



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	E-EM-06-S4
Nazwa przedmiotu	Systemy magazynowania energii
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Energy Storage Systems
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	
Koordynator przedmiotu	
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	
Egzamin (TAK/NIE)	
Liczba punktów ECTS	

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

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna różne formy magazynowania energii.	EM1_W15
	W02	Zna budowę fizyczną wybranych magazynów energii.	EM1_W15
	W03	Ma wiedzę z zakresu fizycznych podstaw działania różnych magazynów energii.	EM1_W15
	W04	Ma wiedzę jak bezpiecznie eksploatować magazyny energii.	EM1_W15
Umiejętności	U01	Potrafi dobrać właściwy rodzaj magazynu energii do realizowanego zadania.	EM1_U05
	U02	Potrafi przeprowadzać bilanse energii i wyznaczać obliczeniowo i pomiarowo parametry magazynów energii..	EM1_U05
	U03	Potrafi przewidywać i niwelować zagrożenia wynikające ze stosowania magazynów energii.	EM1_U05
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość istotności rozwiązań układów magazynów energii dla życia współczesnego człowieka.	EM1_K02
	K02	Rozumie odpowiedzialność projektanta systemu magazynowania energii za bezpieczeństwo jego użytkowników.	EM1_K02, EM1_K03
	K03	Rozumie konieczność ciągłego poszerzania wiedzy i umiejętności w związku z bardzo szybkim rozwojem dziedziny magazynów energii.	EM1_K01
	K04	Rozumie związki i wpływ magazynów energii na środowisko i inne dziedziny techniki.	EM1_K02

TRZĘŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	1. Zagadnienia organizacyjne, podanie literatury przedmiotu, wymagań i zasad zaliczenia i oceniania. Przedstawienie tematyki przedmiotu. Podstawowe współczesne metody magazynowania energii. Pola fizyczne i ich energia.
	2. Magazynowanie energii w postaci potencjalnej energii pola grawitacyjnego. Energia słupa wody. Wieże ciśnień. Elektrownie szczytowo-pompowe. Wyznaczanie energii potencjalnej słupa cieczy o zdefiniowanej geometrii.
	3. Magazynowanie energii w postaci kinetycznej. Energia mas wirujących. Koła zamachowe. Wyznaczanie energii kinetycznej ruchu obrotowego, wyznaczanie momentu bezwładności mas wirujących o zdefiniowanej geometrii. Maszyny elektryczne do magazynowania energii.
	4. Magazynowanie energii w postaci energii pola elektrycznego. Energia pola elektrycznego kondensatora. Superkondensatory. Układy przekształtnikowe sprzęgające magazyny superkondensatorowe z siecią elektroenergetyczną.
	5. Magazynowanie energii w postaci energii pola magnetycznego. Energia pola magnetycznego cewki indukcyjnej. Nadprzewodzące cewki indukcyjne. Układy przekształtnikowe sprzęgające magazyny zbudowane z nadprzewodzących cewek indukcyjnych z siecią elektroenergetyczną. Układy rezonansowe zbudowane z superkondensatorów i nadprzewodzących cewek indukcyjnych.
	6. Magazynowanie energii w postaci energii chemicznej w akumulatorach elektrycznych. Zasada działania akumulatorów elektrycznych. Reakcje elektrochemiczne zachodzące w procesach ładowania i rozładowania akumulatorów. Ogniwa: kwasowe, nikłowo-kadmowe, jonowo-litowe.
	7. Magazynowanie energii w postaci chemicznej. Wytwarzanie i magazynowanie wodoru. Elektrolizery. Wytwarzanie energii elektrycznej z wodoru. Ogniwa paliwowe wodorowe. Reakcje elektrochemiczne zachodzące w procesach elektrolizy i bezpłomieniowego spalania wodoru.
	8. Układy: Battery Management Systems, Power Management Systems.
laboratorium	Organizacja zajęć. Ustalenie tematów ćwiczeń laboratoryjnych. BHP.

	Ładowanie i rozładowywanie superkondensatorów. Bilans energetyczny i sprawność energetyczna procesu magazynowania.
	Przekształtnik sprzęgający magazyn superkondensatorowy i jego sterowanie.
	Badanie akumulatora kwasowo-ołowiowego.
	Badanie akumulatora Niklowo-Manganowo wodorkowego NiMH.
	Badanie akumulatora litowo-jonowego Li-ion
	Badanie układu Battery Management System.
	Termin odrębny. Zaliczenie. Wpis ocen.

*) 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			
W03			X			
W04			X			
U01			X		X	
U02			X		X	
U03			X		X	
K01			X		X	
K02			X		X	
K03			X		X	
K04			X		X	

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład		Zaliczenie kolokwium.
ćwiczenia		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	15		15			h
3.	Inne (konsultacje, egzamin)*	2		2			h
4.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	34					h
5.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,36					ECTS
6.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	16					h

7.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,64	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	0,6	ECTS
10.	Sumaryczne godzinowe obciążenie pracą studenta	50	h
11.	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. R. Zito: Energy Storage A New Approach, Scrivener Publishing LLC, 2010.
2. G. Pistoja: Battery Operated Devices and Systems, Elsevier Ltd. 2009.
3. J.M. Miller: Ultracapacitor Applications, The Institution of Engineering and Technology, United Kingdom, 2011.

Uwaga: wykaz literatury winien uwzględniać aktualne i dostępne publikacje