 2, Wyd.WNT, Warszawa 2015, wyd.II 523 s</li> <li>3. Akagi H., Watanabe E., H., Aredes M., Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning. J.Willy&amp;Sons Inc Pub. - IEEE Press, New Jersey, 2007, 379 pp</li> <li>4. Strzelecki R., Supronowicz H., Współczynnik mocy w systemach zasilania prądu przemiennego i metody jego poprawy: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2000, 452 pp.</li> <li>5. Rodriguez J. (Author), Cortes P., Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives . Wiley IEEE Series 41, New Jersey, 246 pp.212</li> </ol>
	Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ericson R.W., Maksimovic D., Fundamentals of Power Electronics: Springer; 3rd ed., London, 2020, 1075p.</li> <li>2. Hartman M.: Wielopoziomowe falowniki napięcia, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia,2006, 144 pp</li> <li>3. Wu B., Narimani M., High-Power Converters and AC Drives (2nd Edition): Wiley-IEEE Press, New York, 2017, 480 pp</li> <li>4. M. Kazmierkowski, R. Krishnan, and F. Blaabjerg, Control in Power Electronics Selected Problems. Academic Press, 2002</li> <li>5. Du S., Dekka A., Wu B., Zargari N., Modular Multilevel Converters: Analysis, Control, and Applications: Wiley-IEEE Press, New York, 2018, 368 pp.</li> <li>6. Piróg S., Energoelektronika. Układy o komutacji sieciowej i o komutacji twardej: Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2006, 1011p</li> <li>7. Strzelecki R., Supronowicz H.: Filtracja harmoniczných w sieciach zasilających prądu przemiennego. Wyd. Adam Marszałek, Toruń 1999.</li> <li>8. R. Strzelecki, G. Benysek (Eds.) Power electronics in smart electrical energy networks. Springer-Verlag 2008.</li> <li>9. Du S., Dekka A., Wu B., Zargari N., Modular Multilevel Converters: Analysis, Control, and Applications: Wiley-IEEE Press, New York, 2018, 368 pp.</li> <li>10. 10.Geyer T., Model Predictive Control of High Power Converters and Industrial Drives , Wiley, 2016, 576 pp.</li> <li>11. 11.Liu F., Abu-Rub H., Ge B., Blaabjerg B., Ellabban O., Loh P. Ch., Impedance Source Power Electronic Converters, Wiley-IEEE Press, New York, 424 p.</li> <li>12. 12.D. G. Holmes and T. Lipo, Pulse Width Modulation for Power Converters, Principles and Practice. New York: IEEE Press, 2003.</li> <li>13. Du S., Dekka A., Wu B., Zargari N., Modular Multilevel Converters: Analysis, Control, and Applications: Wiley-IEEE Press, New York, 2018, 368 pp</li> </ol>
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Właściwości współczesnych komercyjnych przyrządów energoelektronicznych, w tym SiC i GaN.</li> <li>2. Podstawowe topologie i cechy przekształtników wielopoziomowych oraz ich typowe zastosowania w elektroenergetyce i napędzie dużych mocy</li> <li>3. Właściwości, sposoby budowy oraz zastosowania przekształtników o komutacji miękkiej</li> <li>4. Uruchomienie sterownika uP prostownika sieciowego AFE na bazie komercyjnego modułu falownika z tranzystorami GaN - a 3-fazowego</li> </ol>	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	